中華民國第 64 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

052202

肥水不落外人田—廚餘堆肥種菜效果研究

學校名稱： 桃園市立楊梅高級中等學校

作者：	指導老師：
高一 謝佩珊	張壹荏
高一 鍾宥淇	李慧敏
高一 林宥盛	

關鍵詞： 堆肥、日照強度

肥水不落外人田—廚餘堆肥種菜效果研究

摘要

本研究旨在探討日照強度與堆肥比例對作物生長的影響，為此，我們準備了五組含有不同堆肥比例的土壤以及萵苣、茼蒿等兩種作物，並觀察兩種作物在不同日照強度下的生長情況，以及在日照強度較強的情況下，作物在不同堆肥比例的生長情形。透過實驗結果可以發現，萵苣與茼蒿在日照強度較強的情況下，會有較佳的生長情況；另外，本實驗也發現不同的植物應有各自適合的堆肥比例，因為不同植物在不同的堆肥比例下，吸收土壤營養的情況也不同，因此會導致特定作物在特定的堆肥比例下生長較好。

壹、研究動機

一、前言

「楊梅休閒農業區」是以農、漁、牧業等產業聚集的區域，其中以農業中的有機作物更為聞名。楊梅區的農業有十足的競爭力，不管在稻米、茶葉或蔬果的產業上面，表現都是其他地區無可比擬的，但近年卻因都市化及工業化的緣故，使得農業相關產業的生存空間逐漸受限。

因緣際會下，我們有幸參訪了「台塑楊梅有機農場」，在此我們接觸到有關有機農業的相關事務，並沿著有機農業這條線索，尋找到了台塑的創始人—王永慶先生。他曾說過：「廚餘回收事業，只要能做到零掩埋、零焚化，不賺錢都沒關係。」這句話是來自王永慶先生的第二個夢想—廚餘回收。王永慶先生幼年時，家裡便是使用肥料進行餵養豬，王永慶先生以此為例，提出使用廚餘來養豬，但此提案在被養豬戶否決後，使用廚餘養殖豬隻的想法便改成廚餘堆肥。王永慶先生提倡使用廚餘堆肥的主要原因，是為了解決土質酸化的問題，當化學肥料加入土壤後，不僅會讓土壤酸化及固化，在作物中殘留的亞硝酸鹽更是不計其數，對人體的傷害也是顯而易見的。

在認識有機農業及王永慶先生的故事後，我們便在思考，是否能為楊梅的有機農業貢獻一份心力？為此，我們設計了相關的實驗，希望能藉此找出日照強度對作物生長的影響，以及何種堆肥與土壤的比例最適合作物生長，若有幸在本次實驗獲得相應的成果，便能為楊梅的有機農業提供堆肥使用上的參考。

二、文獻探討

作物在生長時，會受到土壤介質的影響，譬如作物所需的氮、磷、鉀等三個元素，主要便是從土壤中取得。其中，氮元素主導著蛋白質的循環，是植物合成蛋白質的材料，由於蛋白質可用於構成植物組織及生長，因此氮元素是三個元素中最為重要的元素；磷元素的作用是讓植物結果，也是構成 DNA 的重要成分，作物在使用磷元素及儲存磷元素的過程中，會影響作物的正常生長及發育；鉀元素則是構成作物根部的重要元素，同時也能提高作物光合作用的效率，此外作物落葉中的鉀元素也會回歸土壤中，繼續供給新的作物成長（Echevarria et al., 2006）。

除了土壤外，作物的生長也會受到日照強度的影響。當日照強度過高時，會破壞作物中進行光合作用的葉綠素，進而導致合成養分的速率下降；當日照強度過低時，則會使作物本身的光合作用的效率低落，並導致成長速率下降，惟有日照強度在作物的接受範圍內，才能使作物獲得較佳的生長情況。

近年來，臺灣興起了一種汙染較低、較不破壞生態的農產品生產方式—有機農業。有機農業在法條上的定義涵括了「兩原則、三不要、四大類」，首先，「兩原則」代表有機農業施作是為了生態平衡及養分循環原理；再來，「三不要」是指不使用化學肥料、化學農藥與基因改造技術；最後，「四大類」則是指有機農業包含農作、森林、水產、畜牧等農產品生產，只要滿足上述條件便是「廣義的有機作物」（中華民國農會，2003）。

為了因應作物的生長需求，在有機農業中，常使用有機堆肥來栽種作物。有機堆肥是將生物殘體及動物排泄物，經碳氮比、水分及透氣性調配後，發酵一段時間而成。有機堆肥不管是對於作物或土壤皆帶來巨大的好處，在作物上，堆肥可以為作物帶來充分的營養；而在土壤上，堆肥可以改善土壤的性質，譬如土壤 pH 值、EC 值（泛指土壤中可溶性鹽類的數量）以及有機質含量，另外，堆肥也可以使土壤中的微生物逐漸增加，使作物對有害物質及病菌的防範能力增加（倪禮豐，1998）。

綜觀上述，有機農業有很明確的優點，譬如對環境的衝擊較小、能產出對人體危害較低的農產品等，但其仍有一定的缺陷在，譬如生產面積過小或是生產成本較高（楊雅惠，2013），如何在有限的生存空間中，創造最大的利益，便是有機農業目前需要面臨的難題。

貳、研究目的

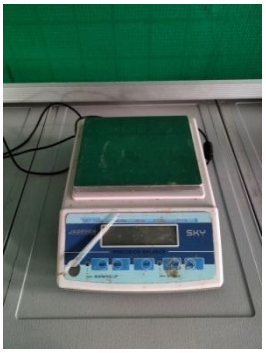
本研究旨在探討日照的強度與堆肥比例對於作物生長的影響，為此，我們準備了五組含有不同堆肥比例的土壤以及萵苣、茼蒿等兩種作物，並觀察兩種作物在不同日照強度下的生長情況，以及在日照強度較強的情況下，作物在不同堆肥比例的生長情形。因應以上配置而產生的研究問題如下：

（一）日照的強度是否會對萵苣及茼蒿生長有所影響？

（二）含有不同堆肥比例的土壤是否會對萵苣及茼蒿生長有所影響？

參、研究設備及器材

一、設備

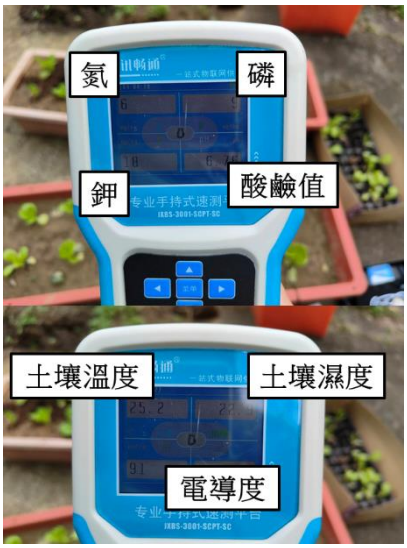
1　微量電子秤	2　電子秤	3　土壤檢測儀
		
秤量作物重量	秤量堆肥與土壤重量	測量土壤營養數值

4　鏟子	5　澆水器
	
用於作物的栽植	為作物澆水

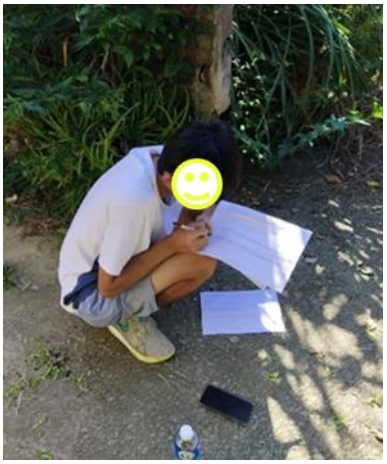
➢　土壤檢測儀的使用方法：



(1)　五針款式用於測量氮、磷、鉀濃度、酸鹼值、溫度、濕度及電導度。



(2)　利用儀器面板觀測氮、磷、鉀濃度、酸鹼值、溫度、濕度及電導度。



(3)　紀錄土壤數值。

肆、研究過程與方法

一、研究架構

本實驗的研究架構如圖 1 所示，有兩種自變項，分別為日照強度及堆肥比例，日照強度分為種植在空地（日照強度較強）及種植於廊下（日照強度較弱）等兩組，堆肥比例則共分為土壤 100%、土壤 70% + 堆肥 30%、土壤 50% + 堆肥 50%、土壤 30% + 堆肥 70%以及堆肥 100%等五組；依變項包括葉長、分葉數、根長、植株重量、土壤營養鹽；在資料收集層面，會透過土壤檢測儀進行檢測土壤營養鹽的數值，並透過直尺及微量電子秤測量植株葉長、分葉數、根長及植株重量。

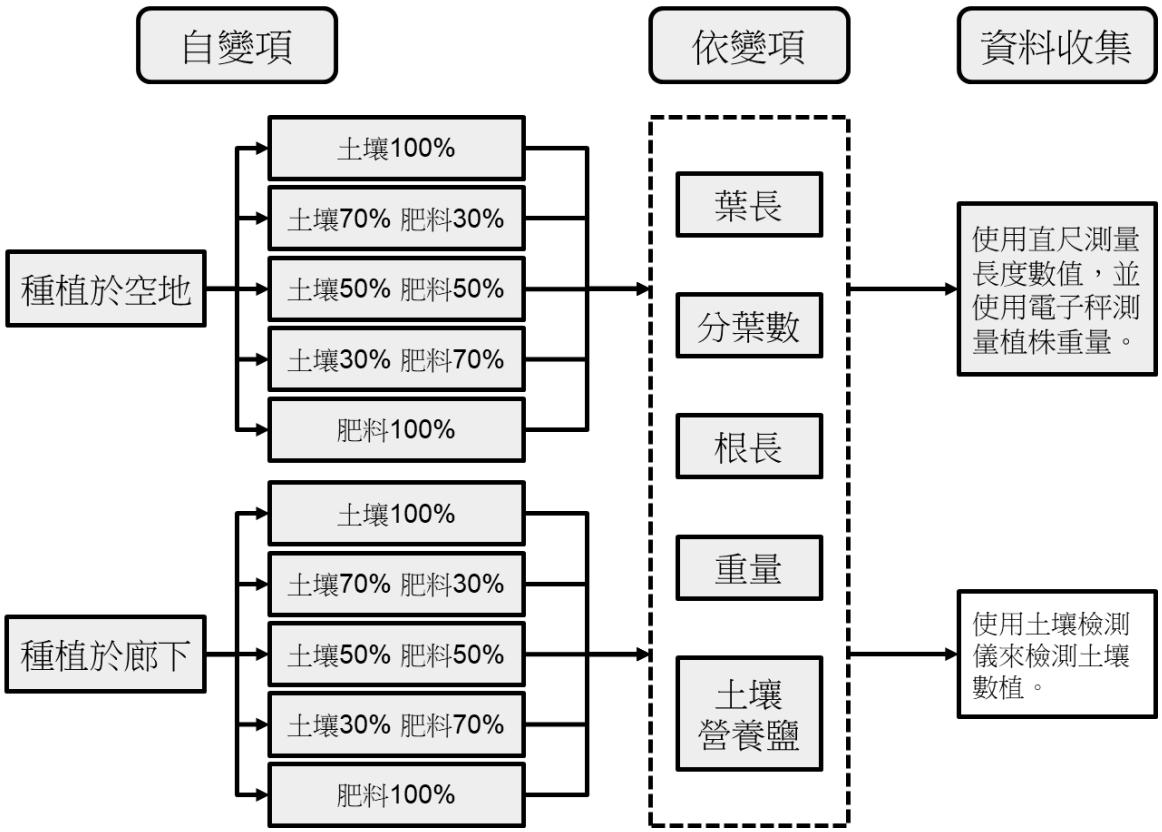


圖 1、研究架構

二、研究方法

（一）堆肥比例配置

本次實驗使用的堆肥是以廚餘為基底，加入粗糠及酵母菌後，經六個月左右發酵而成的有機肥，利用此堆肥，我們共準備五種土壤配置，詳細配置內容如下：

1. 土壤 100%：純土壤。
2. 土壤 70% + 堆肥 30%：土壤與堆肥的體積占比為 7：3。
3. 土壤 50% + 堆肥 50%：土壤與堆肥的體積占比為 1：1。
4. 土壤 30% + 堆肥 70%：土壤與堆肥的體積占比為 3：7。
5. 堆肥 100%：純堆肥。

在進行土壤配置時，會先將堆肥與土壤攪拌均勻後，再以鏟子將其鏟入盆中。

（二）研究流程

本實驗配合季節選擇了茼蒿及萵苣等兩種作物進行實驗，種植配置圖如圖 2 所示，我們會準備 A 與 B 兩個盆子，並將每個盆子劃分成三等分，在 A 盆的三等分中，依序為土壤 100%、土壤 70%+堆肥 30%及土壤 50%+堆肥 50%等三種土壤配置，而在 B 盆中則為土壤 30%+堆肥 70%及堆肥 100%等兩種土種配置，每種配置皆會種植上 12 株茼蒿（萵苣）。再來，我們會將一組盆子（A 盆+B 盆）放置在走廊，作為日照強度較低的處理，並將另一組盆子放置在空地，作為日照強度較高的處理，實際的種植流程可參考圖 3 及圖 4。

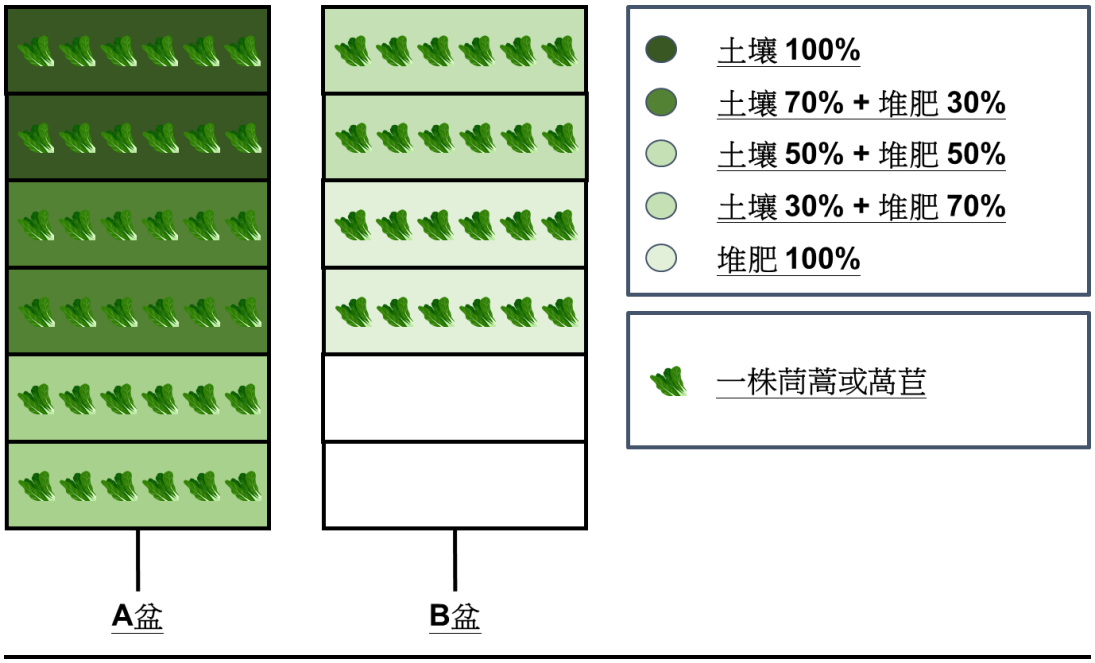


圖 2、茼蒿、萵苣的種植配置圖



圖 3、種植過程的實際照片



圖 4、作物種植配置的實際照片

在種植作物前，我們會先測量作物最初的葉長及分葉數（僅有茼蒿，萵苣則無），並對土壤進行檢測，測量內容包含土壤中含有的氮、磷、鉀、土壤濕度、溫度及酸鹼值等數值。待兩種作物收成後（茼蒿約為 5 個禮拜，萵苣則約為 3 個禮拜），除了原本就有的葉長、分葉數及土壤檢測之外，我們會額外再測量作物的根長及株重。

伍、研究結果

一、萵苣的生長情況

（一）實驗結束時的數據分析

圖 5 為實驗結束時不同日照強度下的萵苣數據分析圖，由此圖可以得知放置走廊的萵苣之平均葉長為 14.3 公分，而放置空地的萵苣則為 13.9 公分，分析結果顯示兩者的葉長並無顯著差異；放置走廊的萵苣之平均分葉數為 6.7 片，而放置空地的萵苣則為 6.8 片，分析結果顯示兩者的分葉數並無顯著差異；放置走廊的萵苣之平均根長為 9.7 公分，而放置空地的萵苣則為 16.5 公分，分析結果顯示兩者的根長具有顯著差異；放置走廊的萵苣之平均株重為 4.4 公克，而放置空地的萵苣則為 13.0 公克，分析結果顯示兩者的株重具有顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 1）。

由於放置空地的萵苣之平均根長與株重皆顯著大於放置於走廊的萵苣，因此可以推斷放置空地的萵苣之生長情況較放置走廊的萵苣佳。

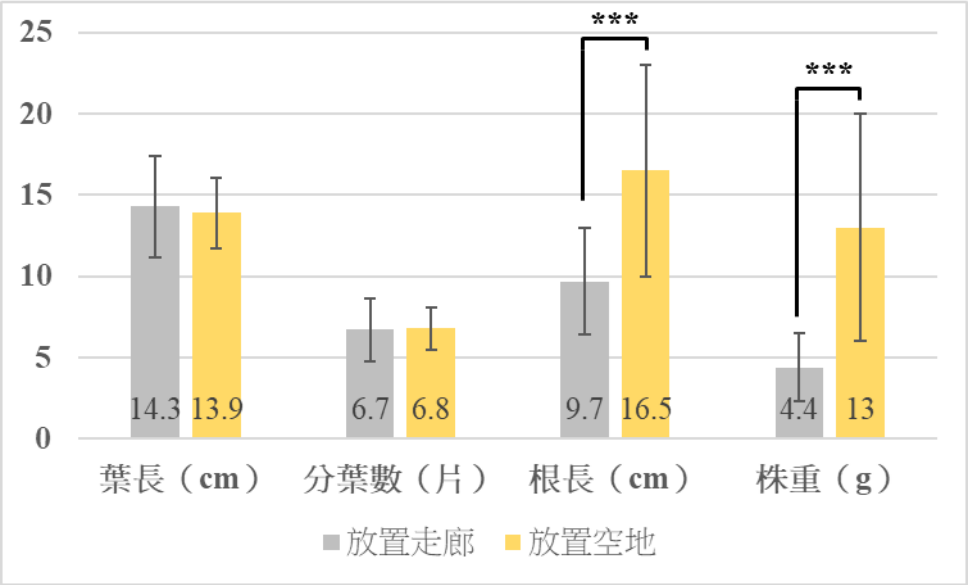


圖 5、實驗結束時不同日照強度下的萵苣數據分析圖

在本次實驗中，由於放置在走廊下的萵苣成長情況不佳，再加上一般種植作物時，會讓作物獲得充足太陽，因此，本小節會著重分析放置在空地下的萵苣生長情況，放置在走廊下的萵苣並不會列入本小節的分析中。

圖 6 及圖 7 分別為實驗結束時放置空地的萵苣數據分析圖—1、2，由這兩張圖可以得知，土壤 70%+堆肥 30%擁有最高的平均葉長，而堆肥 100%則擁有最高的平均分葉數、根長及株重，透過分析結果可以得知，五種土壤配置不管是平均葉長、分葉數、根長及株種，皆

具有顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 2），而透過事後分析結果則可以發現，土壤 70%+堆肥 30%的平均葉長顯著大於土壤 100%及堆肥 100%；堆肥 100%的平均分葉數顯著大於其他土壤配置；堆肥 100%的平均根長顯著大於土壤 100%、土壤 70%+堆肥 30%及土壤 50%+堆肥 50%；而堆肥 100%的平均株重則顯著大於土壤 100%及土壤 50%+堆肥 50%（詳細的分析結果請參考附錄 3）。

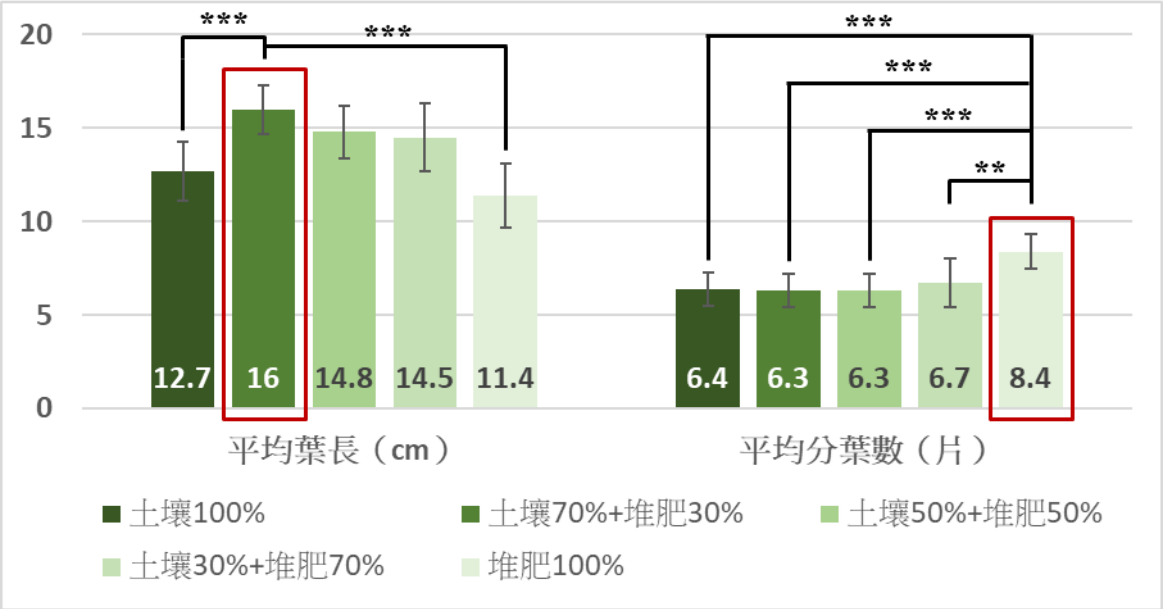


圖 6、實驗結束時放置空地的萵苣數據分析圖—1

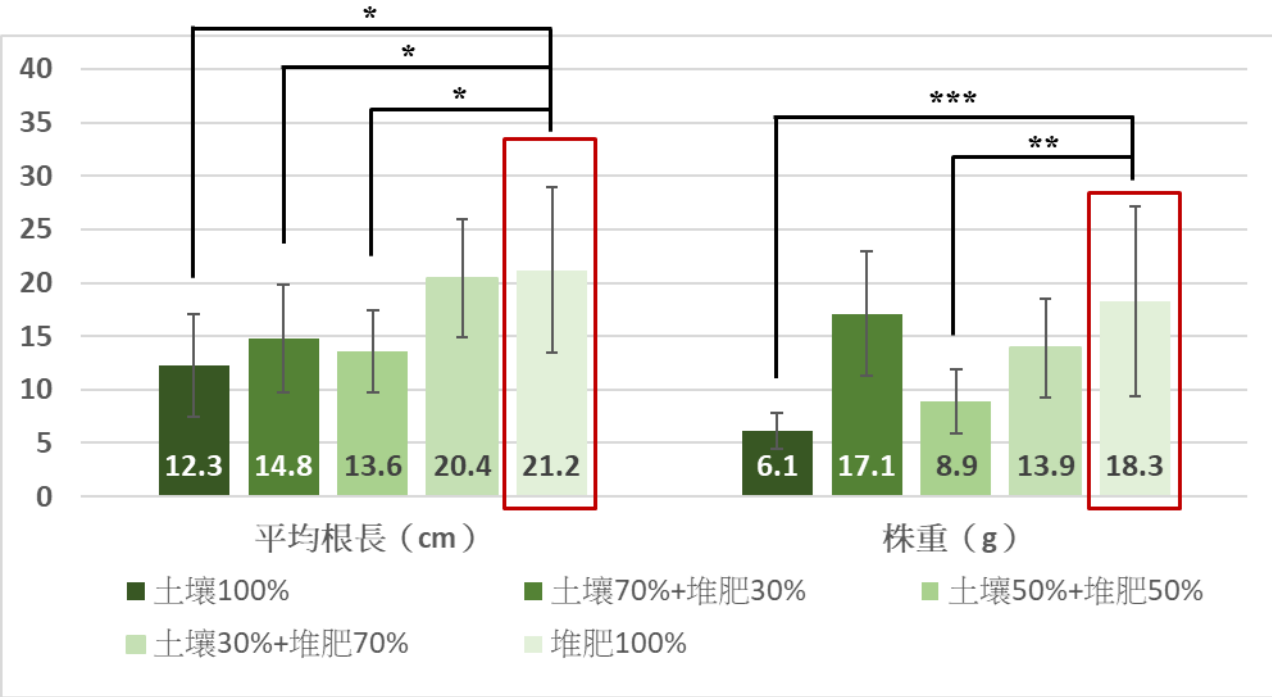


圖 7、實驗結束時放置空地的萵苣數據分析圖—2

（二）放置空地的土壤分析結果

表 1 及 2 為實驗開始時及實驗結束時放置空地的土壤（種植萵苣）數據分析表，根據數據可以發現與實驗開始時相比，除了土壤 50% + 堆肥 50%的 N、P 及 K 濃度有小幅度上升之外，其他土壤類型的 N、P 及 K 濃度皆有明顯下降。

表 1、實驗開始時放置空地的土壤（種植萵苣）數據分析表

	溫度	Ph 值	濕度	N 濃度（mg/L）	P 濃度（mg/L）	K 濃度（mg/L）
土壤 100%	20.7	6.7	19.8	29	42	84
土壤 70% + 堆肥 30%	19.9	6.7	8.8	35	50	100
土壤 50% + 堆肥 50%	19.9	6.7	13.4	18	26	53
土壤 30% + 堆肥 70%	19.9	6.6	12.5	8	12	24
堆肥 100%	20.3	6.4	0.0	17	25	51

表 2、實驗結束時放置空地的土壤（種植萵苣）數據分析表

	溫度	Ph 值	濕度	N 濃度（mg/L）	P 濃度（mg/L）	K 濃度（mg/L）
土壤 100%	18.6	6.5	22.8	25	36	73
土壤 70% + 堆肥 30%	18.0	6.6	14.7	4	6	12
土壤 50% + 堆肥 50%	17.6	6.5	22.3	20	28	56
土壤 30% + 堆肥 70%	17.2	6.5	8.8	6	9	19
堆肥 100%	17.2	6.3	1.3	2	7	7

圖 8 為置於空地的土壤（種植萵苣）之 N、P、K 濃度變化比較圖，此圖是以土壤 100%的 N、P、K 下降濃度為基準，來換算不同土壤配置的 N、P、K 濃度下降情況，譬如若將土壤 100%的 N 濃度下降數值定義為 1 倍，堆肥 100%的 N 濃度下降數值便是土壤 100%的 3.8 倍。由此圖可以得知，萵苣成長情況較好的土壤配置，也就是土壤 70%+堆肥 30%以及堆肥 100%，皆具有不錯的 N、P、K 消耗情況，土壤 70%+堆肥 30%的 N、P、K 下降倍率分別為土壤 100%的 7.8、7.3 及 8 倍，而堆肥 100%則分別為 3.8、3 及 4 倍。

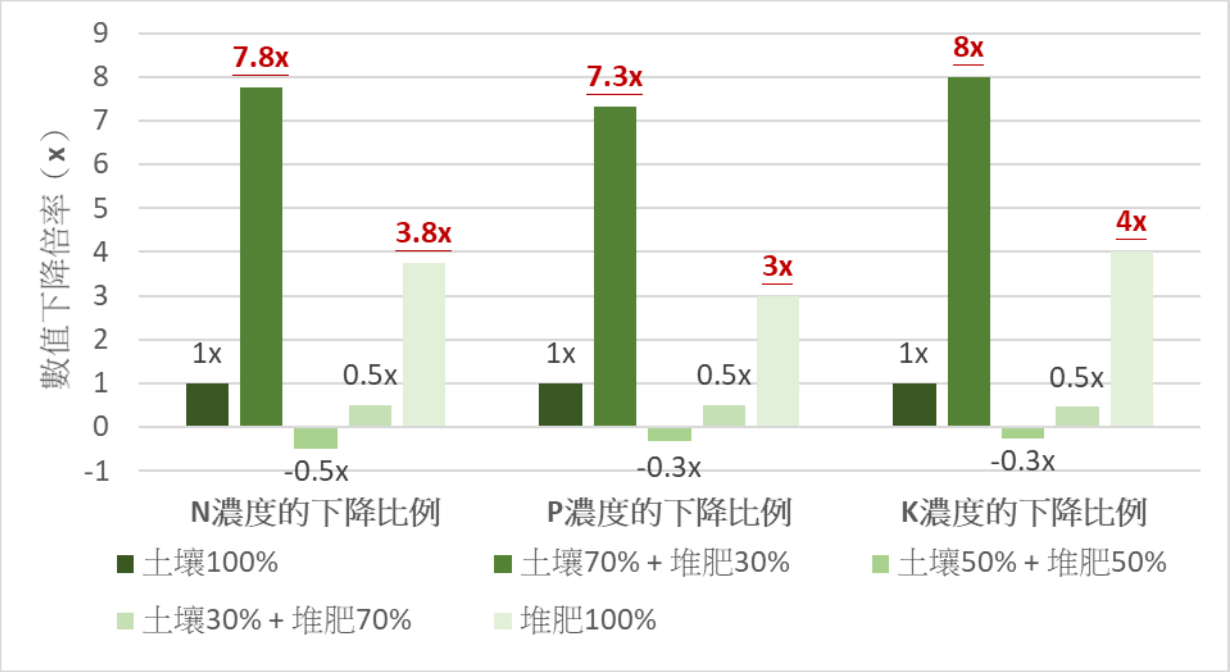


圖 8、置於空地的土壤（種植萵苣）之 N、P、K 濃度變化比較圖

二、茼蒿的生長情況

（一）實驗結束時的數據分析

在開始實驗時，透過分析結果可以發現，放置在走廊的茼蒿之葉長、分葉數與放置在空地的茼蒿並無顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 4）；且放置空地的五種土壤配置之茼蒿平均葉長及分葉數也皆無顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 5）。

圖 9 為實驗結束時不同日照強度下的茼蒿數據分析圖，由此圖可以得知放置走廊的茼蒿之平均葉長為 6.3 公分，而放置空地的茼蒿則為 9.2 公分，分析結果顯示兩者的葉長並無顯著差異；放置走廊的茼蒿之平均分葉數為 10.6 片，而放置空地的茼蒿則為 14.2 片，分析結果顯示兩者的分葉數具有顯著差異；放置走廊的茼蒿之平均根長為 9.5 公分，而放置空地的茼蒿則為 13.7 公分，分析結果顯示兩者的根長並無顯著差異；放置走廊的茼蒿之平均株重為 3.9 公克，而放置空地的茼蒿則為 12.6 公克，分析結果顯示兩者的株重具有顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 6）。

由於放置空地的茼蒿之平均分葉數與株重皆顯著大於放置於走廊的茼蒿，因此可以推斷放置空地的茼蒿之生長情況較放置走廊的茼蒿佳。

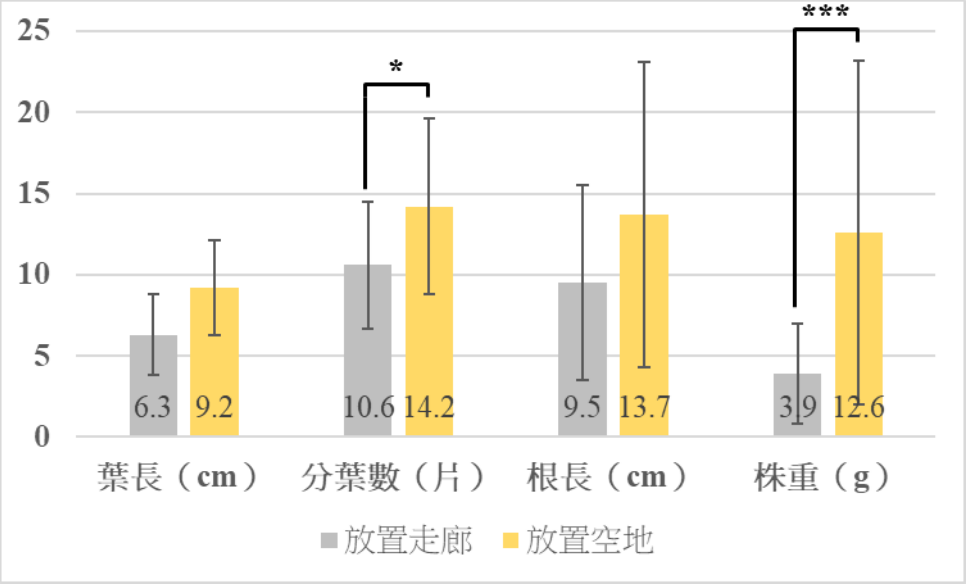


圖 9、實驗結束時不同日照強度下的茼蒿數據分析圖

在本次實驗中，由於放置在走廊下的茼蒿成長情況不佳，再加上一般種植作物時，會讓作物獲得充足太陽，因此，本小節會著重分析放置在空地下的茼蒿生長情況，放置在走廊下的茼蒿並不會列入本小節的分析中。

圖 10 及圖 11 為實驗結束時放置空地的茼蒿數據分析圖—1、2，由這兩張圖可以得知，堆肥 100%擁有最高的平均葉長、分葉數、根長及株重，透過分析結果可以得知，五種土壤配置不管是平均葉長、分葉數、根長及株種，皆具有顯著差異（詳細的分析結果請參考附錄 7），而透過事後分析結果則可以發現堆肥 100%的平均葉長顯著大於土壤 100%、土壤 70%+堆肥 30%及土壤 30%+堆肥 70%；堆肥 100%的平均分葉數顯著大於土壤 100%及土壤 50%+堆肥 50%；堆肥 100%的平均根長顯著大於土壤 100%、土壤 50%+堆肥 50%及土壤 30%+堆肥 70%；而堆肥 100%的平均株重則顯著大於其他土壤配置（詳細的分析結果請參考附錄 8）。

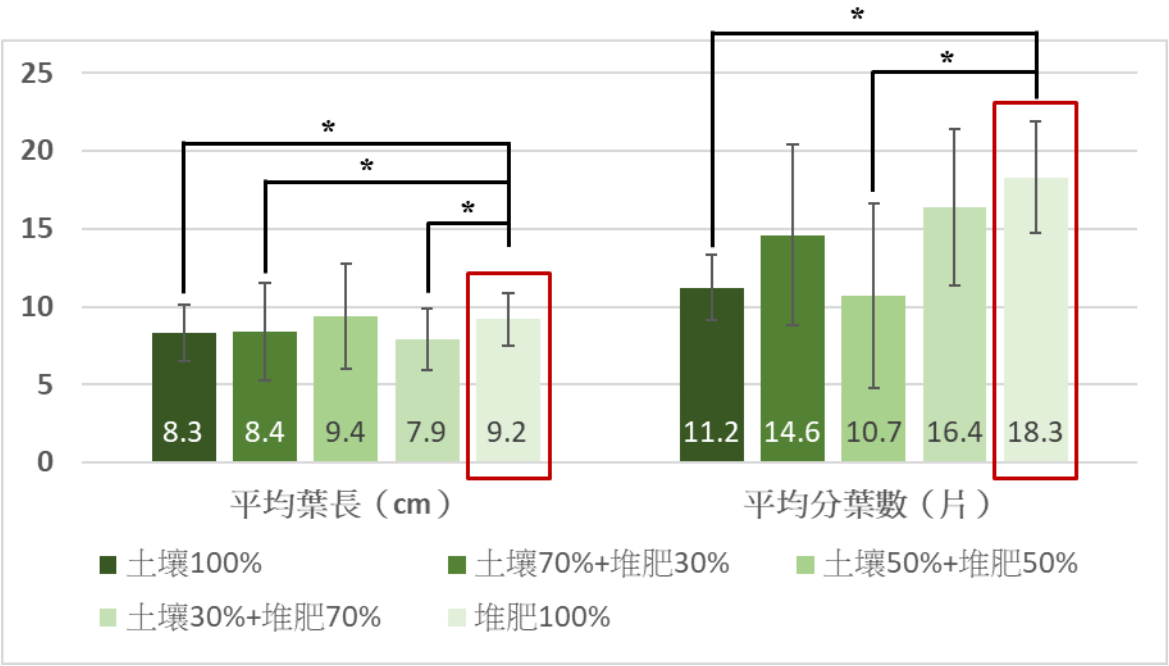


圖 10、實驗結束時放置空地的茼蒿數據分析圖—1

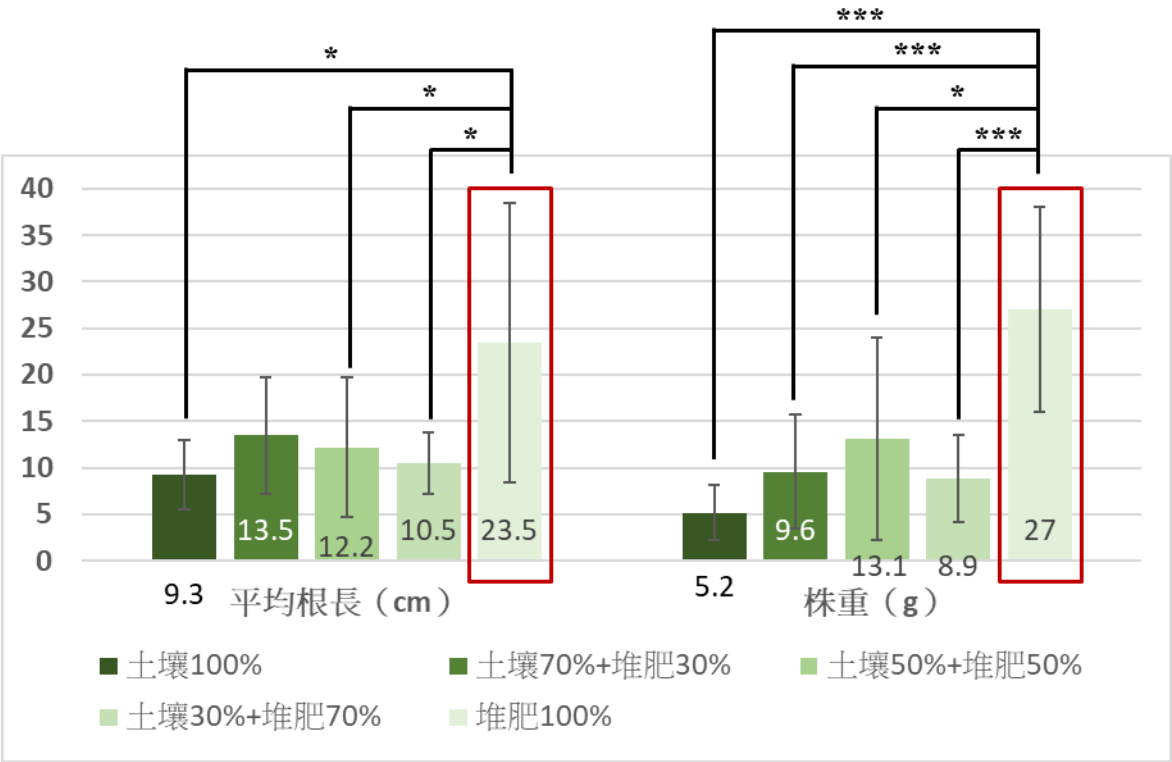


圖 11、實驗結束時放置空地的茼蒿數據分析圖—2

（三）放置空地的土壤分析結果

表 3 及 4 為實驗開始時及實驗結束時放置空地的土壤數據分析表，根據數據可以發現與實驗開始時相比，所有土壤類型的 N、P 及 K 濃度都有明顯下降。

表 3、實驗開始時放置空地的土壤數據分析表

	溫度	Ph 值	濕度	N 濃度（mg/L）	P 濃度（mg/L）	K 濃度（mg/L）
土壤 100%	25.2	6.2	15.9	18	25	50
土壤 70% + 堆肥 30%	24.8	6.6	3.0	32	46	92
土壤 50% + 堆肥 50%	24.5	7.0	13.2	31	44	89
土壤 30% + 堆肥 70%	24.5	6.3	11.9	10	31	63
堆肥 100%	24.5	6.4	0.0	32	44	89

表 4、實驗結束時放置空地的土壤數據分析表

	溫度	Ph 值	濕度	N 濃度（mg/L）	P 濃度（mg/L）	K 濃度（mg/L）
土壤 100%	17.5	7.4	36.3	14	20	40
土壤 70% + 堆肥 30%	17.5	7.2	28.3	4	6	13
土壤 50% + 堆肥 50%	17.7	7.4	32.3	9	13	26
土壤 30% + 堆肥 70%	17.9	7.4	22.3	5	7	14
堆肥 100%	18.2	6.4	17.5	1	1	3

圖 12 為置於空地的土壤（種植茼蒿）之 N、P、K 濃度變化比較圖，此圖是以土壤 100%的 N、P、K 下降濃度為基準，來換算不同土壤配置的 N、P、K 濃度下降情況，譬如若將土壤 100%的 N 濃度下降數值定義為 1 倍，堆肥 100%的 N 濃度下降數值便是土壤 100%的 7.8 倍。由此圖可以得知，茼蒿成長情況較好的土壤配置，也就是堆肥 100%，具有不錯的 N、P、K 消耗情況，其 N、P、K 下降倍率分別為土壤 100%的 7.8、8.6、8.6 倍。

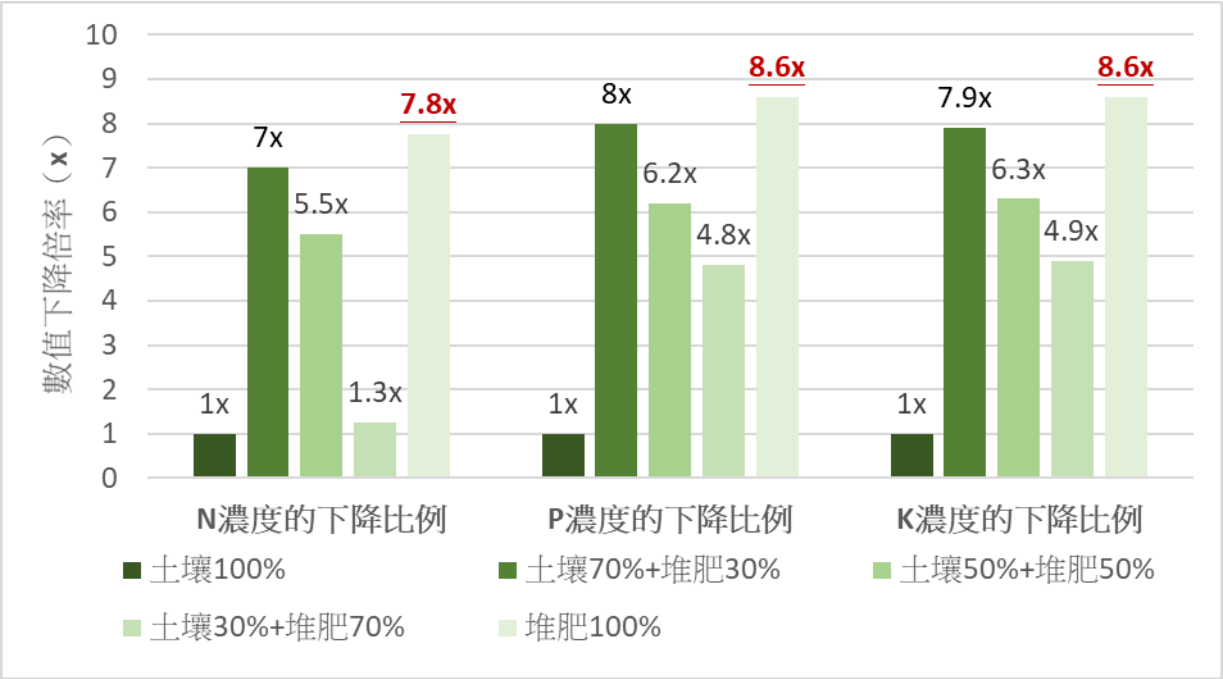


圖 12、置於空地的土壤（種植茼蒿）之 N、P、K 濃度變化比較圖

陸、討論

一、日照強度對作物生長的影響

透過本次實驗數據，可以發現在實驗結束時，放置在空地的萵苣之平均根長與株重皆顯著大於放置於走廊的萵苣，且放置在空地的茼蒿之平均分葉數與株重皆顯著大於放置於走廊的茼蒿，上述結果說明在日照強度較強的情況下，作物會有更好的生長情況。

植物的一生不論是從種子發芽、植株生長到開花結果，這些過程中都不能缺少陽光，植物透過陽光進行光合作用，只要光越強，就代表光合作用愈強烈，植物的成長就會愈好，吸收能力也變得更加強力。本次實驗之所以會有這樣的結果，可能便是因為種植在空地的作物，光照強度比較高，進而使得作物的光合作用效率較高、吸收能力增強，而獲得較佳的生長情況；而種植在空地的作物，由於光照強度較弱，使得光合作用效率不彰，生長情況也就不如種植在空地的作物。

二、不同堆肥比例對土壤的影響

本實驗要研究的其中一個問題，是討論堆肥比例的高低對作物的影響，原先預期隨著堆肥比例越高，會導致土壤中的氮、磷、鉀濃度越高，但根據本次實驗的結果，可以發現土壤中的氮、磷、鉀濃度在堆肥比例越高的情況下，並沒有隨著提升，譬如放置在空地的土壤（種植茼蒿）的氮濃度，在實驗開始時，土壤 100%、土壤 70%+堆肥 30%、土壤 50%+堆肥 50%、土壤 30%+堆肥 70%及堆肥 100%分別為 18、32、31、10、32 mg/L，除了氮濃度之外，磷與鉀濃度也呈現相似的情況。

本研究認為導致上述情況的原因，可能與有機肥料的製程有關，有機肥料的製作過程常以有機物發酵而成，譬如本次實驗所使用的有機肥便是以廚餘、粗糠作為原料，由於是以天然材料發酵而成，因此在成份配比上並不會像化學肥料般精確，這也解釋了為何在本次實驗中，土壤的氮、磷、鉀濃度不隨堆肥比例升高而升高。

透過本次的實驗結果，可以提醒農民在施加有機肥時，堆肥施加的量與獲得養分之間的關係，隨時監測土壤情況並因應土壤數值去做調整，會是在施加有機肥時更好的做法。

三、不同堆肥比例對作物生長的影響

在本次實驗中，由於放置在走廊下的作物成長情況不佳，再加上一般種植情況會讓作物獲得充足太陽，因此，本小節會著重討論不同堆肥比例對放置在空地下作物的影響，放置在走廊下的作物並不會列入本小節的討論中。

藉由比較種植在不同堆肥比例的萵苣生長情況，則可以發現生長在土壤 70% + 堆肥 30%

以及堆肥 100%的萵苣具有較佳的生長情況，此結果說明土壤 70% + 堆肥 30%以及堆肥 100%的土壤配置較適合萵苣生長。本研究認為造成此結果的原因主要與養分吸收的情況有關，透過比較實驗結束前後養分下降的情況，可以發現土壤 70%+堆肥 30%的 N、P、K 下降倍率分別為土壤 100%的 7.75、7.3 及 8 倍，而堆肥 100%則分別為 3.75、3 及 4 倍，上述情況說明生長於土壤 70% + 堆肥 30%及堆肥 100%的茼蒿吸收了更多土壤的養分，並藉此促進了生長情況。

而透過比較種植在不同堆肥比例的茼蒿生長情況，可以發現生長在堆肥 100%的茼蒿擁有較佳的生長情況。本實驗推測生長在堆肥比例最高的茼蒿能獲得最佳生長情況的原因有二，第一，在實驗初期，堆肥 100%的土壤配置擁有較高的 N、P、K 濃度，與之相近的還有土壤 30% + 堆肥 70%以及土壤 50% + 堆肥 50%，但在實驗結束時，堆肥 100%的土壤配置卻擁有最低的 N、P、K 濃度，也就是說，堆肥 100%擁有最高的 N、P、K 濃度下降數值，此結果顯示生長在堆肥 100%的茼蒿能更好吸收並利用土壤中的養分，進而獲得較佳的生長情況；第二，有機肥料能夠改善土壤結構並增加土壤通氣性及保水力，此外有機肥料還能促進土壤中的益菌生長（李銘全，2008），以上優點皆能為作物帶來良好的生存環境，也因此，生長於堆肥 100%的茼蒿其生長情況較佳。

綜觀上述，本研究發現不同的植物應有各自適合的堆肥比例，因為不同植物在不同的堆肥比例下，吸收土壤營養的情況也不同，因此會導致特定作物在特定的堆肥比例下擁有較佳的生長情形。

柒、結論

本實驗的初衷在於探討日照強度及堆肥比例對作物的影響，為此，我們設計了相關的實驗，並在實驗中得出三個結論，第一，在日照強度較強的情況下，作物會有較好的生長情況；第二，堆肥的比例並不與土壤中的 N、P、K 濃度呈正相關；第三，不同的植物適合不同的堆肥比例，這與植物吸收土壤養分的情況有關。

本實驗到此暫告一個段落，在實驗中我們發現許多未來進行此實驗時，可以改善並深入研究的地方。首先，在堆肥部分，我們這次實驗所使用的有機堆肥只有一種，若是使用不同種的堆肥，作物的成長是否會有差別？再來，在挑選作物的層面，由於我們配合季節因素選擇了萵苣及茼蒿兩種作物進行實驗，因此，下次可選擇不同作物進行耕種，來看看實驗數據是否會大幅更動；第三，在本實驗中，我們所種植的樣本數量過少，在下次實驗中，可以增加作物的數量，以便增加實驗的可信度；最後，由於本次實驗發現作物的生長情況與吸收土壤養分的情形有關，下次可將此當作實驗的變因，看看吸收土壤養分的情形是否會對作物生長造成影響。

捌、參考文獻與資料

Echevarria G, Massoura ST, Sterckeman T, Becquer T, Schwartz C, Morel JL. Assessment and control of the bioavailability of nickel in soils. Environ Toxicol Chem.

倪禮豐（1998）。農場堆肥製作方法。花蓮區農業專訊，26 期。

李銘全（2008）。化學肥料與有機肥的施用時機與優缺點？蓮霧主題館。2024 年 2 月 14 日，取自：https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=19751

楊雅惠（2013）。我國有機農業發展及經營特性分析。主計月刊。

中華民國農會（2023）。一張圖搞懂有機農業和友善耕作。出版地：農友月刊。

註：整份作品中的照片及圖片均為作者親自拍攝、製作。

玖、附錄

附錄 1、實驗結束時萵苣葉長、分葉數、根長、株重之獨立樣本 T 檢定分析摘要表

		數量	平均值	標準差	自由度	*t* 值	*p* 值
葉長	放置走廊	58	14.3	3.1	115	0.842	0.083
	放置空地	59	13.9	2.2			
分葉數	放置走廊	58	6.7	1.9	115	-0.539	0.414
	放置空地	59	6.8	1.3			
根長	放置走廊	58	9.7	3.3	87.159	-7.233	0.000
	放置空地	59	16.5	6.5			
株重	放置走廊	58	4.4	2.1	68.757	-8.993	0.000
	放置空地	59	13.0	7.0			

附錄 2、實驗結束時放置於空地的萵苣葉長、分葉數、根長、株重之單因子獨立變異數分析摘要表

		數量	平均值	標準差	*F* 值	*p* 值
葉長	土壤 100%	11	12.7	1.6	16.107	.000
	土壤 70%+堆肥 30%	12	16.0	1.3		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	14.8	1.4		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	14.5	1.8		
	堆肥 100%	12	11.4	1.7		
分葉數	土壤 100%	11	6.4	0.9	9.808	.000
	土壤 70%+堆肥 30%	12	6.3	0.9		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	6.3	0.9		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	6.7	1.3		
	堆肥 100%	12	8.4	0.9		
根長	土壤 100%	11	12.3	4.8	6.310	.000
	土壤 70%+堆肥 30%	12	14.8	5.0		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	13.6	3.8		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	20.4	5.5		
	堆肥 100%	12	21.2	7.7		
株重	土壤 100%	11	6.1	1.7	10.806	.000
	土壤 70%+堆肥 30%	12	17.1	5.8		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	8.9	3.0		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	13.9	4.6		
	堆肥 100%	12	18.3	8.9		

附錄 3、實驗結束時放置於空地的萵苣葉長、分葉數、根長、株重之事後分析摘要表

	(I) 組別	(J) 組別	*p* 值		(I) 組別	(J) 組別	*p* 值
葉長	土壤 70%+堆肥 30%	土壤 100%	.000	分葉數	堆肥 100%	土壤 100%	.000
		土壤 50%+堆肥 50%	.390			土壤 70%+堆肥 30%	.000
		土壤 30%+堆肥 70%	.198			土壤 50%+堆肥 50%	.000
		堆肥 100%	.000			土壤 30%+堆肥 70%	.001
	(I) 組別	(J) 組別	*p* 值		(I) 組別	(J) 組別	*p* 值
根長	堆肥 100%	土壤 100%	.003	株重	堆肥 100%	土壤 100%	.000
		土壤 70%+堆肥 30%	.048			土壤 70%+堆肥 30%	.982
		土壤 50%+堆肥 50%	.011			土壤 50%+堆肥 50%	.001
		土壤 30%+堆肥 70%	.995			土壤 30%+堆肥 70%	.284

附錄 4、實驗開始時茼蒿葉長、分葉數之獨立樣本 T 檢定分析摘要表

		數量	平均值	標準差	自由度	*t* 值	*p* 值
葉長	放置走廊	60	2.6	1.18	118	-2.385	.407
	放置空地	60	3.2	1.31			
分葉數	放置走廊	60	2.8	0.94	118	-0.377	.361
	放置空地	60	2.9	1.00			

附錄 5、實驗開始時放置於空地的茼蒿葉長、分葉數之單因子獨立變異數分析摘要表

		數量	平均值	標準差	*F* 值	*p* 值
葉長	土壤 100%	12	3.0	1.2	0.830	.512
	土壤 70%+堆肥 30%	12	3.0	1.1		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	3.6	1.3		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	2.8	1.3		
	堆肥 100%	12	3.4	1.5		
分葉數	土壤 100%	12	2.7	0.9	0.550	.700
	土壤 70%+堆肥 30%	12	2.7	0.8		
	土壤 50%+堆肥 50%	12	3.0	1.0		
	土壤 30%+堆肥 70%	12	2.8	1.0		
	堆肥 100%	12	3.2	1.3		

附錄 6、實驗結束時茼蒿葉長、分葉數、根長、株重之獨立樣本 T 檢定分析摘要表

		數量	平均值	標準差	自由度	*t* 值	*p* 值
葉長	放置走廊	47	6.3	2.5	97	-5.42	.118
	放置空地	52	9.2	2.9			
分葉數	放置走廊	47	10.6	3.9	92.57	-3.83	.014
	放置空地	52	14.2	5.4			
根長	放置走廊	47	9.5	6.0	97	-2.67	.320
	放置空地	52	13.7	9.4			
株重	放置走廊	47	3.9	3.1	60.64	-5.64	.000
	放置空地	52	12.6	10.6			

附錄 7、實驗結束時放置於空地的茼蒿葉長、分葉數、根長、株重之單因子獨立變異數分析摘要表

		數量	平均值	標準差	*F* 值	*p* 值
葉長	土壤 100%	11	8.3	1.8	5.530	.001
	土壤 70%+堆肥 30%	11	8.4	3.1		
	土壤 50%+堆肥 50%	10	9.4	3.4		
	土壤 30%+堆肥 70%	10	7.9	2.0		
	堆肥 100%	10	9.2	1.7		
分葉數	土壤 100%	11	11.2	2.1	4.972	.002
	土壤 70%+堆肥 30%	11	14.6	5.8		
	土壤 50%+堆肥 50%	10	10.7	5.9		
	土壤 30%+堆肥 70%	10	16.4	5.0		
	堆肥 100%	10	18.3	3.6		
根長	土壤 100%	11	9.3	3.7	4.796	.003
	土壤 70%+堆肥 30%	11	13.5	6.3		
	土壤 50%+堆肥 50%	10	12.2	7.5		
	土壤 30%+堆肥 70%	10	10.5	3.3		
	堆肥 100%	10	23.5	15.0		
株重	土壤 100%	11	5.2	2.9	12.241	.000
	土壤 70%+堆肥 30%	11	9.6	6.1		
	土壤 50%+堆肥 50%	10	13.1	10.9		
	土壤 30%+堆肥 70%	10	8.9	4.7		
	堆肥 100%	10	27.0	11.0		

附錄 **8**、實驗結束時放置於空地的茼蒿葉長、分葉數、根長、株重之事後分析摘要表

	(I) 組別	(J) 組別	*p* 值		(I) 組別	(J) 組別	*p* 值
葉長	堆肥 100%	土壤 100%	.004	分葉數	堆肥 100%	土壤 100%	.010
		土壤 70%+ 堆肥 30%	.005			土壤 70%+ 堆肥 30%	.397
		土壤 50%+ 堆肥 50%	.070			土壤 50%+ 堆肥 50%	.006
		土壤 30%+ 堆肥 70%	.002			土壤 30%+ 堆肥 70%	.895
	(I) 組別	(J) 組別	*p* 值		(I) 組別	(J) 組別	*p* 值
根長	堆肥 100%	土壤 100%	.002	株重	堆肥 100%	土壤 100%	.000
		土壤 70%+ 堆肥 30%	.056			土壤 70%+ 堆肥 30%	.000
		土壤 50%+ 堆肥 50%	.028			土壤 50%+ 堆肥 50%	.002
		土壤 30%+ 堆肥 70%	.008			土壤 30%+ 堆肥 70%	.000

【評語】052202

1. 本研究探討日照強度與堆肥比例對作物（茼蒿及萵苣）生長的影響。堆肥之背景資料不夠詳細，僅說明堆肥是以廚餘為基底，加入粗糠及酵母菌後經 6 個月左右發酵。廚餘之組成？堆肥與粗糖之比例？均未說明。土壤的氮、磷、鉀濃度不隨堆肥比例升高而升高，其可能原因亦未見說明。不同土壤與堆肥配合比例之試因，放於同一栽培盆，恐會互相影響，應放於不同栽培盆內。

2. 試驗結果因誤差太大，結果不太可靠，較無參考價值。

3. 使用之測定儀器可能準確度有誤，如 100%堆肥之含水量卻為 0%。

4. 討論應多引用其他學者之研究結果進行比較。

作品簡報



肥水不落外人田—廚餘堆肥種菜效果研究

摘要

本研究旨在探討日照強度與堆肥比例對作物生長的影響，為此，我們準備了五組含有不同堆肥比例的土壤以及萵苣、茼蒿等兩種作物，並觀察兩種作物在不同日照強度下的生長情況，以及在日照強度較強的情況下，作物在不同堆肥比例的生長情形。透過實驗結果可以發現，萵苣與茼蒿在日照強度較強的情況下，會有較佳的生長情況；另外，本實驗也發現不同的植物應有各自適合的堆肥比例，因為不同植物在不同的堆肥比例下，吸收土壤營養的情況也不同，因此會導致特定作物在特定的堆肥比例下生長較好。

研究動機

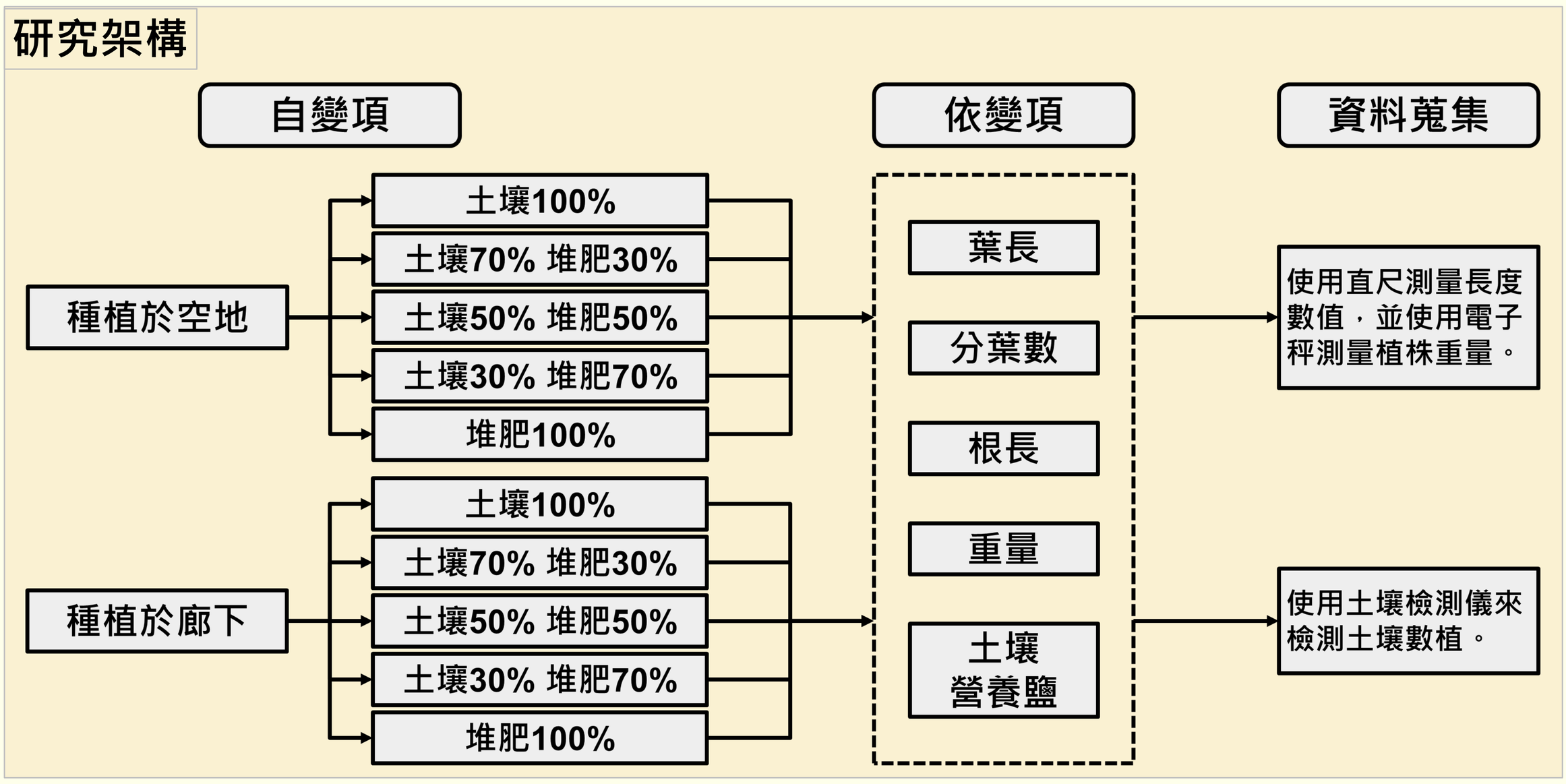
有機農業常使用有機堆肥來栽種作物，有機堆肥是將生物殘體及動物排泄物經調配後，發酵一段時間而成，堆肥可以為作物帶來充分的營養，並使土壤有益作物的微生物增加。有機農業有很明確的優點，但仍有缺點，譬如生產面積過小或是生產成本較高。有鑑於有機農業對環境的好處，本實驗便想在有限的條件中，找出能創造最大利益的種植條件，為楊梅的有機農業貢獻一份心力。

研究問題

本研究旨在探討日照的強度與堆肥比例對於作物生長的影響，為此，我們準備了五組含有不同堆肥比例的土壤以及萵苣、茼蒿等兩種作物，並觀察兩種作物在不同日照強度下的生長情況，以及在日照強度較強的情況下，作物在不同堆肥比例的生長情形。因應以上配置而產生的研究問題如下：

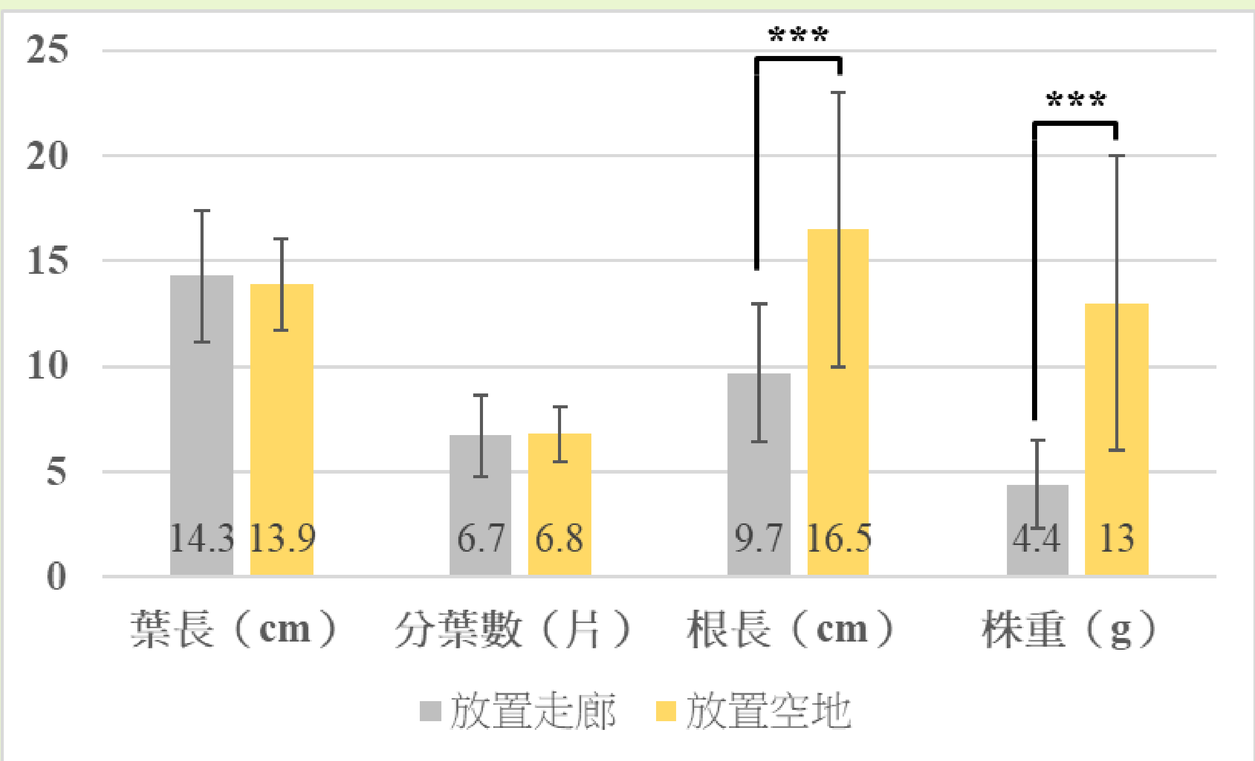
一、日照的強度是否會對茼蒿及萵苣生長有所影響？
二、含有不同堆肥比例的土壤是否會對茼蒿及萵苣生長有所影響？

研究方法



研究結果

一、不同日照強度下，萵苣生長數據分析

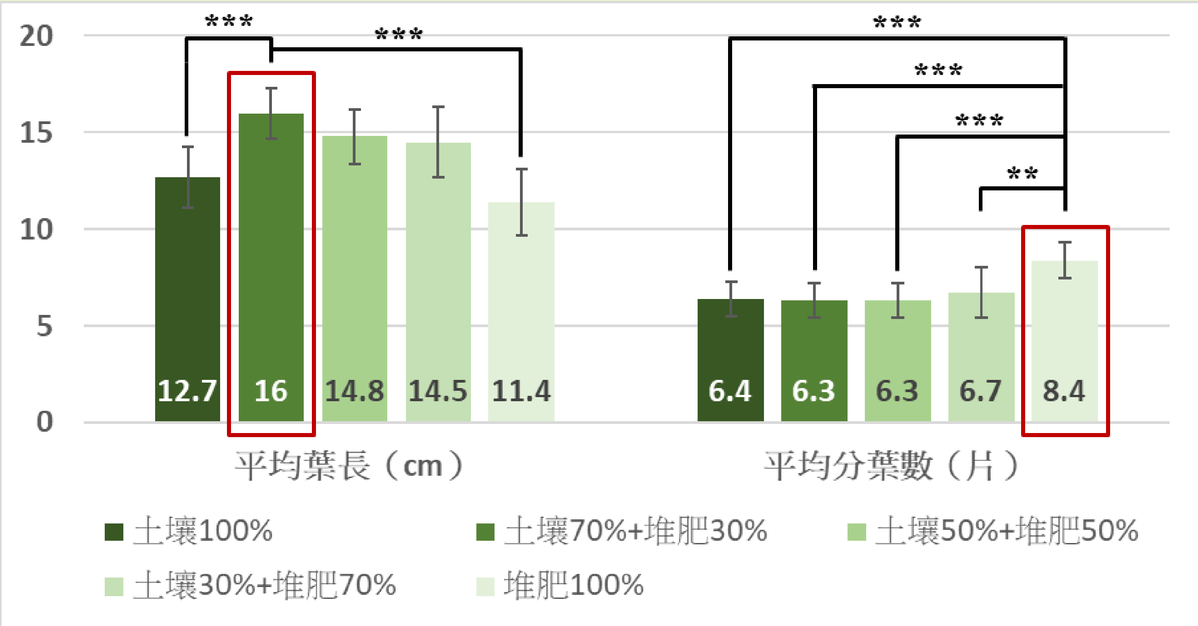


1. 放置在空地的萵苣之平均根長與株重顯著大於放置在走廊的萵苣。
2. 放置在空地的萵苣之平均葉長、分葉數與放置在走廊的萵苣無顯著差異。

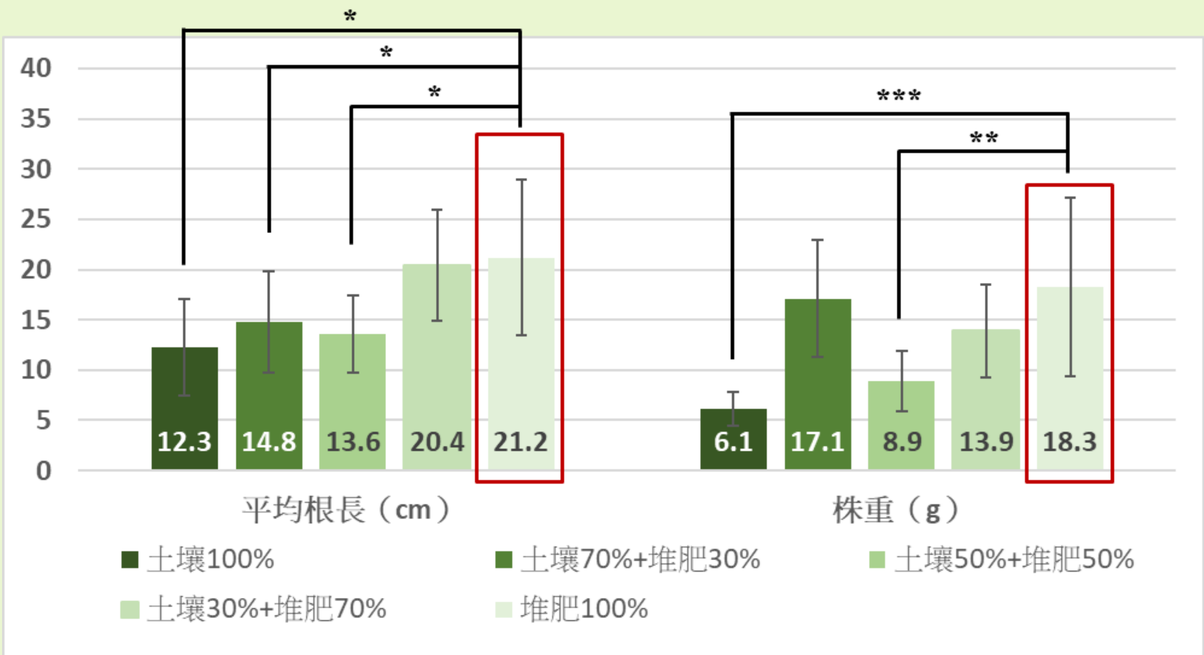
↓

放置在空地的萵苣有較佳的生長情況

二、放置空地的萵苣生長數據分析—1



三、放置空地的萵苣生長數據分析—2



1. 土壤70%+堆肥30%平均葉長顯著大於土壤100%及堆肥100% → **土壤70%+堆肥30%生長佳**

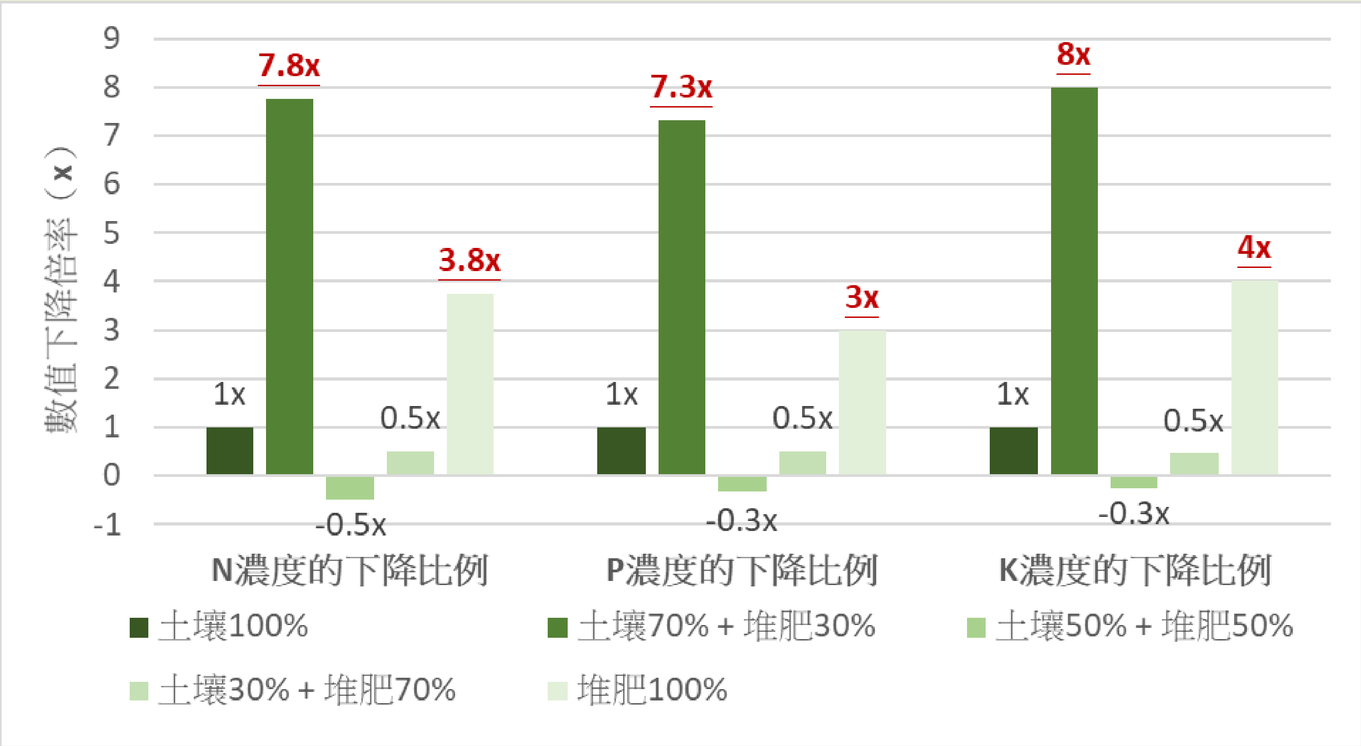
2. 堆肥100%平均分葉數顯著大於其他組別

3. 堆肥100%平均根長顯著大於土壤100%、土壤30%+堆肥70%及土壤50%+堆肥50%

4. 堆肥100%平均株重顯著大於土壤100%及土壤50%+堆肥50%

→ **堆肥100%生長佳**

四、置於空地的土壤（種植萵苣）之N、P、K 濃度變化比較圖



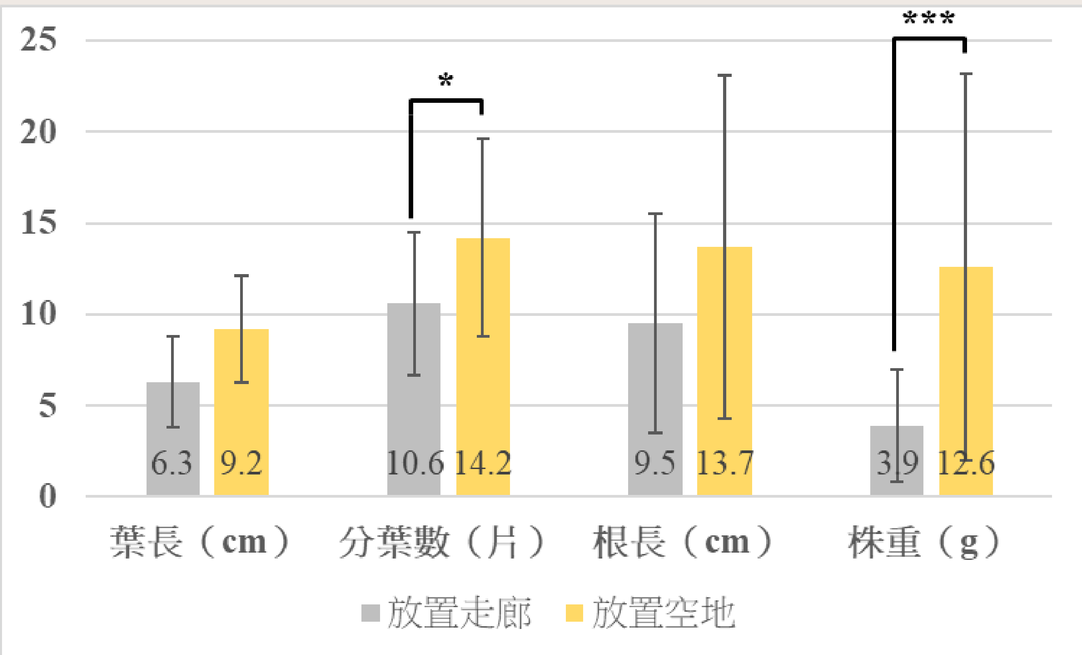
1. 土壤70%+堆肥30%的N、P、K濃度下降比例分別為土壤100%的7.8倍、7.3倍、8倍。

2. 堆肥100%的N、P、K濃度下降比例分別為土壤100%的3.8倍、3倍、4倍。

↓

土壤70%+堆肥30%及堆肥100%具較高的營養消耗比例

五、不同日照強度下，茼蒿生長數據分析



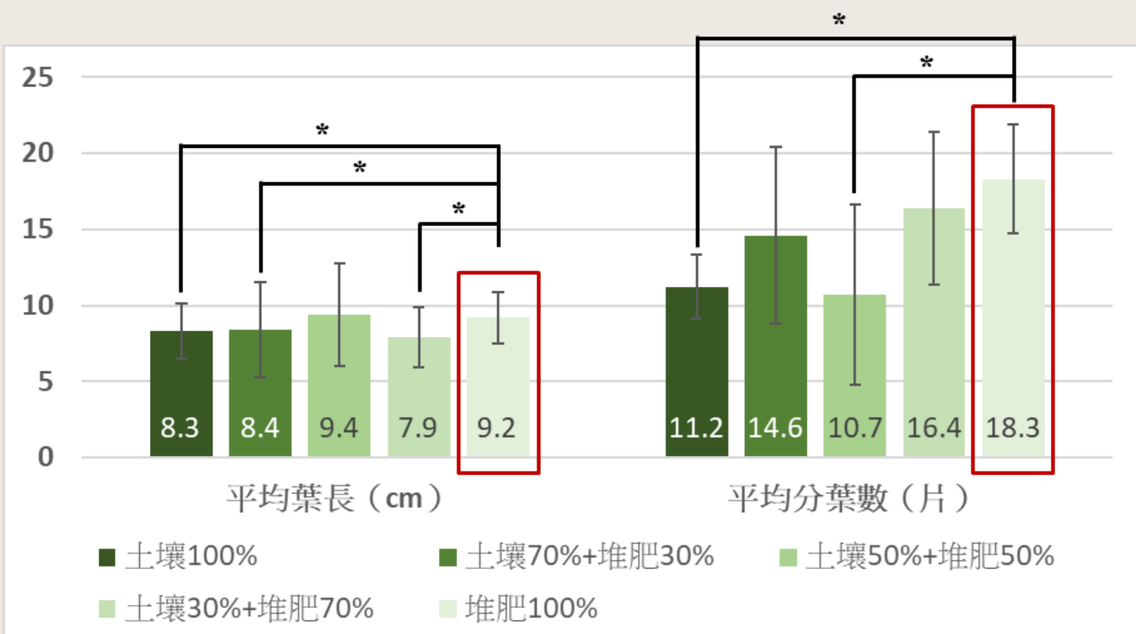
1. 放置在空地的萵苣之平均分葉數與株重顯著大於放置在走廊的萵苣。

2. 放置在空地的茼蒿之平均葉長、根長與放置在走廊的萵苣無顯著差異。

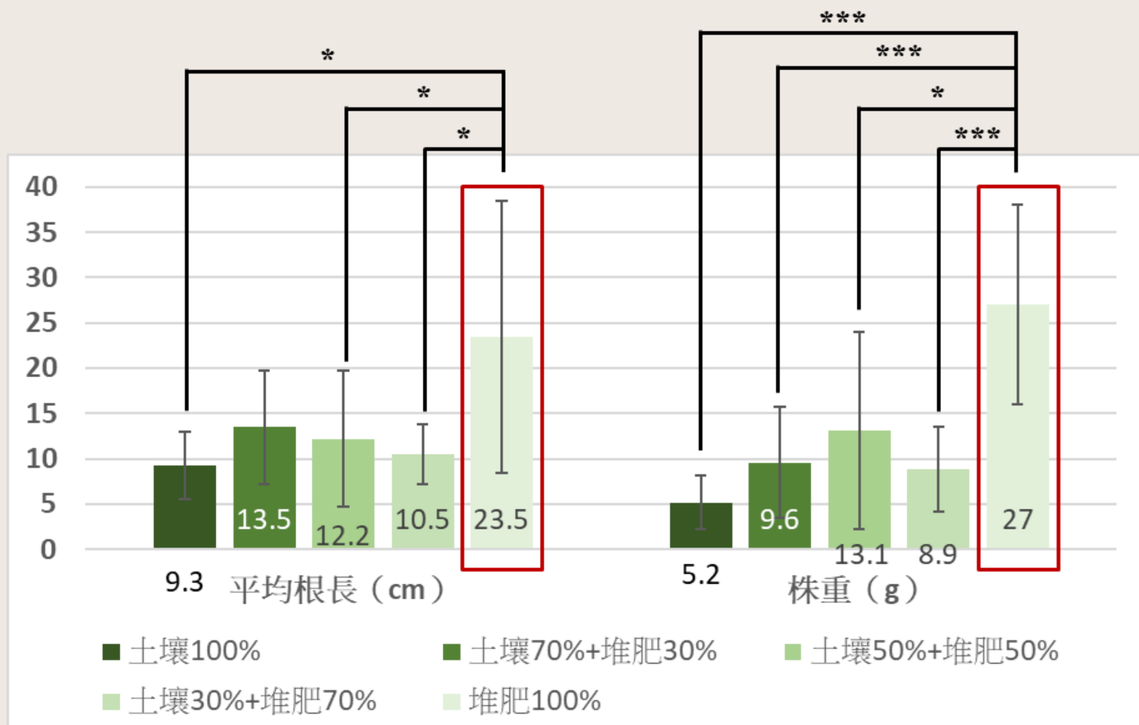
↓

放置在空地的茼蒿有較佳的生長情況

六、放置空地的茼蒿數據分析—1



七、放置空地的茼蒿數據分析—2



1. 堆肥100%平均葉長顯著大於土壤100%、土壤30%+堆肥70%及土壤30%+堆肥70%

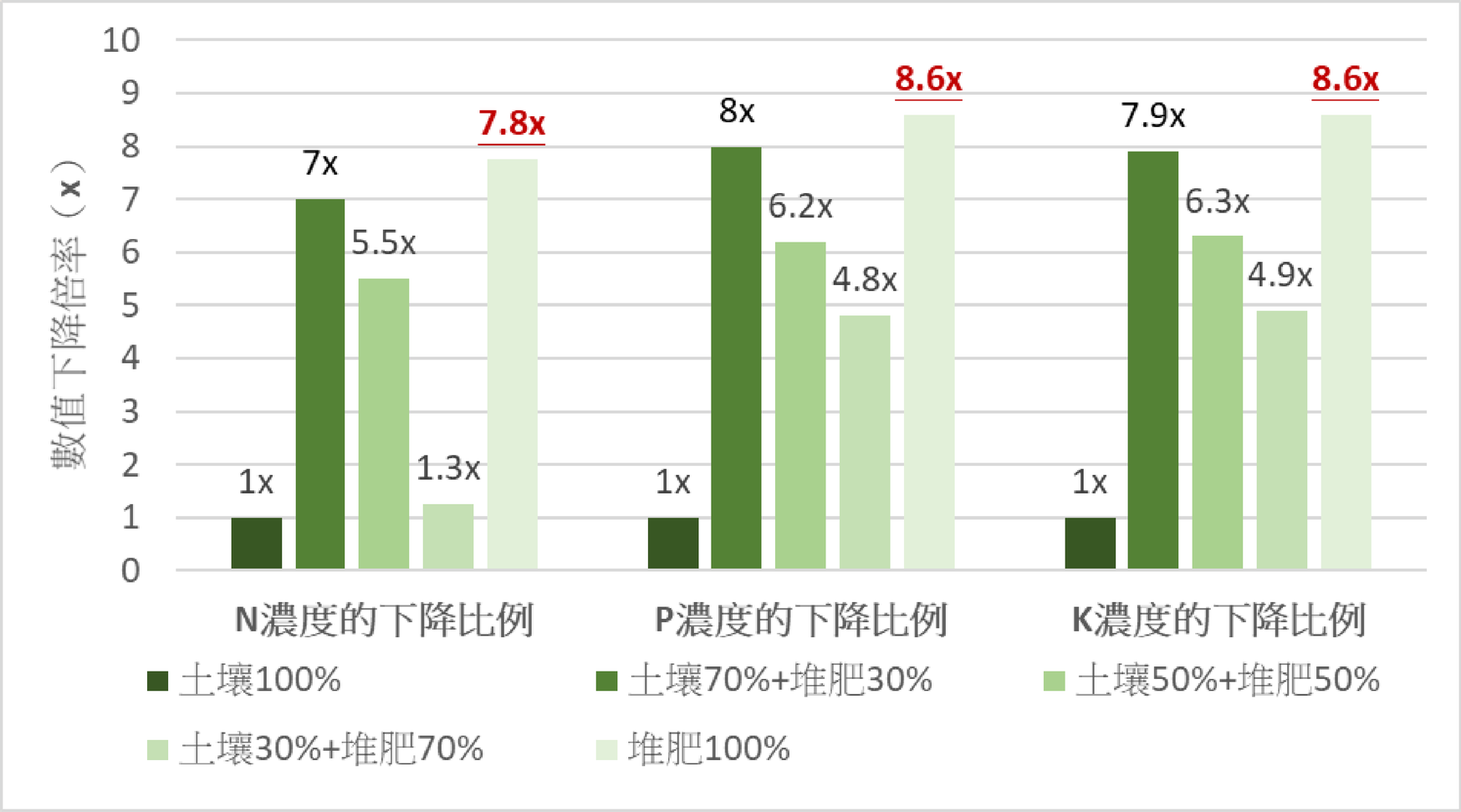
2. 堆肥100%平均分葉數顯著大於土壤100%及土壤50%+堆肥50%

3. 堆肥100%平均根長顯著大於土壤100%、土壤50%+堆肥50%及土壤30%+堆肥70%

4. 堆肥100%平均株重顯著大於其他組別

→ **堆肥100%生長佳**

八、置於空地的土壤（種植茼蒿）之N、P、K 濃度變化比較圖



1. 堆肥100%的N、P、K濃度下降比例分別為土壤100%的7.8倍、8.6倍、8.6倍。

↓

堆肥100%擁有較高的營養消耗比例

討論

一、日照強度對作物的影響

1. **研究發現**：**日照強度較強**的情況下，作物會有**更好的生長情況**。
2. **可能原因**：植物透過陽光進行光合作用，只要**光越強**，就代表**光合作用愈強**烈，植物的成長就會愈好。
3. **建議**：給予作物良好的日照環境可促進生長。

二、不同堆肥比例對土壤的影響

1. **研究發現**：土壤中的氮、磷、鉀濃度在**堆肥比例越高**的情況下，**並沒有隨著提升**。
2. **可能原因**：有機肥料的製作過程常以有機物發酵而成，譬如本次實驗所使用的有機肥便是以廚餘、粗糠作為原料，由於是以**天然材料發酵**而成，因此在**成份配比上並不會像化學肥料般精確**。
3. **建議**：施加有機肥時，隨時監測土壤情況並因應土壤數值去做調整。

三、 不同堆肥比例對作物生長的影響

1. **研究發現**：**萵苣**適合**土壤70%+堆肥30%及堆肥100%**的配置；**茼蒿**適合**堆肥100%**的配置。
2. **可能原因**：不同植物在不同的堆肥比例下，**吸收土壤營養的情況也不同**，因此會導致特定作物在特定的堆肥比例下擁有較佳的生長情形。
3. **建議**：可因應不同作物挑選不同的土壤與堆肥配置。

結論

本研究發現在日照充足的情況下，作物會有較佳的生長情況，另外，每種作物適合的土壤與堆肥比例也有所不同，未來可嘗試不同變因，對有機農業更進一份心力。

參考文獻

李銘全（2008）。化學肥料與有機肥的施用時機與優缺點？蓮霧主題館。2024年2月14日，取自：https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=19751

倪禮豐（1998）。農場堆肥製作方法。花蓮區農業專訊，26，21-22。

楊雅惠（2013）。我國有機農業發展及經營特性分析。主計月刊，687，68-75。

賴怡伶（2023）。一張圖搞懂有機農業和友善耕作。農友月刊，74(3)，8-9。

Echevarria G, Massoura ST, Sterckeman T, Becquer T, Schwartz C, Morel JL (2006) Assessment and control of the bioavailability of nickel in soils. Environ Toxicol Chem, 25(3), 643-651.