

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 農業與食品學科

052204

茼蒿行不行

學校名稱：國立楊梅高級中學

作者： 高二 彭康修 高二 楊竣富	指導老師： 原佑誠
---------------------------------	------------------

關鍵詞：茼蒿、硝酸鹽、變因數分析

摘要

本研究使用六種不同的混合土壤探討其種植的茼蒿的株長、根長、重量以及其部分部位硝酸鹽含量分析有何差別。於株長的部分，以一般土加有機肥最為突出，其中有一組平均株長達到 12.2 公分；於根長的部分，以一般土加蚯蚓糞土最為突出，其中有一組平均根長達到約 22 公分；於重量的部分，以純一般土最為突出，其中有一組平均重量達到約 60 公克。

此外，由株長變異數分析得知，同質性檢定顯著性皆 >0.5 。F=2.981，p(顯著性) <0.01 ，代表株長確實會因為土壤不同而受影響。由根長變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=2.945，p(顯著性) <0.01 ，代表根長確實會因為土壤不同而受影響。由重量變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=3.859，p(顯著性) <0.01 ，代表重量確實會因為土壤不同而受影響。

壹、研究動機

民以食為天，在寒冷的冬天火鍋已成為臺灣人的一種喜好。而在火鍋出現最頻繁的葉菜類就是茼蒿。茼蒿屬於一年生草本植物，學名為 *Glebionis coronaria*，別看茼蒿熱量低，它的營養價值是非常高的！

在氣候穩定的情況下，茼蒿菜價一公斤在 15.5 元左右(2021，當季好蔬果)，不過因為極端氣候導致蔬菜生長緩慢，導致臺灣茼蒿的價格曾經來到一公斤 160 元(民視新聞，2021)。只要出現極端氣候臺灣的茼蒿價格漲幅就會相對很大，由此可知氣候對菜價來說是不分彼此的。

無肥難耕種，無糧難行兵，其實美味以及營養價值極高的茼蒿背後是菜農們不辭辛勞地為我們所提供的，於是想要藉此次研究回饋一些幫助菜農們探討，寒冷的冬天如何穩定的種出珍貴的茼蒿。

貳、研究目的

- 一、不同的混和土壤對茼蒿葉長之影響。
- 二、不同的混和土壤對茼蒿總重之影響。
- 三、不同的混和土壤對茼蒿硝酸鹽含量之影響。
- 四、不同的混合土壤成份對葉長以及根長之差異。

參、研究設備與器材



一、鏟子



二、過濾土器



三、電子秤
(Electronic scale)



四、分光光度計
(Spectrophotometer)



五、直尺



六、灑水器



七、單抓可調式微量吸管
(Discovery Comfort Pipette)

肆、研究過程或方法

一、實驗流程圖

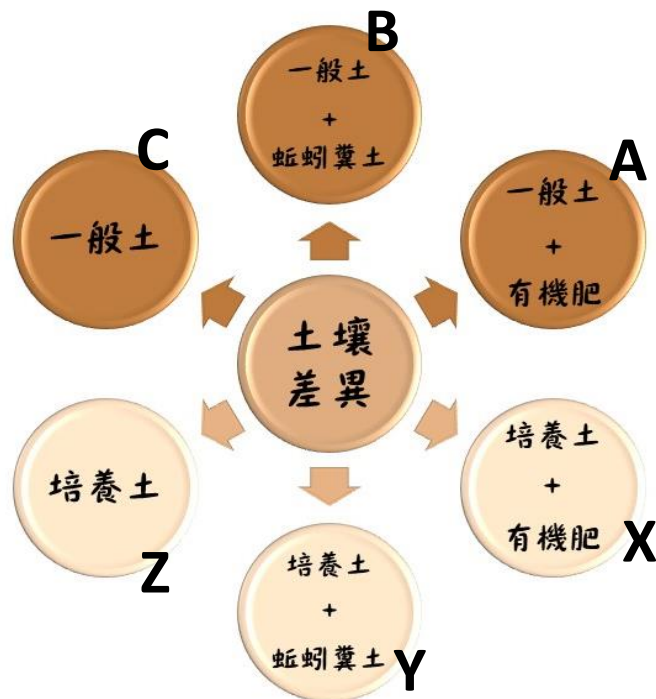


二、實驗設計

此次實驗想要探討的是相同的茼蒿以及生長環境下，以不同的土壤與有機肥所栽種之茼蒿，比較其生長情形以及內部硝酸鹽含量之差異。

我們把土壤設為操縱變因分為六組，為了使實驗數據較準確，每組有四盆，一盆共有八株茼蒿幼苗，所以本實驗共有 192 株茼蒿。

- (一)以一般土+有機肥栽種之茼蒿設為 A 組
- (二)以一般土+蚯蚓糞土栽種之茼蒿設為 B 組
- (三)以純一般土栽種之茼蒿設為 C 組
- (四)以培養土+有機肥栽種之茼蒿設為 X 組
- (五)以培養土+蚯蚓糞土栽種之茼蒿設為 Y 組
- (六)以純培養土栽種之茼蒿設為 Z 組



圖一、土壤混和搭配

三、文獻回顧

(一) 茼蒿

茼蒿含有綠原酸 (Chlorogenic acid ; CGA)，綠原酸可以有效的減緩飲食後血糖的上升，也富含了可觀的膳食纖維量 100 克裡可達到 2.3 克的膳食纖維 (USDA)，膳食纖維可分為水溶性與非水溶性，可見茼蒿對減重的人是相當有幫助的。(2021，hello 醫師)

1、水溶性膳食纖維：改善腹瀉以及便秘；減緩人體對於醣類的吸收；促進腸內益生菌生長，有效改善腸胃道功能。

2、非水溶性膳食纖維：不溶於水但有吸水膨脹的能力，可促進腸胃蠕動；加速消化道移除毒素和致癌因子，降低得大腸癌的風險。(痞客邦，2012)

茼蒿含有多種抗氧化物，維生素(Vitamins)、類黃酮(Flavonoids)、類胡蘿蔔素(Carotenoids)，能有效清除人體自由基、降低許多病症的危險因子，煮茼蒿時最好是簡單快速地烹飪，能避免以上多種抗氧化物流失過多。

茼蒿含有盈千累萬的維生素 K，缺乏維生素 K 和骨質疏鬆(Osteoporosis)有相當關聯，也能增強事件記憶(Episodic memory)能力。維生素 K 有促進凝血功能，也是凝血因子合成的必需物質。(BBC，2020)

茼蒿富含 β-胡蘿蔔素(Beta-carotene)根據高雄三軍總醫院在美國國家生物技術資訊中心發表的研究，提高 β-胡蘿蔔素的攝取量，肺癌(Lung cancer)的風險會下降，由此可知吃茼蒿可降低罹患肺癌之風險。

(二) 蚯蚓糞土

蚯蚓糞土顧名思義就是土裡面有蚯蚓的糞便，自然界的各種有機廢棄物經發酵後，在蚯蚓消化系統蛋白酶、脂肪酶、纖維酶和澱粉酶的作用下，迅速分解，轉化成為自身或易於其他生物利用的營養物質，經排泄後成為蚯蚓糞，並以蚯蚓

糞土的土壤種植作物也能提供作物的營養成分所需，就算質地脆弱的種子以及花壇植物都不會因為過量而導致灼傷、受損。

由於蚯蚓糞土為天然產品，養分必然多樣，蚯蚓糞土有機肥不但含有氮、磷、鋅等大量元素，且含有鐵、錳、鋅、銅、鎂等多種微量元素和 18 種胺基酸，有機質含量和腐植質含量都達到 30% 左右。

蚯蚓糞土的功能以及特點很多，如：顆粒均勻、無異味、吸水、保水、透氣性強等物理特性。以蚯蚓糞土耕作的農植物可增加自身對於陽光所進行的光合作用，故所培養出來的產品必然是健壯又營養。

(三) 分光光度法與硝酸鹽之測量

硝酸鹽於 220nm 有吸光現象，但硝酸鹽於 275nm 時不吸光，利用分光光度計測的 220nm 之吸光度減去 2 倍 275nm 時的吸光度，可得出硝酸鹽氮含量。利用硝酸鹽氮標準溶液製造硝酸鹽之減量線。利用硝酸鹽之減量線以內插法的方式由溶液的吸光度即可推得溶液硝酸鹽。

四、研究方法

(一) 茼蒿由幼苗漲至最後的收成樣品中，每周所成長的高度

在最初的幼苗種入各盆栽的土裡，隔天用直尺量以土面當作基準的莖葉總長，在量葉長時，我們統一選擇該株最長的葉片，在量的時候，直尺一律貼齊土壤表面並拉直茼蒿(整株之最大長度)，且每個禮拜量一次茼蒿所成長的變化量。並將數據填入試算表算出 X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽的各個盆栽內茼蒿的葉片長度之平均數以及變異數分析。

表一：所有盆栽葉長平均數紀錄表

Average	2020/12/28	2021/1/4	2021/1/20	2021/1/26
X1	8.43	9.48	10.99	15.29
X2	9.69	9.76	10.74	14.59
X3	9.16	9.61	11.38	14.21
X4	9.10	9.28	10.48	14.58
Y1	8.96	9.21	9.43	12.86
Y2	10.79	7.99	9.00	11.48
Y3	9.88	9.30	10.05	13.94
Y4	8.10	9.98	10.40	13.61
Z1	7.51	8.51	8.49	12.35
Z2	8.19	8.88	9.84	14.20
Z3	7.86	8.30	9.80	13.56
Z4	8.18	8.14	9.74	14.64
A1	7.91	8.91	11.31	16.41
A2	9.05	10.43	12.58	17.39
A3	9.78	8.59	11.95	15.40
A4	8.49	8.99	11.00	15.29
B1	8.34	10.28	11.80	17.29
B2	8.13	10.25	11.41	17.79
B3	8.71	9.93	12.14	16.69
B4	9.95	8.26	13.11	14.60
C1	8.00	6.83	10.35	16.43
C2	7.49	8.08	10.78	16.70
C3	7.29	7.76	11.04	14.80
C4	7.43	8.13	11.49	17.75

(二) 茼蒿最終的採收樣品之根長

在收成當天，將 X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽內的茼蒿個個拿出，將埋入土裡的根拉直並以直尺放在平面上記錄長度，最後將統計數據填入試算表並算出各個盆栽內茼蒿的根長之變異數分析。

(三) 茼蒿最終的採收樣品之重量

收成當天，將 X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽內的茼蒿個個拿出，並將殘留在葉上的水珠或是卡在根莖上的殘土甩掉再放上已準備好的電子秤上量出最終茼蒿的重量最後將統計數據填入試算表並算出各個盆栽內茼蒿的重量之變異數分析。

四、茼蒿葉汁的硝酸鹽含量

取適當的茼蒿並將茼蒿的葉子、梗、以及根分別處理，將葉子以及梗分別放置並將根去除，最後再將以處理好的茼蒿葉片放入果汁機並將其打碎至泥狀後，再拿濾紙將其汁液與其餘雜質進行分離，取得汁液後，我們以每 10ml 的汁液加入至 1 公升容量瓶內後再加入清水至 1 公升的量以達稀釋 100 倍的汁液濃度，再以其中溶液取 50ml 後加入微量的鹽酸後並均勻攪拌，用微量滴管(Pipette)吸取適當毫升量後放入分光光度計後，設定波長 220nm 以及 275nm 以算出該各式樣本之吸光度數據。

得取波長 220nm 以及 275nm 的吸光度數據後，再將波長 220nm 的吸光度數據減去兩倍的 275nm 的吸光度數據，在將其數據與硝酸鹽檢量線做比較以得取 X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽葉片所含的硝酸鹽 ppm 濃度含量。

五、茼蒿梗汁的硝酸鹽含量

取適當的茼蒿並將茼蒿的葉子、梗、以及根分別處理，將葉子以及梗分別放置並將根去除，最後再將以處理好的茼蒿梗放入果汁機並將其打碎至泥狀後，再拿濾紙將其汁液與其餘雜質進行分離，取得汁液後，我們以每 10ml 的汁液加入至 1 公升容量瓶內後再加入清水至 1 公升的量以達稀釋 100 倍的汁液濃度，再以其中溶液取 50ml 後加入微量的鹽酸後並均勻攪拌，用微量滴管(Pipette)吸取適當毫升量後放入分光光度計後，設定波長 220nm 以及 275nm 以算出該各式樣本之吸光度數據。

得取波長 220nm 以及 275nm 的吸光度數據後，再將波長 220nm 的吸光度數據減去兩倍的 275nm 的吸光度數據，在將其數據與硝酸鹽檢量線做比較以得取 X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽莖所含的硝酸鹽 ppm 濃度含量。

六、各樣品盆栽的土壤化學元素之含量

我們將混和好的土壤(含固態肥料)X 盆栽、Y 盆栽、Z 盆栽、A 盆栽、B 盆栽、以及 C 盆栽內的泥土取出，以每袋 500 公克為基準裝入塑膠袋並送去農改場進行化學分析以及內部元素成分含量。

(一)土壤金屬含量對蔬菜之影響

農作物生長所必需的營養元素有 16 種，其中包括:「碳(C)來自於空氣中的二氧化碳(CO₂);氮(N)、磷(P)、鉀(K)、硫(S)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、硼(B)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、以及氯(Cl)在土壤中都有一定的儲存量，且可提供給農作物生長發育之所需。其中氮(N)、磷(P)、以及鉀(K)通常被稱之為作物營養『三要素』，或稱『大量元素』；而硼(B)、錳(Mn)、鋅(Zn)、銅(Cu)、鉬(Mo)、鐵(Fe)、以及氯(Cl)等元

素作物需要量較小，稱作為『微量元素』；鈣（Ca）、鎂（Mg）、以及硫（S）等元素需要量則介於中間，稱『中量元素』。」

(二)土壤酸鹼值對蔬菜之影響

土壤中許多微量元素雖並不缺乏，可是基本上均以穩定的化合物存在，因此不能被植物吸收，所以土壤中微量元素的可供性受許多因子影響。土壤中微量元素的可供性一般是在酸性條件下升高，在鹼性條件下下降。一般來說，將 pH 值調至 5.5~6.8 是比較合適的，將有利於土壤可供性微量元素的增加。

(三)土壤電導度對於作物之影響

土壤電導度值過高，會導致土壤水滲透壓過高，植物根無法正常吸收水分，嚴重則會造成植物枯死。土壤導電度愈高，其鹽度愈高，表示土壤中可溶性鹽類鉀、鈉、鈣、鎂、氯離子及硫酸根離子含量愈高，對作物生長不利。

伍、研究結果

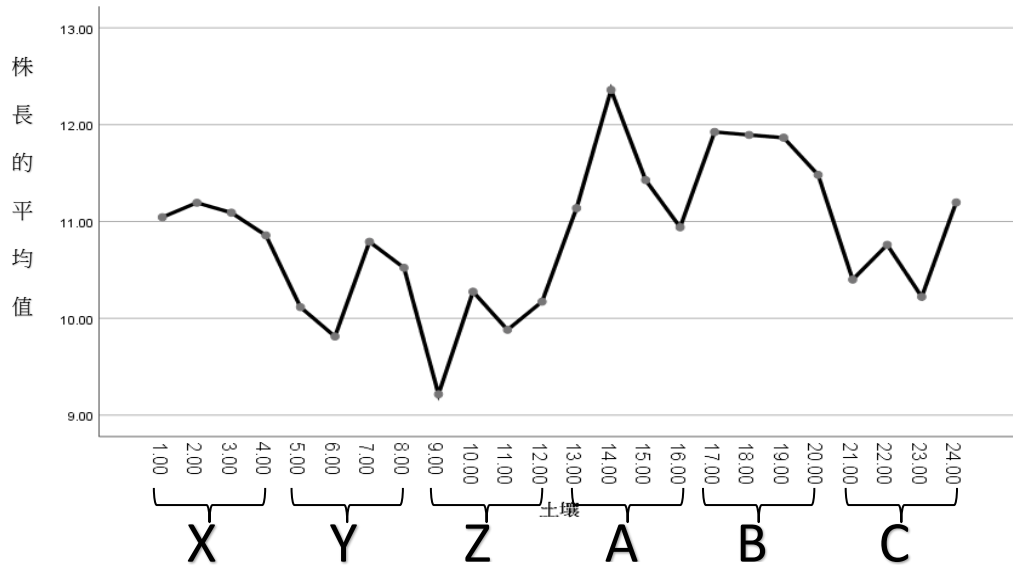
一、株長之統計分析

表二：株長之變異數同質性檢定分析

		Levene 統計量	自由度 1	自由度 2	顯著性
葉長	根據平均數	1.191	23	168	.260
	根據中位數	.885	23	168	.618
	根據中位數，且含調整的自由度	.885	23	117.722	.618
	根據修整的平均數	1.157	23	168	.291

表三：株長之變異數分析

葉長					
	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	107.546	23	4.676	2.981	.000
群組內	263.523	168	1.569		
總計	371.069	191			



圖二：株長的平均值

表四：株長之單變量

單變量檢定

依變數： 葉長

	平方和	自由度	均方	F	顯著性	Partial Eta Squared
對照	107.546	23	4.676	2.981	.000	.290
誤	263.523	168	1.569			

F 檢定 土壤 的效應。此檢定是根據估計邊際平均值之間的線性獨立成對比較。

由株長變異數分析得知，同質性檢定顯著性皆 >0.5 。F=2.981，p(顯著性) <0.01 ，代表株長確實會因為土壤不同而受影響。

虛無假設(株長)	土壤對於株長不相關(H0)
不相關	
相關	✓

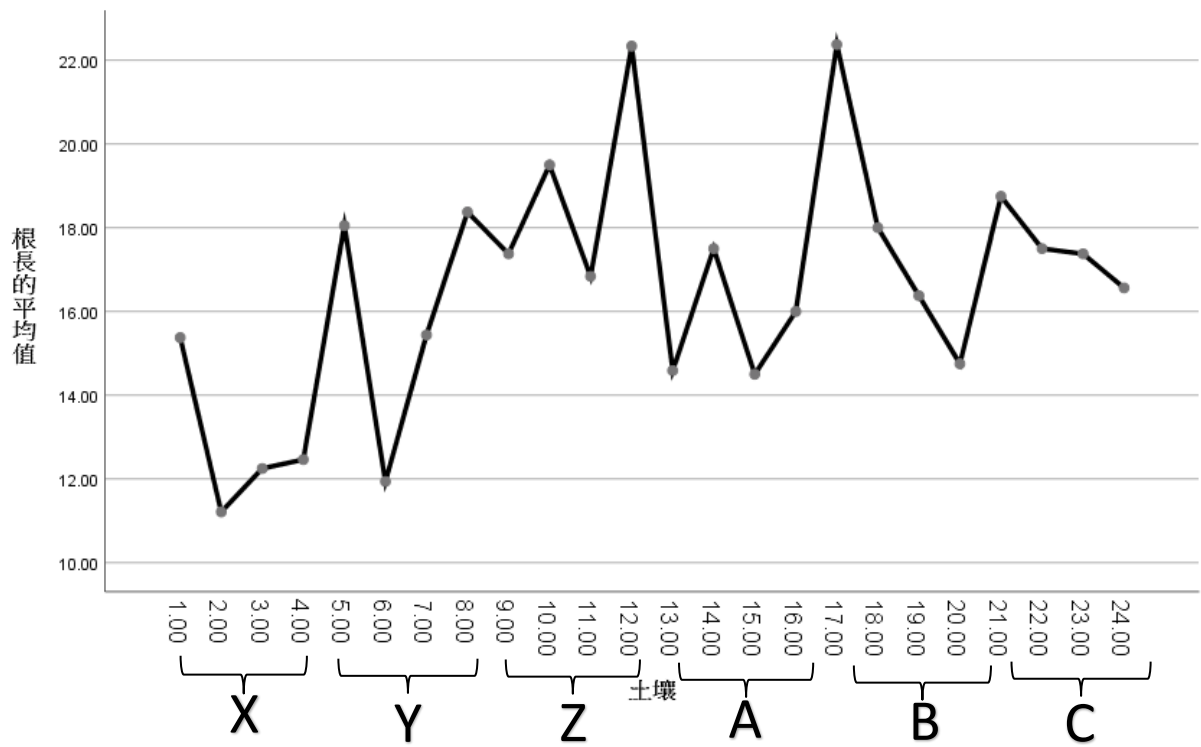
二、根長之統計分析

表五：根長之變異數分析

變異數分析

根長

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	1527.810	23	66.427	2.945	.000
群組內	3789.520	168	22.557		
總計	5317.330	191			



圖三：根長的平均值

表六：根長之單變量檢定

單變量檢定

依變數: 根長

	平方和	自由度	均方	F	顯著性	Partial Eta Squared
對照	1527.810	23	66.427	2.945	.000	.287
誤	3789.520	168	22.557			

F 檢定 土壤 的效應。此檢定是根據估計邊際平均值之間的線性獨立成對比較。

由根長變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=2.945，p(顯著性) <0.01 ，代表根長確實會因為土壤不同而受影響。

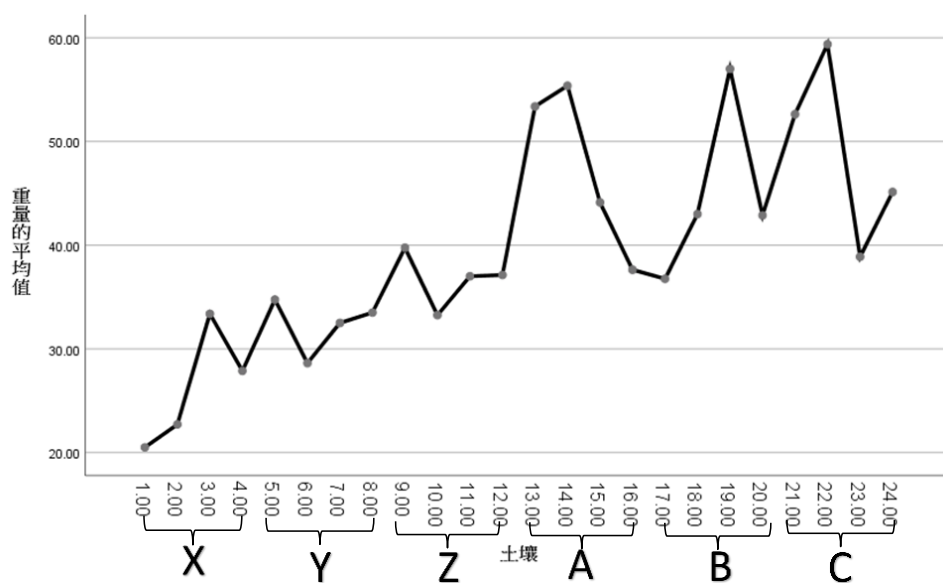
三、重量之統計分析

表七：重量之變異數分析

變異數分析

重量

	平方和	自由度	均方	F	顯著性
群組之間	19987.909	23	869.040	3.859	.000
群組內	37829.804	168	225.177		
總計	57817.712	191			



圖四：重量的平均

表八：重量之單變量檢定

單變量檢定

依變數: 重量

	平方和	自由度	均方	F	顯著性	Partial Eta Squared
對照	19987.909	23	869.040	3.859	.000	.346
誤	37829.804	168	225.177			

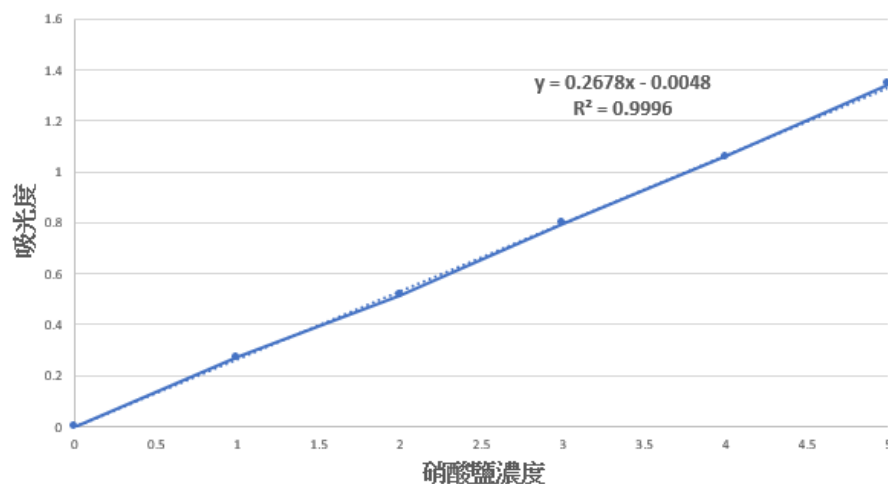
F 檢定 土壤 的效應。此檢定是根據估計邊際平均值之間的線性獨立成對比較。

由重量變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=3.859，p(顯著性) <0.01 ，代表重量確實會因為土壤不同而受影響，

表九：硝酸鹽減量線之數據

M(220nm 之吸光度)	N(275nm 之吸光度)	PPM	吸光度(M-2N)
0	0	0	0
0.279	0.004	1	0.271
0.519	0.002	2	0.515
0.802	0.002	3	0.798
1.061	0.001	4	1.059
1.345	0	5	1.345

硝酸鹽檢量線



圖五：硝酸鹽減量線

表十：茼蒿葉片葉汁的吸光度

	(N)220nm	(M)275nm		N-2M
X	1.621	0.482		0.657
Y	0.397	0.085		0.227
Z	0.257	0.106		0.045

A	0.376	0.055		0.266
B	0.241	0.072		0.169
C	0.299	0.033		0.233

表十一：茼蒿葉汁的硝酸鹽與吸光度之總表

	吸光度	硝酸鹽	硝酸鹽 ppm 濃度近似值
X	0.66	2.47	247.12
Y	0.23	0.87	865.57
Z	0.05	0.19	185.96
A	0.27	1.01	1011.20
B	0.17	0.65	648.99
C	0.23	0.89	887.98

表十二：茼蒿梗汁的吸光度

	(N)220	(M)275	N-2M
X	1.332	0.269	0.794
Y	2.112	0.435	1.242
Z	2.636	0.249	2.138
A	2.625	0.346	1.933
B	0.956	0.203	0.55
C	2.753	0.267	2.219

表十三：茼蒿梗汁的硝酸鹽與吸光度之總表

	吸光度	硝酸鹽	硝酸鹽 ppm 濃度近似值
X	0.79	2.98	298.28
Y	1.24	4.66	435.57
Z	2.14	8.00	800.15
A	1.93	7.24	723.60
B	0.55	2.07	207.17
C	2.22	8.30	830.40

由硝酸鹽數據可得知，葉子的硝酸鹽含量(ppm)最高的是 A 組盆栽，而硝酸鹽含量(ppm)最低的是 Z 組盆栽。梗的硝酸鹽含量(ppm)最高的是 C 組盆栽，而硝酸鹽含量(ppm)最低的是 B。

四、土壤之成份分析

表十四：土壤 A 之檢驗結果

	酸鹼度	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質 %	磷矽 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	7.5	0.64	7.7	4.33	2840	11454
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2688	0.9	115.4	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
	鉛(ppm)					
檢測值	1.4					

表十五：土壤 B 之檢驗結果

	酸鹼度	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質 %	磷矽 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	6.8	1.37	6.3	551	2658	12847
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2613	0.9	140.3	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
	鉛(ppm)					
檢測值	1.2					

表十六：土壤 C 之檢驗結果

	酸鹼度	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質 %	磷矽 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	6.7	1.33	7.9	528	2233	11195
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎳 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2197	1.0	112.2	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
	鉛(ppm)					
檢測值	1.4					

表十七：土壤 X 之檢驗結果

檢測項目	酸鹼度 (1 : 5)	電導度 (1:5)(dS/m)	有機質 (%)	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
檢測值	7.5	5.1	59	1.8	0.9	1.3
檢測項目	鈣 (%)	鎂 (%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎳 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.5	0.8	43	263	0.9	8
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	11	6.1				

表十八：土壤 Y 之檢驗結果

檢測項目	酸鹼度 (1 : 5)	電導度 (1:5)(dS/m)	有機質 (%)	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
檢測值	7.2	3.8	56	1.9	0.9	1.0
檢測項目	鈣 (%)	鎂 (%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.8	0.7	64	327	1.4	7
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	10	8.0				

表十九：土壤 Z 之檢驗結果

檢測項目	酸鹼度 (1 : 5)	電導度 (1:5)(dS/m)	有機質 (%)	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)
檢測值	6.8	4.7	53	1.7	1.0	1.2
檢測項目	鈣 (%)	鎂 (%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	鎘 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.4	0.7	43	281	0.8	7
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	8	7.1				

由檢驗結果可知，X、Y、A 混合方式之 pH 值都偏高，應將其 pH 值調至 5.5~6.8 比較合適。此外，A、B、C 混合方式之電導度偏高，應將其電導度調至 <0.6 比較合適。

陸、討論

在這研究當中，由於加入了一些變數來種植茼蒿，土壤、硝酸鹽含量、以及茼蒿的成長情形比較都是我們這次探討的重點。在其中，土壤為我們這次的操縱變因，利用了土壤不一樣的組合搭配已給予不同的養分供給來統合數據結果，盆栽共有六組不同的土壤搭配，在這各自盆栽裡我們又將這各自六組細分為 4 小組，也就是說，盆栽共有 24 盆，這 24 盆盆栽除了可以避免差異之甚大，亦可更為精確地得知數據精確性並避免錯誤。

在土壤的組合搭配不同中，各自給予的養分截然不同，種植相同的植物但卻給予不同的養分之中，茼蒿內部所含的成分、硝酸鹽含量、長的大小、以及重量又是否不同呢？

柒、結論

由圖二可知，土壤 A 對株長的影響最好。但影響以 Eta 平方系數來看，為百分之二十九，關聯性僅有中等而已。

且由圖三可知，土壤 Z、B 對根長的影響最好。但影響中等，以 Eta 平方系數來看，為百分之二十八，關聯性僅有中等而已。

由圖四可知，土壤 C 對重量的影響最好。影響較其他因素高，以 Eta 平方系數來看，為百分之三十五，關聯性較高。

對於人一天所能攝取的硝酸鹽含量---歐盟訂定蔬菜硝酸鹽最大限量標準為 2500-4500mg/kg (ppm)，由於硝酸鹽含量的多寡亦會影響到蔬菜的保鮮度、有效食用期限，硝酸鹽含量愈高者，越容易腐敗，因此對於茼蒿葉子而言，A 組所種植的葉子最容易腐敗，Z 組所種植的葉子最不易腐敗，而對於茼蒿梗而言，C 組所種植的梗最容易腐敗，B 組所種植的梗最不易腐敗。

捌、參考資料

- 一、張簡秀容、馮永富(1995)。有機肥料對不同葉菜類硝酸鹽含量之影響。桃園區農業改良場研究彙報。
- 二、呂秀英、林麗芬、鍾沂靜、林思妤、江建霖、張乃文、馬琬晴。隱形殺手——蔬菜硝酸鹽的檢測。
- 三、高德錚(2010)。影響蔬菜中硝酸鹽含量之探討。臺中區農業改良場特刊。
- 四、落葉成金——探討土壤、落葉、生物對蔬菜種植的影響(2020)。屏東科展作品
- 五、大地根源——土壤的秘密檔案(2019)。嘉義科展作品。
- 六、羅秋雄，設施蔬菜栽培土壤管理及施肥技術。桃園區農業改良場。
- 七、高德錚. 2010. 影響蔬菜中硝酸鹽含量之探討. 臺中區農業改良場特刊. 105: 234 – 239.
- 八、曹幸之、羅筱鳳. 2008. 茼蒿. p.71-73.. 刊於: 曹幸之、羅筱鳳編著. 蔬菜 II. 復文書局. 臺灣.
- 九、陳世銘、方煒、羅筱鳳、曹幸之、張耀乾、廖國基、顏炳郎、蔡兆胤. 2011. 台灣植物工廠現況與栽培策略之分析. 農業機械學刊. 20: 95-106.
- 十、劉冠伶. 2011. 植物工廠量產低硝酸鹽茼蒿之研究. 臺灣大學生物產業機電工程學研究所學位論文. 台北.
- 十一、王仁助、蔡淑珍、吳宗諺。2013。蔬菜中硝酸鹽的思辨。苗栗區農業專訊，62：4-6。

【評語】 052204

1. 本研究提出硝酸鹽含量會影響到蔬菜的保鮮度與有效食用期限，因而推估硝酸鹽含量愈高的茼蒿越容易腐敗。蔬菜植物腐敗的因素不只硝酸鹽含量，既然作如此推估，應該繼續觀察是否試驗之茼蒿植株的腐敗速度確實與硝酸鹽含量有正相關。
2. 本作品深討六種不同混合土壤對茼蒿的株長、根長、重量與硝酸鹽含量的影響。創新性稍低。
3. 圖的呈現方式需修正，如圖二以折線圖連接和組的數值，應修改為以長條圖的方式呈現。
4. 實驗結果討論較為不足，如土壤的金屬離子成分對茼蒿的生長是否有影響，應加以討論。
5. 根長之調查方法可能誤差很大，宜用水洗法去除土壤，此外硝酸鹽之分析方法是否參考何種文獻？宜列出。
6. 表三變異數分析與表四單變量分析是相同的，雖使用統計方法進行分析，惟分析方法有誤。
7. 宜以土壤分析數據探討與硝酸鹽濃度之關係，此外硝酸鹽濃度與光照有關，亦未見討論種植環境之光照。
8. 參考文獻應以文中有提及的才列出，文中所列出之文獻大都非學術性文獻，參考價值不高。此外文獻應依作者筆畫順序排列。

作品簡報

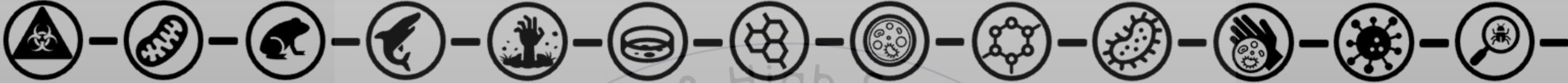


Eternal Time

組別：高級中等學校組
科別：農業與食品學科
編號：052204
題目：茼蒿行不行

Science Decided By Human





前言

Preface

民以食為天，在寒冷的冬天火鍋已成為臺灣人的一種喜好。而在火鍋出現最頻繁的葉菜類就是茼蒿。茼蒿屬於一年生草本植物，學名為“*Glebionis coronaria*”，別看茼蒿熱量低，它的營養價值是非常高的！

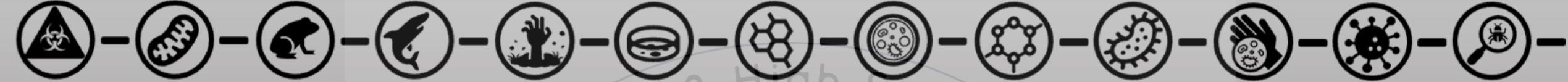
本研究使用六種不同的混合土壤探討其種植的茼蒿的株長、根長、重量以及其部分部位硝酸鹽含量分析有何差別。於株長的部分，以一般土加有機肥最為突出，其中有一組平均株長達到12.2公分；於根長的部分，以一般土加蚯蚓糞土最為突出，其中有一組平均根長達到約22公分；於重量的部分，以純一般土最為突出，其中有一組平均重量達到約60公克。

由株長變異數分析得知，同質性檢定顯著性皆 >0.5 。F=2.981，p(顯著性) <0.01 ，代表株長確實會因為土壤不同而受影響。

由根長變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=2.945，p(顯著性) <0.01 ，代表根長確實會因為土壤不同而受影響。

由重量變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=3.859，p(顯著性) <0.01 ，代表重量確實會因為土壤不同而受影響。





研究程序

研究限制

- 一、不同的混和土壤對萵蒿葉長之影響。
- 二、不同的混和土壤對萵蒿總重之影響。
- 三、不同的混和土壤對萵蒿硝酸鹽含量之影響。
- 四、不同的混合土壤成份對葉長以及根長之差異。



確立主題以及方向

文獻整理

建立研究模型與方法

資料處理與分析

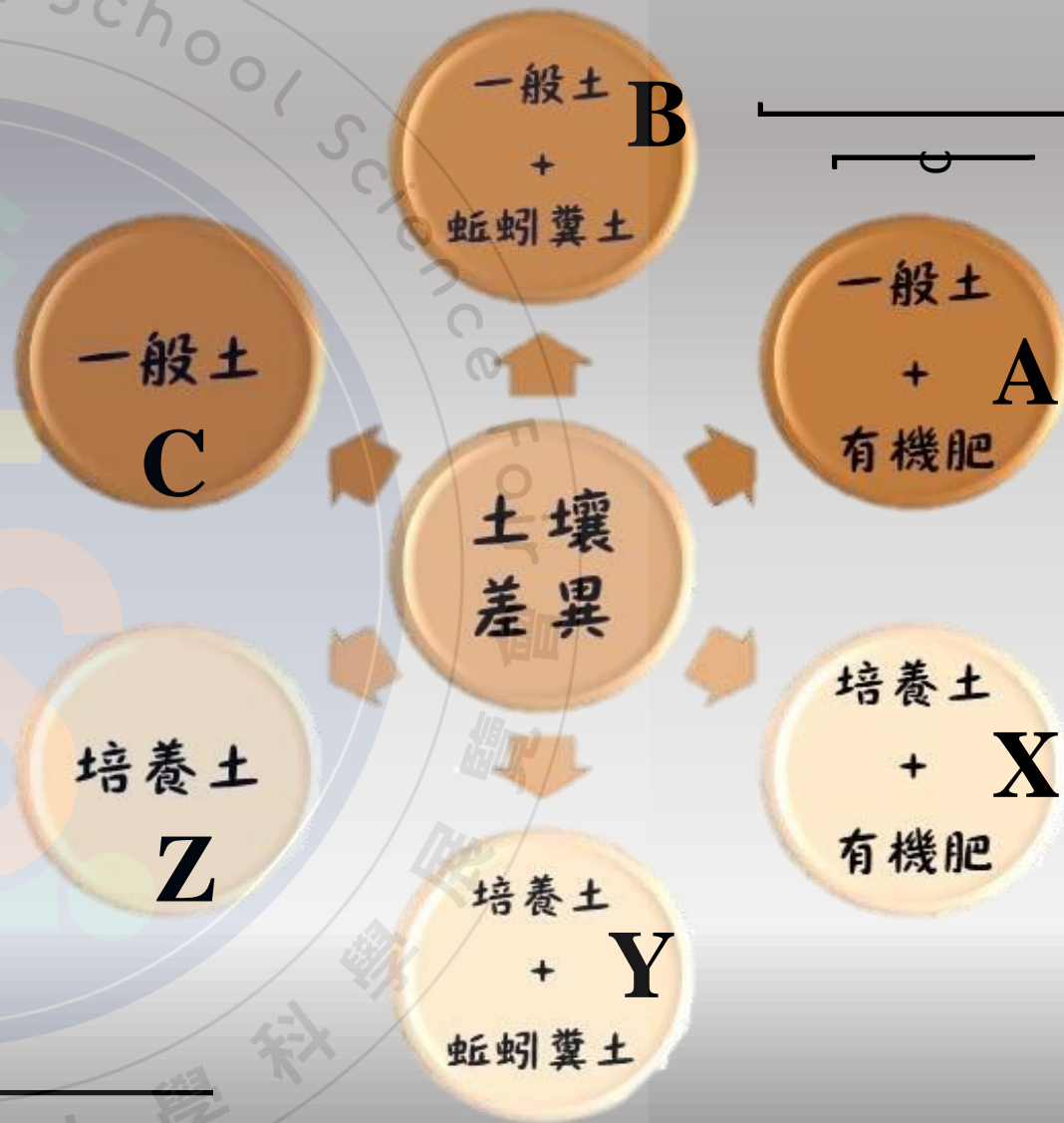
研究結論

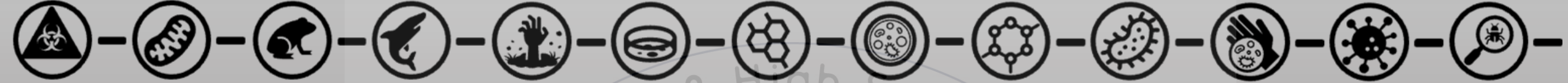


基本介紹

實驗之操縱變因

- (一)一般土+有機肥栽種之盆栽設為A組
- (二)一般土+蚯蚓糞土栽種之盆栽設為B組
- (三)純一般土栽種之盆栽設為C組
- (四)培養土+有機肥栽種之盆栽設為X組
- (五)培養土+蚯蚓糞土栽種之盆栽設為Y組
- (六)純一般土栽種之盆栽設為Z組





土壤、肥料介紹

土壤：即一般土壤，主要成分為矽酸鹽及其他氧化物等無機物質。

培養土：培養土的好壞是決定於他參雜雜草種子的多寡、和的保水性來判別。

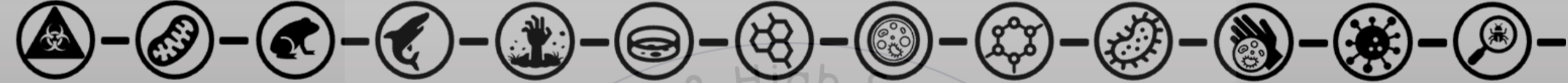
此外，切記一點培養土不是土，培養土土壤種植一年過後就要換掉，與一般土是不一樣的。

有機肥：即固體肥料，肥料成分是以有機質狀態存在，由生物體有機物質自然腐化形成的肥料，分解緩慢，肥效持久，是植物最理想的基本肥料，使用時多以「基肥」方式混入土中或埋入地下。它不但能放釋肥效，且能使土壤團粒化，改善土質通氣及保肥力，使土壤益加肥沃。

蚯蚓糞土：蚯蚓糞土為天然產品，養分必然多樣，蚯蚓糞土有機肥不但含有氮、磷、鋅等大量元素，且含有鐵、錳、鋅、銅、鎂等多種微量元素和18種胺基酸，有機質含量和腐植質含量都達到30%左右，亦有良好的養分以及營養。

（土壤、肥料全取自於桃園，因此此實驗配置是以桃園地區為主）





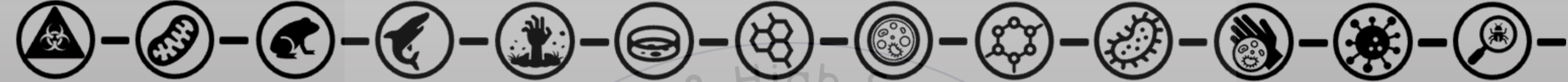
實驗設計

我們把土壤設為操縱變因分為了六組，為了使實驗數據較準確，每組有四盆，一盆共有八株茼蒿幼苗，所以本實驗共有192株茼蒿。

實驗目的

此次實驗想要探討的是相同的茼蒿以及生長環境下，以不同栽培介質所栽種之茼蒿，比較其生長情形以及內部硝酸鹽含量之差異。





(一) 茼蒿由幼苗長至最後的收成樣品

每周量一次且選擇該株最長的葉片茼蒿所成長的變化量。並將數據填入試算表算出X盆栽、Y盆栽、Z盆栽、A盆栽、B盆栽、以及C盆栽的各個盆栽內茼蒿的葉片長度之平均數以及變異數分析。

(二) 茼蒿最終的採收樣品之根長

在收成當天，將X盆栽、Y盆栽、Z盆栽、A盆栽、B盆栽、以及C盆栽內的茼蒿個個拿出，將埋入土裡的根拉直並以直尺放在平面上記錄長度，最後將統計數據填入試算表並算出各個盆栽內茼蒿的根長之變異數分析。

(三) 茼蒿最終的採收樣品之重量

在收成當天，將X盆栽、Y盆栽、Z盆栽、A盆栽、B盆栽、以及C盆栽內的茼蒿個個拿出，並將殘留在葉上的水珠或是卡在根莖上的殘土甩掉再放上已準備好的電子秤上量出最終茼蒿的重量最後將統計數據填入試算表並算出各個盆栽內茼蒿的重量之變異數分析。

(四) 茼蒿葉汁的硝酸鹽含量

1. 將以處理好的茼蒿葉片放入果汁機並將其打碎至泥狀後，再拿濾紙將其汁液與其餘雜質進行分離，取得汁液後，我們以每10ml的汁液加入至1公升容量瓶內後再加入清水至1公升的量以達稀釋100倍的汁液濃度，再以其中溶液取50ml後加入微量的鹽酸後並均勻攪拌，用微量滴管(Pipette)吸取適當毫升量後放入分光光度計後，設定波長220nm以及275nm以算出該各式組合之吸光度數據。
2. 得取波長220nm以及275nm的吸光度數據後，再將波長220nm的吸光度數據減去兩倍的275nm的吸光度數據，再將其數據於硝酸鹽檢量線以內插法的方式算出各組合之葉片所含的硝酸鹽ppm濃度含量。

(五) 茼蒿梗汁的硝酸鹽含量

1. 將以處理好的茼蒿梗放入果汁機並將其打碎至泥狀後，再拿濾紙將其汁液與其餘雜質進行分離，取得汁液後，我們以每10ml的汁液加入至1公升容量瓶內後再加入清水至1公升的量以達稀釋100倍的汁液濃度，再以其中溶液取50ml後加入微量的鹽酸後並均勻攪拌，用微量滴管(Pipette)吸取適當毫升量後放入分光光度計後，設定波長220nm以及275nm以算出該各式組合之吸光度數據。
2. 得取波長220nm以及275nm的吸光度數據後，再將波長220nm的吸光度數據減去兩倍的275nm的吸光度數據，再將其數據於硝酸鹽檢量線以內插法的方式算出各組合之葉片所含的硝酸鹽ppm濃度含量。

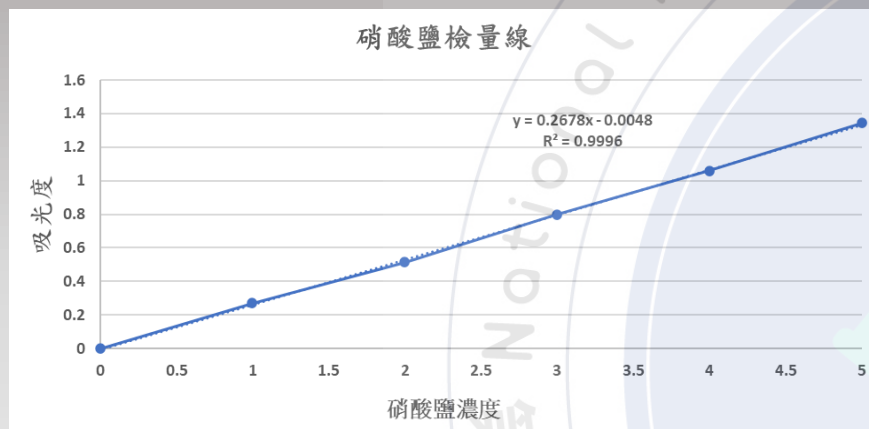
(六) 各樣品盆栽的土壤化學元素之含量

我們將混和好的土壤(含固態肥料)X盆栽、Y盆栽、Z盆栽、A盆栽、B盆栽、以及C盆栽內的泥土取出，以每袋500公克為基準裝入塑膠袋並送去農改場進行化學分析以及內部元素成分含量。

實驗方法



硝酸鹽檢量線 & 株、根個別硝酸鹽含量(ppm)



M(220nm之吸光度)	N(275nm之吸光度)	PPM	吸光度(M-2N)
0	0	0	0
0.279	0.004	1	0.271
0.519	0.002	2	0.515
0.802	0.002	3	0.798
1.061	0.001	4	1.059
1.345	0	5	1.345

茼蒿葉片葉汁的吸光度

	(N)220nm	(M)275nm	N-2M
X	1.621	0.482	0.657
Y	0.397	0.085	0.227
Z	0.257	0.106	0.045
A	0.376	0.055	0.266
B	0.241	0.072	0.169
C	0.299	0.033	0.233

茼蒿葉汁的硝酸鹽與吸光度之總表

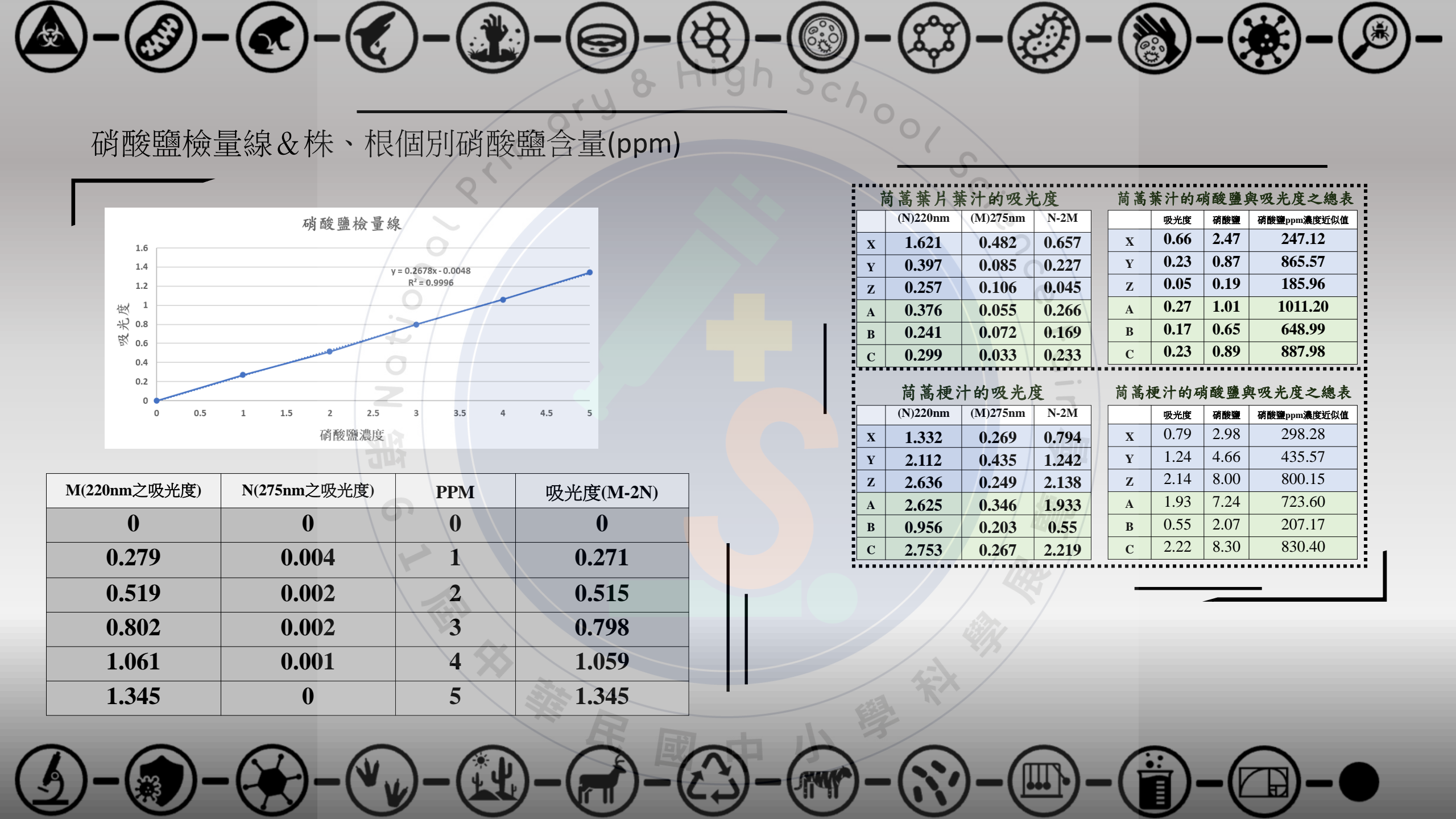
	吸光度	硝酸鹽	硝酸鹽ppm濃度近似值
X	0.66	2.47	247.12
Y	0.23	0.87	865.57
Z	0.05	0.19	185.96
A	0.27	1.01	1011.20
B	0.17	0.65	648.99
C	0.23	0.89	887.98

茼蒿梗汁的吸光度

	(N)220nm	(M)275nm	N-2M
X	1.332	0.269	0.794
Y	2.112	0.435	1.242
Z	2.636	0.249	2.138
A	2.625	0.346	1.933
B	0.956	0.203	0.55
C	2.753	0.267	2.219

茼蒿梗汁的硝酸鹽與吸光度之總表

	吸光度	硝酸鹽	硝酸鹽ppm濃度近似值
X	0.79	2.98	298.28
Y	1.24	4.66	435.57
Z	2.14	8.00	800.15
A	1.93	7.24	723.60
B	0.55	2.07	207.17
C	2.22	8.30	830.40



各組數據統整

土壤A之檢驗結果

檢測值	酸鹼度 (1:5)(mS/cm)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	磷研 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	7.5	0.64	7.7	433	2840	11454
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
檢測值	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2688	0.9	115.4	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
檢測值	鉛(ppm)					
檢測值	1.4					

土壤B之檢驗結果

檢測值	酸鹼度 (1:5)(mS/cm)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	磷研 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	6.8	1.37	6.3	551	2840	12847
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
檢測值	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2613	0.9	140.3	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
檢測值	鉛(ppm)					
檢測值	1.2					

土壤C之檢驗結果

檢測值	酸鹼度 (1:5)(mS/cm)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	磷研 (公斤/公頃)	氧化鉀 (公斤/公頃)	氧化鈣 (公斤/公頃)
檢測值	6.7	1.33	7.9	528	2233	11195
參考值	5.5-6.8	<0.6	>3.0	60-290	90-300	2000-4000
檢測值	氧化鎂 (公斤/公頃)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)	鉻 (ppm)
檢測值	2197	1.0	112.2	0.24	1.7	0.4
參考值	200-400					
檢測值	鉛(ppm)					
檢測值	1.4					

土壤X之檢驗結果

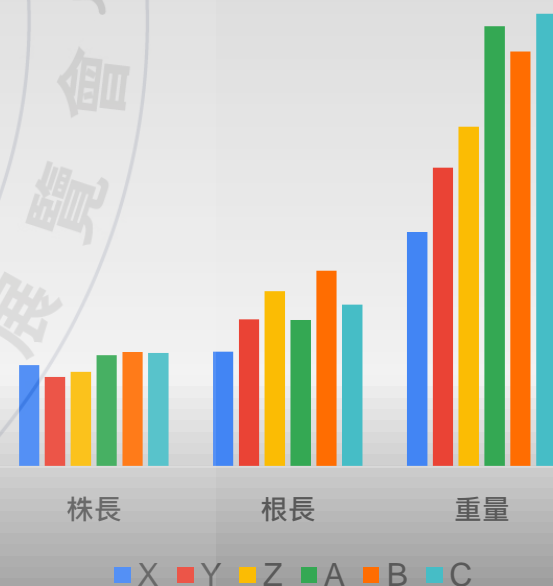
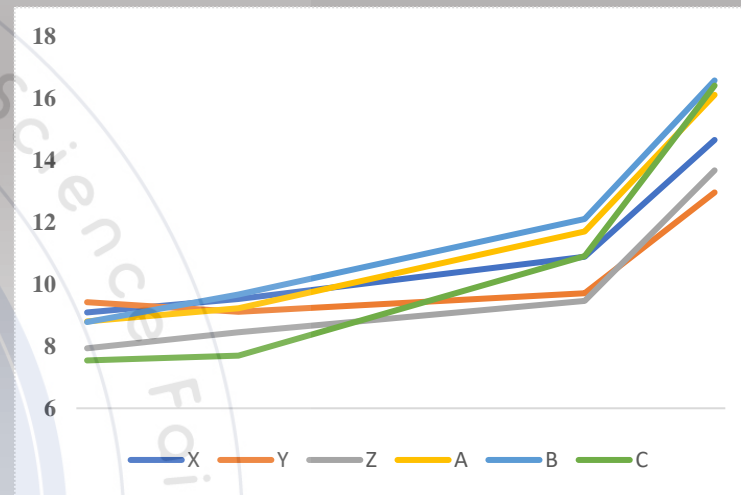
檢測項目	酸鹼度(1:5)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	氮(%)	磷(%)	鉀(%)
檢測值	7.5	5.1	59	1.8	0.9	1.3
檢測項目	鈣(%)	鎂(%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.5	0.8	43	263	0.9	8
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	11	6.1				

土壤Y之檢驗結果

檢測項目	酸鹼度(1:5)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	氮(%)	磷(%)	鉀(%)
檢測值	7.2	3.8	56	1.9	0.9	1.0
檢測項目	鈣(%)	鎂(%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.8	0.7	64	327	0.4	7
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	10	8.0				

土壤Z之檢驗結果

檢測項目	酸鹼度(1:5)	電導度 (1:5)(mS/cm)	有機質%	氮(%)	磷(%)	鉀(%)
檢測值	6.8	4.7	53	1.7	1.0	1.2
檢測項目	鈣(%)	鎂(%)	銅 (ppm)	鋅 (ppm)	錳 (ppm)	鎳 (ppm)
檢測值	1.4	0.7	43	281	0.8	7
檢測項目	鉻 (ppm)	鉛 (ppm)				
檢測值	18	7.1				



討論

在此研究中，由於加入了一些變數來種植茼蒿，**茼蒿的成長情形與部分部位硝酸鹽含量**比較是我們這次探討的重點。其中，栽培介質為操縱變因，利用了不一樣的組合搭配已給予不同的養分供給來統合數據結果，盆栽共有六組不同的土壤搭配，而在這各自盆栽裡我們又將這各自六組細分為4小組，也就是說，盆栽共有24盆，這24盆盆栽除了可以避免差異之甚大，亦可更為精確地得知數據精確性並避免錯誤。

在土壤的組合搭配不同中，各自給予的養分毅然是不同，種植相同的植物但卻給予不同的養分之中，**茼蒿內部所含的成分、硝酸鹽含量、長的大小、以及重量**又是否不同呢？





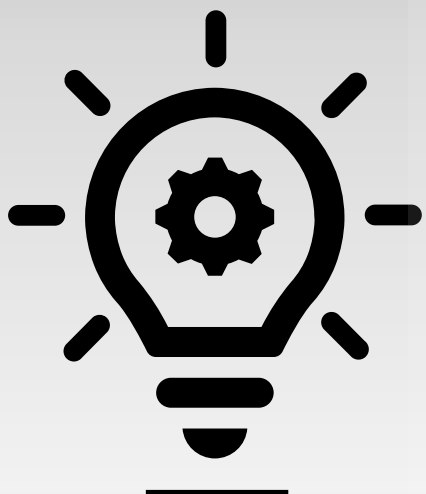
結論

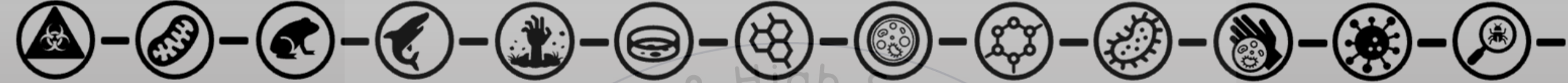
由葉長變異數分析得知，同質性檢定顯著性皆 >0.5 。F=2.981，p(顯著性) <0.1 ，代表葉長確實會因為土壤不同而受影響，以土壤A對葉長的影響最好。但影響以Eta平方系數來看，為百分之二十九，關聯性僅有中等而已。

由根長變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=2.945，p(顯著性) <0.1 ，代表根長確實會因為土壤不同而受影響，以土壤Z及B對根長的影響最好。但影響中等，以Eta平方系數來看，為百分之二十八，關聯性僅有中等而已。

由重量變異數分析得知，同質性檢定顯著性 <0.5 。F=3.859，p(顯著性) <0.1 ，代表重量確實會因為土壤不同而受影響，以土壤C對重量的影響最好。影響較其他因素高，以Eta平方系數來看，為百分之三十五，關聯性較高。

由硝酸鹽變異數分析可得知，葉子的硝酸鹽含量(ppm)最高的是A組盆栽，而硝酸鹽含量(ppm)而最低的是Z組盆栽。梗的硝酸鹽含量(ppm)最高的是C組盆栽，而硝酸鹽含量(ppm)而最低的是B，對於人一天所能攝取的硝酸鹽含量---歐盟訂定蔬菜硝酸鹽最大限量標準為2500-4500mg/kg (ppm)，因此對於我們這次所種植的蔬菜而言皆是得以安心的吃下肚子的，由於硝酸鹽含量的多寡亦會影響到蔬菜的保鮮度、有效食用期限，硝酸鹽含量愈高者，越容易腐敗，因此對於茼蒿葉子而言，A組所種植的葉子最容易腐敗，Z組所種植的葉子最不易腐敗，而對於茼蒿莖而言，C組所種植的梗最容易腐敗，B組所種植的梗最不易腐敗。





參考資料

- 1.張簡秀容、馮永富(1995)。有機肥料對不同葉菜類硝酸鹽含量之影響。桃園區農業改良場研究彙報。
- 2.呂秀英、林麗芬、鍾沂靜、林思妤、江建霖、張乃文、馬琬晴。隱形殺手---蔬菜硝酸鹽的檢測。
- 3.高德錚(2010)。影響蔬菜中硝酸鹽含量之探討。臺中區農業改良場特刊。
- 4.落葉成金-探討土壤、落葉、生物對蔬菜種植的影響(2020)。屏東科展作品
- 5.種植蔬菜想要高產，土壤才是關鍵！(2018)。每日頭條
- 6.大地根源-土壤的秘密檔案(2019)。嘉義科展作品。
- 7.羅秋雄，設施蔬菜栽培土壤管理及施肥技術。桃園區農業改良場
- 8.農化之星(2017)中微量元素肥料有什麼作用嗎？作物為什麼要補充中微量元素肥料？每日頭條

