

農的傳人

高小組應用科學科第三名

台北縣埔墘國民小學

作者：李欣潔、洪毓嫻

黃瑞竹、張肇哲

指導教師：邱碧仙

一、研究動機

星期假日，父母常帶我們去建國花市，我看到了一盆很奇怪的蔬菜，我好奇的走過去把保麗龍板翻開，發現裡面有很乾淨的根，於是我問一問老闆那是什麼？他只告訴我那是水耕蔬菜，腦中起了好奇，於是回學校和老師討論水耕蔬菜，老師便安排我和幾位同學一起到台肥研究中心去參觀他們的水耕栽培。當日由葉先生帶領我們到他們的水耕栽培農場參觀，感到非常有興趣。

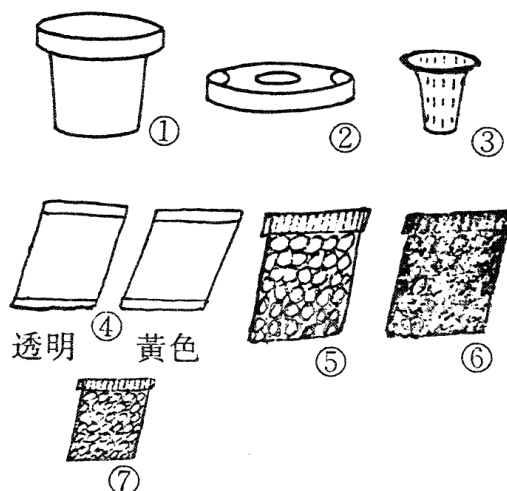
二、研究目的

- (一)水耕栽培和傳統種植方式有何異同？
- (二)水耕栽培有哪些特性及應用？
- (三)水耕栽培和傳統種植有什麼優缺點？
- (四)水耕栽培的未來展望。

三、研究設備器材

(一)下面是實驗栽培盒。

水耕栽培盒包括下列材料：

- 
- The diagram illustrates the components of a hydroponic cultivation box. It shows a large bucket (1), a flat lid (2), a small basket (3), two bags of nutrient solution (4), a bag of perlite (5), a bag of蛭石 (6), and a bag of seeds (7). The nutrient solution bags are labeled '透明' (transparent) and '黃色' (yellow). The perlite bag is labeled '發泡煉石' (foamed perlite) and the蛭石 bag is labeled '蛭石' (蛭石). The seeds bag is labeled '種子' (seeds).
- ①高密度保麗龍栽培盒。
 - ②保麗龍面板 1 片。
 - ③固定管（小盒附 1 支；大盒附 3 支）。
 - ④栽培液 1 組（包括透明液(A)，黃色液(B)各一包）
 - ⑤發泡煉石 1 包。
 - ⑥蛭石 1 包。
 - ⑦種子 1 包。

(二)實驗說明：

介紹營養液：

1. A、B 液兩種含氫、氧、氮、磷、鉀、鈣、鎂、硫、銅、鐵、錳、鋅、鉬。

四、研究過程與研究結果

(一)水耕栽培和傳統種植方法有何異同？

1. 種植步驟：

ㄅ 水耕栽培

(ㄅ)裝填(ㄆ)固定(ㄇ)加水(ㄏ)加入培養液(ㄏ)面板定位(ㄏ)播種(ㄏ)覆蓋(ㄏ)間拔(ㄏ)補充水分(ㄏ)收穫

ㄆ 土耕栽培

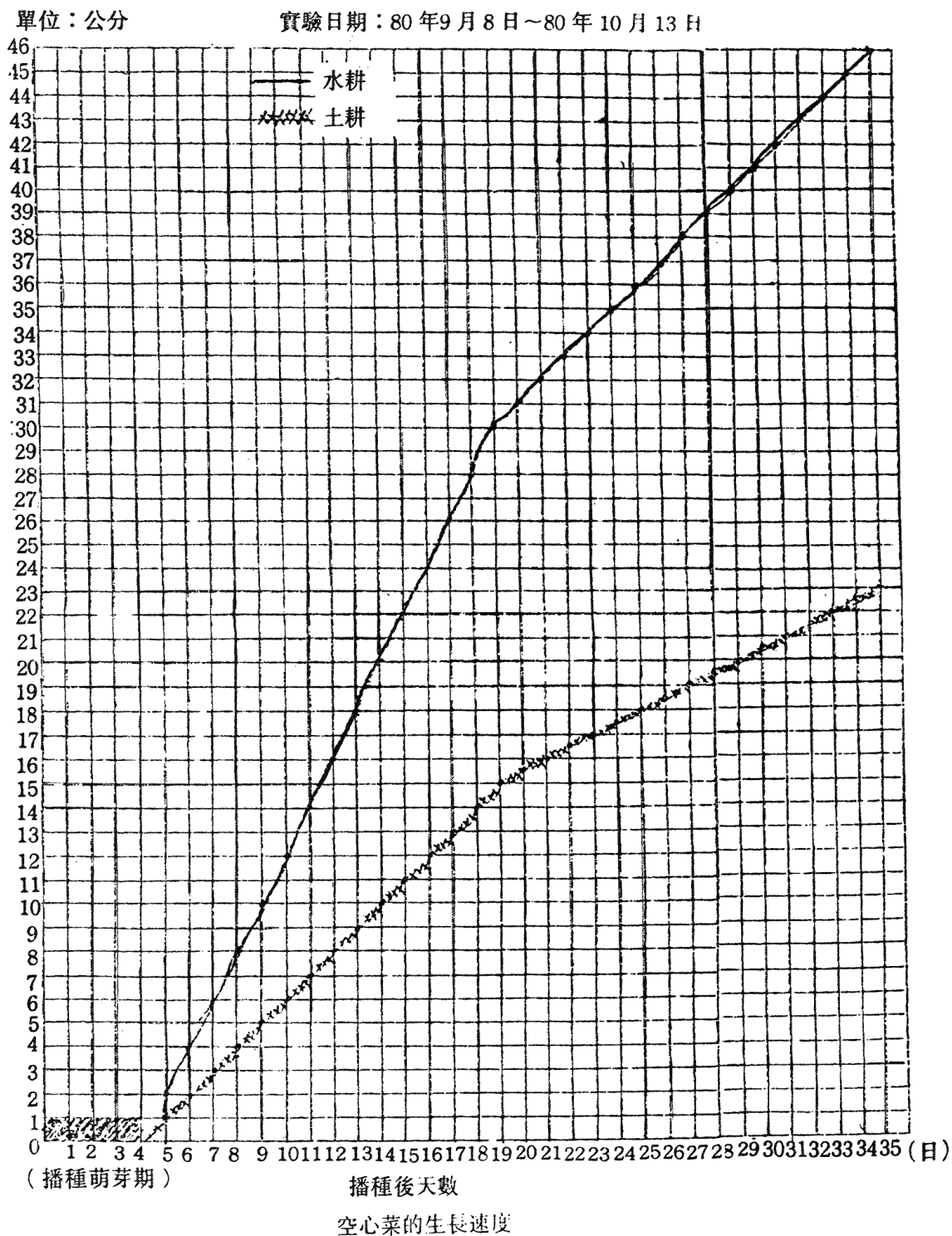
(ㄅ)整地(ㄆ)挖洞(ㄇ)播種(ㄏ)覆土(ㄏ)澆水(ㄏ)施肥(ㄏ)收穫

2. 使用材料

| 作業名 | 土 耕 | 水 耕 |
|------|------------------|---------------------|
| 育苗容器 | 塑膠鉢、瓦鉢。 | 保麗龍等栽培床、海棉、岩棉、砂礫。 |
| 育苗培地 | 土壤、有機質資料。 | 保麗龍等栽培床、海棉、岩棉、砂礫。 |
| 灌 水 | 依天候而定或是人力、機械化灌水。 | 減液量補水。(自動或手動)。 |
| 元 肥 | 檢定、堆肥、有機配合、化成肥料。 | 標準處方、培養液調整。 |
| 定 植 | 翻土耕耘。 | 培地材直接置床。 |
| 追 肥 | 化成肥料、液肥。 | EC 檢定、濃度補正。(手動或自動)。 |
| 除 草 | 覆蓋、用手除草或藥劑除草。 | 不需要。 |
| 中 耕 | 動力或手作業。 | 不需要。 |
| 整 理 | 拔除。(手作業或機械作業)。 | 網狀根去除、洗滌栽培床。 |
| 消 毒 | 藥劑灌注。 | 藥劑通液循環。(自動)。 |

3. 成長速度

實驗結果：栽培—水耕—土耕種下空心菜自 9 月 8 日開起播每日觀察紀錄
按成長高度畫成折線圖如下：



附表①

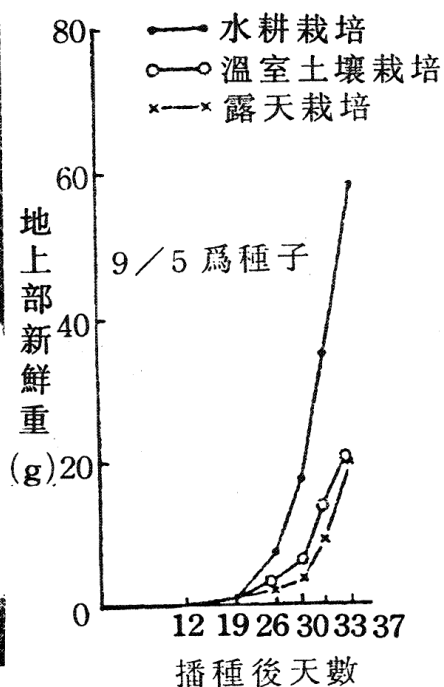
附表②



水耕

土耕

水耕與土耕的比較。



生菜的生長速度 (1982 年)
美國 (山城園研究所)

| 觀葉植物種類 | 半成品大小 或 幼 苗 (吋盆) | 商品大小 | 栽培所需時間(月) | | 商品每盆所需株數 | |
|----------|---------------------|------|-----------|-------|----------|-------|
| | | | 水耕 | 生產業者 | 水耕 | 生產業者 |
| 黃斑垂榕 | 5cm 扦插苗 | 5 | 6~8 | 10~12 | 1~2 | 1~3 |
| 白斑垂榕 | 5cm 扦插苗 | 5 | 8~10 | 12~14 | 1~2 | 2~3 |
| 銀后粗肋草粗肋草 | 分株小苗 | 6 | 3~4 | 6~7 | 2~3 | 2~4 |
| 黑美人粗肋草 | 分株小苗 | 6 | 4~5 | 6~8 | 2~3 | 2~4 |
| 白玉萬年青 | 分株小苗 | 6 | 3~4 | 5~6 | 2~3 | 3~5 |
| 夏雪萬年青 | 分株小苗 | 7 | 6~7 | 9~11 | 2~4 | 3~5 |
| 斑葉鵝掌藤 | 5cm 扦插苗 | 6 | 6~8 | 11~12 | 1~2 | 3~4 |
| 電信蘭 | 3.5 吋 | 9 | 5~7 | 9~11 | 2~3 | 2~3 |
| 波斯頓腎蕨 | 分株小苗 | 6 | 5~7 | 9~11 | 4~6 | 4~6 |
| 彩葉芋 | 2.5cm 種球 | 5 | 2~3 | 3~4 | 2~3 | 3~5 |
| 白蝴蝶合果芋 | 分株小苗 | 5 | 3~4 | 4~6 | 2~3 | 2~3 |
| 西瓜皮椒草 | 葉插苗 | 6 | 6~8 | 8~10 | 1~2 | 2~4 |
| 常春藤 | 二葉扦插苗 | 3 | 1~2 | 2~3 | 3~4 | 3~4 |
| 黃金葛 | 二葉扦插苗 | 6 | 1~2 | 2~5 | 5~6 | 12~15 |

註：生產業者資料取自淡水羣芳圃周年栽培之平均值

發現：

ㄅ水耕空心菜生長速度比較快，同一期間水耕 46 公分土耕 23 公分相差了 23 公分。

ㄆ看淡水羣芳圃周年栽培之平均值表發現，水耕栽培所需時間是土耕的一半。

4. 生產量 美國土壤栽培與無土栽培兩者，每 10 公畝收穫量之對比

附表

| 作物 | 土壤栽培 | 無土栽培 |
|-----|-------------|-------------|
| 水稻 | 112 kg | 560 kg |
| 菜豆 | 1.24 t | 5.19 t |
| 豌豆 | 0.247 t | 2.22 t |
| 燕麥 | 112 kg | 280 kg |
| 高麗菜 | 1.46 t | 2.01 t |
| 黃瓜 | 0.784 t | 3.13 t |
| 小麥 | 67.2 kg | 459 kg |
| 馬鈴薯 | 1.98 t | 17.3 t |
| 大豆 | 67.2 kg | 174 kg |
| 蕃茄 | 1.24~2.47 t | 14.8~74.1 t |
| 甜菜 | 0.988 t | 2.97 t |
| 萵苣 | 1.00 t | 2.35 t |

發現：無土栽培的產量比土壤栽培的產量多。

(二)水耕栽培有哪些特性？

1. 根是絕對的清潔

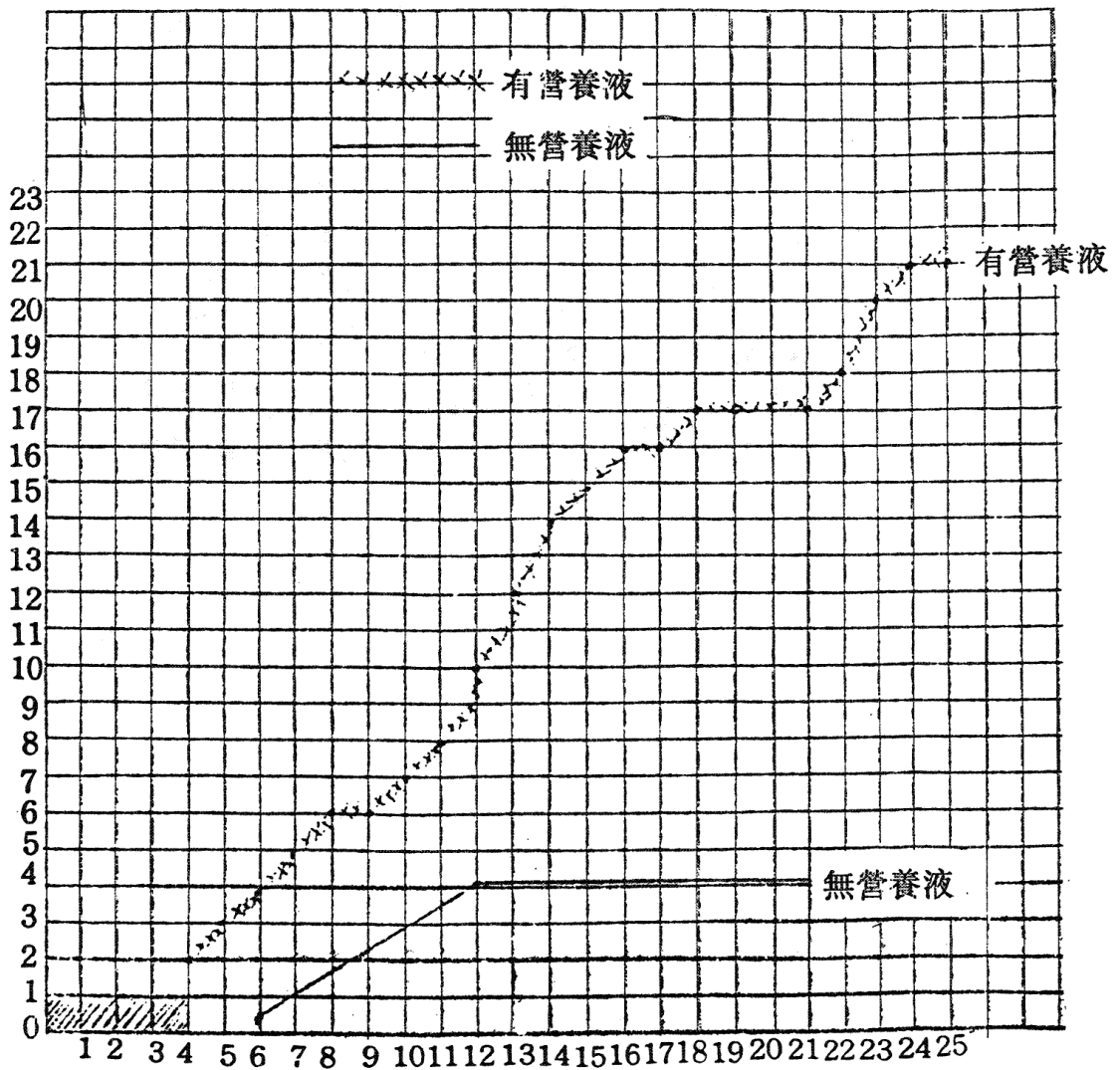
發現：根非常潔白，不易受污染可確保植物的成長，消費者也不用害怕購買到有
毒的蔬菜或水果

2. 有營養液和沒營養液比較

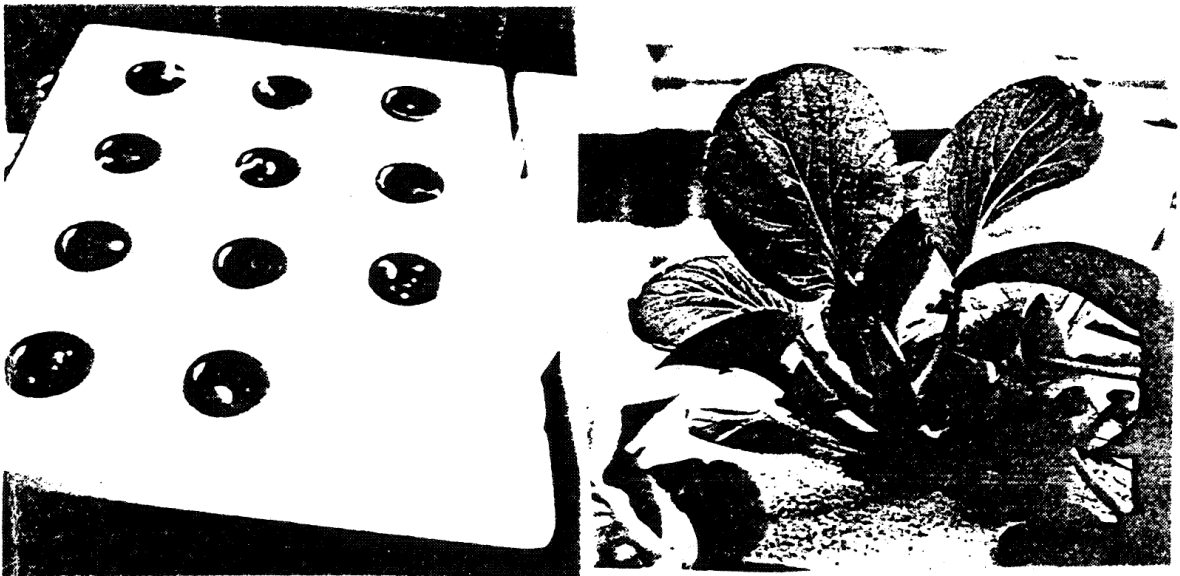
方法：栽種一盆有營養液的青梗白菜和一盆只放清水的青梗白菜

結果：

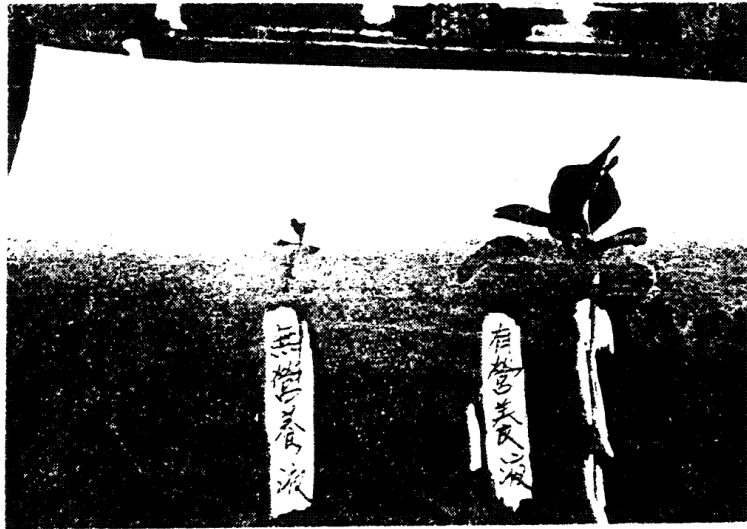
實驗日期：80年10月29日～80年11月22日



(播種萌芽期)



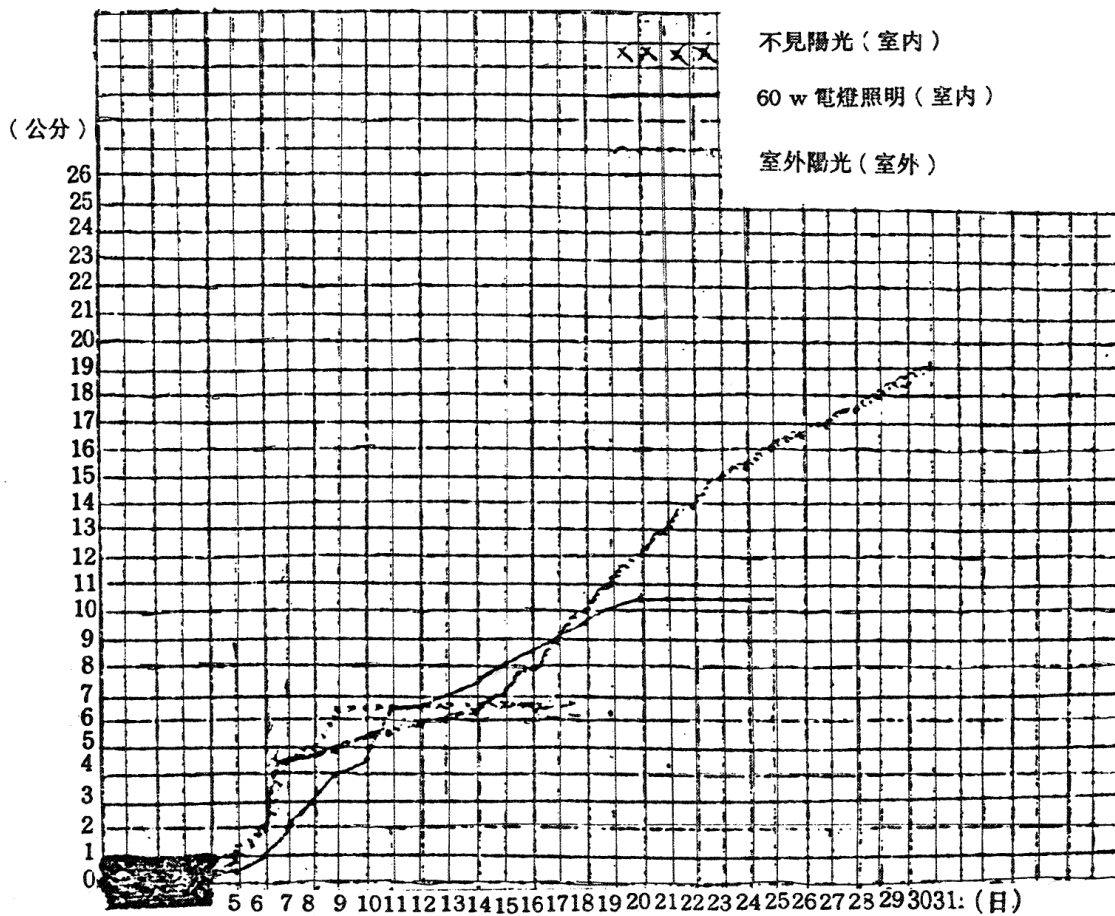
發現：有加營養液的可以長得又綠又高又大，只有加清水的長得又瘦又小又黃黃的，只有長4公分左右，就無法長高，然後他們一顆顆慢慢死亡。



3. 有無陽光照射的比較

方法：種 3 盆有加營養液的水耕小白菜，一盆種在室外照射陽光，一盆種在室內用 60 燭光電燈照明，一盞（白天不拿出室外），一盆用箱子覆蓋使不見陽光。

實驗日期：12 月 24 日～1 月 25 日



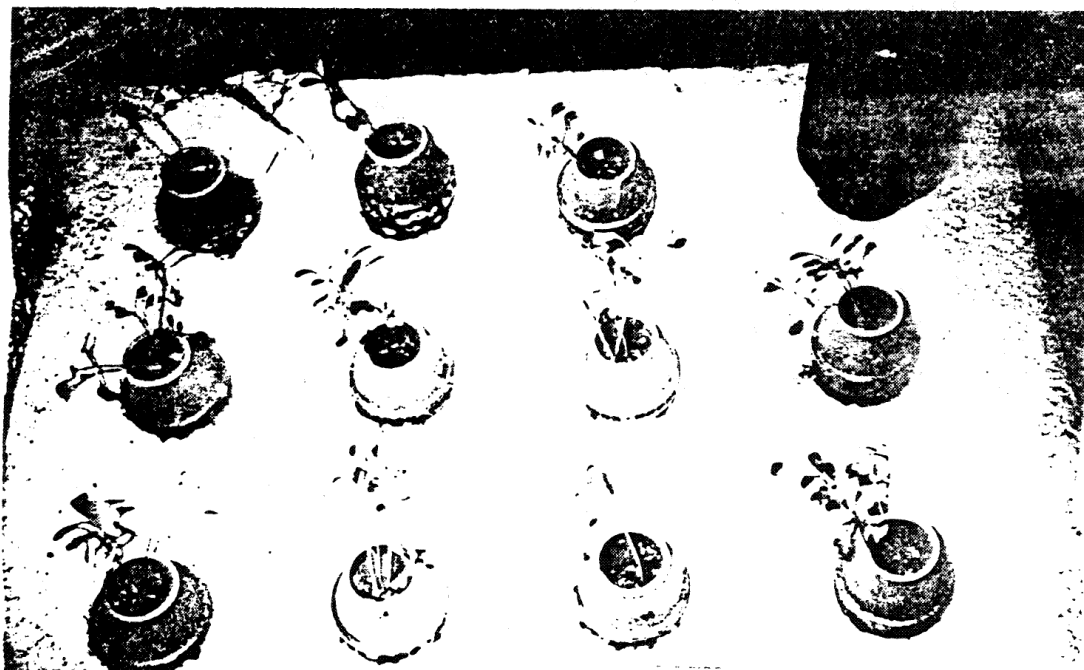
(播種萌芽期)

室外受陽光照射

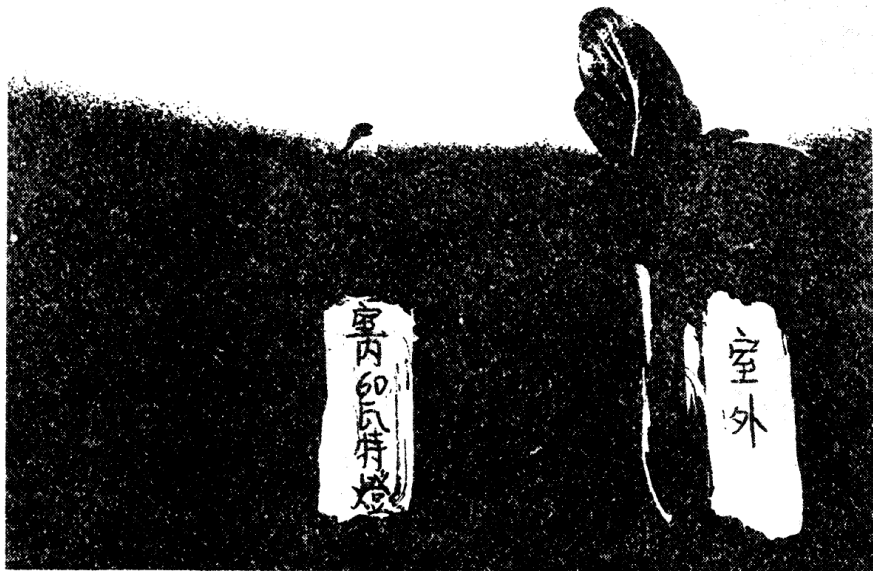
用箱子覆蓋不見陽光



60 燭光的燈



室外



發現：①在室外的長得又大又綠又高。

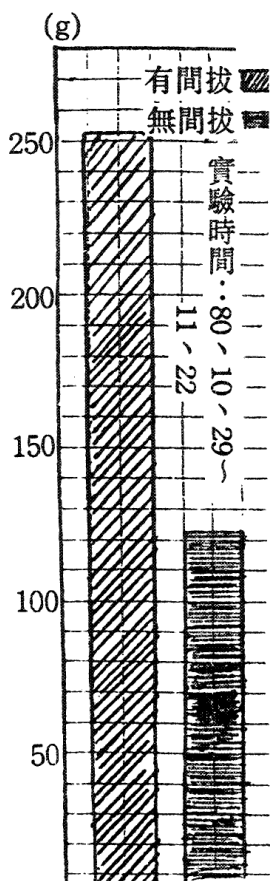
②60 燭光電燈照明長得淡綠的，莖長長細細的，葉小小的，21 天以後就會逐漸下垂然後慢慢的死亡。

③用箱子覆蓋不見陽光的莖長長的非常細，葉子又小又黃沒有綠色，黃色葉子展開成兩片後莖就逐漸枯萎死亡。

4. 間拔

方法：栽種 2 盆水耕小白菜，一盆間拔，一盆沒有間拔

實驗結果：



發現：沒有間拔的通風欠佳，陽光無法照射到基部，葉色為淡綠色，莖部非常細弱。間拔過的成長得茁壯而平均，未間拔的幼苗幾乎沒有成長，其成長也不均勻。

(三)水耕栽培的應用：

目前台灣水耕栽培應用到蔬菜水果，花卉，室內盆景。尤其是蔬菜推廣最快，我們在百貨公司、超級市場皆可買到水耕蔬菜

1. 水耕栽培和土耕栽培有什麼優缺點？

(1)優點

| 水耕栽培 | 土耕栽培 |
|----------------------------|---------------------|
| 1. 生長迅速，養分供應均衡。 | 1. 土耕栽培普遍，不用專門科學知識。 |
| 2. 產量多、品質好、清潔衛生病蟲害少，不受污染。 | 2. 不需要投資設備，節省資金。 |
| 3. 採自動化操作，可節省人工勞力，適合工商業社會。 | 3. 可以栽種的作物比較廣泛。 |
| 4. 不會引起連作的障礙，連作和初作成果一樣。 | |

| (2)缺點 | 水耕栽培 | 土耕栽培 |
|-------|----------------------|----------------------|
| | 1. 設備投資巨大，一般農民無法負擔。 | 1. 浪費勞力，人工難尋。 |
| | 2. 培養液密度、濃度需要科學電腦知識。 | 2. 生長期較水耕栽培長，產量也比較少。 |
| | 3. 缺乏礦物質。 | 3. 品質易遭污染，消費者有生病的恐慌。 |
| | | 4. 有休耕的必要，否則土壤會貧瘠。 |

五、結論

- (一)水耕在溫室裡面生長，沒有接觸土壤，用煉石、蛭石或海棉為介質，由電腦控制營養液的濃度和 P H 值，以維持正常標準。營養液輸送完全由機械控制，可節省人工，有溫室保護較無蟲病或其它污染。土耕裸露在室外，必需由人工操縱耕耘機、播種機、除草劑、除蟲劑、收割機，固定水位等，完全依靠人工。現在台灣鄉村農業已面臨勞工的嚴重問題，新一代的年輕人，都往都市遷移，不願待在鄉下種田，傳統的種植方式，已面臨無人繼承的憂慮！和我們自然環境相同的國家像荷蘭、丹麥、挪威他們都推廣水耕栽培以補土耕之不足所以未來的台灣勢必走上水耕栽培的路程。
- (二)成長速度的比較，相同的環境和時間我們種空心菜結果水耕長 46 公分，土耕長 23 公分，速度水耕約土耕的 2 倍快，從淡水羣芳圃周年栽培之平均值表證明水耕的生長速度的確比土耕快近 2 倍。美國山城園研究所在(1982)年發表的(生菜的生長速度)表中發現水耕栽培的地上部新鮮重幾乎達 60 克，而土壤栽培卻只達到 20 克。所以證明水耕栽培的生長速度比土耕快。
- (三)使用材料方面水耕需要保麗龍栽培床、海棉、蛭石、煉石等介質營養液，溫室，電腦 EC 檢定、濃度補正，不需要除草，自動減液量補水。土耕一定要有土地，要人力灌水、翻土耕耘、育苗，加有機或化成肥料，要除草、除蟲。
- (四)生產量方面，美國土壤栽培與無土栽培兩者，每 10 公畝收穫量之對比中發現，水稻無土栽培收穫 560 公斤，土壤栽培收穫 112 公斤，收穫量的比較是 5：1，菜豆是約 4：1、豌豆約 9：1、燕麥約 2.5：1、高麗菜約 1.5：1、黃瓜約 4：1、小麥約 7：1、馬鈴薯約 9：1、大豆約 3：1、蕃茄約 30：1、甜

菜約 3：1、萵苣約 2：1。其中以蕃茄比率最大，所以美國、英國、澳洲、荷蘭、丹麥、挪威，他們都推廣水耕栽培。我們種的水耕栽培青梗白菜生長 1 個月約 45 克。

(五)水耕栽培的特性

1. 根是絕對清潔的，根並沒有經過土壤的媒體，而直接讓根部與培養液直接接觸吸收，所以不會有重金屬的污染或感染吸收其它的化學藥品。但是若水質不良就容易造成嚴重的後果，所以說水耕栽培一定要有乾淨的水質，要有專門的知識。
2. 水耕栽培一定需要營養液，沒有營養液植物無法生長，有營養液 23 天可以長到 21 公分高，沒有營養液的只長到 4 公分左右就無法繼續長高，然後慢慢的一棵棵的死亡。營養液的調配方法，如下表：

↵多量元素：（每 100 公升水中加入）

| | | |
|------|--|-----|
| 硫酸鎂 | MgSO ₄ | 50g |
| 過磷酸鈣 | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 52g |
| 硝酸鉀 | KNO ₃ | 81g |
| 硝酸銨 | NH ₄ NO ₃ | 32g |

另外再補充微量要素的濃厚混合液 40g

↵微量要素混合液：（每 8 公升水中加入）

| | | |
|-----|----------------------------------|------|
| 硼酸 | H ₃ BO ₃ | 400g |
| 硫酸鋅 | ZnSO ₄ | 10g |
| 硫酸鐵 | FeSO ₄ | 240g |
| 硫酸錳 | MnSO ₄ | 200g |
| 硫酸銅 | CuSO ₄ | 10g |
| 鉬酸鈉 | Na ₂ MoO ₄ | 10g |

調配時須照順序，逐一的溶解在水中後再倒入栽培槽中，並充分攪拌均勻，微量要素的濃厚原液可以長期貯放在陰暗處，在製造 100 公升的培養液時，只要加入 40cc 即可。

3. 水耕栽培一樣需要陽光，我們做了三個實驗，第 1 個實驗用紙箱覆蓋使在黑暗中成長，結果 16 天以後全部死亡枯萎，葉子是黃的，莖非常的細長，這是因為沒有光合作用無法製造養份而死亡。第 2 個實驗用 60 燭光的電燈在室內照射，葉子是淡綠色小小的，莖也是細長的。雖然可以長到 10.5 公分高，但很快就下垂，所以 60 燭光的電燈，也是無法讓植物行光合作用滿足它的成長需要。所以由此證明水耕栽培也需要陽光。第 3 個實

驗室外受陽光照射就是最好的證明。

4. 水耕栽培也需要間拔，在實驗中 22 個固定管種白菜一盆 11 個有間拔，另一盆沒間拔，一個月後比較它們的重量，有間拔的 267 克，沒間拔的 123 克，它們的重量幾乎相差 1 倍，那是因為有間拔的，通風佳，陽光可以照射到基部，成長茁壯的原因。
5. 水耕栽培目前台灣應用到蔬菜、水果、花卉、室內盆景等方面在百貨公司、超級市場可以買到水耕蔬菜。但花卉、室內盆景除了蘭花之外比較少見，不過水耕栽培的研究人員像楊光盛博士、鄭坤華博士，他們都大力的推廣，水耕栽培的未來不是夢。

六、參考資料

- (1)水耕栽培的魅力 作者蔡尚光。
- (2)無土蔬菜栽培 作者劉熙、廖本裕。
- (3)無土栽培 作者劉熙。
- (4)溶液栽培入門 作者游以德。
- (5)無土栽培新技術 作者西貞夫。
- (6)台肥公司南港研究中心資料 作者楊光盛博士。

評語

- 一、爲了認識水耕栽培蔬菜的特性，由同學自己安排了系統的實驗並與傳統栽培法進行各種比較，具有很好的科學研究精神。
- 二、實驗步驟和實驗條件考慮得很周全，顯示同學對實驗的目的和過程理解得很清楚。
- 三、在實驗前對國內水耕蔬菜的方法作了詳細的調查，這是從事研究工作的很好態度。
- 四、對實驗結果有完整的記錄，並引用了國內外有關資料，具有科學性，也反映了同學進行此項實驗的認真精神。
- 五、研究主題與我國農業發展關係密切，對結果的討論分析具有說服力。
- 六、本件在實驗中的創造能力尚嫌不足。