

植物無土栽培

柯立祥

無土栽培是指凡植物利用營養液培養生長，不論它有沒有利用隋性介質的機械力量支持植物生長的栽培方式都是。若傳統的栽培方法在土壤中行不通，或是沒有土地的話，無土栽培將成爲一實用的方法。

基本上有3種主要無土栽培方式：①水耕栽培，②聚合栽培，③營養流栽培。分述如下：

水耕栽培

此技術大部分用在科學的實驗研究上，以了解和增加對植物無機營養需要量的知識。

水耕栽培是把植物的根系浸在含有植物生長所必須的大量和微量元素的水溶液中，植物體本身則穿過容器的蓋子，而以軟木、海綿橡皮或其他適當的東西固定。容器與蓋子均應選擇或經特殊處理，以確實防止透光，避免水耕液中產生藻類。

此外，培養液亦應充分的通氣，可利用打氣的方式，在溶液中不斷的產生氣泡而達到通氣目的。至於容器大小，從一般的水果瓶至窄底瓶皆可，要看植物的大小多寡而定。培養液通常每7~10天更換一次。

水耕栽培較麻煩且不易精通，不像其他的無土栽培方法較適合商業上的應用。

聚合栽培

是將植物栽植在固體的隋性無機介質上，如砂、蛭石、珍珠岩、石英、石礫等，並從表面與下面澆灌供給營養液。

表面澆灌時，需在蛭石或珍珠岩上面覆上一層粗砂或細石礫，以防止蛭石或珍珠岩因澆灌營養液而被沖開。容器底部鋪上一層粗石礫或尼龍網，可防止蛭石等介質，經由容器的排水孔流失。

至於下表灌溉，通常以粗石礫或石英鋪在容器底部，營養液從底部加壓進入容器內。一般底層的部分浸泡在營養液中，剛好在表層的下面，然後營養液可排至蓄液槽內，以供下次再使用。

聚合栽培的一般根系可獲得良好的通氣性，因爲根系除了在營養液壓入栽植槽的短暫時間外，根系均暴露在具有足夠氧氣量的大氣中。至於營養液打入栽植槽的頻度，從每小時1次到每天3次不等。

若石礫細得足以維持足夠的濕度，而粗得足以排除多餘的營養液，那麼養分的供給通常是足夠的。一般石礫的大小在2公厘到9公厘之間較適當。

此外，爲了控制藻類的產生，培養液不要澆灌到石礫的表面，但是每週最少也要一次從石礫上面澆灌水分或培養液，以溶解因蒸發作用而聚積在表面層的無機鹽類。

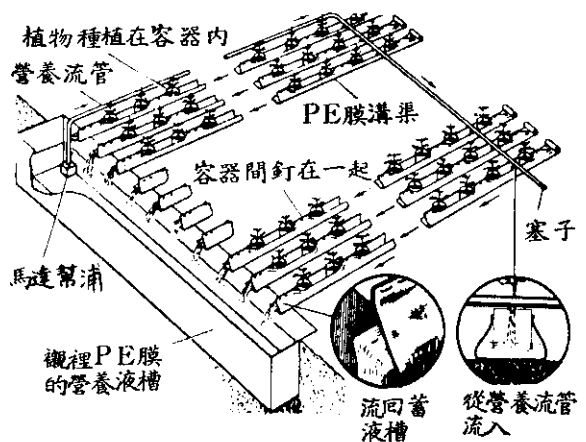
聚合栽培在商業上是可行的，只是初期需要較大的投資，但可以使營養液的平衡得到合理的控制，且營養液的唧取與排除循環，均可自動控制。

營養流技術

營養流技術的實驗研究早已開始，而且也修正在商業上應用。

原理是營養液不斷的循環流經植物的根，然後再回到蓄液槽，營養液的成分在蓄液槽內追蹤調整。整個栽培系統如下圖。

營養流技術的營養液供給排出圖



營養液從蓄液槽利用馬達幫浦經水管抽到有微略坡度的渠道上端，然後沿着此具坡度的渠道，因重力關係向較低的一端流下，最後流回蓄液槽。至於營養液的通氣問題，一般在營養液流到收集管而進入蓄液槽前，即可達到通氣的效果。

營養液流經的管道，可用PE管或PE膜（板）做成。植物則種植在PE渠道上一定間隔的小盆或小鉢上，內含有一些隋性介質。另外，亦可利用屋頂浪板，因浪板的波渠可供營養液的流動。

營養液配方

植物在田間是從土壤中獲取生長所需的無機營養、水分和氧氣。無土栽培時，則流經根系的營養液，

具有供給植物養分、水分和氧氣的功能。

今將有關營養液的幾個問題，分述如下：

①水：是植物生長所必需，且一般含鹽類的量低。若水的電導度在 750 以下，此種水可安心作為養分的溶劑。一般而言，營養液電導度不應超過 2,250。

②溶液的 PH 值：溶液的 PH 值是用來表示溶液的酸鹼度，一般溶液的 PH 值在 5.5~7.5 之間，養分一般具有有效性，可被植物吸收利用，然而養分溶液以 PH 6.5 最佳。當水分蒸發和養分被植物吸收利用，PH 值就會增加，亦就是變為鹼性。為了維持 PH 在 6.5，可用酸來調整，特別是營養液是不停循環使用者，則 PH 的調整是很重要的。

至於 PH 值的調整，任何型式的酸類，只要加入够量均可達到目的，但一般以強酸最好。此外，酸類的選擇，以不要導入任何元素而造成毒害量為原則。

通常硫酸是調整 PH 值很好的酸，此酸除可降低 PH 值外，又可供給植物部分的硫素（S）。若使用量適當，硫對植物亦不會造成毒害。磷酸亦可用來調整 PH 值，但一般不願意用。至於鹽酸，則應避免使用，因為鹽酸可導入氯離子對植物造成毒害。

③無機營養：某些礦物質是植物生長發育所必須，這些元素包括氮、磷、鉀、鎂、鈣、鐵、錳、鋅、

硼、銅、鉬和硫。氮、磷、鉀 3 元素，因一般植物的需要量很大，也稱為「大量元素」，而其他元素，植物的需要量較少或極少，因此也稱為「微量元素」。

上述 12 個元素在植物生長中有不同的功能，且在生長階段中所需要的含量也不同。尤其氮、磷、鉀的含量關係很重要。若植物以採收花和果實（如菊花和蕃茄）為主者，需要較少的氮與較多的磷和鉀，使用完全可溶性的肥料，可達到此目的。在許多可利用的配方中，如氮—磷—鉀比為 20—20—20 的配方，適於作物的營養生長，而 15—10—30 的配方，則適於促進開花。

有 2 種一般通用的氮濃度是百萬分之 100 和 150（即 100 和 150PPm）。前者適於花卉生長，後者適於蔬菜生長。

基本微量元素的配方，10 年前即已被發展出來，至今已廣泛應用在無土栽培上，這些養分及其濃度，分別為鐵 0.75PPm，硼 0.5PPm，錳 0.5PPm，鉍 0.05PPm，銅 0.02PPm，鉬 0.01PPm。

另外的 3 個元素：硫、鈣、鎂中，硫可從供給其他養分元素的化合物中如硫酸鋅（ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ）或硫酸銅（ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ）上獲得。鈣可從水、砂和石礫中獲取足够的量。鎂則需加入瀉鹽（ $MgSO_4$ ）



三菱_{汽柴}油引擎

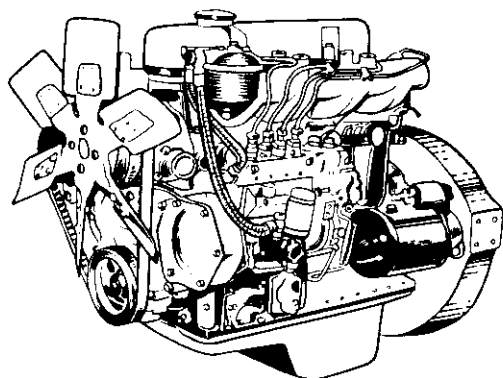
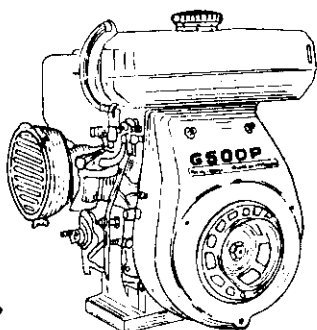
建設機械用
發電機用
農業機械用
一般動力用

汽油

1.2HP~15HP

柴油

10HP~1550HP



各型機種齊全・現貨供應

**MITSUBISHI
ENGINES**

順益貿易關係企業

總代理：金堅貿易股份有限公司

台北市延平南路 5 號 TEL:3822551~3

，濃度為96PPm

④營養液的混合：無土栽培若具有蓄液槽收集和再循環使用營養液系統者，需要準備立即可用的稀釋營養液。若營養液不是循環使用者，通常先準備好濃縮母液，當植物需要澆灌營養液時，再以少量的母液用水稀釋施用。稀釋的量依母液的濃度而定，一般使用的系統是1份濃縮母液，以水稀釋15倍（即15：1），另外亦有128：1的。後者因母液含較多的肥料，所以可配成大量的稀釋液。

表1：含氮100PPm和150PPm 與加上適量微量元素的營養液配方

使用下列1種可溶性肥料（氮—磷—鉀）	100PPm 氮配成500公升所需量	150PPm 氮配成500公升所需量
20—20—20	260公克	390公克
15—10—30	345公克	520公克
15—30—15	345公克	520公克
25—10—10	210公克	320公克
MgSO ₄	255公克	255公克
混合微量元素（參看表2）	1單位（份）	1單位

在表1和表2所列的營養液配方，可供給植物相同濃度的養分，而當植物需要水分或補充水分時，即應以此營養液澆灌。

表2：混合微量元素濃縮量配方

肥 料	公 克 數	直接稀釋後 濃 度
有機鐵（Fe330—10%Fe）	75.0	0.75PPm
硼酸（H ₃ BO ₃ ）	28.6	0.5 PPm
氯化錳（MnCl ₂ ·4H ₂ O）	18.1	0.5 PPm
硫酸鋅（ZnSO ₄ ·7H ₂ O）	2.2	0.05PPm
硫酸銅（CuSO ₄ ·5H ₂ O）	0.8	0.02PPm
鉬酸（H ₂ MoO ₄ ·H ₂ O）	0.02	0.01PPm
總量	124.9	

註1：應將各成份磨成細粉，充分混勻，再等分成20，每份（6.25公克）即為1單位，供表1使用。平常貯存於乾燥地方。

註2：某些養分在濃縮液中會產生沉澱，特別是錳，若有此問題，則應注意植物缺錳症，可以相同量的養分，實施葉片噴洒，而獲解決。

（未完下期待續）

農業知識的寶庫・豐年叢書

書 名	定價（元）	書 名	定價（元）
台灣觀賞植物集	（精）300	專業栽培蔬菜30種（增訂三版）	（平）140
台灣的蝴蝶	（精）250 （平）220	經濟果樹（上）	（精）230
台灣的海水觀賞魚	（精）300	經濟果樹（下）*上、下冊合購 僅收430元	（精）250
台灣鄉土引	（平）100	觀賞植物（增訂再版）	（平）80
台灣的野生蘭（增訂再版）	（精）180 （平）150	九重葛盆景藝術	（平）40
瓜類栽培（增訂再版）	（平）100	水產養殖（增訂再版）	（平）150
莖菜栽培	（平）120	肉鴿飼養	（平）65
豆類蔬菜	（精）150 （平）120	家畜家禽衛生（增訂六版）	（精）160

豐年社

台北市溫州街14號 *國內郵購每次請另加掛號郵資9元

郵政劃撥5930號 *國外郵購請先通知書各數量、郵寄方式以便報價