

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組

題目名稱：酵能成肥-雞糞與生物發酵法之探究

一、摘要：

本研究只在探究各種發酵法的優勢與劣勢，在探究種植出的小番茄甜度與紮實程度，分別利用自然發酵法、微生物發酵法、水果發酵法以及日曬法，設計對照無發酵法（純土壤）的不同實驗，並探討其發酵法對環境的影響和、肥力和持久力。所以設計實驗分別測試小番茄的甜度以及紮實程度，而在持久力方面，我們認為雨水會沖淡它的肥力，並以微生物發酵法和日曬法互相對照。在本實驗中，數據個別發現，水果發酵法的甜度最優，微生物發酵法紮實程度最優，自然發酵法甜度與紮實程度呈現中間值，所以可看個優點去區分並採取所需要的發酵法。讓種植者了解消費者所需要的，再去明確知悉的種植，達到最好的收益。

二、探究題目與動機

目前台灣的蛋雞畜牧場越建越多，相對的雞糞變得越來越多。早年台灣大多的農民都會向畜牧場購買雞糞，來代替化學肥料，因此雞糞的銷路算是不錯的。但近年來我們想希望能增加發酵方法對雞糞整個環境的肥力、持久力能有更明顯的提升。以及日曬法所造成的環境問題。因此我們使用自然發酵法、微生物發酵法、水果發酵法及日曬法對照無發酵法（純土壤）所種植出的小番茄，比較各種發酵法所種植出的小番茄的紮實程度以及甜度。本組以酵能成肥作為題目，以發酵的能量，轉換成植物所需要的養分，並比較各個發酵方法的優缺點和環境因素的探討。

三、探究目的與假設

- (一) 瞭解日曬法以及其他發酵方法的特性。
- (二) 以小番茄種植為例，分析比較日曬法及各種發酵法對植株生長的影响。
- (三) 改善放入農田後雞糞後的臭味濃度及肥力。
- (四) 提供農民肥力更高、甜度與紮實度更好的發酵方法。

四、探究方法與驗證步驟

本研究團隊透過實地場勘日曬法的製造過程，透過資料的統整來進行此研究作業。實際操作各項發酵方法，並找出個發酵方法在種植前的製造或種植後的影响來分析及測試；問卷調查為食用者對此發酵法小番茄的想法，本研究團隊隨機抽樣，並提供各種發酵法的小番茄供食用者食用，問卷設計主要以封閉式問答為主，分為「甜度優」、「紮實度優」與「都滿意」、「都不滿意」四個選項，並提供食用者空白欄位闡述自己的想法。並設計實驗瞭解改善臭味的方法。

一、日曬法製造時的條件驗證

- (一) 日曬法雞糞的製造過程

生雞糞在日曬時，需要把雞糞薄薄的鋪開，這才有利於太陽的曝曬（圖一）。因此我們才需要提供大量的面積來鋪曬生雞糞。因為雞糞再出寮時還不是完全乾燥的狀態再加上有些細菌和蒼蠅的幼蟲，因此我們需要利用太陽光長期曝曬，使雞糞乾燥，這樣才不會使雞糞生長出昆蟲和細菌。如果雞糞在出寮時沒有太陽光，容易雞糞潮濕和滋生細菌。還有雞糞在沒有曬過太陽的話，會無法有效的打散，導致雞糞無法下到田裡中。



（圖一）雞糞在空曠且無遮蔽物的場域

（二）、空氣汙染粉塵數據

（表一）各家養雞場各粉塵濃度

粉塵濃度 養雞場	TSP	PM _{2.5-10}	PM _{2.5}	PM ₁₀
A 雞場	673.8	67.5	147.9	215.3
B 雞場	657.7	54.5	177.9	232.4
C 雞場	391.9	43.3	92.6	135.9
D 雞場	578.1	57.9	98.8	156.8
E 雞場	296.9	106.3	52.2	158.5

TSP 總懸浮微粒 | PM₁₀ 懸浮微粒 | PM_{2.5-10} 懸浮微粒 2.5-10 微米 | PM_{2.5} 細懸浮微粒

二、自然發酵法實驗

自然發酵法是利用泥土、稻稈、雞糞進行攪拌(圖二)，使生雞糞可以在農田和稻稈進行發酵後可以減少雞糞的酸性，避免太酸的關係使小番茄死亡。之後放置室外等大約一個月的時間之後再種植小番茄(圖三)，隨後以種植出的小番茄進行比較。



圖二：自然發酵法製作成品(研究者拍攝)



圖三：自然發酵法的小番茄(研究者拍攝)

三、微生物發酵法實驗

1、培養微生物菌

首先利用米糠(提供微生物菌的養分)、雞蛋或水果(提供細菌微生物菌分解)和微生物(分解桶子中的細菌)，進行攪拌，之後密封在桶子中數日。



圖四：微生物培養成功 (研究者拍攝)



圖五：微生物培養失敗 (研究者拍攝)

2、微生物發酵法種植小番茄

微生物發酵法，是利用培養出的微生物菌和生雞糞進行發酵(圖六)，後始雞糞的肥力被釋放出來，並且在實驗時發現，微生物發酵法可以減少雞糞過於酸性。等待發酵完成，放置土壤後，種植小番茄(圖七)，再進行比較。



圖六：微生物發酵法成品 (研究者拍攝)



圖七：微生物發酵法的小番茄 (研究者拍攝)

四、水果發酵法

(一)水果發酵法實驗

水果發酵法，是水果腐爛後，產生菌種進行自我發酵。而這種發酵法就是將水果渣、稻稈、雞糞和蛋殼混合起來(圖八)發酵一個月後，種植小番茄(圖九)，進行比較。



圖八：水果發酵法成品 (研究者拍攝)



圖九：水果發酵法的小番茄 (研究者拍攝)

五、無發酵法(純土壤) 實驗

無發酵法(純土壤)，是利用土壤本生原有的養分進行種植小番茄(圖十)，形成一個對造組，來比較以上四種發酵方法，是不是不同發酵法的關係，讓小番茄有不同的甜度及紮實度。



圖十：無發酵法(純土壤)的小番茄(研究者拍攝)

二、雨水對不同發酵後的雞糞，肥力的影響

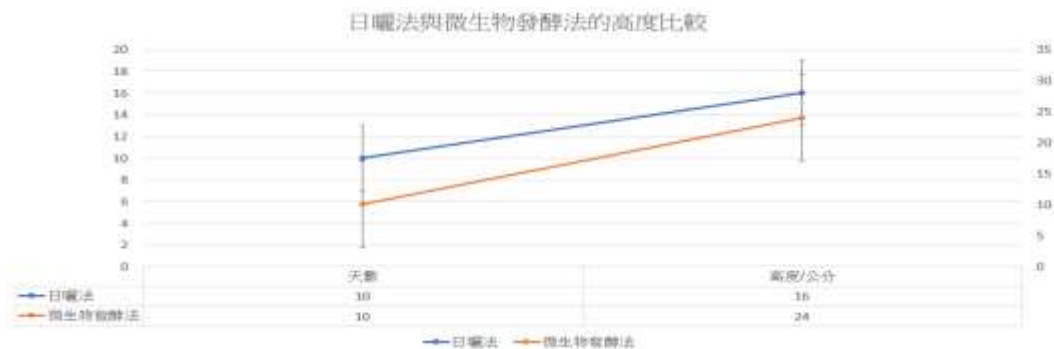
先將日曬法和微生物發酵法放入田裡，接著將收集後的雨水倒入。在將日曬法雞糞區分為兩區域，比較有加雨水和無加雨水的小番茄長出的程度。微生物發酵法雞糞區分為兩區域，比較有加雨水和無加雨水的小番茄長出的程度。分析指出微生物發酵法的生長速度和長出的小番茄甜度及紮實度皆優於日曬法種植出的小番茄，都多於日曬法的雞糞，驗證了可能日曬法後的雞糞，放入農田裡，下雨後它的肥力便被沖刷掉(圖十一)，因為在表層。微生物發酵法和的肥力可以直接進入土壤深層，因為它是可直接混入泥土中的，讓下雨成為助攻，可以讓雞糞的有效肥力增加範圍(圖十二)，讓農作物更具備優勢。



(圖十一) 日曬法雨水沖刷後照片



(圖十二) 微生物發酵法雨水沖刷後照片



圖十三：日曬法與微生物法高度比較數據(本研究團隊製作)

三、分析有添加蛋殼與無添加蛋殼雞糞的臭度與肥力

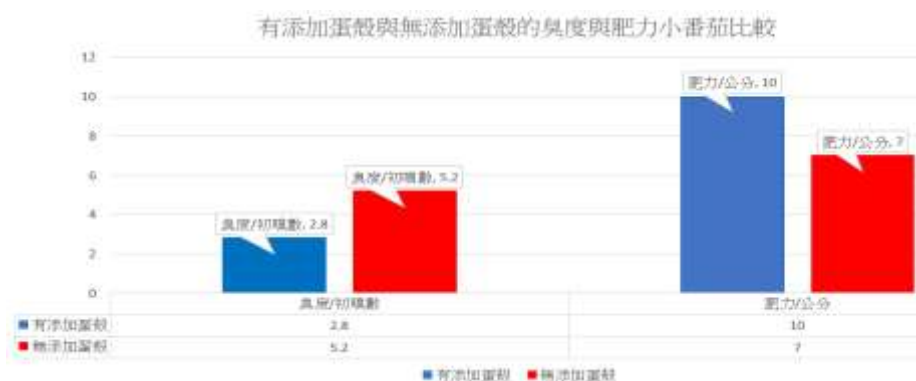
假設利用蛋殼的鈣質，吸收雞糞的臭味濃度，蛋殼中的物質可以將雞糞中的臭味濃度降到最低，或增加雞糞的肥力。分析出無添加蛋殼(圖十四)和有添加蛋殼(圖十五)是否會影響雞糞的臭度，而添加蛋殼的雞糞臭度明顯較低，無添加蛋殼的臭度明顯比有添加蛋殼的臭度高(圖十六)。雞糞運用在小番茄，在光線、溫度、濕度、空氣和天數相同的環境中生長，數據分析出(圖十六)有添加蛋殼的身長高度，明顯比無添加蛋殼的還要高，代表添加蛋殼可降低雞糞的臭度，更可增加雞糞的肥力，有利於農田中。



(圖十四) 無添加蛋殼



(圖十五) 有添加蛋殼



圖十六：臭味和高度的分析(資料來源：研究者製作)

八、日曬法、自然發酵法、微生物發酵法、水果發酵法與無發酵法(純土壤)種植出的小番茄，甜度、紮實度驗證。

從(圖十七)數據分析結果得知，日曬法所種植出的小番茄最不受食用者的喜愛，因為紮實度與甜度都達不到食用者所想要的，而微生物發酵法所種植的小番茄，其紮實度是在數據中最為傑出的，代表微生物發酵法的小番茄，在食用者中，紮實度是深受肯定。水果發酵法所種植出的小番茄，甜度是在數據中最受肯定的。自然發酵法與無發酵法(純土壤)在整個數據中沒有特別突出，表示比較的兩種變因中種植的小番茄都接近於對方，並建議研究可將自然發酵法與微生物發酵法的變因可增加四到五個，來更詳細的推測出自然發酵法與無發酵法(純土壤)，區分出兩種發酵方式的不同。



圖十七：各種發酵方法的比較（資料來源：本研究團隊繪製）

五、結論與生活應用

透過發酵方法的探討，區分出各種發酵方法的特性。日曬法所造成的空氣汙染，為什麼還是現今畜牧場最常使用的方法，「成本低」及是關鍵，而日曬法所種植出的小番茄，雞糞會受到雨水的沖刷，而降低肥力，所種植出的小番茄甜度、紮實度也比不上其他發酵法。自然發酵法在與無發酵法（純土壤）做比較時，甜度與紮實度都相當的接近，代表可能還有無發現的因素在。微生物發酵法所種植出的小番茄，在微生物發酵中產生的肥力，可供給小番茄吸收，讓吸收速度提升，讓微生物發酵法的小番茄在固定天數內，比日曬法的小番茄莖的高度高；而甜度與紮實度，在食用者中的數據顯示，發現了甜度明顯較低，紮實度明顯較高的情況。水果發酵法，所種植出的小番茄，在食用者數據中發現，甜度明顯較高，紮實度明顯較低的情況。而添加蛋殼可明顯的比較出臭度與肥力的，添加蛋殼的臭度較低肥力較高，無添加蛋殼的臭度較高肥力較低，比較出可添加蛋殼來改善臭度，增加肥力。未來再種植小番茄前，可以選擇要紮實度優的「微生物發酵法」；還是甜度優的「水果發酵法」，或者選擇紮實度及甜度都在中間值得「自然發酵法」和「無發酵法（純土壤）」的發酵方法，但「日曬法」在環境中無法提供所需的肥力、持久力，所以並不建議使用日曬法在種植小番茄，未來值得研究的方向，為可以增加自然發酵法與無發酵法（純土壤）的比較變因來增加，更詳細的推測出自然發酵法與無發酵法（純土壤），並區分出兩種發酵方式的不同。

六、參考資料

1. 雞舍里的雞糞，這樣處理最好！
<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/8jp2kg.html>
2. 養雞場粉塵逸散與防制性能評估之研究
國立宜蘭大學工程學刊(2007)第三期第 31 ~ 44 頁
3. 雞糞處理
<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=9327>
4. 有益微生物及袋式堆積法製作稻殼雞糞堆肥之技術開發
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2503486>
5. 雞糞堆肥發酵有機肥技術
<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/ezkqk4z.html>