

屏東縣第66屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：施肥策略對植物苗期及環境造成的影響



關 鍵 詞：施肥策略、苗期生長、土壤環境（最多三個）

編號：**A4024**

目錄

摘要.....	2
壹、前言.....	3
貳、研究設備及器材.....	3
參、研究過程與方法.....	4
肆、研究結果.....	5
伍、討論.....	10
陸、結論.....	11
柒、參考資料及其他.....	12

施肥策略對植物苗期及環境造成的影響

摘要

本研究探討不同肥料濃度對綠豆苗生長及其環境影響。實驗設置對照組與3000倍、2000倍、1000倍及500倍稀釋處理，觀察綠豆苗於定植後一週內之根長、根尖數、下胚軸、上胚軸與葉面積等生長變化，並測量養液之pH與鹽度(EC)。結果顯示，3000倍稀釋處理在根系發育與葉面積表現上較佳，而500倍處理則呈現較低的生長表現。養液鹽度隨施肥濃度增加而明顯提高，但pH值變化不大。綜合結果顯示，適當稀釋之肥料濃度可促進綠豆苗生長，同時避免過高鹽度對根系造成不利影響。本研究顯示合理化施肥有助於提升作物生長並降低對農業環境的潛在負擔。

壹、前言

三年級時，當我們學到“蔬菜從哪裡來”那一課，爸爸帶著我在家裡種綠豆，我們使用爸爸田裡常用的液態肥料和固體肥料進行種植，又把栽培介質分為水耕和土耕。我觀察到用泥土種植的綠豆，長得比較好，根也比較粗，而且最後有長出果莢，很有趣。可是水耕的那兩盆不但長的弱，也沒有生出果莢就死掉了。後來在閱讀報刊時，接觸到保護農業環境的相關議題，感覺跟我家有很大的關係，因為我們家是務農的。所以我想要了解，農作物的種植環境是如何受到威脅，以致需要被保護？我家的農園有沒有這樣的危機？剛好老師有提到「鹽害」、「鹹死」的問題，於是向老師詢問繼續用綠豆來做實驗，一來延續我在家裡種綠豆的經驗，二來可以一併探討永續農業的課題。

貳、研究設備及器材

一、綠豆

二、600cc透明寶特瓶(在三分之一處切開，上半部倒置作為種植杯)

三、3X3X3cm海綿(對半縱切，清洗後保持濕潤)

四、「勇壯」牌水溶性平均肥

五、量杯

六、滴管

七、尺

八、鑷子

九、相機

十、光度計

十一、鹽度計

參、研究過程與方法

一、材料及育苗方法：

以市售散裝綠豆為實驗材料，種子在室溫下浸泡8小時，看到豆子膨脹後瀝乾水份，置於透明布丁盒裡保濕，放在室內陰涼處24小時等待發芽，期間每4到6小時沖水2次並瀝乾水份。當綠豆種皮裂開並看到發芽0.5公分時，挑選發芽狀況相近的綠豆，2顆為一組定植到海綿內並固定在種植杯內裡，置於校園食農網室內進行培育及性狀觀察。海綿的放置位置為海綿下緣與瓶口螺紋底部齊平。瓶身裝入學校水龍頭的水(水源體為地下水)，水量以碰觸到種植杯的底部為基準。實驗於2026年2月24日進行到2026年3月7日，每個處理三重覆。定植後於子葉展開，本葉初露時開始使用養液，每兩天補充養液至基準線。

二、養液處理：

以“勇狀”水溶性肥料(N-P-K=15-15-15)調配水耕綠豆所需的養液。本實驗使用4種濃度育苗，以廠商建議的使用濃度為100%(稀釋倍數1000)，依序遞減為50%(2000倍)、25%(3000倍)及倍增至200%(500倍)以模擬過度施肥的情況。對照組為未添加任何物質的清水。

三、調查項目：

定植後第三天，子葉撐開海綿及看到胚根伸出底部時，開始進行性狀調查。調查方法如下：

根長：將植株自海綿取出，平置於乾淨墊紙上，用尺測量胚軸白色部分(無葉綠素)往下至根尖之距離。

根尖數：胚根範圍內，含主根根尖及肉眼可見其上針狀突起處皆予以計入。

下胚軸：子葉以下至顏色轉白處之距離。

上胚軸：子葉以上至生長點之距離。

葉面積：以葉長X最大葉寬為代表之。

鹽度：以多合一水質檢測儀(Multifunction Pen Type Water Quality Meter Model EZ-9909SP)測定各組實驗前及實驗後之養液鹽度。

光度計：以分體式照度計(Benetech Split Type Lux Meter Model GM1030C)測量網室內早、中、黃昏時段之光照度。並記錄實驗期間之天氣。

肆、研究結果

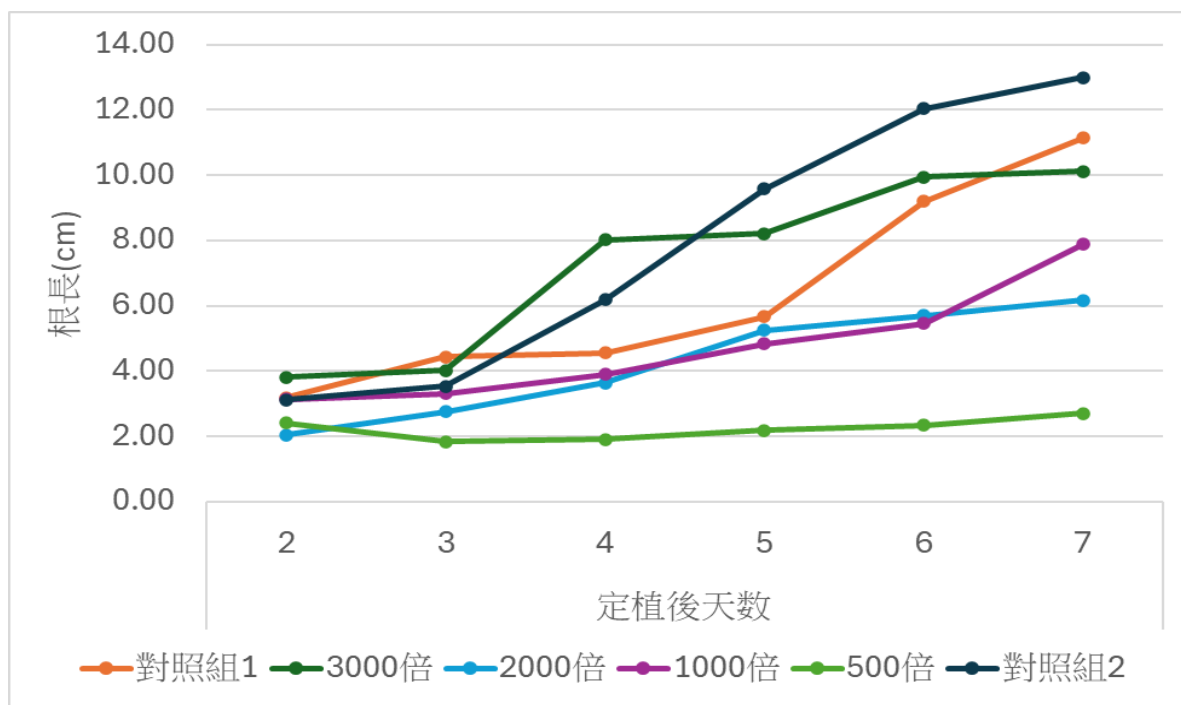
一、綠豆苗在不同肥料稀釋濃度處理下，觀察定植後第2天至第7天之各生長性狀：

綠豆苗在不同肥料稀釋濃度處理下，觀察定植後第2天至第7天之根長變化(圖一)，各處理組的根長皆隨時間增加而逐漸增長，顯示綠豆苗在實驗期間持續生長。在不同施肥濃度中，3000倍稀釋處理的根長增加幅度較為明顯，於第4天後開始快速增長，至第7天仍維持較高的生長趨勢。相較之下，500倍處理的根長在整個觀察期間皆明顯低於其他處理組，其生長幅度較為緩慢。對照組1與對照組2的根長亦隨時間增加，其中對照組2在後期呈現較快的增長趨勢。整體而言，不同施肥濃度對綠豆苗根長生長具有明顯差異，其中高濃度(500倍)處理的根長較短，而較低濃度(如3000倍)處理的生長表現較佳。

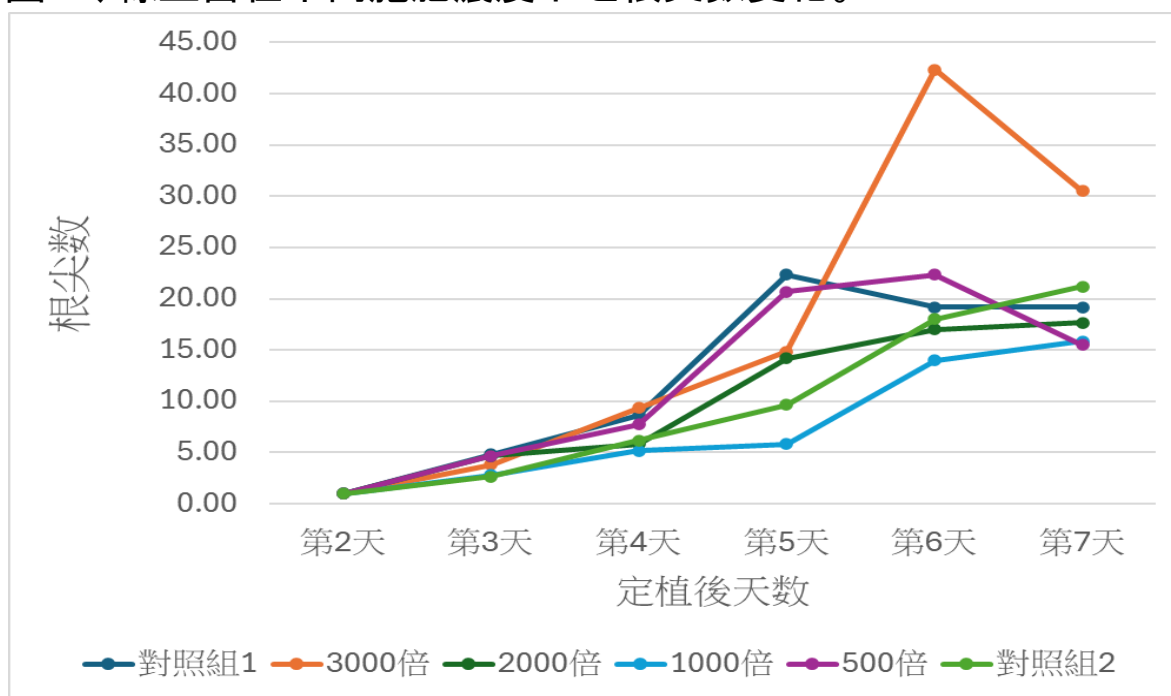
圖二顯示各處理組的根尖數隨時間逐漸增加，表示綠豆苗根系在觀察期間持續發育並產生新的分枝。在不同施肥濃度中，3000倍稀釋處理的根尖數增加最為明顯，於第6天達到最高值，顯著高於其他處理組。相較之下，1000倍及500倍處理的根尖數增加幅度較小，在整體觀察期間均低於其他處理組。對照組1與對照組2亦呈現逐漸增加的趨勢，其中對照組1在第5天達到較高的根尖數，而對照組2則在第7天維持相對穩定的增長。在調查期間，有部份植株的根部被扯斷以至影響後續的根長生長趨勢。但整體而言，不同施肥濃度對綠豆苗根尖數的發展具有明顯差異，其中3000倍稀釋處理呈現較高的根尖數，而較高濃度處理的根尖數增加幅度相對較小。根長與根尖數的變化趨勢顯示，不同施肥濃度不僅影響根系伸長，也影響根系分枝發育。

圖三與圖四分別顯示綠豆苗在不同肥料稀釋濃度處理下之下胚軸與上胚軸長度變化。整體而言，各處理組的下胚軸與上胚軸長度皆隨定植後天數增加而逐漸增長，顯示綠豆苗地上部持續生長，但速度差距逐漸拉開。在不同施肥濃度中，3000倍稀釋處理的下胚軸與上胚軸長度整體表現較佳，於觀察後期(第6至第7天)仍維持較佳生長趨勢。相較之下，500倍處理的下胚軸與上胚軸長度皆較低，其生長幅度亦相對較小。其他處理組則呈現中等程度的生長表現。

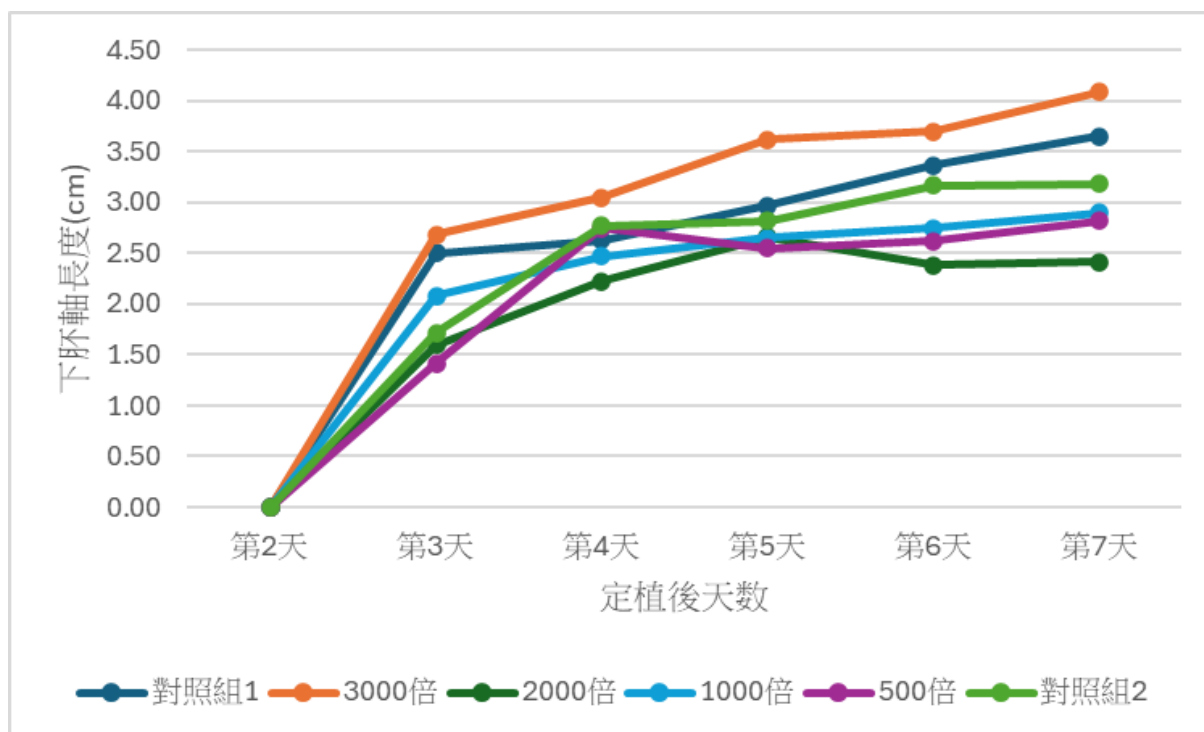
圖一、綠豆苗在不同肥料濃度下之根長。



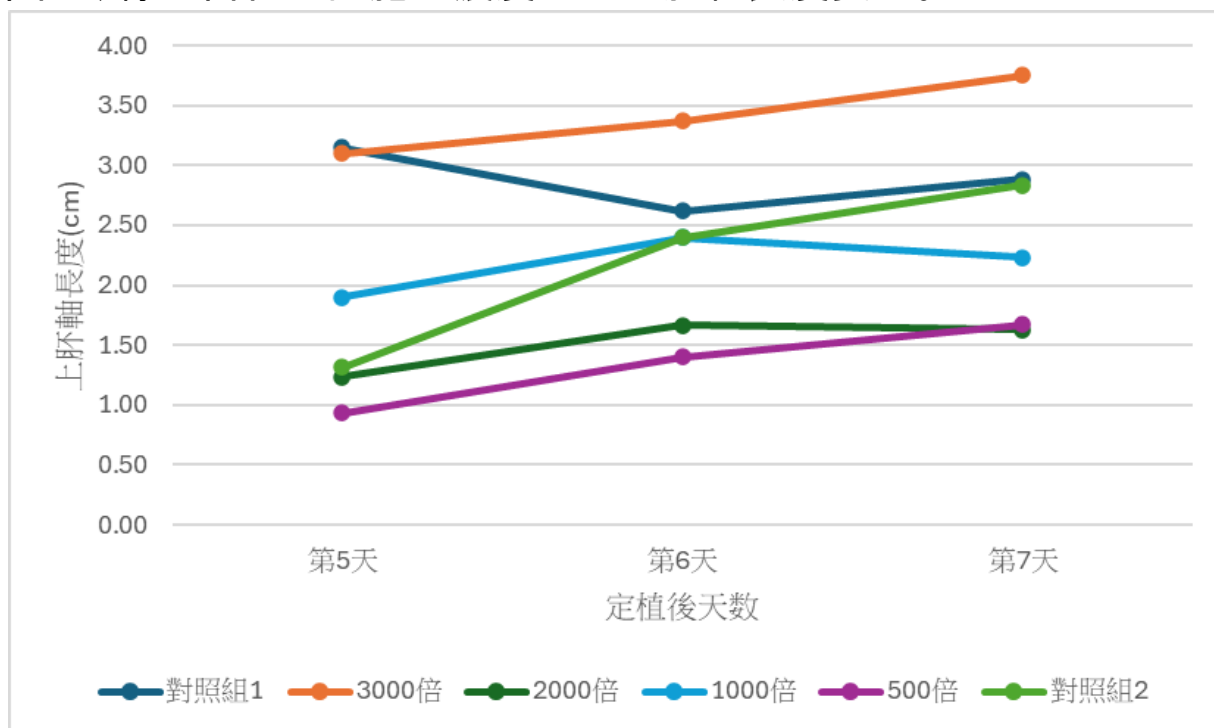
圖二、綠豆苗在不同施肥濃度下之根尖數變化。



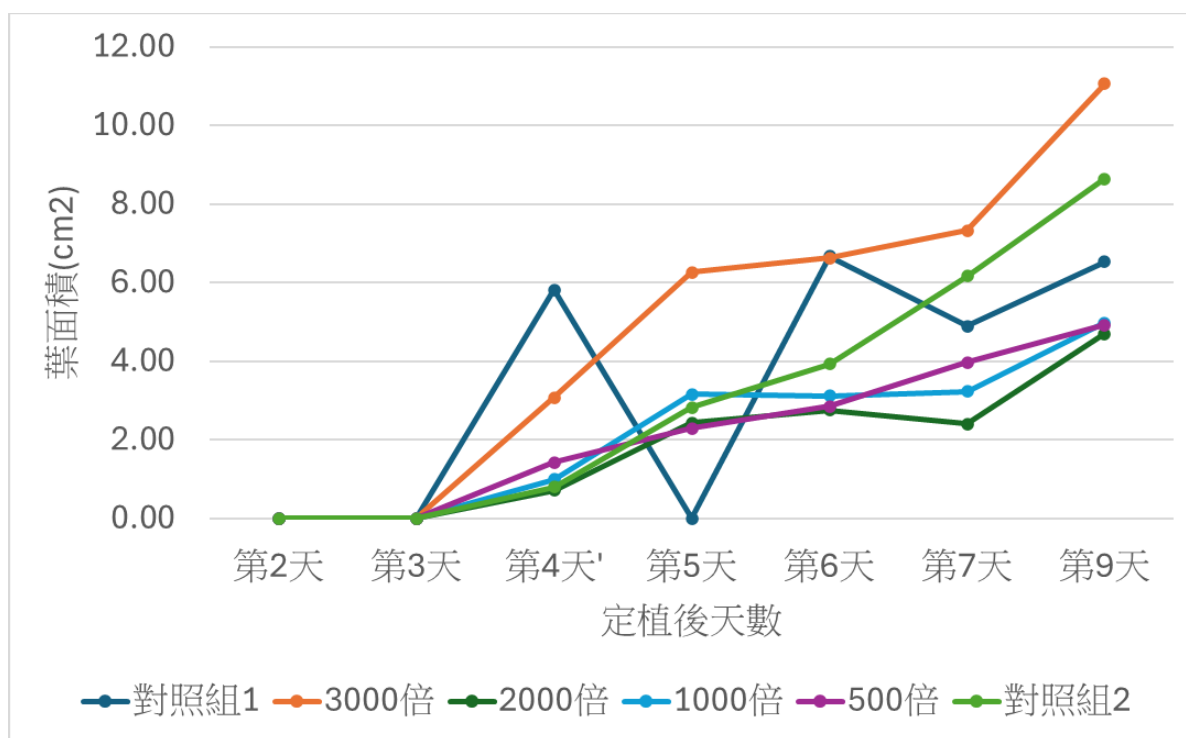
圖三、綠豆苗在不同施肥濃度下之下胚軸長度變化。



圖四、綠豆苗在不同施肥濃度下之上胚軸長度變化。



圖五、綠豆苗在不同肥料濃度下之葉面積。



二、不同肥料稀釋濃度之養液特性於種植前後之觀察

本研究在實驗開始及結束時分別測量養液使用前與使用後的電導度 (EC值) 和使用7天後的養液pH值, 數值如表一及表二。EC值是管理水耕、養液栽培以及土壤肥力時最基礎也最重要的指標之一, 它代表水中溶解了多少鹽分(肥料離子), 數值越高代表肥料越濃。表一顯示, 施肥濃度越高, 鹽度急劇增加, 在肥料稀釋倍數為500的條件下 EC值與高達3200 μ S/cm, 屬於高鹽度環境。而在酸鹼度方面, 所有處理組pH值維持在7.5至7.8之間, 無明顯變化。

三、其他生長觀察

在實驗觀察過程中亦記錄到部分圖表未呈現的生長現象。定植後第4天開始觀察到對照組1植株已出現第二側根, 而其他施肥處理組則多於第6天左右陸續長出第二側根。同時部分植株的子葉亦在此期間逐漸掉落。在葉片觀察方面, 雖然本研究未進行葉色量化比較, 但在調查過程中仍發現部分植株出現葉片白化及葉間黃化等現象, 顯示綠豆植株可能對某些環境或養分因子較為敏感。此外, 在為期一週的

觀察期間，第1日至第4日皆為陰天，環境光照較弱，氣溫約介於20–24°C之間，且風力較小，這些氣候條件可能對植株生長產生一定影響。

處理	使用前 $\mu\text{S}/\text{cm}$	使用後($\mu\text{S}/\text{cm}$)
RO水	14	-
對照組(地下水)	582	580
3000倍	849	800
2000倍	1295	1130
1000倍	1923	1743
500倍	3520	3110

表一、養液使用前與使用後的電導度(EC值)。

處理	pH值
定植前	7.63
對照組1	7.73
對照組2	7.66
3000倍	7.54
2000倍	7.82
1000倍	7.85
500倍	7.78

表二、使用7天後的養液之pH值。

伍、討論

一、不同濃度水溶性肥料對pH值的影響：

一般植物最適生長 pH範圍在5.5到7.5之間，本次實驗的實驗期間只有7天，養液的pH仍維持在接近中性的環境，顯示所採用的水溶性肥料品質，不同施肥濃度對養液的pH值影響也不大，短期內不會改變介質的酸鹼度。

二、不同濃度水溶性肥料的EC值對植物生長的影響：

根據建議，EC值小於800 μ S/cm時，植物像是喝白開水，容易營養不足，EC值適中時則滲透壓平衡，有利於植物生長。當數值大於3mS/cm，則表示水太「鹹」了，會造成鹽害，導致根部不但無法吸水，還會脫水。進而在葉尖產生「燒焦」狀的肥傷。不同的作物或植物生長階段對肥料的耐受度也不同。植物的苗期因為根系脆弱，EC值應保留在500到800 μ S/cm之間。由各圖表的生長性狀數值可看出這一點，雖然本研究使用的水溶性肥料建議用量是稀釋1000倍，但是在綠豆苗的實驗中，3000倍的處理組(EC值在800 μ S/cm左右)在各方面的生長狀況都表現最好，根尖數最多，葉面積最大，上下胚軸長最長。而500倍處理組的因鹽度過高，根系生長受到抑制，導致在各方面都表現最差，屬於鹽害現象。

三、施肥濃度與綠豆苗整體生長的關係

綜合本研究的根長、根尖數、下胚軸長度、上胚軸長度及葉面積等結果可發現，不同施肥濃度對綠豆苗生長具有明顯影響。其中3000倍稀釋處理在多數生長指標上表現最佳，而高濃度處理(如500倍)則呈現較差的生長表現。此結果顯示適度施肥可促進植物生長，而過高濃度則可能因鹽度升高而對植物造成生理壓力，進而影響根系發育與整體生長。

四、環境條件對實驗結果的可能影響

在本研究觀察期間，定植後第1日至第4日多為陰天，光照強度較弱，氣溫約介於20~24°C之間，且風力較小。光照與溫度為影響植物生長的重要環境因子，因此部分處理組生長速率較緩慢，可能與當時環境條件有關。此外，在觀察過程中亦發現部分植株出現葉片白化或葉

間黃化等現象，顯示綠豆植株可能對某些環境或養分因子較為敏感。另在生長過程中亦觀察到對照組1於第4天開始長出第二側根，而其他處理組多於第6天陸續出現第二側根，且部分植株子葉在此期間逐漸脫落，顯示不同施肥條件下植物生長節奏可能有所差異。

五、合理化施肥與農業環境的意義

由本研究結果可知，施肥濃度過高會提高養液鹽度，進而影響植物根系發育與整體生長。相對地，適度稀釋的肥料濃度(如3000倍)在促進植物生長的同時，亦可避免過高鹽度對植物造成不利影響。此結果顯示合理化施肥策略不僅有助於作物生長，也可降低鹽分累積對栽培環境可能造成的負面影響，對於維持農業生產與環境永續具有重要意義。本研究觀察期間為一週，主要針對綠豆苗期的生長情形進行分析。未來研究可延長觀察時間，並進一步探討不同作物或不同生長階段對施肥濃度的反應，同時結合更多環境因子分析，以更全面了解施肥策略對植物生長與農業環境的影響。

陸、結論

本研究發現施肥濃度越高，養液的鹽度(EC)會顯著增加。當依EC值過高時，綠豆苗的根長明顯受到抑制，顯示高鹽度環境可能造成滲透壓的壓力，影響植物生長。相較之下，在苗期，3000倍的稀釋濃度在促進根部分支於維持適當鹽度之間是比較平衡的。因此，適當的施肥不但可以幫助植物順利成長，節省種植成本，還可以兼顧栽培環境的保護。老師說過健康的土地裡才會有生物多樣性，讓土中的生物自在生存(如土中的有益菌和蚯蚓)，屬於長遠投資，可以讓土地被永續利用在農業生產上。

柒、參考資料及其他

1. 綠豆長大變什麼？從一顆小種子到美味綠豆芽、成熟植株與生態循環的深度探索。

<https://www.whbydcc.com/%e7%b6%a0%e8%b1%86%e9%95%b7%e5%a4%a7%e8%ae%8a%e4%bb%80%e9%ba%bc/>

2. 下胚軸和上胚軸的區別。

<https://tecnobits.com/zh-TW/%E4%B8%8B%E8%83%9A%E8%B%B8%E5%92%8C%E4%B8%8A%E8%83%9A%E8%BB%B8%E7%9A%84%E5%8D%80%E5%88%A5/>

3. 農業知識入口網.

https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=pedia&sub_theme=km&id=2084

4. 電導度EC值知多少？

<https://greenmountain.com.tw/agricultural/articles/T27wkvPguFeJzn62Q>

※書寫說明：

- 1.作品說明書一律以A4大小紙張由左至右打字印刷(或正楷書寫影印)並裝訂成冊。
- 2.作品說明書內容總頁數以30頁為限(不含封面、封底及目錄)。
- 3.內容使用標題次序為壹、一、(一)、1、(1)。
- 4.研究動機內容應包括作品與教材相關性(教學單元)之說明。
- 5.原始紀錄資料(一律以A4大小紙張裝訂成冊)於進入複賽時，須攜往評審會場供評審委員查閱，請勿將研究日誌或實驗觀察原始紀錄正本或影本寄交承辦學校，承辦學校將予以退回，不代為轉交評審委員。

6.作品說明書自本頁起請勿出現校名、作者、校長及指導教師姓名等，並且照片中不得出現作者或指導教師之臉部，以便密封作業。

- 7.作品若有引用他人研究、延續自己先前已發表之研究等，應在作品說明書中詳實寫出本次作品創新部分或自己參與研究之比重。
- 8.本作品說明書應於指定時間內，1式4份，逕送屏東縣立鶴聲國中 教務處(900屏東縣屏東市大武路255號)。如逾期送達，無法事先送交評審做書面審查者，以致影響成績者，概由參展學校或單位負責。
- 9.參考資料書寫方式請參考最新APA格式。(詳見附件十)

屏東縣第66屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：施肥策略對植物苗期及環境造成的影響

關 鍵 詞：施肥策略、苗期生長、土壤環境（最多三個）

編號：**A4025**

施肥策略對植物苗期及環境造成的影響

摘要(300字以內含標點符號)

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

貳、研究設備及器材

參、研究過程或方法

肆、研究結果

伍、討論

陸、結論

柒、參考資料及其他

※書寫說明：

- 1.作品說明書一律以A4大小紙張由左至右打字印刷(或正楷書寫影印)並裝訂成冊。
- 2.作品說明書內容總頁數以30頁為限(不含封面、封底及目錄)。
- 3.內容使用標題次序為壹、一、(一)、1、(1)。
- 4.研究動機內容應包括作品與教材相關性(教學單元)之說明。
- 5.原始紀錄資料(一律以A4大小紙張裝訂成冊)於進入複賽時，須攜往評審會場供評審委員查閱，請勿將研究日誌或實驗觀察原始紀錄正本或影本寄交承辦學校，承辦學校將予以退回，不代為轉交評審委員。

6.作品說明書自本頁起請勿出現校名、作者、校長及指導教師姓名等，並且照片中不得出現作者或指導教師之臉部，以便密封作業。

7.作品若有引用他人研究、延續自己先前已發表之研究等，應在作品說明書中詳實寫出本次作品創新部分或自己參與研究之比重。

8.本作品說明書應於指定時間內，1式4份，逕送屏東縣立鶴聲國中 教務處(900屏東縣屏東市大武路255號)。如逾期送達，無法事先送交評審做書面審查者，以致影響成績者，概由參展學校或單位負責。

9.參考資料書寫方式請參考最新APA格式。(詳見附件十)

