

屏東縣第 64 屆科學展覽會

作品說明書

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：作物的神隊友-芽孢桿菌

~探討芽孢桿菌對綠豆、玉米、小白菜抗逆境的影響~



關鍵詞：抗高溫、抗鹽分、紫外線、抗乾旱

編號：B4004

目錄

摘要.....	1
壹、前言.....	2
研究動機、文獻探討.....	2
研究目的、實驗設計流程心智圖.....	3
貳、實驗器材.....	4
參、實驗設計與流程.....	4
一、參、實驗設計與流程.....	4~7
一、不同量的芽孢桿菌對作物生長情況的影響.....	4
二、不同量的芽孢桿菌對作物抗鹽份的影響.....	5
三、不同量的芽孢桿菌對作物抗乾旱的影響.....	6
四、不同量的芽孢桿菌對作物抗紫外線的影響.....	6
五、不同量的芽孢桿菌對作物抗高溫的影響.....	7
肆、實驗結果與討論.....	8~19
一、不同量的芽孢桿菌對作物生長情況的影響.....	8~11
二、不同量的芽孢桿菌對作物抗鹽份的影響.....	12~13
三、不同量的芽孢桿菌對作物抗乾旱的影響.....	14~15
四、不同量的芽孢桿菌對作物抗紫外線的影響.....	16~17
五、不同量的芽孢桿菌對作物抗高溫的影響.....	18~19
伍、結論.....	20
陸、參考文獻.....	21

作品名稱：作物的神隊友-芽孢桿菌

~探討芽孢桿菌對綠豆、玉米、小白菜抗逆境的影響~

摘要:

我們這次是以芽孢桿菌作為此次的研究對象，想要知道植物在有加芽孢桿菌的情況下，能不能產生所謂的抗逆性，所以我們用高溫、紫外線、鹽分、乾旱等生存壓力來測試芽孢桿菌對植物生長狀況的影響，結果如下：

- 一、芽孢桿菌對三種作物中，只對小白菜的發芽率和生存率有幫助(添加 40cc 和 60cc 最好)，對三種作物的生長情形都有促進作用(60cc 最好)。
- 二、抗鹽能力上，添加 20cc 對三種作物的生存率最有幫助，80cc 對生長有幫助。
- 三、抗乾旱上，玉米和綠豆，都是加入 40cc 芽孢桿菌的植物長得比較好，小白菜是 60cc 生長的比較好而且效果都很明顯。
- 四、抗紫外線上，芽孢桿菌對抗紫外線有一點效用但效果並沒有非常明顯
- 五、抗高溫上，玉米加入 60cc 的芽孢桿菌效果最好，綠豆則是加入 40cc 最好。

壹、前言

一、研究動機

因為我們小組三個人都很喜歡吃東西，所以我們開始想要自己實驗種東西來吃，但卻常常因各種因素導致植物種不好，我們就去請教了其中一個組員的農夫爸爸，他就提了個建議，他說我們如果想要實驗如何讓植物長好，又要好取得的材料，可以實驗芽孢桿菌，於是我們查了一些蕈狀芽孢桿菌的資料，發現它可誘導多種農作物對抗病蟲害的感染與危害，能有效降低農田過量施用化學肥料與農藥，避免重金屬與農藥污染環境，並可有效活化土壤生命力，創造農業的永續發展，這是對土地有善耕作的好幫手，但研究中的作物沒有我們這裡常見的作物，也沒有作物抗逆境研究，於是我們就選擇居家附近常見的作物：綠豆、玉米、小白菜，研究蕈狀芽孢桿菌對他們發芽率、生長情形的影響，又因氣候變遷，暖化、土壤鹽化、乾旱、紫外線強烈是將來作物要面臨的問題，我們希望了解芽孢桿菌能對作物對抗這些逆境有幫助，所以我就開始了一連串的實驗。

二、文獻探討

(一)芽孢桿菌:(參考一)

蕈狀芽孢桿菌株 (*Bacillus mycoides*, BM)，經過研究室、溫室及田間的測試所研發的生物製劑產品，證實具有促進作物生長及防治作物病害的功效。蕈狀芽孢桿菌具備以下三個特性：

1. 可纏聚於作物根系與植體內部，誘導農作物產生抗病反應；
2. 可分泌植物生長激素(IAA)，促進作物根系發展；
3. 可釋放二硫二甲基與生物表面素異構物，破壞植物病原菌的細胞膜。

蕈狀芽孢桿菌製劑產品所追求的主要目標，是為了維護農業生態環境的和諧與生產高品質安全的農產品，藉以確保食品安全。本產品不但可提供農作物生育的營養肥份外，尚可誘導農作物產生抗病性，有效降低農田過量施用化學肥料與農藥，避免重金屬與農藥污染環境，有效活化土壤生命力，創造農業的永續發展。



芽孢桿菌

- (二)玉米；(學名：*Zea mays*，英語：Corn、Maize)，是禾本科玉米屬的一年生草本植物，為全世界總產量最高的重要糧食作物；玉米栽培過程中容易發生的病害為葉斑病、煤紋病、銹病、嵌紋病，蟲害有玉米螟及蚜蟲。(參考二)

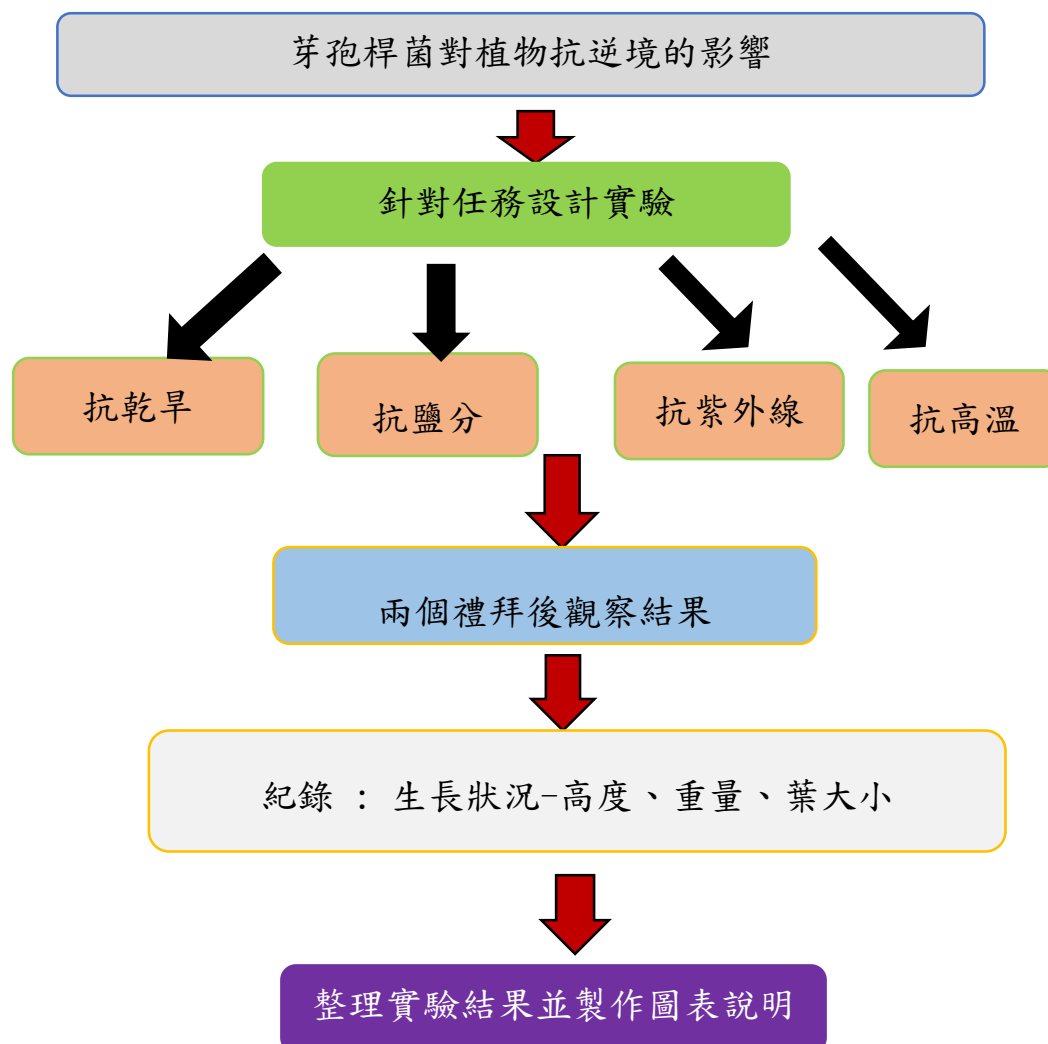
(三)小白菜：小白菜為十字花科芸苔屬一年生草本植物。目前全國各地普遍栽植小白菜，由於其易於雜交，品種豐富多樣。(參考三)

(四)綠豆:綠豆(*Vigna radiata* (L.) Wilczek)屬豆科豇豆屬一年生草本植物，原於印度，在熱帶及亞熱帶地區都有種植。一般分為油綠豆及粉綠豆二種，油綠豆種皮厚且具光澤，適合加工製餡用；粉綠豆種皮略帶粉質，煮後味香無硬粒，較受消費者喜愛。目前台灣以粉綠豆生產(參考四)

三、研究目的

- 一. 不同劑量的芽孢桿菌對作物生長情況的影響
- 二. 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗鹽份的影響
- 三. 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗乾旱的影響
- 四. 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗紫外線的影響
- 五. 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗高溫的影響

四、實驗設計流程圖：



貳、實驗器材

綠豆	玉米	小白菜	燒杯	食鹽	標籤紙	量筒	電子秤	芽孢桿菌
								
盆栽	澆水器	方格紙	培養土	純水	紫外燈	紙箱	尺、括勺	自製恆溫箱
								

參、實驗過程與方法

一. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物生長情況的影響

- (一)準備 15 個培養花盆，底下鋪一層紗布+培養土，每個培養容器均勻放入 10 顆綠豆、玉米、小白菜的種子(每種種子種 5 盆)。
- (二)配置 0.2%芽孢桿菌溶液，每種種子的 5 盆分別加入 0ml、20ml、40ml、60 ml、80 ml 的芽孢桿菌水溶液。
- (三)每天觀察種子發芽狀況及植物生長狀況，並記錄植物的高度、葉子的大小
- (四)持續記錄 2 周後，將植物拔起紀錄溼重並烘乾紀錄乾重。



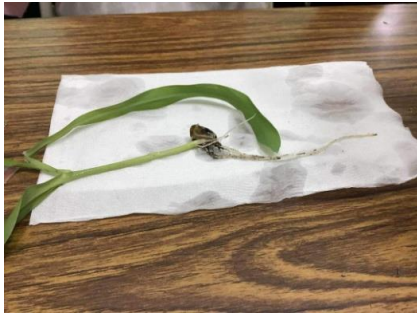
將植物種子種在土壤中，澆入不同量的芽孢桿菌溶液



配置芽孢桿菌 0.2%溶液



用方格紙秤重算葉面積



實驗完，拔出植物洗淨



測量植物長度



將植物烘乾



重量測量

二. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抗鹽份的影響

(一)準備 15 盆培養土，每盆種 10 棵綠豆、玉米、小白菜的種子，方法如實驗一。

(二)每周分別加入不同劑量的芽孢桿菌及 1%的鹽水

(三) 每天觀察植物生長狀況，並詳細記錄。



準備 15 盆，每盆
5 棵種子



定時加入芽孢桿菌溶液



持續觀察並記錄生長
情形

三. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗乾旱的影響

- (一) 準備 15 盆培養土，每盆種 10 棵種子，方法如實驗一。
- (二) 添加不同劑量的芽孢桿菌，分別加入 0ml、20ml、40ml、60ml、80ml 的芽孢桿菌。
- (三) 待植物長好，不再澆水，持續觀察兩周
- (三) 每天觀察植物生長狀況，並詳細記錄。



定時加入不同量的芽孢桿菌
溶液



直到芽苗長大後，就不再添
加水及芽孢桿菌

四. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗紫外線的影響

- (一) 準備 15 盆，每盆 10 棵種子，方法如實驗一。
- (二) 添加不同劑量的芽孢桿菌，分別加入 0ml、20ml、40ml、60ml、80ml 的芽孢桿菌。
- (三) 每天照 30min 的紫外線燈，持續 1 周
- (四) 每天觀察植物生長狀況，並詳細記錄。



照紫外線前的玉米



照紫外線中

五. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗高溫的影響

(一) 準備 15 盆，每盆 10 棵種子，方法如實驗一。

(二) 添加不同劑量的芽孢桿菌，分別加入 0ml、20ml、40ml、60ml、80ml 的芽孢桿菌。

(三) 將植物放入恆溫溫度箱(33°C)中，1 周後觀察紀錄其生長情形。



將植物放入自製恆溫箱內



紀錄高溫處理過的植物的生長情形

肆、實驗結果與討論

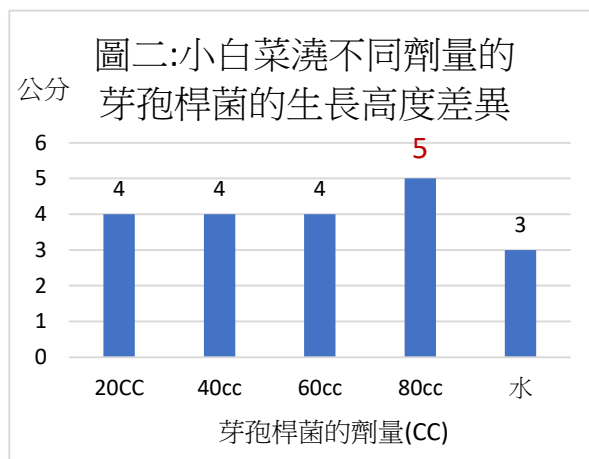
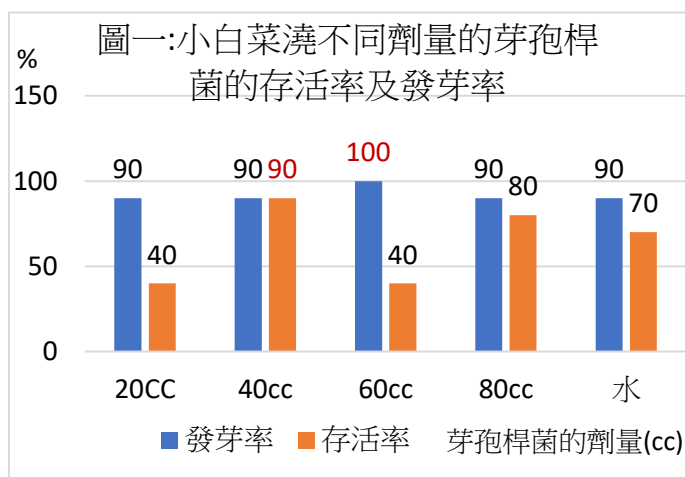
一. 添加不同劑量的芽孢桿菌對作物生長情況的影響

農民使用芽孢桿菌在特定的作物上，例如番茄，會增加番茄生長的速度並提高番茄的結果率，那對於其他作物是否也有促進生長的作用呢?我們選了常見的作物:小白菜、玉米和綠豆來做實驗，看芽孢桿菌是否真的會和我們想像的一樣讓植物的重量變重、葉面積變大及長得更高更好嗎?實驗結果如下:

(一)小白菜

表一:添加不同劑量芽孢桿菌對小白菜的生長影響

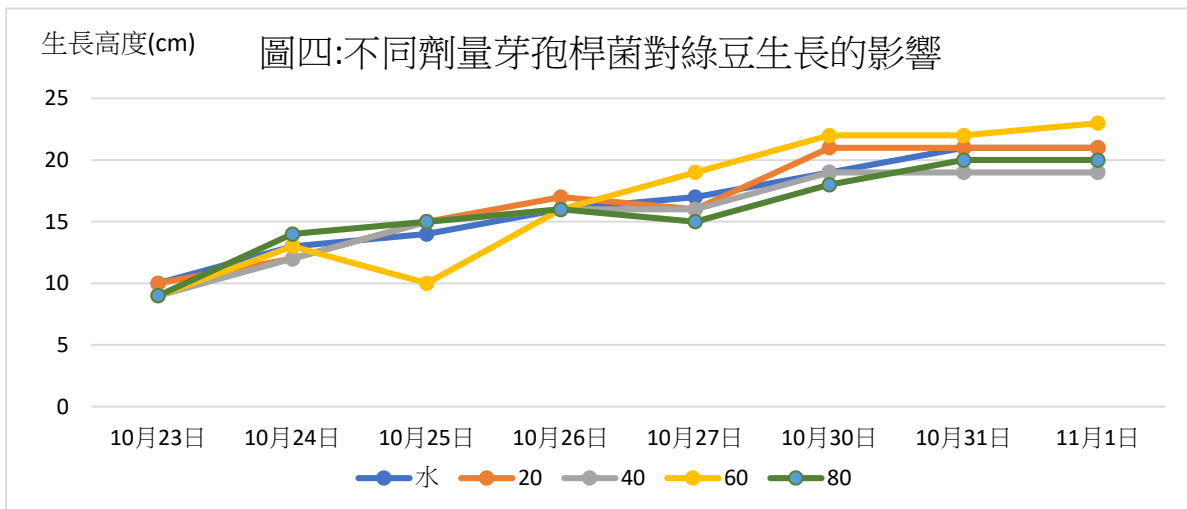
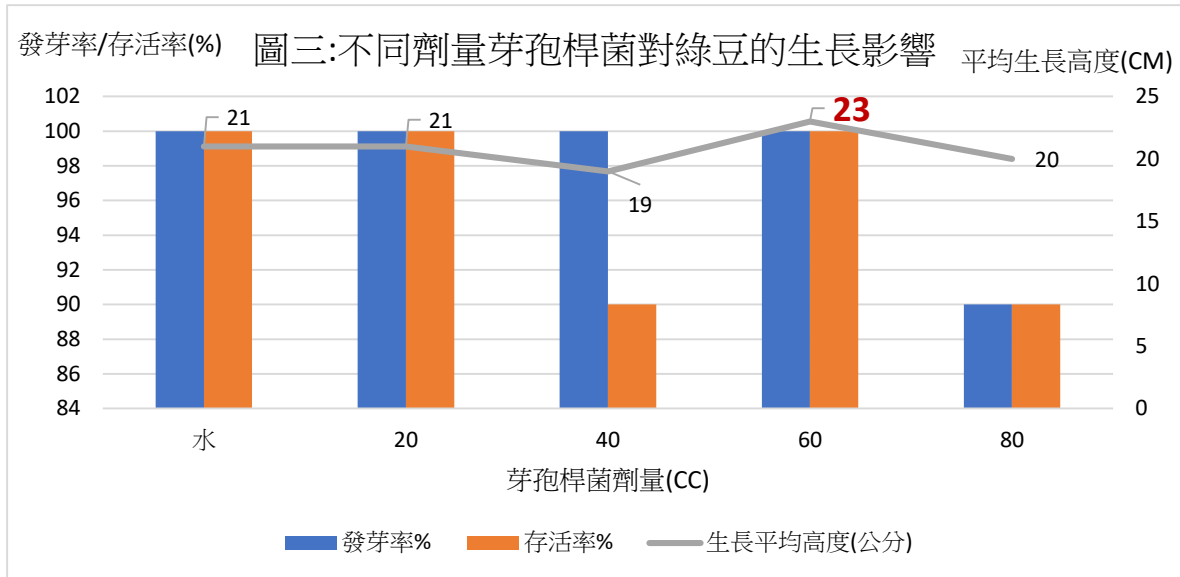
芽孢桿菌量	水	20CC	40cc	60cc	80cc
發芽率%	90	90	90	100	90
存活率%	70	40	90	40	80
生長平均高度(公分)	3	4	4	4	5
葉平均面積(cm ²)	4	2	1	3	2
乾重(g)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1



(二)綠豆

表二:添加不同劑量芽孢桿菌對綠豆的生長影響

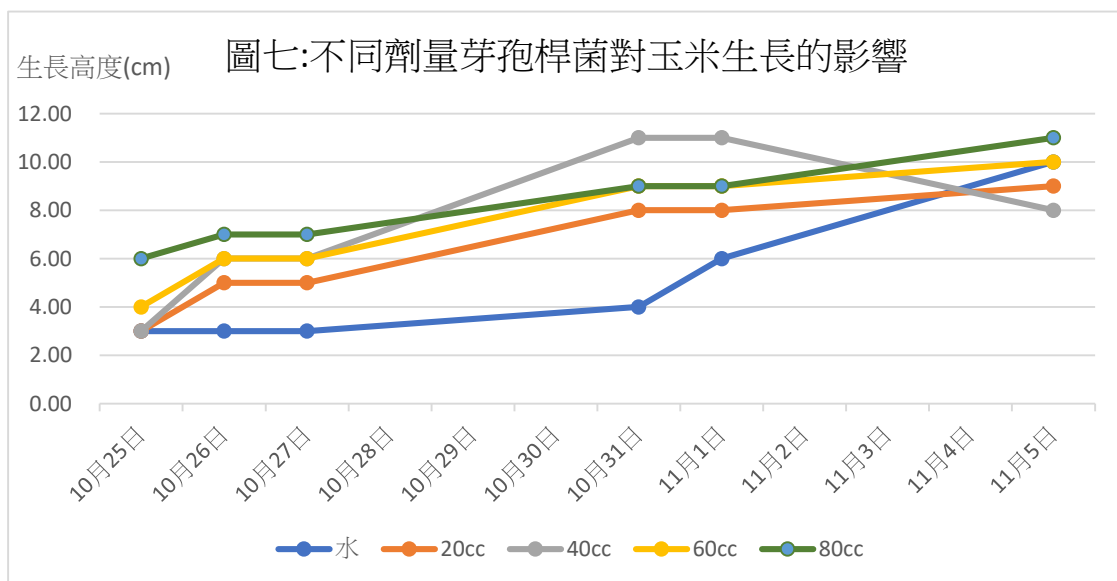
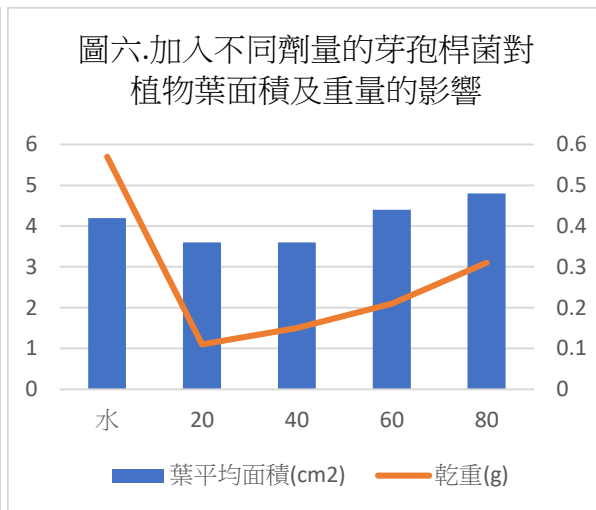
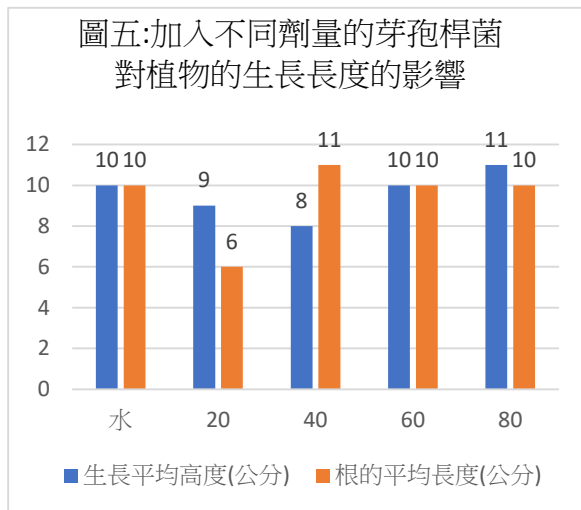
芽孢桿菌量	水	20	40	60	80
發芽率%	100	100	100	100	90
存活率%	100	100	90	100	90
生長平均高度(公分)	21	21	19	23	20
根的平均長度(公分)	5	4	5	6	5
葉平均面積(cm ²)	1.6	2.4	1.8	1.2	1.4
乾重(g)	0.24	0.2	0.24	0.17	0.22



(三)玉米

表三:添加不同劑量芽孢桿菌對玉米生長的影響

芽孢桿菌量	水	20	40	60	80
發芽率%	90	90	90	90	90
存活率%	90	90	90	90	90
生長平均高度(公分)	10	9	8	10	11
根的平均長度(公分)	10	6	11	10	10
葉平均面積(cm ²)	4.2	3.6	3.6	4.4	4.8
乾重(g)	0.57	0.11	0.15	0.21	0.31



【結果與討論】

- (一)由表一發現對小白菜來說芽孢桿菌的劑量 60 cc 的時候發芽率最好，40 cc 的時候存活率最高，80cc 的時候生長速度最快，最後也長得較高。
- (二)由表二發現芽孢桿菌的劑量對綠豆來講則是發芽率和存活率都沒有比較好，但是生長高度添加 60 cc 的長得最好，生長的速度是 60cc 和 20 cc 的長得比較快。
- (三)由表三發現芽孢桿菌的劑量對玉米來講發芽率和存活率也沒有比較好，只有葉子的面積在 80 和 60 cc 的比水還要好，生長的速度也是 60cc 和 80cc 的長得比較快。可能葉子較大，光合作用較旺盛，植物也就長得比較快了。
- (四)因為小白菜太小，無法比較其重量的差異，但由下面的照片，80 和 60 cc 的長的比水還要健壯。



添加不同劑量標桿菌小白菜的生長狀況



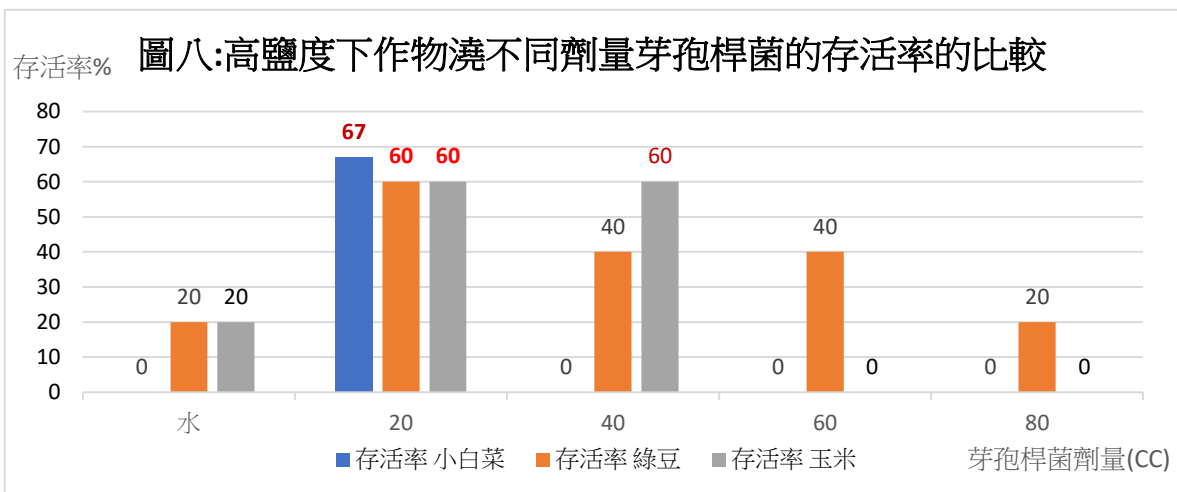
小白菜的重量太輕無法量出差異

二、添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗鹽份的影響

鹽分過量對於每個生物來說都是一種傷害，但是氣候變遷劇烈的現代，溫室效應導致海平面上升，沿海地區土壤鹽化的危機重重，若芽孢桿菌可以在植物抗鹽害上貢獻一點力量，將有助於我們改善對土壤的利用，我們選用的三種作物玉米、綠豆、小白菜都是不能耐鹽的作物，將食鹽水澆在植物上，目的就是為了看看芽孢桿菌對作物抗鹽分能力是否有幫助呢?實驗結果如下:

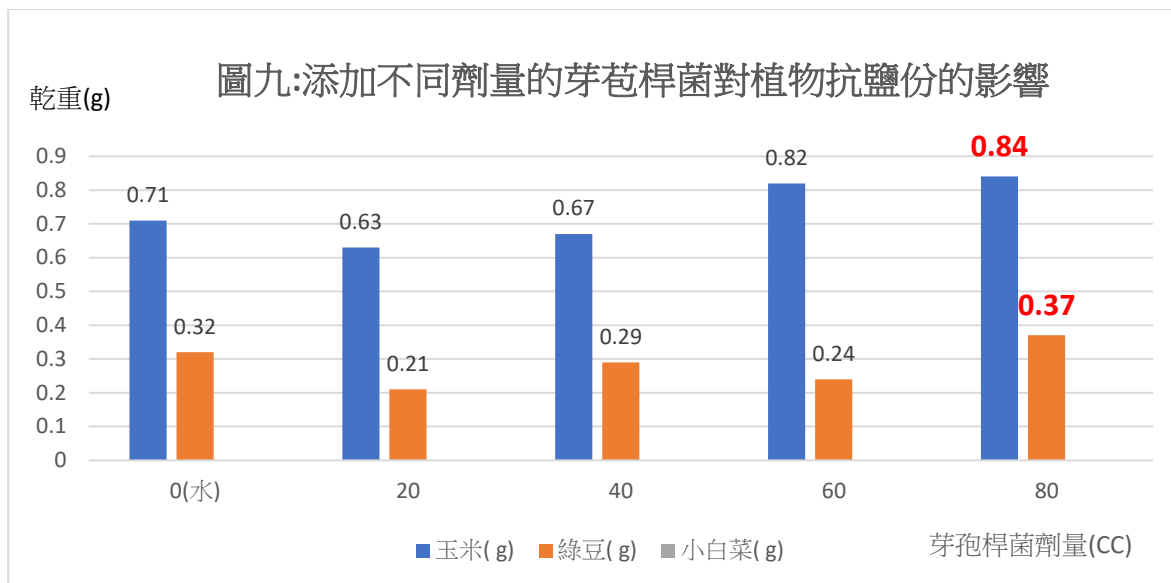
表四:高鹽度下，作物澆不同劑量芽孢桿菌的存活率的比較

	作物	水	20	40	60	80
存活率%	小白菜	0	67	0	0	0
	綠豆	20	60	40	40	20
	玉米	20	60	60	0	0



表五:高鹽度下，作物澆不同劑量芽孢桿菌的重量的比較

芽孢桿菌的量(cc)	玉米(g)	綠豆(g)	小白菜(g)
0(水)	0.71	0.32	<0.1
20	0.63	0.21	<0.1
40	0.67	0.29	<0.1
60	0.82	0.24	<0.1
80	0.84	0.37	<0.1



【結果與討論】

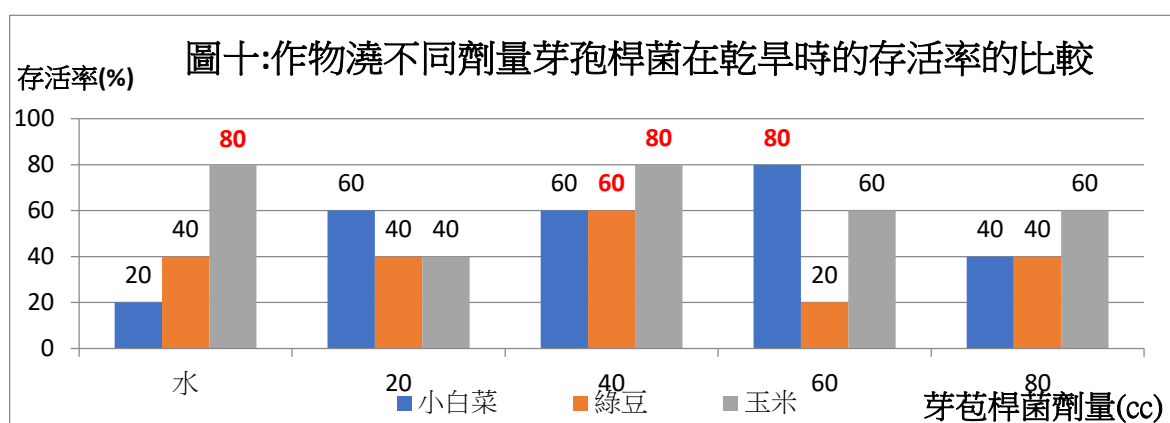
- (一)在高鹽度下，添加 20 cc 芽苞桿菌的存活率都比較高。
- (二)對小白菜來講，添加 20 cc 的芽苞桿菌存活率最高，而且只有 20cc 還活著。
- (三)對綠豆而言也是添加 20 cc 的芽苞桿菌存活率最高，40 和 60cc 的也都比水還要好，而 80 的和水差不多。
- (四)對玉米來講添加 20 和 40cc 的芽苞桿菌存活率都比水還好，但是 60 和 80cc 的就沒有抗鹽能力了。
- (五)可見芽苞桿菌的量並不是添加越多存活率會越高，整體而言是澆 20 cc 的對三種作物來說都是最好的抗鹽劑量
- (六)由圖九發現雖然添加 80 cc 的最後只有綠豆存活，而存活率也不高(20%)，但重量卻最重，玉米的也是，推測劑量高的芽苞桿菌雖不能增加存活率，但對作物一開始的生長是有幫助的。

三、添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗乾旱的影響

乾旱也是極端氣候下作物常面臨的問題，由實驗可知，玉米和綠豆在抗乾旱的實驗後，都是加入 40cc 芽孢桿菌的植物生長狀況比較好，小白菜則是 60cc 生長的比較好，可見芽孢桿菌真是植物的好夥伴，只是劑量的問題要控制好才行，我們對抗乾旱實驗的結果如下：

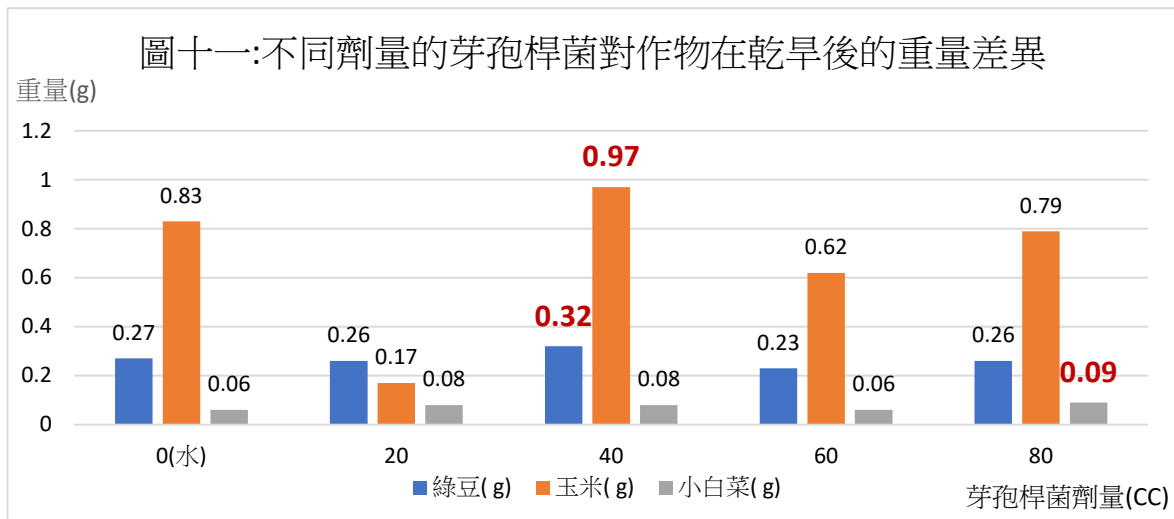
表六:乾旱下，作物澆不同劑量芽孢桿菌的存活率的比較

作物	水	20	40	60	80
小白菜	20	60	60	80	40
綠豆	40	40	60	20	40
玉米	80	40	80	60	60



表六: 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗乾旱的重量影響

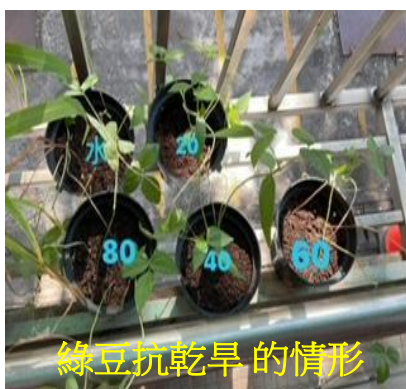
芽孢桿菌的劑量(cc)	綠豆(g)	玉米(g)	小白菜(g)
0(水)	0.27	0.83	0.06
20	0.26	0.17	0.08
40	0.32	0.97	0.08
60	0.23	0.62	0.06
80	0.26	0.79	0.09



【結果與討論】

(一)由圖十發現對抗乾旱方面，小白菜的存活率有添加芽孢桿菌的都比較好，尤其是劑量 60cc 的最好，存活率可達 80%，是水的 4 倍；對綠豆則是添加 40cc 的芽孢桿菌，效果較好，玉米添加芽孢桿菌並沒有提升抗乾旱的效果。

(二)在重量的增加上，小白菜是 80cc 的效果最好，玉米和綠豆則是添加 40cc 的芽孢桿菌，效果較好，其餘的添加量都沒有比水好(圖十一)。

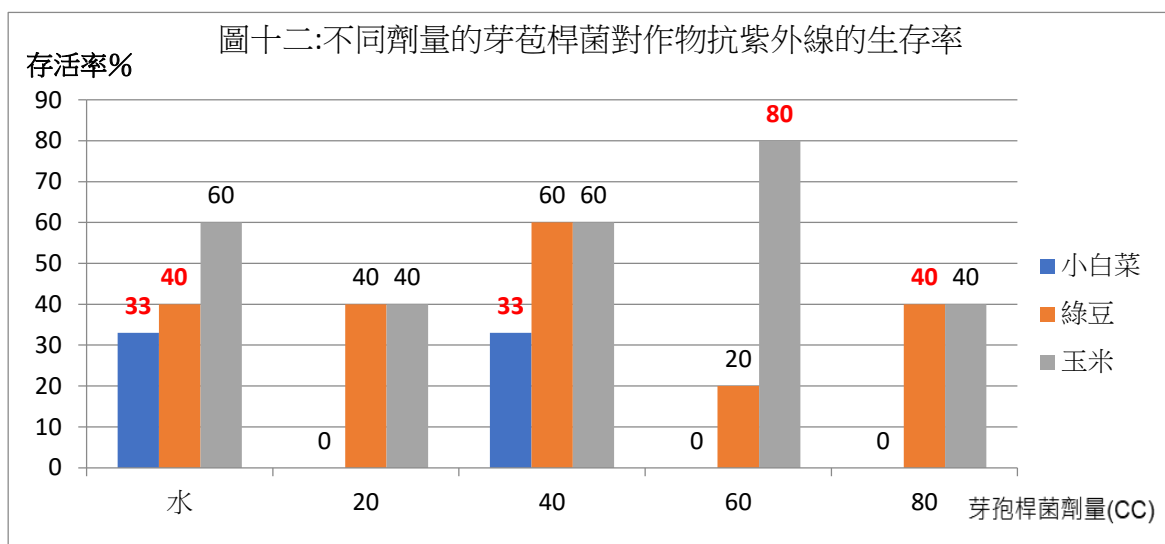


四、添加不同比例的芽孢桿菌對作物抵抗紫外線的影響

紫外線可能會減少植物葉面積，降低光合作用的能力，使植物容易生病，芽孢桿菌能增加某些作物對疾病的防禦能力，我們的實驗就是想知道芽孢桿菌能不能增加作物抗紫外線的能力，實驗結果如下：

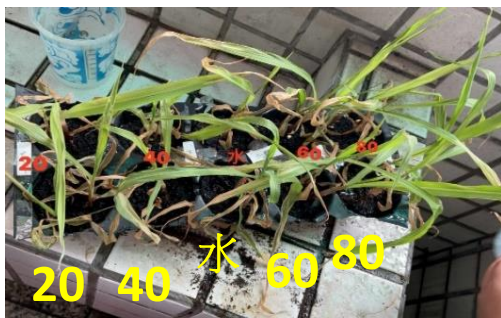
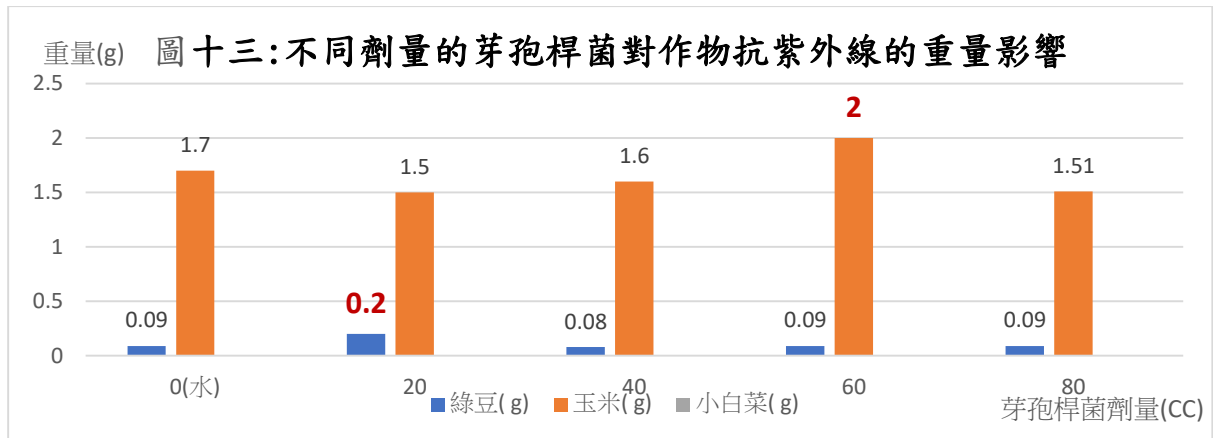
表七: 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗紫外線的存活率影響

	作物	水	20	40	60	80
存活率%	小白菜	33	0	33	0	0
	綠豆	40	40	60	20	40
	玉米	60	40	60	80	40

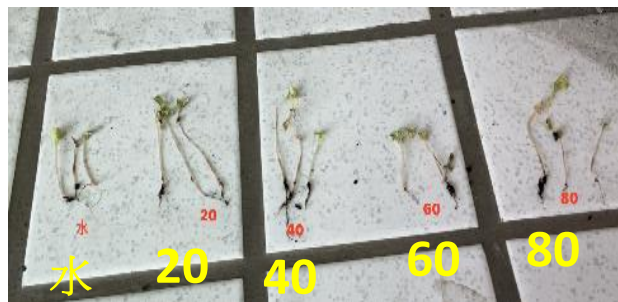


表八: 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗紫外線的重量影響

芽孢桿菌的量(cc)	綠豆(g)	玉米(g)	小白菜(g)
0(水)	0.09	1.7	<0.1
20	0.2	1.5	<0.1
40	0.08	1.6	<0.1
60	0.09	2.0	<0.1
80	0.09	1.51	<0.1



玉米抗紫外線的情形



小白菜抗紫外線的情形

【結果與討論】

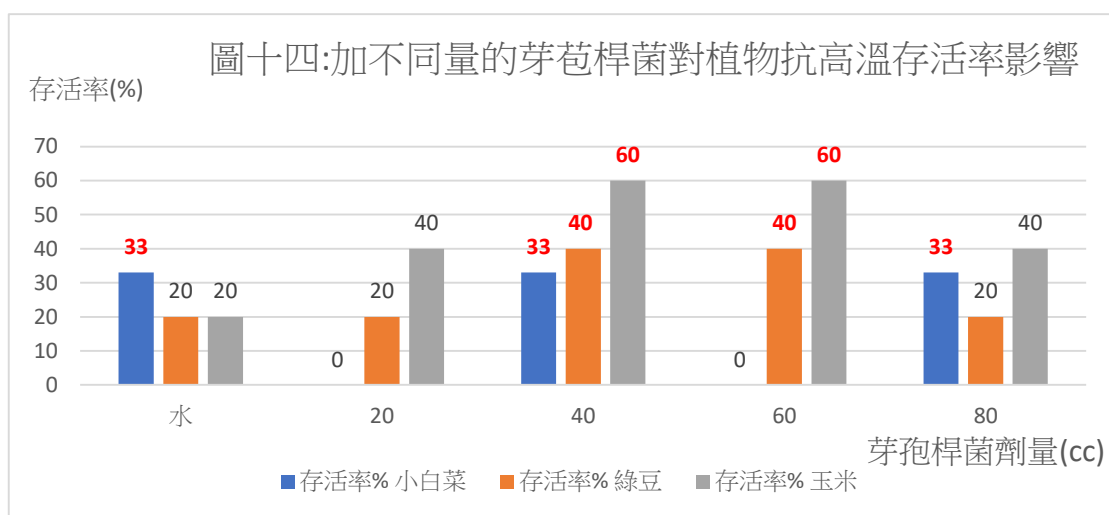
- (一)由圖十二發現對抗紫外線方面，小白菜的存活率沒有比較好，綠豆在劑量40cc的最好，存活率可達60%；玉米則是添加60cc的芽孢桿菌，效果較好，添加其他芽孢桿菌的量並沒有提升抗紫外線的效果。
- (二)在重量的增加上，綠豆則是添加20cc的芽孢桿菌效果較好，玉米則是添加量60的效果最好。
- (三)至於小白菜因為重量太小量不出來，但是從照片可以看出來20、40和80 CC的都比水長得好，也就是添加芽孢桿菌對小白菜對抗紫外線的效果非常明顯。

五、添加不同劑量的芽孢桿菌對作物抵抗高溫的影響

高溫會使植株葉綠素失去活性、阻礙光合作用正常進行，植物的器官組織受到損傷，還會使得地面水分蒸發，土壤中的水分降低，致使農作物的生長受到嚴重影響，那芽孢桿菌能否幫這作物對抗高溫呢？屏東地區夏天平均最高溫約 33°C，所以我們用持續高溫 33°C 來測試作物的耐高溫能力，實驗結果如下：

表九: 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗高溫的存活率影響

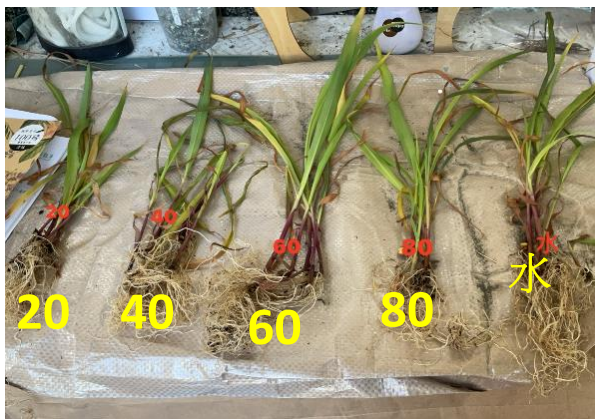
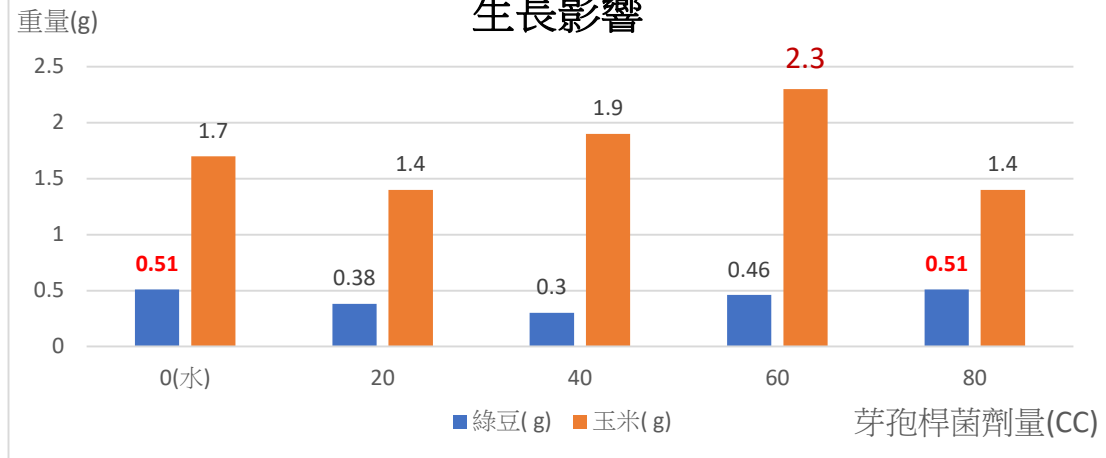
	作物	水	20	40	60	80
存活率%	小白菜	33	0	33	0	33
	綠豆	20	20	40	40	20
	玉米	20	40	60	60	40



表十: 不同劑量的芽孢桿菌對作物抗高溫的生長影響

芽孢桿菌的 量(cc)	綠豆(g)	玉米(g)
0(水)	0.51	1.7
20	0.38	1.4
40	0.3	1.9
60	0.46	2.3
80	0.51	1.4

圖十五:不同劑量的芽孢桿菌對作物抗高溫的生長影響



玉米在高溫處理後的生長情況



綠豆在高溫處理後的生長情況

【結果與討論】

- (一)在耐高溫的實驗中，我們發現發芽率，小白菜有添加芽孢桿菌的都沒有比較好，玉米和綠豆都是添加 40 和 60cc 的時候比水還要好，其他的都和水差不多。
- (二)在重量增加上，綠豆沒有比無添加的重，但是從生長的照片看起來 60 和 80 cc 都比水長得健壯，但玉米在添加 40 和 60cc 都比水好。
- (三)添加芽 40 和 60cc 芽孢桿菌對作物耐高溫還是有一定的幫助或許是我們這次設定的溫度不夠高，所以無法顯示出芽孢桿菌的作用，所以下一次的實驗可以用溫度高一點的來做測試

伍、結論

- (一)對小白菜來說芽孢桿菌的劑量 60cc 的時候發芽率最好，40 cc 的時候存活率最高，80 cc 的時候生長速度最快，最後也長得較高，60cc 和 80cc 的長的比水還要健壯。
- (二)對綠豆來講添加芽孢桿菌對其發芽率和存活率都沒有比較好，但是生長高度添加 60cc 的長得最好，生長的速度是 60cc 和 20cc 的長得比較快。
- (三)對玉米來講添加芽孢桿菌對其發芽率和存活率都沒有比較好，但是生長而言，葉子的面積在 60cc 和 80cc 的比水還要好，生長的速度也是 60cc 和 80cc 的長得比較快。
- (四)在高鹽度下，芽孢桿菌的量並不是添加越多存活率會越高，整體而言是澆 20 cc 的對三種作物來說都是最好的抗鹽劑量，三種作物添加 20 cc 芽孢桿菌的存活率都比較高。
- (五)在高鹽度下，添加芽孢桿菌對綠豆的存活率幫助最大，幾乎各種劑量都有幫助，但是對玉米，添加到 80cc 就沒幫助了。
- (六)對抗乾旱方面，小白菜的存活率有添加芽孢桿菌的都比較好，尤其是劑量 60cc 的最好，存活率可達 80%，是水的 4 倍；對綠豆則是添加 40cc 的芽孢桿菌，效果較好，玉米添加芽孢桿菌並沒有提升抗乾旱的效果。
- (七)對抗乾旱方面，重量的增加，小白菜是 80cc 的效果最好，玉米和綠豆則是添加 40cc 的芽孢桿菌，效果較好。
- (八)對抗紫外線方面，小白菜的存活率沒有比較好，綠豆在劑量 40cc 的最好，存活率可達 60%；玉米則是添加 60cc 的芽孢桿菌。
- (九)對抗紫外線方面，重量的增加，綠豆是添加 20cc 的芽孢桿菌效果較好，玉米則是添加量 60cc 的效果最好。至於小白菜從照片可以看出來 20、40 和 80cc 的都比水長得好，也就是添加芽孢桿菌對小白菜對抗紫外線的生長效果非常明顯。
- (十)在耐高溫的實驗中，我們發現發芽率只有玉米和綠豆都是添加 40 和 60cc 的時候比水還要好。
- (十一) 在耐高溫的實驗中，在重量增加上，只有玉米在添加 40 和 60cc 比水好。
- (十二) 整理添加芽孢桿菌各劑量中對三種作物的存活率最好的劑量(cc):

	發芽	存活率	耐鹽	抗旱	抗紫外線	耐高溫
小白菜	60	40	20	60	無	無幼苗
綠豆	無	無	20	40	40	40
玉米	無	無	20	無	60	60

- (十三) 整理添加芽孢桿菌各劑量中對三種作物的重量增加最好的劑量(cc):

	生長	耐鹽	抗旱	抗紫外線	耐高溫
小白菜	60、80	20	80	20、40、80	無幼苗
綠豆	60、20	80	40	20	40
玉米	60、80	60、80	40	60	60

陸、參考文獻

一、<https://trh.gase.most.ntnu.edu.tw/tw/article/content/203>

中文名:台灣研究亮點 介紹:保護植物健康的益生菌 - 蕈狀芽孢桿菌

二、<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%8E%89%E7%B1%B3>

中文名:維基百科 介紹:玉米

三、https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=production_map&id=166

中文名:農業知識入口網 介紹:小白菜

四、http://shop.polon.org.tw/plant.asp?i_id=4&sub_itemid=13

中文名:朴子市農會農特產品展售網 介紹:綠豆