

Le malattie degli agrumi in postraccolta

Leonardo Schena* - Maria Concetta Strano** - Simona Marianna Sanzani*** - Antonio Ippolito***

* Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari e Forestali, Università degli Studi Mediterranea, Reggio Calabria.

** CRA - Centro di Ricerca per l'Agrumicoltura e le Colture Mediterranee, Acireale, Catania.

*** Dipartimento di Biologia e Chimica Agro-forestale ed Ambientale, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro".

Introduzione

Le alterazioni che si manifestano nel postraccolta si caratterizzano per la notevole influenza che su di esse possono avere le pratiche di coltivazione, come le fertilizzazioni, le operazioni di raccolta e di lavorazione, nonché le tecniche di conservazione. Infatti, le errate pratiche, applicate a partire dalla raccolta, possono essere causa di lesioni più o meno evidenti sui frutti di agrume, le quali hanno come risultato lo sviluppo di alterazioni con conseguenti ingenti perdite economiche, specialmente in caso di agenti patogeni in grado di infettare i frutti sani adiacenti.

A differenza di altri prodotti vegetali, i frutti di agrume hanno un pH tissutale inferiore a 4, pertanto sono fortemente soggetti ad attacchi fungini, data la predilezione di questi patogeni per le matrici a pH acido. A parte la piticchia batterica, non sono segnalati in Italia casi di batteriosi dei frutti di agrume di importanza rilevante dal punto di vista commerciale.

PRINCIPALI MALATTIE BIOTICHE

Muffa azzurra e muffa verde

Le malattie conosciute come muffa azzurra (Fig. 1a) e muffa verde (Fig. 2a) rappresentano le più comuni e gravi cause di alterazione degli agrumi, sia durante la conservazione che nel corso della distribuzione; frequentemente si osservano anche in campo sui frutti caduti a terra ed eccezionalmente sul frutto pendente, soprattutto in seguito ad eventi atmosferici, quali grandine o venti forti, che causano ferite.

L'agente causale della muffa azzurra è *Penicillium italicum* Wehmer (Fig. 1b), mentre quello della muffa verde è *P. digitatum* Sacc. (Fig. 2b), in genere molto più frequente e di più rapido sviluppo rispetto a *P. italicum*. Oltre alla tipica muffa verde e azzurra, sugli agrumi può essere presente una terza malattia, denominata in lingua inglese *whisker mould*, dovuta a *P. ulaiense* Hsieh, Su et Tzean (Fig. 3). Quest'ultima è di scarsa importanza e compare sui frutti dopo lunghi periodi di conservazione. Muffa verde e muffa azzurra possono essere presenti contemporaneamente sullo stesso frutto, ma in genere è più frequente la muffa verde, che a temperatura ambiente è più veloce nel colonizzare i tessuti; la muffa azzurra, invece, che si sviluppa anche a basse temperature, causa estesi marciumi dopo lunghi periodi di conservazione. I frutti attaccati si deteriorano rapidamente e in presenza di bassa umidità mummificano. I conidi, presenti in maniera

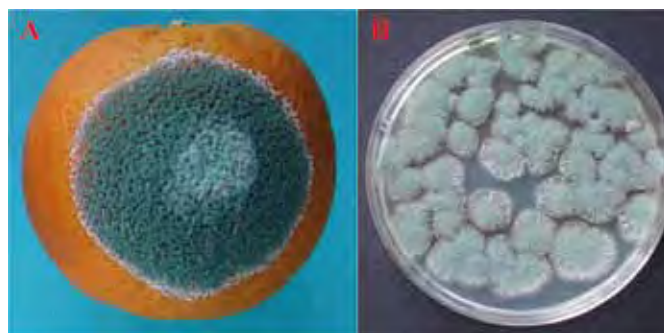


Figura 1 – a) Frutto di arancio con muffa azzurra, causata dal *Penicillium italicum*; b) Colonie di *P. italicum* su piastra contenente PDA (Patata Destrosio Agar).

Figure 1 – a) Orange fruit with blue mould caused by *Penicillium italicum*; b) Colonies of *P. italicum* on PDA (potato dextrose agar).

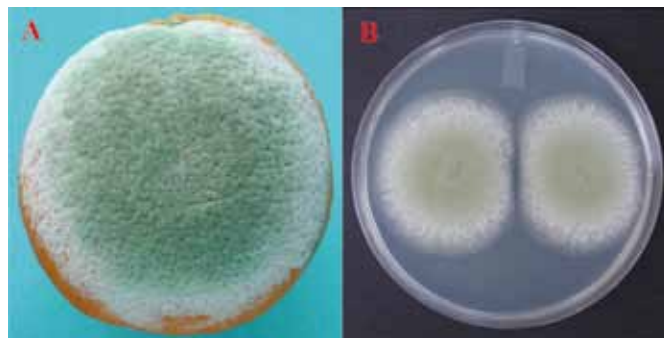


Figura 2 – a) Frutto di arancio con muffa verde, causata dal *Penicillium digitatum*. Rispetto al marciume azzurro è possibile osservare un più ampio margine bianco che circonda l'area di sporificazione; b) Colonie di *P. digitatum* su piastra contenente PDA (Patata Destrosio Agar).

Figure 2 – a) Orange fruit with green mould caused by *Penicillium digitatum*; apart from the color, this mold is distinguished from blue mold because of a wider white fringe of mycelium surrounding the lesion; b) Colonies of *P. digitatum* on PDA (potato dextrose agar).

massiva negli agrumeti e in quei magazzini di lavorazione che non adottano adeguate misure igieniche, diffondono con estrema facilità, infettando inizialmente limitate aree della buccia. La zona del peduncolo sembra essere il sito di ingresso più frequente delle due specie di *Penicillium* (Kaul e Lall, 1975).

Entrambi i patogeni si caratterizzano per l'abbondante produzione di enzimi pectinolitici, che determinano, in fase

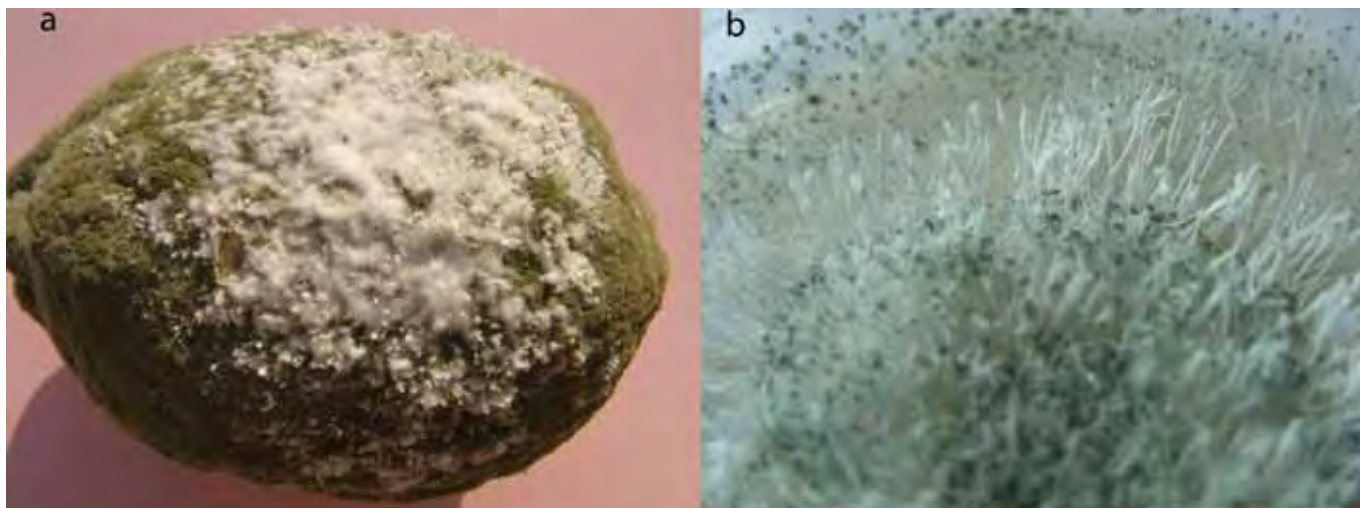


Figura 3 – a) Limone con infezioni miste da *Penicillium ulaiense* (micelio bianco) e *P. digitatum*. b) Colonia del fungo cresciuta in piastra. Si possono notare i lunghi coremi del fungo, lunghi fino a 7 mm, che permettono una facile identificazione del patogeno.
 Figure 3 – a) Mixed infection of *Penicillium ulaiense* (white) and *P. digitatum* on a lemon fruit; b) Colony of *P. ulaiense* on a growth medium. It is possible to distinguish coremia (1-7 mm tall) with white stalks.

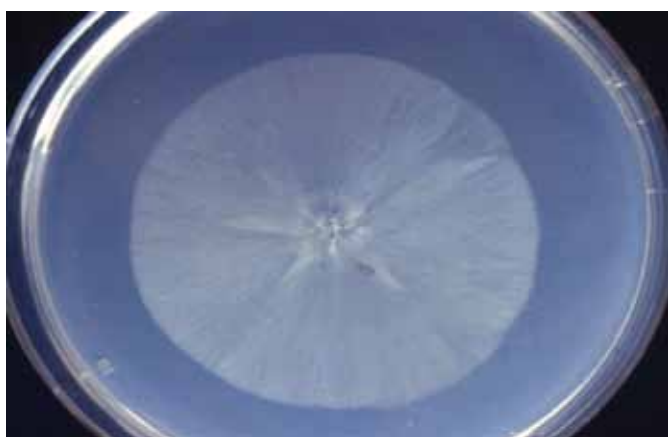


Figura 4 – Colonia di *Phytophthora citrophthora* in piastra.
 Figure 4 - Colony of *Phytophthora citrophthora* on a growth medium.



Figura 5 – Sporangia di *Phytophthora* spp. prodotti da una colonia in coltura artificiale.
 Figure 5 - Sporangia of *Phytophthora* spp. produced in vitro.

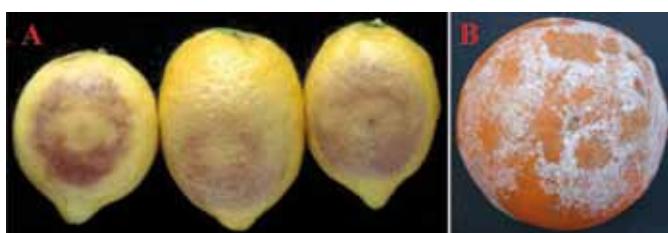


Figura 6 – a) Caratteristica colorazione di frutti di limone colpiti da marciume bruno; b) Arancia con efflorescenza biancastra da micelio di *Phytophthora* spp. che sviluppa in caso di elevata umidità relativa.
 Figure 6 – a) Lemon fruit with typical symptoms of brown rot; b) In presence of high relative humidity infected areas are covered by white mycelium of *Phytophthora* spp.



Figura 7 – a) Artroconidi caratteristici di *Geotrichum citri-aurantii*. Frutti di b) limone e c) clementine affetti da marciume acido. Spesso la parte marcia è solcata da fessurazioni superficiali.
 Figure 7 – a) Arthroconidia of *Geotrichum citri-aurantii*. Sour rot affecting b) lemon and c) clementine. Frequently the infected area show superficial cracks.



Figura 8 – a) Frutto attaccato da *Botrytis cinerea*; b) Muffa grigia su frutti di clementine. Il patogeno, molto aggressivo, facilmente passa dal frutto infetto a quelli sani dando luogo al cosiddetto “nido”.
 Figure 8 - *Botrytis cinerea* on a) orange fruit and on b) clementine. The pathogen easily spread on close fruits causing nesting.

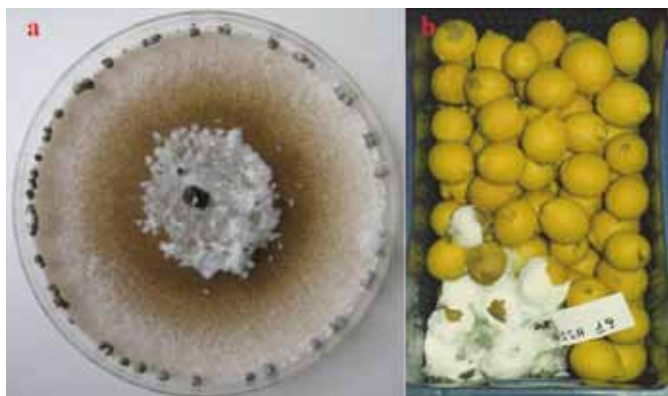


Figura 9 – a) Colonia di *Sclerotinia sclerotiorum*. Si possono notare abbondanti sclerozi di colore nero; b) Limoni ricoperti da micelio bianco-cotonoso di *Sclerotinia* spp. Il patogeno, molto aggressivo, diffonde facilmente tramite contatto fra frutti.

Figure 9 – a) Colony of *Sclerotinia sclerotiorum* with abundant production of black sclerotia. b) Lemon fruit covered by the white mycelium of the pathogen which easily spreads from infected to sound fruits.

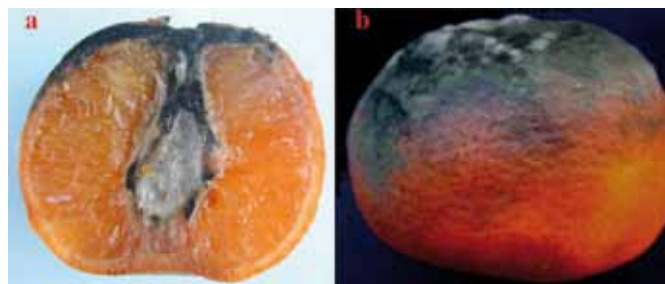


Figura 10 – a) Clementine con imbrunimenti interni indotti da *Alternaria* sp. b) In una fase avanzata del marciume, oltre ad alterazioni del colore della buccia nella zona della rosetta è possibile osservare il micelio scuro del patogeno.

Figure 10 – a) Clementine with internal discoloration due to *Alternaria* infection (black rot). b) In an advanced stage of decay, beside the skin discoloration in the area of the rosette it is possible to observe the dark mycelium of the pathogen.

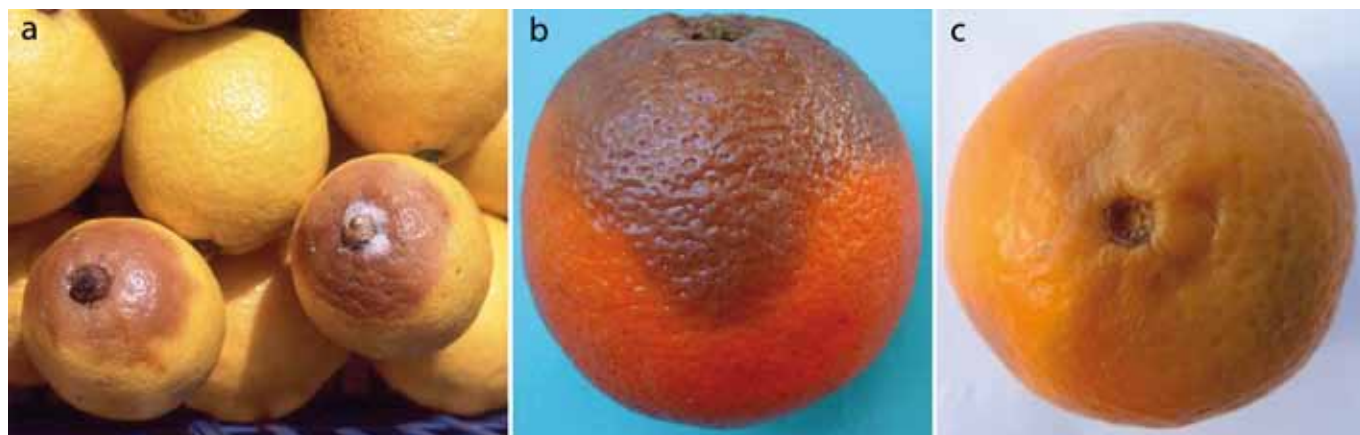


Figura 11 – a) Marciume basale da *Phomopsis citri* su frutti di limone; b) Marciume basale da *Diplodia natalensis* su frutto di arancio. c) Marciume basale da *Dothiorella ribis* su clementine.

Figure 11 – a) *Phomopsis citri* on lemon fruit; b) *Diplodia natalensis* on orange fruit; c) *Dothiorella ribis* on clementine.



Figura 12 – Limone con marciume nero da *Aspergillus* sp.

Figure 12 - Lemon with black mold due to *Aspergillus* sp.



Figura 13 – Clementine con infezione mista di *Penicillium* sp. e *Rhizopus stolonifer*. Si noti la tipica muffa fioccosa di *R. stolonifer* con lunghi rami sporangiofori che, piegandosi sulla superficie dei frutti vicini, permettono la rapida diffusione della malattia.

Figure 13 - Clementines with mixed infection of *Penicillium* sp. and *Rhizopus stolonifer*. Typical flaky mold of *R. stolonifer* with long sporangiofori, which allows a rapid spread of the disease (nesting), should be noted.

di infezione, la marcescenza dei tessuti ed il disfacimento del frutto e, nel caso della muffa azzurra, anche dei frutti adiacenti. Le aree interessate dall'infezione si mostrano in un primo momento soffici, idropiche e ricoperte da una muffa bianca, che in fase di sporificazione del patogeno assume un aspetto polverulento e la caratteristica colorazione azzurra o verde, ma ai cui bordi rimane un alone biancastro risultante dallo sviluppo del micelio fungino. Nel caso della muffa verde, il margine ricoperto da micelio bianco risulta più ampio e più evidente rispetto alla muffa azzurra.

Negli ambienti in cui sono presenti frutti infetti è possibile percepire un odore caratteristico dovuto alla presenza di terpeni; inoltre, i patogeni rilasciano etilene in quantità tale da accelerare i processi di senescenza dei frutti adiacenti (Schiffmann-Nadel, 1975). La crescita di *P. digitatum* viene inoltrestimolata, a determinate concentrazioni, dai componenti volatili tipici degli agrumi e da quelli che sviluppano in seguito all'infezione (etanolo, limonene, acetaldeide, CO₂) (Eckert *et al.*, 1992). I fattori che concorrono al proliferare di queste due malattie sui frutti sono dovuti principalmente alle lesioni provocate in fase di raccolta, trasporto e lavorazione in magazzino, specie se queste operazioni non sono svolte in maniera adeguata, ponendo particolare attenzione ad evitare gli urti durante la manipolazione.

La lotta contro le infezioni da *Penicillium* si basa principalmente sulla prevenzione, considerato che i fungicidi ammessi, ove utilizzati, perdono progressivamente di efficacia in seguito alla facile insorgenza di fenomeni di resistenza. In campo è necessario ridurre le lesioni sia da parte di insetti (es. mosca della frutta) che del vento. Nel corso della raccolta e del trasporto i frutti devono essere manipolati con cura allo scopo di ridurre le ferite. Nelle centrali ortofrutticole importante risulta la disinfestazione periodica dei contenitori (casce e cassoni), delle macchine e dei locali di lavorazione e conservazione. Inoltre, può essere vantaggioso per il contenimento delle due malattie far sostare i frutti prima delle operazioni di lavaggio in idonei locali di conservazione, allo scopo di evidenziare infezioni pregresse, eliminando quindi tempestivamente i frutti danneggiati. I trattamenti con fungicidi sono necessari quando i frutti devono essere conservati per lunghi periodi o quando sono raccolti in momenti favorevoli allo sviluppo dei marciumi da *Penicillium* (periodi piovosi, frutti ultramaturi, etc.).

I fungicidi impiegati spesso sono somministrati in miscela con le cere, aventi una funzione prevalentemente cosmetica. Per evitare il fenomeno della insorgenza di ceppi resistenti è bene alternare l'uso di principi attivi diversi o l'uso di mezzi alternativi di lotta, che trova ampio consenso fra gli operatori, considerato che la grande distribuzione molto spesso richiede agrumi non trattati con fungicidi in postraccolta o con residuo anche più basso di quello consentito. In varie sperimentazioni è risultato particolarmente efficace l'uso di carbonati e bicarbonati di sodio o di potassio e del sorbato di potassio, utilizzati sia in acqua a temperatura ambiente che calda. Gli stessi sali hanno dato risultati molto promettenti quando somministrati in prossimità della raccolta allo scopo di prevenire le infezioni che vengono contratte nel corso delle operazioni di raccolta e successiva manipolazione in magazzino (Ligorio *et al.*, 2007).

Marciume bruno

Il marciume bruno, noto anche con il termine di "allupatura", è causato da diverse specie del genere *Phytophthora* (Fig. 4) tra cui *P. citrophthora*, *P. nicotianae*, *P. cactorum*, *P. syringae* e *P. hibernalis*, alcune delle quali sono anche responsabili del marciume radicale e della gommosi del colletto delle piante di agrume. La malattia, che colpisce di solito i frutti dopo l'invaiaura, può diventare un problema serio se prolungate precipitazioni ed elevati livelli igrometrici si verificano in campo durante le ultime fasi di sviluppo del frutto e in caso di frutti ultramaturi. Le *Phytophthorae* sono patogeni ad habitat tellurico i cui sporangi (Fig. 5) e zoospore, in seguito a piogge abbondanti, possono essere veicolati sui frutti più bassi della chioma da schizzi di pioggia e terreno e da aerosol. Affinché avvenga l'infezione è indispensabile la persistenza di un velo d'acqua sia per la produzione che per la penetrazione delle zoospore. Dopo la raccolta, la diffusione della malattia avviene per contatto fra i frutti o per contatto degli stessi con superfici contaminate, con conseguenti notevoli perdite durante le fasi di lavorazione, conservazione e distribuzione dei frutti. Per tale motivo, nelle annate in cui si riscontra elevata incidenza della malattia è bene evitare la conservazione dei frutti, anche perché non vi sono fungicidi efficaci contro questo patogeno. Sebbene questa malattia sia in grado di colpire tutte le specie di agrumi, sui limoni (Fig. 6a) e sulle arance le infezioni spesso sembrano essere più gravi e diffuse. Sui frutti colpiti da marciume bruno si osserva inizialmente un'area della buccia decolorata, che allargandosi assume un colore bruno sempre più intenso, con un caratteristico odore di rancido o fermentato. In assenza di microrganismi secondari la consistenza dei tessuti rimane cuoiosa; in condizioni di elevata umidità relativa è possibile osservare la comparsa di una efflorescenza biancastra dovuta al micelio e alle fruttificazioni agamiche del patogeno (Fig. 6 b). La lotta si basa principalmente sulla prevenzione poiché, come prima ricordato, i fungicidi ammessi in postraccolta sugli agrumi non sono efficaci contro le *Phytophthorae*. Pratiche colturali quali la potatura per rimuovere i rami bassi, l'eliminazione del ristagno idrico superficiale, l'inerbimento del terreno per evitare che schizzi di pioggia giungano sui frutti bassi, ecc., riducono l'incidenza del marciume. In annate con forte piovosità eventuali interventi di lotta chimica in campo possono essere effettuati a partire dall'invaiaura, utilizzando composti rameici, limitatamente alla parte bassa della chioma. Trattamenti con acqua calda (46-49°C per circa 2 minuti) bloccano le infezioni, ma trovano difficoltà logistiche nella loro applicazione; peraltro, il trattamento di frutti turgidi, in particolare limoni, con acqua calda può favorire lo sviluppo di oleocellosi. Utile resta il ritardo delle operazioni di raccolta dopo periodi di prolungata piovosità, e di confezionamento in magazzino, in modo da permettere lo sviluppo delle infezioni incipienti e quindi l'eliminazione dei frutti infetti.

MALATTIE BIOTICHE DI MINORE IMPORTANZA

Marciume acido

Il marciume acido è causato da *Geotrichum citri-aurantii* (Ferraris) Butler (Teleomorfo: *Galactomyces citri-aurantii*



Figura 14 – Frutto di arancia affetto da Antracnosi. La malattia, comunque, è più frequente sui mandarini.
 Figure 14 - Orange fruit affected by anthracnose. However, the disease is more common on mandarins.



Figura 15 – Limone affetto da marciume da *Trichoderma* sp.
 Figure 15 - *Trichoderma* sp. infection on a lemon fruit.



Figura 16 – a) Limone con sintomi di piticchia batterica. Le lesioni sono generalmente 1-2 per frutto, ma possono essere anche numerose e confluenti; b) Le lesioni possono continuare a svilupparsi anche in fase di postraccolta (Foto M.G. Salerno).
 Figure 16 - a) Lemon with symptoms of black pit. The lesions are usually 1-2 per fruit, but can also be numerous and confluent; b) The lesions may continue to develop in the postharvest phase (Photo M.G. Salerno).



Figura 17 – a) Clementine con sintomi di oleocellosi. Immediatamente dopo la comparsa le cellule epidermiche mostrano una colorazione giallo-arancione chiaro; b) Successivamente assumono un colore marrone scuro.
 Figure 17 - a) Clementine with symptoms of oleocellosis. Immediately after the appearance of the disorder epidermal cells show a pale yellow-orange color; then they turn dark brown.

Butler) (Fig. 7a). Di per sé può essere considerata una alterazione di minore importanza, poiché necessita di condizioni di temperatura ed umidità, che spesso non sono presenti nei nostri ambienti, quando il frutto, con la maturazione, diventa suscettibile; inoltre, il patogeno ha spore (artroconidi) che con difficoltà vengono trasportate dalle correnti d'aria. Tuttavia, in particolari annate, la malattia può assumere contorni gravissimi perché dotata di elevata capacità di contaminazione secondaria.

In uno stadio iniziale, si osserva una area idropica la cui epidermide è facilmente asportabile per il rammollimento dei tessuti sottostanti; l'area di presenta di colore crema, con sfumature scure. Man mano che l'alterazione avanza si ha la formazione di un micelio rado e scarsamente pronunciato, mentre diviene sempre più netta la separazione fra il tessuto molle dell'area infetta e quello dell'area apparentemente sana che mantiene ancora una certa consistenza (Fig. 7b); spesso la parte marcia è solcata da fessurazioni più o meno pronunciate (Fig. 7b). In uno stadio successivo, il patogeno secreta enzimi extracellulari che rapidamente degradano i tessuti (Fig. 7c), con sviluppo di odore caratteristico di putrido e acido e produzione di liquido viscoso, ricco di spore del fungo, causa della diffusione della malattia ai frutti sani adiacenti.

Le condizioni favorevoli allo sviluppo della malattia sono date principalmente da elevate temperature (28-30°C) ed elevati livelli umidità relativa. La crescita del patogeno viene inibita a temperature inferiori a 10°C. I frutti maturi risultano maggiormente suscettibili e le possibilità di infezione sono favorite dai danneggiamenti meccanici

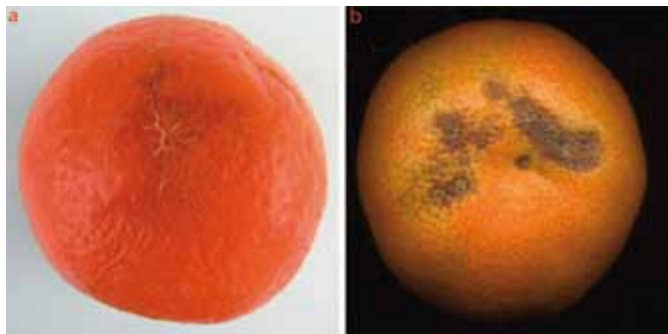


Figura 18 – a) Frutto di clementine con sintomi iniziali di macchia d’acqua; b) Dopo la manifestazione dei primi sintomi, se il clima decorre secco, l’area interessata si presenta depressa, di consistenza cuoiosa e di colore marrone scuro.

Figure 18 - a) Early symptoms of water spot on clementine; b) After the first symptoms, if climate is dry, the affected area looks depressed, leathery, and dark brown.



Figura 19 – Arancia con sintomi di necrosi peripedunculare.
Figure 19 - Stem-end breakdown on orange fruit.



Lieve: < 10%

Medio: 10-30%

Severo: > 30%

Figura 20 – Arance con danni da freddo di diversa entità in relazione alla superficie interessata dalla fisiopatia.
Figure 20 - Orange fruits with varying degree of cold damage in relation to the area affected by the disorder.

durante la manipolazione dalla raccolta alla distribuzione. I limoni risultano i frutti maggiormente suscettibili a questo tipo di alterazione, in particolare per le condizioni di temperatura elevate (superiori a 10°C) cui vengono tenuti in conservazione. Allo scopo di effettuare una corretta prevenzione, risultano efficaci tutte quelle misure in grado di ridurre al minimo le lesioni sui frutti, ad iniziare dalle operazioni di raccolta evitando il contatto dei frutti con il terreno, fino alle varie fasi di lavorazione, passando per una corretta sanitizzazione degli ambienti di lavorazione ed una corretta gestione della temperatura ed umidità nei locali di conservazione. Il confezionamento in contenitori ventilati riduce lo sviluppo del patogeno, mentre i fungicidi attivi contro la muffa verde-azzurra hanno solo una debole attività (Ippolito e Nigro 2009).

Muffa grigia

Agente etiologico della malattia è *Botrytis cinerea* Pers. (Fig. 8a), un fungo altamente polifago, in grado di attaccare, in presenza di favorevoli condizioni ambientali, sia i frutti che altri organi della pianta. In postraccolta risulta particolarmente dannoso sui mandarino-simili in conservazione (Pratella *et al.*, 1969) pur non risparmiando arance e limoni. La malattia

spesso inizia dalla zona della rosetta ma anche in qualsiasi altra parte danneggiata della buccia, sebbene il patogeno sia capace di penetrare direttamente l’epicarpo.

Nella fase iniziale della malattia si ha uno scolorimento della buccia, appena percettibile, che assume subito dopo colore bruno scuro e consistenza cuoiosa. In ambiente umido si ha formazione di micelio bianco (Fig. 8a) che, in seguito a fruttificazione conidica, assume la tipica colorazione grigia; inoltre, temperature elevate (15-21°C) favoriscono l’infezione dei frutti vicini con la formazione di “nidi” (Fig. 8b). La prevenzione della malattia si attua proteggendo i frutti da eventuali lesioni accidentali, evitando in campagna, specie in presenza di elevati livelli di umidità, di deporre a terra i frutti o le casse che li contengono ed effettuando una corretta gestione delle fasi postraccolta. I principi attivi utilizzati per il contenimento dei marciumi da *Penicillium* spp. risultano efficaci anche nei confronti di *B. cinerea*; tuttavia, può essere utile l’applicazione della termoterapia al fine di ridurre la carica di inoculo iniziale del patogeno.

Marciume da *Sclerotinia*

Gli agenti causali sono *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary e *S. minor* Jagger. Punti preferenziali di penetrazione

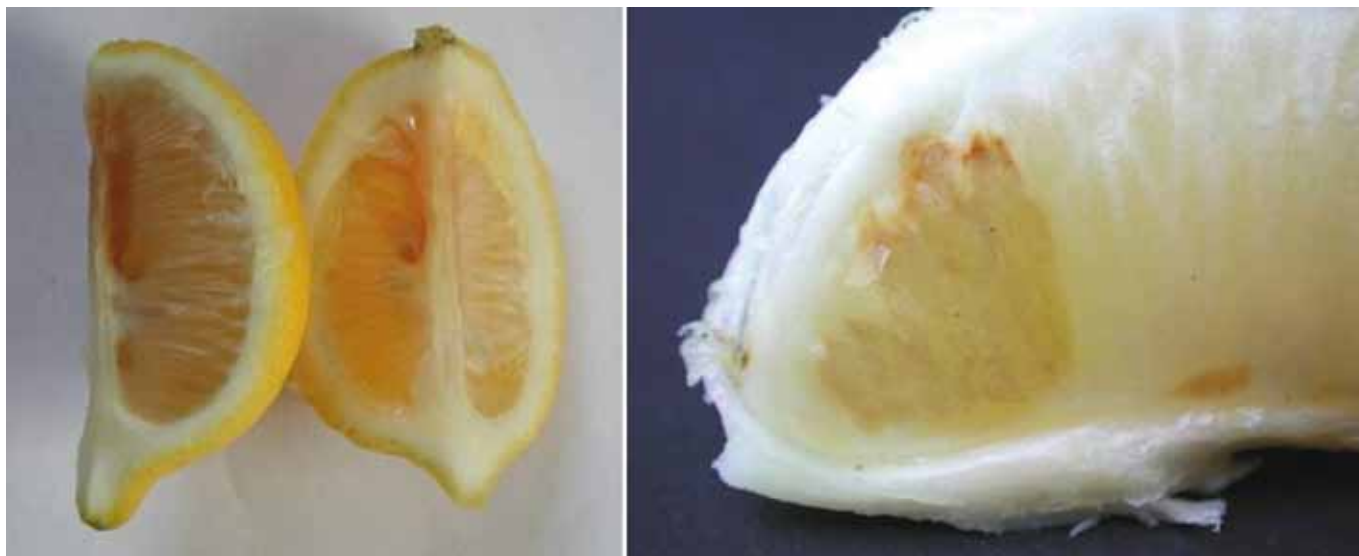


Figura 21 – Membranosi su frutti di limone. Il sintomo si evidenzia con la comparsa di macchie brune nelle membrane carpellari.
 Figure 21 - Membranosis on lemon fruits. The symptom appears as brown to black discoloration of membranes of segments or carpel walls.

sono la rosetta, la cicatrice dell'estremità stilare o qualsiasi area lesionata della buccia; oltre a determinare il marciume dei frutti, le due specie sono in grado di attaccare tronco e rami, specialmente se debilitati da condizioni climatiche avverse, in particolare dal freddo. In Italia l'incidenza della malattia risulta limitata in quanto le condizioni climatiche, con l'eccezione della stagione invernale, non sono favorevoli allo sviluppo del patogeno. In una prima fase della malattia si osserva perdita di consistenza e variazione di colore dell'epicarpo del frutto, che con l'avanzare del tempo assume una colorazione più scura e consistenza cuoiosa. Successivamente, si ha sviluppo di micelio bianco-cotonoso, che riesce a invadere tutta la superficie del frutto, e formazione di sclerozi caratteristici per la loro durezza ed il colore nero (Fig. 9a).

Nello stadio avanzato della malattia si ha formazione di marciume acquoso che con il collasso dei tessuti e conseguente fuoriuscita di liquidi causa la diffusione della malattia ai frutti sani adiacenti (Fig. 9b). La lotta si basa sulla prevenzione, mantenendo pulito il terreno sotto la chioma da qualsiasi materiale vegetale, comprese le erbe infestanti, maneggiando con cura i frutti dalla raccolta al confezionamento, curando l'igiene dei contenitori e dell'intera linea di lavorazione.

Marciume dell'asse

Questa alterazione colpisce maggiormente il gruppo dei mandarini e mandarino-simili sottoposti ad un lungo periodo di conservazione, rispetto alle arance e ai limoni (Pratella *et al.*, 1969); è causata principalmente da *Alternaria citri* Ellis et Pierce, ma anche da *A. alternata* (Fr.) Keissl. Entrambi i patogeni conducono vita saprofitaria su materiale vegetale in decomposizione nell'agrumeto. Attraverso il canale stilare, il patogeno infetta il fiore ed il frutticino durante la fase di allegazione, per poi restare latente fin dopo la raccolta. La penetrazione, tuttavia, può avvenire anche in postraccolta attraverso la zona di attacco del peduncolo, da dove poi diffonde lungo la colonna carpellare e ai tessuti adiacenti.

La malattia spesso viene evidenziata dopo aver tagliato il

frutto, il quale risulta annerito lungo la colonna carpellare e nei segmenti in prossimità di questa, con evidenti fenomeni di disorganizzazione della polpa e imbrunimenti a partire dalla zona della rosetta (Fig. 10a).

Nella fase avanzata della malattia è possibile osservare anche sulla buccia imbrunimenti aspecifici, tipici dei marciumi basali, accompagnati da una perdita di consistenza dei tessuti e sviluppo di una muffa grigio-verde (Fig. 10b).

Il marciume rappresenta un serio problema per le partite destinate alla trasformazione poiché anche una bassa percentuale di frutti infetti può risultare pregiudizievole per la qualità e la serbevolezza del succo, nonché per la salute del consumatore, essendo le specie responsabili del marciume in grado di produrre pericolose micotossine quali alternariolo e acido tenuazonico (Stinson *et al.*, 1981).

L'infezione è favorita da tutte le operazioni che favoriscono il distacco della rosetta (es. deverdizzazione). Altri fattori favorevoli sono costituiti da temperature di conservazione piuttosto elevate e dall'avanzato stadio di maturazione dei frutti.

I trattamenti chimici nel postraccolta non hanno nessuna efficacia nel contenimento dell'infezione; risultano efficaci invece i trattamenti in campo con acido gibberellico che, ritardando la senescenza dei frutti, preservano la freschezza della rosetta durante la conservazione (Ladaniya, 2008).

Marciume basale

È un'alterazione che racchiude un insieme di malattie con aspetti sintomatologici ed epidemiologici simili. Può interessare tutte le specie di agrumi e l'infezione può essere contratta sia in campo che dopo la raccolta, durante il trasporto o la conservazione. Gli agenti interessati sono *Phomopsis citri* Fawcett, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl. (sin. *Diplodia natalensis* Pole-Evans) e *Dothiorella ribis* (Fuck) Sacc., che diffondono tramite gli spruzzi d'acqua, specialmente in seguito a piogge abbondanti, insediandosi in forma quiescente sotto i sepal. In Italia l'incidenza del marciume basale è bassa in quanto la diffusione dei patogeni

è limitata dalle scarse piogge dopo la stagione primaverile. I frutti immaturi risultano essere poco suscettibili, mentre la senescenza e il distacco della rosetta consentono ai patogeni di penetrare nei tessuti prossimi al peduncolo e di invadere la colonna carpellare e la buccia.

Inizialmente sui frutti raccolti non si ha manifestazione di sintomi; in uno stadio successivo nell'area alterata è possibile osservare una lieve decolorazione dell'epicarpo alla quale segue una colorazione bruno scura (Fawcett, 1912), cui segue una consistenza cuoiosa. Internamente il marciume si sviluppa più rapidamente a carico dell'albedo e dell'asse carpellare. I tessuti attaccati all'interno, assumono un aspetto translucido e poi una colorazione bruno-cuoio e talora tonalità quasi nera. Mentre per *P. citri* l'imbrunimento è spesso localizzato nella parte basale, nel caso di *D. natalensis* e di *D. ribis*, viene interessato tutto il frutto specialmente nella fase finale della malattia (Fig. 11). I patogeni difficilmente diffondono da frutto a frutto all'interno della confezione.

Lo sviluppo dei patogeni è favorito dai danneggiamenti diretti nella zona della rosetta e da tutte le operazioni che ne determinano l'abscissione, come i trattamenti con etilene. Le misure di lotta si basano soprattutto sulla prevenzione: riduzione delle occasioni di ferite al momento della raccolta, prolungamento della vitalità della rosetta con una adeguata umidità dell'ambiente di conservazione e riduzione della durata dell'eventuale trattamento con etilene. Trattamenti postraccolta con acqua calda e con i fungicidi ammessi possono ridurre lo sviluppo dei marciumi.

Marciume nero

Agente causale del marciume nero è *Aspergillus niger* Van Tieghem (Figura 12), il quale causa un'alterazione che nei primi stadi di sviluppo può essere confusa con quella da *Penicillium* spp. In seguito si osserva lo sviluppo di una muffa nera non fioccosa, che caratterizza la malattia (Fig. 16). In realtà è un marciume raro in quanto sviluppa solo su frutti che sono stati conservati ad elevati livelli di temperatura ed umidità relativa (Savastano e Fawcett, 1929). Infatti *A. niger* è un patogeno termofilo, il quale trova difficoltà a svilupparsi alle normali temperature di refrigerazione. Recentemente, in India, è stata riportata la presenza anche di *A. flavus* Link su limetta acida (*Citrus aurantifolia* Swingle) con produzione di aflatossina B1 e acido ciclopiazonico (Bamba e Sambali, 2005). La lotta si attua con la refrigerazione che sebbene potrebbe non bloccare il fungo, ne rallenta notevolmente la crescita e quindi la dannosità.

Marciume da *Rhizopus*

L'alterazione è causata dal *Rhizopus stolonifer*, un fungo ubiquitario che si insedia facilmente su frutti con microlesioni. Ad elevati livelli di temperatura ed umidità il patogeno cresce rapidamente infettando anche i frutti sani adiacenti (Fig. 13). Le basse temperature ne limitano fortemente lo sviluppo anche se quelle di conservazione dei limoni e dei pompelmi sono lontane dall'inibirlo completamente (sotto i 4-5°C il patogeno non cresce).

Antracnosi

Agente della malattia è *Colletotrichum gloeosporioides*

(Penz.) Penz. & Sacc., fungo polifago e poco virulento, che può essere presente in uno stato quiescente, sulla superficie dei frutti immaturi, ma si manifesta prevalentemente sui frutti raccolti in fase di avanzata maturazione (Cutuli e Salerno, 1998). Nei processi di deverdizzazione dei frutti l'etilene stimola la germinazione dei conidi che sono in grado di attaccare anche i tessuti sani (Brown, 1992). Anche l'impiego di cera stimola lo sviluppo della malattia (Ladaniya, 2008). I frutti maggiormente suscettibili sono i mandarini, sui quali l'alterazione si manifesta come una grossa macchia bruna e secca che avanza dal peduncolo (Fig. 14), ma è possibile osservare casi in cui la malattia si presenta con macchie isolate, scure, cuoiose, depresse e a margini netti, facilmente confondibili con altre malattie di diversa origine (Ciccarone, 1949). La lotta è basata principalmente sulla prevenzione mediante arieggiamento della chioma, ottenuta con sesti di impianto larghi e una buona potatura, e l'adozione di pratiche colturali idonee a sostenere una buona vegetazione delle piante (Cutuli e Salerno, 1998).

Marciume da *Fusarium*

Più specie del genere *Fusarium* sono responsabili della malattia; le più frequenti sono *F. moniliforme*, *F. oxysporum* e *F. solani*. Come nel caso del marciume dell'asse e dell'antracnosi, di cui mostra sintomatologia molto simile, si osserva in un primo momento una colorazione scura dell'area infetta interessata a partire dall'estremità basale del frutto. Fattori che favoriscono lo sviluppo di questa alterazione sono lo stato avanzato di maturazione dei frutti, le basse temperature (6-8°C) e i lunghi periodi di conservazione.

Marciume da *Trichoderma*

È un marciume poco frequente in Italia, spesso confuso con quello da *P. digitatum*, almeno nella fase iniziale di sviluppo. L'infezione, causata dal *Trichoderma viride* Pers. avviene con più frequenza attraverso il peduncolo di frutti conservati per lungo tempo, ma non mancano casi di alterazioni instauratesi in seguito a lesioni superficiali del frutto. In ogni caso affinché avvenga il contagio è necessario che particelle di terreno, dove normalmente vive il patogeno, vengano a contatto col frutto. In presenza di elevati livelli di umidità la superficie infetta si ricopre di micelio bianco che, in seguito a sporificazione assume una colorazione verde scuro somigliante a quella del marciume verde. Tra le diverse specie di agrumi, i limoni sembrano essere maggiormente suscettibili al marciume da *Trichoderma* (Fig. 15). Inoltre, all'interno di uno stesso contenitore si può assistere alla contaminazione anche di numerosi frutti, che restano uniti dall'intreccio miceliare. La lotta si attua avendo l'accortezza di evitare ferite da manipolazione e conservando i frutti, ove possibile, a temperature inferiori a 10°C.

Altre malattie biotiche di origine fungina

Altri patogeni responsabili di malattie dei frutti di agrumi sono stati segnalati in varie parti del mondo. Sono di scarsissima incidenza o importanza, pertanto di seguito si fornisce solo un elenco utile per la loro identificazione. Marciume da *Ceratocystis*, causato da *Ceratocystis fimbriata*

Ellis *et* Halst.; Cercosporiosi, causata da *Phaeoramularia angolensis* (Carvalho *et* Mendes) Kirk (sin. *Cercospora angolensis*); marciume da *Trichothecium*, causato da *Trichothecium roseum* (Pers.) Link; marciume da *Pleospora*, causato da *Pleospora herbarum* (Pers.) Rabenh.; fumaggine, determinata da specie diverse dei generi *Capnodium*, *Cladosporium*, *Meliola*, *Aureobasidium*.

MALATTIE BATTERICHE

Piticchia batterica

Agente eziologico è *Pseudomonas syringae* pv *syringae* van Hall. I frutti di limone risultano quelli maggiormente colpiti, mentre la malattia risulta occasionale sui frutti di altre specie. La piticchia batterica si riscontra frequentemente in aree umide, manifestandosi con macchie rotondeggianti depresse, più o meno infossate nell'albedo, di consistenza coriacea e di colore dal giallo-bruno al nero, le cui dimensioni si aggirano attorno ad 1-2 cm (Fig. 16). Le macchie possono essere singole in forma isolata oppure, nei casi più gravi, in numero elevato e confluenti tra loro. Benché le macchie non si estendono al di sotto dell'albedo, la loro presenza deprezza i frutti rendendoli incommerciabili.

Causa dell'insorgere della malattia sembrano essere le ferite più o meno evidenti che si formano sui frutti in seguito a traumi vari, in primo luogo vento e grandine, che permettono al batterio di annidarsi sul sito della lesione (Salerno e Cutuli, 1994).

ALTERAZIONI ABIOTICHE

Le malattie abiotiche che si manifestano in fase di postraccolta sono causate da squilibri di uno o più fattori ambientali (soprattutto temperatura e composizione atmosferica), spesso in associazione con un'erronea gestione durante le fasi di coltivazione, raccolta e commercializzazione. Esse possono determinare modificazioni gravi delle caratteristiche esterne e/o interne dei frutti riducendone fortemente la qualità commerciale. I danni interni, oltre ad un alterazione dell'aspetto, possono riguardare numerosi parametri chimico-fisici (solidi solubili, acidità, contenuto in succo, ecc.) che compromettono la qualità dei frutti stessi.

Tra le fisiopatie non parassitarie di maggiore importanza vi sono l'oleocellosi, la macchia d'acqua, la spigatura, l'incrinatura dell'albedo, la piticchia non parassitaria, la necrosi peripeduncolare e le fisiopatie da raffreddamento. Queste ultime rappresentano una categoria di alterazioni fisiologiche che si verificano durante la conservazione di frutti di agrume in una fascia termica superiore al punto di congelamento (Lanza, 2003). Le più rilevanti fisiopatie da raffreddamento, sono la dermatosi di arance, limoni, mandarini e pompelmi e la membranosi dei limoni.

Oleocellosi

È una dermatosi dei frutti di agrume che si verifica a seguito della rottura delle ghiandole oleifere con conseguente fuoriuscita di oli essenziali che hanno azione caustica nei confronti delle cellule epidermiche. Gli oli, diffondendo sulla superficie del frutto, causano ustione e conseguente

collasso delle cellule poste attorno alle ghiandole oleifere stesse che assumono una posizione prominente rispetto alle cellule collassate. Le manifestazioni finali della malattia consistono in aree singole o confluenti di colore marrone, prima chiaro poi scuro, circondate da un alone giallognolo (Fig. 17). Nel caso di frutti sottoposti a deverdizzazione, le aree affette restano di colore verde poiché il danno previene la conversione dei cloroplasti in cromoplasti.

La rottura delle ghiandole oleifere può essere causata da eventi traumatici ambientali come grandine e vento che favoriscono lo sfregamento dei frutti (Lo Giudice e Catara, 1972), ma è principalmente causata dalle manipolazioni dei frutti alla raccolta e durante la lavorazione in magazzino. I frutti sono particolarmente suscettibili a questa fisiopatia quando vengono raccolti e/o immagazzinati in uno stato di elevato turgore cellulare, poiché la rottura delle ghiandole avviene con maggiore facilità. In condizioni di elevata turgescenza del frutto anche modesti danni meccanici possono provocare estese oleocellosi.

I frutti con oleocellosi sono deprezzati a causa dell'evidente danno al flavedo e per via della elevata suscettibilità a vari marciumi che sviluppano durante la conservazione e la distribuzione.

La prevenzione del danno non è facile a causa della rapidità di esecuzione delle operazioni di raccolta e lavorazione dei frutti che aumentano il rischio di danni meccanici. Tuttavia, alcuni accorgimenti possono ridurre l'incidenza della fisiopatia. Poiché la pressione necessaria per rompere le ghiandole oleifere aumenta col diminuire del turgore (Oberbacher, 1965), è molto importante la scelta del momento della raccolta, evitando che avvenga al mattino presto, quando la pressione di turgore delle ghiandole oleifere è massima, o quando il frutto è bagnato per pioggia, rugiada, nebbia o irrigazione. Nel corso della raccolta è necessario manipolare i frutti con cura, usando forbici adatte, guanti morbidi e contenitori non molto grandi e con angoli smussati. Nel caso di frutti molto suscettibili, come i limoni, sarebbe opportuno anche l'uso di particolari apparecchiature (Pressure tester) che, misurando il turgore dell'epicarpo, permettono di decidere il momento migliore per la raccolta. Per ridurre il turgore delle ghiandole oleifere può risultare utile fare sostare qualche giorno i frutti in magazzino prima di iniziare la lavorazione. La presenza di elevata umidità (90-95%) nella fase di deverdizzazione dei frutti, ma anche nella normale conservazione, non elimina l'oleocellosi, ma riduce l'effetto negativo dell'imbrunimento dell'area affetta.

Macchia d'acqua

Trattasi di una alterazione fisiologica del frutto causata dall'imbibizione di porzioni dell'albedo per infiltrazione di acqua attraverso microlesioni. Questa alterazione si sviluppa in frutti in fase avanzata di maturazione e viene favorita da condizioni di elevata piovosità e umidità, associate ad alte temperature. I frutti di clementine risultano maggiormente colpiti in Italia, ma con minore frequenza possono essere interessate anche arance Sanguinello e Tarocco.

Inizialmente la fisiopatia si manifesta con un rigonfiamento della buccia anatomicamente classificato come "intumescenza". L'aria normalmente presente negli spazi

intercellulari viene sostituita da liquidi con conseguente aspetto idropico di aree più o meno estese della superficie del frutto (Fig. 18a). La gravità della malattia dipende dalle condizioni ambientali. Se ad un periodo umido ne segue uno asciutto, l'intumescenza recede e l'area interessata si presenta depressa, di consistenza cuoiosa e di colore marrone scuro (Fig. 18b). Se la pioggia persiste, l'intumescenza si diffonde e si fessura in tutte le direzioni, con sviluppo di processi infettivi ad opera di patogeni anche secondari, incapaci di attaccare i frutti integri. L'insorgenza dell'alterazione può essere secondariamente favorita da sbilanciati apporti di elementi nutritivi (Klotz, 1975), da trattamenti anticoccidici con oli minerali e da azioni traumatiche sulla buccia esercitate da agenti biotici (insetti) ed abiotici (forti venti, grandine, ecc.).

Questa fisiopatia, causa grosse perdite di produzione in campo, incide sui costi di selezione dei frutti nei centri di confezionamento e concorre al deprezzamento qualitativo delle produzioni poiché alcuni frutti con lesioni da "macchia d'acqua" inevitabilmente sfuggono alle procedure di selezione in magazzino.

La lotta si basa sull'impiego di acido gibberellico (GA_3). Questo regolatore di crescita rallenta i processi di senescenza dell'epicarpo e conseguentemente limita l'incidenza della macchia d'acqua (Riehl *et al.*, 1965; Guardiola *et al.*, 1981; Di Martino *et al.*, 2007). L'acido gibberellico viene comunemente applicato in pre-invaiaura, alla dose di 10 ppm di sostanza attiva, in agrumeti frequentemente interessati da "macchia d'acqua" ed in previsione di piogge prolungate. L'associazione dell'acido gibberellico con composti azotati può migliorare l'efficacia del trattamento. Recenti sperimentazioni hanno anche evidenziato che l'impiego di agenti di rivestimento, come cere e chitosano allo 0.5%, può ridurre l'assorbimento di acqua da parte dell'epicarpo e limitare l'incidenza della fisiopatia (Fornes *et al.*, 2005; Ippolito *et al.*, 2010).

Spigatura

E' una fisiopatia che si manifesta in campo, i cui esiti possono incidere pesantemente sulla qualità postraccolta. La spigatura colpisce maggiormente i frutti di arancio nello stadio di piena maturazione ed è caratterizzata dalla separazione della buccia dalla polpa. I frutti colpiti da spigatura presentano una struttura esterna irregolare con evidenti scanalature, si sbucciano con estrema facilità e risultano poco resistenti alle normali operazioni di lavorazione nei magazzini.

L'alterazione è stata associata all'uso di eccessive fertilizzazioni azotate, specie se effettuate in epoca tardiva e in condizioni di carenza di fosforo e potassio (Salerno, 1964). Viene sconsigliata la lavorazione del terreno dall'ultima irrigazione alla raccolta dei frutti (Cutuli e Salerno, 1998).

Incrinatura dell'albedo

Anche l'incrinatura dell'albedo è una malattia abiotica che si presenta sui frutti alla raccolta. Essa si manifesta sui frutti di arancio con scanalature diffuse che corrono in varie direzioni, a volte intersecandosi fra loro; col tempo tendono ad allargarsi, determinando un consistente assottigliamento dell'albedo che si separa con difficoltà dall'endocarpo. I

sintomi iniziali vengono accentuati sui frutti maturi tenuti oltre tempo sulla pianta.

L'incidenza di questa alterazione sembrerebbe essere minore in presenza di appropriate somministrazioni di potassio (Jones *et al.*, 1967), mentre gli stress idrici sembrano favorire l'alterazione (Raciti e Scuderi, 1971).

Piticchia non parassitaria

L'alterazione si manifesta saltuariamente sui limoni nel corso della conservazione, anche se talvolta è presente già in campo, soprattutto se i frutti sono sottoposti a ripetuti trattamenti con oli minerali. Il sintomo consiste in areole della buccia prima chiare poi brune, infossate, cui corrisponde un albedo disidratato e raggrinzito di colore bruno. All'inizio il flavedo ha un aspetto normale, successivamente le cellule collassano e si insediano microrganismi secondari. Il sintomo nella sua fase culminante può somigliare alla piticchia batterica. Spesso i frutti affetti da piticchia non parassitaria presentano anche sintomi interni di membranosi. L'alterazione è favorita da basse temperature, trattamenti con olio minerale e raccolta dei frutti quando ancora bagnati da pioggia o rugiada.

Necrosi peripeduncolare

Si tratta di un'alterazione ricorrente durante la conservazione ed è causata dall'eccessiva traspirazione del frutto dopo la raccolta. Si manifesta con l'imbrunimento ed il disseccamento dell'area della buccia attorno alla rosetta (Fig. 19). La prevenzione si basa sul mantenimento dei frutti in ambienti con elevati livelli di umidità relativa, sia prima delle operazioni di lavaggio e ceratura, sia durante la conservazione.

Danni da raffreddamento

I danni da raffreddamento sono alterazioni fisiologiche che possono interessare sia la buccia (flavedo e albedo) che i tessuti interni dell'endocarpo e sono fra le più gravi e frequenti sui frutti di agrumi. Si manifestano durante la conservazione refrigerata in un intervallo di temperatura compreso fra 0 e 14°C. I sintomi si manifestano maggiormente dopo il trasferimento dei frutti a temperatura ambiente. Molti sono i fattori che influiscono sullo sviluppo della fisiopatia, fra cui le condizioni di conservazione (durata e temperatura), la specie e la cultivar, l'ambiente di coltivazione, le tecniche colturali, ecc.

Le basse temperature di conservazione possono indurre danni a carico della buccia (dermatosi) con sintomi differenti che, a seconda della specie, della gravità e della localizzazione, assumono nomi diversi (maculatura punteggiata, maculatura marcata, macchiato, ecc.).

La "dermatosi da freddo" è caratterizzata da aree superficiali di forma più o meno irregolare con tessuto collassato, prima di colore marrone chiaro poi scuro che, per effetto della disidratazione delle cellule alterate, risulta depresso rispetto al tessuto sano circostante (Fig. 20). Quando il sintomo si manifesta solo sulle singole ghiandole oleifere, viene denominato "imbrunimento ghiandolare", ed è frequente nei pompelmi e nei tangel. Tuttavia, tale sintomo può essere indotto anche da bassi livelli di ossigeno, soprattutto su

frutti cerati, e compare rapidamente nell'arco di 2-4 giorni dall'inizio della conservazione. Sui limoni può comparire anche un sintomo peculiare, conosciuto come "imbrunimento dell'albedo", caratterizzato dall'imbrunimento del mesocarpo (albedo), con sfumature grigio-marrone.

In genere l'alterazione, che può limitare anche la serbevolezza e la qualità generale dei frutti, è più grave tra 0 e 8°C; tuttavia, può evidenziarsi anche a temperature superiori, dato che ogni specie e cultivar presenta un optimum specifico di temperatura (Pratella *et al.*, 1969), rendendo assai problematica la conservazione degli agrumi (Eaks, 1960; Anelli e Mencarelli, 1990). Molto suscettibili ai danni da raffreddamento sono i frutti a buccia gialla, quali limoni, pompelmi e limette, che necessitano di temperature di conservazione più alte rispetto a frutti meno sensibili, come mandarini, mandarino-simili e arance. Pertanto, limoni, pompelmi e limette, pur con differenze fra le cultivar, subiscono danni se conservati a temperature inferiori a 10-12°C. Le arance a polpa pigmentata (Tarocco, Moro, Sanguinello) mostrano sintomi di dermatosi se conservati sotto gli 8°C; quelle a polpa bionda (Valencia late, Washington Navel e Navelina) sono più resistenti e possono essere tenute a 5°C, così come clementine e mandarini.

La "membranosi", è considerata la più grave alterazione fisiologica dei limoni frigoconservati (Fig. 21). Si manifesta quando i frutti sono tenuti a temperature inferiori a 15°C, anche se la maggiore incidenza si ha a 5°C (Pratella *et al.*, 1992). Il più elevato incremento dell'alterazione si osserva entro i primi 60 gg di conservazione. Il sintomo si evidenzia nelle membrane dei segmenti (membrane carpellari), con la comparsa di macchie, di forma più o meno irregolare, di colore prima bruno-rossastro poi bruno-scuro; nei casi più gravi, l'intera membrana dei segmenti e anche l'asse carpellare possono risultare imbruniti. La fisiopatia non mostra sintomi esterni e può essere evidenziata solo sezionando il frutto longitudinalmente o separando i segmenti manualmente. In sezione trasversale risulterà visibile solo una sottile linea bruna in corrispondenza delle membrane. Fra i limoni coltivati in Italia risultano più suscettibili Femminello Comune e Femminello Zagara Bianca, mentre sono tolleranti Femminello Continella, Monachello e Interdonato; queste ultime due cultivar risultano però poco serbevoli. La malattia colpisce maggiormente le raccolte invernali rispetto a quelle primaverili ed i frutti raccolti anticipatamente rispetto a quelli maturi. Alcune aree colturali predispongono i frutti alla fisiopatia.

A parte la conservazione ad idonee temperature, vari accorgimenti possono essere adottati per minimizzare lo sviluppo delle dermatosi da freddo. In particolare, risulta utile raccogliere i frutti ben maturi e, ove possibile, abbassare la temperatura dei frutti gradualmente, tenere l'umidità dell'ambiente di conservazione a valori prossimi al 95% e sottoporre i frutti a trattamenti con acqua calda e a ceratura. L'esposizione dei frutti all'azione della CO₂ prima della conservazione sembrerebbe avere un effetto positivo nel ridurre l'incidenza della membranosi del limone (Bertolini *et al.*, 1991). In presenza di oleocellosi, i trattamenti di deverdizzazione e un insufficiente ricambio di aria negli

ambienti di conservazione possono aggravare i sintomi di dermatosi da freddo.

Altre malattie abiotiche dei frutti di agrumi

Numerose altre alterazioni fisiologiche possono interessare i frutti di agrumi in postraccolta. Poiché queste sono poco frequenti, si riporta di seguito solo un elenco corredato di alcune informazioni essenziali: danni da gelo, generalmente si hanno in campo, ma anche in postraccolta in seguito ad un cattivo funzionamento del sistema di refrigerazione durante la conservazione e il trasporto; fitotossicità, per uso improprio di fungicidi; deformazione, particolarmente evidente nei frutti grossi tipo pompelmo, in seguito alla compressione di frutti disidratati; zebratura, evidente sui mandarini sottoposti a deverdizzazione; parziale deverdizzazione, presente soprattutto sui limoni trattati in campo con oli e sottoposti a deverdizzazione con etilene; adustiosi, anch'essa presente sui limoni, con formazione di minute punteggiature bruno-rossastre; disfacimento acquoso, si può presentare su tutti i frutti di agrumi quando sono conservati sotto i 5°C.

Riassunto

Vengono descritte le malattie di origine biotica ad abiotica che i frutti di agrumi possono manifestare in fase di postraccolta. In particolare, sono approfondite le malattie biotiche maggiormente riscontrate in Italia come la muffa verde-azzurra e il marciume bruno e quelle abiotiche come oleocellosi, macchia d'acqua e danni da raffreddamento. Alterazioni meno frequenti e dannose sono descritte in maniera sintetica, mentre sono solo accennate quelle raramente riscontrate. Di ogni alterazione sono descritti i sintomi che possono permettere l'identificazione dell'agente eziologico e i possibili mezzi di prevenzione e lotta.

Parole chiave: *Penicillium* spp.; *Phytophthora* spp.; *Botrytis cinerea*; *Alternaria* spp.; alterazioni abiotiche.

Summary

Postharvest diseases of citrus fruits

The biotic and abiotic diseases of citrus fruits that may occur during postharvest phase are reported. In particular, the biotic diseases more common in Italy, as blue and green moulds and brown rot, and the abiotic ones, as oleocellosis, water spot, and chilling injury, are described in details. Less frequent and damaging disorders are shortly described, while the rarely encountered ones are only mentioned. Of all diseases the symptoms that may allow identification of the causal agent and the possible means for prevention and control are described.

Key words: *Penicillium* spp.; *Phytophthora* spp.; *Botrytis cinerea*; *Alternaria* spp.; abiotic diseases.

Lavori citati

Anelli G., Mencarelli F. (1990) - Conservazione degli ortofrutticoli. REDA edizioni per l'agricoltura, 232 pp.
Bamba R., Sumbali G. (2005) - Co-occurrence of aflatoxin

- B1 and cyclopiazonic acid in sour lime (*Citrus aurantifolia* Swingle) during post-harvest pathogenesis by *Aspergillus flavus*. *Mycopathologia*, 159, 407–411
- Bertolini P., Lanza G., Tonini G. (1991) - Effects of pre-storage carbon dioxide treatments and storage temperatures on membranosis of «Femminello comune» lemons. *Scientia Horticulturae* 46, 89-95.
- Brown G. E. (1992) - Factors affecting the occurrence of Anthracnose on Florida citrus fruits. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 3, 1044–1048.
- Ciccarone A. (1949) - Un «marciume basale» dei frutti di mandarino e di arancio. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, N.S., 56, 291-293.
- Cutuli G., Salerno M. (1998) - Alterazioni dei Frutti di Agrumi. Edagricole, Bologna, 226 pp.
- Di Martino Aleppo E., Perri F., Battiato A., Calandra M., Aloisi V. (2007) - Influenza dell'acido gibberellico nel ritardare i processi di senescenza del clementine rubino. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 1, 60-62.
- Eaks I. L. (1960) - Physiological studies of chilling injury in citrus fruits. *Plant Physiology*, 632-636.
- Eckert J.W. (1959) - Lemon sour rot. *The California Citrograph*, 45, 30-31, 35-36.
- Eckert J. W., Ratnayake M., Wolfner, A. L. (1992) - Effect of volatile compounds from citrus fruits and other plant materials upon fungus spore germination. *Proceedings of the International Society of Citriculture, Italy*, 3, 1049–1052.
- Fawcett H.S. (1912) - The cause of stem-end rot of citrus fruits (*Phomopsis citri* n. sp.). *Phytopathology*, 2, 109-113.
- Fornes F., Almela V., Abad M., Agustí M. (2005) - Low concentrations of chitosan coating reduce water spot incidence and delay peel pigmentation of Clementine mandarin fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1105–1112.
- Guardiola J. L., Agustí M., Barberá J., Sanz A. (1981) - Influencia del ácido giberélico en la maduración y senescencia del fruto en la mandarina Clementina (*Citrus reticulata* Blanco). *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 21, 225-239.
- Ippolito A., Nigro F. (2009) - In: *Patologia postraccolta dei prodotti vegetali* (De Cicco V., Bertolini P., Salerno M. G. coord.). Piccin Nuova Libreria SpA, Padova, 181-195.
- Ippolito A., Lanza G., Strano M. C. (2010) - Metodi di difesa a basso impatto ambientale. Water spot del clementine. In: *Metodi innovativi di gestione dei frutti nella fase postraccolta* (Missere D., Melandri G. coord.). Regione Emilia-Romagna, CRPV Cesena, Servizio Sviluppo del Sistema Agroalimentare, Assessorato Agricoltura, Bologna, 84-88.
- Ladaniya M. S. (2008) - Preparation for Fresh Fruit Market. In: *Citrus Fruit Biology, Technology and Evaluation*. Elsevier Inc., UK, 250 pp.
- Ligorio A., Schena L., Pentimone I., Quinto G., Mennone C., Nigro F., Ippolito A., Salerno M. G., (2007) - Pre- and postharvest application of salts for controlling green and blue mold of Clementine. COST Action 924: “Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders”, 387-395.
- Jones W. W., Embleton T. W., Garber M. J., Cree C. B. (1967) - Creasing of orange fruit. *Higardia*, 38, 231-244.
- Kaul J. L., Lall B. S. (1975) - Mode of entry of *Penicillium italicum* and *P. digitatum* in different citrus fruits. *Science and Culture*, 41, 29–30.
- Klotz L. J. (1975) - Water spot of navel oranges. *The California Citrograph*, 60, 439-441.
- Ladaniya M. S. (2008) - *Citrus Fruit: Biology, Technology And Evaluation*. Academic Press, 558 pp.
- Lanza G., di Martino Aleppo E., Strano M. C. (1998) - Interventi alternativi ai fungicidi di sintesi nel controllo del marciume verde dei frutti di agrume. *Italus Hortus*, 5 (5-6), 61-66.
- Lanza G. (2003) - Patologia e tecnica della conservazione. *Informatore Fitopatologico*, 53 (10), 22-29.
- Lo Giudice V., Catara A. (1972) - Oleocellosi da contatto in frutti di agrumi. *Informatore Fitopatologico*, 22 (15-16), 5-8.
- Oberbacher M. F. (1965) - A method to predict the postharvest incidence of oleocellosis in lemons. *Proceedings Florida State Horticultural Society*, 78, 237-240.
- Pratella G. C., Tonini G., Cesari A. (1969) - Postharvest disease problems of italian citrus fruit. *Proceedings of the 1st International Citrus Symposium*, University of California, Riverside, 3, 1317-1323.
- Pratella G. C., Bertolini P., Lanza G. (1992) - Membranosis in stored italian lemon. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1104-1107.
- Raciti G., Scuderi A. (1971) - Influenza del fattore idrico sulla manifestazione del «creasing». *Annali dell'Istituto Sperimentale di Agrumicoltura, Acireale*, 3-4, 263-286.
- Riehl L. A., Coggins C. W., Carman G. E. (1965) - Gibberellin to protect navel oranges from water spot. *The California Citrograph*, 51 (2), 12-17.
- Salerno M. (1964) - Un biennio di ricerche sulla «spigatura» dei frutti di arancio. *Rivista di Patologia Vegetale*, 59 (4), 99-119.
- Salerno M., Cutuli G. (1994) - Guida illustrate di Patologia degli agrumi. Edizioni Agricole Calderini, Bologna, 212 pp.
- Savastano G., Fawcett H. S. (1929) - A study of decay in citrus fruits produced by inoculations with known mixture of fungi at different constant temperatures. *Journal of Agricultural Research*, 39, 163-198.
- Schiffmann-Nadel M. (1975) - Relation between fungal attack and postharvest fruit maturation. *Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifi que*, Editions du CNRS, Paris, France, 238, 139–145.
- Stinson E. E., Osman S. F., Heisler E. G., Siciliano J., Bills D. B. (1981) - Mycotoxin production in whole tomatoes, apples, oranges and lemons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29, 790-792.