植物病害及管理概論

楊　秀　珠

農業藥物毒物試驗所　農藥應用組

一、前言

二、病害診斷

三、病害種類

四、感染性病害之病徵

五、感染性病害之病原

六、病害防治方法

七、作物整合管理

版權所有，請勿翻印

一、前言

當人類開始由採集野生植物轉為人為種植植物之初，由於害物族群尚未群聚，環境因子仍處於有利條件下，植物生長健康。之後雖害物等不利生長之因子陸續發生，亦僅於操作過程中應用簡單之手段以減少此類不利因子，無所謂防治工作。由於農藥之開發，開啟了防治工作之先端，此時仍為單一因子之防治；而隨著藥劑之應用，牽引著施藥時期及施藥間隔之問題，已導入二因子之防治思維，亦同時開啟綜合防治之大門；而後由2種防治方法之配合應用，發展至3種以上之防治方法綜合應用，正式開始綜合防治之新紀元，進而進入綜合管理。而進行管理之初，則首先需進行病害診斷，尋找病因，再對症下藥或進入管理之流程，因此本文將由病害之診斷、病徵種類、病原種類作一詳盡之描述，而後提出防治方法，並介紹整合管理之理念及執行策略。

二、病害診斷

病害診斷包括三個原則，分別為詳知病害之發生狀況、探討病原及提出防治策略，詳細描述於後：

(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、化學及生物性質等，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、給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正確或不適當之處理而導致病害發生。

其次須觀察作物所表現之不正常現象，亦即病徵；觀察病徵時可用肉眼觀察或借助放大鏡、顯微鏡等，同時須觀察鄰近植物是否出現相同之病徵；病徵進展過程及嚴重度、病徵進展速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，並將可能之病原按其可能性之大小依序排列，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，再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，則須參考國外資料，或交由專家試驗研究。

(三)擬定防治策略

依據上述診斷之結果擬定防治策略。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。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，植物生長正常而免於罹病；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。

實際可行之防治策略必須符合三要素：1.簡單易行且合乎經濟原則；2.施行防治策略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，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。

三、病害種類

當植株出現生長或生理不正常時，一般立即映入眼簾或閃入腦際者多為「它得了什麼病?」，事實上多數之植物不正常多非導源於病害，而是環境因子不適或長期生理障礙。植物之不正常現象大致有3類，分別為傷害、生理障礙及感染性病害，其中感染性病害為一般所通稱病害。

(一)急性病害或傷害

良好之生長環境為栽培健康植物所必備，其中包括土壤顆粒大小適宜、土壤酸鹼度平衡、根系生長之空間足夠、養分平衡、水分充足、溫度適宜、光照充足以及通風良好。若植物生長於適宜之環境，則植物與環境維持良好互動關係，當環境改變時，植物可進行內部調適而維持正常生長，但若環境之改變為持續性或劇變，則植物因無法調適而引起生長及功能之不正常，稱為病害。

若環境劇變所導致之徵狀於短時間內迅速出現則稱為傷害(injury)或稱急性病害(acute disease)；經由長時間之環境改變而造成之不正常，則稱為慢性病害(chronic disease)。慢性病害之發生極為複雜，可能由單一環境因子所引起，亦可能是由多種環境因子所引起，因此診斷上相當困難。慢性病害中由非生物性之環境因子引起之病害一般通稱為非感染性病害(non-infectious disease)，又可稱為生理障礙(disorders)；至於由生物所引起者則稱為感染性

病害(infectious disease)。

低溫、環境劇變、藥劑使用不當、施肥不當以及栽培管理上之失誤均可導致植物不正常，此類不正常因突然發生，且立即造成傷害，因此一旦產生徵狀後無法治療，僅能藉此獲得經驗而防患未然，故稱為傷害，表1.簡單描述一般較常見之傷害。

除了表一所列之徵狀外，目前較常發現者為藥害及公害。藥害所產生之徵狀非常多，大致可分為葉片上產生斑點、葉緣焦枯、黃化、萎凋或生長不正常包括徒長或生長受抑制等；公害造成之徵狀亦極複雜，大致與藥害發生之徵狀相似，但概括而言，此類傷害均為全面性發生且不會蔓延，當環境改善時，植株可逐漸回復正常生長，所表現之徵狀亦均會逐漸消失，例如土壤呈白色堅硬時表示土壤中肥料之鹽分累積過多，若適度用水淋洗土壤或重新種植植株，此現象可自然消失。

表1. 常見急性傷害之誘因與可能出現之症狀

傷害原因	常見症狀
土壤呈強酸性	根生長不良、生長延遲。
土壤通氣不良	根部腐爛。
土壤排水不良	常因底層有硬土層造成生長延遲。
土壤過份乾燥	葉尖捲曲褐化，出現斑點或斑塊，全株黃化、落葉、萎凋或大量落葉。
土壤酸鹼值不平衡	嫩葉退綠造成葉片呈黃綠狀。
土壤鹽基(EC)過高	葉尖捲曲褐化，落葉、萎凋或大量落葉。
土壤條件環境劇變：溫度、濕度、空氣等因素造成	根系發育不良、植株衰弱。
微量元素不平衡	嫩葉退綠造成葉片呈黃綠狀。
肥料中之鹽分累積	土壤表層有結晶體、堅硬。
氮肥過多	頂端葉片繁茂但開花少。
肥料傷害(肥料過多)	葉尖褐化或出現塊斑、葉片黃化，嚴重者葉片乾縮、落葉，甚至全株萎凋。
肥料不足	葉片黃化、生長延遲、葉片減少及植株短小。
肥料不足且氮肥嚴重不足	植株矮化、新葉變小、老葉黃化。
缺鉀	葉片由老葉葉緣向內黃化。
缺鎂	老葉葉脈間黃化，新葉黃化但葉脈仍為綠色。
水分不足	葉片黃化、頂端葉片褐化、植株萎凋。
水分過多	老葉黃化，葉間捲曲褐化，葉尖褐化或由葉尖開始出現黃色、褐色斑點，葉片減少，嚴重者落葉；生長不良、生長延遲、植株褪色，嚴重者莖部腐爛、植株萎凋。
濕度太低	頂端葉片褐化、葉片乾縮。

傷害原因	常見症狀
乾旱	葉片黃化，葉片出現黃色、褐色斑點。
冬季光照不足	生長延遲。
光照不足	生長不良、生育期延遲、葉片減少、植株褪色、枝條徒長、葉片變長且有褪色現象、老葉黃化、花苞小且著色不良。
光照太強	葉尖褐化或由葉尖開始出現塊斑，老葉葉間捲曲褐化、新葉變小緊縮、全株黃化，嚴重者植株萎凋。
強光照下過多水分留於葉片上	黃色、褐色斑點。
光度、溫度及相對濕度劇變	落葉。
高溫	生長不良、葉片減少及植株褪色。
低溫	生長不良，全株黃化，生育期延遲。
低溫時植株吸收土壤中之溫水	葉片腫大、葉脈突起、水浸狀病斑並轉為紅、褐色。
寒害	葉片黃化落葉，老葉變小捲曲，新葉變小緊縮。
密植	葉片萎凋、新葉變小、枝條軟弱。
通風不良	葉片黃化。
移植	落葉。
芽形成時期溫度劇變	落芽。
突然改變栽植環境	落芽。
空氣污染	葉尖褐化或由葉尖開始出現塊斑、葉片黃化並有微小斑點，其後造成褐色乾枯。
農藥傷害	葉尖褐化或由葉尖開始出現塊斑、葉片出現黃色、褐色斑點、葉片捲曲，嚴重者葉片乾縮、葉部畸型。
殺草劑為害	葉片畸型。
化學物質中毒	萎凋或大量落葉。
機械傷害	葉尖褐化或由葉尖開始出現塊斑；全株中間部份枝條葉片黃化，葉片捲曲褐化。

(二)生理障礙或非感染性病害

植物長期生長於不適合之環境而造成形態或生理之不正常現象均通稱為生理障礙，而不適合之環境因子可能為養分不平衡、雜草競爭以及土壤之pH值等，此類現象於不適合之環境因子消除後，均會逐漸恢復正常。

至於土壤水分、土壤通氣性、土壤堅實度、光照、溫度等環境因子亦間接造成生理障礙。引起生理障礙以施肥過多之機會較多，其中又以氮肥過多為多，而肥料缺乏之機會亦相對減少，但仍可發現缺鐵、缺鎂、缺鋅及缺氧現象，此類現象一般除與土壤性質有關外，常因施肥習慣造成土壤物理及化學性質改變，致

使該類養分無法吸收，而導致養分缺乏症，例如土壤之酸鹼度不平衡或肥料不均衡導致吸收不良，而非施用量不足，表2.列出常見之生理障礙。

(三)感染性病害

生物性因子(即病原)感染引起之病害，稱為感染性病害，即一般所稱之病害，因此當感染性病害發生時，初期病株均呈零星分布，且會迅速蔓延，栽培環境改變時，所表現之徵狀可能會有消滅現象，但無法完全回復，一旦環境不適合植物生長或利於病原菌繁衍時，或病原菌之病原性增強時，病徵逐漸加劇。

表2. 常見之植物生理障礙

I、於植物體內不易移動之元素	
A.由嫩葉頂端變形並延伸至葉基部，以後莖頂端部份枯死	
a.頂端部份新葉變成釣子狀，並由頂端及四周開始乾枯，最後莖頂端部亦乾枯	缺鈣
b.頂端部份新芽基部變淡綠色，新芽枯死、彎曲後頂端部份枯萎、部份枝條裂開、受粉不良、花苞畸型、果實畸型	缺硼
B.莖頂端部份不會枯死	
a .新葉黃白化，產生壞死斑後枯萎	缺氯
b.頂端部份新葉枯萎、捲曲，變褐色，不易抽稍、枝條軟化	缺銅
c.新葉黃化、白化或出現褐斑，但葉片不會枯萎	
(a)葉肉組織或纖維質部份出現褐色小斑點，葉脈仍維持綠色	缺錳
(b)一般不出現枯死斑點	
1.新葉葉肉組織變黃並延伸至葉脈、全葉淡黃色	缺硫
2.新葉黃白化，葉脈初期仍維持綠色，後期全葉黃白化	缺鐵
II、於植物體內易移動之元素，缺乏症狀由成熟老葉開始出現	
A.下位葉變黃並出現黃斑，以後轉為褐色斑點，葉脈仍維持綠色，但葉片不乾枯	
a.下位出現黃斑,以後葉片呈酒杯狀向上捲曲	缺鉬
b.下位葉脈間葉肉組織出現黃斑，並向上延伸，以後斑點轉為紅色斑點	缺鎂
c.葉片變黃或出現褐斑，最後組織壞死，葉片呈褐色斑點	
(a)葉片初期呈暗綠色，以後葉尖及葉緣先黃化或褐化後枯死，莖部纖細	缺鉀
(b)葉片增厚，葉脈間出現木紋狀之細微黃斑，以後褐變，葉片明顯變小	缺鋅
B.由下位開始乾透而逐漸枯萎，莖部纖細並呈紫紅色	

a.由下位葉向上依次變淡綠色，由內向葉緣逐漸黃化後轉為淡褐色乾透，葉片枯萎	缺氮
b.植物呈深綠色，莖部呈紫紅色，下位葉變黃或乾透，呈綠褐色或黑色	缺磷

感染性病害之診斷通常須依據柯氏法則(Koch's postulates)進行，共可分為四步驟：

1.病原菌與病害之發生有絕對之相關性，亦即於病徵發生部位必定可發現致病之病原菌。

2.病原菌可以分離、培養、純化或可以生長於感病寄主上：大部份之真菌及細菌引起之病害均符合此一原則，但少部份絕對寄生菌，如露菌病及白粉病等，因無法進行分離培養，故僅能培養於感病寄主植物上；病毒感染者，亦僅能將病毒由寄主植物經純化，以特殊方法保存；至於線蟲引起者，與絕對寄生性真菌之特性相同。

3.分離、純化所得之純化菌種必須可接種在原寄主植物上，並且產生完全相同之病徵。

4.由接種所得之病徵發生部位，必定可再度將病原菌分離、培養，且其特徵與2.項所得之純化菌種相同。

診斷絕對寄生性真菌及線蟲引起之病害時，可將病原菌之菌體直接由寄主組織上取出，去除雜質後稍經處理而得單一菌體，再進行接種試驗；至於病毒及菌質等引起之病害，則往往須應用嫁接、昆蟲、傷口、汁液與磨擦等方法接種於指示植物(Indicator plant)，待表現特殊病徵後，再以此病徵作為病害鑑定之參考。

四、感染性病害之病徵

依植物被感染的器官來分，病害的種類可分為根部病害、莖部病害、葉部病害、花器病害及果實病害等。若依植物類別來分，則有農藝作物病害、蔬菜病害、花卉病害及果樹病害等。若依不同生理、生化作用所引起之徵狀來分的話，可區分為顏色、大小、形狀等的變化。

(一)變色

細胞內容物發生變化，色澤改變。

(二)穿孔

通常指葉部而言，病組織壞死後產生離層或病斑，易脆碎而脫落，形成圓形或不規則之穿孔。

(三)萎凋

病原菌侵入幼苗莖部或近地基部，造成幼苗猝倒病。病原菌也可侵害成株，阻礙維管束的水分運送，造成植株永久萎凋。如果作物不超過永久萎凋點，當夜晚來臨或溫度降低時，即可恢復正常。

(四)壞疽或局部死亡

患部組織枯死，產生斑點、塊斑、條斑或部分器官死亡。

(五)矮化或萎縮

指植株全體或部分器官因受

環境影響或病菌寄生而形狀變小。

(六)腫大

植物器官因受病菌之刺激而使形狀增大，其形成原因可能有二：一是細胞形狀增大，另一種是細胞異常分裂，數目增加。有時二者同時發生。

(七)器官之變形或置換

植物原有之健康組織全部被病原菌取代，或是原來健康植株之花器，由於病原菌的為害，因而由許多小葉所取代。

(八)木乃伊化

罹病之果實，由於病原菌之寄生而腐爛，但仍停留在植株上而未脫落，經風乾後，變成乾腐之果實。通常這種乾腐的木乃伊化果實含有真菌之休眠菌絲或越冬之子實體。

(九)習性改變

病原菌為害植物後，有時使匍伏莖的生長變成直立莖生長，或是改變單葉成複葉等。

(十)破壞器官

由生理性或病原性造成果實內部空洞，種子被破壞。

(十一)葉片、枝條、花、果實的基部離層與脫落。

(十二)贅生及畸形

葉表皮細胞受刺激而絨毛贅生，或是細胞異常分裂或增大造成瘤腫。

(十三)分泌

由於生理的不當或是病原菌的侵害，使樹幹、枝條流膠或乳汁等。

(十四)腐敗

當細胞、細胞壁及內含物發生分解，因而產生腐敗現象。一般而言，根腐、葉及莖的腐敗、芽腐和果腐均是常見的病徵。

然就不同病原造成之病徵，可簡單區分如下：

1.外形異常者：

(1)腰折病：苗之莖地際部縊縮由此而折斷、葉萎凋、如菊苗莖腐病。

(2)萎凋及蔓割病：根或地際部莖導管被害，水份傳送困難，使葉、莖萎凋如茄科青枯病、香蕉黃葉病；或蔓裂開，分泌植物汁而萎凋，如瓜類蔓割病。

(3)萎縮病：整株或部分植株發育不全，多由病毒引起如水稻萎縮病。

(4)帶化病：正常為圓筒形之莖或花梗轉呈帶化狀，如大豆、甘藷。

(5)天狗巢病：由莖部抽出多數不定芽，大空中如鳥巢狀小枝，如泡桐、甘藷、花生。

(6)瘤狀病：莖或根部膨大呈瘤狀物如根瘤病、根瘤線蟲。

(7)癌腫病：根或莖部形成表面不規則隆起之粗糙瘤狀物，如根頭癌腫病。

(8)穿孔病：葉病斑處有洞者如桃穿孔病。

(9)縮葉病：葉部分膨大如桃縮葉病。

(10)捲葉病：葉呈縱排狀捲縮如馬鈴薯。

2.病部顏色異常者有：

(1)黃萎病：葉綠色發育不正常，葉呈黃色，水稻黃葉病。

(2)嵌紋病：黃綠色嵌入綠色部，多由病毒引起。

(3)斑點病：病害組織壞死，呈現顏色不同之小病斑，由色彩、形狀、大小而有圓星、白星、黑點、褐點、黑星等名稱。

(4)斑紋病：病斑稍大細別為角斑、黑斑、白斑、褐斑等。

(5)輪紋病：病斑紋內出現同心圓如馬鈴薯早疫病、梨黑斑病。

(6)條紋病：葉或莖出現條狀病斑。

(7)污斑病：表面組織破壞呈黑褐色如芋污葉病。

3. 病部外形及顏色異常皆顯著者：

(1)立枯病：根莖受害枯萎，全株死亡。

(2)疫病：被害部褐變，急速擴大，初期表面著生白黴狀物。

(3)花腐病：花蕾、幼葉凋萎褐變。

(4)芽枯病：新芽或葉芽枯死。

(5)葉枯病：斑紋迅速擴展，斑數目多，葉枯萎。

(6)潰瘍病：皮部組織死亡凹陷之大枯死斑，周圍形成隆起木栓化層。

(7)胴枯病：莖上如前述被害部枯死，但不形成木栓化層，植株生長勢衰弱或枯死。

(8)炭疽病：凹陷圓形褐色斑，表面著生桃色粘質物。

(9)瘡痂病：病組織周圍木栓化，如戴上笠狀如柑桔瘡痂病、葡萄黑痘病。

(10)囊果病：果實肥大，表面著生白粉無種子如李囊果病。

(11)餅病：芽或葉部分組織肥大，肉質狀，表面著生白粉狀物。

(12)腐敗病：枯死組織進展到崩解狀態，由於受害器官及外觀可細分為黑腐、白腐、乾腐、軸腐、輪腐、尻腐、蒂腐等。

4.標兆明顯者即病原體出現可由肉眼辨別者：

(1)白(紫)紋羽病：根、莖地際部出現灰白(紫)菌絲狀，呈網狀或膜狀。

(2)膏藥病：幹上如貼膏藥狀者。

(3)煤病：葉、果實、枝條表面上有一層黑膜易剝脫。

(4)麥角病：禾本科植物花器長出紫黑色角狀物之硬塊。

(5)白絹病：莖地際部表面被具光澤的白絹絲狀物,不久其上著生茶褐色如白菜種子大小球狀物。

(6)菌核病：枯死組織上或組織中表面如黑鼠糞狀塊物。

(7)小粒菌核病：如上但塊狀物較小。

(8)赤黴病：果實被害部枯死,表面長粉紅色黴狀物。

(9)白黴病：葉背面產生白霜狀黴,但不造成枯死斑點。

(10)露菌病：葉背面著生白、灰、淡紫色浮上之黴狀物表面組織黃化。

(11)灰黴病：果實、花、葉、濕腐表面如鼠毛狀黴。

(12)葉黴病：葉背面長褐色－紫灰色黴狀物。

(13)白粉病：葉、幼梢及幼果表面著生白粉狀散生或叢生。

(14)銹病：夏胞子時代葉上出現多數黃、橙、褐、暗褐色粉狀物。

(15)白銹病：葉背面表皮破裂著生白粉狀物。

(16)黑穗(粉)病：多數為害穗部，被害部飛散黑粉狀物。

五、感染性病害之病原

感染性病害之病原可分為病毒、菌質、細菌、真菌、線蟲、寄生顯花植物及藻類等。其主要特徵為：

(一)病毒

感染病毒的植株，通常生長速率減慢，引起矮化現象，同時使產量減少，植株的壽命減短，但嚴重程度則隨病害種類而異。

1.植物病毒的構造與形態：病毒的顆粒主要由兩部分構成，外圍I為蛋白質所構成的鞘，具有保護作用，稱為Capsids；中心由核酸(Nucleic acid)所構成，稱為Nucleo capsid。植物病毒的核酸絕大部分是核醣核酸(Ribonucleic acid, RNA)，而細菌的病毒(稱曰噬菌體)以及大多數的動物病毒核酸，則為去氧核醣核酸(Deoxyribonucleic acid, DNA)。

植物病毒顆粒的形態，可分成不對稱形及對稱形兩類。不對稱形的病毒顆粒有短桿狀、長桿狀及子彈型，亦有絲狀者；至於對稱形的病毒顆粒，通常是一種對稱的20面體，每一面都是等邊三角形，這種病毒通常是球形病毒。桿狀病毒的外鞘是由成千的相同蛋白質單位以螺旋狀排列，構成兩端開口的長柱形，此種外鞘的長度視中心的RNA分子長度而定。球形病毒的外鞘為一封閉的殼，其中心的RNA排列方法則不甚清楚，每一種病毒其RNA與蛋白質的比例是一定的，皆無法用人工培養基培養。病毒顆粒一般小於１μm，無法以光學顯微鏡觀察，需借助電子顯微鏡方能觀察其真面目。病毒在酸性下安定，鹼性下易被破壞而喪失其傳染性。

2.植物病毒的傳播：自然界中，植物病毒必須藉由傷口才能進入植物體內，且必須在生活的細胞內才能生存繁殖。因此，植物病毒可經由昆蟲或其他節肢動物、土壤中的線蟲、土壤傳播的低等真菌、帶病毒的種子、感病的營養繁殖器官與機械工具等方法傳播。

茲分別就幾種傳播病毒的媒介說明如下：

(1)昆蟲：在田間，昆蟲傳播最普遍也最重要，已知可傳播病毒的昆蟲有蚜蟲、浮塵子、角蟬、粉蝨、蚱蜢、薊馬及甲蟲。另外，屬於蜘蛛網的某些種類亦可傳播。昆蟲傳播病毒的方式分為2種：一為非持續性，即昆蟲在獲毒後，馬上具有傳毒能力，但此能力很快就會消失，除非再獲毒；另一為持續性，即昆蟲獲毒

後，需經過一段潛伏期才能傳播，而此能力可持續一段時間。但有些病毒，既不屬於持續性，也不屬於非持續性，所以現在已逐漸以另二名稱取代，一為口針傳播，即昆蟲獲毒後，病毒僅附在口針上，然後即可傳毒；另一為循環式，即昆蟲獲毒後，病毒經由昆蟲的口器、食道、腸壁進入血液中，再回到唾腺，然後此昆蟲才可傳毒。循環式的病毒不一定能在昆蟲體內繁殖，但包括所有以前所謂的持續性傳播的病毒。

蚜蟲、浮塵子、蟬、粉蝨及介殼蟲都屬於同翅目，都具有刺吸式口器，易於伸入植物組織中吸取汁液，並傳播病毒。蚜蟲傳播大部分的植物病毒，通常一種蚜蟲至少能傳播一種病毒。浮塵子是傳播病毒次多的昆蟲，它可利用口針式、循環式到繁殖式來傳播病毒。一般昆蟲與病毒的傳播之間常有專一性存在。

(2)營養繁殖器官：利用營養器官繁殖之植物如馬鈴薯、草莓、大蒜、鬱金香、唐菖蒲、蘭花等，若母株帶病毒，則繁殖之後代植株亦皆帶病毒。利用砧木嫁接時，若砧木或接穗帶病毒，則嫁接後的植株感染病毒機率幾乎100%。

(3)種子：種子帶毒率依病毒及植物種類而定，有些病毒由感病的父本花粉與健康的母本相交配後形成的種子所攜帶。病毒可在種子內越冬或越夏一段很長的時間。

(4)機械方法：部份病毒僅靠機械方法來傳播，例如菸草嵌紋病毒(TMV)，易於藉枝條的修剪、工作者的接觸及彼此間的磨擦所造成的傷口來傳播，但並非所有的病毒皆可藉此方法傳播。

(5)線蟲、真菌：部份病毒活於土壤中，並經由線蟲或真菌傳播以侵入寄主。例如葡萄的扇葉病毒可經由匕首線蟲(*Xiphinema index*)傳播；又萵苣的腫脈病毒(Big vein of lettuce)可經由真菌(*Olpidium brassicae*)來傳播。

3.植物病毒所引起的病徵類型：病毒感染植物所引起的病徵，一般可分為系統性病徵及局部性斑點。系統性病徵出現於整個植株，病徵多由植株頂端的幼嫩葉片開始發生，以後老葉逐漸出現病徵。而局部性斑點僅出現於病毒侵入之部位。有些病毒在寄主上並不引起明顯病徵，則此種病毒稱為潛伏性病毒，而其寄主稱為無病徵的攜毒者。有些植物感病毒後，並無病徵出現，一旦環境合適，病徵隨即出現，此種病徵稱為隱蔽性病徵。

系統性病徵，通常有下列3型：

(1)嵌紋：葉片或果實上夾雜著淺綠色、黃色、白色以及正常的綠色，或花瓣上夾著白色以及正常的花色。由罹病葉片、果實或花瓣上不正常的變色程度及形式，此種嵌紋型病徵又可分為斑駁、條紋、輪紋、線狀、葉脈透明化、黃化斑點等。通常造成嵌紋型病徵的病毒係藉由機械傳

播，並以蚜蟲為媒介昆蟲。

(2)黃化：葉片上之變色通常很一致，而沒有任何斑點存在，偶而可出現葉脈透明化。自然界中常以浮塵子為媒介昆蟲。

(3)輪點：葉片、果實或莖上出現萎黃或壞疽輪紋。許多輪點型的病害，有時病徵會消失，而在某種環境之下才又出現，但病毒則一直存在植物體內。

(4)其他：尚有許多較不普遍的病徵，如生長受阻、矮化、捲葉、簇葉、叢生及陷莖等。有些病株，可能在同一植株上具有不同病徵同時存在不同部位。

(二)菌質體

菌質體過去被稱為PPLO，係由最初被分離之牛肺疫病原體而得名。PPLO可通過細菌過濾網之濾過性病原體，大小約為125 150nm左右。至1930年代中葉，許多學者已由人、雞及水溝水或腐敗植物中分離出類似牛肺疫菌之微生物，並通稱為Pleuropneumonia-like organisms (PPLO)。1956年，愛得爾及福烈得(Enward & Freundt)兩位學者提出Mycoplasma之屬名而被採納後，Mycoplasma乃取代PPLO之名稱而廣被使用。1967年，東京大學之土居等首次以電子顯微鏡，由桑萎縮病、馬鈴薯簇葉病、翠菊黃萎病及梧桐簇葉病之病組中發現類似菌質體之微生物的存在。同年，石塚等觀察到四環黴素對於桑萎縮病之治療效果。此後，世界各國有關菌質體引起植物病害的研究更趨活躍。

(三)細菌

目前發現可感染植物的病原細菌約有200多種，除少數外，大部分的植物病原細菌為桿狀單細胞，大小約0.5-1.0 x 1.0-4.0 μm。可分泌果膠分解酵素(pectic enzymes)或纖維分解酵素(cellulolytic enzymes)來分解或破壞植物組織，或者形成細胞外多醣體(extracellular polysaccharides)或產生毒質(toxins)影響植物體內水份或養分之輸導系統，或干擾植物生長激素(plant growth hormones)之平衡，而使植物細胞異常分裂或生長等。因此，細菌所引起的病徵常見的為葉斑、葉枯、枝枯、軟腐、萎凋、潰瘍或腫瘤等。

(四)真菌

真菌種類繁多具真核，單細胞至多細胞，呈絲狀，並由此發展成為複雜的無性及有性世代，分佈廣，所引起植病種類，較其它病原總和還多，其分類由有性世代之有無及其特性分為4大類：

1.藻菌類(Phycomycetes)：菌體為原生質團或具無節菌絲，無性世代具游走子，有性世代為卵胞子或接合胞子。

2.子囊菌類(Ascomycetes)：菌體為單細胞或菌絲，菌絲有節，無性世代具各式分生胞子但皆不具鞭毛，有性世代胞子產生於子囊內，子囊裸生或生在有孔口或無孔口的子囊殼內。

3.擔子菌類(Basidiomycetes)：菌體由菌絲構成，菌絲多數有環釦(Clamp connection)胞子(Basidiospore)

產生在擔子梗上面，在冬胞菌綱(Teliomycetes)，有銹菌目(Uredinales)黑粉菌目(Ustilaginales)，在層菌綱(Hymenomycetes)有木耳目(Auriculariales)、外擔菌目(Exobasidiales)、膜菌目(Tulasnellales)、傘菌目(Agariales)、多孔菌目(Polyporales)、靈芝屬(Ganoderma)及無孢目(Agonomycetales)。

4. 不完全菌類(半知菌類(Deuteromycetes, Fungi Imperfecti)：菌體由菌絲構成，未發現有性世代，或雖有發現，但無性世代之繁殖構造特徵明顯。而編列者由無性世代之繁殖構造特徵分為絲胞目(眾梗胞(Hyphomycetales)、束梗胞目(Stilbellales)、瘤座胞目(Tuberculariales)、黑盤胞目(Melanconiales)及球殼胞目(Sphaeropsidales)五目。

(五)線蟲

植物病原線蟲體長1　5mm，兩側對稱、體無分節，胴體無色或半透明的圓形動物。典型的形態為蠕蟲形，少數種類為雌雄異型；部份營固著性寄生線蟲之雌蟲呈梨形、檸檬形、腎臟型等。口腔中之口針(stylet)，為植物寄生性線蟲藉以穿刺植物細胞的利器，中空亦為進食之孔道。為害作物之線蟲種類有數百種之多，所寄生的植物部位包括根、莖、葉、枝條、球莖、根莖、塊莖、塊根及種子等，因線蟲種類和寄主植物而異。

線蟲為害植株之方式有二，一為蟲體完全進入植物根部取食，並於根內成熟、產卵進而為害植物，稱之內寄生性線蟲(endoparasites)，根瘤線蟲(*Meloidogyne* spp.)、包囊線蟲(*Heterodera* spp. 及 *Globodera* spp.)、根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)及穿孔線蟲(*Radopholus similis*)為此類。另一為以蟲體之前半部侵入寄主植物的根，稱之半內寄生性線蟲(semi-endoparasites)，此類線蟲包括螺旋線蟲(*Rotylenchus* 及 *Helicotylenchus* spp.)、環紋線蟲(*Chiconemella* spp.)及釘線蟲(*Paratylenchus* spp.)，此類線蟲，蟲體大小和口針長度介於內寄生性與外寄生性線蟲之間。

(六)寄生顯花植物

高等植物多營自營生活，只有少數營寄生生活。植物學家認為寄生性植物乃係退化或喪失某些生理功能，導致必需利用寄主的養分才可生存。因此，寄生性高等植物可影響寄主之莖、種子與根等部位的發育與生長。台灣常見之寄生性高等植物有兔絲子、槲寄生及野孤等。

(七)寄生藻類

藻類(Algae)具葉綠素或其它色素，多能自行光合作合製造營養，但有些種類則行共生或寄生，寄生在陸上植物而為害明顯者有Cephaleuros屬之數種，台灣已報告有*C. virescens* 寄主範圍廣，如蓮霧、檬果、茶之藻斑病等在高溫高濕條件下於葉片上形成直徑5mm左右之突起圓斑。

六、病害防治方法

田間防治策略乃針對已發生之病害進行防治，亦即當禦病、抗病、除病病均無法避免病害發生時而採行之防治方法，因此主要防病為原則，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但最不易評估其防治效果者。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，亦不可將須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，適度補充含鈣肥料，並適實際需要添加有機質肥料及化學肥料，且至少每3年需輪作一次。

5.選用清潔不帶菌之灌溉用水：目前臺灣之栽培系統分別為露天栽培及溫室栽培並存，若為露天栽培，則為一開放系統，使用之水源亦為開放式，若上游任意棄置罹病植株殘體，水源極易受污染，以此灌溉往往導致嚴重之病害發生，故如何處理罹病植株殘體，避免水源污染，實不可不慎。若採溫室栽培，則為一密閉之系統，灌溉水往往經過貯存、處理，此時若加以滅菌，當可降低水源污染狀況，可施用之滅菌方法包括加熱處理、臭氧處理及紫外線照射處理等。

6.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可促進土壤之通氣性及保水性，對品質及抗病力有極大之助益。

植物防禦病害發生之機制可分為內在因子及外在因子兩大類，內在因子之抗病機制與植物之生化代謝及構造特徵有關。養分經由改變作物生長形式、植株型態及構造，特別是化學組成的改變，而影響生長及產量。此外，養分可增加或降低植物對病害之抗病性(resistance)及耐病性(tolerance)。抗病性主要由寄主限制病原菌侵入、生長或生殖之能力所決定，耐病性為寄主雖受病原菌之感染或侵襲仍能維持生長能力之特性。養分影響抗病性或耐病性取決於植物中養分狀態、寄主植物種類及病原菌種類(Marschner, 1995)。對於增加植物

對病蟲害之抗病性和耐病性之育種及選種研究，主要為經由構造的改變(例如表皮細胞之增厚、木質化或矽化作用(silification))與生理和生化性質的改變(例如產生較多抑制或排斥病蟲害之物質)而增加抗病性。

此外，經由增加機械性屏障物(木質化)和植物抗菌素的合成而改變植物對病原菌侵襲的改變，亦可提高植株之抗病性。當寄主植物之最易感染的生長期，與寄生物(parasites)及有害生物(pests)最高活性時期於不同時期發生，則可達到表觀抗病性(apparent resistance)，亦即避病(disease escape)之防治策略(Agrios, 1997; Huber, 1981)。

當耕作模式改變而增進植物之養分吸收能力及忍受性，相對的增加其對病害之忍受度，甚至達到禦病、抗病之程度。然若處理不當，則可能誘發病害之發生，以氮肥為例，病原菌之代謝系統可因氮肥形態不同(銨態氮或硝酸態氮)而有不同之反應及利用能力，如抑制銨態氮之硝化作用可降低*Verticillium* sp.引起之萎凋病，但卻可引發立枯絲菌(*Rhizoctonis solani*)引起之立枯病，反之則立枯病減少而萎凋病增加。

外在的因子則指經由特殊處理造成環境改變而保護植物免於受病原菌侵襲，抑病土(suppressive soil)即為外在因子之應用。Agrios(1997)認為養分為影響病害發生之環境因子之一，可影響植物生長速率和植物抵抗病原菌侵襲之能力。雖然抗病性和耐病性受遺傳因子的限制，但亦受環境因子相當程度的影響，養分則為其中極易管理之環境因子(Marschner, 1995)之一。Huber and Wilhelm(1988)亦指出養分管理已為病害防治重要策略之一，例如施用石灰或不同量及形態的無機肥料，不僅可直接影響植物生長和組成，亦影響其抗病性及耐病性以及土壤與根圈中微生物活性。一般而言，養分對高感病性或高抗病性品種之抗、感病性影響較小，但對中度感病或部份抗病品種之影響較大。

藉由添加營養物質而改變土壤物理性質(包括酸鹼度、濕度及通氣性等)、生物相(包括根圈分泌物、根圈之微生物繁殖)及無機或有機養分亦可抑制病原菌而降低病害之發生。此外養分亦可影響病原菌之生長、繁殖、病原性及殘存，故可影響生物防治之成效。

7.改善栽培環境：溫度及濕度為病害發生極重要之影響因素，故宜加強管理措施，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。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。

8.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，因此適度調整行株距，實有其必要性。

9.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。

10.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，可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。

11.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，可減少病害傳播；而於採收後迅速清除罹病枝葉，可減少病原菌之繁殖機會，降低病害發生。此外栽培及包裝用具、工作臺及工作場所之清潔亦需極為注重，以減少操作過程中之感染及採收後感染。

12.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。

添加有機質可促進植物生長而增加其抵抗力，同時有機質中之微生物可發揮其拮抗作用，相對地降低土壤病害之發生，目前較明顯之例子為適度施用SH土壤，可增加有益之拮抗菌之濃度，抑制病原菌菌之生長，同時可促進植株生長而增加其對病害抵抗力，因此明顯的抑制萎凋病之發生；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，亦可適度降低病原菌之感染源，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，始需土壤消毒，消毒時可採用70%溴化甲烷(methyl bromide)/30% 氯化苦(chloropicrin)、邁隆(dazomet, Basamid)或福馬林(formaliln)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。而目前試驗結果顯示，以80℃或60℃熱蒸氣薰蒸30分亦可達殺菌效果。

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。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為最常見者。採用藥劑防治雖可簡單而迅速將病害加以防除，其原則為選擇適合藥劑對症用藥以發揮最大藥效、充分了解施藥之最佳時機及施藥方法以充分表現藥效；此外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亦為必需隨時觀察及掌握，以免造成損失及影響。

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，亦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。

七、作物整合管理

作物整合管理(Integrated Crop Management，簡稱ICM)於1997年首先由英國British Crop Protection Council提出，乃是指以合乎經濟及生態的基準，建立最適合作物生長的環境條件，藉以生產高品質、高價位的農產品及其附加價值，並將害物控制於可容許之經濟水平之下，而可以獲取最高收益，且達永續經營之境界。包括7項原則，分別為：

(一)精確且經濟地施用化學物質。

(二)精準且謹慎的選用質材，所使用的質材務必可互相配合而達到最佳化的應用，方不致於造成浪費。

(三)重視天敵之繁殖，同時建立一個有利於土壤及作物生長，且可抑制害物(包括病害、蟲害及雜草等)繁殖的環境。

(四)藉由適當的輪作及耕作模式，以營造土壤肥力最佳化的條件。

(五)維持或增加經濟效益，而非追求絕對之作物高產量。

(六)將不利於生態環境的因素降至最低點。

(七)延緩及降低害物對藥劑抗藥性及對生物性防治方法之抗性的發生。

美國植物病理學會於1999年出版「Citrus Health Management」，書中提及柑桔所需管理之項目包括種植地點、土壤管理、水分管理、品種選別、砧木選別、接穗選別、肥料管理、整合性的繁殖管理、病害管理、蟲害管理、草害管理、施藥技術及採收後處理等，凡是有利於植株健康者均為管理之考量因素，而在經濟效益層面，甚至包括如何規劃管理策略及成本分析以達到最高產值，可說是與ICM有異曲同功之效，也可說是由不同面向思考同一技術，因此以系統管理的角度而言稱為整合管理，若就生物科學之角度而言，則稱為健康管理。

簡而言之，作物健康管理為有效的整合既有的技術，營造最適合作物生長的環境，以促進作物的健康，進而生產健康的農產品，藉由健康的農產品增進消費者的健康，同時也因為合理的使用資材而促使環境趨於健康化。因此其管理模式因地、因時、因人制宜，配合不同之栽種環境，種植適合之作物，加以適當之管理，乃整合適宜之因子而加以利用，而非將所有可資應用之方法集合而綜合應用。

在害物發生的過程中，寄主、環境及害物呈等邊三角形關係，缺一則不可能造成危害，而在完善的健康管理過程中，健康管理、環境與收益亦呈等邊三角形關係，當健康管理得宜時，則環境條件利於作物生長，因植株生長健康而可增進農民之收益，反之，則環境及收益均受嚴重之影響；當農民收益高時，自然強化管理，環境隨之良好，反之，則粗放栽培，環境因而遭受嚴重之影響，害物密度亦隨之增加。

當環境利於作物生長時，易於管理而收益良多；反之，管理成本增加而收益減少。因此，如何維持此三要素於等邊三角形關係為一管理的藝術。

ICM之管理模式大約可由下列數方向著手：

(一)健康種苗

所謂健康種苗，可分為二，一為抗病蟲害之種苗，一般可經由育種而得，另一為未受病原菌(包括病毒、真菌、細菌及線蟲等)及蟲害感染之種苗。當健康種苗無法獲得時，經由生物技術或物理性處理以去除病原為必要之手段，但選種適合之品種，則為第一優先考量之因素。

(二)合適之種植地點

種植地點所應考量之因素包括土壤、溫度、雨量與濕度、光照及與市場、集場距離遠近等。

1.土壤：良好之種植用土需具備下列條件：土質疏鬆，通氣及排水良好、含適量之有機質肥料及化學成分，而未受病原菌及地下害蟲感染為另一重要量因素，因此種植期間需控制土壤之物理性、化學性及生物性因子，並定期進行土壤分析，以了解土壤之實際狀況，再依據實際狀況適時、適量添加有機質肥料及化學肥料，同時亦需強化灌溉系統及模式，適當管理水分。避免過量或不足之土壤含水量，乃因過量或不足均易影響植株根部之呼吸作用及其他生理作用，而影響植物之生長而間接影響抗性。

2.溫度：溫度可左右害物發生及作物生長，適度調整於有利作物生長而強化抵抗力，相對降低害物之發生。改善溫度條件可採行之方法為設施栽培、適度遮蔭、適度調整栽培空間等；此外，適度修剪除可促進植株之光照及改善通風，對調節溫度亦稍有助益。

3.雨量與濕度：臺灣地區雨量多，大部份超過蒸發量，每年的雨量並不固定，但多集中於5 9月，且5 9月之月雨量變異大，若農地無法消納每月數百，甚至上千公厘的雨水，則作物嚴重損害，但若農地能消納此大量雨水而作物栽培不受水害影響，則生長良好，因此農地消納雨水的能力成為作物栽培成敗與否之重要關鍵。

至於濕度，明顯影響病害之發生與消長，故為保護作物生長，控制濕度實有其必要性。除白粉病可藉由噴霧增加濕度而控制其分生胞子散佈外，一般多以降低濕度為多。

4.光照：植物必需種植在光線充足處方可正常生長，但不同作物對光照之感受度不同，故需要強光照之植物，應種植於光照充足處，至於不可照強光之植物，種植時必需遮蔭。

5.與市場及集貨場距離之遠近：貯運距離之遠近直接影響農產品採收後之品質，與集貨場之距離愈近，愈可於採收後立即進行保鮮作業而維持農產品品質，反之則較易喪失原有之品質。

(三)植物保護

除應符合IPM之條件外，以採用抗病蟲品種、誘殺、生物防治及耕作防治為主軸，儘量避免使用化學藥劑，同時進行病蟲害監測及預測，於害物發生之有利環境因子出現時，防患未然，可收事半功倍之效，因此執行IPM之管理時，需有預防重於治療之理念。

(四)植物營養

控制肥料乃維持植株健康以獲得高產量之重要方法之一，有機肥料及化學肥料均有其必需性，故宜定期進行葉片及植體分析，作為施肥之依據。

有機質肥料之施用技術因時因地制宜，可視為一農業藝術，其主要的功效包括三方面：

1.改善土壤物理性質：改善土壤構造、增加土壤保水力、增進土壤通氣性及增加土壤溫度。

2.改善土壤化學性及作用：可增加土壤貯存營養分，經分解後提供植物的營養及能量，同時分解產物可促使貯存的無機營養轉移及增加其有效性、營養的固定化作用及含有植物生長的活性物質。

3.對土壤微生物的影響：提供土壤微生物的營養及能量。含氮素較少的腐植質可增進土壤固氮的作用，將空氣中的氮固定成生物可利用的氮素化合物，增進土壤有益菌而制衡有害菌；此外，有機肥可增加保肥及保水力、提高養分有效性，如磷及微量要素之有效性，並提供微量要素，尤其鐵、錳、銅、鋅、硼、鉬。化學肥料亦為不可或缺之要素，施用時需包括氮、磷、鉀三要素及微量元素，且三要素之比例因植物不同而用量不同，然應避免硝酸態肥料之淋洗流失及生理障礙。

(五)輪作

由於不同作物之營養需求不同，對不同營養成分之吸收量不同，若長期連作，易導致部份元素累積過多而造成鹽害，其他元素則因大量被吸收而產生不足之現象，此即為常見之連作障礙。輪作時乃以不同種類之作物輪流種植，可因作物之營養需求不同，而將土壤中之不同肥料加以利用，避免因長期種植同一作物所造成之連作障礙。此外線蟲及土壤傳播性病害亦常因連作而日趨嚴重，輪作時可因其寄主不同而降低其繁殖，是以輪作可減少線蟲及土壤病害之發生，尤以與水稻輪作之效果最為顯著，但農民採用玉米及十字花科蔬菜與菊花輪作，亦可抑制土壤病害之發生。事實上，於休耕期適度淹灌，亦可達病害防治之效果。

(六)栽培管理

除耕作防治中所需加強之工作多為栽培管理之重點外，慎選栽植作物種類、慎選合宜之種植時期、適度之栽植密度，以強化田間管理為不斷耳提面命之策略，此外，需加強農產品採收前之處理，以促使產品進入顛峰狀況，並注意於傍晚或清晨低溫時採收，降低其呼吸及其他生理作用，以延緩其老化現象。而採收後之處理亦極重要，包括貯放於

合宜之貯藏環境及選用最佳之貯藏方法。

(七)機械化考量

機械化考量，可降低能源增加之壓力，包括降低人力、提升工作效率及減少資源之浪費，但仍以符合經濟原則為依歸。

(八)農民推廣教育

農民教育亦為綜合管理不可忽視的一環，良好之管理體系乃需配合農民之習慣而擬定，同時需極易為農民所接受而樂於應用，方可順利推展，因此除建立良好之管理策略外，同時教育農民，提昇其水準，健全農民對管理及農藥應用之觀念，使二者之落差降至最低，則落實綜合管理之執行，猶如探囊取物。

(九)消費者宣導、教育

農產品之最終目的乃為消費者所接受，而消費者包涵所有各行各業及各種不同理念之族群，因此消費者之認知及消費習慣為不可忽視之一環，如何宣導整合管理之理念，促使消費者了解化學物質之安全性及必需性，同時改變其選購外觀亮麗而不注重品質之消費習慣，實有助於綜合管理於田間落實。

綜而言之，凡是可降低經營成本、提昇農產品之經濟價值，同時促進消費者之購買慾，進而增進產品銷售量之任一農業行為，均可視為綜合管理之一環。因此其管理模式因地、因時、因人制宜，配合不同之栽種環境，種植適合之作物，加以適當之管理，乃整合適宜之因子而加以利用，而非將所有可資應用之方法集合而綜合應用，因此以整合性之作物管理闡述，似較之綜合管理更為貼切。