

動態浮根式水耕栽培

實用 / 成本低 / 收入固定

實用性強周年生產

動態浮根式水耕技術有以下特點：

1. 較易維持養液溫度

由於氣根式栽培床內有 8 條保利龍凸起的溝槽，而且溝內水位至少有 4 ~ 5 公分；且養液的灌排流程僅 2.0 公尺，因此，即使氣溫在 35°C 時，水溫仍能維持在 28.0 ~ 29.1°C 之間。

2. 溶氧量較高

氣根式栽培床的特性之一為養液的灌排流程較短，再者進液時採用噴射灌液方式。因此，不論養液採用自然落差灌液方式，或採用抽水幫浦強制灌液，溶氧量均維持在 5 ~ 6 ppm 間。

3. 根系較發達

移植於氣根式定植板的蔬菜根系，由於其上方根系 1.0 公分左右的根系自然地曝露於濕空氣中，而且下方根系一旦與栽培床的凸槽接觸後，即沿著凸起處向下方伸長而形成倒 V 字型的氣根系。

4. 需養液量較省

由於氣根式栽培床具凹凸浪板特性，每單位栽培床最高養液裝載量僅 105 公升。以栽種一次青梗白菜為例，在氣溫 35°C 下，每 1000m² 可節省 7.7 公噸的養液，結球甘藍可則可節省 11.1 公噸的養液。

5. 耗電量較省

由於改良型栽培技術改採用噴灌進液，每小時僅打 3 ~ 5 分鐘，每日動作 16 次。因此，每 1000m² 每日耗電量僅 10 ~ 12 KWH。

6. 採移植栽培，周年性產量固定。

如表 1、2，動態浮根式水耕栽培技術是將各種蔬菜的生育期控制在 24 天，即允許各種蔬菜長至最適移植期才移入溫室中，移植後，至 24 日每穴即有 53 公克的平均收量。

企業化栽培

7. 採企業化栽培，收入固定。

動態浮根式水耕技術採用工廠化經營理念，將 862.4m² 的 12 間溫室區分成 24 區，即每日收穫 1 區及移植 1 區。由於各種蔬菜的生育期

表 1：各種蔬菜最適移植日數

蔬菜別	最適移植日數 (日)		總計 (日)
	發芽期	育苗期	
空心菜	2-3	7-14	9-17
土白菜	1-2	7-10	8-12
繡菜白菜	1-2	7-10	8-12
青梗白菜	2-3	7-14	9-17
油菜	1-2	7-14	8-16
芥菜	1-2	10-16	11-18
芥藍菜	2-3	10-16	12-19
茼蒿	3-4	10-16	13-20
莧菜	4-6	14-18	18-24
香菜	4-6	14-20	18-26
菠菜	3-4	10-16	13-20
茼蒿	3-4	10-16	13-20
芹菜	5-7	14-20	19-27
鴨兒芹	17-10	15-20	22-30

需控制在24日內，因此，每日的收穫量為19.8公尺長、寬2.13公尺溫室之半 ($19.8 \times 2.13 \div 2 = 21.1\text{m}^2$)。如表 2 所示為各種蔬菜的實際生產量，即以經營862.4 m^2 之水耕農場，則業者每日可採收86.6公斤帶根的蔬菜。

施肥合理化

8. 落差連續式漸近濃度追肥管理，施肥合理。

坊間慣行之肥料管理法，大致依據本場過去發表的間歇式追肥管理法，即每隔7~10天測定水耕液濃度 (EC值)，再依下列公式追補之：

水耕養液中各肥料組成分追補量 (An)

$$A_n = T_n \times (F + W - C) / F$$

Tn：全水耕系統調配養液時所需個別肥料組成分之用量 (公升或公斤)

F：引用養液配方濃度值 (mmho/cm)

W：用水之濃度值 (mmho/cm)

C：測得養液之濃度值 (mmho/cm)

表 2：各種水耕蔬菜的生產特性(24日, 21.1 m^2)

蔬菜種別	單穴鮮重 (公克)	去根鮮重 (公克)	生產量 (公斤)	
			單一栽培床	21.1 m^2
土白菜	58.2	52.0	8.4	92.4
繡葉白菜	56.3	50.4	8.1	89.1
青梗白菜	50.8	46.4	7.3	80.3
小松菜	41.2	34.7	5.9	64.9
中國紹菜	60.4	52.8	8.7	95.7
廣島菜	50.0	44.6	7.2	79.2
芥藍菜	50.6	43.6	7.3	80.3
土萵苣	71.3	57.3	10.3	113.3
繡葉萵菜	51.3	43.8	7.4	81.4
空心菜	100.3	90.8	14.4	158.4
莧 苔	40.2	35.2	5.8	63.8
紅葉菜	36.0	29.3	5.2	57.2
塌 菇 蕒	56.8	45.6	8.2	90.2
苜 蓿 菜	36.2	28.4	5.2	57.2
菠 菜	36.4	29.4	4.2	46.2
平 均	53.1	45.6	7.6	86.6



在盛夏栽培的水耕番茄

此追補法最大缺點為盛夏之際水耕液濃度變化太大，若7~10天才追補，則養液濃度早已超出原先標準值的10%，造成後續追補量誤差太大。缺點之二為，慣行的肥料管理法，採用栽培期間單一濃度管理法，因此，若沿用較淡的濃度，則植株生育後期易發生營養不良；而若沿用較濃的濃度，則植株生育初期，尤其是移植後3~5天間，會發生生長停頓的現象。

落差連續式漸近濃度追肥管理法，則依下列公式及表3、4的濃度配方。各種蔬菜的配方相同，僅有冬夏季之別，並利用簡易的自動控制，允許栽培床上的濃度以每日增加10%的速率增加之，至採收日 (即植株生育最旺時) 養液濃度亦達最高峰。

$$EC_f = (W - X) / W \times EC_d + X / W \times EC_a$$

ECf：栽培床中最終之水耕液的濃度值 (mmho/cm)

表 3：葉菜類水耕營養液基本配方(S)

元素別	營養液名稱	用量(mg/ℓ)
巨量元素	硝酸鈣(Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O)	118
	硝酸鉀(KNO ₃)	404
	硫酸鎂(MgSO ₄ ·7H ₂ O)	123
	磷酸一銨(NH ₄ H ₂ PO ₄)	57
	磷酸二鈣(Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·H ₂ O)	126
微量元素	鐵(Fe·EDTA)	20
	硼酸(H ₃ BO ₃)	1.2
	氯化錳(MnCl ₂ ·4H ₂ O)	0.72
	硫酸銅(CuSO ₄ ·5H ₂ O)	0.04
	硫酸鋅(ZnSO ₄ ·7H ₂ O)	0.09
	鉬酸鈉(Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O)	0.01
pH = 6.0 ± 0.5		
EC = 0.85mmho/cm		

- ECd：檢定時水耕液之濃度值
(mmho/cm)
- Eca：尚待追補水耕液之濃度值
(mmho/cm)
- W：全水耕系統中養液容量
(公升)
- X：檢定時全水耕系統中養液之消失量
(公升)

設施造價遠較日本低

9. 造價便宜

改良型的水耕設施每862.4m²土地面積中可搭建2.13×19.8m²的矮架溫室12間，其總栽種面積為506.1m²，即土地使用面積達58.7%，每一間矮架溫室，包括內部栽培設施的造價為新台幣55,000元，再加上每6間設施共用的養液自動灌排系統需新台幣50,000元，因此，若以862.4m²當作一單位水耕農場，則其設施成本的估算如下：55,000元×12+55,000元×2=760,000元，為日本同類水耕設施構築費用的 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{10}$ 。最特別地，本項水耕設施中個別網溫室的構築是獨立工程。即在經費不充裕或栽培技術尚未熟練前，農友可視經濟狀況構築1~2間網溫室，假以時日再擴充之。

10. 設施結構簡單，施工及維修費用較低

由於動態浮根式系統中的網溫室採用矮架組合方式，因此，農友可依本場設計的圖樣及購得各項套件後，自行搭建。國外水耕栽培系統或溫室的構築均屬專業技術，一向由私人的科技公司承包，價位極高。本場舊型的水耕系統在溫室構築上亦有相同的困難，尤其在本省尚無專業的溫室工程公司，坊間現有的水耕農場其網溫室大致由承包鐵架、石棉瓦遮陰棚的私人企業社代工，而內部的水耕設施，則沿用日本的溫帶型水耕技術。因此，不但構築費用高昂，且因缺乏農用設施的專門資材及知識，維修費用亦不低。而本場的矮架水耕溫室，不論在構築方面或爾後之維修方面，甚或日常屋頂塑膠布的清洗作業均可自行操作。

11. 防虫性佳

利用高隧道式網溫室或力霸鋼架網溫室來栽培水耕蔬菜，弊端之一為防虫性不佳，而本場新開發的矮架溫室則採用獨棟採收之作業。因此，一旦蔬菜移植至栽培床上，四周立即以24目白色尼龍網封著，直到收穫日才再掀開，故栽培過程發生病虫害的機率較低。甚至一旦某溫室在採收時發生嚴重病虫害，也較易於進行獨棟的消毒作業。

12. 抗風力強

根據國立台灣大學農業工程系王鼎盛教授對本溫室結構分析結果顯示，一座長7.2公尺、寬2.13公尺之矮架組合式溫室，骨架重量為171.90公斤，若不放置任何栽培設施則其能抵抗的最大風壓力為13,739公斤/平方公尺，而本省房屋設計的最小風壓力(100級區)為70公斤/平方公尺。換言之，矮架組合式溫室的骨架，不管置於本省任何地區，一旦起風時，都有傾倒之可能。若栽培床水深10公分時，或床下用磚頭或鐵環以100公斤/平方公尺壓住時，可抗風壓力可昇至129.2公斤/平方公尺，相當於風力區150級區至200級區。唯，鍍鋅鐵管僅能承受的風壓力為41.25公斤/平方公尺，因此可在溫室前、後方的縱向出入口處，各以2支口徑為3mm的鍍鋅鐵管交叉補強之。又本溫室高度僅1.8公尺，因此，補強後的水耕溫室仍可抵抗100級區風力。

此外，若能在此型溫室的四周或至少該地區的迎颶風面，構築一道擋風牆，將可增強其抗風力。同時，此型溫室的承架部分之邊柱及中央承柱，一旦由水平調整架好水平後，若能以水泥封住各柱腳，亦可增強其抗風力。

表4：葉菜類蔬菜所需的漸近營養液濃度值

蔬 菜 別	最 適 濃 度		EC值 (mmho/cm)		pH值	
	春夏季	秋冬季	春夏季	秋冬季	春夏季	秋冬季
白菜、萵苣、青梗白菜、菠菜、莧菜、油菜、茼蒿、空心菜、芥菜、芥藍菜、結球萵苣	1.5S	2.0S	1.3	1.7	5.5	6.0
	.	↓	.	↓	↓	↓
	2.0S	2.5S	1.7	2.1	6.0	6.5