

種子奶媽你在何方—失去子葉種子栽培研究

高小組生物科第二名

台北市士林區士東國民小學

作者：張歐正、林永樹

李和昇、吳俊宏

指導教師：林華葵、陳素枝



一、研究動機

(一)上自然課時我們曾做了一個”植物發芽需要子葉嗎？”的實驗，在這個實驗中，我們發現植物的發芽是需要子葉的，失去子葉的種子在剛開始可能發芽，但很快就會因缺養分而死去。

(二)有一個賣奶粉的廣告說：「母乳最好，但假如沒有母乳，請用××牌奶粉，……」。使我們想到，假使種子失去了子葉，我們能不能替它找到奶媽，於是我們做了下面的實驗。

二、研究目的

我們想要了解的問題如下：(一)去除子葉的種子能發芽而且能成活的條件。(二)各種種子去除子葉後的發芽及成活情形。(三)無機肥料對去除子葉後的種子發芽及成活的影響。(四)有機肥料對去除子葉後的種子發芽及成活的影響。(五)醣類、澱粉對去除子葉後的種子發芽及成活的影響。(六)膠質食品類對去除子葉後的種子發芽及成活的影響。

三、研究設備器材

(一)塑膠栽培盆(二)植物種子數十種(三)美工刀(四)各種有機肥料(五)各種無機肥料(六)各種澱粉、醣類、膠質食品等。

四、研究過程

(一)第一階段（自行研究期）

這段期間我們以豌豆為實驗對象，培養盆內放置培養材料為(1)水(2)太白粉(3)化學肥料(4)尿(5)地瓜粉(6)糖(7)鹽(8)麵粉(9)完整子葉（比較組）共計將 9 0 顆種子剝除子葉栽培在 9 個盆子中，最後只活了三顆，分別是太白粉盆內 2 顆，地瓜粉盆內 1 顆，成果不佳，推測原因可能是(1)把子葉完全剝除時傷害到胚芽(2)胚芽缺少營養。

(二)第二階段（修正、改進研究方法）

由第一階段的結果，我們做了下面修正：

- 1.子葉用美工刀仔細切除，留下一點和胚根相接點，避免傷到胚根，而剩下的一點點子葉又不足以供應發芽養分。
- 2.試著用洋菜基為種子培養基，易於控制水份，但考慮洋菜基本身可能也含有養分，所以增設一組在脫脂棉花上為對照組。
- 3.種子本身可能有不小差異性，所以每一個實驗種子數增加為 5 0 個，以減少種子個別差異影響。

我們將 7 5 0 顆豌豆種子，分別種入 1 5 個栽培盆中，編組如下：

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| (1) 4 0 1：洋菜基+花寶 1 號。 | (2) 4 0 2：洋菜基+花寶 2 號。 |
| (3) 4 0 3：洋菜基+花寶 3 號。 | (4) 4 0 4：洋菜基+花寶 4 號。 |
| (5) 4 0 5：洋菜基+花寶 5 號。 | (6) 4 0 6：洋菜基+施達 B 1 活力素。 |
| (7) 4 0 7：洋菜基+蘭麗彩虹液。 | (8) 4 0 8：洋菜基+速效 1 號。 |
| (9) 4 0 9：洋菜基+速效 2 號。 | (10) 4 1 0：洋菜基種留兩片子葉種子。 |
| (11) 4 1 1：洋菜基種留一片子葉種子。 | (12) 4 1 2：洋菜基種去除子葉種子。 |
| (13) 4 1 3：棉花種留兩片子葉種子。 | (14) 4 1 4：棉花種留一片子葉種子。 |
| (15) 4 1 5：棉花種去除子葉種子。 | |

種下後每天觀察其生長狀況並做紀錄：第六天後開始做生長高度紀錄、其結果如下：

| 編 號 平 均 生 長 天 數 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 |
| 第 8 天 | 0.62 | 1.12 | 0.93 | 1.31 | 1.04 | 1 | 0.36 | 0.97 | 0.78 | 1.32 | 1.26 | 0.82 | 1.29 | 1.25 | / |
| 第 10 天 | 0.74 | 1.46 | 0.97 | 1.96 | 1.76 | 0.28 | 0.54 | 1.05 | 0.86 | 2.04 | 1.96 | 0.94 | 2.10 | 2.01 | 0.14 |
| 第 12 天 | 0.85 | 1.75 | 1.01 | 2.43 | 1.65 | 0.46 | 0.67 | 1.78 | 0.94 | 2.57 | 2.17 | 1.04 | 2.50 | 2.45 | 0.20 |
| 第 14 天 | 0.92 | 2.17 | 1.26 | 2.77 | 1.97 | 0.51 | 0.73 | 1.90 | 0.97 | 3.08 | 2.68 | 1.41 | 2.96 | 2.71 | 0.22 |
| 第 16 天 | 1.07 | 2.44 | 1.45 | 3.07 | 2.12 | 0.73 | 0.86 | 1.97 | 1.05 | 4.32 | 3.24 | 1.68 | 3.45 | 3.01 | 0.27 |

由表中我們發現：

1. 洋菜基上培養種子成活率很高，比棉花上高出很多。
2. 由 4 1 2 和 4 1 5 比較，發現洋菜基本身可供給種子養分。
3. 無機肥中花寶四號、二號、五號對失去子葉種子有相當大的幫助，其餘的對失去子葉種子幫助不大。

在這同時我們也利用綠豆、花豆、花生做同樣實驗編組如下：

- (1) 綠豆組：1 4 0 1 ~ 1 4 1 5。 (2) 花豆組：2 4 0 1 ~ 2 4 1 5。
- (3) 花生組：3 4 0 1 ~ 3 4 1 5。

實驗結果幾乎全部失敗，成活率不到 5%，經過討論與檢討，我們發現了問題，並做了實驗過程的調整。

1. 種子來源有問題，上面實驗中，除了豌豆以外種子都是超商或雜貨店買來的，可能因此影響實驗，改進的辦法是到種子店另購。
2. 適合現在季節萌發的種子並不多，而且有些種子太小，難以切除子葉，所以以豌豆、敏豆、花豆、花生為實驗對象，仍以洋菜基為培養基。

(三) 第三階段（再修正階段）

1. 實驗一、豌豆種子失去子葉後在各種環境下發芽及成活情形。

- (1) 取豌豆 1 0 0 0 顆，用美工刀仔細切除子葉，只留下一點點與胚芽相接觸點，（其作用是避色傷到胚芽。），然後分別種入 2 0 個栽培盆中，其編號和栽培環境為：

| 編號 | 栽培環境 | 編號 | 栽培環境 |
|-----|-----------|-----|-------------------|
| 431 | 棉花 | 441 | 棉花 + 豌豆豆漿 |
| 432 | 衛生紙 | 442 | 棉花 + 花生豆漿 |
| 433 | 泥土 | 443 | 棉花 + 花豆豆漿 |
| 434 | 洋菜基 | 444 | 棉花 + 糖水 |
| 435 | 棉花 + 雞糞土 | 445 | 棉花 + 葡萄糖水 |
| 436 | 棉花 + 骨粉 | 446 | 棉花 + 地瓜粉 |
| 437 | 棉花 + 油粕 | 447 | 棉花 + 麵粉 |
| 438 | 棉花 + 黃豆粉 | 448 | 棉花 + 太白粉 |
| 439 | 棉花 + 黃豆豆漿 | 449 | 棉花種留雙子葉 (比較組) |
| 440 | 棉花 + 綠豆豆漿 | 450 | 棉花種留一片子葉 (比較組) |

(2) 實驗過程中每天做生長情形觀察紀錄，並定期做高度測量，經過 30 天後，我們得到下面結果：

表三：失去子葉豌豆種子在固態有機肥料中生長高度比較表：

| 日期 | 類別 生長高度 | 比較組 | | | | 固態有機肥 | | | | 比較組 | |
|------|------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|------|-----|
| | | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 449 | 450 |
| 2/6 | 第17天 | 1.9 | 1.0 | 1.8 | 2.2 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 1.2 | 0.8 |
| 2/17 | 第22天 | 2.4 | 1.2 | 0.9 | 3.6 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.4 | 4.0 | 1.0 |
| 2/19 | 第30天 | 3.3 | 2.3 | 4.1 | 5.5 | 1.0 | 1.0 | 1.1 | 0.5 | 13.2 | 4.7 |

表 4：失去子葉豌豆種子在固態有機肥料中生長存活率比較表：

| 存活率 日期 | 類別 / 存活 顆數 | 比較組 | | | | 固態有機肥 | | | | 比較組 | |
|--------------|------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 449 | 450 |
| 2/6 第17天 | | 72 / 36 | 72 / 36 | 4 / 2 | 80 / 40 | 40 / 20 | 42 / 21 | 18 / 9 | 48 / 24 | 32 / 16 | 28 / 14 |
| 2/17 第22天 | | 68 / 34 | 56 / 28 | 12 / 6 | 74 / 37 | 46 / 23 | 36 / 18 | 22 / 11 | 50 / 25 | 60 / 30 | 44 / 22 |
| 2/19 第30天 | | 50 / 25 | 32 / 16 | 8 / 4 | 80 / 40 | 42 / 21 | 42 / 21 | 14 / 7 | 32 / 16 | 90 / 45 | 88 / 44 |

表 5：失去子葉豌豆種子在醱類、澱粉環境中生長高度比較表：

| 生長 日期 | 類別 / 高度 | 比較組 | | | | 醱類、澱粉類 | | | | | | | | | | 比較組 | |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | | 431 | 432 | 433 | 434 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 |
| 2/6 第17天 | | 1.9 | 1.0 | 1.8 | 2.2 | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 1.0 | 1.6 | 1.4 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 0.8 |
| 2/11 第22天 | | 2.4 | 1.2 | 0.9 | 3.6 | 0.6 | 0.7 | 1.5 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | 4.0 | 1.0 |
| 2/19 第30天 | | 3.3 | 2.3 | 4.1 | 5.5 | 0.6 | 1.0 | 1.4 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 1.8 | 13.2 | 4.7 |

表 6：失去子葉豌豆種子在醱類、澱粉環境中存活率比較表：

| 存活率 日期 | 類別 / 存活 顆數 | 比較組 | | | | 醱類、澱粉類 | | | | | | | | | | 比較組 | |
|--------------|------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 431 | 432 | 433 | 434 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 |
| 2/6 第17天 | | 72 / 36 | 72 / 36 | 4 / 2 | 80 / 40 | 16 / 8 | 10 / 5 | 86 / 43 | 68 / 34 | 80 / 40 | 8 / 4 | 4 / 2 | 32 / 16 | 34 / 17 | 52 / 26 | 32 / 16 | 28 / 14 |
| 2/11 第22天 | | 68 / 34 | 56 / 28 | 12 / 6 | 74 / 37 | 22 / 11 | 10 / 5 | 38 / 19 | 34 / 17 | 42 / 21 | 14 / 7 | 4 / 2 | 30 / 15 | 42 / 21 | 54 / 27 | 60 / 30 | 44 / 22 |
| 2/19 第30天 | | 50 / 25 | 32 / 16 | 8 / 4 | 80 / 40 | 52 / 26 | 12 / 6 | 78 / 39 | 64 / 32 | 68 / 34 | 18 / 9 | 14 / 7 | 74 / 37 | 76 / 38 | 74 / 37 | 90 / 45 | 88 / 44 |

(3) 實驗結果我們發現：

(ㄅ) 在固態有機肥中，種子的成長情形都不佳，存活率也很低，生長情形不好。

(ㄆ) 在醣類、澱粉類環境中，豌豆種子在豌豆豆漿、麵粉、太白粉中，生長情形最好，存活率也最高。

(ㄏ) 在全部實驗中，我們發現，豌豆種子在純洋菜基中生長情形最好，存活率也最高。

30天後的平均高度是5.5公分，30天後的存活率是80%
洋菜基是種子最好的奶媽。

(ㄏ) 在生長過程中，我們發現：

(甲) 在剛開始時，留下全部子葉的種子和留下一片子葉的種子生長速度比失去子葉種子在洋菜基中長得慢。

(乙) 但在第20天左右，留全部子葉的種子生長高度開始超越洋菜基內種子，而且它的根、莖、葉發展都比較粗壯，對於這個情形我們推測：

① 切除子葉過程中，可能有刺激生長作用。

② 母乳最好，對植物種子來說是正確的。

2. 實驗二、敏豆種子失去子葉後在各種環境下發芽及成活情形。

(1) 實驗過程如同實驗一，但其栽培盆編號為331~350，栽培環境也和「實驗一」一樣。

(2) 觀察紀錄、高度測量等方式也和實驗一完全一樣。30天後我們得到結果如下表7。

表7：失去子葉敏豆種子在固態有機肥、醣類、澱粉類環境中、生長高度、存活率比較表：

| 生長情形 項目 | 比較組 | | | | 固態有機肥料 | | | | 醣類、澱粉類 | | | | | | | | | | 比較組 | |
|------------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 |
| 生長高度 | 1.7 | 2 | 2.1 | 3.3 | 0.7 | 0 | 1.2 | 0 | 1.1 | 1.5 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 16.5 | 4.5 |
| 存活數 | 4 | 4 | 5 | 17 | 4 | 0 | 4 | 0 | 10 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 5 | 1 | 13 |
| 存活率 | 20% | 20% | 25% | 85% | 20% | 0% | 20% | 0% | 50% | 10% | 5% | 0% | 0% | 0% | 0% | 10% | 50% | 25% | 5% | 65% |

(3)實驗結果我們發現：

(ㄅ)所有成長環境中，除了洋菜基內的敏豆種子生長較好以外，其餘種子生長情形都不好，有些甚至全部死亡，存活率偏低。

(ㄆ)留一片子葉的敏豆種子是所有栽培盆中發育最好的，但剛開始它仍然長得比在洋菜基中的差，可以驗證在豌豆實驗中推測：

「切除子葉過程中，可能有刺激生長作用」應該是正確的，但在留全部子葉種子中，除了一顆長得特別好以外，其他成長都不理想（但也沒死掉），原因可能是在栽種過程中，水份量控制不夠好的關係。

(ㄏ)比較起來，在洋菜基內的敏豆種子，成長情形一支獨秀，不但存活率高，生長情形也最好，再度證明了洋菜基是最好的奶媽。

(ㄏ)比較起來，豌豆的成活率高出敏豆甚多。

不包括留一片子葉和留全部子葉：

豌豆存活率 = $415 / 900 = 46.1\%$ 敏豆存活率 = $63 / 360 = 17.5\%$

包括留一片子葉和留全部子葉：

豌豆存活率 = $504 / 1000 = 50.4\%$ 敏豆存活率 = $69 / 400 = 17.3\%$

我們發現，豌豆是一種很好的研究種子材料。

3.實驗三、花豆種子失去子葉後在各種環境下發芽及成活情形。

(1)實驗過程如同實驗一，但栽培盆編號為 1 3 1 ~ 1 5 0，栽培環境也同實驗一。

(2)觀察紀錄方式也如同實驗一，最後結果如下：

(ㄅ)留一片子葉的種子三顆死亡，五顆長高，其餘還在發育中，留兩片子葉的種子只長出根，尚未腐爛，但也沒長出葉子。

(ㄆ)其餘各盆全部死亡。

(3)實驗結果我們發現：

(ㄅ)留一片子葉種子部份長成，顯示種子沒問題。

(ㄆ)洋菜基內種子完全死亡，原因是栽培盆內第九天後發現有發黴，現象。

4.實驗四、花生種子失去子葉後在各種環境下發芽及成活情形。

(1)實驗過程如同實驗一，但栽培盆編號為 2 3 1 ~ 2 5 0，栽培環境也如同實驗一。

(2)觀察紀錄也如同實驗一，最後結果如下：

(ㄅ)留一片子葉的種子生長情形最好，留二片子葉種子大部份有發芽長

根現象。

(ㄨ)失去子葉種子在洋菜基中生長情形是所有失去子葉種子中長得最好的，存活率也最高。

(ㄗ)花生種子生長情形極為緩慢，30天後還難以測量高度。

(3)實驗結果我們發現：

(ㄟ)花生種子生長比花豆、豌豆、敏豆慢，但存活率比花豆高。

(ㄨ)花生種子實驗中，洋菜仍是最好的奶媽。

5.實驗五、豌豆、敏豆種子完全失去子葉後在無機肥中生長情形。

(1)實驗方法如同第二階段豌豆在無機肥中的實驗，不同的是種子不用美工刀切除，改用完全剝除子葉方式。

其編號為豌豆461~475 敏豆361~375

(2)實驗結果

(ㄟ)完全去除子葉種子極不易存活，除了純洋菜基中種子存活64%（豌豆）及15%（敏豆）外，其餘幾乎全部死亡。

(ㄨ)無機肥加入洋菜基中，種植完全去除子葉種子，對種子不但沒有幫助，反而有害。

五、研究結果

(一)完全去除子葉的種子存活極不容易，推測其原因，可能和完全去除子葉(1)容易傷到胚芽(2)缺乏養分有關，在很小心切除子葉，只留下一點點接點時種子發芽、存活率均提高很多。

(二)不同植物種子，去除子葉後生長情形有很大差異，其中豌豆生長情形最好，其餘的依序為(2)敏豆(3)花生(4)花豆。

(三)在無機肥中，對切除子葉種子生長有幫助的是花寶4號、2號、3號、5號，純洋菜基也有幫助。但無機肥對完全剝除子葉種子不但沒有幫助，反而有害。

(四)固態有機肥中，對切除子葉種子生長有幫助的只有雞糞土。

(五)醣類、澱粉中、豌豆豆漿、太白粉、地瓜粉、麵粉對植物種子成長有些幫助。

(六)膠質食品中，洋菜基對切除子葉及完全剝除子葉種子都有很大幫助，而且它的水份控制非常方便，價錢又便宜，是很好的種子培養基，也是失去子葉種子最好的奶媽。

(七)種子在不失去子葉的情形下，初期的生長速度可能不及被切除子葉的種子，

但經過一段時間後就會超過，所以「母乳最好」在植物種子來說正確的，而「洋菜基」則是最好的奶媽。

(v)完全剝除子葉種子不適合在洋菜基中加養料，加養料反而有害。切除子葉種子則可加少量無機肥，可以幫助失去子葉植物成長。

六、未來發展和實際應用

(一)由以上實驗中發現：洋菜基是種子最好的奶媽，我們想到布丁、果凍也含有洋菜基，是否能利用過期的果凍、布丁做實驗，如果可行，將是很好的廢物利用。

(二)都市中要培養植物幼苗，良好的栽培土不易取得，可用洋菜基代替，價廉物美，這是這次實驗中得到的一個很好的實際應用。

七、參考資料

- | | |
|---------------------|--------|
| (一)小學自然課本、指引第 1 1 冊 | 國立編譯館編 |
| (二)蘭花栽培 | 豐年社出版 |
| (三)豆子 | 漢聲出版社 |

評語

種子子葉是種子貯存養份以供種子發芽所須，本作品以人為方法把種子子葉去除，再給予各種無機或有機養份給不含子葉的種子，以觀察其發芽之生理現象，本實驗設計頗有創意，結果亦佳，值得獎勵。