

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「塑」說你的辛「酸」

一、摘要

本實驗在探討常用的聚乳酸的分解以及可能的回收再利用方式，期待可以達到減少其他類塑膠的使用。

二、探究題目與動機

有一次我們在網路上看到塑膠袋埋在土裡 100 年都沒辦法完全分解。於是我們想，如果人們一直不停地為了方便而製造塑膠，那這樣幾百年後，世界是否會遍地都是塑膠？所以我們想讓塑膠沒有汙染的分解，再做出天然防腐劑，這樣不僅不會讓塑膠遍布各地，還可以將其回收再利用。真是一舉兩得呢！

三、探究目的與假設

PLA(又稱為聚乳酸)是目前世界上使用量最多的生物可分解塑膠，而 PLA 是由可再生資源如玉米澱粉製成，這造就了其可被生物利用分解的特性，而 PLA 分解方式有水解、熱解、光解，而本實驗主要是以水解(主要使用氫氧化鈉及乙醇)配合熱解來分解 PLA。

乳酸鏈球菌素可抑制大多數革蘭氏陽性細菌，並對芽孢桿菌的孢子有強烈的抑製作用，因此被作為食品防腐劑廣泛應用於食品業。食用後在人體的生理 pH 條件和 α -胰凝乳蛋白酶作用下很快水解成氨基酸，不會改變人體腸道內正常菌群以及產生如其它抗菌素所出現的抗性問題，更不會與其它抗菌素出現交叉抗性，是一種高效能、無毒、安全、無副作用的天然食品防腐劑，而本實驗著重於探討 PLA 水解後的乳酸添加氯化鈣後變為乳酸鈣的防腐效果。

我們的研究目的主要為:PLA 是否能分解出乳酸及自製乳酸及乳酸鈣的防腐功效，並研究出最有效果的防腐方法。

四、探究方法與驗證步驟

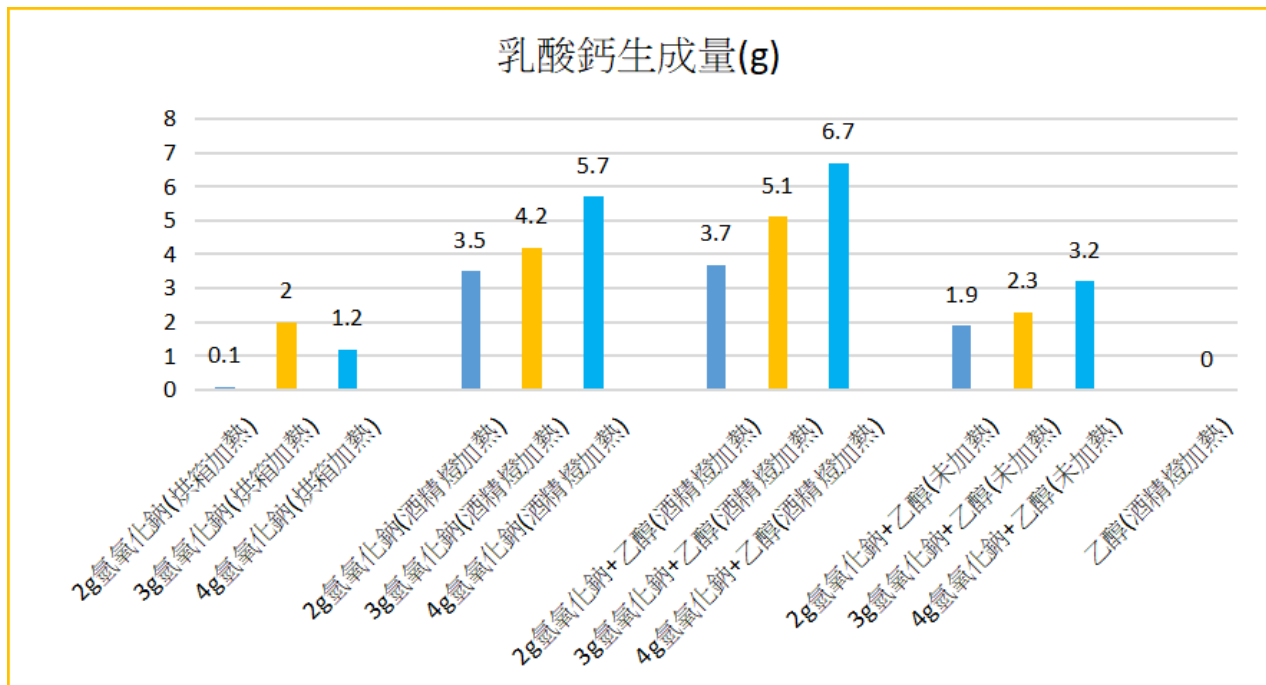
實驗一、PLA 水解乳酸的方法

1.實驗步驟:

- (1)將 2g PLA 與 10ml 水放入燒杯，分別加入 2g、3g、4gNaOH /無
- (2)用酒精燈/烘箱/無加熱至 PLA 成液態(完全溶解)
- (3)加入 20ml 的 95%乙醇攪拌均勻/無
- (4)加入氯化鈣飽和溶液 10 滴
- (5)加熱至水汽化後再測量沉澱的重量

2.實驗結果:

圖 1 乳酸鈣生成量與 PLA 分解方式的關係



根據圖 1 可發現 NaOH 和乙醇都可以幫助 PLA 水解，此外添加氫氧化鈉的量較多，PLA 水溶液水解率也會較高，而乙醇僅能使 PLA 水解率提高，但並不能直接水解 PLA。加

熱後的 PLA 水溶液的水解率比沒加熱的 PLA 水溶液的水解率高，且加熱速度較快，PLA 水解率較高。PLA 水溶液加入氯化鈣後可形成乳酸鈣，所以我們推測 PLA 水溶液中含有乳酸，另外 PLA 水溶液放置一周後會產生白色沉澱，而我們發現分離白色沉澱後的 PLA 水溶液的乳酸含量比白色沉澱的乳酸含量低。

圖 2 自製乳酸鈣

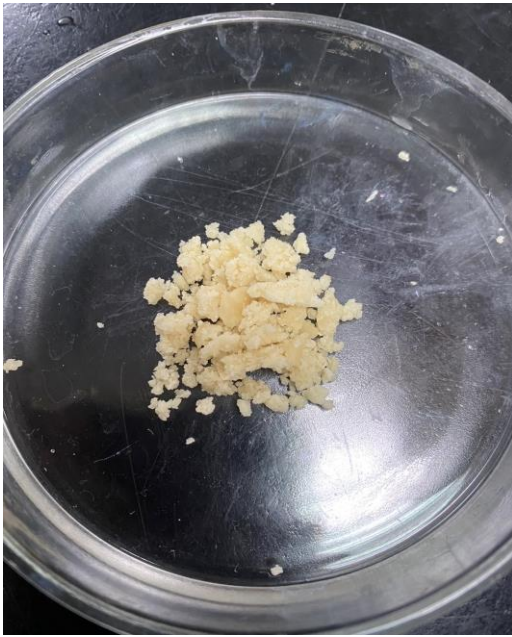


圖 3 分離後的白色沉澱加水



實驗二、探討乳酸與乳酸鈣的防腐效果

1. 實驗步驟

(1)將八片吐司正面分別添加 PLA 製成的乳酸+氯化鈣/分離沉澱後的 PLA 水解乳酸+氯化鈣/自製乳酸鈣(PLA 水解乳酸的沉澱+氯化鈣)/1%乳酸溶液 5 下/1%乳酸鈣溶液/5g 乳酸鈣粉末/純水/無後，放入夾鏈袋中觀察約 7 天。



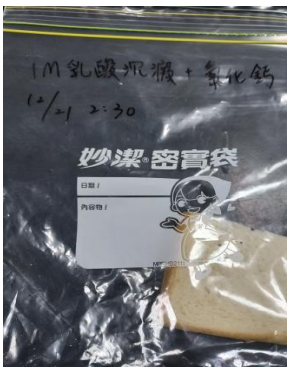





2. 實驗結果

表 1 添加物不同對發霉狀況的影響

添加物	發霉狀況(正面)	發霉狀況(背面)
PLA 製成的乳酸+氯化鈣(乳酸鈣)	兩個黑色小點	一個小黑點
分離沉澱後的 PLA 水解乳酸+氯化鈣(乳酸鈣)	無	數十個黑色小點

PLA 水解乳酸的沉澱+氯化鈣(乳酸鈣)	三個小黑點	數十個黑色小點
1% 乳酸溶液	五個圓點	很多圓點
1% 乳酸鈣溶液	三個圓點	一大塊
5g 乳酸鈣粉末	兩個圓點	無
純水	一大片	一小片
無	一個圓點	一個小點

表 2 吐司的發霉情況

			
PLA 製成的乳酸+氯化鈣(乳酸鈣)	分離沉澱後的 PLA 水解乳酸+氯化鈣(乳酸鈣)	PLA 水解乳酸的沉澱+氯化鈣(乳酸鈣)	1% 乳酸溶液
			
1% 乳酸鈣溶液	5g 乳酸鈣粉末	純水	無

根據表 1 我們可以發現有噴乳酸溶液及乳酸鈣溶液的吐司發霉面積皆小於噴純水的吐

司，故我們推測上述兩種溶液具有防腐效果，且噴有乳酸鈣溶液的吐司發霉面積小於噴乳酸溶液的吐司，所以我們推測乳酸鈣溶液的防腐效果較佳。而乳酸鈣粉末的防腐效果較乳酸鈣溶液佳，我們推測這是因為乳酸鈣溶液含有水分會加速發霉的緣故。另外，自製乳酸濃度應為白色沉澱 > 未分離沉澱的 PLA 水溶液 > 分離沉澱後的 PLA 水溶液 > 無添加，加入氯化鈣變為乳酸鈣後乳酸鈣濃度比較同上，但防腐效果為分離沉澱後的 PLA 水溶液 > 未分離沉澱的 PLA 水溶液 > 白色沉澱 > 無添加，所以我們推測乳酸鈣具有防腐效果，且濃度低防腐效果較佳。添加乳酸鈣後的吐司背面發霉較多，我們推測這是因為配置乳酸鈣的過程中有添加水而導致。最後，實驗結果顯示添加乳酸溶液及乳酸鈣溶液的吐司發霉面積大於無噴溶液的吐司，但我們推測這是由於溶液含有水分，會增快吐司的發霉速度。

五、結論與生活應用

根據上述的研究，我們可以發現 PLA 最佳水解條件就是添加濃度高氫氧化鈉和乙醇並且快速加熱，而最佳防腐條件就是使用粉末狀且低濃度的乳酸鈣。

因為第七號（聚乳酸）塑膠可以分解成乳酸或乳酸鈣，所以未來我們可以多使用第七號（聚乳酸）塑膠代替其他塑膠，這樣可以更環保，並將塑膠回收再利用，在塑膠分解後，我們將乳酸鈣取出，再把乳酸鈣放到吐司上，證實其物質具有防腐效果。這種不僅是天然無毒的防腐劑，還可以把塑膠回收再利用，簡直是一舉兩得啊！因為乳酸對於食物防腐上的助益較不明顯後續我們將嘗試把聚乳酸分解取出乳酸，並將乳酸加進植物裡，可能會對植物的生長有幫助，這樣即可讓塑膠重新回到大自然。

參考資料

- 1.吳東澤、郭冠廷(2022)，塑膠發電-PLA 水解之燃料電池研究
- 2.劉宜叡(2018)，尚天然ㄟ的防腐劑！乳酸鏈球菌素 Nisin