蕃薯儲藏根發芽機制的探討

高中組：第三名

縣　市：台中市

校　名：台中二中

作　　者：林雋硯

指導教師：陳淑芳

我叫林雋硯，現在就讀於國立台中二中一年級。由於從小生長在澎湖，父母常常帶我到海邊觀察海中生物，因此對生物產生了濃厚的興趣，經常閱讀相關的書籍，也培養出仔細觀察的能力，我希望將來能夠從事生物科技的研究。

一、研究動機

媽媽常常買一些蕃薯回來準備作菜，但是有的蕃薯放久了以後，就開始發芽；蕃薯的儲藏根和馬鈴薯的儲藏莖不同，其表面並沒有芽眼，但仍然可以在許多地方冒出不定芽或不定根來；國中生物課本曾經學過，成熟的根和莖在外觀及內部構造上有很大的不同，爲了探究其原因，我便以蕃薯的儲藏根爲材料，希望知道其在儲藏根上長不定芽或不定根的部位是否有所不同，以及影響其長出不定芽或不定根的外在及內部的因素。

二、研究目的

(一)觀察蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的細胞分裂或分化的情形。

(二)探討影響蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的外在因素。

(三)探討影響蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的內部因素。

三、研究設備器材：

1.台農五十七號的蕃薯儲藏根190個。

2.雙面或單面刀片。

3.雙眼顯微鏡、解剖顯微鏡、蓋玻片、載玻片。

4.量筒、燒杯、培養皿。

5.微量電動天平。

6.顯微及普通照相器材。

7.植物恒溫培養箱。

8.1～5號花寶溶液（1/1000）。

9.植物生長激素（IAA）：2ppm、1ppm、0.02ppm、10^{-1}、10^{-2}、10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}、10^{-6}ppm。

10.吉貝素（GA）：1ppm、10^{-1}、10^{-2}、10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}、10^{-6}ppm。

11.細胞分裂素（BA）：1ppm、0.2ppm、0.02ppm、10^{-1}、10^{-2}、10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}、10^{-6}ppm。

四、研究過程或方式

(一)利用徒手切片的方式觀察蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的位置及其細胞分裂或分化的情形，並以顯微照相器材拍攝其切片狀況：

1.取一個蕃薯的儲藏根做橫切面，在解剖顯微鏡下觀察並拍攝其組織狀況。

2.取一個蕃薯的儲藏根以徒手切片做橫切面，觀察並拍攝其組織細胞的排列情形。

3.針對其長出不定芽的部位以徒手切片做其橫切面，觀察並拍攝其細胞的排列情形。

4.針對其長出不定根的部位以徒手切片做其橫切面，觀察並拍攝其組織的排列情形。

(二)探討影響蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的外在因素：

在室溫下（25 ）取大小相似的台農五十七號蕃薯儲藏根42個，區分出每個蕃薯的『前端』（指原本靠近莖的一端）；『中段』（指原本中間的部位）；『後端』（指原本遠離莖的一端）；分別做下列之實驗：

實驗一

觀察蕃薯儲藏根前、後及中段浸水後發芽或長根的情形。

1.取10個蕃薯儲藏根分別做以下四組的處理：

(1)A1組：取2個蕃薯儲藏根將其前端浸泡於蒸餾水中。

(2)A2組：取2個蕃薯儲藏根將其後端浸泡於蒸餾水中。

(3)A3組：取2個蕃薯儲藏根將其中段浸泡於蒸餾水中。

(4)對照組：取4個蕃薯儲藏根將其放置於空罐中（2個露出前端，2個露出後端）。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

實驗二

觀察蕃薯儲藏根前、後端種植於沙土後發芽或長根的情形。

1.取8個蕃薯儲藏根分別做以下三組的處理：

(1)B1組：取2個蕃薯儲藏根將其前端種植於沙土中，每天澆水。

(2)B2組：取2個蕃薯儲藏根將其後端種植於沙土中，每天澆水。

(3)對照組：取4個蕃薯儲藏根分別將其中2個以前端、2個以後端浸泡於蒸餾水中。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

實驗三

觀察不同的花寶溶液對蕃薯儲藏根前、後端發芽或長根的影響。

1.取24個蕃薯儲藏根分別做以下三組的處理：

(1)C1組：取10個蕃薯儲藏根將前端分別浸泡於各花寶溶液中（每號溶液兩個）。

(2)C2組：取10個蕃薯儲藏根將其後端分別浸泡於各花寶溶液中（每號溶液兩個）。

(3)對照組：取4個蕃薯儲藏根分別將其中2個以前端、2個以後端浸泡於蒸餾水中。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

(三)探討影響蕃薯儲藏根長出不定芽或不定根的內部因素：

實驗四

觀察蕃薯儲藏根木栓層及形成層對浸水或種植於沙土部位發芽或長根　的影響。

1.在室溫下（25 ）取大小相似的台農五十七號蕃薯儲藏根24個分別做下列之實驗：

《ｉ》將12個儲藏根，依下列各組處理方式分別浸泡於蒸餾水中。

(1)D1組：取2個儲藏根，刨去前端的木栓層，而後將其前端浸泡於蒸餾水中。

(2)D2組：取2個儲藏根，刨去後端的木栓層，而後將其後端浸泡於蒸餾水中。

(3)E1組：取2個儲藏根，刨去前端含形成層以外的組織，浸泡於蒸餾水中。

(4)E2組：取2個儲藏根，刨去後端含形成層以外的組織，浸泡於蒸餾水中。

(5)對照組：取4個儲藏根，2個以其前端，2個則以其後端浸泡於蒸餾水中。

《ｊ》將12個儲藏根，依下列各組處理方式分別種植於沙土中。

(1)F1組：取2個儲藏根，刨去前端的木栓層，而後將其前端種植於沙土中。

(2)F2組：取2個儲藏根，刨去後端的木栓層，而後將其後端種植於沙土中。

(3)G1組：取2個儲藏根，刨去前端含形成層以外的組織，而後種植於沙土中。

(4)G2組：取2個儲藏根，刨去後端含形成層以外的組織，而後種植於沙土中。

(5)對照組：取4個儲藏根，2個以其前端，另外2個則以其後端種植於沙土中。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

實驗五

觀察不同濃度的IAA、GA、BA溶液對蕃薯儲藏根發芽或長根的影響。

1.在室溫下（25 ）取大小相似的台農五十七號蕃薯儲藏根96個，分別做下列之實驗：

《ｉ》將儲藏根的前、後端分別浸泡於不同濃度的IAA溶液中。

(1)H1組：取14個蕃薯儲藏根將前端浸於1ppm、10^{-1}ppm~10^{-6}ppm的IAA溶液中。

(2)H2組：取14個蕃薯儲藏根將後端浸於1ppm、10^{-1}ppm~10^{-6}ppm的IAA溶液中。

(3)對照組：取4個完整的儲藏根，其中2個以前端，2個則以後端浸泡於蒸餾水中。

《ｊ》將儲藏根的前、後端分別浸泡於不同濃度的GA溶液中。

(1)I1組：取14個蕃薯儲藏根將前端浸於1ppm、10^{-1}ppm~10^{-6}ppm的GA溶液中。

(2)I2組：取14個蕃薯儲藏根將後端浸於1ppm、110^{-1}ppm~10^{-6}ppm的GA溶液中。

(3)對照組：取4個完整的儲藏根，其中2個前端，另外2個以後端浸泡於蒸餾水中。

《ｋ》將儲藏根的前、後端分別浸泡於不同濃度的BA溶液中。

(1)J1組：取14個蕃薯儲藏根將前端浸於1ppm、10^{-1}ppm~10^{-6}ppm的BA溶液中。

(2)J2組：取14個蕃薯儲藏根將後端浸於1ppm、10^{-1}ppm~10^{-6}ppm的BA溶液中。

(3)對照組：取4個完整的儲藏根，其中2個以前端，2個以後端浸泡於蒸餾水中。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

實驗六

觀察不同濃度的IAA＋BA混合溶液對蕃薯儲藏根發芽或長根的影響。

1.在室溫下（25 ）取大小相似的台農五十七號蕃薯儲藏根16個，分別做下列之實驗：

(1)K1組：取2個蕃薯儲藏根將前端浸於2ppm IAA＋0.2ppm BA溶液中。

(2)K2組：取2個蕃薯儲藏根將後端浸於2ppm IAA＋0.2ppm BA溶液中。

(3)L1組：取2個蕃薯儲藏根將前端浸於2ppm IAA＋0.02ppm BA溶液中。

(4)L2組：取2個蕃薯儲藏根將後端浸於2ppm IAA＋0.02ppm BA溶液中。

(5)M1組：取2個蕃薯儲藏根將前端浸於0.02ppm IAA＋1ppm BA溶液中。

(6)M2組：取2個蕃薯儲藏根將後端浸於0.02ppm IAA＋1ppm BA溶液中。

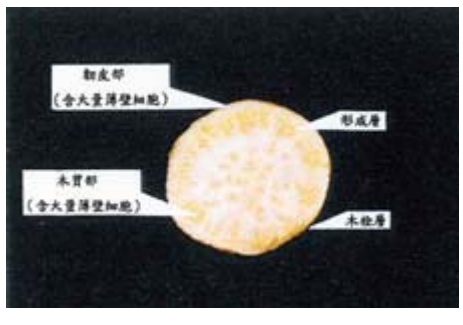
(7)對照組：取4個蕃薯儲藏根分別將2個以前端，2個則以後端浸泡於蒸餾水中。

2.每天固定時間觀察並測量其不定芽或不定根的總長度（每組取其平均值）。

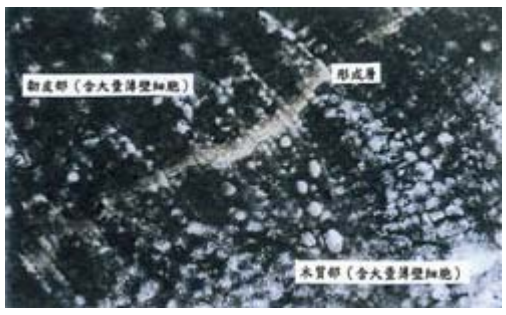
五、結果

(一)蕃薯儲藏根橫切面構造：

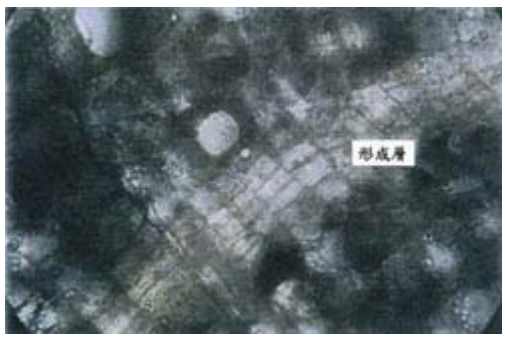
1.由橫切面（圖一）及徒手切片（圖二、三）得知，蕃薯儲藏根的組成和一般的雙子葉植物的老根相似，由外而內的構造為：木栓層、韌皮部（含大量薄壁細胞）、形成層、木質部（含大量薄壁細胞）、髓（薄壁細胞），其表皮及皮層細胞已因儲藏根的膨大而消失。



（圖一）蕃薯儲藏根橫切面構造圖

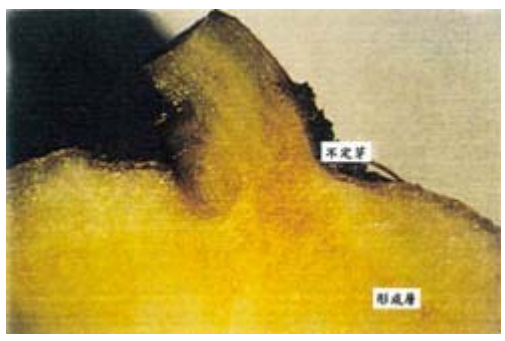


（圖二）蕃薯儲藏根橫切面　100×



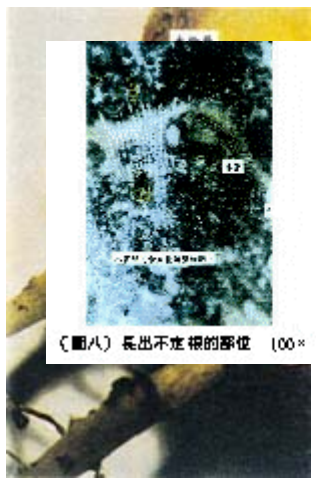
（圖三）蕃薯儲藏根橫切面　400×

2.由（圖四、五、六、七、八）可知，長出不定芽或不定根的起點，都是由維管束內的形成層向外分裂突出木栓層而形成，由橫切面上看不出兩者的區別。

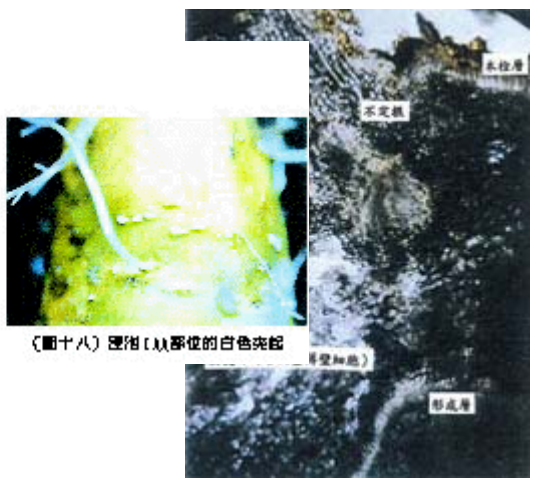


（圖四）長出不定芽的部位　15×

（圖五）長出不定芽的部位　40×



（圖六）長出不定根的部位　15×



（圖七）長出不定根的部位　40×

實驗一

觀察並紀錄蕃薯浸水部位，不定芽或不定根生長的狀況。(單位：)

種類	浸水部位	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端A1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端A2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	中段A3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組前端	---	0.3	0.3	0.6	0.9	0.9	1.0	1.3	1.4	2.0
	對照組後端	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組中段	---	---	---	---	---	---	---	---	0.1	0.2
不定根總長度	前端A1	---	0.4	0.7	4.1	8.2	12.5	18.4	19.4	22.3	24.0
	後端A2	---	---	---	0.8	3.0	5.2	9.9	12.2	12.6	16.5
	中段A3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組前端	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組後端	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組中段	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

實驗二

觀察並紀錄蕃薯種植於沙土內的部位，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	埋土部位	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
總長度不定芽	前端B1	0.3	1.0	1.3	1.7	2.9	4.5	8.7	11.0	13.9	16.7
	後端B2	---	---	---	---	0.1	0.6	0.7	2.1	2.4	3.0
	對照組前端浸水	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	對照組後端浸水	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
總長度不定根	前端B1	---	---	---	---	---	---	1.5	2.0	2.3	2.3
	後端B2	---	0.3	0.5	2.0	4.5	6.2	7.8	8.9	10.1	11.6
	對照組前端浸水	---	0.5	0.6	0.6	0.8	1.5	4.5	6.0	7.0	10.5
	對照組後端浸水	---	0.1	0.4	4.5	6.0	8.1	11.4	12.6	21.0	21.9

實驗三

觀察並紀錄蕃薯浸泡各種花寶溶液（1/1000）的部位，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	花寶種類	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽	前端C1	花寶一號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		花寶二號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		花寶三號	---	---	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	1.2	1.2	3.5
		花寶四號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		花寶五號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

總長度	後端C2	花寶一號	---	---	---	---	0.2	0.4	0.4	0.4	0.7	2.7
		花寶二號	---	---	---	---	---	0.2	0.4	1.2	2.3	3.7
		花寶三號	---	---	0.2	0.2	0.3	1.2	1.5	2.4	3.5	5.3
		花寶四號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		花寶五號	---	---	---	0.3	0.6	0.6	0.6	1.5	1.8	1.9
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
不定根總長度	前端C1	花寶一號	---	---	---	---	---	0.2	2.0	3.0	5.0	7.0
		花寶二號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.4
		花寶三號	---	---	---	---	0.2	0.5	0.8	3.0	3.7	6.4
		花寶四號	---	---	0.2	0.2	0.8	1.2	1.3	1.5	2.1	2.8
		花寶五號	---	---	0.2	0.5	1.6	2.0	2.1	6.7	7.8	8.6
		對照組	---	0.5	0.6	0.6	0.8	1.5	4.5	6.0	7.0	10.5
	後端C2	花寶一號	---	---	---	0.5	0.7	2.5	5.0	6.6	9.0	13.3
		花寶二號	---	---	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.9
		花寶三號	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		花寶四號	---	---	0.2	0.3	0.3	0.8	0.8	1.0	1.3	1.5

		花寶五號	---	---	---	---	---	---	---	0.1	0.2	0.8
		對照組	---	---	0.9	3.0	7.0	8.0	13.0	16.0	19.7	22.0

實驗四

《ｉ》觀察並紀錄蕃薯去木栓層及去形成層以外組織的部位浸水時，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	處理方式	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端	去木栓層D1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		去形成層以外E1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端	去木栓層D2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		去形成層以外E2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	前端	去木栓層D1	---	0.8	1.2	9.0	10.2	12.0	12.2	12.6	14.0	17.5
		去形成層以外E1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度		對照組	---	0.6	1.8	4.8	9.9	12.0	15.0	16.0	22.6	25.0
	後端	去木栓層D2	---	0.2	0.6	3.6	8.0	10.0	13.2	14.4	14.4	14.4
		形成層以外E2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	0.5	1.3	6.0	10.0	11.0	17.2	25.0	37.8	40.5

《ｊ》觀察並紀錄蕃薯去木栓層及去形成層以外組織的部位種植於沙土中，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	處理方式	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端	去木栓層F1	---	0.2	0.3	0.6	0.6	1.1	1.8	2.0	2.2	5.0
		去形成層以外G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端	去木栓層F2	---	0.2	0.3	0.6	1.5	2.5	3.6	5.4	6.0	9.0
		去形成層以外G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	0.1	0.6	0.9	1.6	3.6	4.8	6.0	10.2	12.0	18.0
		去木栓層F1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度	前端	去形成層以外G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端	去木栓層F2	---	0.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.4	2.0	2.4
		去形成層以外G	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

實驗五

《ｉ》觀察並紀錄蕃薯浸泡IAA溶液部位，不定芽或不定根生長的狀況

(單位：)

種類	浸泡部位	IAA濃度	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端 H1	1PPM	---	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	4.3	5.0	5.8
		10^{-1}PPM	---	---	---	0.1	0.2	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6
		10^{-2}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-3}PPM	---	0.2	0.6	1.2	3.5	4.0	5.0	8.0	9.0	10.1
		10^{-4}PPM	---	---	---	0.3	0.6	0.8	1.4	2.8	3.5	6.0
		10^{-5}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	0.4	0.8
		10^{-6}PPM	---	---	---	---	---	0.1	0.2	0.3	0.3	1.2
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端 H2	1PPM	---	---	---	---	0.2	0.5	0.6	1.1	1.3	1.5
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.8
		10^{-2}PPM	---	---	---	0.2	0.8	1.0	1.5	6.0	10.0	15.0
		10^{-3}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-4}PPM	---	---	0.3	0.5	0.6	0.8	1.4	3.9	6.2	9.0
		10^{-5}PPM	---	---	---	0.6	1.0	1.4	2.5	3.3	5.7	7.0
		10^{-6}PPM	---	0.3	0.4	0.5	1.2	1.5	5.0	6.5	7.5	11.5
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度	前端 H1	1PPM	---	0.2	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	1.0
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	0.3	1.5
		10^{-2}PPM	---	---	0.5	3.0	6.0	9.0	10.0	20.5	28.0	37.0
		10^{-3}PPM	0.2	0.3	0.4	1.6	2.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0
		10^{-4}PPM	---	0.4	1.8	5.6	12.0	20.0	25.0	33.0	36.5	40.0
		10^{-5}PPM	---	0.4	1.6	2.0	8.0	10.0	14.0	20.0	22.0	24.0
		10^{-6}PPM	---	---	0.2	0.6	0.6	1.2	2.0	3.2	3.2	3.2
		對照組	0.1	0.4	4.0	6.0	5.1	10.5	15.0	18.0	30.0	31.0
	後端 H2	1PPM	---	---	0.3	0.9	1.0	1.4	1.5	1.9	4.0	4.2
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	0.3	1.2
		10^{-2}PPM	---	---	0.8	2.3	3.5	4.2	4.8	5.0	5.4	6.0
		10^{-3}PPM	0.5	2.0	6.0	14.0	20.0	25.0	29.7	33.0	38.5	40.7
		10^{-4}PPM	---	---	---	---	---	0.4	0.4	0.4	0.4	3.2
		10^{-5}PPM	---	---	0.2	0.3	0.3	0.5	1.0	1.6	2.1	2.1
		10^{-6}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	0.1	2.0	2.3	4.1	6.0	18.0	20.0	21.2

《ｊ》觀察並紀錄蕃薯浸泡GA溶液部位，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	GA濃度	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端 I1	1PPM	---	0.1	0.2	0.3	1.5	4.0	6.6	10.0	15.0	18.0
		10^{-1}PPM	---	---	0.1	0.1	0.4	0.8	0.9	1.0	1.2	4.0
		10^{-2}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-3}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-4}PPM	0.4	0.5	1.2	1.2	3.5	5.2	9.5	12.2	16.5	26.0
		10^{-5}PPM	0.1	0.4	0.8	1.2	2.4	5.0	10.5	14.0	21.0	23.0
		10^{-6}PPM	---	---	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	1.5	3.6
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端 I2	1PPM	0.2	0.5	1.0	1.1	1.5	3.2	6.5	10.2	16.0	21.4
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-2}PPM	---	---	---	---	---	---	---	0.1	0.2	0.8
		10^{-3}PPM	---	0.2	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.6	3.0	5.2
		10^{-4}PPM	---	---	0.2	0.2	0.3	0.8	1.0	1.8	3.5	6.4
		10^{-5}PPM	---	0.2	0.4	0.4	0.6	1.0	1.4	2.4	4.4	6.0
		10^{-6}PPM	---	0.2	0.8	1.2	1.6	3.0	6.5	15.0	20.0	24.8
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度	前端I1	1PPM	---	---	---	---	0.2	1.2	2.2	3.8	7.5	12.6
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	0.1	0.4	1.2	2.8	6.0	10.4
		10^{-2}PPM	---	---	0.3	1.1	2.0	7.3	12.5	19.2	26.0	30.5
		10^{-3}PPM	---	---	---	0.4	1.2	3.9	14.0	22.8	48.0	61.2
		10^{-4}PPM	---	---	---	---	---	0.2	0.4	0.9	1.2	4.2
		10^{-5}PPM	---	0.5	3.6	6.9	9.7	18.0	30.4	42.5	63.0	66.0
		10^{-6}PPM	---	---	---	---	---	---	0.1	0.2	0.4	1.2
		對照組	---	0.4	3.6	12.5	18.0	21.4	28.0	34.5	42.0	56.5
	後端I2	1PPM	---	---	---	---	0.1	0.2	1.2	3.8	7.0	12.6
		10^{-1}PPM	---	---	---	0.1	0.3	1.4	3.6	7.4	12.0	14.2
		10^{-2}PPM	---	---	0.2	0.3	0.4	1.2	3.8	6.2	9.8	13.6
		10^{-3}PPM	---	---	1.0	1.0	1.8	2.4	3.6	4.8	12.0	24.6
		10^{-4}PPM	---	0.5	1.5	2.0	4.8	10.2	16.6	21.5	30.0	36.8
		10^{-5}PPM	---	0.4	1.8	2.0	2.8	4.4	8.6	12.4	15.0	18.2
		10^{-6}PPM	---	0.2	0.4	2.1	3.6	8.2	12.6	20.5	31.5	35.0
		對照組	---	1.5	6.0	8.0	14.6	21.2	28.6	36.5	46.0	54.2

《ｋ》觀察並紀錄蕃薯浸泡BA溶液部位，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	BA濃度	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端J1	1PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-2}PPM	---	0.3	1.2	1.2	1.8	2.4	2.8	3.0	4.0	10.5
		10^{-3}PPM	---	0.4	0.6	0.6	1.0	2.4	4.2	6.8	9.0	9.8
		10^{-4}PPM	---	0.2	0.3	0.4	0.6	1.0	1.4	1.6	2.0	3.6
		10^{-5}PPM	0.2	0.3	1.3	1.7	1.7	1.8	2.1	2.2	2.5	4.8
		10^{-6}PPM	---	0.1	0.2	0.3	1.0	2.4	3.2	5.0	7.4	8.7
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端J2	1PPM	0.1	0.2	0.4	0.4	1.6	2.8	4.2	6.0	9.0	9.6
		10^{-1}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-2}PPM	---	0.2	1.0	1.4	3.2	4.2	8.0	12.4	15.0	17.2
		10^{-3}PPM	---	---	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.8	1.0	1.4
		10^{-4}PPM	---	0.2	0.6	0.8	1.4	3.2	5.8	8.2	10.5	11.4
		10^{-5}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-6}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度	前端 J1	1PPM	---	0.3	1.7	2.4	4.2	7.6	14.2	19.4	24.0	28.2
		10^{-1}PPM	---	---	0.4	0.9	3.8	12.5	20.8	28.0	42.0	50.5
		10^{-2}PPM	---	0.3	2.9	3.3	5.2	11.0	19.2	28.4	40.0	48.2
		10^{-3}PPM	---	---	---	---	0.2	0.6	1.8	3.6	6.0	18.0
		10^{-4}PPM	---	0.3	0.9	1.4	1.8	3.2	5.5	7.2	10.5	12.0
		10^{-5}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-6}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	0.4	3.6	12.5	18.0	21.4	28.0	34.5	42.0	56.5
	後端 J2	1PPM	---	---	0.2	0.3	1.2	4.8	10.4	16.2	22.5	42.0
		10^{-1}PPM	---	0.3	2.0	4.0	6.8	14.2	27.0	40.2	56.0	60.0
		10^{-2}PPM	---	0.2	1.2	1.3	2.7	4.2	8.5	12.5	18.0	20.5
		10^{-3}PPM	---	0.1	0.6	1.0	2.4	8.2	12.5	18.8	26.0	30.0
		10^{-4}PPM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		10^{-5}PPM	---	0.3	2.1	5.6	8.4	14.2	18.6	24.0	29.2	32.5
		10^{-6}PPM	---	0.2	1.6	2.5	4.8	10.4	18.5	24.0	32.0	48.0
		對照組	---	1.5	6.0	8.0	14.6	21.2	28.6	36.5	46.0	54.2

實驗六

觀察並紀錄蕃薯浸泡IAA＋BA溶液部位，不定芽或不定根生長的狀況。

(單位：)

種類	浸泡部位	溶液種類	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
不定芽總長度	前端	2ppm IAA 0.2ppm BA K1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		2ppm IAA 0.02ppm BA L1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		0.02ppm IAA 1ppm BA M1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	後端	2ppm IAA 0.2ppm BA K2	---	---	0.2	0.4	0.8	1.2	1.5	1.8	2.0	4.6
		2ppm IAA 0.02ppm BA L2	---	0.2	0.6	0.9	1.3	1.8	2.2	2.6	3.0	6.2
		0.02ppm IAA 1ppm BA M2	---	---	0.1	0.2	0.2	0.8	1.2	1.6	2.4	5.0
		對照組	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

不定根總長度	前端	2ppm IAA 0.2ppm BA K1	---	0.3	2.9	5.5	11.2	18.5	27.2	35.0	40.0	52.4
		2ppm IAA 0.02ppm BA L1	---	0.4	7.8	10.0	14.5	19.6	24.0	28.0	33.0	45.0
		0.02ppm IAA 1ppm BA M1	---	0.2	2.4	4.0	8.5	14.6	27.8	38.0	51.0	62.5
		對照組	---	---	0.4	1.0	1.4	2.0	3.4	5.2	7.5	12.6
	後端	2ppm IAA 0.2ppm BA K2	---	0.4	2.4	7.2	13.5	27.0	34.5	46.0	60.0	76.5
		2ppm IAA 0.02ppm BA L2	---	---	0.1	0.3	1.0	2.5	6.4	12.1	18.2	24.0
		0.02ppm IAA 1ppm BA M2	---	0.1	0.4	1.0	2.7	8.2	16.0	25.2	32.0	40.5
		對照組	---	---	---	0.1	0.2	0.4	1.0	1.6	2.0	3.6

六、討論與結論

1.蕃薯學名爲Ipomoea batatas 屬於花蔥目、旋花科、蕹菜屬爲一年生藤蔓性的植物，嫩葉及儲藏根都可食用，喜歡生長於溫度較高的地方，每年四、五月份可開始種植到田裡，約五個月後即可採收。

2.蕃薯的儲藏根是一種變態根，其內部的組織結構和一般的老根相似，由外而內具有木栓層、韌皮部（含大量薄壁細胞）、形成層、木質部（含大量薄壁細胞）、髓（儲藏細胞）等構造，其原有的表皮及皮層已經因爲周鞘向外產生木栓層而消失；而當外界環境適當時就會由形成層處向外分裂，形成不定芽或不定根。

3.種子的發芽受到外界環境中水分、溫度、氧氣等的影響，蕃薯儲藏根的發芽或長根也不例外，爲避免因爲溫度因素影響實驗的進行，實驗過程都在25 、光照八小時的植物培養箱內培養，以減少因爲每天溫度不同而造成誤差。

4.將蕃薯儲藏根前端、後端或中段浸水，其浸水部位除中段外均會產生不定根，前、後端產生不定根的狀況並沒有太大的區別；而中段不會長根可能是水分很難經由蕃薯表面木栓層進入內部所致，若將中段切一傷口再浸水，則傷口處亦會長根；至於蕃薯沒有浸水部位絕對不會長根，但可能因爲空氣中適當溼度的刺激而會長不定芽，只是新芽生長的速度很慢。

5.若將儲藏根的前端或後端種植於沙土中並澆水，則會長出不定芽，和對照組比較的結果可知，種植於土中的前端長不定芽較後端爲明顯。至於爲何種植於沙土中並澆水的部位會長出不定芽，和純浸水的處理方式結果不同，是否因爲土壤內水分充足而且通氣性又較佳，影響了體內植物激素的變化所造成，仍需進一步研究。

6.不同種類的花寶溶液對促使蕃薯儲藏根產生不定根或不定芽的效果並不顯著，可能是花寶溶液多爲不同比例的氮、磷、鉀肥，其主要功能在於供給已長出來的根、莖或葉的營養份，和細胞分化較無關係，以致使實驗結果無法歸納出明確的結論；而且實驗過程中花寶溶液的營養鹽太豐富使浸泡部位極容易發霉，而影響了不定根或不定芽的產生及生長。

7.蕃薯儲藏根浸泡水中或種植於土中，水可經由缺口處進入儲藏根內，促使形成層向外分裂產生不定根或不定芽，但是如果削去含形成層以外的組織，則將不會產生不定芽或不定根，而且很快就發霉變黑；由此可知蕃薯儲藏根的主要功能雖然是儲藏澱粉，但是皮層內的形成層細胞活力仍然十分旺盛，在適當環境很快就可產生不定芽或不定根，以達到營養繁殖的目的。至於實驗四的結果中削去木栓層的蕃薯，無論是泡水長根或種植於土中長芽的情況都較對照組差，其原因可能是蕃薯失去了木栓層的保護作用使浸泡部位容易發霉，而影響了不定根或不定芽的產生及生長。

8.影響植物細胞產生不定芽或不定根的內部因素，應該是由植物激素所控制的，IAA最顯著的功能是使細胞延長而導致組織生長，一般來說同一濃度對莖或根的作用可能正好相反；GA作用於生長點和延長部間的細胞，促使細胞分裂加快；BA能促進細胞分裂，由實驗五的結果可知，不同濃度的IAA或GA溶液對促進蕃薯長芽或長根並沒有明顯的規則性，但是常會同時促進蕃薯長芽和長根，這樣的結果和單純的浸水或種植於土中的結果是不同的，而BA溶液中10^{-1}ppm可促進長根，10^{-2}ppm可促進長芽，造成此結果的原因仍需進一步的探討。

9.植物激素可影響植物細胞分化，而且兩種或兩種以上的激素會共同影響細胞分化的結果，甚至混合的比例不同，結果亦不相同。本次實驗參照Villee的Biology上以不同濃度的IAA+BA混合液作實驗，高濃度的IAA+低濃度的BA可促使長根，而低濃度的IAA+高濃度的BA可促使長芽，但本次實驗結果並不相同，混合液中IAA的濃度似乎對長芽或長根影響不大，反而是0.02ppm的BA會促進長芽，0.2ppm的BA會促進長根，此結果和實驗五中不同濃度的BA溶液所得到的結果極爲類似，是否BA的濃度才是真正決定長芽或長根的主要變因，或是不同種的植物對不同濃度的各類激素反應不盡相同所致，這是值得繼續探討的問題。

10.將蕃薯儲藏根浸泡水中或種植於土中，其結果都只產生不定芽或不定根，芽或根並不會同時在同一部位出現，但是以植物激素處理的部位常常同時在同一部位出現不定芽及不定根，可能是植物激素的添加打亂了蕃薯儲藏根自然的反應，此種結果在自然界應是很難見到的。

11.由實驗一到實驗四的數據可知，蕃薯儲藏根的前、後端組織對各項處理的結果，無論長芽或長根均有顯著的不同，其原因可能是前、後端的組織本身分泌的激素種類及濃度有所不同而造成的結果；而實驗五、六因添加了各種的激素以致蕃薯前、後端的反應並不規律。

12.蕃薯儲藏根浸泡於IAA、GA或BA時，在浸泡部位常會出現許多白色突起（如圖十八所示），此應爲因激素的刺激而產

生的傷癒組織，是由一些未分化的細胞組成，大部分白色突起至實驗結束仍然保留原狀並未繼續分化；此種現象在浸泡水中或種植於土中的部位均未發現。

13.植物體內激素的交互作用非常複雜，而且不同濃度的交互作用對植物的生長、發育影響都不相同，所以在組織培養中添加各種激素的量，必需經過多次的實驗後才能找到最好的配方，將來會繼續朝向利用各種激素不同濃度的組合，以進行蕃薯儲藏根組織培養的實驗，期望能瞭解更多有關影響細胞分化的因子。

七、參考資料

1.高中生物第一冊國立編譯館出版

2.普通植物學易希道等國立編譯館出版

3.生物學諸亞儂三民書局

4.生物學黃皓陽編譯藝軒圖書公司

5.植物解剖學蔡淑華國立編譯館出版

6.BiologyVillee. Solomon. Davis.美亞書版公司

評語

本文探討甘薯發生不定根及不定芽的各種環境因素以及植物賀爾蒙可能扮演的角色。本文的特點是”完整性”，在研究過程(方法)，數據之表達(圖文處理)很明顯都非常用心，遠在一般作品之上。作者本人爲高一學生，如能加以輔導，灌以更精確的實驗設計，本研究題材仍有非常大的發展空間

回到目錄頁../Index.htm