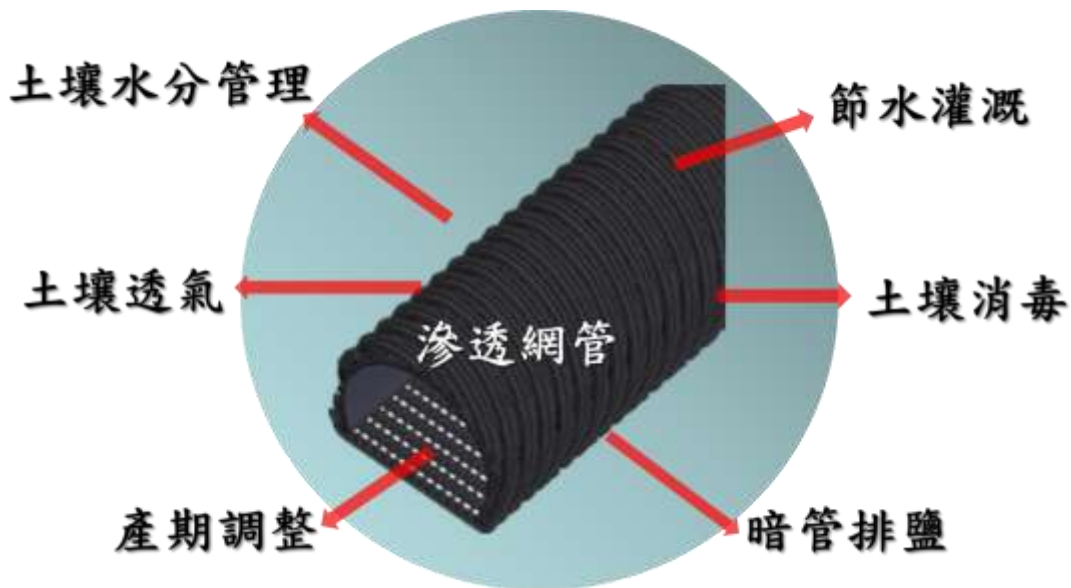


滲透網管-地下滲透灌溉排水 創造植物舒適的生長環境

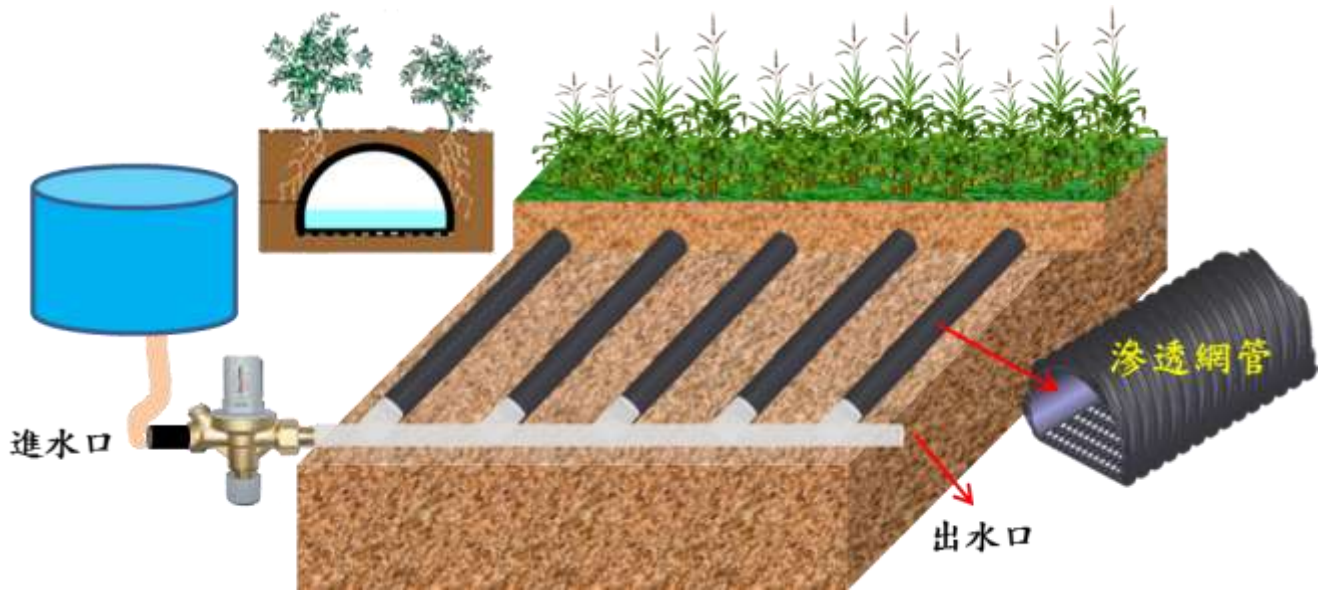
健康的土壤需具備下列條件：土質疏鬆，通氣及排水良好、含適量之有機質肥料及化學成分，而未受病原菌及地下害蟲感染為另一重要考量因素，因此種植期間需控制土壤的物理性、化學性及生物性因子，若能定期進行土壤分析，以了解土壤之實際狀況，再依據實際狀況適時、適量添加有機質肥料及化學肥料，除可提供充分的營養外，促進作物生長健康，營養成分合宜，利於消費者健康外，同時對土壤環境的污染降至最低。此外，亦需強化灌溉系統及模式，適當管理水分。避免過量或不足之土壤含水量，乃因過量或不足均易影響植株根部之呼吸作用及其他生理作用，而影響植物之生長而間接影響抗性。



滲透網管提供地下空間做土壤水管理、排水、灌溉、施肥、透氣、控溫、消毒、排鹽等功能。



滲透網管功能



滲透灌溉系統

↑ ↑ ↑ ↑
排鹽 **高** **施** **灌**
效 **肥** **溉**
率
 ↓
 水、肥料、微生物
 經滲透網管從地下
 往上灌溉

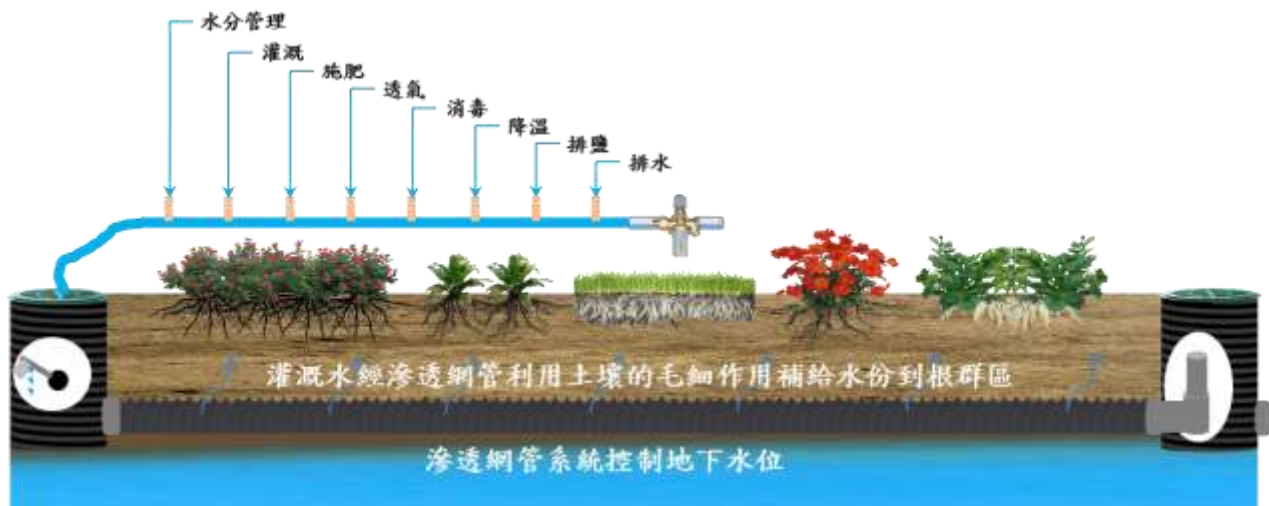
土壤水管理

↑ ↑ ↑ ↑
土 **控** **土** **排**
壤 **制** **壤** **水**
供 **土** **透** **↓**
氣 **溫** **氣**
 排除地面水
 排除土壤飽和水
 降低過高地下水位

土壤消毒

↑ ↑
植 **植**
間 **前**
消 **熱**
毒 **風**
↓ **消**
毒 **毒**
 非植物性殺蟲劑與
 植物性殺蟲劑浸泡
 液經滲透網管做植
 間土壤消毒

土壤熱風消毒：
 滲透網管送入熱風，使熱風直接滲 20cm~30cm 深之土層中進行消毒，當溫度到達 50~80°C 保溫 30 分鐘後，即可進行下一區之消毒工作。



滲透網管功能說明

1. 土壤水分管理

直接影響根系生長與吸收的土壤物理性質因子，包括有水分、氧氣、溫度和機械阻力四項。

作物根系生長的時候，要有充分的水分供應。在不影響根系氧氣供應的狀況下，水分愈充足愈好。

土壤水分太多時氧氣供應不足，相對的土壤水分變乾的時候，土壤變硬，機械阻力大，阻力大到根沒法子穿入時，根會變短變粗，停住而不能伸長。根接觸不到的地方，不利養分和水分吸收。土壤愈緊實，土壤密度愈大，愈容易變的過乾或過濕，而不利根系發展。

從生產的觀點來說，土壤水分管理是一項重要的工作。為了保障產量和品質，適當的水分和肥分的供給要互相配合才能夠達到好的效果。

水分管理必需考慮多方面且複雜的因素，包括氣象條件、土壤條件、作物條件以及栽培技術條件等等。

根系要能夠接觸到水源才可以吸收水分，根在土壤中分布的深度、密度和吸取水分的能力，以及土壤傳輸水分到根系的能力，是決定能否提供足量水分的主要因子。

另一方面根系細胞必需有足夠的氧氣來呼吸，才能維持它的生存合理化施肥之土壤水分管理與活力；相對於水分的補給，排除根系中過多的水分以便空氣流通也十分重要。土壤供水（灌溉）與排水為土壤水分管理的主要內容。

一般來說，土壤要有它本身體積百分之十以上的孔隙，是空的不含水分的，土壤才有連續的通氣管道，可以和地面上新鮮的空氣流通換氣，讓根呼吸。若是通氣受阻，根系缺氧，根部吸收的能力就會降低。若是浸水時間過長，土壤呈現還原狀態還會損傷根系。

滲透網管提供地下空間配合鼓風機是土壤水分管理的最佳選擇

土壤水分含量生育、產量及品質之影響

土壤水分缺乏或過多

柑橘和其他生物一樣，其生長和發育均離不開水，構成體質、葉面蒸散和營養素的吸收與運送都需要水。因此，在柑橘生育期間土壤水分的供應是否適當，對於植株的生育和果實產量與品質影響甚大。因此，欲穩定柑橘的生產，提高果實品質，就必須在乾季能夠適時適量的灌溉，在雨季能夠排水良好，配合柑橘的生育時期將土壤水分含量控制在適當的範圍內。



極柑園缺水，葉片捲曲

土壤的乾濕程度可以用土壤水分張力來表示，土壤浸水飽和時的水分張力為 0 大氣壓；而開始排水後的一兩天內，當大孔隙中的水經由重力完全排去時，這時的土壤水分張力約為 0.33 大氣壓力；而土壤乾到 15 大氣壓的張力時，即是作物的永久凋萎點。土壤水分張力在 1 大氣壓以內時，可以用張力計來測量，張力計的讀數由 0 至 100，讀數 100 即為 1 大氣壓張力。

在新梢生長期間，即便是輕微的缺水也能使葉片變小、枝條節間縮短、新梢數目減少；在開花授粉期間缺水，則造成授粉不良而降低著果率；在果實發育期間缺水則果型變小，果汁率減低，但是糖度、酸度均提高。如果乾旱的程度更嚴重，使葉片捲曲（圖）、氣孔閉合、碳水化合物無法合成，則柑橘的生長將完全停止。

當土壤在浸水飽和的狀態超過一至二天以上，將使柑橘根部因缺氧而使水分及鉀的吸收受阻，地上部葉片呈現捲曲萎凋，如繼續浸水時根部將腐爛，葉片將黃化並大量落葉，最後枯死。

自春梢生長、開花授粉、至果實發育初期之間，土壤最好保持濕潤，使 30 公分深度的土壤水分張力計讀數維持在 30~60 之間。在果實肥大期至採收前的一個月為止，30 公分深度的水分張力計讀數可維持在 60 至 90 之間，則夏秋梢的生長可以稍微受到抑制，而果實的肥大也不致於受到太大的影響。再果實採收前一個月，一般的果園即應停止灌溉。因為在果實成熟後期，土壤如果過於濕潤，將使果實風味淡薄、糖度及酸度降低、不耐貯藏。相反的，土壤倘能保持適度的乾燥，但還不至於乾到葉片缺水捲曲的程度，則可提高果實的風味並延長果實貯藏的壽命。

文旦

將土壤含水量設計區分為 20%（-8~-12 分巴）、15%（-30~-40 分巴）及 10%（-50~-70 分巴）三處理，以不同土壤水分含量之全生育試驗調查三年生麻豆文旦，其結果為植株抽花穗率以土壤水分含量 10% 者為最高達 24.5%，其次土壤水分含量 15% 者為 18.9%，土壤水分含量 20% 者最低僅 9.5%。植株花朵結果率以土壤水分含量 20% 者為最高達 25.7%，其次土壤水分含量 15% 者為 13.4%，土壤水分含量 10% 者最低僅為 7.1%，且植株最後結果數以土壤水分含量 20% 及 15% 者為較高，分別為 22.8 個及 21.8 個，而土壤水分含量 10% 者僅為 9 個。果實品質分析，以土壤水分含量 10% 者，糖度最高為 11.2 度，含汁率最低僅為 34.1%，且果實小；其次土壤水分含量 15% 者糖度為 9.7 度，含汁率最高為 43.3%，僅少數大粒果實，果肉有異味產生；而土壤水分含量 20% 者，糖度最低僅為 9.0 度，含汁率亦僅為 38.2%，果實大，且部份大粒果實果肉有乾米及異味產生。

芒果

芒果生長於土壤含水量為 10%、15% 及 20% 等環境中，其結果為，生長在 10% 低土壤含水量植株抽生冬梢較少，而生長在 15% 以上土壤含水量植株抽生冬梢較多。在三種不同土壤含水量（10%、15% 及 20%）之全生育控制下，生長於其中之麻豆文旦植株，自 10 月 10 日枝梢修剪後，於冬季期間（11 月、12 月及 1 月）植株之抽梢量，以生長在 10% 土壤含水量的植株抽梢最少，只有 8.8% 之營養梢及 10.8% 之結果枝抽生，生長在 15% 土壤含水量者抽生 30.3% 營養梢及 22.3% 結果枝，而生長在 20% 土壤含水量者抽生 27.5% 營養梢及 25.4% 結果枝（表 2 及表 4），亦即土壤乾燥時（10% 土壤含水量）確實能有效抑制冬季時期新梢抽生量，但營養梢發育較短，且葉片數較少。

荔枝

玉荷包開花多、結果少，是農友長期以來非常大的困擾，因此每到開花著果期，一顆心總是忐忑不安，掛慮著要進什麼補，要用什麼藥，以防止落果，卻反而忽略果園水分管理。其實，為促進開花，荔枝果園通常從秋冬即開始限水，土壤一直保持乾旱的狀態，當荔枝開花授粉後，果實開始綠化膨大（約母花開後 2 週），此時若土壤過於乾旱或突如其來的驟雨，都容易造成嚴重落果，因此，妥善水分管理，採漸進式由少漸多，均衡供應水分，保持土壤濕潤，除可防止落果，也能促進果實正常發育，減少土壤水分乾濕變化過大，而發生嚴重的裂果。



番茄

利用設施栽培，進行土壤水分含量、養液施用量及摘除果實（果串）下方老葉處理，評估對果實品質及產量之影響；結果顯示小果番茄在秋冬作栽培，10% 土壤含水量處理之裂果率顯著低於 30% 者，果實可溶性固形物含量顯著高於 30% 者。10% 土壤含水量處理之用水量僅為 30% 者之一半；摘除果實下方之老葉在果實可溶性固形物含量顯著高於對照組；在 80% 及 100% 施肥量處理之果實可溶性固形物含量顯著高於施肥量為 0 及 20% 者，而且裂果率、酸度及單株產量則顯著低於施肥量為 0 及 20% 者。土壤肥力分析則顯示施肥量 80% 及 100% 處理之有效磷含量與種植前相近，0、20%、40%、80% 及 100% 等施肥量處理之有效鉀含量均顯著低於種植前之未處理者。本研究藉由土壤水分監測及自動給水控制器設備，可以維持穩定的土壤水分含量及肥灌施肥量，達成小果番茄精準化之水分及施肥管理目標，穩定秋冬季小果番茄生產之果實平均可溶性固形物含量達 10.0 OBrix 及降低裂果率。

滲透網管良好的排水功能

五月梅雨季節到來，有滲透網管區域將豪大雨的水匯流至滯洪池儲存，農作物生長健康；無滲透網管區域，土壤水飽合，無法順利排水，土地造成積水現象，農作物泡爛，生長不起來。



無網管



有網管

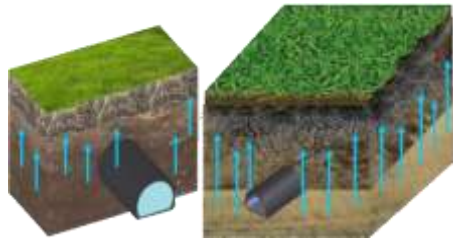


無網管
作物泡
水



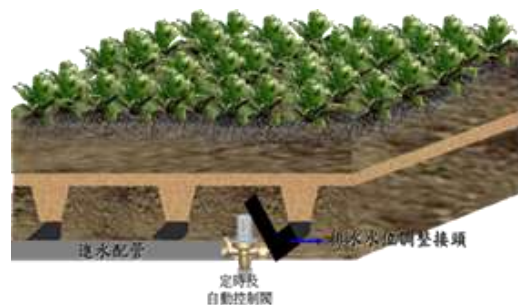
2. 節水灌溉

毛細作用原理



滲透網管

使灌溉水滲入土壤，
經土壤的毛細作用，
補給水分到根群區，
排除土壤中飽和雨水



滲透網管把肥料溶於灌溉水中，利用滲透網管地下滲透灌溉系統，同時進行灌溉與施肥的工作，可節省5成灌溉水，提高肥料效果4成，節省灌溉人力6成。

傳統施肥方法包括人工撒施、點施與條施，具有費工、不均勻與表土施肥容易流失的缺點。灌溉方法分為淹灌、噴灌微噴灌、滴灌與地下滴灌，農業灌溉及過量施肥會導致營養素污染地下水與地表水。普遍採用的淹灌，水的使用效率低，1/3到1/2的灌溉水流失，帶走可觀的養分，整合施肥與灌溉技術的滲透網管肥灌系統採用地下滲透灌溉之水資源利用率較高，約從70%到95%，水和養分的流失可以獲得較佳控制，具有減低肥料對環境污染之效果。肥灌可以藉由地下滲透灌溉頻繁的供給作物養分，根據作物之需要管理灌溉水量，準確且均勻的施用養分到有效根聚集的潮濕區域，調整肥料比例與濃度促成作物產量與品質最大的提升，以及根部下方最小的滲流損失。其地下滲透灌溉的最高水分利用率可達95%。養液注入器的型式有很多種，包括比例稀釋器、定量幫浦、壓差混合出肥、文氏管(Venturi)注入器等，栽培介質為土壤時，可採用文氏管注入器抽吸養液與灌溉水混合輸送到田區植物根部，或比例稀釋器採毛細管原理運用不同直徑和長度之細管尺寸變化調節流量以進行養液稀釋，此二種方式混合的精準度適當，同時土壤具有耐受20%濃度變化之緩衝能力，因此可以使用。在省工的前提下，定時器的定時灌溉可執行低階自動灌溉操作，只是定時灌溉之土壤含水率之變動較大。

地下滲透灌溉之液態肥料有肥效高、可調整養份比例、可滲入土壤深層、養份可到達植物根群吸收等優點，地下滲透灌溉不僅對設施介質土耕有效，亦可用在設施土耕栽培、露地蔬菜、果樹與花卉的栽培。

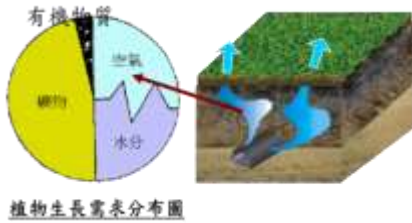


自動灌溉施肥系統控制器

節水滲透灌溉實驗-節水節肥



3. 土壤透氣



土壤透氣是增產的必要條件

滲透網管提供土壤透氣作用

土壤透氣對植物的生長和微生物的活動有很大的影響。

任何植物在生長期對土壤中的空氣都有一定需求。

根系吸收水分、肥料是需要能量的，這些能量來自根系的呼吸作用。透氣性強，氧氣充足，根系才能充分進行呼吸作用，為根系吸收水肥提供充足的能量供應，蔬菜也才能得到高產。

大棚蔬菜種植超過4年以上的，土壤積鹽程度重，對蔬菜生長極為不利，很多大棚黃瓜因土壤性質變劣，使黃瓜根系生長不良，抗逆性降低。因此，培育健壯的根系是蔬菜提高抗逆性，獲得增產的必要手段。而決定蔬菜根系健壯、抗逆性高低的關鍵是土壤的透氣性。只有土壤透氣性強，氧氣充足，根系的呼吸作用充分，產生較多的能量，根系吸收能力才強，才能長出壯棵，蔬菜抗逆性才能提高，產量才能增加。傳統的溝灌、畦灌等對土壤侵蝕、壓實的作用很強，土壤的團粒結構便被破壞，不利於土壤保水保肥性的提高。而在大棚蔬菜生長起來後，又覆蓋著地膜，中耕鬆土的難度較大，土壤板結也就無法打破了。**滲透網管-地下滲透灌溉系統**不同于大水漫灌，它慢慢地浸潤土壤，對土壤破壞作用小，使用**地下滲透灌溉系統**從地下往上灌溉，地底下是濕潤的，地表的表層卻非常乾燥。土壤更加疏鬆，透氣性更強。

溫室蔬菜生產為反季節生產，生產成本較高。因此，棚室蔬菜生產的首要要求就是產量高、效益好。這就需要給蔬菜創造最好的生長環境，充分挖掘蔬菜的產量潛力。蔬菜高產需要培育一個健壯、活性強的根系。而決定蔬菜根系活性的關鍵是土壤的透氣性。

土壤透氣性好壞對甘薯塊根膨大影響很大，進而影響甘薯產量。

土壤緊實，含氧量少，缺乏膨大過程需要的水分和氧氣，造成薯塊難以形成，或長相怪異，粗纖維多，有時結薯很深，增加收穫的難度。土壤板結時透水性差，過量降水會造成壟體濕度太大，下滲困難，進而根際土壤含氧量少，不容易形成塊根，已經膨大的薯塊如果得不到很好的通風透氣條件，也會表現出生長緩慢，表皮鬚根增多，薯皮粗糙，顏色黯淡，免疫力差，儲存期間容易軟腐。

具有良好透氣性的土壤水氣調節比較理想，容易形成塊根，結薯淺且塊形大，產量高。因此，高產栽培需要良好的土壤透氣性，在土壤改良上要更加注重增加土壤有機質，採用機械化起壟，保證壟體高度在25釐米以上，陰雨天田間無積水。

節水滲透灌溉實驗-透氣增產



實驗組產量比對照組產量多50%以上

實驗組品質優良，對照組表皮有感染現象，

市場售價實驗組為對照組的加倍。

4. 土壤消毒

作物之連作障礙易發生於設施栽培中，尤其是長期於同一土地上進行高頻度的作物栽植的結果。塑膠布覆蓋下的土壤缺乏雨水的淋洗，所產生的鹽份累積，屬於非生物因子的連作障礙，而生物性因子所引起的連作障礙中，寄生性線蟲佔 31.3%。在台灣引起連作障礙的主要寄生性線蟲種類為根瘤線蟲及根腐線蟲，設施栽培的耕作系統內，長期連續性的栽培瓜類、茄科、豆類、花卉等作物，就寄主達二千餘種的根瘤線蟲而言，等於常年提供其繁殖的環境。

隨著蔬菜種植面積的增加，蔬菜連作障礙越來越成為蔬菜發展中備受關注的問題，防止蔬菜連作的方法很多，涉及到種子、苗木、嫁接技術、輪作倒茬等，其中最重要的是土壤消毒。

滲透網管提供地下空間做土壤高溫及植物性消毒

滲透網管土壤熱風高溫消毒法

利用熱風高溫使生物細胞內的蛋白質凝固及酵素不活化，達到殺死生物之目的，可同時控制病害、地下害蟲、雜草等問題。土壤高溫消毒優點在於不會有農藥殘留及環境污染的問題，待土壤溫度降低後就可以進行種植，可爭取時效。土壤經 60~80°C 蒸氣消毒處理 30 分鐘後，植物病原真菌、細菌及線蟲均被消滅，絕大部分的病毒不活化，殘存的微生物多為具產生抗生素潛力的細菌及放線菌，不會造成生物相真空。除植物病原菌外，高溫消毒同時可殺死地下害蟲、小動物及雜草種子。

高溫消毒有效的消毒深度約土表 25~30cm 以內，消毒後勿再翻犁整地。

熱風取代傳統蒸氣土壤消毒，設備簡單、成本低。

設施栽培模式中，因蒸發作用及缺乏雨水的淋洗，土壤中鹽分藉由水分不斷的往土表竄升，使鹽分累積問題成為連作障礙中的主要元素，而土壤中根瘤線蟲也同時藉由水分的上移而更接近寄主的根部，依附寄主作物而繁殖。依根瘤線蟲危害作物之病害生態，以作物生育初期受害對產量及品質之影響最巨，甚至造成全株死亡，所以對根瘤線蟲的防治策略，均著重在如何將作物定植前植穴中土壤之根瘤線蟲密度降至最低或完全殺滅，但別忘了，如果採收後發現根瘤密佈的腫脹根部，千萬記得搬離設施，不要殘留土中，這也是降低根瘤線蟲密度的有效方法。

滲透網管提供地下空間土壤殺菌，只要從進水口通入氣體或液體就可做土壤殺菌，簡單容易，成本低。

熱風土壤殺菌：滲透網管送入蒸氣，使蒸氣直接滲到 20cm~30cm 深之土層中進行消毒，當溫度到達 60~80°C 保溫 30 分鐘後，即可進行下一區之消毒工作。

熱風土壤消毒之效果：

1. 對土壤之消毒達到全面之效果。
2. 土壤中之病菌之滅死溫度大部份在 70°C 以下，可以利用蒸氣來殺菌。
3. 加速土壤中之機質裂解速度，使土壤中之機質更有效之利用。
4. 殺死土壤中雜草之種子，因之有效解決雜草問題，更有利於作物之成長。



土壤未經消毒



土壤經過蒸氣消毒

土壤生物相及雜草之致死溫度（處理時間：持續 30 分鐘）

致死溫度(°C)	土壤生物相
100	所有病原微生物、雜草
93	耐熱性的病毒、放線菌、雜草
82	大多數雜草及病毒；所有植物病原細菌
60-71	大多數植物病原真菌及細菌；昆蟲、孺類、蚯蚓、蝸牛、蜈蚣
49-60	立枯絲核菌
49	線蟲
38-49	水生藻類

利用熱風高溫處理結果顯示，土壤經熱風高溫處理過之甜瓜總產量增加 38%，植株生長速度快、生長勢佳，果實重量大小、果肉厚皆明顯優於未處理組，且果實甜度品質不受影響；處理組植株萎凋率僅為 3% 且根部維持健康狀態，而未處理組則已達 88% 且根部已有紅色或褐色壞疽斑產生。顯見利用熱風高溫處理美濃瓜栽培設施土壤，不但可增加產量及提升品質，也提供迅速、有效的非農藥解決方法。

莧菜於冬季雖生長緩慢需長達 40~60 天，但價格相對較其他冬季葉菜高且穩定，因此專業農民種植意願高。西螺莧菜專業生產田區長期連作，發生發芽不整齊、植株生育速度不均一，以致降低產量及品質。熱風高溫處理結果顯示土壤處理後，莧菜增產 38%，且可獲得葉片較大、根系較白的優級品質（價錢高）之莧菜產品，株重、株高、葉重、莖重、根重、第一節間長與莖徑皆增加，商品性提高，估計每公頃收益可提高 25 萬元。



滲透網管利用地下滲透灌溉系統做植物性消毒

防治農作物、花卉害蟲及庭園草坪害蟲：蚜蟲、鱗翅目幼蟲、介殼蟲、薊馬果蠅、潛葉蠅、浮塵子、甲蟲、紅蜘蛛；衛生害蟲：蚊、蠅及螞蟻等。

植物性殺蟲劑：菸葉、除蟲菊、魚藤、苦楝、苦茶粕、樟腦油、茶皂素、植物精油、蒜精

菸葉

防治蚜蟲、蝸牛、浮塵子、薊馬、黃條葉蚤、葉蟎、螞蟻、潛葉蠅和線蟲等對有很強的觸殺作用將菸葉曬乾後磨粉使用，或直接浸泡於水中後取其浸泡液使用。

菸葉的缺點是會殺死一部分蚯蚓，此外茄科作物因怕感染毒素病，不可使用菸葉。

苦楝

防治一百多種昆蟲及數種葉蟎和線蟲，如玉米螟、粉蝨、毒蛾、果蠅、根瘤線蟲、斑潛蠅、二點葉蟎、蚜蟲、粉介殼蟲、薊馬、白粉蝨等。

其有效成分為苦楝油，直接將苦楝種子粉碎浸泡後使用也可以，但使用濃度要高才有效，萃取苦楝葉片汁液使用也有效果。

於蟲害初期，蟲口密度低時即開使噴灑，每隔 7 天噴灑一次，連續噴三次以上，噴灑時稀釋 1000 倍，充分與水混合後再加入展著劑，噴及蟲體棲息處。

苦楝油

可有效驅離粉蝨、粉介殼蟲、蚜蟲、葉蟎、介殼蟲…等；並可使用在環境衛生上。

苦楝油的味道可有效產生驅離的效果。

苦茶粕

為壓榨苦茶油剩下廢渣，可用於防治蝸牛類用於防治水稻之福壽螺。抑制蟲害。

樟腦油

對許多害蟲都有效、其缺點是使用濃度太高或次數太多時會延遲作物生長，有些作物葉片也會有畸型現象發生。

防治果實蠅時，可加於糖醋液、木醋液、夏油、煤油等其他自然農藥中以提高其效果。

植物精油

來源為由多種無毒植物置於蒸餾器內，由底部導入蒸氣，蒸發之植物性物質與蒸氣混合凝結為液態之水與油分離而得。

功能為驅除蟲害，以動力或人工噴霧器噴施，預防或病蟲害發生時，加水稀釋 1000-2000 倍使用，每星期 1-2 次。

蒜精

防治農作物、花卉害蟲及庭園草坪害蟲：蚜蟲、鱗翅目幼蟲、介殼蟲、薊馬、果實蠅、潛葉蠅、浮塵子、甲蟲、葉蟎；衛生害蟲：蚊、蠅及螞蟻等。

蒜精對鹼性較敏感，因此應先用水稀釋再加酸（醋酸、檸檬酸及磷酸均可），將酸鹼度調至 pH6.0 以下（最佳為 pH5.5-6.0）在加入蒜精，使蒜精效果可以發揮。

在植物生長期越早使用，效果越好。稀釋倍數：每甲地（公頃）使用 170-500 cc 蒜精，稀釋 100-1000 倍均可，視當地害蟲發生密度及使用經驗而自行調配。

在害蟲尚未發生或開始發生時撒佈，可避免害蟲侵犯，如害蟲已大量發生為害，可與其它殺蟲劑一起使用。視害蟲為害程度，每 1-2 週撒佈一次。農皂（除蟲、抑菌、展著三效合一）

成份：天然椰子油、鉀離子皂化劑、甘油、軟水對蚜蟲、粉蝨、介殼蟲、紅蜘蛛（蟎類）、薊馬、浮塵子等細小害蟲，具有良好防治效果。可防治白粉病、露菌病、銹病等真菌性病害。

可作為水溶性肥料、營養劑、除草劑、殺菌劑、殺蟲劑、微生物劑的展著劑使用。避免與酸性物質混合。避免與真菌類微生物菌混用。請避免於高溫日照下施用。

5. 土壤控溫調節產期

土壤溫度可左右害物發生及作物生長，適度調整有利作物生長而強化抵抗力，相對降低害物之發生。滲透網管改善溫度條件亦可適度調整產期，增加產量。

環境控制上也有達到提早開花的方式，增加土壤溫度使植物提早萌芽，在萌芽之後以預防寒害的管理方式來改善春初寒流的影響，進而達到提早收穫。

土壤溫度對微生溫度是影響作物生長之主要因子，直接影響了作物本身生理代謝生化反應，並擴及整個生育過程包括營養生長及生殖生長。就栽培生產之立場而言，作物的產量品質甚至產期受溫度之影響甚大，而設施栽培生產最重要的操作管理就是溫度管理。溫度的管理在維持生育適溫，藉著溫度管理調節生育而達到高產量、高品質之目的。所謂最佳作物生長環境是依作物生長階段而有所不同，而溫度對於生育影響程度，依作物種類、品種、生育階段、天候、土壤條件、限界溫度的持續時間而變化。設施栽培以保溫、加溫、降溫的方法提供作物生育適宜溫度。溫度的管理旨在控制作物生育適溫，甚至藉著溫度調節達到生育上「質的影響」，換言之，就是調控花芽分化及花朵發育。而量的影響特別是作物生產的終極產品如果實、種子、花朵、營養器官根莖葉更受溫度之影響。

土壤溫度可左右害物發生及作物生長，適度調整有利作物生長而強化抵抗力，相對降低害物之發生。滲透網管改善溫度條件亦可適度調整產期，增加產量。

土壤溫度對微生物活性的影響極其明顯。大多數土壤微生物的活動，要求溫度為 15 °C~ 45 °C。在此溫度範圍內，溫度愈高，微生物活動能力越強。土溫過低或過高，超出這一溫度範圍，則微生物活動受到抑制，從而影響到土壤的腐殖或礦質化過程，影響到各種養分的形態轉化，也就影響到植物的養分供應。例如，氨化細菌和硝化細菌在土溫 28 °C~ 30 °C 時最為活躍，如土溫過低，往往由於硝化作用極其微弱，而使作物的 N 素養分供應不足。土壤溫度達到 52 °C 時，硝化作用停止。物活性的影響極其明顯。大多數土壤微生物的活動，要求溫度為 15 °C~ 45 °C。在此溫度範圍內，溫度愈高，微生物活動能力越強。土溫過低或過高，超出這一溫度範圍，則微生物活動受到抑制，從而影響到土壤的腐殖或礦質化過程，影響到各種養分的形態轉化，也就影響到植物的養分供應。例如，氨化細菌和硝化細菌在土溫 28 °C~ 30 °C 時最為活躍，如土溫過低，往往由於硝化作用極其微弱，而使作物的 N 素養分供應不足。土壤溫度達到 52 °C 時，硝化作用停止。

環境控制上也有達到提早開花的方式，增加土壤溫度使植物提早萌芽，在萌芽之後以預防寒害的管理方式來改善春初寒流的影響，進而達到提早收穫。

節水滲透灌溉實驗-土壤溫度調適



小黃瓜實驗結果

- * 夏天等於冬天產量。
- * 瓜形明顯增長。
- * 產期增長。

進水口

6. 暗管排鹽-排除累積的硝酸鹽

鹽害對作物與農田的傷害可分為：

(一) 作物水份吸收障礙：

鹽離子會改變土壤水分滲透壓，根部過低的滲透壓，使作物根部無法自土壤中吸收水分與養分，就如同人體無法飲用海水般，喝下海水反而會使人因此脫水死亡，作物亦是如此，鹽害的存在就如同使置植物於缺水的乾旱環境下，造成萎凋死亡。

(二) 鹽離子毒害作物細胞：

在鹽類過多的土壤中，鹽離子對作物的傷害不完全單只有造成水分吸收困難，而是會導致作物過度吸收單一鹽離子而降低其他養分的吸收，此時土壤中的其他養分是充足的。因此鹽害的發生往往伴隨著養分缺乏症的病徵出現，進而使農友誤判以為作物是缺少肥料而出現該徵狀，因而施加更多的肥料於田間，反而更加重土壤中的鹽害，例如：作物吸收土壤中過多的鈉離子，會導致無法順暢吸收鈣、鎂、鉀離子。另外鹽害還會破壞植物細胞生理，抑制植物葉綠素與多種生理必須酵素的合成，而產生鹽害生理病徵。

然而當土壤累積高鹽類時，第二階段的硝酸化成菌的活性變弱，亞硝酸會無法順暢轉化，而累積在土壤中。此時，當日光照射溫室時溫度急遽上升，造成亞硝酸變成氣體而揮散於室內使得溫室內作物一日間枯死。有的植物體內集聚過多的鹽分，而使原生質受害，蛋白質的合成受到嚴重阻礙，從而導致含氮的中間代謝物的積聚，造成細胞傷害。影響植物正常營養：由於鈉離子的競爭，使植物對鉀磷和其他營養元素的吸收減少，磷的轉移也會受到抑制，從而影響植物的營養狀況。影響植物的氣孔關閉：在高濃度鹽類作用下，氣孔保衛細胞內的澱粉形成受到阻礙，致使細胞不能關閉，因此植物容易乾旱枯萎。最後因為土壤鹽分嚴重累積的關係，農民在經營設施栽培數年後往往因栽種不易的關係，常有廢棄設施放棄耕種的情形。

暗管排鹽遵循“鹽隨水來、鹽隨水去”的水鹽運移規律，將充分溶解了土壤鹽分而滲入地下的水體通過管道排走，從而達到有效降低土壤含鹽量的目的。

暗管排水排鹽技術是在田間一定深度埋設滲水管將上層下滲的水分或下層上升的水分通過自流或強排集中排出田間，從而帶走鹽分達到改良鹽鹼地的一項技術，它能起到排水、排鹽、排澇、控制地下水位等作用。將排水管埋入地下可避免明溝排水佔用大量耕地和邊坡塌陷的問題，控制地下水位，抑制土壤毛細水上升引起的土壤返城。

鹽鹼地由於土壤內大量鹽分的積累，引起一系列土壤物理性狀的惡化：結構粘滯，通氣性差，容重高，土溫上升慢，土壤中好氣性微生物活動性差，養分釋放慢，滲透係數低，毛細作用強，便導致表層土壤鹽漬化的加劇。土壤鹽鹼化後會嚴重影響植物的生長，降低生物量。鹽脅迫還影響到質膜的組分、透性、運輸、離子流等發生一系列變化，導致細胞膜的正常功能受損，進而使細胞的代謝及生理功能受到不同程度的破壞，表現在：引起植物的生理乾旱：鹽土中含有過多的可溶性鹽類，可提高土壤溶液的滲透壓，從而引起植物的生理乾旱，使植物根系及種子發芽時不能從土壤吸收足夠的水分，甚至還導致水分從根細胞外滲，使植物萎焉甚至死亡。傷害植物組織：在高 pH 值下，會導致氫氧根離子對植物的直接傷害。有的植物體內集聚過多的鹽分，而使原生質受害，蛋白質的合成受到嚴重阻礙，從而導致含氮的中間代謝物的積聚，造成細胞傷害。影響植物正常營養：由於鈉離子的競爭，使植物對鉀磷和其他營養元素的吸收減少，磷的轉移也會受到抑制，從而影響植物的營養狀況。影響植物的氣孔關閉：在高濃度鹽類作用下，氣孔保衛細胞內的澱粉形成受到阻礙，致使細胞不能關閉，因此植物容易乾旱枯萎。

鹽分過度累積會影響植物對水分的吸收，減少養分的吸收，土壤物理性變差，降低土壤微生物活性，造成微生物相的不平衡且容易發生病害



土壤過量累積鹽類，出現鹽斑



土壤中累積氮磷，藻苔滋生



土壤鹽化植株生育不良，葉緣出現枯焦癢狀



土壤鹽化造成植株葉緣焦枯

施用品質不良的有機資材（如生豬糞、雞糞、未腐熟堆肥），或農友大量長期施用 EC 值高的堆肥，也可能導致土壤表面累聚多量鹽分，作物發芽失敗及雜菌叢生的情形。此外，長期多量施用 pH 較高之有機質肥料或石灰資材，將顯著提升土壤酸鹼度，此時當土壤銨態氮過多時，易形成氮氣揮散損失，高濃度之氮氣也會對植株直接造成傷害。氮氣障害可能出現的症狀：

- (1) 連續陰雨天過後，忽逢晴天之中午，葉片似熱水燙過而有疲軟的感覺。
- (2) 再過 1~2 天，葉片障害部份枯死，特別在葉脈間與葉緣呈黃白化。

滲透網管暗管的埋設

滲透網管暗管的埋設應綜合考慮植被種類、土壤特性、水文地質和氣象條件等因素。

滲透網管暗管的埋深、間距、管徑和坡降，是設計的關鍵問題。

1. 埋深

埋深主要決定於保證植被正常生育需要控制的地下水位元及鹽漬土區的臨界地下水位，同時考慮必要的剩餘水頭。近年來試驗示範的埋深通常為 30~120 釐米，但不同土壤及植被的最佳埋深還需要通過大量的試驗研究才能進一步明確。

2. 間距

由於地區不同，土壤的透水性差異較大，因而各地區的暗管間距需根據降漬脫鹽標準結合埋深確定

3. 管徑

管徑應保證排除設計排水量，同時又不致形成滿管水流，一般適宜管徑在 50~100 毫米

4. 坡降

坡降一般依據不產生淤積的最小流速來確定，在可能的條件下，應儘量採用地面坡降為暗管的設計坡降。當管徑等於或小於 100 毫米時可採用 1/300~1/600。

滲透網管暗渠排水（鹽）之作法：

1. 需事先準備之材料為 4~6 寸之滲透網管管、粗沙等。
2. 欲埋設滲透網管管之深度，大致為作物根分佈之地表下 60~80 公分，而逐漸向集水方向傾斜以利排水。
3. 埋設滲透網管管後，其上面鋪設 20 公分高度之粗沙，以利水份滲漏至滲透網管管。
4. 無法自然排水的地方，則在設施之角落埋設集水大桶（如用 500 公升鐵桶或塑膠桶），以馬達強制抽取排水。
5. 滲透網管管之埋設間隔依土壤性質而異，砂土可較廣，粘土則較狹，一般為 2~3 公尺間隔。
6. 如為水田附近而欲設置暗管時，需在暗渠之周圍挖明渠，或以波浪板阻止水田之水份滲進暗渠。



設施內栽培作物為番茄，溫室中穴盤基質育苗，在植株 6 葉 I 心時（2011 年 5 月 27 日）定植於大棚內。番茄定植後進行常規管理，番茄收穫時間為 2011 年 8 月下旬。自番茄定植之日起，每月採集 0-20cm, 20_40cm, 40-60 cm 不同層次土樣。採集的土樣經自然風乾、過篩後進行鹽分測定。埋設滲透網管暗管的土壤電導率（EC）隨著時間的推移而呈明顯的降低趨勢。番茄成熟收穫後，0-20cm 和 20-40cm 的土壤 EC 值分別由初始時的 5.29ms/cm 和 2.95ms/cm 降低至 2.08ms/cm 和 1.20ms/cm，但 40_60cm 土壤 EC 值變化不顯著甚至後期出現升高的趨勢，這可能是由於上層土壤的鹽分被淋洗到下層土體中。計算得到一季作物種植後土壤根系密集層（0-60cm）脫鹽率為 47.5%，脫鹽效果顯著。滲透網管暗管排水可有效調控地下水位，汛期當地下水接近地表時，三日內降低 0.5-0.8 米，達到除澇、防漬、降鹽標準；一米土體年脫鹽率為 27%，3-4 年達到改良鹽土的目的；暗管排水還可抑制地表鹽斑，改善作物生態環境，與明溝相比，具有工程量少，土地利用率高有利於交通和田間機械化作業等優點。

滲透網管暗管排水可有效調控地下水位，汛期當地下水接近地表時，三日內降低 0.5-0.8 米，達到除澇、防漬、降鹽標準；一米土體年脫鹽率為 27%，3-4 年達到改良鹽土的目的；暗管排水還可抑制地表鹽斑，改善作物生態環境，與明溝相比，具有工程量少，土地利用率高有利於交通和田間機械化作業等優點。

7. 創造植物舒適的生長環境

健康的土壤需具備下列條件：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考量因素，因此種植期間需控制土壤的物理性、化學性及生物性因子，若能定期進行土壤分析，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，除可提供充分的營養外，促進作物生長健康，營養成分合宜利於消費者健康外，同時對土壤環境的污染降至最低。此外，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。



滲透網管-地下滲透灌溉
創造植物舒適的生長環境

初步實驗結論

省水：50%以上

增產 馬鈴薯實驗增產：50%

減少肥料使用量：使用可溶性肥料植物吸收平均

透氣：植物生長健康快速 品質良好

排水：排放土壤過飽和水份

高效率：使用自動灌溉控制系統

滲透網管-節水滲透灌溉系統製造原理

傳統之透水管材大都於上半部開設槽孔，進水下部份並無開孔，因此土壤顆粒無可避免的隨同水流滲入管內，同時也逐漸在管外孔隙周圍產生淤積終至堵塞，滲透網管采半月型設計，半月型部份為不透水層，平面部份為網狀透水層，埋設時平面部份為網狀透水層向下，排除土壤中飽和的水，而使水流由下往上進入導水管，如此一來土壤顆粒因重力自然沉殿，不致隨同水流進導水管內，同時也不會在導水管內產生淤積現象，但是朝下之網狀透水層既能進水，同樣也造成吸水之後果，當水分進入時，壓力差現象會自然對土壤中之水分產生抽吸之效果，並以重力流向外排放，進一步對土壤內部產生負壓，大幅增加排水效率。

因此滲透網管，不需碎石和不織布等過濾材料，不阻塞，生態工法施工，是最佳地下滲透灌溉及排水資材。

