

2,4-D 對綠豆芽生長之影響

洪登村 彭昌祐*

Effect of 2,4-D on the Growth of Mungbean Sprouts

Deng-tsen Horng Chang-hu Peng

摘要

2,4-D能促進綠豆芽下胚軸肥大，抑制根部生長，在 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 與每三小時洒水一次的生長環境下，自下種後24小時開始每隔24小時以20ppm處理一次，連續處理三次；或下種後24小時以20ppm處理第一次，間隔36小時再以50ppm處理第二次，可得根短莖粗之最佳效果。

前言

豆芽菜在中國已有相當悠久的栽培歷史，較古老的培育方法是利用瓷缸，底部鑿有約3~5公分直徑的孔穴一個，孔穴上面覆蓋紗網或穿有小孔之金屬片，以利排水及防止豆粒流出缸外。種子在下種前須浸種8~12小時，使種皮軟化發芽整齊，夏天溫度高，浸種時間較短，冬天溫度低，浸種時間較長。經過浸種之種子平舖於缸底，其數量約為瓷缸容積的八分之一，然後灌水，灌水程度以水淹滿豆粒為度，上面再蓋上缸蓋，防止光線射入保持黑暗，以後每4~6小時灌水一次，亦以淹滿豆芽為度，如此不但補給發育期間所需水分，同時具有換氣及防止缸中溫度過高之效。夏天灌水次數要多，即灌水間隔要短，否則溫度往往過高而增加腐爛率，冬天則灌水間隔可延長。為了提高豆芽菜之品質，即希望獲得根短莖粗之豆芽，常在豆芽培育期間，在豆芽菜上面壓以大石，如此可得品質較好之豆芽菜。近幾年來由於生產技術機械化，培育床容積擴大，豆芽在培育期間所產生之熱量大增，為了防止溫度過高，灌水次數必須增加，而豆芽雖因灌水次數愈多，生長愈快，但形狀愈為細長，難達品質要求。而這種大量的機械化培育方式，又難以仿照傳統的加壓方法，以達根短莖粗之目的，故以化學藥劑處理以提高其外觀品質，為必行之趨勢。本省目前在市面上已普遍採用2,4-D從事豆芽菜之生產，但其用量均視為“商業機密”，密而不宣，而其殘餘量是否達到危害人體健康之程度，則尚未為衛生機關所注意。有關2,4-D對豆科植物生長與發育之研究很多(1,2,3,4,5,6,7)，但因豆芽菜之栽培環境特殊，洒水次數頻繁，對該種藥劑之處理方法與劑量問題，則未有報告資料。本試驗在探求2,4-D對綠豆芽生長與發育上之影響，以做為進一步探討藥劑殘餘量與對人體為害程度之參考。

材料及方法

* 國立中興大學農學院園藝學系助教、教授。

以 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid) 之鈉鹽，先配成 5000ppm 原液，置於 5°C 之冷藏庫備用，若兩星期仍未用完，則廢棄重新配製。綠豆種子購自豆芽菜培育商，為泰國進口之綠皮豆。先將種子在 25°C 下浸種 14 小時，使種皮軟化，種子膨大，然後除去不膨大之石豆及病蟲害之種子，精選大小相同之種子，每處理用 20 公克（乾綠豆重約 10.5g 約 200 粒種子），下種面積為 70 平方公分，溫度為 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ，每三小時洒水一次，每次洒水綠豆芽在水中之泡浸時間為 8~10 分鐘，待發芽後供以下試驗。

一綠豆芽生長曲線測定

下種後 24 小時分別測其下胚軸及根部長度，以後每 12 小時測量一次，至子葉萎縮，上胚軸伸長，完全失去豆芽菜之商品價值為止。

二藥劑用量之試驗

下種後 36 小時，下胚軸約 1.2 公分，根長約 2.2 公分時，以 2,4-D 0.1, 1, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ppm 以噴霧器噴洒在綠豆芽上，其數量以噴液自豆芽上滴下流出為度，各噴液 500ml 中各加入 5 滴之 Tween-20 沾着劑，對照組亦與處理同時，加沾着劑噴之。下種後 78 小時收取，並測其根長，下胚軸長，下胚軸直徑。本試驗採用完全逢機設計法進行，每處理逢機取 20 株調查，三次重複，分別以其平均值進行統計分析。

三施用時間及次數之試驗

(一) 施用一次：於下種後 24, 36, 48, 60 小時，分別以 20 及 50ppm 噴施一次。並於下種後 86 小時收取。

(二) 施用兩次：處理濃度亦為 20 及 50ppm，于不同時間分別處理兩次，其時間分別如以下 5 種：

1. 下種後 24 小時噴施第一次，48 小時再噴第二次。
2. " 24 " " , 60 "
3. " 24 " " , 72 "
4. " 36 " " , 60 "
5. " 36 " " , 72 "

亦於下種後 86 小時收取。

(三) 施用三次：濃度如上，其時間分別如下：

1. 下種後分別於 24, 48, 60 小時先後噴施三次。
2. " 24, 60, 72 "
3. " 24, 48, 72 "

下種後 96 小時收取。

各處理收取後分別量其根長，下胚軸長，頂端彎鉤下 5mm 處之下胚軸直徑 d_1 ，中部直徑 d_2 及下部直徑 d_3 ，百株重及總鮮重等，取樣分析統計方法如實驗二。

四二種藥劑同施之試驗

下種後 24 小時以 2,4-D 20ppm 施用第一次，間隔 36 小時再以 50ppm 施用第二次，並於 78 小時收取。試驗方法如實驗三。

結果與討論

一綠豆芽之生長曲線測定結果如圖一。

在 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ，每三小時洒水一次的情況下，下種後 24 小時以內生長較少，下胚軸與根部之界限不

易辨別，24小時以後根部生長加速，60小時以後逐漸緩慢，72小時至120小時之間根部生長很少。下胚軸於下種後36小時以內生長較少，以後急速生長，至84小時生長逐漸緩慢，108小時以後生長很少，此時子葉已全部萎縮，上胚軸開始伸長，本葉張開，全株細長老化，已失去豆芽菜之商品價值。由此得知根部與下胚軸之生長時期不同，根部生長時間較早，下胚軸之生長時間較遲；此種性質對將來各項施藥時期之決定相當重要，由於綠豆芽對藥劑之感應，以在開始進入快速生長期以前施藥效果最好，如施藥太早，則過分抑制豆芽之生長，施藥太遲，則達不到“根短莖粗”之目的。

二藥劑用量之試驗

不同濃度之2,4-D對綠豆芽生長之影響如表一。

表一 不同濃度之2,4-D對綠豆芽生長之影響

Table 1. The effect of different concentration of 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.

測定項目 Concentration ppm 濃度	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	下胚軸直徑 Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
CK	5.56 ^{ab}	8.52 ^a	1.81 ^e	35.4 ^a	68.6 ^a
0.1	5.32 ^{bc}	8.55 ^a	1.80 ^e	36.0 ^a	68.2 ^a
1	5.63 ^a	8.43 ^a	1.80 ^e	35.2 ^{ab}	67.6 ^a
10	3.89 ^d	8.09 ^b	2.52 ^d	31.6 ^c	61.8 ^b
20	2.42 ^e	5.18 ^c	2.70 ^c	30.6 ^d	61.2 ^{bc}
50	2.44 ^e	4.42 ^d	2.82 ^b	27.5 ^e	53.6 ^d
100	2.42 ^e	4.07 ^e	2.86 ^a	24.3 ^f	41.9 ^e

註：1. 在同一直行內相同字母表示不顯著 (P = 0.01)。

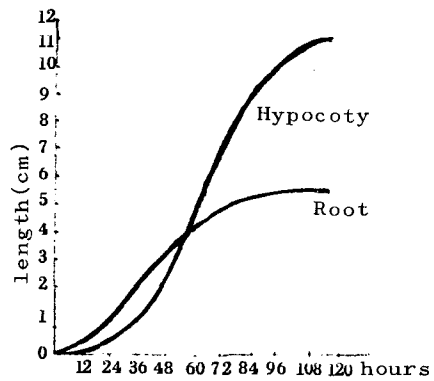
Note: Means within same column followed by the some letter are not significantly different at the 1% level.

2. 下種後78小時收取。

Harvested at 78hrs. after sowing the seeds.

3. 總鮮重係指浸種後之綠豆種子20g所生產之綠豆芽之總重量。

Total fresh weight means the harvested weight which 20g of mungbean seeds after soaking.



圖一：綠豆芽之生長曲線(25°C 3小時洒水一次)

Fig. 1. The growth curve of mungbean sprouts at 25°C, watering every 3hrs.

其濃度在1 ppm以下者，外觀品質上與對照組無顯著差異，10 ppm以上根部才有顯著減短，但20 ppm濃度對根長已達完全抑制效果，即使再提高濃度，根部長度亦不再變化。下胚軸直徑亦在10 ppm以上有顯著加粗，且隨濃度的增加而增大，其長度則隨濃度的增加而減短。200 ppm以上，則其發育大受阻碍，下胚軸出現空心海綿狀之藥害現象，主根上發生畸形短根狀突起；500與1000 ppm其突起更為明顯(圖二、三)，主根生長完全受抑制，即使藥效消失後亦不再生長。但下胚軸雖嚴重受藥害，然待藥效消失後仍能斷續正常生長。



圖二 下種後 36 小時以 500ppm 噴洒，78 小時採收之綠豆芽。
 Fig.2. Effect of 2,4-D on the growth of Mungbean sprouts (treated with 500ppm at 36hrs. and harvested in 78hrs. after seed sowing).



圖三 下種後 36 小時以 1000ppm 噴洒，96 小時採收之綠豆芽。
 Fig.3. Treated with 1000ppm of 2,4-D at 36hrs. and harvested in 96hrs. after seed sowing.

由此可知為達到生產根短莖粗之綠豆芽，2,4-D 之使用濃度需在 10 ppm 以上，而以 20~50 ppm 效果較好，再高之濃度因過分抑制生長影響收量減低。綜合本項試驗所得，綠豆芽根部對 2,4-D 之感應程度大於下胚軸，根部生長受抑制後之恢復能力亦遠比下胚軸為低。

三 施用時間及次數之試驗

(一) 施用一次：2,4-D 20 及 50 ppm 分別在綠豆芽下種後 24, 36, 48, 60 小時施用一次，對綠豆芽生長之影響如表二、三。

表二：20 ppm 之 2,4-D 對綠豆芽發育之影響
 Table 2. The effect of 20ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.

處理時間 Measurement Time of treatment hr.	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d ₁ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₂ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₃ Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts.	總鮮重 Fresh weight g/tatal
24	2.11 ^d	6.54 ^a	1.82 ^c	2.26 ^c	2.64 ^b	33.2	66.1
36	2.40 ^c	6.09 ^c	2.01 ^b	2.70 ^a	2.67 ^b	33.4	66.5
48	3.61 ^b	6.33 ^b	2.04 ^b	2.67 ^a	2.74 ^a	33.6	66.5
60	4.50 ^a	6.34 ^b	2.23 ^a	2.57 ^b	2.52 ^c	34.6	69.9
CK	5.63	9.59	1.42	1.82	2.41	41.6	88.5

註：1. 在同一直行內相同字母表示不顯著 (P = 0.01)

Note: Means within same column followed by the some letter are not significantly different at the 1% level.

2. 下種後 86 小時收取。
 Harvested at 86hrs. after sowing the seeds.

3. 縮寫 d₁ 為下胚軸上部直徑，d₂ 為下胚軸中部直徑，d₃ 為下胚軸下部直徑。

d₁ = apex diameter of hypocotyl, d₂ = medium diameter of hypocotyl

d₃ = base diameter of hypocotyl.

4. 總鮮重係指浸種後之種子 20g 所生產之綠豆芽總重量。

Total fresh weight means the harvested weight which 20g of mungbean seeds after soaking.

5. 處理時間係指下種後小時。

Time of treatment means the hours after sowing the seeds.

表三：50ppm之2,4-D對綠豆芽生長之影響

Table 3. The effect of 50ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.

處理時間 Measurement Time of treatment hr.	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d ₁ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₂ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₃ Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts.	總鮮重 Fresh weight g/total.
24	2.10 ^d	6.32 ^a	2.06 ^d	2.60 ^c	2.82 ^{ab}	33.5	65.0
36	2.40 ^c	5.52 ^c	2.17 ^c	2.82 ^b	2.83 ^a	32.7	65.0
48	3.60 ^b	5.81 ^b	2.46 ^a	2.91 ^a	2.83 ^a	33.7	66.2
60	4.59 ^a	6.02 ^b	2.41 ^b	2.80 ^b	2.76 ^b	33.9	68.5
CK	5.63	9.59	1.42	1.82	2.41	41.6	88.5

註：如表二。

Note: same as table 2.

不同生長期之綠豆芽經2,4-D處理一次後，顯示施用時間愈早，根部愈短。下胚軸長度則以下種後36小時處理最短，較早處理反而長度更長，且其中上部直徑亦遠比其他各組為小。顯然早期處理之綠豆芽，其下胚軸在收取前已逐漸恢復正常生長，故長度增加而直徑變小。但根部受抑制後，至收取時均未再恢復生長，此現象再次證實試驗二之結果，顯示根部生長受2,4-D抑制後，其恢復生長之能力比下胚軸為低。比較各處理間下胚軸上下直徑之變化，得知隨施藥時間愈遲，上下直徑之差距愈小，即早期施藥則形成“頭大尾小”之現象，而晚期施藥甚至發生“頭小尾大”之現象，證明因2,4-D處理而產生下胚軸肥大之位置，應在上彎鉤以下之延長部，而對延長部以下之效果顯為降低，此事實證明施藥時間太遲，則效果不明顯而達不到生產粗肥豆芽菜之目的。據Holm與Abeles指出^(5,6)，2,4-D之所以能促使豆科植物之組織肥大，係由於誘使乙稀產生所致；後來Kang等人⁽⁷⁾亦提出相同之報告，且發現處理後2小時乙稀含量即開始提高，到30小時仍未發現降低之現象。而Vander Lean⁽¹⁾更指出乙稀抑制白化豌豆苗生長之位置在頂端下7~13公厘處。本試驗之結果與前述等人之發現相似。表中百株重與總鮮重，各處理組間差異極小，惟60小時處理組因根部較長而影響重量增加，但在外觀品質上並不理想。各處理組之重量雖比對照組少，但單位長度之重量卻遠比對照組增加，若以長度為收取標準時，各處理組之重量自比無處理者增加甚多，此現象說明綠豆芽經2,4-D處理後，雖收取時間稍有延長，但因收量增加，在商業上仍具相當利益。

(二)施用兩次：2,4-D 20與50 ppm分別在不同時間處理兩次之試驗結果如表四及表五。

表四：20ppm之2,4-D先後處理兩次對綠豆芽發育之影響

Table 4. The effect of 20ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.

處理時間 Measurement Time of treatment hrs	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d ₁ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₂ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₃ Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
A. 24, 48	2.03 ^c	6.27 ^a	2.28 ^b	2.71 ^b	2.90 ^a	34.6	64.2
B. 24, 60	2.07 ^c	6.11 ^a	2.31 ^b	2.89 ^a	2.87 ^a	35.2	67.4
C. 24, 72	2.13 ^c	6.32 ^a	2.49 ^a	2.86 ^a	2.92 ^a	35.7	67.8
D. 36, 60	2.49 ^b	6.19 ^a	2.48 ^a	2.92 ^a	2.92 ^a	35.7	68.9
E. 36, 72	2.68 ^a	6.42 ^a	2.50 ^a	2.90 ^a	2.88 ^a	36.3	70.8

註：1.如表二。

Note: same as table 2.

2.前後兩次之噴施濃度均相同。

Bean sprouts were treated twice with same 2,4-D conc.

由表四得知根部之長短主要取決於第一次之處理時間，第一次處理時間在 24 小時者，其根長均遠比 36 小時者為短。但下胚軸長度並無顯著差異，上部直徑 (d_1) 與中部直徑 (d_2) 則隨第二次處理時間愈晚而呈增加之現象。

表五：50ppm 之 2,4-D 先後處理兩次對綠豆芽發育之影響

Table 5. The effect of 50ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.¹

處理項目 Measurement Time of treatment hrs	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d_1 Hypocotyl diameter mm	直徑 d_2 Hypocotyl diameter mm	直徑 d_3 Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
A. 24, 48	2.10 ^b	5.62 ^b	2.47 ^b	2.91 ^c	2.96 ^a	34.0	64.0
B. 24, 60	2.10 ^b	6.07 ^a	2.54 ^{ab}	2.94 ^c	2.95 ^a	35.1	66.2
C. 24, 72	2.10 ^b	6.10 ^a	2.62 ^a	2.94 ^c	2.94 ^a	35.6	66.5
D. 36, 60	2.51 ^a	6.08 ^a	2.62 ^a	3.07 ^b	2.98 ^a	35.8	69.4
E. 36, 72	2.59 ^a	6.22 ^a	2.62 ^a	3.15 ^a	2.95 ^a	36.3	70.6

註：如表四。

Note: same as table 4.

50ppm 處理組之根部長度亦取決於第一次處理時間，此現象與 20ppm 處理組相似。下胚軸長度亦與 20ppm 處理組相似，除 A 組外，並無顯著差異。中上部直徑亦隨第二次處理時間愈遲而加粗，但不如 20ppm 所表現之反應明顯，其中部直徑則 24 小時處理組均比 36 小時處理組為細。綜合表四與表五，進一步與對照組比較結果如表六。

表六：2,4-D 20 與 50ppm 施藥與否對綠豆芽發育之影響

Table 6. Effects of 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.¹

處理濃度 Treatment	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d_1 Hypocotyl diameter mm	直徑 d_2 Hypocotyl diameter mm	直徑 d_3 Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
20 ppm	2.28 ^b	6.26 ^b	2.41 ^b	2.86 ^b	2.89 ^b	35.47	67.81
50 ppm	2.28 ^b	6.02 ^b	2.57 ^a	3.00 ^a	2.96 ^a	35.37	67.39
CK	5.63 ^a	9.59 ^a	1.42 ^c	1.82 ^c	2.41 ^c	41.64	88.45

註：如表二。

Note: same as table 2.

由上表得知施藥與否有極顯著之差異，20ppm 與 50ppm 濃度之間，對根長與下胚軸長均無顯著差異，但比之對照組，則均有顯著差異。下胚軸直徑則 50ppm 比 20ppm 略粗。按 Crocker 等人 (4) 之研究，乙稀對白化豌豆苗之生理作用，最先是抑制其伸長，接著由於濃度的增加而發生膨大及橫向水平生長 (horizontal growth)。由表六得悉 20ppm 與 50ppm 間，下胚軸長度並無顯著差異，但 50ppm 處理組之直徑比 20ppm 處理組為大，推想綠豆芽經 2,4-D 處理後，所產生乙稀之量可能與 2,4-D 之濃度成正比，此點尚須進一步試驗探討。

由表四與表五得知根部之長度，主要取決於第一次之施藥時間，此與試驗三(一)所得結果相同，其道理可由試驗一之生長曲線圖加以說明，按根部之最快生長期在下種後 24 至 48 小時之間，施藥愈遲，則根部生長已達相當程度，藥劑只能抑制其伸長而不能縮短其既有長度，道理至為明顯。至於表四之 D、E 兩組根長有差異，但 A、B 兩組無差異，可能因快速生長期以後，對藥劑之抗性增加，而發生少許程度之生長恢復，再由於處理時間間隔的延長，故 E 組比 D 組之根長略長，而與 A、B 兩組不同。下胚軸長度除 50ppm 之 A 組較短外，無論 20ppm 與 50ppm，其組間差異概呈不顯著差異，即無論施藥時間與施藥時間間隔的長短，對下胚軸長度並不影響，顯示

2,4-D之藥效持久性可達36小時以上，此結果與Kang等人⁽⁷⁾在白化豌豆苗上之發現相似。但50ppm A組可能因時間間隔較短，影響劑量累積增加之故。下胚軸中上部直徑隨第二次施藥時間愈晚而呈增加之現象，此再次證明試驗三~(-)之結果，可用前述Vander Lean 研究之結果加以解釋。至於50ppm處理組不如20ppm處理組明顯之原因，概為高濃度對下胚軸發育之影響較低濃度大且持久，故50ppm處理組之中部直徑D、E兩組比其他各組為大，顯係受第一次施藥之影響。而下部直徑無論20或50ppm均呈不顯著差異，且24與36小時組間無差異，此現象可由生長曲線圖加以說明，因下種後24至36小時，下胚軸生長較少，對藥劑之效應幾無差異。就百株重與總鮮重而言，兩種濃度之A組均比其他各組為低，顯係兩次施藥時間過分接近，且早期豆芽尚極幼嫩，對藥劑之抗力較低，故在相同的時間間隔下顯示比D組所受抑制為大。

(三) 2,4-D 20或50ppm先後施用三次對綠豆芽之影響如表七及表八。

表七：20ppm之2,4-D先後施用三次對綠豆芽之影響
Table 7. Effect of 3 applications of 20ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.^{1,2}

處理時間 Measurement Time of treatment hrs	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d ₁ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₂ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₃ Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
A. 24, 48, 60	2.04 ^a	6.07 ^a	2.62 ^a	3.12 ^a	3.09 ^a	36.5	69.8
B. 24, 60, 72	2.10 ^a	6.10 ^a	2.67 ^a	3.10 ^a	3.08 ^a	36.6	70.6
C. 24, 48, 72	2.12 ^a	6.02 ^a	2.61 ^a	3.12 ^a	3.10 ^a	36.2	70.6
CK	5.93	10.77	1.44	1.86	2.44	46.4	92.9

註：1. 下種後96小時採收。
Note: Harvested at 96hrs. after sowing the seeds.
2. 其他如表四。
Same as table 4.

表八：50ppm之2,4-D先後施用三次對綠豆芽之影響
Table 8. Effect of 3 applications of 50ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.¹

處理時間 Time of treatment hrs	根長 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	直徑 d ₁ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₂ Hypocotyl diameter mm	直徑 d ₃ Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
A. 24, 48, 60	2.11 ^a	6.08 ^a	2.64 ^a	3.22 ^a	3.14 ^a	31.0	66.5
B. 24, 60, 72	2.10 ^a	5.63 ^b	2.70 ^a	3.20 ^a	3.12 ^a	33.5	67.0
C. 24, 48, 72	2.12 ^a	5.61 ^b	2.63 ^a	3.22 ^a	3.14 ^a	31.1	66.5
CK	5.93	10.77	1.44	1.86	2.44	46.4	92.9

註：如表七。
Note: same as table 7.

由表七、八得知2,4-D經先後施藥三次後，同組之各處理間無論任何時間施藥均無顯著差異，惟50ppm處理之B、C兩組下胚軸較短，概因最後一次施藥時間較遲，影響恢復生長較慢之故。若比較20ppm與50ppm間之差異，顯示20ppm組之下胚軸較長，直徑略細，但重量增多，較合經濟價值，顯示50ppm對綠豆芽生長之抑制較大。

四兩種藥量同施之試驗

表九：兩種 2,4-D 濃度同施對綠豆芽生長之影響（下種後 24 小時以 20ppm 噴施第一次，間隔 36 小時再以 50ppm 噴施第二次）

Table 9. Effect of 20ppm and 50ppm 2,4-D on the growth of mungbean sprouts.^{1,2}

處理 Measurement Treatment	測定項目 Root length cm	下胚軸長 Hypocotyl length cm	胚軸直徑 Hypocotyl diameter mm	下胚軸直徑 Hypocotyl diameter mm	下胚軸直徑 Hypocotyl diameter mm	百株重 Fresh weight g/100pts	總鮮重 Fresh weight g/total
2,4-D	2.23	4.32	3.02	3.10	3.21	32.4	64.3
CK	5.60	8.47	1.45	1.84	2.28	36.7	66.6

註：1. 下種後 78 小時收取。

Note: Harvested at 78hrs. after sowing seeds.

2. 同表一。

Some as table 1.

顯示變化濃度處理結果，下胚軸直徑較大，且可提早收取，在商業上較有利。

結 論

綜合以上試驗結果，證明 2,4-D 可促使綠豆芽根短莖粗，有助於外觀品質之改進。利用其生長曲線所表現之根部與下胚軸生長時期不同之性質，可在早期施用較低濃度藥劑，以抑制根部之生長，而於晚期施用較高濃度藥劑，以增加下胚軸之直徑；即劑量隨生長期而逐漸增加，可得直徑較粗，根部較短之綠豆芽。惟其濃度均必須在 20ppm 以上才能達到預期效果，若 10ppm 以下，對綠豆芽之外觀品質上影響不大。故目前商業上培育綠豆芽，2,4-D 用量可能均在 10ppm 以上。按美國環境保護協會 (Environmental Protection Agency 簡稱 EPA) 通報，2,4-D 在葉菜類之安全容許殘餘量為 0.1ppm，故目前市面上販賣之綠豆芽所含 2,4-D 殘餘量可能超出安全容許量甚多，有碍人體健康，有關衛生主管單位實有加以注意之必要。

參考文獻

1. Abeles, F.B. (1977): Ethylene in plant biology. Academic Press. New York. P.58 ~ 129.
2. Chang, D.C.N. (1978): A Study of Mungbean sprout production AVRDC, Tainan, Taiwan.
3. Chen, L.G., C.M. Switzer and R.A. Fletcher (1972): Nucleic acid and Protein changes induced. Auxin-Like Herbicides. Weed Science, 20:53 ~ 55.
4. Crocker, W., L. I. Knight and R.C. Rose (1910): Effect of various gases and vapors upon the etiolated seeding of sweet pea. Science 31:635 ~ 636.
5. Holm, R.E., and F.B. Abeles (1967): 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid induced ethylene evolution: its role in soybean hypocotyl swelling. Plant Physiol. 42: 530 ~ 531.
6. Holm, R.E. and F.B. Abeles (1967): The role of ethylene in 2,4-D Induced growth inhibition. Planta 78:293 ~ 304.
7. Kang, B.G., W. Newcomb and S.P. Burg (1971): Mechanism of auxin-induced ethylene production. Plant Physiol. 47: 504 ~ 509.

Effect of 2,4-D on the Growth of Mungbean Sprouts

Deng-tsen Horng Chang-hu Peng*

Summary

2,4-D was sprayed once, twice and thrice at rates of 0, 0.1, 1, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000ppm on mungbean sprouts. Treatments resulted in the reduction of root length, increase of the diameter of hypocotyl. At the optimum temperature of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, with water supplied every 3 hours, the most disirable treatment concentration was found to be 25 – 50 ppm. Better results were obtained by one application of 20ppm 2,4-D at 24 hours after seed sowing, and followed by one application of 50 ppm 36 hours later, or three application of 20ppm 2,4-D at intervals of 24 hours begins at 24 hours after seed sowing.

國立中興大學 

National Chung Hsing University

* Assistant and Professor, respectively of Dept. of Horticulture, College of Agriculture, National Chung-Hsing University.