

「非化學農藥防治」於蔬菜栽培之應用

作者：張雅玲 助理研究員
作物改良課

電話：037-222111#326

前言

自農藥問世，由於對病蟲害防治效果快速而有效，廣受農民使用，但常因施藥時未依規定、多種藥劑混合使用、使用未推薦藥劑，不但未產生施藥應有的效果，反而造成抗藥性的產生，加上終年密集連作的栽培方式，使病蟲防治工作更加困難。

現今消費者對農產品品質要求提升，樂活「LOHAS」已成為新的生活方式，即為考慮健康和環境能夠持續的生活型態下，無農藥蔬菜產品的生產模式更顯現其重要性；為順應需求，農委會基於「健康、效率、永續經營」的施政理念，提出「精緻農業健康卓越方案」，並已納入農委會的重要施政方針，期望能達到提升國人生活品質之目標，並積極打造臺灣為「無毒農業島」。農產品生產過程中最被重視的即為防治病蟲害時所施用的化學藥劑，要如何解決消費大眾的疑慮，成為農業栽培者極需面對及解決的課題。

非化學栽培中可應用手段

「非化學栽培」即利用生物性、物理性及化學性等手段，來降低田間病蟲危害，生產安全無殘毒的蔬果，其方法如下：

一、生物防治法

(一)釋放寄生性天敵如寄生蜂或捕食性天敵如黃斑粗喙椿象、闊腹螳螂、瓢蟲、草蛉及捕植蟻等天敵防治害蟲及害蟻。

(二)利用健康種苗以減少農藥使用，目前已有豇豆、甘藷、馬鈴薯、蒜及綠竹筍等蔬菜作物成功應用。

(三)將抗病基因導入優良蔬菜品種中，使作物在生產過程中產生抗病能力，農藥的施用率自然減少，目前已於茄科、葫蘆科等蔬菜作物針對病毒病、白粉病、青枯病等重要

病害進行重要的育種工作。

(四)使用刺激性物質使植物產生防禦能力，當外來病原侵害時，植物可辨識而產生防禦作用，拮抗微生物木黴菌或化學藥劑亞磷酸、水楊酸等都具有誘導抗病的能力。

(五)將病徵表現輕微的病毒打入植物體中，進而增加植物體內抗性，雖然無法完全可避免病毒病的發生，卻可避免嚴重發病的病毒感染，交互保護法主要應用於病毒病上，施用前應了解病原特性，才可獲得良好的抗病效果。

(六)利用農用微生物製劑防治病蟲害，其原理為寄生於害蟲體進行生長繁殖，最終導致寄主死亡，例如使用蘇力菌、白殭菌、黑殭菌、綠殭菌等，有效防治十字花科蔬菜害蟲小菜蛾、甜菜夜蛾等成效斐然，且對非目標生物安全性高，無環境污染及殘留疑慮。

(七)性費洛蒙(Sex pheromone)是根據昆蟲分泌可引誘異性與其交尾的揮發性物質所研發出的誘劑，誘引或誘殺田間雄蟲，以減少與雌蟲交配機會，而降低害蟲密度，利用時機應於害蟲發生早期使用，才易獲得防治效果。現今已有許多商品化產品販售，如斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、甘藷蟻象、甘藍擬尺蠖等皆具有良好效果。



圖1. 黃色黏紙即為利用昆蟲趨光性原理達到滅蟲效果

二、物理防治法

(一)利用溫度、溼度、光線、忌避、誘殺等物理方式，使環境條件不適合病蟲害滋生，或破壞其生理結構，因而降低對植物的危害。如設置於溫室中之黃色黏紙即為利用昆蟲趨光性原理達到滅蟲效果(圖1)，又如於本場新品種桑椹苗栗一號栽培試驗田中所放置太陽能滅蟲器(圖2)，不僅有效誘殺害蟲，還頗具節能減碳的概念。設施土壤可利用淹水方式，將土壤淹浸一段時間，雖無法全面殺滅所有有害生物，但可使其密度降低至不影響作物生長，而農藥的使用自然可以減少。窄域油及苦楝精也具有防治效果。

(二)當環境條件適合病蟲害生存，加上病原及蟲口密度上升，植物遭受危害的機率大增，由此可知，病蟲害的發生和栽培環境及操作方式息息相關，適當的田間管理方式及栽培技術可減少植物感病機會。其中包含田間衛生、合理化施肥、土壤管理、水份管理、間作、輪作、設施資材的應用等方法，可依照防治目標設定栽培管理方式。

(三)溫網室等設施栽培，人工控制環境條件並隔離病蟲害，降低侵犯作物的機會或是以人為徒手方式，發現病蟲害時立即將植株隔離或拔除，防止其繼續傳播擴散也可達到「非化學栽培」的目標。

三、化學防治法

利用具有抑制病原菌生長的物質取代農藥的使用，噴施後對環境不具危害性，此類

商品包括植物營養健素(中興一百)、核胺光動素(具強力光動殺生作用，以甲硫胺酸與核黃素為主要成份)、植物性食用油、植物性抽出物、重碳酸鹽、抗蒸散劑及高脂膜等。部份商品(如植物營養健素)除了具有可防治病原菌滋生的效果，還可增加產品的品質。

四、兼具防治法

將具有功效的物質添加於土壤中，防治線蟲、青枯病、蔓枯病等植物土傳性病害，其作用在於使土壤中有害微生物受到抑制、改善土壤條件誘導有益微生物產生、增加土壤中營養物質、提供植物生長所需、強健植物生長勢而抵抗外來侵害。除增加植物及抗力外，對於土壤物理性及生物性也具有改良的功效，目前市面上已有許多這類的產品推出，如枯草桿菌、SH混合物、SSC-06混合物等都具有效果。

由於區域環境的不同，以上各種方式可依照品種特性、氣候差異、土壤性質等條件相互搭配使用，開發適合的綜合管理操作模式。鄰近田區可採取相似的方式共同防治，農藥施用量減少，其效果將更顯著。

結語

生物之間自有一定的族群消長型態及相生相剋性，有效靈活運用將成為非化學農藥防治上的利器，也是產業界共同努力的目標；本場多年來致力於「非化學農藥防治」策略，目前已有天敵昆蟲螳螂及黃斑粗喙椿象量產技術、葉用枸杞蝨癭非農藥防治方法技術授權，即希望能為「健康、效率、永續經營」的農業願景貢獻棉薄之力。

在目前農藥高依賴度的農業生產型態中，要短時間內達到完全非化學農藥栽培，具有相當高的困難度，建議可採用漸進式的方式，如採用健康無帶病毒、利用簡易環境設施等，逐步降低農藥使用量，搭配合理栽培管理模式，不但可落實「健康農業」更可達到「安全消費」的雙贏產銷模式，在進口蔬菜激烈競爭中找出屬於台灣在地生產的優勢，農業永續經營將不再遙不可及。



圖2. 於本場新品種桑椹苗栗一號栽培試驗田中所放置太陽能滅蟲器

苗栗地區輪作制度的探討—以大湖地區為例

作者¹：何超然 助理研究員
生物防治分場

作者²：吳倩芳 技佐
作物改良課

作者³：洪瑛穗 助理研究員
種苗改良繁殖場品種改良課

電話：037-991025#12

電話：037-222111#327

電話：04-25825461

前言

近年苗栗大湖地區農戶以種植草莓為主，約從九月中下旬至十二月定植，十一月底至翌年四月為採果期。草莓季後於四月至九月間種植一些經濟作物或培育翌年所需的草莓苗，以提高土地利用效率，增加農戶收益。臺灣每年因四、五月間多梅雨及七、八月間多颱風之影響，國內主要蔬菜產區常遭受嚴重危害而使菜價大幅波動。因此在預期菜價飆漲的心理影響下，更加強本地農家種植經濟作物的投機心態。

大湖草莓現行輪作物種

現行大湖地區的草莓季於翌年三月底至四月間結束，四月起農戶陸續種植其他經濟輪作作物。輪作作物(表1)從早期的以水稻(80天)、玉米(68天)等農藝作物為主；漸次改種甜瓜、胡瓜、敏豆、茄子、甜椒、綠肥(黃豆、波斯菊)等園藝作物，進而到目前莓農多以番茄與草莓輪作。概因農戶農產品多送交由行口(小販)轉運中南部市場，且收購多為現場現金交易。再者玉米收購價格偏低，一分地產值僅約六千至八千元，小番茄一分地則可有高達二十多萬元的收益，故農戶競相種植小番茄，據統計大湖地區從96年到98年小番茄春天輪作，年栽培數量均逾百萬株，足見現行大湖地區輪作作物的興替。

輪作制度的優點

輪作乃是在同一塊土地上，有計劃而按一定之順序栽培不同作物，經過若干年之作物種類順

序交換的耕作制度。由於傳統長期耕作、施肥、灌溉等方式固定不變，會導致土壤理化性質惡化、肥力降低、有毒物質積累、有機質分解緩慢和有益微生物數量減少。輪作不僅可以較為經濟地減緩現代農業化學品的過度依賴，也符合當今政府推廣安全農業及有機農業的政策，蓋因輪作制度有下列優點：

1. 可以使不同需肥作物均衡利用土壤中的營養元素，使土壤養份耗損平均，把用地和養地結合起來。
2. 輪作因作物根部深淺，可促使土層縱身養分的均衡使用，充分利用土壤各土層之養分。
3. 可增加土壤有機物質含量及改善土壤理化性與土壤結構，減少土壤沖蝕及保蓄水分，有效提升土壤生產力。
4. 輪作減少寄主植物，使寄生性強之單一寄主病原菌及遷移能力小的病蟲大量死亡，腐生性不強的病原物如馬鈴薯晚疫病菌等，由於沒有寄主植物而不能繼續繁殖。
5. 輪作可改變土壤生態環境，可以增加生物多

表1. 苗栗大湖地區草莓輪作栽培曆

	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
草莓定植期										—	—	—
採收期	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
水稻				—	—	—	—	—	—	—	—	—
玉米				—	—	—	—	—	—	—	—	—
小黃瓜				—	—	—	—	—	—	—	—	—
敏豆					—	—	—	—	—	—	—	—
茄科				—	—	—	—	—	—	—	—	—
甜瓜				—	—	—	—	—	—	—	—	—
大胡瓜				—	—	—	—	—	—	—	—	—
綠肥				—	—	—	—	—	—	—	—	—
備註	— · — · — 表休耕期 — · — · — · — 表淹灌及打水田期 — · — · — · — · — 表晒田及作畦期											

樣性，促進土壤中對病原物有拮抗作用的微生物活動，從而抑制病原物的滋生，減低病蟲害的發生及雜草滋生為害。

6.水田旱作相輪，可改善土壤通氣性、減少有害物質如毒素、病蟲害、鹽分的累積。

7.增加農業經營整體面之收益。

由上可知輪作制度不僅可以維持土壤生產力、增加肥力、降低病蟲害，進而增加農地的複作指數，增加農業經營整體面之收益，好處甚多，值得推展應用。

蔬菜輪作作物安排的原則

土壤是作物根系立身之地，舉凡土壤之理化特性及微生物等，皆與作物種植有密不可分的關係。又蔬菜相較於農藝作物屬高經濟價值作物，但其種類與品種甚多，複作指數高，為避免連作衍生的問題，蔬菜作物合理輪作施行是應該被重視的，蔬菜作物輪作的安排原則如下：

1.依據蔬菜作物需肥特性的不同來安排

不同的蔬菜所需要的肥料種類是不同的，果菜類蔬菜如草莓、玉米、瓜類及茄科作物，需要磷肥比較多；葉菜類蔬菜如白菜、菠菜等，需要氮肥較多；根莖類蔬菜如馬鈴薯、山藥等需要鉀肥比較多；豆科植物有固氮作用可增加地力。根據各種蔬菜作物的需肥及固肥特性，交錯輪作栽培，可以充分利用土壤中的各種養分，提高肥料的利用率。

2.依據蔬菜作物不同的根部生長深度來安排

不同的蔬菜品種，其根伸展的深淺程度也不相同，如淺根性的草莓、葉菜類及蔥蒜類蔬菜，深根性的茄、豆類及根莖類蔬菜。其對肥料的吸收空間便有差異，兩者輪作，使土壤中不同層次的肥料都能得到充分利用。

3.依據蔬菜種類對病蟲的不同抗性來安排

因不同蔬菜種類對環境的要求不同，輪作不同種類蔬菜可以改變病蟲的生活條件，抑制害蟲族群，減輕病蟲害，達到不用或少用農藥的目的。糧蔬輪作如草莓等旱菜與水

稻、水旱輪作如草莓等旱菜與水蘿、水芹輪作，可以控制土傳病害；利用前作根系分泌物，可以抑制後作上病害的發生，如甜菜、胡蘿蔔、洋蔥、大蒜等根系分泌物可抑制馬鈴薯晚疫病發生，小麥根系的分泌物可以抑制茅草的生長、栽種蔥蒜類蔬菜之後再種大白菜，以減輕大白菜軟腐病的發生；草莓與蔥蒜類等忌避作物混植，以驅離昆蟲危害；藉由蔬菜抗病砧木來防治土壤病害，如優質番茄接穗嫁接茄子抗青枯病砧木。

4.依據蔬菜對酸鹼忍受性不同來安排

各種蔬菜對土壤 pH 值的要求是不同的，能耐土壤 pH 5.0-6.8 的蔬菜有：馬鈴薯、芋、蔥、西瓜、甘藷等；耐 pH 5.5-6.8 者有：草莓、胡蘿蔔、胡瓜、甜玉米、茄子、大蒜、芥菜、碗豆、番椒、番茄、菜豆等；耐 pH 6.0-6.8 的有：甘藍、青花菜、花椰菜、芹菜、甜瓜等，依土壤耐酸程度的不同選擇適當蔬菜作物方能達到高產的目的。

5.依據蔬菜的種植年限不同來安排

各種蔬菜的輪作年限是不同的。白菜、芹菜、花菜、蔥、蒜等在沒有嚴重發病的農地可以連作數作，僅需於種植前增施基肥或有益微生物。若以間隔時間觀之，馬鈴薯、山藥、生薑、黃瓜、辣椒等約1-2年；西瓜栽培的間隔時間約2-3年；番茄、芋頭、茄子、香瓜和豌豆等約3-4年。

草莓是高需肥的淺根系作物，其生長適當之 pH 值介於5.5-6.5之間，莓農可根據自耕田的概況，依上述的輪作原則選用適合的輪作蔬菜，來克服種植田區的土傳病蟲及地力等問題。

大湖地區現行輪作制度之優劣

據農試所對大湖地區土壤調查研究顯示，苗栗大湖許多區域土壤均無明顯磷肥肥效，土壤酸鹼度分佈介於 pH 4.0-6.0 之間。本地區傳統莓農種植草莓多以有孔銀白塑膠布覆蓋配以水帶灌溉，季末噴施殺草劑移除乾枯草莓後，旋即利用原塑膠布孔洞及水袋

設施種植其他經濟輪作作物。茲將草莓與玉米及小番茄兩主要輪作作物優劣分述如下：

1. 草莓與小番茄輪作

草莓與小番茄輪作佔大湖作物栽培的主要面積，因兩作物根系深淺不同，小番茄有承續草莓未用完的底層土壤養分及單位面積收益較其他作物高的優點；然而小番茄與草莓同為果菜類作物，對土壤營養需求較為相似，使得淺層土壤養分利用較不平均，紅蜘蛛、二點葉蟬、銀葉粉蝨、番茄葉蛾、小菜蛾、金龜子幼蟲等草莓蟲媒延續危害，又青枯病同時存在於兩作物間，使得病孢得以繼續繁衍，使得現行茄科作物輪作更加困難，且大湖地區目前番茄毒素病越加猖狂，是否移轉到下一草莓期作仍是大家所關切的。

2. 草莓與玉米輪作

草莓與玉米輪作，兩作物根系伸展的深淺程度也不相同，玉米可以充分使用與草莓根系土壤中不同層次的肥料，且玉米在管理上有較其他蔬菜為省工的優點。但玉米與草莓同為果菜類作物，也有對淺層土壤養份利用不均之慮，且玉米有前作草莓斜紋葉盜及金龜子幼蟲之延續危害，其收益相較他作為低，除非田間勞動力缺乏者、前一年同期玉

米價格較好或前幾年同期種植作物失利轉作玉米外，採行者少。

綜合上述結果可知，苗栗大湖地區周年均種植果菜類作物，使得淺層土壤養份使用不均衡，此與農試所的土壤有效養份調查「無明顯磷肥肥效」的結果是一致的。又長期輪作作物栽培沿用前期作物之塑膠布覆蓋，使病蟲媒菌有遮風避雨之處，進而繼續馴化進化繁衍，使得後作作物病蟲害愈趨嚴重。故不論是草莓與小番茄或是草莓與玉米輪作幾年後，仍需水旱輪作一次或借助有益微生物改變土壤生態相，以確保地力的永續。

結語

輪作乃減少作物病蟲害、地力損耗及增加土壤肥力的一種耕作制度。若與草莓輪作之水旱輪作或是糧蔬輪作作物配置合宜，再加以微生物菌的應用，改善土壤微生物菌相，藉以降低病原菌、降低土傳病害與線蟲等害蟲生長，進而降低化肥及農藥等現代農業化學品的過度依賴，使得作物生長良好，符合當今政府推行之安全農業及有機農業的政策，期能達到無毒農業的境界。