5 / 草莓篇

蔡志濃、林筑蘋、安寶貞

草莓為多年生宿根草本植物，台灣栽培面積約 527 公頃 (農委會 109 年農業統計年報)，性喜冷涼氣候，好日照充足 (有利葉片發育、授粉、受精及果實發育)，不耐嚴寒、乾旱及高溫，生育適溫為 18–22℃。土壤以土層深厚、富含有機質、排水通氣良好的砂質壤土、壤土為宜，土壤 pH 值以 5.7–6.5 之微酸性土壤較適宜，施肥量需足夠 (滿足草莓每一階段生長發育的要求)。在台灣，草莓育苗期為每年 3–10 月，本田期 11 月至隔年 4 月為採果期，草莓苗期病害管理為草莓無農藥栽培的關鍵時期，關係著草莓本田期的存活率及後續的產量及品質。

草莓病害

草莓生長期間危害較嚴重之病害主要有炭疽病 (*Colletotrichum* spp.)、白粉病 (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*)、灰黴病 (*Botrytis cinerea*)、果腐病 (*Phytophthora cactorum*, *P. nicotianae* 及 *Phytophthora parvispora*)、萎凋病 (*Fusarium oxysporum*)、葉枯病 (*Neopestalotiopsis rosae*)、角斑病 (*Xanthomonas fragariae*) 及濕腐病 (*Rhizopus stolonifer*) 等。

一、炭疽病

真菌引起，病原菌會危害草莓葉片、葉柄、走蔓、莖冠基部及果實。在葉部上之病徵為黑色圓形或不規則形病斑 (圖 1)；葉柄及走蔓上之病徵初期為橢圓型或紡錘形病斑，病斑周圍紅色，中心為灰色，並略凹陷，之後逐漸擴大，嚴重時造成葉柄及走蔓枯萎死亡 (圖 2)；莖基部感染後，造成莖基部褐化，影響輸導組織，導致草莓植株萎凋並死亡 (圖 3)。果實上病徵，初期為黑色凹陷小斑，病斑逐漸擴大癒合成灰黑色不規則斑 (圖 4)，濕度高時病斑上會長出粉紅色分生孢子堆。危害根系與莖基部之炭疽菌與危害花器、果實、葉片、走蔓的病菌為同一種。



圖 1. 草莓炭疽病菌危害葉片所引起之病徵。



圖 2. 草莓炭疽病菌危害走蔓所引起之病徵。



圖 3. 草莓炭疽病菌危害莖基部所引起之病徵。



圖 4. 草莓炭疽病菌危害果實所引起之病徵。

二、白粉病

真菌引起，病原菌主要危害葉片、走蔓、花及果實。罹病葉片葉背上有白色粉末狀孢子，病斑隨病勢進展而擴大至整個葉片，嚴重時整個葉背均布滿白色菌絲及孢子 (圖 5)，並造成葉片捲曲，罹病株生育緩慢，植株矮小。果實上之病徵，初期有白色粉末狀孢子，發病嚴重時，果實發育受阻、畸形，嚴重影響產量及品質 (圖 6)。



圖 5. 草莓白粉病菌危害葉片所引起之病徵。



圖 6. 草莓白粉病菌危害果實所引起之病徵。

三、灰黴病

真菌引起，病原菌主要危害葉片、嫩莖、花、果柄及果實。果實及萼片較易出現病徵，罹病果實上病徵呈褐色，後期果實病徵上長出許多灰褐色粉末狀孢子。果實於濕度高時，被害部軟化呈褐色，果實嚴重腐敗，上著生灰褐色黴狀物 (圖 7)。



圖 7. 草莓灰黴病菌危害果實所引起之病徵。

四、果腐病

疫病菌引起，病原菌危害花、果柄、果實及植株根系。花及果柄受感染後褐化腐爛；初染病的果實出現圓形或橢圓形 0.5–1.0 cm 大小之褪色病斑，鮮豔之紅色轉為暗灰色，染病處組織軟化，病斑迅速擴大，2–3 天後果實完全腐敗；氣候潮溼時，罹病組織上長出白色霉狀菌絲 (圖 8)。罹病之葉片呈褐色或黑褐色。莖基部罹病時，植株出現萎凋病徵，罹病組織褐化，葉片下垂，數天內罹病植株快速枯萎死亡。



圖 8. 草莓果腐病菌危害果實所引起之病徵。

五、萎凋病

真菌引起，除了鐮孢菌危害會造成萎凋外，炭疽病菌、疫病菌及腐霉病菌危害亦會造成植株萎凋，經觀察罹病植株的外觀病徵與莖基部組織之縱橫切面病徵，可以發現鐮孢菌造成的外觀與內部病徵與其他三種病菌引起的病徵有顯著的不同。分別描述各菌造成的病徵：感染鐮孢菌的植株，最初新葉變小、葉色異常、小葉不對稱，繼而植株生長緩慢 (圖 9)，開花結果量降低或不開花結果，嚴重時葉片黃化枯萎呈現萎凋狀，而後全株死亡。檢視罹病植株之根系，狀似正常且鬚根多；莖基部外觀亦正常，然而切開莖基部組織，可以見到維管束木栓化與褐化 (圖 10)。炭疽菌、疫病菌及腐霉菌引起之外觀與內部病徵均十分相似，無法以肉眼區別。罹病株之病徵為根系稀少，甚而完全腐敗；莖基部組織之外觀與內部均出現不規則褐變腐敗；嚴重時葉片直接萎凋或黃化枯萎，終至全株死亡。

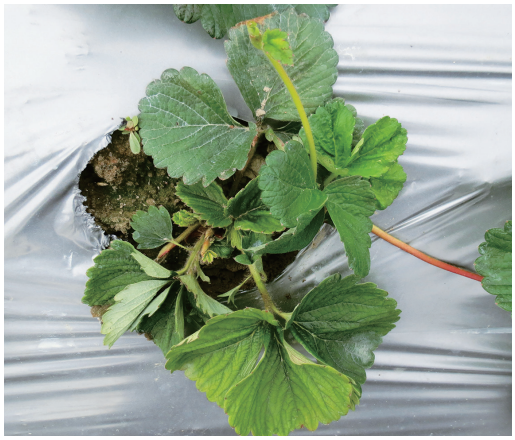


圖 9. 草莓萎凋病菌（鐮孢菌）危害植株所引起之心葉生長不良病徵。



圖 10. 草莓萎凋病菌（鐮孢菌）危害植株所引起之萎凋病徵。

六、葉枯病

真菌引起，病原菌會危害葉片、葉柄、走蔓、莖冠部、根系及果實，葉片上之病徵，初期為紅褐色至深棕色圓形病斑，漸漸擴大造成葉枯(圖 11)；果實上則呈現多變的病徵，包括紫色、褐色或白色水浸狀，後期可能有白色菌絲產生。



圖 11. 草莓葉枯病菌危害葉片所引起之病徵。

七、角斑病

細菌引起，病原菌主要危害成熟葉片，侵染初期受葉脈限制呈角斑狀水浸斑點出現在葉片背面，這些斑點在陽光透射下觀察，呈半透明淡黃色 (圖 12)。病斑擴大相互結合，最後在葉片正面出現角斑狀水

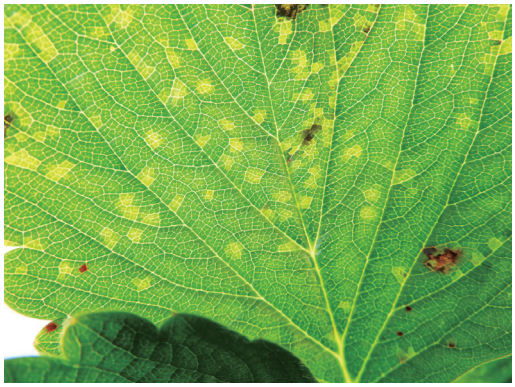


圖 12. 草莓角斑病菌危害葉片所引起之角斑狀半透明淡黃色病徵。

浸病斑，呈红褐色 (圖 13)。在溼度高時，葉片下表皮病斑處出现白色或乳白色的黏性菌體溢出 (圖 14)，嚴重時造成整個葉片枯萎。



圖 13. 草莓角斑病菌危害葉片所引起之角斑狀水浸狀紅褐色病徵。

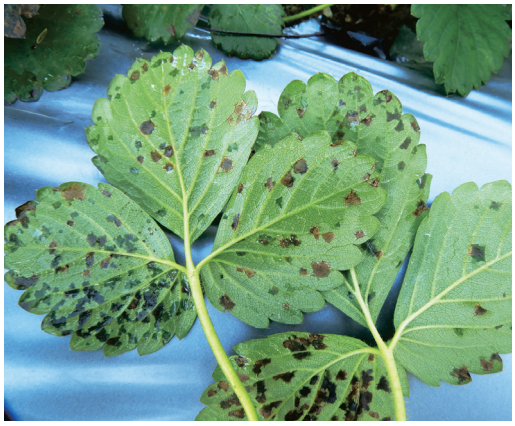


圖 14. 草莓角斑病菌危害葉片所引起之角斑狀水浸狀菌體溢出病徵。

八、濕腐病

真菌引起，主要感染成熟果實，溼度高時可見灰黑色毛狀菌絲，並造成果實水浸狀腐爛 (圖 15)。



圖 15. 草莓濕腐病菌危害果實所引起之病徵。

草莓病害非農藥綜合管理

瞭解草莓的栽培管理及病害發生之生態特性，適時使用相關之資材，可以達到不使用化學合成農藥之目標。草莓病害非化學合成植保資材整合性管理策略 (圖 16、17) 所示。

一、設施育苗栽培

設立防雨之育苗場，慎選健康之母本苗進行育苗，避免苗期炭疽病及萎凋病之發生。

二、健康種苗

慎選無病害之健康種苗；移植於本田之前的苗期，可施用預防性之處理，種植前利用浸泡 4-4 式波爾多液進行種苗消毒，避免任何病原帶入本田。

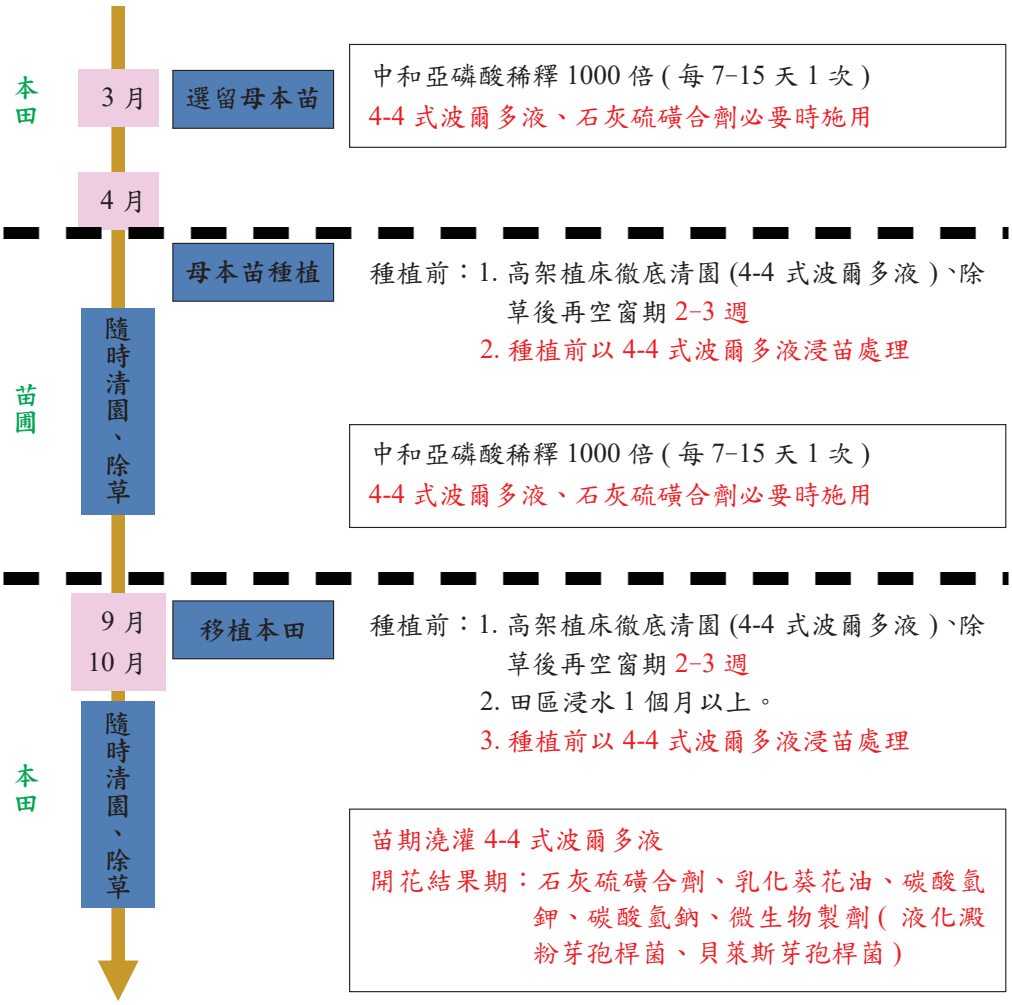


圖 16. 草莓育苗期及本田期栽培管理流程。

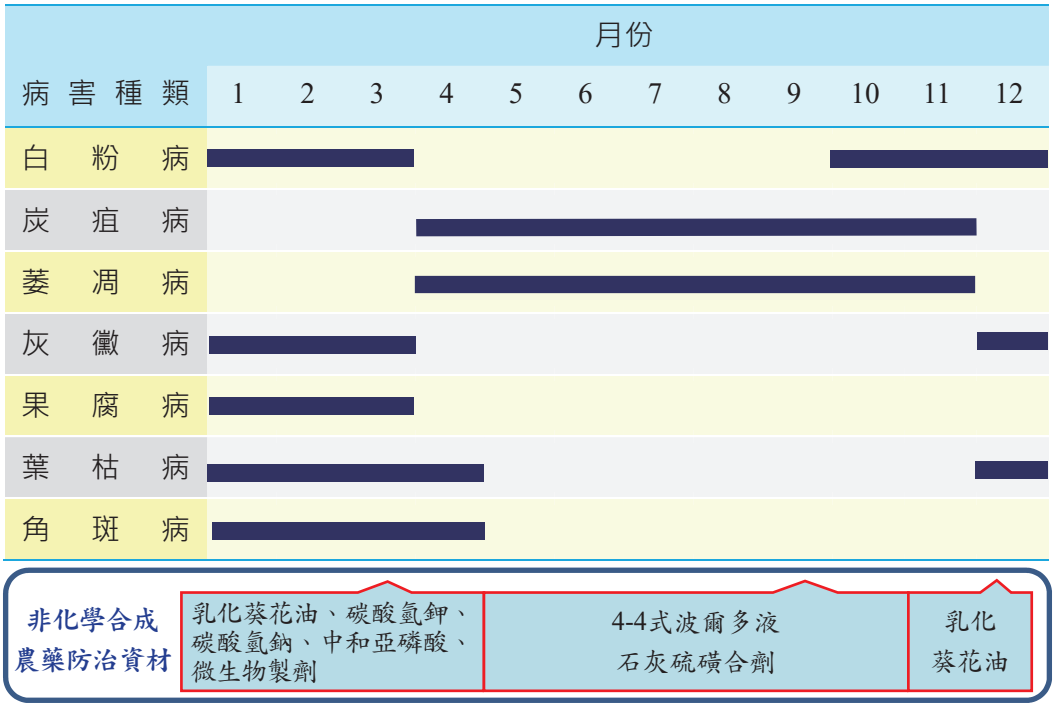


圖 17. 草莓關鍵病害發生及其防治時期。

三、清園

種植草莓之園區最好與水田輪作，或於種植前浸水 1 個月；高架離地栽培則需進行介質消毒。園區內、外圍四週的雜草須清除乾淨，園內不可留有殘枝、葉、花及果等，讓病原菌有可能生長繁衍或存活的場所。草莓老葉及走蔓須隨時清除於園區外。

四、監測

定植後每週確實調查病害發生之種類與嚴重情形，以掌握適當的防治方法與時機。特別要注意草莓苗期可能發生的炭疽病及萎凋病；本田生長期的炭疽病、萎凋病、白粉病、灰黴病、果腐病、葉枯病及角斑病等。

五、非農藥防治方法

配合定期之病害監測，於病害未發生前或發生初期即以非化學合成植物保護資材抑制。資材包括「石灰硫磺合劑」、「乳化葵花油」、「中和亞磷酸」、「碳酸氫鉀」、「碳酸氫鈉」、「微生物製劑」及「4-4 式波爾多液」。

(一) 石灰硫磺合劑

石灰硫磺合劑以生 (熟) 石灰、硫磺、水的重量比例為 1：2：10–15 (水的份量可依使用需求而增減)，所煮沸配製而成，本劑主要為預防性之藥劑，對於抑制病菌之孢子發芽效果極佳，可有效抑制炭疽病菌及白粉病菌孢子發芽，不過對於抑制菌絲生長效果不好，因此須預防性每週施用，使用濃度依不同地區、不同季節及氣候狀況，調整使用濃度約為 200–500 倍施用。本劑因屬鹼性，使用不當易產生藥害，幼嫩組織易被燒傷。

(二) 乳化葵花油

抑制白粉病原菌之機制：經乳化的葵化油噴布於草莓植株上時，可以在植物體表面形成一層薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長，更可覆蓋原先產孢的部位，降低二次傳播與感染的機會；草莓白粉病發生初期以 90% 乳化葵花油，稀釋 200–500 倍，每 7 天噴施一次，連續 3–4 次即可有效控制白粉病之發生，若病害嚴重可以添加重碳酸鹽類增強效果。

(三) 中和亞磷酸製劑

中和亞磷酸製劑之功用，主要是預防草莓果腐病之發生，其防病機制主要是改變寄主與病原菌間的交互作用、降低兩者的親和性、誘導植株合成植物防禦素，進而增強植物的抗病性。自行調配亞磷酸之方法：將亞磷酸與氫氧化鉀以 1:1 等重量中和後，稀釋比例為 1,000 倍後即可使用。亞磷酸對病害發生的預防效果比治療效果為佳，因此亞磷酸應在病害未發生前先予使用，最好於雨季來臨前 1 個月，連續施用 3 次 (每星期 1 次) 以上，較能達到誘導抗病之效果。

(四) 波爾多液

波爾多液在有機作物栽培之病害防治上極具潛力，它對大多數的真菌與細菌性病害均有極佳的防治功效，宜在晴天而微風時藥液易乾的天氣下使用，以免引起藥害。波爾多液一般以「4-4 式波爾多液」配方較為常用，草莓栽培上可以使用於草莓種植前浸苗及清園，可有效降低病菌之初次感染源。另外苗期若炭疽病發生嚴重，亦可以用於噴灌。波爾多液於草莓上不建議連續施用太多次，除了在果實上會有藥斑殘留外，亦可能造成蟎類發生。

(五) 重碳酸鹽

為酸性碳酸鹽 (bicarbonates) 之別名，含有重碳酸根 (HCO_3^-) 之化合物。常見的重碳酸鹽類包括碳酸氫鈉 ($NaHCO_3$) 或稱小蘇打、碳酸氫鉀 ($KHCO_3$)、碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 等三種，有機農業上可以使用之資材為碳酸氫鈉及碳酸氫鉀。重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，一般而言，以稀釋 200-300 倍，視白粉病發生之嚴重程度，調整使用頻度，若能添加天然的展著劑 (例如乳化葵花油)，則防病效果更佳。

(六) 微生物製劑

拮抗微生物可以防治病害的機制，可分為五種：即 (1) 產生抗生素與毒素；(2) 產生酵素分解病原菌；(3) 營養競爭；(4) 超寄生及 (5) 誘導植物產生抗病性。液化澱粉芽孢桿菌 (*Bacillus amyloliquefaciens*) 、貝萊斯芽孢桿菌 (*Bacillus velezensis*) 可用於防治草莓灰黴病。

結語

草莓為連續採收型的作物，病蟲害發生嚴重，農藥殘留風險較高，無農藥栽培，更著重於預防勝於治療，嚴謹的措施，有事半功倍之效。研發

對環境友善的植物保護資材實屬不易，但其應用技術的確立，更是艱難。建立草莓病害整合管理策略的流程，透過種植「健康種苗」、落實「清園」和「監測」作為，並緊密配合「非化學合成植物保護資材」之使用，達到防治病害之效果，生產出高品質且安全的草莓供消費者享用。

參考文獻

1. 安寶貞、王姻婷、徐子惠、蔡志濃、林筑蘋。2012。引起草莓果腐病與基腐病之疫病菌現況。植病會刊 21 : 149–150。
2. 安寶貞、蔡志濃、徐子惠、楊正偉、林筑蘋。2012。草莓萎凋病之研究初報。植病會刊 21: 148–149。
3. 安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、王姻婷、林俊義。2000。亞磷酸之簡便使用方法與防病範圍。植病會刊 9(4): 179。
4. 安寶貞、謝廷芳、謝美如。1997。利用亞磷酸防治園藝作物疫病。植保會刊 9(4):403–404。
5. 余志儒、蔡志濃、高靜華、安寶貞、謝廷芳、張廣淼、彭淑貞。2015。草莓無農藥栽培技術。農業委員會 農政與農情 281: 91–94。
6. 林筑蘋、蔡志濃、安寶貞。2019。廣效性波爾多液有效防治果樹病害。豐年 69:86–93。
7. 徐巧芳、鄭婷文、陳冠勳、連怡婷、林政谷、黃卓君、夏凱、王惠亮。2020。由 *Neopestalotiopsis rosae* 引起之臺灣草莓新病害與藥劑篩選。植物醫學 62(4): 39–47。
8. 蔡志濃、林筑蘋、謝廷芳。2020。用非化學合成植保資材，營造友善農耕環境。農政與農情 338: 24–30。
9. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞。2013。草莓主要病害管理。農業世界 358: 10–15。
10. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞。2015。草莓的病害(一)。豐年 65 卷 24 期: 16–19。
11. 蔡志濃、林筑蘋、安寶貞。2016。草莓的病害(二)。豐年 66 卷 02 期: 20–22。
12. 蔡志濃、蔡惠玲、林筑蘋、安寶貞。2020。*Phytophthora parvispora* 引起之草莓疫病新紀錄。新興害蟲監控管理研討會暨中華植物保護學會 109 年度年會暨論

文宣讀摘要集。p.68。蕭伊亭等人編輯。中華植物保護學會 86 pp。台中 109 年 11 月 27 日(論文摘要)。

13. Ko, W. H., Wang, S. T., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effect of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151: 144–148.