果樹病害綜合防治

楊　秀　珠

農業藥毒物試驗所　農藥應用系

一、前言

二、常見果樹病害

三、病害診斷原則

四、病害防治策略

五、田間防治策略

六、貯藏病害防治策略

一、前言

影響果樹病害病徵表現之條件包括病原菌之族群、寄主植物之品種、葉片年齡、感染時間之長短、大氣因子及植物體內之營養，病害防治策略首應依據病徵之表現進行病害診斷，而後針對診斷結果擬定防治策略，方可發揮最大之防治效果。

其實病害診斷是一門相當專門的科學，必須具備作物栽培、生長習性之知識，亦需具備作物病理學、病原微生物學等相關知識，不過藉由病害文章或書籍可獲得並掌握一般病害之知識，進而比對田間病害發生之情形，而給予正確之診斷，進而擬定防治策略。

至於病害防治策略，1929年康乃爾大學植物病理學教授H. H. Whetzel博士提出病害防治之四大原則，分別為禦病、防病、除病及抗病。就此四大原則提出綜合性之防治策略，作為實際田間防治工作之參考，而果樹病害除於栽培期加強防治，採收後為確保果實之貯架及商品價值，仍需進行採收後之貯藏病害防治。

二、常見果樹病害

臺灣常見之果樹病害，包括寄主、病害名稱、英文名稱、病原菌及發生時期簡列於表1.。

表 1. 臺灣發生較普遍之果樹病害

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
柑桔	瘡痂病	Scab	*Elsinoe fawcettii* Bitane, et Jenkins	冬末初春、多雨多霧時發生嚴重。
	黑星病	Black spot	*Guignardia citricar* Kiely (*Phoma citricarpa* McAlp.)	落花後至果實接近成熟時均可被害。
	褐腐病	Brown rot, gummosis, foot rot	*Phytophthora citrophthora* (R. R. Smith wt E. H. Smith) Leonian	地下水位高或排水不良地區易發生。
	潰瘍病	Citrus canker	*Xanthomonas campestris* pr. Citri (Hasse) Dye.	枝、葉及果實均可被害，雨季發生較嚴重。
	立枯病	Likubin	Mycoplasma-like organism and Tristeza virus	經由帶病毒之接穗傳播，樹勢衰弱時易出現病徵。
	褐色蒂腐病(黑點病)	Melanose, stem end rot	*Diaprthe citri* (Faw.) Wolf.	枝葉及果實均可被害。

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
柑桔	煤病	Sooty mold	*Neocapnodium tanakae* *Phaeosaccardinula javanica* *Triposporiopsos sinigera*	本病多為外表腐生，與介殼蟲、蚜蟲、木蝨及粉蝨等昆蟲共生，以昆蟲分泌之蜜露為生，故蟲害發生嚴重時病害亦發生嚴重。
	白粉病	Powdery mildew	*Oidium erysiphoides* f. *citri*	主要為害葉片及幼嫩枝條，多發生於潮濕陰涼地區，僅零星發生。
香蕉	葉斑病	Black Sigatoka disease	*Mycosphaerella fijuensis* Morelet var. *difformis* Morelet and Stover	主要為害葉片，高溫多濕時發生嚴重。
	萎凋病	Bunchy top	Virus(BBTV)	由吸芽及蚜蟲媒介傳播，故移植或蚜蟲密度高時發生嚴重。
	軸腐病	Crown rot Fruit rot stem end rot	*Botryodiplodia theobromae* Pat. *Ceratocystis paradoxa* (Dade) Moreau	採收後、輸送及貯藏期發生。
	黑星病	Leaf freckle	*Phyllosticta musarum* (Cooke) Petrak	葉片及果實均可發生。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum musarum*	本病週年發生，自幼果期感染至成熟果表現病徵。
	黃葉病 (巴拿馬病)	Fusarial wilt Panama disease	*Fusarium oxysporium* f. sp. *cubense*	一般自 10 月開始出現病徵，至翌年 3 月達發病高峰。
檬果	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig	本病週年發生，葉片枝條及果實均可發生，以果實為害嚴重。
	白粉病	Powdery mildew	*Oidium mangiferae* Bert	低溫乾燥時發生，主要感染花穗及幼果果柄。
	黑斑病	Fruit rot, Black spot	*Xanthomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae*	本病由傷口侵入，可感染枝、葉、花穗及果實，颱風雨季發生嚴重。

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
檬果	果實蒂腐病	Stem end rot of mango fruit	*Botryodiplodia theobromoe* Pat.	病原菌的侵入時期在果實成熟採收時，或果實搬運期間。
	煤煙病(煤病、黑煤病)	Sooty moulds	*Meliola mangiferae* Earle.	全年均會發生，中南部冬季乾旱季節發病較嚴重，尤其是疏於管理，通風不良，且受昆蟲嚴重危害之果園。
葡萄	銹病	Rust	*Phakopsora ampelopsidis* Diet. Et Syd.	低溫乾燥時發生嚴重，主要感染葉片。
	黑痘病	Anthracnose	*Elsinoe ampelina* (De. B.) Shear	主要為害葉片、嫩枝及果實。
	白粉病	Powdery mildew	*Uncinula necator* (Schw.) Burill	主要發生於春、秋2季。
	晚腐病	Ripe rot	*Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. Et Schrenk	本病多感染果實，於近收穫或採收後發病嚴重。
	露菌病	Downy mildew	*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtis) Berlese et de Toni	多濕季節發生，為害葉片、新梢、花穗及果梗。
	葉斑病	Alternaria leaf spot	*Alternaria alternata*	高溫多濕時由成熟葉片發生。
	苦腐病	Bitter rot	*Greeneria uvicola* Punithalingam	每年5、6月間氣溫轉高時發生嚴重，可為害葉片、枝條及果實。
鳳梨	心腐病	Heart rot	*Phytophthora* spp.	雨季、高溫時發生嚴重。
木瓜	白粉病	Powdery mildew	*Acrosporium caricae* Noack(=*Oidium cariae* Noack)	冬末初春、低溫乾燥時發生嚴重。
	疫病	Phytophthora fruit rot	*Phytophthora palmivora* Butler	高溫多濕時易發生，可感染幼苗、成長株及果實。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig	本病週年發生，主要為害果實。
木瓜	輪點病	Ringspot	Papaya ringspot	本病主要經由昆蟲

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
			virus(PRV)	播，故蟲害發生嚴重季節本病亦較嚴重。
荔枝	露疫病	Downy blight	*Peronophythora litchii* (Chen) Ko ex et al	結果期遇連續雨時發生嚴重。
梨	赤星病	Rust	*Gymnosporangium haraeanum* Sydow	早春遇雨時易發生。
	黑星病	Pear scab	*Venturia pirina* (Cooke) Adh	早春及萌芽抽新稍時遇雨發生嚴重。
	黑斑病	Black spot	*Alternaria kikuchiana* Tanaka	高溫時發生嚴重，可感染葉片、新梢及果實。
	輪紋病	Black rot, Canker	*Physalospora piricola* Nose	可感染果實、葉片及枝幹，高溫多濕時由傷口侵入果實。
	白紋羽病	White root rot	*Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese	本病可週年發生，主要為害根系，罹病組織為主要之傳播源。
	葉緣焦枯病	Pear leaf scorch	*Xylella fastidiosa*	主要感染葉片，後期則擴展至枝條，為侷限導管細菌。每年10月至翌年1月為發病高峰，但全年均可由罹病枝條分離病原菌。
	衰弱病	Pear decline disease	Mycoplasma like organism, MLO	每年4月葉片開始轉紅，後樹勢衰弱，數月後或翌年全株死亡，
蘋果	白粉病	Powdery mildew	*Podosphaera leucotricha* (E. & Salm.	新芽萌發後遇低溫乾燥時易發生，主要為害葉片及新梢。
	黑星病	Apple scab	*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint.	萌芽後遇低溫高濕時易發生，主要為害葉片及果實。

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
蘋果	褐斑病	Marssonina leaf spot	*Marssonina mali* (Henn.) Ito	高溫多濕時易發生，主要為害葉片。
番石榴	立枯病	Myxosporium wilt; Likubin	*Myxosporium psidii* Sawada et Kurosawa	本病週年發生，高溫高濕季節較嚴重，為系統性病害，可造成全株死亡。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig	本病為週年發生，但以高溫高濕時發生較嚴重，主要為害果實。
	瘡痂病	Scab	*Pestalotia psidii*	本病為週年發生，但以高溫高濕時發生較嚴重，主要為害果實。
	疫病	Phytophthora fruit rot	*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*	本病以高溫潮濕季節發生多，尤以颱風降雨時發病為嚴重。
楊桃	煤病	Sooty mold	Capnodiaceae	為害葉片及果實，以蚜蟲及浮塵子之分泌物為生，故蟲害嚴重時發生較嚴重。
	細菌性斑點病	Bacterial leaf spot	*Pseudomonas syringae*	本病全年可發生，但以春雨、梅雨及颱風季節發生較嚴重。葉片、枝條及果實均可被害。
	灰黴菌	Gray mold	*Botrytis cinerea*	本病主要為害花穗及果實，陰雨高濕季節發生較嚴重。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrochum gloeosporioides*	本病為週年發生，但以高溫高濕時發生較嚴重，主要為害果實。
蓮霧	炭疽病	Anthracnose	*Glomerella cingulata*	本病為週年發生，但以高溫高濕時發生較嚴重。
	果疫病		*Phytophthora* sp.	結果期遇高溫多濕時發生較嚴重。

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
枇杷	赤衣病	Pink disease	*Corticium salmonicolor* Berk. Et Br.	4至5月間溫度昇高時發生，以高溫多濕時被害嚴重。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig	主要感染果實，高溫多濕時發生嚴重。
	灰斑病	Brown leaf spot	*Pestalotia fueerea* Desm., *Pestalotia* sp.	主要感染葉片、枝條及果實，以新芽發生較嚴重。
	白紋羽病	White root rot	*Rosellinia neca-trix*	本病主要由根部感染，並擴展至全株，造成植株死亡，並藉由土壤傳播。
	角斑病	Angular leaf spot	*Pseudocercospora eriobotryae*	本病主要發生於葉片, 每年9月始出現病徵, 至翌年2月病勢開始減少。
草莓	果腐病	Phytophthora fruit rot	*Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora*	3至5月高溫連續陰雨時發生嚴重，主要感染果實。
	灰黴病	Gray mold	*Botrytis cinerea* Pers.	低溫高濕時發生嚴重，新梢、花及果實均可被害。
	炭疽病	Anthracnose	*Colletotrichum gloeosporioides* Penzig	高溫多濕時發生嚴重，可為害葉片，亦可為害莖部，造成冠腐。
	白粉病	Powdery mildew	*Sphaerotheca macularis* (Wall. Ex. Fries) Jaczcwski f. sp. *Fragariae* Peries	全年均可發生，但以低溫乾燥季節發生嚴重。
桃	穿孔病	Shot hole	*Xanthomonas campestris* pr. *Pruni* (E. F. Smith)	本病週年發生，但以高濕季節發生嚴重。
	縮葉病	Leaf curl, leaf blister	*Taphrina deformans* (Berk.) Tul.	初春新芽萌發時發生嚴重，氣溫昇高後逐漸減少。
	菌核病 (褐腐病)	Brown rot	*Monilinia* spp.	低溫時發生較嚴重，果實接近成熟

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
				期易發生。

寄　主	病害名稱	英　　名	病原菌	發生時期
桃	銹病	Rust	*Tranzschelia discolor*	本病主要為害葉片，並以老葉發生較為嚴重，一般夏秋果實採收後發生較嚴重。
印度棗	輪斑病	Ring spot	*Cristulariella pyramidalis* Waterman and Marshall	秋冬季低溫時易發生，主要為害葉片。
	白粉病	Powdery mildew	*Oidium ziziphi*	可為害葉片及果實，但以幼果發生最為嚴重，是以結果初期發生多。
柿	灰黴病	Gray mold	*Botrytis cinerea* Pers.	3至4月低溫高濕時易發生。
	角斑病	Angular leaf spot	*Pseudocercospora kaki*	可為害葉片及果蒂，但以成長葉較易被害，一般8~9月間生較多。
梅	黑星病	Scab, Freckle, black spot	*Cladosporium carpophilum*	主要為害果實，亦可為害葉片及枝條，幼果期感染，至接近成熟期出現病徵。
	白粉病	Powdery mildew	*Podosphaera tridactyla* (Wallr.) de Bary	初春新葉展開後，遇雨後侵入為害，嚴重時可為害果實。

三、病害診斷原則

病害診斷為訂定防治策略之基礎，包括3個原則，分別為：詳知病害之發生狀況、探討病原及提出防治策略，分別描述於後：

(一)詳知病害發生狀況

詳知病害發生狀況須由栽培環境、栽培管理方式、作物生長情形及病害發生時期著手。因此栽培期間應保存詳細且完整之環境變化及栽培操作過程之記錄，以備不時之需。

栽培環境中須考慮之因素包

括溫度、濕度、通風、肥料及土壤之物理及化學性質等，均可能為病害之致因；栽培管理方式則須考慮種植、施肥、除草、供水及施藥各方面等因素，若能保存詳細之資料，可協助判斷是否曾進行不適當之處理而導致病害發生。

其次為觀察作物所表現之不正常現象，即所謂之病徵。觀察病徵時可用肉眼觀察或借助放大鏡、顯微鏡等，且同時須觀察鄰近植物是否出現相同之病徵；病徵進展過程及進展速度、嚴重度及病徵出現部位亦須有詳細記錄。至於時間因素亦不可忽略，病徵最初出現之時間及已持續發生之期間為重要之考量因素，若無法確知最初發病時間，可嚐試藉由病徵進展過程推算最初發生時間。

(二)探討病原

詳知病原為診斷病害之不二法門，故探討病原時須依據上述原則將病徵詳細描述，推測可能之病原，並按可能性依序排列，列出一詳細之清單，再依據環境之變化，推測環境變化造成病害發生之可能性，以此資料與已記載之病害進行詳細之比對，尋找正確之病原；若無法於國內之記載獲得証實，則可參考國外資料，或交由專家試驗研究。

(三)擬定防治策略

擬定防治策略時須詳列可行之對策，且不考慮防治費用，同時必須抱定決心，當擬定之防治策略無法施行時，則將該作物予以廢耕，以避免病害蔓延及節省管理費用。

防治策略可分為預防及治療兩方面進行。實際管理方式正確時，植物生長正常而不易罹病；而治療則包括剷除罹病植株、改善栽培環境及正確使用農藥。剷除罹病植株，可降低病原，但除剷除病原外，須改善栽培環境使植物生長良好，病害自然減少，若不改善栽培環境，病害往往會迅速的復發。而正確的使用農藥，可降低病害之嚴重度，同時避免因藥害而導致其他病害發生。因此針對同一病害應擬定數個不同之防治策略而依其可行性依序排列成表，再逐一進行評估。

四、病害防治策略

(一)禦病

禦病為阻止病原由一發病地區傳播至另一未感染該病害之新地區，重點在於一般所稱之法規防治；除於苗木進口時須加強檢疫，杜絕病原入侵外，國內栽培者於苗木轉植時，或由不同地區購入種苗時，亦須注重病害之防除，一般可由下列方式進行：

1.加強檢疫，避免由國外引進病原菌：檢疫工作乃一任重道遠之工作，除執行工作人員須提高警覺外，一般民眾更須具備相關知識。引進植物前先確定所欲引進者為健康植株；於引進植物時若發現病害發生，應立即銷燬；未發現明顯病徵時，宜採隔離栽培，至確定無病害時再進入量產程序。目前大量由國外引進苗木，實不可不慎。

2.選用健康種苗及不帶菌種

子：植物病原菌可經由種子或罹病種苗引入栽培園，因此購買不帶菌之種子、種球，及由健康苗圃購入種苗，可避免病害之發生。

3.隔離栽培：當無法確定取得之種苗、種子及種球均為健康者，可利用地勢較為隔離之地區栽種，一旦病害發生時，立即加強防治。若確定無法滅絕病原時，宜迅速剷除植株，避免將病害擴展至其他地區。

4.進口健康之果實：大量進口供商品用之果實時，亦需加強進口檢疫，引進未帶病原菌之健康果實，以避免不慎傳播至本地栽種者。

(二)抗病

利用選種或抗病育種技術培育抗病品系，栽種抗病品種為一勞永逸之方法，但抗病砧木亦不失為一良方。

1.抗病育種：栽種抗病品種可減少病害發生，進而減少藥劑之使用，為病害防治方法中經濟效益最高者，但亦為最困難者。

由於植物之品種特性差異極大，對病害之抵抗性差異亦頗大，因此於引種過程中選擇抗病性品種，則病害之發生概率可降至最低；若無明顯之抗病品種，則於栽種過程中亦可不斷篩選抗病性較高之品種而進行無性繁殖，同時作為交配時之親本，經由選種、抗病育種而後培育、栽種抗病品種，以達病害防治之最終目的。若無法育成抗病性品系，則誘導、培育過敏性反應之植株，亦不失為一良策。

2.抗病砧木：抗病砧木目前在蔬菜上已實際應用於苦瓜萎凋病之防治。由於苦瓜易罹患鐮刀菌引起之萎凋病，但絲瓜則為抗病種，因此利用靠接法將苦瓜苗稼接於絲瓜砧木上，則可避免苦瓜罹患萎凋病。果樹罹患土壤傳播性病害之現象亦相當普遍，若能採用本方法，或可降低病害發生之比率。

3.交互保護：利用弱病原性之病原菌先行接種於作物上，可產生輕微之病徵，一旦強病原性之病原菌出現時則無法再感染該植株，藉此避免植株受強病原性之病原菌再次感染，目前植物病理學上採用較多者為病毒病之防除，在木瓜輪點病毒病之防治上即採用此法。

4.誘導植株產生抗病性：於植株生長過程中，利用化學藥品等物質施用於植株上，可刺激植株產生抗病性而減少病害之發生。根據國外報導，於果實生長期定期供應鈣鹽，結果發現果實對炭疽病之抵抗力增加，發病率明顯降低；其他物質亦陸續進行試驗中。

(三)除病

對於新引進之病害，在病害尚未擴展而普遍發生時予以撲滅稱為除病，常採用之方法為種子、種苗處理及利用組織培養法育苗。

1.種子、種苗處理：由試驗調查結果顯示，大部份之病害均可藉由種苗帶菌而傳播病害，而露菌病、灰黴病、黑斑病等可藉由種子感染，因此選用不帶菌之種子、種苗為防治病害之重要方法之一，然帶菌者甚難由外表判斷，因此若無法確定選用者為健康者，則須進行種子消毒或種苗藥劑處理，以杜絕

病原菌之散佈。

2.利用組織培養苗：園藝作物常採組織培養法進行大量繁殖，於組織培養法繁殖過程中，取健康之生長點或植物組織為繁殖材料而育出健康苗，此以病毒病之防治為最典型之例子：若無法取得健康組織，可於組織培養過程中以藥劑處理而達到滅菌之目的，因此病毒病及系統性病害可考慮以組織培養法，配合藥劑處理取得健康苗木後，再行田間栽植。

(四)防病

於作物生育期間利用各種防治方法，除保護植物免於受病原菌感染外，同時降低病害發生之嚴重度，稱為防病，而防病過程中除於種植期需避免感染外，採收後亦需進行必要之防患措施，避免貯藏病害發生，目前果樹病害防治大多泛指此類。

五、田間防治策略

田間防治策略主要以防病為原則，可施用之方法包括：耕作防治、藥劑防治及配合肥培管理、耕作防治及藥劑防治之綜合防治。

(一)耕作防治

為選擇適當之栽培環境，配合合理之栽培管理，增加植株對病害之抵抗力，並適時清除罹病組織，降低感染源，亦即適地適種，乃病害防治中最具效果者。耕作防治可行之方法有下列數種可供參考：

1.選擇適當之栽培環境：將植物栽培於適當之環境，切勿將須高冷地栽培之植物種植於高溫地區，亦不可將熱帶果樹栽植於高冷環境下，以確保植株生長良好。

2.加強幼苗期管理：育苗期尤需注重苗床土壤及幼苗期管理，使植株早期生長旺盛，可增加植株之抵抗力，同時可相對減少栽培期之管理。

3.選種健康選苗：選種外表乾淨、健康、色彩鮮明、飽滿之種苗，組織培養苗亦為適宜之種苗。

4.選用健康土壤：可採用通氣良好、肥份充足之自然土壤，，適度添加含鈣肥料，適實際需要添加有機質肥料及化學肥料，若為草本果樹，至少每3年需輪作1次。

5.適當之肥培管理：過量及不當之施肥易導致植株生長不良，對病害之抵抗力降低，因此栽植前須充分了解該植物之生理特性，施予適當之肥料，尤以添加有機質肥料對果樹之品質及抗病力有極大之助益。

6.改善栽培環境：溫度及濕度為病害發生極重要之影響因素，然於果樹栽培之環境極難以人為方式改變溫度，故宜加強其他措施，促使植株生長於適宜之溫度下。適度調整栽培空間，並使栽培環境通風良好，降低小區之濕度，則病害自然減少。降低濕度之方法極多，包括供水時避免噴及植株，避免葉面給水；適度加溫，以降低濕度；下午及夜間不可於田間大量用水，以避免濕度提高；避免夜間供水；若為設施栽培，可於夜間將濕空氣抽出，並灌入冷乾空氣等方式。通風良好時，可促進空氣流通，將濕氣帶走而降低濕度，同時

亦可降低溫度，對病害防治助益極大。

至於日照充足，除可增進植株生長，減少徒長現象而增加植株之抵抗力外，可明顯降低植株間之溫度及濕度；而適度修剪對病害防治之效果尤為明顯，乃因適度修剪枝條，尤其修剪徒長枝，可促進植株之光照及通風，同時亦可降低溫度及濕度。

7.避免密植植物：植株過於密植時，易導致小區溫度、濕度增加，因而增加病害之發生機會，同時過於密植時，植株易徒長且生長勢較弱，對病害之抵抗力亦相對降低。

8.適度供水：過量之土壤含水量易影響植株根部之呼吸作用及其他生理作用，而影響植物之抗病力；而水分不足時，植株生長不良，抗病性亦相對降低，若植株長期處於水分失調狀況，則對環境之變遷較敏感，且對病害之抗病力極差。若採用以滴灌或噴灌方式供水，適度控制及調節水量，則可降低病原菌存活率，藉以降低病害之嚴重度。

9.加強雜草管理及蟲害管理：炭疽病、灰黴病、白絹病及疫病等均為寄主範圍相當廣泛之病害，雜草亦可為該等病害之寄主而傳播病源；同時雜草亦是媒介昆蟲之溫床而傳播病毒病。

雜草叢生時，易導致小區微氣候之改變，造成溫度、濕度增加，而促使真菌性及細菌性病害之發生。若適度防除雜草，除可減少病害之寄主植物，而降低感染源，同時可減少養分競爭，並因光照良好而促進植株之生長勢，加以通風良好，濕度降低後，更可減少病害之發生。

至於昆蟲可為病害之媒介昆蟲，同時昆蟲為害之傷口常為病原菌侵入之途徑，因此須加強防除，尤其須加強病毒病媒介昆蟲之防除。

10.注重田間衛生，加強清園工作：於發病初期剷除病株或清除罹病枝葉，可減少感染源而避免病害之大發生；栽培期間隨時清除罹病枝條及葉片，可減少病害之傳播；而於採收後迅速清除罹病果，可減少病原菌之繁殖機會，降低病害之發生。

11.土壤處理：土壤含水量、通氣性以及鹽分累積引起之土壤堅硬，均可能影響植物之正常生長而導致病害之發生，故須加以處理。至於土壤性病害發生後，病原菌之菌體均以不同形態存活於土壤中，如何將之徹底剷除，亦為土壤處理之重要課題。一般土壤處理方法為添加有機質及其他肥料、土壤消毒及曝曬土壤。

添加有機質除可提供養分，增加土壤通氣性外，並可促進植物生長，增加其抵抗力，同時有機質中之微生物可發揮拮抗作用，相對地降低土壤病害的發生，目前較明顯的例子為適度施用SH土壤，可增加有益拮抗菌的濃度，抑制病原菌生長，同時可促進植株生長而增加對病害的抵抗力，因此明顯的抑制萎凋病的發生。而針對不同病害調配不同有機質肥料或施用其他化學

肥料，也可適度降低病原菌的感染源，達到抑制病害擴展之目的。

至於土壤消毒可將土壤中所有生物殺死，包括病原菌、有益微生物、地下害蟲、雜草種子，而達到淨化土壤之目的，若為草本植物，前期作種植不佳時，方需土壤消毒。消毒時可採用70%溴化甲烷/30%氯化苦、邁隆或福馬林等，利用上述土壤消毒劑時須注意消毒過程中覆蓋須密閉，以避免藥劑迅速飛散於空氣中，同時消毒後須先翻土，待藥劑完全揮發後再行種植，以避免藥害。但以化學藥劑法消毒後微生物均已消除，若不慎將病原菌再度引進時，因缺乏其他微生物之競爭，病害之發生易較未消毒者更為嚴重，故處理過程中必須相當謹慎，同時消毒後土壤之物理及化學性質若改變時，則須適時予以調整。目前試驗結果顯示，以80℃或60℃熱蒸氣薰蒸30分亦可達殺菌效果。

若為木本植物，則可考慮局部客土或小規模於植株根圈周圍灌注藥劑，但宜避免使用高度輝發及滲透性強之藥劑，以免傷及鄰近植株，或於熱氣薰蒸過程中，加強覆蓋避免蒸氣外漏為重要之防患措施。曝曬土壤亦為土壤處理方法之一，將土壤覆蓋透明塑膠布後，利用陽光曝曬可殺死表土之病原菌，一段時間後翻土再曝曬，則可將深層土壤中之病原菌殺滅，而後再種植，如此亦可達到土壤消毒之目的。

生物防治亦可用於防治病害，利用菌根菌或拮抗微生物處理種子或種苗後種植，利用其拮抗作用而降低植株感病之機會，而於田間噴施拮抗微生物亦可達降低病源之目的。已種植長時間之果園，若能適度翻犁、灌水及淋洗土壤以改變土壤之堅硬度，使土壤通氣良好，可適度供應根部所須之氧氣，同時將產生之二氧化碳排出，以維持根部健康而降低病害之發生。

當耕作防治無法抑制病害發生時，則立即放棄栽培，剷除病株以降低防治成本並減少感染源；或進行藥劑防治；藥劑防治雖可簡單而迅速將病害加以防除，但仍有其限制因子。

(二)藥劑防治

為一般所稱之化學防治。果樹病害種類極多，亦已投注大量之資源進行藥劑防治而編印植物保護手冊，一旦病害發生時，於發病初期，根據植物保護手冊及田間發病狀況，慎選適合之防治藥劑加以噴施。然採用藥劑防治雖可簡單而迅速將病害加以防除，但仍有其限制因子，包括如何對症用藥發揮最大藥效、施藥方法、使用後之抗藥性問題、藥害問題以及農藥之安全性與對環境之污染情況。

殺菌劑之種類繁多，同時各有其特殊之防治對象，若未對症用藥，除無法發揮藥效外，同時易造成金錢浪費及環境污染，因此於施藥前，宜將病害詳加診斷後，再依據病害之特徵及病害發生之環境因子等因素，訂定可行之藥劑使用策略，依此策略進行藥劑防治，若發現缺點時，再加以修正，以發揮藥劑之最高藥效。

藥劑之施用方法可直接影響其藥效，一般以稀釋液噴施、浸種及拌種、土壤灌注、將粒劑條施於土壤中最為普遍，使用前宜依據病害種類及藥劑之特性，訂定可行而有效之施用方式。

藥劑經長期使用均會導致抗藥性產生，但合理使用藥劑可延緩抗藥性產生，因此不斷篩選新的防治藥劑，製訂抗藥性管理策略，擬定藥劑輪流使用或混合使用方針，再配合其他防治策略，可有效延緩抗藥性之產生。

藥害為藥劑使用不當時之後遺症，一般常發生於施用不當或混合使用時，但施用偽劣農藥則無可避免地極易導致藥害發生，故不可不慎。農藥雖可有效防治植物病害，但使用不當會危害使用者之安全，同時亦會造成環境之污染，因此適時適量及對症用藥可減少農藥之使用量，降低對環境之污染。

(三)綜合防治

除符合防治四原則外，以耕作防治配合藥劑防治，再配合肥培管理，施用有利於植株生長之肥料，以增進植株對病害之抵抗力，為施肥之主要目的，而施用可抑制病原菌生長或增進拮抗菌生長之肥料，可降低病害之發生，因此，凡是可提高果品之經濟價值，促進消費者之購買慾而增進其消售量之任一農業行為，均可視為綜合管理之一環。

綜合防治中不可忽視之措施為種植管理，每日觀察並保存良好且詳盡之記錄，包括雜草、害物及病害記錄，並保存完整之田間分布圖，可幫助病害發生及蔓延之判斷，同時避免在同一栽培田於不同時期栽培不同品種或不同種類之作物，亦為綜合防治必需注意之項目。

實際可行之防治策略則須符合三要素：1.簡單易行且合乎經濟原則；2.防治策略施行之最有效時機極易掌握；3.實際施行防治策略所須耗費之人力及時間，須不超出栽培管理所能容許之最高限。

但若經過詳細評估後發現所提出之防治策略不合乎經濟效益，或該防治策略無法徹底防除病害時，若為草本植物則剷除所有植株，重新種植，當可將病原徹底清除；否則安於現狀不作任何處理，病害經一段時間之擴展而達到穩定平衡後，自然不再擴展，如此可避免造成無謂的浪費。至於木本果樹，因多為多年生植物，甚難剷除而重種，則可考慮強剪，清除大部份枝條，包括罹病枝條及徒長枝，並加以燒燬，同時於田間噴施保護性藥劑，而於翌年病害發生季節來臨前噴施保護性藥劑，將可大量降低感染源。

六、貯藏病害防治策略

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，故仍須加強防治。

貯藏病害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，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。

根據上述原則，簡述採收及貯運過程中宜注意之項目：

(一)加強作物田間管理，減少病害發生

培植健康果品為遏止貯藏病害之先決條件，病原菌若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感染，若貯藏環境適合病原菌侵入寄主時，則易造成嚴重之損失，因此選擇健康之果實貯藏，可減少因病害造成之損失，再配合採收前藥劑處理可抑制貯藏病害之發生。

(二)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，同時所有使用之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。

(三)採收過程中避免傷口產生及傷口之癒合處理

採收過程中造成之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。經驗證明於雨天採收時，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胞子之發芽及病勢進展。

因此採收後之癒合處理有其必要性，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之傷口感染。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不同而有差異，須先經詳細之測試後方可應用。低溫預冷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。

(四)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。藥劑處理包括農藥、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。

放射線處理方面，一般採用較多之放射線為γ-射線及紫外線，主要作用亦為殺菌作用。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分生胞子產生，因此可抑制病斑擴展而達到降低發病率之效果。

至於臭氧處理則利用其強氧化作用而達殺菌效果。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。

利用生物防治進行病害防治之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須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，Chitosan則為一例。Chitosan主要成分為Cationic polysaccharides，依據文獻報導其作用機制為抑制胞子發芽、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。

(五)貯藏及冷藏

選擇適合該類果實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2次，以減少病原菌之分生胞子。

(六)分級

一般以銷售前分級為宜，以維護果實於良好之狀況，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。

(七)貯藏期處理

貯藏期處理主要以薰蒸處理為主，主要目的在於殺滅果實表面之病原菌，以減少其侵入機會，同時抑制已侵入者之病勢進展，目前最常用之薰蒸劑為霉敵薰煙劑。

(八)改善包裝方式及改變貯運方式

改善包裝方式可減少果實因包裝材料造成之創傷，相對地減少病原菌之感染；貯運方式不妥時於貯運過程中因擠壓造成傷口，導致病原菌有更多之侵入機會，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。

(九)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，造成病原菌感染之機會極微；若限於實際須求，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，故須事先清洗乾淨及經過殺菌後始可使用，以避免病原菌感染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選擇對象。

(十)貯藏場所處理，減少病害擴展

貯藏場所之處理包括6項重點：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，以維持利於球根存放之條件，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。貯藏物貯藏之前清洗及消毒貯藏空間，徹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。

(十一)注重堆積及貯藏環境之衛生

果實採收後須經整理始可放入貯藏庫中，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之一環。