

第十五章 貯藏病害之發生與防治

楊秀珠

農委會農業藥物毒物試驗所

臺中縣光明路11號

電話：04-23302101

傳真：04-23321478

E-mail：yhc@tactri.gov.tw

摘要

依據國外報告，柑桔貯藏病害以綠黴病、青黴病、炭疽病、黑色蒂腐病、褐色蒂腐病、果腐病、黑腐病、褐腐病、灰黴病及菌核病等為主；臺灣累積多年之調查結果，亦以綠黴病、青黴病、炭疽病、果腐病、黑腐病、蒂腐病為主，而由*Botryosphaeria* sp. 引起之椽果蒂腐病亦相當普遍，至於灰黴病及菌核病則甚少發現。不同品種的柑桔對貯藏病害之感病性有差異，其中以甜橙最為感病。田間栽培管理、採收及貯運方式明顯影響貯藏病害之發生，至於採收時若遇陰雨，則往往導致貯藏病害大發生，主要因為採收過程中造成的傷口為病原菌侵入的主要管道，而下雨造成的高濕度亦為病勢進展之助力，因此改變採收及貯運方式以減少傷口，可降低貯藏病害之發生。而採收期間之藥劑處理以採收後浸果處理之效果最佳，但農藥殘留量亦高。貯藏空間之環境衛生、罹病果實及包裝材料的清理亦明顯影響貯藏病害的發生；因此於栽培期加強管理減少病害發生、採收時避免傷口產生、採收後適度藥劑處理，再配合貯藏前貯藏空間之廢棄物清理及消毒、貯藏期間定期清理病果及殺菌，當可減少貯藏病害之發生。

前言

貯藏病害顧名思義乃農產品採收後於貯藏期間發生的病害，由於田間未明顯出現病徵，因此不易引起農民重視，同時因貯藏病害造成的損失是陸續發生，因此一般農民不易感受其損失，同時其所造成的損失難以估算，故經常為農民所忽視，但依據多年從事貯藏病害的相關調查，每年因貯藏病害而丟棄的農產品約佔總產量的5-10%，其損失不可謂不大，故仍需加強防治以減少此無謂之損失，而貯藏病害之防治首重預防而非發病後之治療，因此注

重環境衛生減少感染源，再加以適當之保護，當可使貯藏病害之損失降至最低，本文乃就貯藏病害之發生、貯藏病害之種類作一簡介，同時提出防治策略，期能協助農民降低病害之發生，減少農民之損失。

貯藏病害之來源及種類

貯藏病害之發生主要有三個來源，分別為1、栽培期感染，並已出現初期病徵，一般常見之柑桔病害如炭疽病、黑星病及黑點病等均為此類；2、貯藏期間感染，此類病害於生長期未見發生，或於生長末期、果實成熟後始出現病徵，綠黴病、青黴病、黑腐病、蒂腐病及果腐病等均屬於此類；3、栽培期潛伏感染，貯藏期方表現病徵，此以蒂腐病為代表。已知柑桔貯藏病害詳列於表15-1，其中較常見及重要者有綠黴病及青黴病、炭疽病、黑腐病、蒂腐病、果腐病等。

表15-1、柑桔類作物發生較普遍之貯藏病害

病害中名	病害英名	病原菌
綠黴病	Green mold	<i>Penicillium digitatum</i>
青黴病	Blue mold	<i>Penicillium italicum</i>
炭疽病	Anthracoese	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>
黑色蒂腐病	Diplodia stem-end rot	<i>Diplodia natalensis</i>
褐色蒂腐病	Phomopsis stem-end rot	<i>Phomopsis citri</i>
果腐病	Fusarium rot	<i>Fusarium moniliforme</i> ; <i>F. oxysporum</i>
黑腐病	Alternaria rot	<i>Alternaria citri</i>
褐腐病	Brown rot	<i>Phytophthora citrophthora</i>
灰黴病	Gray mold	<i>Botrytis cinerea</i>
菌核病	Cottony rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
	Aspergillus black mold rot	<i>Aspergillus niger</i>
	Trichoderma rot	<i>Trichoderma viride</i>
	Sour rot	<i>Endomyces grottrichum</i>
	Melanose	<i>Diaphorthe citri</i>
	Rhizopus rot	<i>Rhizopus stolonifer</i>
	Pleospora rot	<i>Pleospora herbarum</i>

一、綠黴病及青黴病(Green mold, blue mold)：

由*Penicillium digitatum*引起之柑桔綠黴病因其病原菌可於田間及貯藏空間殘存相當長時間，因此發病相當嚴重。本病主要發生於貯運期間，在採收期亦極易於田間發生，病原菌主要由傷口侵入，初期在果實上產生水浸狀褪色之小斑點，病斑大小為6-12厘米，若貯藏溫度接近24°C時，則病斑可於24-36小時內擴大為2-4公分，同時白色菌絲出現於果實表面，當病斑大於2.5公分時，病斑部出現橄欖綠色的分生孢子，分生孢子周圍為白色菌絲圈，白色菌絲周圍為水浸狀腐爛圈，嚴重時整個果實被橄欖綠色之分生孢子堆包圍，分生孢子極易飛散而造成新的感染，濕度低時果實縮縮，濕度高時則果實上極易被腐生性細菌及真菌腐生而引起腐爛。(圖15-1~15-3)

青黴病由*Penicillium italicum*引起，主要病徵與綠黴病相同，但所產生的分生孢子為青色，因此稱為青黴病，但病斑上的分生孢子圈外圍極易發現明顯之白色菌絲圈。(圖 15-4)

二、炭疽病(Anthracnose)

本病主要由不完全菌*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig引起，若果實因日曬、藥傷及其他生理傷害時，炭疽病發生的頻率增高，而果實過熟或貯藏過久時亦較易感染。柑桔炭疽病常見之病徵有二種，一為在果實上產生針尖狀褪色小斑點，以後病斑逐漸擴大，病斑顏色逐漸轉為褐色，後期病斑部凹陷並出現黑色顆粒狀物，乃病原菌之分生孢子堆，遇高濕度時產生粉紅色至桔紅色之粘狀物，乃病原菌之分生孢子，亦為重要的傳播源，嚴重時多數病斑互相癒合而成一不規則型的大病斑。田間感染時所形成的病斑大多為此種病斑(圖15-5、15-6)。採收後及貯藏期出現的病斑表現則不大相同，一般在果實上產生褐色圓形至不規則形病斑，病斑部無明顯凹陷，嚴重時亦於病斑處產生分生孢子堆(圖15-7、15-8)。

三、黑腐病(Black rot, center rot)

由*Alternaria citri*引起之黑腐病通常發生於貯藏期，在田間甚少發生，且尚未被發現會感染果實以外之部位。果實被感染時，初期可發現果皮或果蒂部位出現淡褐色至黑色之褪色斑點，以後病斑逐漸擴大，但外部無明顯病徵，病原菌逐漸向內擴展，剝視果實時，可見黑色菌絲佈滿果實中央之果軸部份，因此被稱為黑腐病，又因生於果實中央部份，又被稱為心腐病(Center rot)。(圖15-9、15-10)

四、蒂腐病(Stem-end rot)

本病主要發生於果蒂部份，引起果實腐爛，因此稱為蒂腐病，較常見者有黑色蒂腐病及褐色蒂腐病，黑色蒂腐病為*Diplodia natalensis* 所引起，至於褐色蒂腐病，則由*Phomopsis citri*所引起，二者所造成之病徵不同。

黑色蒂腐病僅見於貯藏期，田間尚未發現其發生，甚至於果實成熟期亦未被發現。病原菌由果蒂侵入，並蔓延至果皮及果心，病原菌可於果心之海綿組織中擴展，並迅速擴展至果實底部，罹病部份出現腐爛現象，嚴重時果皮上可見不均勻發展之褐色病斑，病斑亦可呈放射狀蔓延。病斑部初期非常堅硬，而後成水浸狀，僅於進展過程中病斑表面且相當潮濕情況下可發現病原菌之菌體存在。本病偶而可由果皮上之傷口或由果實底部侵入，但不會因果實接觸而傳播。

褐色蒂腐病之病原菌在生長期可引起葉片及果實之黑點病，亦可以腐生狀態存在於田間，至貯運期始由果實之自然開口或經由果蒂侵入果實，並在果心部份蔓延，嚴重時並可侵入果粒。初期病徵與黑色蒂腐病之病徵難以區分，但其罹病組織會縮小，病健部份界線分明，病原菌之蔓延較局限於果蒂部份，不易在果心部份迅速擴展，因此菌絲甚少擴展至果實底部，病斑亦不會呈放射狀蔓延，濕度高時果皮上極易發現菌絲生長，但亦不會藉接觸傳播(圖5-11、5-12)。至於*Botryosphaeria* sp.亦可引起柑桔之蒂腐病，且有日漸增加之趨勢。

五、果腐病(*Fusarium* rot)

本病主要由*Fusarium moniliforme*及*Fusarium oxysporum*二種病原菌引起，病原菌由果蒂、果頂及果實部侵入，而長期貯藏時果實之任何部份均可發生。罹病組織變疏鬆且稍有凹陷現象，有時病徵出現於果實中央部位而果實外觀無明顯病徵。濕度高時果實表面會出現白色、粉紅色或褐色之菌絲，菌絲顏色隨病原菌之種類而定(圖5-13~5-15)。

貯藏病害之防治策略

貯藏病害之防治主要在於預防，亦即避免感染，當病害發生後，輕者因受傷造成貯藏養分減少，間接影響其耐貯藏性，嚴重者因腐爛而全無商品價值可言，其損失不可謂不大，故仍需加強防治，注重環境衛生減少感染源，再加以適當之保護，當可使貯藏病害之損失降至最低，因此貯藏病害之防治策略包括1、保持自然之抵抗力或利用植物原有之抵抗力；2、減少機械傷

害；3、減少感染源；4、貯藏於適合之環境：包括溫度、濕度、空氣成分等；5、減少貯藏期間之病害擴展及傳播：包括貯藏空間及容器等之消毒及滅菌。依據此五防治策略，再配合田間實際之栽培管理，以及病害防治所需之要件，擬定出簡易而可行之貯藏病害預防措施。

一、加強作物田間管理，減少病害發生，培育健康植株

培植健康果品為遏止貯藏病害之先決條件，病原菌可於田間侵入果實而於貯藏期間病徵繼續惡化，同時因貯藏期之堆積造成更多的感染，若貯藏環境適合病原菌侵入寄主時，則更易造成嚴重的損失，因此選擇健康之果實貯藏，可減少因病害所造成的損失，再配合採收前藥劑處理可抑制貯藏病害之發生。經試驗結果發現不同地區、不同品種柑桔類果實對貯藏病害之感病性差異頗大(表15-2)，因此種植抗病性較強之種類可降低病害之發生，相對地降低栽培管理成本；而相同品種於不同地點或由不同果農栽種時，發病情形則不同，主要乃因氣候因子的影響以及肥培管理的不同，導致果實品質不同，其中細胞內所含之物質亦不同，其對病害之抵抗力因而不同，因此如何誘導組織產生抗病性，或加強栽培管理，保持植物組織自然之抵抗力，為減少病害發生極重要的方法之一。

表15-2、不同地區、不同品種柑桔之感病性比較

種類	罹病率(%)	糖度(Brix)	
		貯藏前	貯藏後
柳橙	37-99	9.38-12.20	9.28-11.59
桶柑	35-77	8.70-10.30	10.22-11.85
海梨	9-65	7.50-10.06	7.09-10.05
文旦柚	42-54	-	-
椪柑	28-41	9.23-10.07	7.04-9.14
白柚	40	7.00	5.75
泰國柚	12	6.00	5.80
葡萄柚	1-18	5.00-6.92	6.13-6.5
金桔	37	8.14	8.42
金棗	6	7.94	9.46+

二、採收前藥劑處理

依據文獻報導，採收前以鈣鹽噴施可增加中果膠層及細胞壁的厚度，同

時促進細胞內酵素活動而增加果實對病害之抵抗力，然直接以氯化鈣浸果之效果不佳，但於浸果同時加壓或抽氣促使氯化鈣溶液進入細胞內則效果較佳。椪柑及甜橙分別以氯化鈣、硝酸鈣及碳酸鈣於採收前定期噴施，採收後經貯藏四個月後調查，發現氯化鈣因會造成肥傷而有落果現象，同時對貯藏病害之抵抗力並未增加，2% 硝酸鈣亦有此現象。椪柑之試驗中，2% 碳酸鈣最佳，其次為花寶1000倍、1% 碳酸鈣+花寶1000倍及1% 硝酸鈣，但未達顯著差異，主要乃因該果園之果農於栽培管理時已定期噴施石灰之故。柳橙之試驗中，2% 碳酸鈣、1% 硝酸鈣之效果最佳，其次為1% 硝酸鈣+花寶1000倍及1% 氯化鈣，然其果實對貯藏病害之抵抗力增加較明顯，詳見表15-3。

表15-3、採收前噴施鈣鹽對柑桔發病之影響

處 理	貯藏四個月後之罹病率(%)					
	椪柑	5% ¹⁾	1%	柳橙	5%	1%
1% 氯化鈣	27.5	ab	a	22.0	b	b
2% 氯化鈣	68.5	c	b	30.0	c	c
1% 氯化鈣+花寶1000倍	70.5	c	b	32.5	cd	cd
1% 硝酸鈣	18.0	ab	a	13.0	a	a
2% 硝酸鈣	35.0	b	a	35.0	de	de
1% 硝酸鈣+花寶1000倍	38.0	b	a	19.5	b	b
1% 碳酸鈣	20.0	ab	a	35.0	de	de
2% 碳酸鈣	6.0	a	a	14.0	a	a
1% 碳酸鈣+花寶1000倍	17.5	ab	a	38.5	f	e
花寶1000倍	16.0	ab	a	46.5	g	f
對照：無處理	28.0	ab	a	37.5	ef	e

1) 分別表示以鄧肯氏多重變域分析時，顯示5%及1%之顯著差異

三、採收及包裝

以早晨或黃昏溫度較低時採收為宜，採收後視實際需要保存於低溫或陰涼處，同時所有使用的器具及包裝空間均應以消毒劑擦拭後使用，避免病害或其他貯藏病害感染。而採收過程中的機械傷害為病害侵入的重要管道，據了解，不同採收方式對果實的傷害程度不一，因此採用最不易受傷的採收方式為避免貯藏病害發生極重要的原則。

除傷口外，採收時的氣候亦可影響貯藏病害的發生，經驗說明於雨天採收時，綠黴病及青黴病之罹病率相對增加，往往於短時間發病、腐爛而造成嚴重之損失，乃因採收時造成傷口，水分及濕度促進病原菌分生孢子發芽及病勢進展，此可以水洗試驗證明，詳見表15-4。

表15-4、水洗處理對柑桔貯藏病害發生之影響

處理	不同地區之罹病率	
	東勢鎮	豐原市(一)
水洗	11.00	4.33
對照：無處理	4.33	2.33

四、採收過程中避免傷口產生及傷口之癒合處理

採收過程中所造成的傷口為病原菌入侵之主要管道，若能避免傷口產生，則可減少病原菌入侵管道而減少病害之發生。於採收過程中分別由無採收經驗之試驗人員採收及果農採收作為比較，結果發現經濟價值較高之椪柑由果農採收者發病率均較低，而甜橙則無此現象，此乃因採收過程無採收經驗者較易造成果實受傷，而價位低之果品採收時，農民較不注重果品之保護為可能之原因之一(表15-5)。

表15-5、不同採收方式對柑桔貯藏病害發病之影響

試驗地點	罹病率(%)	
	農民採收	試驗人員採收
椪柑		
東勢鎮	4.50	8.50
豐原市(一)	16.67	43.17
豐原市(二)	10.00	13.67
甜橙		
中寮鄉	55.00	44.00

因此採收後之癒合處理(Curing)有其必要性，不論貯放於通風處或使用風扇，保持空氣流通且通風良好均可促進組織癒合而減少病原菌由傷口感染；利用低溫或加熱處理可促使果實之傷口快速癒合而減少感染機會，但使用之溫度往往因作物種類而有差異，需先經詳細之測試後方可應用。低溫預冷處

理亦可延緩果實之生理作用，減緩抗病力之衰退；同時延緩病原菌之生長而降低病害之發生。

五、採收後處理

採收後處理包括藥劑處理、放射線處理、臭氧處理、生物防治。

(一) 藥劑處理

農藥、保鮮劑、生長調節劑及其他化學藥品等均可防止貯藏病害之發生，必要時互相混合使用可增進其保護效果，但一般使用時均以浸果為主，因此若使用農藥，往往導致很高之殘留量，故不可不慎。

液腊為柑桔產業上常用之保鮮劑，可維持柑桔的新鮮度，延緩果實自然抗病力之衰退，實際實驗中其效果不甚穩定(表15-6)，就其原因，可能與果實之品質有極大關係。

表15-6、液腊處理對柑桔貯藏病害之影響

處理	不同地區之罹病率(%)			
	東勢鎮	豐原市(一)	豐原市(二)	中寮鄉
液腊	3.67	2.33	3.00	35.00
對照：無處理	2.67	3.67	12.00	17.33

保鮮劑常被用於採收後蔬果的貯藏，依據國外試驗報告及實際實驗，均証實單獨使用時可維持蔬果之品質，但對貯藏病害之防治效果不甚明顯，若與殺菌劑混合使用時，則經貯藏後，具商品價值之果實數顯著增加，亦即貯藏病害發生率降低(表15-7)。

表15-7、森柏保鮮劑處理對柑桔貯藏病害之影響

處理	罹病率	
	椪柑	甜橙
森柏保鮮劑	2.67	18.67
森柏保鮮劑+40% 腐絕WP	4.00	14.67
對照：無處理	3.33	23.33

(二) 放射線處理

一般採用較多之放射線為 γ -射線及紫外線，主要作用為殺菌作用。將附著於果實表面之微生物及病原菌殺滅，以減少感染機會。根據文獻報

導，利用紫外線照射可增進Phenylalanine ammonia-lyase(PAL) 及Peroxidase之形成，而促進傷口癒合，減少病原菌侵入及感染機會，同時可抑制病原菌之氣生菌絲生長及病原菌之分生孢子產生，因此可抑制病斑擴展而達到降低發病率的效果；然而紫外線在貯藏病害防治應用上亦有其限制，分別為：1、依果實的成熟度不同而效果不同；2、當劑量超過最大容許量時，易造成傷害，導致罹病率反而增高；3、處理一定時間內發揮效果，但此效果會逐漸消退，亦即此抗病性為短暫性而非永久性。

(三) 臭氧處理

臭氧為強氧化劑，因此亦具有殺菌作用，利用臭氧處理可將蔬果表面之病原菌殺滅而減少罹病率，但處理時間及濃度不當時易造成傷害，而導致病害發生更為嚴重；若將臭氧溶入水中後浸果則傷害較小。

(四) 生物防治

利用生物防治進行病害防治的作用機制分別為生存環境競爭及拮抗作用。因此將貯藏物表面以微生物處理後，微生物間對生存空間及養分需求之競爭可降低病原菌之生長，而達到抑制病害發生之目的，此類微生物有 *Pseudomonas cepacia*、*Pseudomonas sp.*、*Acremonium breve*、*Candida sp.* 及 *Kloeckera apiculata*；除此之外，部份微生物代謝產生之代謝產物對其他微生物之生長具有抑制作用，而減少病原菌之生長，Pyrrolnitrin(*Pseudomonas cepacia*之代謝產物)為此作用之代表。至於自然產物亦可作為生物防治之一環，幾丁多醣(chitosan)則為一例。幾丁多醣(chitosan)主要成分為Cationic polysaccharides，依據文獻報導其作用機制為抑制孢子發芽、抑制發芽管生長及抑制菌絲生長，然偵測其植物物體內之酵素，均無增加現象，因此其作用為靜菌作用(fungistatic effect)而非殺菌作用。

(五) 溫度處理：

利用低溫或加熱處理可促使傷口快速癒合而減少感染機會，但使用的溫度往往因作物不同而有差異，需先經詳細之測試後方可應用。低溫處理亦可延緩蔬果之生理作用，減緩抗病力之衰退；同時延緩病原菌之生長而降低病害之發生。

六、貯藏及冷藏

選擇適合貯藏物之溫度進行長期貯藏可避免貯藏病害發生，然溫度需維持固定，濕度亦需維持所需之濕度，且不可變化過大，同時需每月以殺菌劑

薰蒸貯藏空間，以減少病害發生；適合冷藏之作物則可採用冷藏，以減少病害發生，但冷藏庫每季至少消毒兩次，以降低病原菌之分生孢子數量。

七、分級

一般以銷售前分級為宜，以維護貯藏物於良好之狀況，或於癒合處理後進行，若分級貯存，則需分級貯放，以避免擦壓傷。

八、貯藏期處理

貯藏期處理主要以薰蒸處理為主，其目的在於殺滅貯藏物表面的病原菌，以減少其侵入機會，同時抑制已侵入者的病勢進展，目前最常用的薰蒸劑為霉敵薰煙劑。

九、改善包裝方式及改變貯運方式

改善包裝方式可減少貯藏物因包裝材料不適所造成的創傷，相對的減少病原菌之感染；貯運方式不妥時於貯運過程中因擠壓造成傷口，導致病原菌有更多的侵入機會，因此採用適當之貯運方式可減少傷口產生，間接減少病害發生。

十、包裝材料處理，減少感染源

包裝材料及容器影響貯藏病害之發生極劇，因此一般以採用新製品為原則，因新製品未帶菌，造成病原菌感染的機會極微；若限於實際需求，容器必須重複使用時，因使用過之材料及容器可能表面已附著病原菌，故需事先清洗乾淨及經過殺菌後始可使用，以避免病原菌感染；而採用之質材則以不易於貯運過程中因磨擦而製造傷口之質材為主要的選擇對象。為減少病原菌的侵入、感染，將包裝容器以藥劑處理亦為可行的方法，國外普遍採用Biphenol處理後使用，但國內無此類包裝容器，故試驗時以不同重量之Biphenol放置其中，發現抑制病害之效果不甚明顯，詳見表15-8。

表15-8、Biphenol 處理對柑桔貯藏病害發生之影響

每箱用量	罹病率(%)	
	椪柑	甜橙
20克	7.00	21.67
40克	12.67	23.00
80克	10.67	19.33
100克	6.00	42.33
對照：無處理	5.33	33.33

十一、貯藏場所處理，減少病害擴展

貯藏場所的處理包括六項重點，分別為1、注意環境衛生，保持乾淨、2、定期清倉，減少污染源、3、定期消毒，減少病原菌、4、改變貯藏條件，包括溫度、濕度及空氣成分、5、避免不同採收期之作物放於同一空間及6、避免不同作物貯放於同一空間。

貯藏空間宜適度控制溫度及濕度，以維持利於貯藏物存放之條件，同時宜調節氣體成分及含量，以降低果實之呼吸作用，維持果實於良好之生理狀況，藉以增加對病害之抵抗能力，相對地降低罹度率；而於貯藏物貯藏前的清洗及消毒貯藏空間，澈底清除其間漂浮於空氣中之病原菌，則可減少感染源而降低病害之發生；至於若貯藏期間發生感染現象時，可利用藥劑燻蒸、殺菌，以降低感染源密度，同時抑制病勢擴展，目前空倉時可使用之藥劑為1% 漂白水及5% 福馬林，而於貯藏物存放期間，則可採用腐絕薰煙劑。

十二、注重堆積及貯藏環境之衛生

果實採收後需經整理後始可放入貯藏庫中，此整理過程中，若稍一不慎極易造成感染，而引起極大之損失，乃因處理過程中極易製造傷口，若此時環境不潔，則病原菌感染之機會增多，因此注重堆積環境之衛生為減少貯藏病害感染極重要的一環(圖15-16)。

結論

貯藏病害因未明顯於田間產生病徵，不易感受其損失，同時其損失亦難以估算，因此不易引起農民重視，但其損失不可謂不大，故仍需加強防治，而其防治首重預防而非發病後之治療，注重環境衛生減少感染源，再加以適當之保護，當可使貯藏病害之損失降至最低。

參考文獻

- Ceponis, M. J., and Cappellini, R. A. 1983. Control of postharvest decays of blueberries by carbon dioxide-enriched atmospheres. *Plant Disease* 67: 169-171.
- Charles, L. W. and Ghaouth, A. El, Chalutx, E. C., Droby, S., Stevens, C. Lu, J. Y., Khan, V., and Arul, J. 1994. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables. *Plant Disease* 78: 837-844.
- Conway, W. S., 1982. Effect of postharvest calcium treatment on decay of

- Delicious apples. *Plant Disease* 66:402-403.
- Conway, W. S., and Sams, C. E. 1983. Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay. *Phytopathology* 73: 1068-1071.
- Conway, W. S., Gross, K. C., and Sams, C. E. 1987. Relationship of bound calcium and inoculum concentration to the effect of postharvest calcium treatment on decay of apples caused by *Penicillium expansum*. *Plant Disease* 71:78-80.
- Conway, W. S., Gross, K. C., Boyer, C. D., and Sams, C. E. 1988. Inhibition of *Penicillium expansum* polygalacturonase activity by increased apple cell wall calcium. *Phytopathology* 78:1052-1055.
- Conway, W. S., Sams, C. E., Abbott, J. A., and Bruton, B. D. 1991. Postharvest calcium treatment of apple fruit to provide broad-spectrum protection against postharvest pathogens. *Plant Dis.* 75:620-622.
- Conway, W. S., Sams, C. E., and Kelman, A. 1992. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. *Plant Disease* 76:329-334.
- Dennis, Colin. 1983. Post-harvest pathology of fruits and vegetable. *Food Science and Technology, a series of monographs.* 264pp. Academic press.
- Dodd, J. C., Bugante, R., Koome, I., Jeffrey, P. and Jeger, M. J. 1991. Pre- and post-harvest control of mango anthracnose in the Philippines. *Plant Pathology* 40: 576-583.
- Droby, S., Chalutz, E., Cohen, L., Gaba, V., Wilso, C. L. and Wisniewski, M. 1993. Factors affecting UV-induced resistance in grapefruit against the green mold decay cause by *Penicillium digitatum*. *Plant Pathology* 42: 418-424.
- El Ghauoth, A., Arul, J., Grenier, J., and Asselin, A. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology* 82: 398-402.
- Kader, Adel A. 1992. Postharvest technology of horticultural groups. 296pp. Univ. of California.
- McGuire, R. G., and Kelman, A. 1984. Reduced severity of *Erwinia* soft rot in potato tubers with increased calcium content. *Phytopathology* 74:1250-

1256.

- McGuire, R. G., and Kelman, A. 1986. Calcium in potato tuber cell walls in relation to tissue maceration by *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*. *Phytopathology* 76:401-406.
- Nishijima, K. A., Miura, C. K. Armstrong, J. W., Brown, S. A. and Hu, B. K. S. 1992. Effect of forced, hot-air treatment of papaya fruit on fruit quality and incidence of postharvest diseases. *Plant Dis.* 76:723-727.
- Schutte, G. C., Botha, T., and Kotze, J. M. 1990. Post-harvest control of decay and browning of litchi fruit by fungicide dips and paper sheets impregnated with sodium metabisulphite. *SA Litchi Growers' Association Yrb* 3:10-14.
- Snowdon, A. L. 1990. A color atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables. Vol. 1: general introduction & fruits. 302PP. CRC Press.
- Sommer, N. F. 1982. Postharvest handling practices and postharvest diseases of fruit. *Plant Disease* 66: 357-364.
- Spalding, D. H., and Reeder, W. F. 1986. Decay and acceptability of mangos treated with combinations of hot water, imazalil, and γ -radiation. *Plant Disease* 70:1149-1151.
- Spotts, R. A., and Cervantes, L. A. 1992. Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packinghouse test. *Plant Dis.* 76:256-259.
- Stapleton, Ann E. 1992. Ultraviolet radiation and plants: Burning questions. *The Plant Cell* 4: 1353-1358.
- Timmer, L. W., Duncan, L. W. 1999. *Citrus health management.* 179PP. APS PRESS.
- Whiteside, J. O., Garnsey, S. M. and Timmer, L. W. 1989. *Compendium of citrus diseases.* 80PP. APS PRESS.
- Wilson, C. L., and Wisniewski, M. E. 1989. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: an emerging technology. *Ann. Rev. Phytopathol.* 27: 425-441.