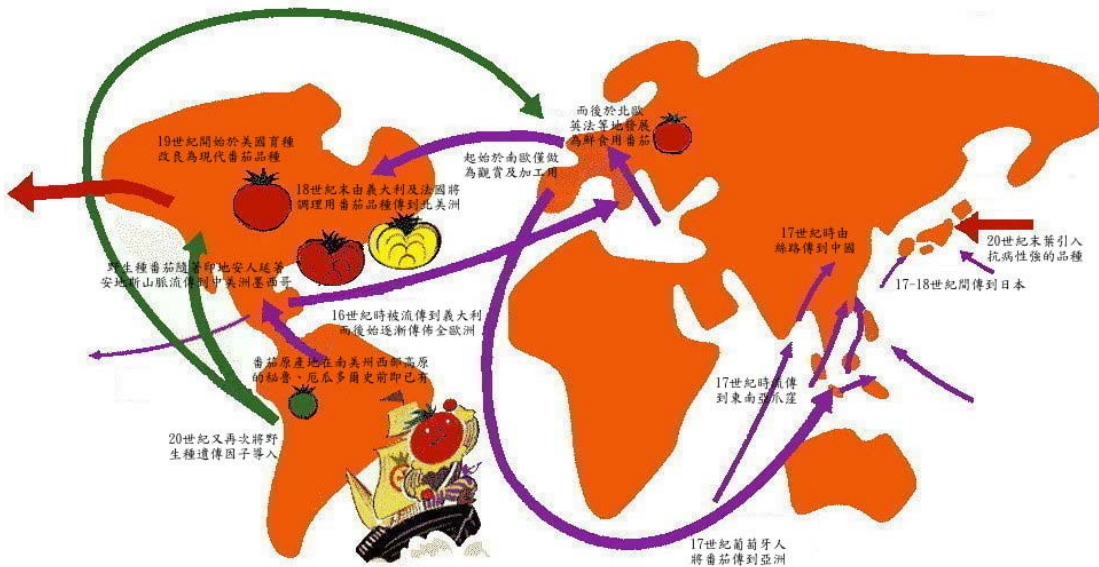


壹、前言



番茄為茄科Solanaceae番茄屬Lycopersicum，學名Lycopersicum esculentum Mill。種源中心為南美安地斯山脈之秘魯、厄瓜多爾、玻利維亞等地，現今仍有許多野生種於安地斯山脈半山腰中被廣泛栽培。紀元前隨著當地住民的移居，逐漸傳播到中美洲墨西哥。1519年西班牙探險家Hernán Cortés，征服當時墨西哥阿茲緹克(Azteca)太陽帝國之後，傳回到西班牙。不過當時的西方人雖然認為番茄美麗，卻誤認它具有毒性，所以只種在庭園中做為觀賞用。而歐洲最早將番茄做為食用的是貧困階層之義大利人，並於1550年左右開始有大量栽培。1575年英國、西班牙才將之做為珍貴的食材，開始廣泛栽培。而真正品種的流傳則遲至16世紀才由中美洲傳入歐洲，17世紀再傳到亞洲，17~18世紀傳到日本。北美洲原住民並無番茄栽培之記載，而是於18世紀由白人帶到北美洲栽培。但如同早期，仍將番茄視為有毒植物，僅將之做為觀賞栽培。1820年一位名叫Robert gibbon Johnson的人，於紐澤西New Jersey state法院前，吃下番茄以證明它是無毒的，才開始了北美洲番茄食用栽培，並於19世紀末20世紀初開始番茄育種，而有現今多樣的現代品種流傳於全世界。

仍將番茄視為有毒植物，僅將之做為觀賞栽培。1820年一位名叫Robert gibbon Johnson的人，於紐澤西New Jersey state法院前，吃下番茄以證明它是無毒的，才開始了北美洲番茄食用栽培，並於19世紀末20世紀初開始番茄育種，而有現今多樣的現代品種流傳於全世界。



圖一、番茄的原產地及流傳分佈。









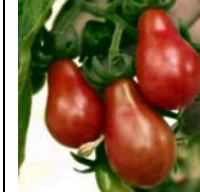



番茄的名稱於世界各地均有其文化背景及意義。番茄屬名中lycos於希臘語中為狼的意思，persicom為桃子之意，即是指為狼的桃子，表示狼吃了之後很有生命力。義大利人最初將之稱為Poma Peruviana，意即指由秘魯輸入，但後來使用之名稱Pnma dáro是為好蘋果(Gold Apple)之意思，則應該於食用後發覺其好處而稱之。法國人稱之為Pomme d'ámur，卻又有嘲諷義大利人、美國人Love Apple之意思。番茄大約於明末時1621年，由葡萄牙人傳入中國，最













早的記載出現在群芳譜。不過，在那個時候，番茄僅供作觀賞。因其外觀似東方特有之柿子，故傳到中國後被稱之為“西紅柿”延用至今。在中國大量栽培和普遍食用，則要等到19世紀初。至於臺灣，則是在荷蘭人佔據臺灣時，於1622年已引進做為觀賞用，但要直到了19世紀末，日本人才引進栽培品種，並由農業試驗機構推廣，而成為高經濟價值的蔬果兩用園藝作物。在臺灣則因其特殊之「臭青」氣味而被稱之為“臭柿仔”，臺灣南部，其後因加工番茄之大量推廣，加工產品外銷為國家賺進大量外匯，促進了農村經濟發展，而被稱之為“甘仔蜜”。日本的記載，是於江戶時代寬文年間左右傳入到長崎而開始流傳，最初也是做為觀賞用，稱之為“播茄”，即源自播州今京都附近兵庫縣。又稱之為“唐柿”，而日語中“唐”意即來自中國，就如同中文中“番”乃指來自外邦。













今日英語 tomato，是由西班牙語 tomate 之語源而來，原來是稱之為 tomatl，其在印地安原住民 Náhuatl 語中之意思為「膨脹的果實」。但在阿茲緹克(Azteca)語中，相同語尾卻有作物持續栽培之意思。歐洲文獻上最早記載的為意大利植物學家 Pietro Andrea Matthioli，所著植物誌(1544年)，其中所描述之番茄為「未熟時綠色，成熟後為黃色」，而將之稱為 pomodoro，其語尾 oro 為黃金之意思，意味著番茄是貴重之物、也有著金色的意味，可知其將番茄視為重要的東西。

貳、番茄品種及分類

番茄經長期的演化及育種於原產地仍存在許多原生種，各地亦有許多未馴化的野生種，而在已開發國家中經育種而來的園藝栽培品種更不計繁數。因此其分類大致上是依植株型態或果實大小分類，果實顏色亦有多樣性變化。植株型態具有矮性(Bush type)及蔓性(Climb type)兩種。果型大小可分小果(Cherry tomato)、中果(Medium type)、大果(Larg type)。再則便是以食用方法分類為觀賞番茄(Ornamental tomato)、加工番茄(Process tomato)及鮮食番茄(Fresh tomato)等。而習慣性之使用性分類又有果汁番茄(Juice tomato)、水果番茄(Fruit tomato)、煮食番茄(Cooking tomato)及牛肉番茄(Beef tomato or Steak tomato)，而日本更將粉紅色桃形者特稱為桃太郎(ももたろ)。而依著色程度及採收適期則分成青蓋、一點紅(Green should)、青番茄(Green tomato)及全紅番茄(我國特有之名稱)。

					
矮性觀賞番茄	Cherry tomato	Cherry tomato	Black Cherry	Green Pickle	Red Heart
					
SPL8-2	Orange Cherry	Red Pear	Yellow Pear	Super Bush	Roma Tomato

					
Air Leaf	Eleanor	Beef Tomato	Beef Tomato	Amber Colored	Super Marzano
					
Anna Russian	Husky Gold	Black Prince	Bobbie	ももたろ	Golden

					
Brandy Boy	Brandy Wine	Brandy Yellow	Ceylon	Orange Beef	Copia
					
Green Giant	Candy Red	Green one	Pink Beef	Green stripe	White Beef

參、番茄之營養價值



現代研究證實番茄含有蛋白質、脂肪、葡萄糖、蔗糖、維生素 B1、維生素 B2、維生素 C、維生素 P、維生素 A、胡蘿蔔素、茄紅素以及鈣、磷、鐵、銅、鋅等成分，營養價質極高。它所含的葡萄糖、有機酸，易被人體直接吸收。尤以維生素 C 含量最豐富，而且受到有機酸及維生素 P 的保護、不易因加熱而遭到破壞。其成分每 100 公克鮮重中含：水 94.4 公克、熱量 19 千卡、蛋白質 0.9 公克、脂肪 0.2 公克、碳水化合物 4 公克、膳食纖維 0.5 公克、灰份 0.5 公克。其中，生物素含量：維生素 A 92 毫克、胡蘿蔔素 550 毫克、維生素 B1(硫胺素) 0.03 毫克、維生素 B2(核黃素) 0.03 毫克、維生素 B6 0.08 毫克、菸鹼酸 0.6 毫克、維生素 C 19 毫克、維生素 P 700 微克、維生素 E 0.57 毫克、葉酸 22 微克、泛酸 0.17 微克；

礦物質：鈣 10 毫克、磷 23 毫克、鉀 163 毫克、鈉 5 毫克、鎂 9 毫克、鐵 0.4 毫克、鋅 0.13 毫克、硒 0.15 微克、銅 0.06 毫克 0.06、錳 0.08 毫克、碘 2.5 毫克；以及有機酸，異亮氨酸 13 毫克、亮氨酸 20 毫克、賴氨酸 23 毫克、含硫氨基酸 17 毫克、蛋氨酸 6 毫克、胱氨酸 11 毫克、芳香族氨基酸 34 毫克、苯丙氨酸 20 毫克、酪氨酸 14 毫克、蘇氨酸 20 毫克、色氨酸 5 毫克、纈氨酸 15 毫克、精氨酸 18 毫克、組織氨酸 12 毫克、丙氨酸 17 毫克、天門冬氨酸 84 毫克、谷氨酸 311 毫克、甘氨酸 14 毫克、脯氨酸 17 毫克、絲氨酸 23 毫克。



其中，最重要且含量最多的就是茄紅素(Lycopene)，其為類胡蘿蔔素(carotenoid)中的一種，又稱作番茄紅素，分子式是 $C_{40}H_{56}$ ，廣泛存在於番茄、葡萄柚、紅辣椒、西瓜、番石榴、木瓜、杏仁等紅橙色蔬果及其製品中。不過番茄是茄紅素主要的來源，而且越是鮮紅的番茄，茄紅素含量越高，也就是說綠色和黃色番茄中的茄紅素含量較少。茄紅素既是一種色素，也是一種類胡蘿蔔素(carotenoid)，而類胡蘿蔔素是一群黃色到橙色的脂溶性色素，目前已知的類胡蘿蔔素共有 600 多種，其中超過 50 種具有維生素 A 的活性。雖然茄紅素並沒有維生素 A 的活性，但卻是所有類胡蘿蔔素中抗氧化能力最強的，它消除自由基或活性氧化物的能力，是 β -胡蘿蔔素的 2 倍、維他命 E 的 100 倍，因此，備受醫學界、保健食品和飲料界的矚目。

然茄紅素並沒有維生素 A 的活性，但卻是所有類胡蘿蔔素中抗氧化能力最強的，它消除自由基或活性氧化物的能力，是 β -胡蘿蔔素的 2 倍、維他命 E 的 100 倍，因此，備受醫學界、保健食品和飲料界的矚目。

在本草綱目上記載，番茄具有幫助消化和利尿作用，可改善食慾。1995 年後茄紅素(Lycopene)被醫學界證實具有許多保健效果，站在現今機能性食品的立場上，正被積極研究其在，清熱解毒、強肝、動脈硬化、高血壓、胃腸病、消除疲勞、美肌等效果上。其在促進消化脂肪上對於肥胖、高血壓的人，是有所助益，但對於胃腸虛弱或體質上較虛冷的人，卻要注意不要攝取過量。



肆、植物的特性

番茄原產地為南美安地斯山脈面向太平洋側，當地日照強、氣候乾燥、日夜溫差大、土壤排水良好。番茄為一年生植物，但在適當的環境下可成為多年生植物，持續生長並開花結果，一般無限生長型者，一年之生長量可達 8~10 公尺。通常之品於發芽後，本葉長至第 8 至 9 枚時，開始產生地第一花房，而後每長出 3 枚本葉，約 3 節時，再長出一個花房。但每一節位均會產生側枝，且側枝之第 5、第 6 葉的位置，也會產生花房，如同主枝一般，一樣每隔 3 節長出一花房。但在園藝栽培上側枝需加以適當的整理。在逆境下，會有跳花的情形產生，可做為栽培管理之指標。

番茄生育期間對於溫度十分敏感，其生長適溫為晝溫 20~25°C，夜溫 10~20°C。最低溫 5~10°C 時生長停止。夜溫 20°C 被認為是溫帶國家番茄品種的栽培臨界溫度。在夜溫超過 20°C 的環境下，番茄之開花數、結果數及結果率均明顯減少。乃因為花粉活力降低，花粉發芽受到抑制，授粉及受精同時受到阻礙。而氣溫超過 30°C 時，會產生著果障礙，不良果數增加。最適切之空氣相對濕度為 65~85%，在此以下生育不良，高於此一溼度時病害容易發生。灌水量過多時容易產生裂果，但過少時也會產生障害果。因此要提高果實品質，必須要特別

注意灌水量之控制。灌水量的減少有助於提高果實糖度，但收穫量會減少。養液栽培時，可利用調節控制養液的滲透壓，來使果品高糖度化。

依植株主蔓生育型態可分成三大類：

1.停心型：每隔3個葉片就長出一個花序，通常會長出6~7個花序，頂芽分化出最後一個花序後會自動停心，株高約為90~120公分。

2.半停心型：每隔3個葉片長出一個花序，生長勢較停心型旺盛，通常會長出7~15個花序，同樣最後一個花序為頂芽，就自動停心，株高約為150~240cm。

3.非停心型：每隔2或3個葉片長出一個花序，生長勢很旺盛，頂芽不會停心，一直無限生長。一般屬於溫室栽培品種。



圖二、停心型番茄



圖三、半停心型番茄



圖四、非停心型番茄。

肆、生態及生理

番茄播種後約二天種子發芽，一週後子葉長出，其後5~7天長出本葉，本葉展開1~2枚時開始第一花穗花芽分化，20~30天後，本葉展開3~4枚時第一、三花穗花芽開始分化。因此苗期的營養管理，將影響到所有生育期中花的品質及整體收穫量。本葉長至第8至9枚時，開始產生地第一花房，而後每長出3枚本葉，約3節時，再長出一個花房。但每一節位均會產生側枝，且側枝之第5、第6葉的位置，也會產生花房，如同主枝一般，一樣每隔3節長出一花房。因此栽培管理上需注意整枝及摘心，以維持整體生長勢，控制營養生長及生殖生長。番茄具有強烈的頂芽優勢，但停心型品種，於花房長出至5~6個，約15~20節時，頂芽便停止生長。非停心型品種，則可持續生長，主枝長可達8~10公尺。

一、種子發芽條件：

番茄種子發芽過程變化如圖五。第一階段為水份吸收，乾燥種子發芽過程中吸水量與溫度有極大關係，變化量極大。其吸水過程分兩階段。第一階段為浸漬後極速吸水期，於0.5小時中吸收量達種子風乾重量之35%，至2小時時吸水量達種子風乾重量之64%。隨後為第二階段的緩慢吸水期，5~6小時約吸收25%。整個吸水過程約7~8小時達到飽和狀態，約為種子風乾重量之92%。種子則因吸水開始化學及生理變化開始萌芽。

吸水後，由胚根開始形成幼根從發芽孔突出開始發芽。幼根具向地性向下伸長生長，其發育速度與溫度有關，於25°C時自吸水後36小時，被確認為發根之開始。發根後2~3日約伸長4~6公分，由幼根上部開始長出側根。

發根後開始發芽，首先由胚軸彎曲部分開始伸長，由胚軸下方開始依序向上於種子內部出現。所以幼芽由胚軸上端子葉基部著生處次第出現，子葉尖端部分是最後出現。子葉完全出現時，幼根約4~6公分，側根約1~2條。

子葉先端由種子開始出現時約為發根後2~4日，此時幼芽已分化出兩片本葉。子葉，因幼芽出現而含有葉綠素之組織開始發達，因此綠色子葉開始進行光合作用，無機養分開始

被根部吸收，開始進行獨立之營養生長。

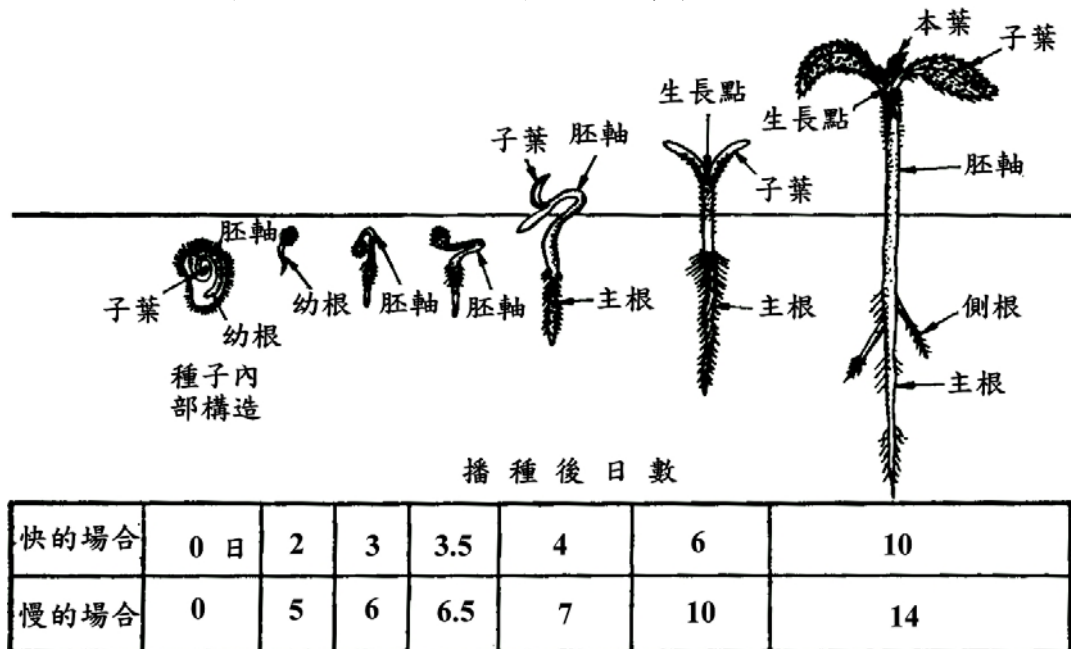
(1)溫度：適溫範圍 20~30°C，最高溫為 35°C，最低溫 10°C，溫度愈低發芽愈慢，一般在恆溫 27°C 條件下發芽整齊。

(2)光：番茄為暗發芽種子，有光條件下發芽緩慢。

(3)水份：保持有效水分以上則發芽良好，一般育苗介質水分約 9~16 % 時，種子發芽率為 75~80 %。水分超過 18% 時發芽率下降，乃因種皮吸收過多水分時阻礙氣體交換，而使胚部缺氧死亡。種子播種後便開始吸收水分，進行生理生化作用，一般經 7~8 小時種子吸水以達飽和狀態。因此播種前種子預措，浸種(約 4 小時)將有助於促使發芽整齊。

(4)氧氣：種子發芽須充足的氧，介質過濕或通氣不良將使發芽率降低，一般介質含氧量需在 5 % 以上。種子發芽時會進行呼吸代謝作用，因此會產生二氧化碳，如介質通氣不良將造成二氧化碳累積，阻礙發芽。

(5)種子本身條件：番茄種子無休眠性，黑暗中對 GA 幾無反應，但在紅外光下則 GA 可促進發芽。為確保種籽發芽率，貯藏時須保持乾燥，並於低溫中貯藏。一般種子水分降至 6~7%，10°C、相對濕度 20% 下，可貯藏 10 年。若種子含水率高，貯藏溫度高，相對濕度大於 20%，將促使種子呼吸率旺盛而消耗養分，降低種子壽命。



圖五、番茄種子發芽過程。

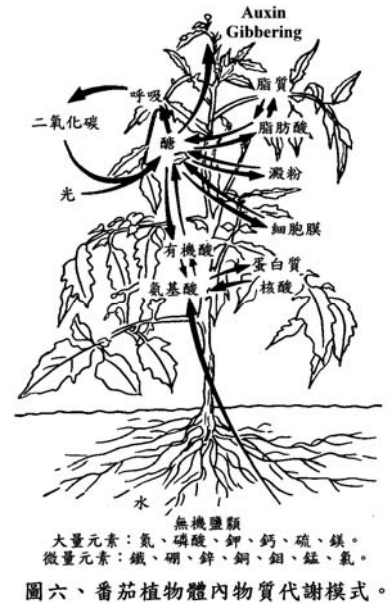
二.幼植物體及子葉：

種子發芽後，首先長出子葉，子葉之生育強健與否將影響後期生育，如發芽後子葉即枯死，將使植株生育停滯，一般子葉需維持到本葉八枚以後，才可放棄，因植株初期生育須仰賴子葉供給養分。子葉一般為濃綠色呈線狀披針型，品種間之差異使子葉之大小、厚薄均有所差異，具絨毛。一般胚軸呈灰紫色，品種間有濃、淡之差別、上著生絨毛。

番茄發芽後，上胚軸生長點便開始進行型態分化。首先進行的為葉芽分化，播種後長出兩片本葉時，葉序分化至 8、9 枚時，開始花芽分化。因此幼植物體的營養管理，將影響花的品質及果實品質，收穫量。

三、營養生長

番茄的生殖生理是營養感應型，其生殖生長，是於生長點分化至 8~9 葉序時，便進入花芽分化的生殖生長期。隨後在整個生長期中，營養生長與生殖生長同時並行，葉的發育、花芽分化、果實肥大，相互競爭。因此，如何使其平衡生長為栽培管理上的重點。圖六為番茄體內物質代謝模式圖。



圖六、番茄植物體內物質代謝模式。

影響莖葉生長之環境條件：

1. 溫度：影響莖葉生長之最大因子為溫度，包括日溫、夜溫及地溫。

a. 日、夜溫：日溫與光合作用同化量有密切關係，一般高溫促使葉分化發育，但過高溫度，因呼吸消耗量增加使地上部生育量減少。番茄最佳生育日溫為 25~26°C，但夜溫高顯著使葉發育時間縮短而提早老化枯死，一般夜溫在 15~18°C 以最佳，此時即使日溫條件不佳影響亦少。但過低溫度 10°C 以下生育亦受影響而停滯，故夜溫維持在 15~18°C 最佳。

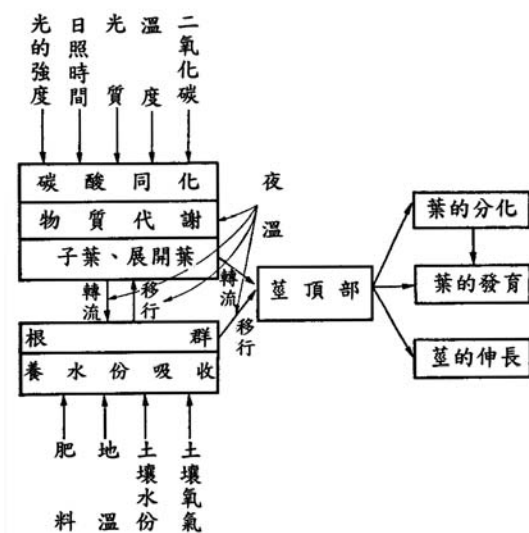
b. 地溫：高地溫可促進地上部及地下部之生育量，但地溫低時地上部及地下部重量比大，地上部生育量較大。過高地溫則僅促進地上部生育，而抑制地下部生育，如 28°C 以上時，根部生育將停止，將使後期生長受到影響。因此為使地上部及地下部生育量能平衡，最佳之地溫是在 18~23°C 左右。

2. 日長：日長單獨之效應對番茄之營養或生殖生長並無明顯之影響，但與日夜溫配合之下則效果明顯。在高夜溫 23°C，低日溫 18°C，短日日長 8 小時以下，植株生育停止易枯死，而日長 12 及 16 小時則仍繼續發育。高日溫 27°C 時則以短日日長 8 小時生育最佳，日長愈長生育量愈少。低夜溫 15°C 時則日長影響不明顯。但在低日溫 18°C 時，生長量呈直線生長；高日溫 27°C 時，生長量呈曲線生長，後期生長趨緩。因此溫度與日長之組合需加以注意。

3. 日照強度：日照強度直接影響同化作用，對莖葉生育影響極大。番茄的光飽合點較其他果菜類高，為全日照植物，其光飽和點高達 5 萬 Lux。因此，在低日照情形下僅促進葉生長，使葉面積變大。但日照過於不足的話，將使同化量降低，莖葉發育不良。

4. 土壤水份：植株生育對土壤水分之反應，水份過少乾燥時，葉將由葉柄中央部分萎凋下垂葉身向下，萎凋後莖葉生長停止，根部生育差。過濕時因受到莖葉中 auxin 及養分蓄積之影響，葉柄形成上偏生長而葉身下垂，下位葉提早老化、黃化。過濕情形下若日照強度過強，於中午時分葉有萎凋情形，雖於夜間可以回復，但經數次返復萎凋，最後終將枯死。土壤水分過濕將使根部缺氧，致使地下部、地上部之生育受到阻礙。因此在栽培上須適度注意土水分之控制，水份過多將造成徒長。

5. 無機養分：番茄在果菜類中屬於不耐肥之作物，高肥料濃度會抑制其生育，但苗期多肥則可促進莖葉生長，並增加花數。一般營養生長期，肥料濃度較高，可以 N=400ppm、P₂O₅=60ppm、K₂O=500ppm 比率施用；生殖生長期，肥料濃度可調低，以 N=100ppm、P₂O₅=15ppm、K₂O=14ppm 比率施用。



圖七、影響番茄營養生長的機制。

圖七為影響番茄營養生長之機制圖。

四.整枝：

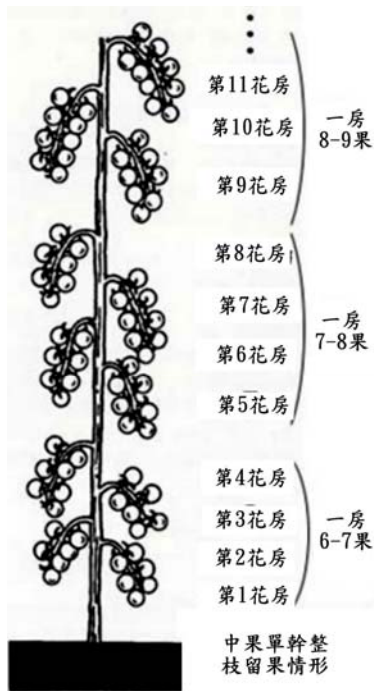
番茄第一花序著生位置在8~9節左右，花序直接由枝蔓上長出，介於兩個葉片之間，此後約每隔3節會長出一個花序。番茄頂芽優勢極強，但生長期中，因品種之因素，或營養之競爭，仍會有由葉腋長出側芽。側枝上如同主蔓，每隔3節會長出一個花序。因此在栽培上需視品種特性，或生產之需求，加以適當整枝，摘心或去除側芽。

1.一般非停心型品種都採單幹整枝，直接由主蔓做為結果枝，因此側芽均需摘除。

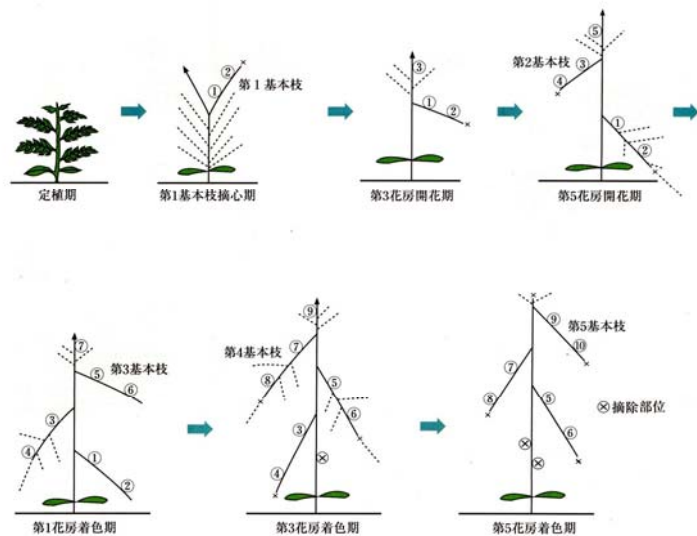
2.停心型品種，其在植物學上之特性，在花序發展到6~7個花序，約20節左右，頂芽便停止生長，此時側芽會形成優勢生長。因此，更需注意摘除側芽，以促進果實品質。

3.雙幹整枝，一般中、小果品種為了多收栽培，可採雙幹整枝方式。雙幹整枝是於本葉生長6~8枚時，在第一花序未長出前，摘去頂芽，促使發生側芽，令其生長成側蔓，並以此側蔓做為結果枝，供留果用。其後之整枝管理，如同前述單幹整枝方式操做。

4.連續摘心，前述3種整枝方式，愈後期之果實，因果實上部葉數不足，且因營養競爭之關係，果實變小、品質變差。因此，可採連續摘心方式來控制品質。其做法為，第1、2花序長出後，於第2花序上一節予以摘心，並在第1花序前一節，給予捻枝，另其由該一節位長出側芽做為結果枝。其後，如同前述每2個花序便予以摘心、捻枝，如此反覆進行達到，提高產量及品質之目的。



圖八、番茄單幹整枝模式圖。



圖九、番茄連續整枝操作示意圖。

五.花及花芽分化

番茄花芽分化及花器發育主要受營養影響，營養充足花器生育完善，正常花量多。營養充足時於本葉分化至8~9枚時，頂芽開始花芽分化。花芽分化完成後，生長點才會繼續形成葉芽，爾後，每分化3個葉序，便會再進行一次花芽分化，如此反覆進行。番茄之花芽分化為營養支配型，發育愈良好愈能促進花芽分化。首次花芽分化，受到育苗環境及苗發育情形影響。

1.花芽分化的外在條件

番茄花芽分化是營養支配型，發育愈旺盛愈促進花芽分化，所以做為外在條件的溫度影

響最強。日照、日長、土壤水份、肥料及行株距等亦間接會影響花芽分化及花器發育。

(1)日溫：日溫影響到葉之同化率，25~28°C為植株生育最佳溫度，亦是花芽分化及花器發育最佳溫度。

(2)夜溫：夜溫低時第一花序提早發生，夜溫 15~17°C時著花節位低下。但低夜溫下，呼吸消耗少，營養較易累積，故花品質較佳，花重重、子房重而大。同時開花數多，結實及果實肥大較佳。

(3)地溫：地溫高時，花芽分化節位高，但落蕾、落花嚴重，一般以 18~28°C左右最佳。地溫高，根部發育好，但易發生徒長，花數及花的品質均受到影響。同時亦易發生乾燥及肥料不足情形。反之低地溫時，根生長受到抑制，影響花器發育。

(4)日照時數：番茄在日長 16 小時，長日時生育良好，促進花芽分化，花數增加。

(5)日照強度：番茄在低照度情形下花芽分化慢，著花節位上升，主要是因番茄之光飽和點在 7 萬 Lux。光照減少情形下，同化機能下降，苗之營養生長差，花形成後品質差、落蕾、落花率增加，在此一原因下，最好能保持良好的照度，避免密植。

(6)土壤水分：在各種溫度及土壤水分相互組合情形下，無論在 16~21°C、21~27°C，均以土壤含水分充足情形下，花芽形成良好，同時開花、著果良好。土壤水分不足，過於乾燥時，花芽形成延遲，花品質不良著果率低。一般以土壤水份含量 PF 1.5~1.7 最佳。

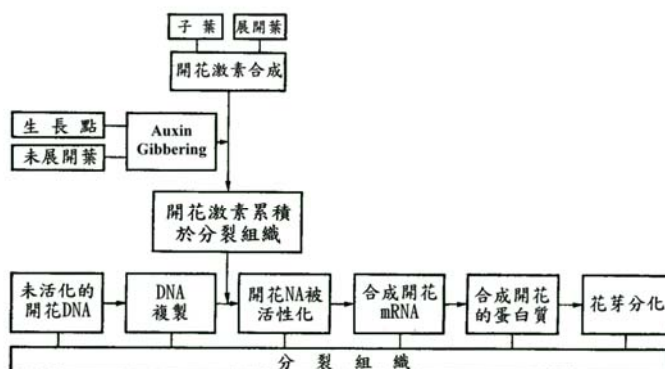
(7)無機鹽類養分：氮肥缺少情形下，植株生育不良，相對花形成亦較少，較多氮肥區差異極大。事實上無機鹽類對番茄開花之影響較溫度之影響大，欲使花數增加，必要莖粗大生育旺盛，故須較多之氮肥供給發育，使能提高花的品質，促使結果良好。磷肥和氮肥同樣會影響發育和花的形成，初期磷肥缺少亦將使植株發育及花的形成延遲。因此初期應以充足的磷肥供做基肥，但其後如磷肥吸收受到阻礙，生產受到阻礙，花數亦減少，將無法結果數或花的品質下降。因此栽培期中氮，磷肥須極充足。鉀肥對花之形成並無太大關係。但鉀肥為果實肥大必要之營養，且缺鉀時花器發育會受到阻礙，而使開花期延遲，故仍須於發生缺鉀時，予以適當補充。故氮磷鉀三者需均衡補充，而高肥將有助於提早開花期。

(8)花芽分化與各條件間相互關係：番茄花芽分化之外在條件包括有溫度、日長、照度、水分、無機營養均有密切之關係，而花芽分化與植物本身也有密切之關係。其相關係如圖五。從營養生長到生長點花芽分化生殖生長，而後葉芽分化、花器發育、開花、結果是一直持續反復進行。頂芽花芽分化節位發生到分化完成有一定的日數，一般在達分化節位時稱之為生理分化，即體內生理達到花芽分化之程度。分化節出現時，即表示體內生理的基本營養生長期停止，而進入生殖生長期。但農業之目的，一般較在乎後面之花芽分化到花器發育花形成之階段，稱之為形態分化。當然在時間的考量下，生理分化早，形態分化亦可望早。但在收量的考慮下，並不希望如此。進入生殖生長，是指花芽形成、花器發育、開花等是一連串的過程，此期間最忌諱高夜溫。高夜溫情形下，花品質不良、不結果、落花率高。此管理中需要低夜溫、多氮、磷肥及高地溫、多灌水等促進植株發育之條件，促使花器發育良好及增加花品質。

2.花芽分化的內在條件：

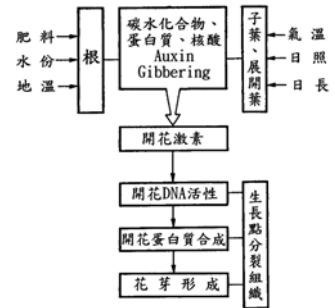
番茄花芽分化與植株生育有絕對關係，所以在此一時期，摘葉將使花芽分化延遲。子葉對第一花序花芽分化有很大影響，大而充實的子葉較能促進其分化。發育時期將兩片子葉同時摘除，將抑制生長，降低葉面積，花芽分化節位上升，同時延遲開花。而植株成長後，頂芽摘心，將能促進由營養生長轉入生殖生長。

為使開花良好，幼苗期的生長控制



圖十、與番茄花芽分化相關之內在因素模式圖。

須特別注意。幼苗期，由根部吸收氮、磷經葉同化作用，同時形成莖內之碳水化合物及氮化合物，而有所謂 C/N。氮化合物多 C/N 小之幼苗期， auxin(生長激素)多， florigen(開花激素)少。而生殖生長期則須累積碳水化合物使 C/N 比大，此時 florigen(開花激素)增加，auxin(生長激素)減少，而促使花芽分化。隨著生育日數增加，莖內物質累積，因此大苗內容物質較充實。小苗碳水化合物及氮化合物累積少、花芽形成物質少，而不利花之發育。圖十為番茄花芽分化內在條件模式圖、圖十一為番茄花芽分化的機制圖。



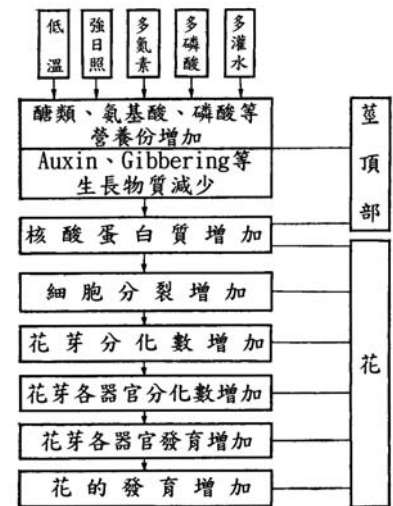
圖十一、番茄花芽分化的機制。

六、花器發育



番茄花的器官，是由外側萼片、花瓣、雄蕊、柱頭依次向內側發育。播種到花芽分化期約 30 日，萼片形成期約 38 日，花瓣初生期約 40 日，雄蕊初生期約 43 日，柱頭初生期約 45 日，花粉、柱頭形成期 52 日，花粉完成、柱頭伸長期 55 日，花器完成期約 57 日，到開花約 60 日。花為兩性完全花，花序有 2 種，分別為聚繖花序、復總狀花序，番茄開花有一定的順序開放，基部之

花序先開，每一花序相隔約 7 天；以基部小花先開，每一朵小花相隔 1 天開放 1 朵，留採種果之部位，在主枝上，宜選 2 至 4 花序，第 1 至 3 朵為有效花。花瓣一般 5 枚，花瓣通常黃色。雄蕊 5 枚，花絲短，花藥直接由基不產生，並連結著生在一起，形成花藥筒，花藥向內開藥，故多為自花授粉，但雜交容易。柱頭於花藥裂開前 1 至 2 天即能授花粉，故行人工交配時，去雄與授粉可同時進行。故長花柱者，因伸長生長較雄蕊快，於花藥開藥前已深出花藥筒，而不易授粉，較易落花。乾燥的花粉可儲存 1 個月以上。成熟之花粉，可保持活力 2 個星期。圖十二為番茄花器發育的機制。



圖十二、番茄花發育的機制。

1. 開花、結實的生理、生態

番茄於育苗期中花芽分化已在進行，隨著植株發育花蕾逐漸成熟後便行開花，延遲定植時，甚至可見到花序已長出。但在外在條件不適時開花會延遲，接著形成過熟開花。開花當時，花冠向下極速伸長生長，而後由花冠前端開始向外張開，開始開花。番茄一日當中，開花時間並無一定，主要是依據花器成熟度，以及當時的氣候條件。一般在上午開始開花，下午繼開，延至第二天逐漸閉合。柱頭於花藥開裂前 1~2 日，亦能接受花粉，但結實率低，種子也少。以開花的當日，柱頭分泌大量粘液，雌蕊達到完全成熟時，接受花粉和受精結實率最高。因此在人工交配時，去雄和授粉可同時進行。開花的第二天，柱頭仍有接受花粉的能力，但結實率降低。一朵花開花時間持續 3~4 日，然後花冠褐變枯死。

2. 開花、結實的外在條件

(1) 溫度

低溫植株發育不良花形成亦不良，15°C 以下開花不良，正常開花溫度為日溫氣溫 25°C。

花器發育過程中，於小孢子減數分裂花粉母細胞形成期，溫度高於 32°C 以上時，將形成不稔性花粉，而無法正常受精結實。番茄花藥之開裂受溫度影響極大，一般在 25°C 時較易開花及開藥。花藥聯合成花藥筒，花藥 2 室，開藥時向花藥筒內側開裂，使花粉飛散出來。因此，番茄在自然界幾乎全為自花授粉。但營養條件不良，或高溫情形下易產生柱頭花，而無法正常授粉而落花。番茄花粉在夜溫低於 10°C~12°C、日溫低於 20°C~22°C 時，花粉生活力不佳。如果夜溫為 20°C~22°C，日溫高於 32°C，也會發生類似情況。

(2) 日照

日照不足時開花數少且花的品質亦不良，結果數減少同時果實發育緩慢。主要原因是日照不足時光合作用效率低，光合產物減少植物體內營養不足的關係。開花機制雖與日照無直接之關係，但低日照，雲天、陰天，會附和其它氣候因素，造成開花、授粉、受精不良，而易落花、落果。

(3) 空氣濕度

一般以空氣相對濕度 40~50% 時，花藥開裂及授粉較佳，過於乾燥或潮濕，容易落花、落蕾。

(4) 無機營養

花的品質主要受到氮肥及磷肥的影響與鉀肥並沒有關係。氮肥不足植株生育嚴重受到抑制，其結果造成開花數減少，產量降低。反之氮肥過多也會有同樣情形，主要原因是多肥造成濃度障礙吸水受到抑制，致同化作用降低光合產物、碳水化合物不足，影響到花的品質。但它的結實情形並不比日照不足時嚴重，主要是多氮肥降低了花的品質。磷肥於生殖期需充裕的供給，磷肥與氮肥與花的品質有極密切的關係，為生產重要的因素，而鉀肥的影響較少，但它與果實的肥大有極密切的關係。

(5) 土壤水分

番茄生育全期需要充裕的水分，嚴重水分不足時將造成落花、落蕾。開花、著果期水分充裕將有助於開花、授粉及果實發育。但切忌湛水。果實成熟後期適度節水，有助於提升果實品質。

(6) 開花、結實各條件的相互關係

與番茄開花結實有關的外在條件包括溫度、光、水分、無機鹽類等。而其中植物體營養狀態與授粉、受精作用為直接關聯性。結果過多時將使營養狀態不良，致傾向於形成不良花，而造成落花。日照不良、高溫、水分不足、二氧化碳濃度不夠，為同化作用受到阻礙主要之因素；無機鹽類不足或不平衡的情形下，使同化作用降低之情形更明顯。良好的光合作用環境，良花將增加，則結實綠提高而使收穫增加。但在極端高溫、低溫的情形之下，授粉、受精率低；或空氣濕度過於乾燥下，柱頭上花粉發芽率降低，均將影響結實率。

(7) 開花、結果的內在條件

著果數與同化產物分配，營養競爭之問題，會至使產生跳花、隔花現象。因此，適當的疏花、疏果，可使花的品質提高，有助於提高授粉及受精率。但留果過多或著花數過高時，則反之降低花的品質，使授粉、受精率降低。因為同化產物將優先分配到發育肥大的果實，致新產生的花，花器無法均衡發育，更造成往後結果不良。所以同化作用受到阻礙，同化量減少時，花的品質將降低。如果早期將不良花予以摘蕾、摘花；或疏果，一般停心型大果品種，一株留 5 個花序，每花序自第 2、3 花起留 5 個果，將使果實發育較為均勻。

七、果實

番茄為子房上位花，果實是由子房發育而成，稱之為漿果。開花、授粉、受精後，4~5 日子房開始肥大，至花後 30 日間為果實膨大期，此後果實生長趨緩，此一期間稱為未熟期。隨後花後 35~40 日，果實生長至一定的大小，進入綠熟、硬核期。第 40~50 日，進入著色期，由果頂、臍部開始轉色，逐漸發育至全果，而著色至半果時稱為半熟期。花後 50~60 日，著色至僅果肩尚殘留綠色時，稱為成熟期。至全果完全著色，但果肉仍硬時，稱為完熟期。

而後依品種特性，逐漸進入過熟期。一般加工品種，或歐美系統育成之品種，如 Beef tomato 等，較耐貯運者，達到過熟期的時間較長。而臺灣過往，所栽培之品種，於完熟期後 1~2 日，即迅速進入過熟期而軟化，一般可溶性固型物含量高者達到過熟期期的時間較長。

果實發育時間受到，溫度及日照影響，冬天低溫、低日照時成熟較遲。而結果過多，也會因營養競爭而延遲成熟。

番茄之著色，主要是因茄紅素(Lycopene)，為類胡蘿蔔素(carotenoid)中的一種，又稱作番茄紅素，分子式是 $C_{40}H_{56}$ ，之形成而來。茄紅素之合成，除了受到本身營養之影響外，主要受到溫度之干擾，當溫度超過 $28^{\circ}C$ 時，茄紅素無法完全合成，致果實著色不良。這也是臺灣番茄，耐熱性育種，除了花粉形成、花粉發芽、受精等問題之外，所遇到之一瓶頸。因著色不良將影響果實品質。

伍、生理障礙

一、盲苗及異常苗：

1. 盲苗：種子發芽長出二片子葉之後，就停止生長。

2. 異常苗：幼苗長出二片子葉後，生長點同時長出 2-3 個新芽，細小而軟弱。

3. 夏季日溫高於 $32^{\circ}C$ ，夜溫高於 $24^{\circ}C$ 的環境下，由於溫度過高，胚的發育受阻礙，引起胚分化不完全或未分化之不良種子，播種會長出盲苗或異常苗。

4. 避免在夏季高溫期，採種或留種。應選擇夜溫 $15\sim 20^{\circ}C$ ，日溫 $20\sim 25^{\circ}C$ 的季節採種。



二、黃化苗：

苗期植株自子葉開始黃化，然後由下往上，延伸到全部葉片，並停止生長，嚴重時下葉枯黃脫落，上葉及頂葉向上捲曲變狹，近根基部會長出不定根。

發生原因：植株育苗介質過濕，根部活性降低，吸水力減弱致氣孔關閉，二氧化碳固定酵素活性降低，而降低其光合作用。初期時，葉片老化脫落，葉變小。若長時間根系，處於缺氧狀況下，會因異常代謝而致乙烯量增加，並於植物體內累積大量的輔氨酸，使根與莖間的荷爾蒙量的平衡受到破壞，造成光合、呼吸及代謝作用異常，當地上部之乙烯量曾加而抑制生長激素(Auxin)往根輸送，或 IAA-oxidase 的活性被抑制時，生長激素將累積於根際部，引起近根基部的莖表面上長出不定根。故苗期澆水要適當。



三、溫度引起生育障礙

低溫障礙：急劇低溫時，小葉產生類似凍傷乾枯，葉片下垂，出現萎凋。形成原因，因水分吸收減少，但蒸散作用仍過於旺盛，而造成缺水萎凋。同時伴隨磷、鉀吸收不良。因伸長生長停止，花粉、花器發育被抑制，造成落花、落蕾或畸形果。



高溫障礙：植株出現極速缺水萎凋，小葉向內側卷曲，葉脈出現水浸狀斑點，葉色變淡，並出現柳葉。並伴隨落花、落蕾，或產生亂形果、空洞果。主要是氣溫超過 $30^{\circ}C$ 時，光合作用受到抑制，呼吸消耗增加，營養惡化之故。



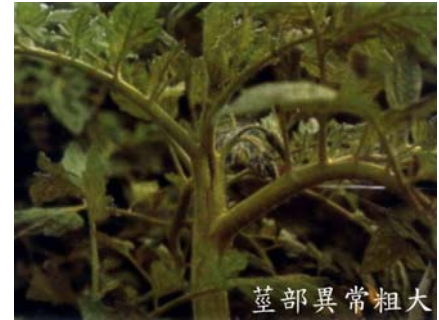
四、捲葉

生育中、後期(果實肥大期)，植株生長過盛，下位葉向上捲，嚴重時全株發生，同時伴隨葉脈黃化。一般發生在日照過強，氮肥過多，尤以氨態氮過高時。但品種間差異極大，常發生在停心型品種。克服方法，避免土壤過於乾燥，進行深耕，並多施有機質，或畦面敷蓋，減少土壤水份蒸發。



五、莖部異常肥大

葉極端繁茂，莖部異常粗大。生長點呈簇狀，莖部出現溝狀縊收，或褐化縱裂。下位葉葉脈中肋突出，葉表面凹凸不平，並伴隨發生缺鎂、硼。發生原因，施肥過多、灌水過多，或高溫高濕，日照不足情形之下較易發生。克服方法，注意水份之供給，尤以苗期後期應限水健化。定植後至第一花序發育期，應注意水份供給，果實肥大期避免時施肥、灌水過量，並注意整枝，使植株日照充裕。



六、花序回春：

花序先端逆分化，或在花序末端長出葉片及新芽。花序結果不良，常落花及落果，有些葉柄會扭曲變粗，頂端葉片之葉緣缺刻加深呈長鋸齒狀。

常於發生於夏季高溫、乾燥，或施用過量氮肥及未腐熟的雞糞、豬糞，常導致硼素的吸收不足，營養生長過盛，之情形下。

防治對策，育苗期葉面施用 0.5% 硼酸，不要施用過量的氮肥及鉀肥。

七、長花柱及落花：

花序上的花朵數少而小，發育不良，於蕾期黃化掉落，雌蕊花柱在未開花前，突出花藥筒 3 公厘以上稱長花柱，亦有花藥筒呈散裂狀。

發生原因，夏季高溫乾燥，雌蕊發育雖正常，但花柱生長過長，使花柱與柱頭突出花藥筒 2~3 公釐，通常雄蕊的花藥內皮層異常形成，使開花時花藥無法正常裂開散落花粉，或花粉本身發育退化成異常花粉。因此阻礙授粉、受精作用，導致落花，花藥筒亦有時退化呈散裂狀。

防治對策，避免施用過量的氮肥及未腐熟的雞糞，育苗時注意光照要充足。



八、亂形果：

果實形狀與品特性迥異而變形，呈現奇形怪狀。

1.石果，花器發育正常，於高溫下開花後，子房的呼吸作用增強，組織內養份消耗過多，同化產物積存量減少，致細胞分裂及子房發育受阻。

2.三角果，果頂部(臍部)位形狀成尖頭狀。高溫期使用植物生長調節劑促進結果時，噴施量過高所發生的現象。

3.指頭果，在果蒂附近另外長出一個不成形

果，狀似指頭。雙子果、多子果，二個以上果實連體在一起。冬季低溫 5~10°C 環境下，雌蕊的房發育時常會有兩個或兩個以上的子房連接在一起，經受精後發育成連體果。



防治對策，多施用有機質堆肥，消石灰，氮肥及鉀肥施用不可過量。低溫期灌水不可太多。

九、空洞果、空心果(Puffiness)：

胎座發育不良與果壁產生空間，空間大小受氣候與品種而有不同。

發生原因，夏季高溫 32℃ 以上，花粉管的伸長生長受到受阻礙，無法正常受精，導致只有子房壁發育，成果皮。而胚珠發育不全，果肉無法形成。或噴施植物生長調節劑過量，子房壁與胎座發育發生生衡。

防治對策：

1.用植物生長調節劑之濃度要適當，每花序僅能噴一次，亦可以 10ppm 的激動素混合，以防空心果發生。

2.營養生長過於旺盛或結果太多，應適當的摘心及疏果。



十、開窗果及頂裂果(Cat face)

自果蒂至果頂痕跡間，側面逢合接線處，嚴重裂開，狀似一不規則的窗戶，胎座、種子及膠質組織外露，稱之為開窗果。若位於果頂部(臍部)裂開稱頂裂果。主要是花芽發育過程中，產生障礙所造成。

發生原因，花芽分化，發育期遇低溫及日照不足所造成。或育苗期，低溫及過肥、過濕。



十一、日燒果(Sunscald)：

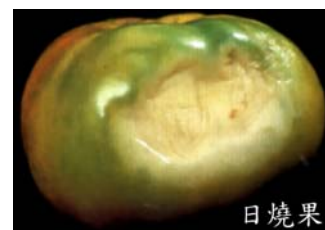
果實肩部或側面受陽光直射，表面變白凹陷，受傷範圍視陽光照射部位，大小不一。

發生原因，夏季高溫，果實暴露，受陽光直射，使果壁細胞組織壞死。或植株生育衰弱，葉面積不足，無法達到遮避效果。

防治對策：

1.夏作栽種，採用雙幹整枝，同時將果房轉向畦內側固定之，避免陽光直射，土壤亦不可太乾。

2.每果房直下多留一側枝，該側枝僅留二片葉就摘心。



十二、裂果(Fruit cracking)：

放射狀及環狀裂果，達成熟期的果實，自果蒂附近，順著果壁呈放射狀裂果或在果肩部位呈同心圓龜裂稱環狀裂果。

1.放射狀裂果，品種間差異極大，放射狀裂果常發生於果皮較薄的品種，當夏季高溫乾燥，土壤水份嚴重缺乏，若遇下雨或急速灌水時，因果實迅速吸收水份，果肉細胞膨脹速度大於果皮細胞時，致使果皮脹裂成放射狀。

2.環狀裂果則由於果肩受夏季陽光直射，細胞變老化，在遇下雨時或瞬間土壤水份劇烈變化，造成果皮細胞與果肉細胞肥大不均衡，而引起的環狀裂果。

防治對策，實施深耕，多施有機質肥料，以促進根系發育，提高水份和養份的吸收。畦覆蓋塑膠布或稻草，並適當灌水，避免土壤中水份過份劇烈變化。



陸、營養障礙

一、缺鈣症(果頂腐爛症)：

植株萎縮，幼芽變小，黃化，生長點幼葉褐化枯死。果頂部(臍部)，呈水浸狀暗褐色，然後慢慢擴大，向內凹陷，輕者維持原來大小，嚴重者果實下半均凹入變黑乾枯，種子發育不完全。根枯死。

發生原因，於高溫或低溫環境下，土壤過份乾燥，根系發育不良，使得鈣的吸收減少，因鈣移行較慢，造成生長點及果實缺鈣，並使細胞壁中中膠層無法形成，致細胞與細胞間之分隔膜受到破壞，使細胞無法互相連結在一起，養份不能輸送，造成細胞組織壞死。

防治對策，行深耕，多施有機質堆肥，少施氮肥及鉀肥。植畦覆蓋稻草，減低水分蒸散。)整地時應施用消石灰，每 10 公畝用量 100~150 公斤。初期症狀發生時，立即以 0.5% 氯化鈣水溶噴布在果實及附近的葉片上，一星期內應連續噴 2~3 次。



二、雜斑果(筋腐病)：

著果後 40~50 日果實成熟時，著色不良，表面呈現褐色斑塊，及黃色或綠色之筋脈條紋。果壁肉呈白色筋腐或黑色筋腐，兒而纖維化變硬。

發生原因，多雨、日照不足、濕度過高。或氮肥過盛，尤以氨態氮累積過多，致使果實中葉綠素形成過多及分解遲緩，導致茄紅素的形成延遲。並造成輸導組織氨中毒死亡。

防治對策，選擇排水良好的田地，氮肥不可過多，多施鉀肥。低溫期，畦面用塑膠布覆蓋。高溫期，應用稻草覆蓋畦面，使根系發育不受阻礙。



三、缺硼：

新葉黃化，芽尖褐化，生長停止。莖之表皮至形成層部份木栓化褐變，莖彎曲，彎曲處內側呈褐色，或莖木栓化裂開。果實表面木栓化結痂，皺縮不平，故又稱猴面果。老葉呈濃綠色。

易發生之條件，粗質地或受強烈沖淋作用生成之土壤，如砂土、石礫地、紅壤等。土壤酸化造成硼溶脫。土壤過於乾燥，或有機質不足。鉀肥施用過量。

防治對策，土壤施用水溶性硼砂 (H_3BO_3) 10~20 公斤/公頃，殘效性可達 3~4 年。症狀出現時，葉面



施以 0.1~0.25% 水溶性硼砂或硼酸溶液，每週施一次，施 3~5 次即可，過多易引起毒害如葉綠褐色焦乾，愈下位愈嚴重。過量時，新葉葉緣及部份葉肉黃化，老葉葉尖及葉緣呈焦褐斑及捲曲。

四、缺氮：

葉較小而硬、黃化，尤以上位葉為甚且。嚴重時，下位葉由葉脈間之葉肉開始黃化，致全株呈黃綠色。

易發生之條件，氮肥不足，遭大量雨水或灌溉水沖洗之粗質地土壤。砂土或砂質壤土，陽離子置換能力(CEC)小時。施用碳氮比高，未腐廢堆肥，造成植體脫氮。

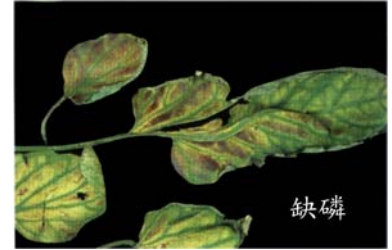
防治對策，氮肥施用以基肥及多次追肥分次施用。葉面或土壤施用液態氮肥，噴灌土表(200~300ppm)。但注意過量時，會造成花序回春，莖葉茂盛，花序變小，開花易脫落。

五、缺磷：

初期下位葉呈紅紫色，逐漸向上發展。葉片變小而厚，無光澤，葉柄，葉脈或部份葉肉呈紅紫色，葉形鈍圓。成熟延遲、產量低。

易發生之條件，磷肥不足。富含鐵、鉛離子之酸性土壤，或鈣含量高之鹼性土壤，容易造成根部發育不良。低溫或排水不良時，磷吸收受到阻礙。

防治對策，土壤施用液態磷肥（磷酸一鉀，磷酸一銨）60~120ppm，多次施灌於土表。）葉面施肥、磷酸一鉀、磷酸一銨、磷酸一鈉濃度 0.3~0.5%，每週 1~2 次。



六、缺鉀：

生長初期，下位葉由葉緣向內，葉肉黃化。生長盛期，中位葉，葉尖端褐變枯死。葉片出現異常濃綠及硬化。嚴重時全株生育受阻，下位葉枯死後落葉，果實無法紅熟。

易發生之條件，鉀肥不足。或粗質地或沖洗嚴重之酸性土壤，鉀固定力強之黏質土壤。因浸水缺氧，使鉀吸收受阻。鈣施肥過量，或日照不足、土壤低溫，抑制鉀吸收。

防治對策，土壤施用液態鉀肥，氯化鉀、硫酸鉀 50~750ppm，多次施灌於土表。葉面施肥，硫酸鉀濃度 0.3~0.8%，每週 1~2 次。



七、缺鎂：

第一果序果肥大期，下位葉發生黃化，葉脈與葉脈間變黃色，逐漸往上位葉發展，嚴重時全葉黃化，下位葉落葉。

易發生之條件，強酸性含鎂低的土壤，粗質地之砂土，鉀施用過量抑制鎂吸收。淹水致根系生長受抑制。養液栽培，鎂用量不足。

防治對策，酸性土壤耕犁時，每深 10 公分可加施苦土石灰 1~1.5 公噸/公頃，耕犁前全面撒施，然後翻勻。非酸性土壤可施用硫酸鎂 500~1500 公斤/公頃。葉面施肥：以 1~2% 硫酸鎂水溶液噴施(0.5~1 公噸溶液/公頃)，每週一次。



八、缺鐵：

新葉除葉脈附近維持綠色外，葉肉黃化，並由莖部向下擴展，葉肉間密佈細緻之黃化斑點。

易發生之條件，石灰質土壤，高鹽類離子之土壤(沿海鹽分地)。養液栽培，鐵用量不足，磷酸過量或 pH 高於 7.5。土壤過乾、過濕或低溫根活性降低時易發生。磷肥過高，造成鐵無法溶解。或銅、錳過剩，與鐵發生拮抗，抑制其吸收。



防治對策，強鹼性土壤，種植前用硫黃粉3公噸/公頃，充份與土壤混合，隔半個月後再種。將土壤pH調整至6.5~6.7，並停止施用石灰資材，改用生理酸性肥料。葉面施以0.05%EDTA鉍合溶液(0.5~1公噸/公頃)，每週1~2次，注意引起肥傷。

九、缺錳：

中下位葉片之葉肉呈現細緻之黃色斑點，再次擴及新葉。

易發生之條件，石灰質土壤，施用過量石灰。養液栽培，錳用量不足。

防治對策，土壤施用200~500公斤/公頃之硫酸錳。葉面施以0.25~0.5%硫酸錳溶液(0.5~1公頃溶液/公頃)，每週一次施用效果較土壤施用佳。過量時，新葉葉緣及部份葉肉黃化，老葉葉尖及葉緣呈焦褐斑及捲曲。

十、缺鋅：

葉變小，捲曲，枝條先端向下捲曲，葉肉出現不規則之黃化斑點，嚴重者呈燒焦之褐色斑點、斑塊。

易發生之條件，石灰質土壤或石灰施用過量之土壤，早期施用過多磷肥致鋅有效性降低，)養液栽培，鋅用量不足。

防治對策，土壤施用硫酸鋅40~80公斤/公頃。葉面施肥，噴施硫酸鋅0.25~0.3%溶液，每週一次。

十一、缺銅：

葉呈內向環捲現像，新葉片變小而硬，葉色呈不常之灰綠色，嚴重時下位葉黃化生育受阻。

易發生之條件，石灰質土壤。養液栽培，銅用量不足。

防治對策，土壤施用硫酸銅5~10公斤/公頃，每隔5年施用一次。葉面施肥，以0.05~0.1%硫酸銅溶液，每週一次，噴3~5次即可。

十二、缺鉬：

下位葉肉呈現網狀黃化斑點，而後部份黃化斑點惡化成白化斑點，葉片略向上捲曲徵狀曲下位慢慢往上擴展。

易發生之條件，強酸性土壤。養液栽培，鉬用量不足。

防治對策，土壤施用鉬酸鈉或鉬酸氫150~300公克/公頃。葉面施肥，以0.05~0.1%鉬酸鈉或鉬酸氫溶液，每週一次，至症狀消失。

十三、氮過剩：

葉色濃綠，單一葉片形狀大而厚重，全株呈過度繁茂生長。氨態氮過高時，下位葉嚴重卷曲，葉脈間部分黃化，果實肥大不良，容易發生果頂腐病。嚴重過剩時，葉色濃、葉變小、莖變細。

十四、鉀過剩：

葉色出現異常濃綠，葉緣卷曲，葉脈主脈向上凸起，葉面皺折不平。葉脈部分黃化，葉全體硬化，葉色出現異常黑色光澤。

易發生之條件，設施內土壤淋洗不足，鉀溶脫不易而殘存。施用過量禽畜糞尿，或鉀施用過多。

十五、鹽類過剩：

生育初期葉色異常濃綠，心葉卷曲，而有硬化感及植株矮化。果實著色期，果肩部出現異常濃綠色，果腹及果頂著色異常。急性鹽類障礙時，全株萎凋，葉緣乾枯。





易發生之條件，施用肥料不易溶脫，如溫室栽培鹽類易累積。氯化物，如氯化銨、氯化鉀施用過量。施用過量禽畜糞尿，或鹽鹼地氯化鈉累積。

防治對策，施肥應正確，不應為造成生理缺水，而刻意提高肥料濃度。增加灌水或湛水淋洗，休閒期種植清淨作物類(cleaning crop)，如玉米、高粱、燕麥等吸肥性強之作物除鹽。

柒、病蟲害管理

一、苗床期

1. 病害防治

於幼苗間拔後，每隔一星期，施以 35% 依賴得(地特菌)可濕性粉劑 2000 倍水溶液，治立枯病。每星期定期噴施 50% 免賴得可濕性粉劑 2000 倍水溶液，防治其他莖葉的病害。

2. 蟲害防治定期以 20.8% 地王星(畢芬寧)乳劑 750 倍，9.6% 鐵砂掌(益達胺)乳劑 2000 倍，10% 速滅瑞(芬普寧)可濕性粉劑 1000 倍及 90% 萬靈(納乃得)可濕性粉劑 1000~1500 倍等四種殺蟲劑輪替使用，以防治菸草粉蝨。非洲菊斑潛蠅可用 75% 汽嘉讚(賽滅淨)可濕性粉劑 5000 倍的水溶液噴施防治水。

二、本田期

1. 病害防治

夏季高溫多濕，應注意防治幼苗疫病、白絹病、半身萎凋病、青枯病、細菌性斑點病及番茄黃化捲葉病毒病。中海拔地區夏作或平地秋冬作低溫高濕易感染晚疫病，其病徵及防治方法敘述如下：(詳細藥劑種類可參考行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印的植物保護手冊)

(1) 細菌性病害

細菌性斑點(Bacterial spot)：病原菌 Xanthomonas campestris pvversicatoria。

病徵，初期在葉片、葉柄、花梗、花萼及莖上呈水浸狀圓形斑，嚴重時病斑會擴大漫延成條狀，全葉枯萎，莖或花梗皺縮，在果實上呈褐色凹陷圓斑。

防治對策，清除田間四週可疑的病株和媒介雜草。遇天候不佳(陰雨天)時，噴施 86% 氫氧化銅(果菜多)可濕性粉劑，800 倍水溶液，每隔二星期噴一次或 81.3% 嘉賜銅可濕性粉劑，1000 倍水溶液，每隔 7 天噴一次，連續 3 次，採收前 6 天停止施藥。或種植抗病品種。

青枯病(Bacterial wilt)：病原菌 Pseudomonas solanacearum。

病徵，初期葉片自頂芽由上往下逐漸萎凋，但葉子不變黃，若縱切或橫切莖的基部，其導管組織呈淡色，將該莖浸於清水內一分鐘後，會有乳白色呈絲狀的汁液自莖切口處慢慢滲出。

防治對策，選種抗病品種，少施氮肥。與水稻連作，避免與茄科作物連作或輪作。



(2) 真菌性病害

幼苗疫病(Phytophthora blight)：病原菌 Phytophthora capsici leonian

病徵，感病株自莖部中央部位，褐化皺縮折腰折，莖內呈中空，有白色黴狀物，受害植株不易成活。

防治對策，移植後隔天，立即噴施 35% 依賴得(地特菌)可濕性粉劑 2000 倍水溶液於植株基部 15 公分處與植穴周圍，通常做畦以 35 公分高畦為佳，如此可以利於排水及通氣。

白絹病(Southern blight)：病原菌 Sclerotium rolfsii Sacc

病徵，感病株，在接觸土壤的莖部呈現棕褐色腐敗組織，病原菌的菌核發芽後，沿著土壤表面長出白色菌絲，纏繞在莖表面，地上部呈黃化凋萎及乾枯。

防治對策，深耕田區土壤，或實施水田輪作。若為酸性土壤應在種植前，施用生石灰或苦土石灰，每 10 公畝地用量為 150~200 公斤，以改良土壤的酸鹼度。定植後施用 35% 依賴得(地特菌)可濕性粉劑 2000 倍水溶液或 50% 福多寧可濕性粉劑，5000 倍水溶液，灌注在基部及植穴周圍，每株施用量 200 毫升，15 天後再灌一次。



白絹病

早疫病，輪紋病(Early blight)：病原菌 Alternaria solani Ell. & Mart.

病徵：大多從老葉上先發生，發病初期葉片上呈暗褐色至黑色的水浸狀小斑點，然後逐漸擴大成革質化的輪紋形(同心圓)斑，病斑周圍有黃色暈環，嚴重時多數病斑相連接，使整片葉乾枯脫落，果實受害都在果蒂，該部位呈褐色凹陷，果實發育受阻。

防治對策，定期噴施 10% 保粒黴素或 86% 氫氧化銅(果菜多)可濕性粉劑水溶液 800 倍，10% 保粒黴素可濕性粉劑 800 倍等，每星期輪替任選一種，每隔 7 天施藥一次，連續 4 次，採收前 6 天停止施藥。



早疫病

立枯病(Damping off)：病原菌 Rhizoctonia solani

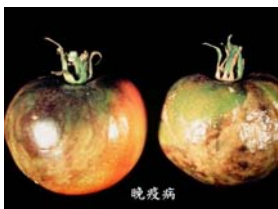
病徵，幼苗於接近土壤的莖部呈暗褐色水浸狀，軟腐皺縮，並快速枯死。

防治對策，苗床不要澆水太濕。播種後先澆水許水，然後用 35% 依賴得(地特菌)可濕性粉劑，2000 倍水溶液，澆於植穴，每株施用量 200 毫升，或 5% 本達樂粒劑，每植穴施藥 0.02 公克，定植前施一次，經 10 天後再施藥一次。

半身萎凋病(Fusarium wilt)：病原菌 Fusarium oxysporum Schlechtend. Fr.f.sp. Lycopersici

病徵，感病株葉片由下往上黃化，並自葉柄分界呈一黃一綠現象，然後全葉變黃萎凋，縱切或橫切莖部，可見維管束呈棕色，而髓部仍健全。

防治對策，栽種抗病品種。避免連作，廢耕田區應實施深耕，增加土壤的通氣。種子消毒，播種用土壤或培養土應以蒸氣(100°C)消毒一小時。



晚疫病

晚疫病(Late blight)：病原菌 Phytophthora infestans (Mont.) de Bary

病徵，最初發病時於葉尖端或葉緣呈水浸狀的不規則病斑，然後逐漸擴大成暗褐色，四周常有淡黃色的周緣，在葉背產生白色霉狀物，嚴重時葉枯萎向上捲曲變黑。未熟果初期病徵在果表面呈水浸狀不規則形然後漸變紫成褐色，最後中央部位凹陷變硬。



晚疫病

防治對策，發現病株儘快拔除燒毀。發現有初期少數病斑時，應立即每隔 3-5 天噴藥一次，藥劑種類有 72% 鋅錳克絕可濕性粉劑稀釋 500 倍，或 50% 達滅芬可濕性粉劑稀釋 4000 倍等水溶液任選一種。

黑黴菌(Black leaf mold)：病原菌 Pseudocercospora fuligena Roldan

病徵，葉片上，初期病斑呈圓形，然後漸成不規則形，並以葉脈為界限，病斑背面產生褐或黑色的絨霉，捲曲枯萎，但不脫落。

防治對策，定期噴施 80% 鋅錳乃浦可濕性粉劑或 80% 錳乃浦可濕性粉劑。

炭疽病(Anthracnose)：病原菌 Colletotrichum coccodes Wallr.

病徵，果實上最容易發生，初期病斑小並有輪紋，而後漸漸擴大呈凹陷及軟腐，並且容易受其他病菌二次感染。

防治對策，定期以 22.7 的晴硫混水懸劑或 80% 錳乃浦可濕性粉劑水溶液噴施，並連續噴施三次。



白粉病(Powdery mildew)：病原菌 Leveillula taurica Arnaud

病徵，自老葉由下往上蔓延，起先在老葉片上呈現黃色斑雜的分佈，葉片上下表面均有白色或淡紫色粉狀霉菌，而後在該部位變成棕色，全葉枯乾但不脫落。

防治對策，遇天氣乾燥，氣溫變暖和時，應每隔 7~10 天，用 5% 三泰芬可濕性粉劑 600 倍水溶液噴施，並連續噴施四次。

灰斑病(Gray leaf spot)：病原菌 Stemphylium solani Weber

病徵，病發時葉面生褐色或黑色斑點，漸漸擴大至直徑約 3 公厘，並轉變成黑褐色，老病斑中央裂開或穿孔，周圍黃化，嚴重時葉片枯萎、脫落。

防治對策，定期噴施 80% 鋅錳乃浦可濕性粉劑，50% 免賴得可濕性粉劑或 86% 氫氧化銅可濕性粉劑等任何一種，每隔 7 天噴施一次。連續噴施二次。

(3) 病毒病

番茄嵌紋病毒病(Tomato mosaic virus)：病原 Tomato mosaic virus

病徵，頂芽及頂部葉片變狹小，葉綠變尖銳，葉表面凹凸不平，黃綠相間的斑紋，有些植株頂端葉片呈相間斑紋，有些植株頂端葉片呈嵌疽及褐色斑點，嚴重時捲曲枯乾，全株萎縮、矮化、停止生長、不結果。

防治對策，選抗病品種。播種前種子用 12.5% 磷酸三鈉水溶液消毒 30 分鐘，再用清水沖洗一小時，涼乾再播種。植株之整枝及摘側芽時不要用剪刀或刀子，以防止由傷口處傳染病毒，儘量用手來摘，並且以脫脂奶粉水溶液洗手。一發現病株，立即拔除、燒毀。

胡瓜嵌紋病毒病(Cucumber mosaic virus)：病原 Cucumber mosaic virus

病徵，感病的植株，頂端的葉片變成柳葉狀，有時僅剩葉脈，莖也會變細，嚴重時全株葉片變成絲狀。

防治對策，噴施防治蚜蟲的殺蟲劑，如 2.8% 第滅寧(大喜)乳劑 500 倍水溶液或 50% 南風寧乳劑。儘早拔除病株、燒毀。



番茄斑點萎凋病毒病(Tomato spotted wilt virus)：病原 Tomato spotted wilt virus

病徵，發病初期於頂端葉片上，呈現半透明之半月形小病斑，然後逐漸褐化，嚴重葉子捲縮變黑，乾枯、停止生長、花器小、不易結果、植株短化。

防治對策，番茄田儘量遠離花園或家庭庭院。儘早拔除、並燒毀。



番茄黃化捲葉病毒病(Tomato yellow leaf curl virus)：病原 Tomato yellow

leaf curl virus

病徵，發病初期，在頂端葉片及頂芽，葉片皺縮變厚，黃綠相間，嚴重時葉片向上捲曲變細，黃化葉脈變為紫色，感病植株花器變小，不易結果或結果而不發育，或果肉不變紅，全株矮化豎立，停止生長。

防治對策：本病毒病是藉由菸草粉蝨媒介傳毒，故播種育苗期間應放置在 64 目白色紗網的網室內，隔離菸草粉蝨。並在室內設置黃色誘蟲黏紙誘殺。藥劑防治可輪替噴施下列藥劑防治菸草粉蝨，9.6% 益達胺(鐵砂掌)乳劑稀釋 2000 倍，每公頃用量 0.5 公升。2.8% 畢芬寧(地王星)乳劑稀釋 750 倍，每公頃用量 1 公升。10% 芬普寧(速滅滿)可濕性粉劑，稀釋 1000 倍，每公頃用量 1 公斤。90% 納乃得(萬靈)可濕性粉劑，稀釋 1500 倍，每公頃用量 0.7~1 公斤。



黃化捲葉病毒

(4)根瘤線蟲(Root-knot nematode)：病原 Meloidogyne incognita

病徵，罹病植株地上部，葉變小黃化，高溫下易萎凋，結果少而部豐滿。地下部的根系，由於線蟲的侵入點開始腫大，發展成典型瘤狀物。

防治對策：選種抗病品種。與水稻輪作。任選 10% 得滅克粒劑每公頃 20 公斤或 3% 加保扶粒劑 60 公斤，於番茄定植前當天，畦開溝條施，覆土後栽種。



根瘤線蟲

2. 蟲害防治

危害番茄莖葉，果實的害蟲有番茄夜蛾、甜菜夜蛾、斜紋夜盜蟲或切根蟲等等，育苗及本田栽培生育期間，應定期每星期輪替噴施下列的藥劑：90% 納乃得(萬靈)可濕性粉劑 2000 倍，每公頃用量 0.5 公斤。2.8% 第滅寧(大喜)乳劑 500 倍，每公頃用量 2 公斤。2.8% 畢芬寧(地王星)乳劑 700 倍，每公頃用量 0.5~1 公斤。10% 凡克派(好光景)水懸劑 1000 倍，每公頃用量 1.0~1.5 公斤。切根蟲專用藥劑，0.5% 芬化利粒劑，10% 托福松粒劑，3% 丁基加保扶粒劑，於定植前施用於植穴中。

番茄夜蛾(Tomato fruit-worm)，Helicoverpa armigera Hubner

危害特徵，被害枝枯萎，被害果提早落果，果實上有明顯蟲孔及蟲糞。

防治對策，每隔 7~10 天，任選下列一藥劑交替施用。90% 納乃得(萬靈)可濕性粉劑 2000 倍，每公頃用量 0.5 公斤。2.8% 第滅寧(大喜)乳劑 500 倍，每公頃用量 2 公斤。採收前 7 天停止用藥。



番茄夜蛾

甜菜夜蛾(Beet army worm)，Spodoptera exigua Hubner

危害特徵，危害情形與番茄夜蛾類似。

防治對策，與番茄夜蛾防治法相同。

斜紋夜盜蟲(Tobacco cutworm, cotton worm)，Spodoptera litura Fabricius

危害特徵，被害葉面、葉背、葉肉被啃食，僅留上表皮，呈透明狀，或整葉被啃而僅主脈殘留，造成許多大小不一的蟲孔。

防治對策，清除殘株及雜草以減少蟲之隱蔽場所。利用性費洛蒙誘殺蛾。定期噴施殺蟲劑，所用藥劑可參照番茄夜蛾之防治方法。

切根蟲(Black cutworm)，Agrotis ipsilon Hufnagel

危害特徵，幼苗嚴重危害，通常都將幼苗莖切斷，使苗無法存活。

防治對策，以誘蛾燈誘殺成蟲。灌水將土中之幼蟲殺滅。藥劑防治則以 0.5% 芬化利粒劑，10% 托福松粒劑，3% 丁基加保扶粒劑，於種植行土壤處理後，再行播種與定植。

桃蚜(Green peach aphid)，Myzus persicae Sulzer

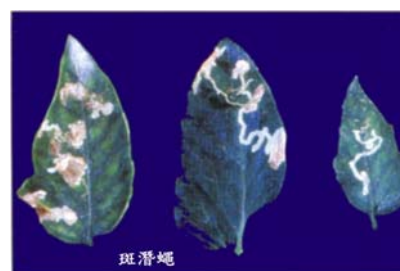
危害特徵，桃蚜成蟲與若蟲喜群集於嫩芽或葉背，除直接吸食植株汁液，致使心葉皺縮，頂芽無法正常生長外，其分泌物會誘發煤病。且是病毒的主要媒介昆蟲。好發生於初春至春末旱季，結果後期發生密度極高。

防治對策，以黃色粘板或水盤誘殺成蟲。藥劑防治則以 10.5% 賽洛比加普乳劑 1500 倍，每公頃用量 1~1.2 公升，採收前 9 天停止用藥。3.75% 泰滅寧乳劑 1000 倍，每公頃用量 0.8~1 公升，採收前 15 天停止用藥。

非洲菊玫潛蠅(Leaf miner)，Liriomyza trifolii Burgess

危害特徵，初期為害自下位葉，可發現葉片之葉肉細胞被啃食，留下白色彎曲的痕跡，狀似葉片上畫圖，嚴重時葉片轉變為黃棕褐色並乾枯。

防治對策，以黃色粘板誘殺成蟲。蟲害發生時，以 75% 汽嘉讚(賽滅淨)可濕性粉劑稀釋 5000 倍水溶液，每隔 7 天噴一次，連續二次，每公頃用量 0.25~0.5 公斤。



菸草粉虱(Sweetpotato whitefly)，Bemisia tabaci Gennadins

危害特徵，葉葉上呈現多數的褐化斑點，這些病斑全擴張結合成不同大小的黃色斑塊，葉脈保持綠色，有些葉片晚全變棕色或枯死，甚至葉片脫落，同時在果實上有點黏液及發生黑煤病。本昆蟲已證實為番茄黃化捲葉病毒的媒介昆蟲。

防治對策，以黃色粘板誘殺成蟲。蟲害發生時，9.6% 鐵砂掌(益達胺)乳劑 2000 倍，每公頃用量 0.5 公升。10% 速滅璠(芬普寧)可濕性粉劑 1000 倍，每公頃用量 1 公斤。90% 萬靈(納乃得)可濕性粉劑 1000~1500 倍，每公頃用量 0.7~1 公斤。2.8% 畢芬寧(地王星)乳劑 750 倍，每公頃用量 1 公升。

