

作品名稱：動物激素對植物生長的影響

台南一中 蔡明達

壹、研究動機：

高二生命科學課程中提及動、植物激素協調生物體內生理活動，並影響生物體的生長發育。而分子生物學單元也談及，主宰生物性狀的物質，都是由 A、T、C、G 四種分子所組成的 DNA 所啟動的，因此就細胞的生理運作而言，也許動、植物的相似性遠超過我們的想像。目前許多的藥品及工業產品，許多都含有動物激素的成分，它們是否會影響到環境中的植物呢？

貳、研究目的與待答問題：

基於上述動機，本研究擬以結構穩定，且能溶於水，並會影響人體生長發育的固醇類激素 - 類固醇¹，作為探討對象，嘗試了解如腎上腺皮質激素等成分為固醇類的動物激素，對植物的生發育長是否有影響。據此，本研究擬訂下列待答問題：

1. 動物激素類固醇是否會影響植物的生長與發育？若有，對植物不同部位作用產生的影響為何？
2. 不同濃度的類固醇激素對植物生長發育的影響是否會有差異？
3. 在植物生長的不同階段，動物激素的影響又為何？

參、文獻探討

一、激素的選取

類固醇製劑被用於治療發炎、疼痛的激素，俗稱美國仙丹。動物激素依成分分為固醇類和肽類激素兩大類，由於多肽類激素結構，易受溫度、pH 值等理化因子的影響，因此本研究選用結構較為穩定，既是脂溶性，又能溶於水的固醇類激素 - 類固醇為探討材料。

二、植物的選取

由於豆類產品如豆漿等，證實含有與固醇類激素有相似的結構物質存在，因此本實驗擬定以豆科植物為主要探討對象。然而豆類屬於雙子葉植物，為了探討類固醇激素對單子葉植是否會有影響，因此另外選定稻米、玉米兩種常見的作物，作為探討對象。

肆、研究步驟

一、研究器材：

一般器材：培養皿、脫脂棉花、塑膠盆、定量滴管、燒杯、培養土、花盆。

動物激素：副腎上腺皮質激素 (Dexamethasone)

種子：紅豆、綠豆、黃豆、水稻、玉米種子各數百顆。

二、研究過程：

(一)預測：

1.預測目的：

(1)為了解種子在培養皿中的發芽和生長探條件，以求正式研究時，種子的生長發育不受激素以外其他理化因子如土壤溼度等因素干擾。

(2)作定性觀察，對選取的材料和所配的激素濃度是否適當作初步評估。

2.預測研究步驟：

(1).探討類固醇對豆類種子初期生長的影響：

1. 配置 400ppm、200ppm、100ppm、50ppm、0ppm 等五組激素溶液，組於每日 9：00pm 以 5ml 份量，分別投放入各含有 20 顆綠豆種子的培養皿中。

2. 於每日早晨於各皿投放 10ml 蒸餾水。置於室內持續培養、觀察十四日。

3. 將綠豆換成紅豆、黃豆，重覆上述步驟，並評估適當的培養條件。

(2).評估類固醇對植物生長發育的長期的影響

1. 將發芽的綠豆以一盆 10 顆份量，分置於兩個裝有培養土的花盆中，分為實驗組及對照組。

2. 取 100ppm、0ppm 的溶液各 10ml 分別澆入實驗組和對照組的花盆中。

3. 於每日早晨於各盆另行補充 20ml 蒸餾水，置於室外生長，連續觀察直至綠豆生命週期結束。

4. 將綠豆換成紅豆、黃豆，重覆上述實驗。

結果：觀察的結果發現，無論是紅



豆、綠豆或黃豆，濃度越高的組別生長情形受到越嚴重的抑制，根的生長情況也受到濃度的影響。而長期實驗組高度差不明顯，但有實驗組提前一、二天開花的現象。而實驗中實驗組寸草不生，對照組卻長出雜草。

(二)正式研究步驟

實驗一：不同濃度激素對雙子葉植物初期生長和發育的影響

1. 將 100 顆綠豆分放在五個放有脫脂棉花的塑膠盆內，每個 20 顆，分為 400ppm、300ppm、200ppm、100ppm 及 0ppm 等五組。
2. 將激素調成上述不同濃度，於每日 9：00pm 以 5ml 份量投放。對照組投放 5ml 蒸餾水。
3. 於每日早晨於各皿投放 10ml 蒸餾水。
4. 置於室內觀察，持續 7 日。
5. 於第七日計錄各組植株之軸根長、莖長以及葉長。
6. 將綠豆換成紅豆，重覆上述實驗。

實驗二：動物激素對豆類等雙子葉植物種子和水稻、玉米等單子葉植物栽培初期生長的影響

(一)雙子葉部分

1. 將 300 顆綠豆分放在 3 個放有脫脂棉花的塑膠盆內，每盆 100 顆，分為 200ppm、100ppm 及



0ppm 三組。

2.將激素調成上述不同濃度,於每日 9:00pm 以每棵植株 0.25ml 份量投放

對照組每棵植株投放 0.25ml 蒸餾水。

3.於每日早晨於各皿投放藥劑兩倍量之蒸餾水。

4. 由第三日起,每日於各濃度組中取 10 棵,測量並計錄其軸根長、莖長以及葉長,持續至第七日。

5. 將綠豆換成紅豆、黃豆,重覆上述實驗。

(說明:1.黃豆發芽率約七成,故一次採樣七株。 2.紅豆及黃豆因其體積較大,以一盆 50 棵,一組兩盆栽種。)

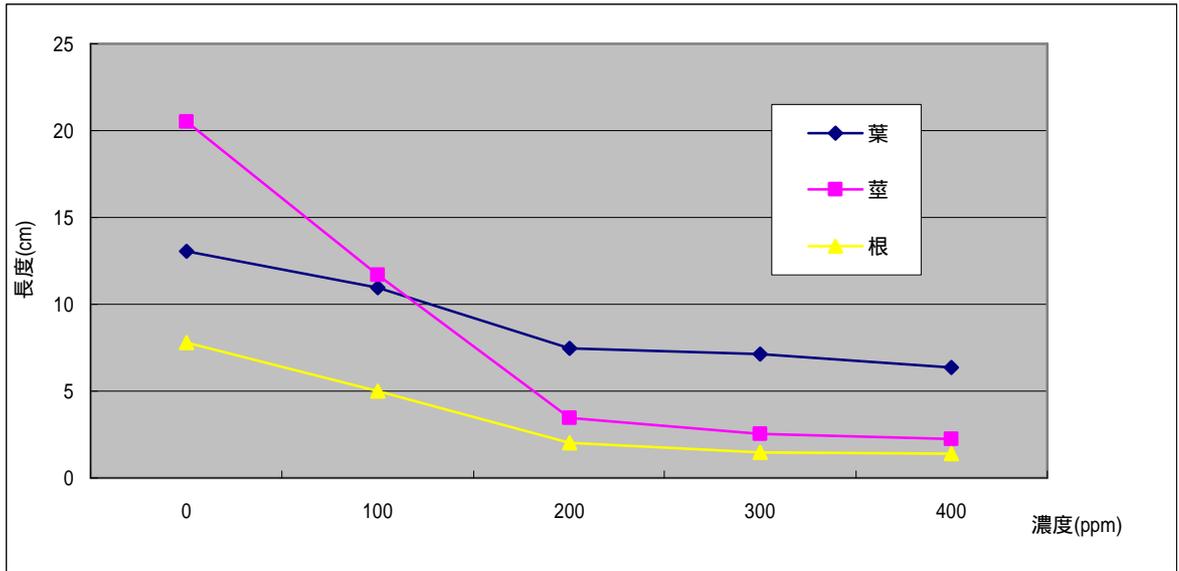
(二)單子葉部分

1. 分別取稻米和玉米種子,研究步驟同雙子葉部分,惟測量方面:根長以測量植株中根長度最常者為主。另外,不測莖和葉長,改以測量幼苗的芽鞘長度。

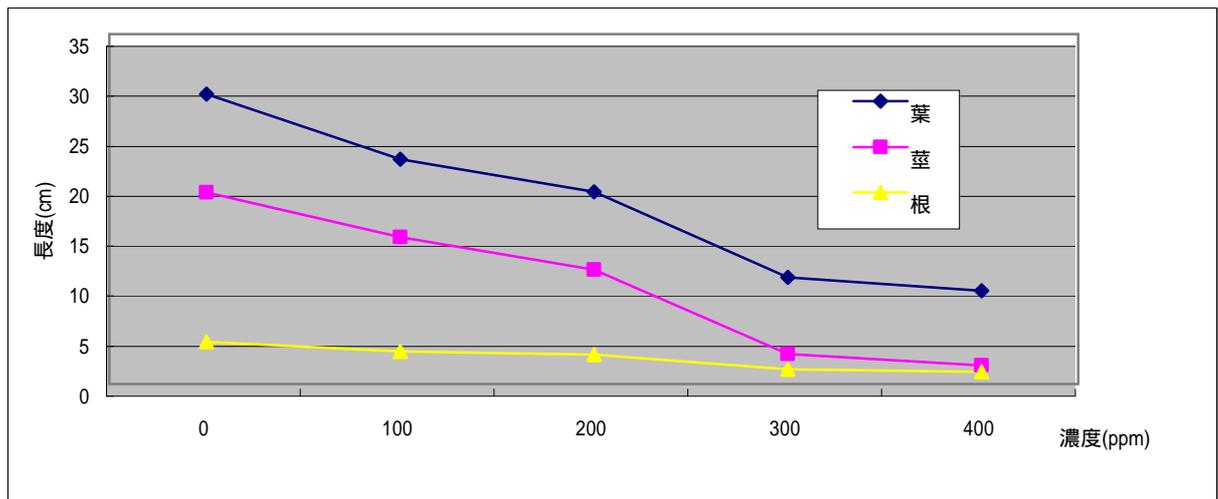
伍、結果與討論:

一、不同濃度激素對紅豆和綠豆種子初期生長和發育的影響

1.紅豆和綠豆於栽種 7 日後,在 400ppm、300ppm、200ppm、100ppm 及 0ppm 等五組中的根、莖、葉的發育情形,如圖一、二所示。



圖一：紅豆栽種七日後根、莖、葉的生長長度比較



圖二：綠豆栽種七日後根、莖、葉的生長長度比較

圖一、二顯示紅豆和綠豆在栽種七日後根、莖、葉的生長長度會受到類固醇激素的影響，出現生長長度受到抑制的現象，且根、莖、葉皆呈現激素濃度愈高抑制現象愈明顯的趨勢(見照片一)。



照片一：綠豆濃度差實驗結果



照片二：紅豆於濃度不同時之抑制現象
(上、下分別為 400ppm、0ppm)

2.利用 t 檢定，檢測得知紅豆及綠豆中 0ppm 和 100ppm 兩組間，無論根、莖、葉生長長度皆有顯著差異($\alpha = .05$, t 值見附錄二),顯示微量(100ppm)的類固醇激素對紅豆和綠豆的生長發育即有顯著的抑制效果。

3.就根、莖、葉三部分所受到的影響程度而言，莖生長所受到的抑制效果似乎遠較根和葉大。以綠豆為例(見照片二)，比較 400ppm 和 0ppm 組發現，0ppm 組莖的生長長度約為 400ppm 組的 10 倍，而葉和根則類似，約只有 3 倍左右(見附錄一)。此外紅豆也有類似情形。由於植物是在室內培養，發芽後的幼苗容易因光強度不夠而產生徒長現象，因此莖生長所受到的抑制現象，也可視為激素對幼苗徒長有明顯的抑制效果。

二、動物激素對豆類等雙子葉植物種子和水稻、玉米等單子葉植物栽培初期生長的影響

1. 雙子葉部分：紅豆、綠豆和黃豆種子在培養皿中栽種七-八天內，兩實

驗組(100ppm、200ppm)與對照組(0ppm)間，根、莖、葉生長長度差異

變化如表一、二所示(各組根、莖、葉的生長長度參見附錄一)：

表一：紅豆、綠豆和黃豆 0ppm 與 100ppm 組的生長長度 差值。(單位：cm)
負值表示實驗組(100ppm)比對照組(0ppm)長

栽種 天數	紅豆			綠豆			黃豆		
	根	莖	葉	根	莖	葉	根	莖	葉
3	0.14	0.11	0	0.37	0.15	1.0	0.21	0.35	1.05
4	0.	0.1	- 0.26	0.69	1.9	0.85	0.07	0.69	0.4
5	0.44	0.84	1.25	1.83	2.25	1.6	2.06	3.13	1.15
6	0.98	3.25 [*]	0.76	0.43	0.74	2.55	1.35	2.0	2.75 [*]
7	0.58	0.57	5.75 ^{**}	0.59	- 0.2	- 0.45	1.42	4.74 [*]	3.05 [*]
8	0.50	4.26 ^{**}	4.3 ^{**}	0.27	2.4 [*]	- 1.2			

備註：* 代表顯著差異，** 代表極顯著差異

表二：紅豆、綠豆和黃豆 0ppm 與 200ppm 組的生長長度平均差值。(單位：cm)

栽種 天數	紅豆			綠豆			黃豆		
	根	莖	葉	根	莖	葉	根	莖	葉
3	0.27	0.15	0	0.14	0.22	0.7	0.34	0.55	2.15 [*]
4	1.34.	1.24	1.85	1.58 ^{**}	3.58 ^{**}	3.95 ^{**}	1.14	1.35	2.7 [*]
5	1.58	1.70	2.95 [*]	2.04 ^{**}	2.75 ^{**}	1.35	0.8	2	0.8
6	3.25 ^{**}	9.98 ^{**}	4.86 ^{**}	1 ^{**}	3.44 ^{**}	2.85 ^{**}	0.92	4.02	2.9
7	3.08 ^{**}	4.4 ^{**}	8.35 ^{**}	1.43 ^{**}	2.3 [*]	2.25 [*]	1.01	5.41 ^{**}	4.55 ^{**}
8	1.88 [*]	10.54 ^{**}	9.45 ^{**}	1.09 ^{**}	2.18	2 [*]			

備註：* 代表顯著差異，** 代表極顯著差異



照片三 紅豆生長情形差異(上至下為 200、100、0ppm)

(1)類固醇激素對生長的影響

由表一、二比對紅豆和綠豆即可發現 200ppm 組對根、莖、葉生長的影響，在栽種 3-4 天後(即發芽不久後)即出現明顯的抑制現象，且隨著栽種天數增加，與 0ppm 組的生長差異更加顯著。而 100ppm 組對根、莖、葉生長影響的影響，則較 200ppm 組晚，約栽種 7-8 天後與對照組才出現顯著差異。綜合上述結果推測類固醇激素可被紅、綠豆吸收，蓄積在體內並對根、莖、葉的生長造成累積性的影響。至於黃豆，僅 100ppm 組的葉和莖出現較明顯的累積性影響現象，根和 200ppm 組則較不明顯，可能和黃豆培養環境不佳有關，因為在培養過程中無論實驗組和對照組黃豆樣本種子和幼苗腐爛情形，較紅豆和綠豆嚴重(約 30%)。

(2)類固醇激素對幼苗發育的影響

就發育狀態而言，莖、葉雖然生長受到抑制但外部形態變化不大(與對照組相比只是小一號，見照片三)，但實驗組根部的發育，則是明顯受到激素影響，100 和 200ppm 組皆出現主根短、支根多，根容易折斷的情形。

2. 單子葉部分：稻米和玉米種子在培養皿中栽種七-八天內，兩實驗組(100ppm、200ppm)與對照組(0ppm)間，根、莖、葉生長長度差異變化如表三所示(各組根、莖、葉的生長長度參見附錄一)：



照片四：水稻生長情形差異

(左至右為 200、100、0ppm)



照片五：玉米生長情形差異

(上至下為 200、100、0ppm)

表三：稻米和玉米 0ppm 與 100ppm 組；0ppm 與 200ppm 組；的生長長度平均差值。
(單位：cm)

栽種 天數	稻米(0/100ppm)		稻米(0/200ppm)		玉米(0/100ppm)		玉米(0-200ppm)	
	根	芽鞘	根	芽鞘	根	芽鞘	根	芽鞘
3	0.18	0.4	0.83	0.55				
4	1.1 [*]	0.63	2.3 ^{**}	0.75	0.1	0	0.43	0.45
5	0.82 [*]	0.05	1.31 ^{**}	0.05	0.35	0.82	1.18 [*]	0.8
6	2.01 ^{**}	0.77 [*]	3.19 ^{**}	1.02 ^{**}	0.81	1.12	1.33 [*]	1.91
7	3 ^{**}	0.81 ^{**}	4.1 ^{**}	1.68 ^{**}	4.36 ^{**}	3.55 [*]	6.12 ^{**}	7.15 ^{**}
8					4.96 ^{**}	6.09 ^{**}	8.95 ^{**}	12.23 ^{**}

備註：* 代表顯著差異，** 代表極顯著差異

表三顯示，類固醇激素對稻米和玉米幼苗胚根和芽鞘的生長有極顯著的抑制現象，而且在 100ppm 組微量的作用下，就有顯著的抑制生長效果。就玉米和稻米比較，玉米種子顯然對激素的影響更加敏感，並出現發芽受抑制的情形，200ppm 和對照組的發芽率比約為 3：5，到第七天以後 200ppm 的部分種子出現腐爛現象。

另外由表三，也可推測類固醇激素可被紅、綠豆吸收，蓄積在體內並對根、莖、葉的生長造成累積性的影響。此種現象與動物幼年期若

接受類固醇激素給的愈多，使用時間越久所產生的症狀如水牛肩、月亮臉及生長受抑制等情形愈加明顯，有相似之處。

陸、結論與建議：

由我們從事的實驗可以看出，動物激素會對植物發生影響，物種間的藩籬遠比我們想像中的薄弱，植物對外界物質的感應可能也遠比想像的靈敏。本研究結果除了提供接下來的研究者一個激素控制機轉及植物生長表現的探討新方向，同時也告訴我們，在使用人類發展的新科技時一定要非常謹慎，因為某些人造物質可能會從意想不到的角度影響我們的環境。以上的實驗就是一個最好的例子。

在實驗改進方面，實驗在採樣時則有根部被拔斷的情形。之後的研究者不妨嘗試溫室栽培或水耕法，應該能獲得更佳的效果。

柒、參考資料：

1. 張天均，1993。荷爾蒙與疾病。台北，健康雜誌社。
2. Sylvia S. Mader 著 黃皓陽譯 生物學 800 至 816 頁
3. John W. Hill、Stuart J. Baum、Dorothy M. Feigl 著 董有蘭譯
化學與生命 731 至 742 頁
4. 朱經明，1980。教育統計學。台北，五南圖書出版公司。
5. 高景輝，1996。植物生長與分化。台北，國立編譯館。

捌、附錄

附錄一

一、實驗一 數據：

1.紅豆根長(cm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	1.41	1.46	2.04	5.00	7.81

2.紅豆莖長(cm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	2.26	2.55	3.44	11.68	20.52

3.紅豆葉長(mm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	6.35	7.15	7.45	10.95	13.05

4.綠豆根長(cm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	1.2	1.49	2.925	3.23	4.19

5.綠豆莖長(cm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	1.825	3	11.425	14.68	19.145

6.綠豆葉長(mm)

濃度	400ppm	300ppm	200ppm	100ppm	0ppm
平均	9.35	10.65	19.2	22.55	29

二、實驗二數據：

1.綠豆根長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	2.4	2.17	2.54
4	2.47	3.36	4.05
5	2.77	2.98	4.36
6	3.36	4.23	4.81
7	3.71	4.55	5.14
8	4.38	5.2	5.47

2.綠豆莖長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	3.13	3.0	3.15
4	5.18	6.86	8.76
5	13.6	14.1	16.35
6	14.86	17.56	18.3
7	17.75	20.25	20.05
8	20.82	20.6	23.0

3.綠豆葉長(mm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	2.4	2.17	2.54
4	2.47	3.36	4.05
5	2.77	2.98	4.36
6	3.36	4.23	4.81
7	3.71	4.55	5.14
8	4.38	5.2	5.47

4.紅豆根長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	1.42	1.55	1.69
4	2.25	3.59	3.59
5	3.63	4.78	5.21
6	5.36	7.63	8.61
7	5.8	8.3	8.88
8	8.38	10.76	10.26

5.紅豆莖長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	0.36	0.4	0.51
4	1.48	2.62	2.72
5	3.71	4.57	5.41
6	9.81	16.54	19.79
7	15.47	20.44	19.87
8	22.32	28.51	32.77

6.紅豆葉長(mm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	0	0	0
4	3.9	6.1	5.75
5	6.8	8.55	9.75
6	11.5	15.6	16.36
7	13.95	16.45	22.3
8	19.55	24.7	29.0

7.黃豆根長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	1.08	1.21	1.42
4	2.04	3.11	3.18
5	3.15	1.89	3.95
6	4.51	4.08	5.43
7	7.74	7.33	8.75

8.黃豆莖長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	1.94	2.14	2.49
4	3.70	4.36	5.05
5	6.84	5.71	8.84
6	9.17	11.19	13.19
7	17.02	17.69	22.43

9.黃豆葉長(mm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	2.6	3.7	4.75
4	4.71	7.0	7.4
5	8.55	8.2	9.35
6	10.6	10.55	13.5
7	13.2	14.7	17.75

10.玉米根長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	0.66	0.99	1.09
4	1.14	1.97	2.32
5	1.76	2.28	3.09
6	2.05	3.81	8.17
7	2.29	6.28	11.24

11.玉米芽鞘高(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	0.81	1.26	1.26
4	2.1	2.08	2.9
5	2.33	3.12	4.24
6	3.1	6.7	10.25
7	4.86	11.0	17.09

12.水稻根長(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	1.77	2.63	2.81
4	1.98	2.97	4.07
5	2.82	3.31	4.13
6	2.91	4.01	6.15
7	2.96	4.14	7.01

13.水稻芽鞘高(cm)

天\濃度	200ppm	100ppm	0ppm
3	2.93	3.08	3.48
4	4.28	4.4	5.03
5	5.36	5.42	5.47
6	5.52	5.81	6.58
7	5.56	6.23	7.04

附錄二 實驗一 T 值：

1.綠豆：

種類\組別	0-100ppm	0-200ppm	0-300ppm	0-400ppm
根長	2.022959	2.422956	7.110682	7.587513
莖長	2.84406	3.581746	13.96307	16.07405
葉長	2.523163	3.645668	7.477194	9.312116

2.紅豆：

種類\組別	0-100ppm	0-200ppm	0-300ppm	0-400ppm
根長	3.050901	6.890688	8.542501	8.405474
莖長	3.007655	6.442269	7.828022	7.92618
葉長	2.054142	2.985022	3.279043	3.45641