

屏東縣第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：探討農業廢棄物生產酒精的可能性



關鍵詞：發酵、農業廢棄物、纖維酵素

編號：B3003

目錄

摘要.....	第1頁
壹、前言.....	第2頁
一、研究動機.....	第2頁
二、文獻探討.....	第3頁
三、研究目的.....	第4頁
四、研究架構.....	第4頁
貳、研究器材及設備.....	第5頁
參、研究過程及方法.....	第6頁
一、探討常見農業廢棄物添加酵母菌及纖維素酶的發酵情形.....	第6頁
二、探討是否加熱對農業廢棄物是否添加酵母菌或纖維素的發酵情形的影響.....	第6頁
三、探討是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中發酵情形的影響.....	第7頁
四、探討是否加熱對農業廢棄物添加果膠酶發酵情形的影響.....	第7頁
五、探討是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌、纖維素酶和果膠酶發酵情形的影響.....	第8頁
肆、研究結果與討論.....	第9頁
一、常見農業廢棄物添加酵母菌及纖維酵素的發酵情形.....	第9頁
二、是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌與纖維酵素的發酵情形.....	第10頁
三、是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中的發酵情形.....	第13頁
四、是否加熱對農業廢棄物添加果膠酶的發酵情形.....	第15頁
五、是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌、纖維酵素和果膠酶的發酵情形.....	第17頁
伍、結論.....	第18頁
陸、參考資料.....	第21頁

作品名稱：探討農業廢棄物生產酒精的可能性

摘要

本研究探討以對比容易取得的農業廢棄物發酵後的酒精濃度以及糖度和 pH 值為題材，發現每個種類有加熱和沒加熱的發酵成效都不相同，在酸鹼中也有差異，重要的結果如下：

- (一) 實驗發現中性偏鹼的環境，糖化及製造酒精的效果較好。
- (二) 筴白筍殼的發酵情形最佳，糖度最高，酒精濃度也最高，柚子皮次之，龍眼殼的最差，玉米的兩個部位發酵情形差不多。
- (三) 實驗中各種廢棄物的酒精濃度都超過 15%，我們只用 5g 做實驗，如果增加重量，糖度和酒精濃度都將更高，所以拿這些廢棄物來生產能源是可行的。
- (四) 龍眼殼發酵最好是：糖度-加纖維素酶加熱、酒精濃度-三個全加沒加熱。
- (五) 玉米花軸發酵最好的是：糖度-三個全加沒加熱，酒精濃度-三個全加且加熱。
- (六) 柚子皮糖度和酒精濃度發酵最好的都是三個全加沒加熱。



壹、前言

一、研究動機

我們在食用農作物時，常常會產生大量的農業廢棄物，例如筊白筍的筊殼(葉基)、竹筍筊殼、鳳梨皮、甘蔗皮、玉米包葉和花軸、龍眼殼、百香果殼、西瓜皮、柚子、柳丁、檸檬和橘子皮、香蕉皮…，大多數人會選擇將果肉外的其他東西丟棄，造成大量的垃圾，然而這些廢棄物用途很多，經過我們的查詢，它們都是有利用價值的有機物質，但是香蕉皮自然分解需2-10天、橘子皮則需要長達6個月的時間，但土地消耗的廚餘的速度遠遠趕不上人們丟棄這些農業廢棄物的速度，因此孳生許多衛生問題，於是這些有用廢棄物的資源再利用實在是資源、能源短缺的現代刻不容緩要解決的問題，經過查詢，我們發現這些農業廢棄物中含有大量的纖維素，自然界中含有很多酵素，我們如果可以利用各種天然的酵素，將纖維素分解成糖，再發酵成酒精，是不是可以增加這些廢棄物的利用率並且增加天然的能源來源，甚至可以自製消毒的酒精，受到疫情伴隨而來的影響，酒精成為家家必備的物資，所以如果可以研發這些廢棄物製造酒精的可行性，那真是既環保又天然，於是我們酒展開農業廢棄物質造酒精的研究。

住家常見的農業廢棄物



二、文獻探討

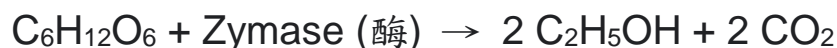
(一) 農業廢棄物的問題:

人們要解決大量的農業的廢棄物就會大規模的焚燒農業廢棄物，不只會對空氣品質產生影響，也會對土壤肥力、經濟發展和氣候產生不好的影響，甚至會危害人們的健康，而且為了產生能源而燃燒農業廢棄物是比回收或再利用較不環保的處理方式。因為可分解性農業廢棄物通常具有可資源化與能源化之性質，故農業、經濟與環保相關單位通常會輔導這些農業生產剩餘資材進入農業生態養分循環系統中再利用或進行能源回收處理，惟此類處理、再利用或處置易造成許多的環境污染問題，包括化學汙染、空氣污染(臭味或惡臭)、農業環境汙染、飲用水及地下水污染、土壤污染、溫室氣體排放等，甚至透過生態循環鏈結而影響到食品安全及人體健康(參考一)

(二) 生質酒精:

生質酒精是利用微生物發酵把生物質中的糖分轉化成酒精。生質酒精可以分為兩種：一種為糧食原料所生產的酒精，另一種為富含木質纖維素所生產的酒精。將纖維生質原料轉化為酒精必須先將木質纖維素轉化為可發酵的醣類，又稱為醣化，醣化技術 包含纖維素、半纖維素水解以及木質素移除等三大類。醣化的方法包含化學和酵素水解，各有其優缺點，化學方法處理的反應時間較短，但有副產物的產生及廢水處理等問題，而以酵素水解的反應 時間雖然較長，但是具有專一性，對於環境較為友善安全，為目前主要發展趨勢(參考二)。

(三)酒精發酵: 酒精發酵是指微生物通過發酵過程產出酒精的化學過程。 酵母以及其它微生物經過發酵作用，反應物中的糖，如葡萄糖、果糖和蔗糖轉化成能量、乙醇和二氧化碳，但根據反應物的不同，微生物發酵的具體過程各異。 由於該過程大多在缺氧條件下完成，酒精發酵一般被認為是厭氧過程(參考五)。



纖維素酶反應: 細菌及真菌分解植物組織是自然界中最常見的纖維素分解反應，

這反應也發生在草食動物的消化道中。 以往認為動物沒有辦法自己產生纖維酶，草食動物必須仰賴消化道中共生的細菌、真菌或原生動物將所攝食的植物組織分解之後，才能從中獲取醣類為生(參考六)。

果膠酶反應: 果膠是一種存在於植物細胞壁的多糖。 果膠酶包含果膠分解酶、果膠酯酶和半乳糖醛酸酶等。 果膠酶可以從黑麴黴等真菌中提取，真菌產生這些酶來分解植物中層，從而可以從植物組織中提取營養並插入真菌菌絲。 如果將果膠酶煮沸，它會變性，從而使其活性部位更難與果膠接觸(參考七)。

三、研究目的

(一) 探討常見農業廢棄物添加酵母菌及纖維素酶的發酵情形

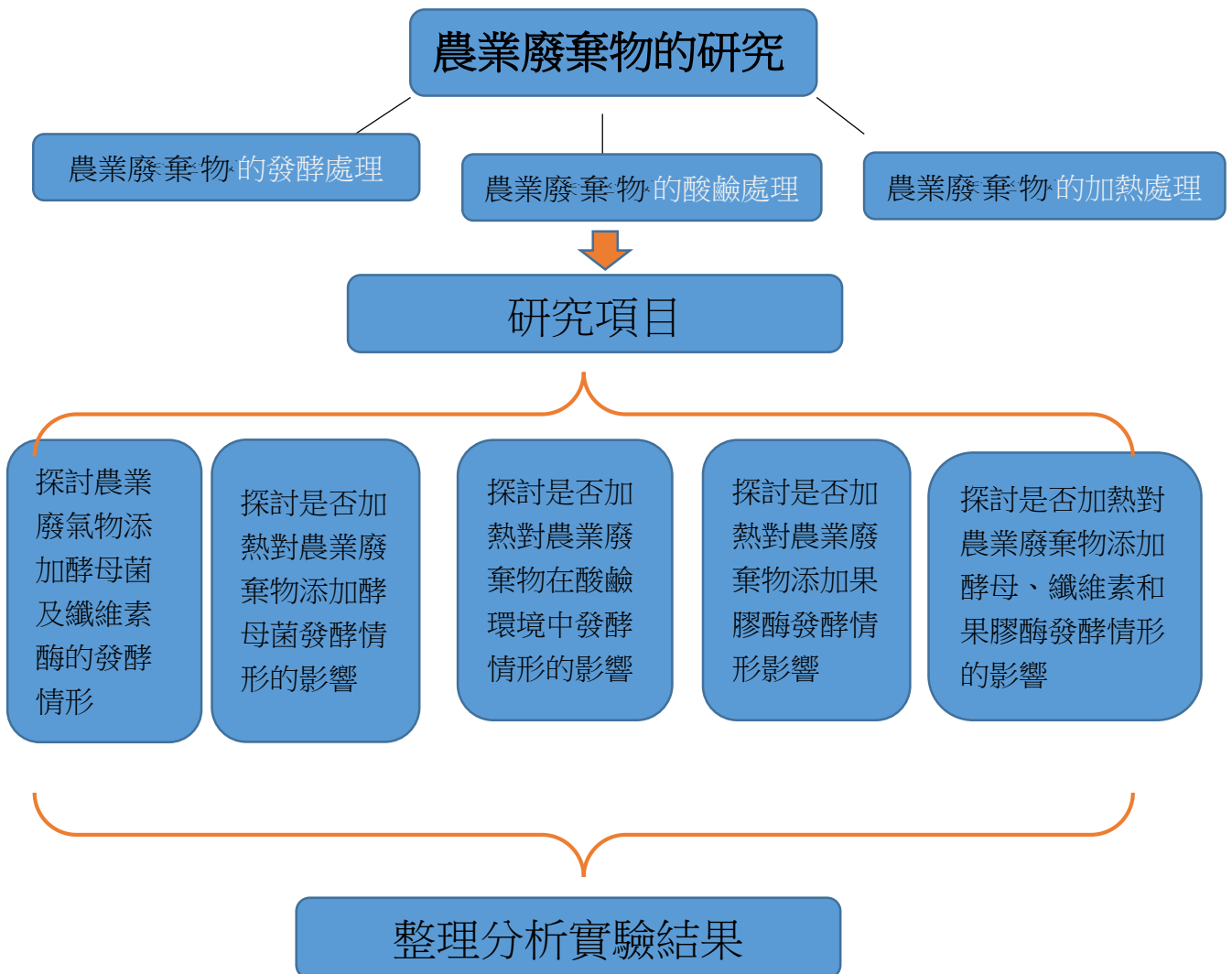
(二) 探討是否加熱對農業廢棄物是否添加酵母菌或纖維發酵情形的影響

(三) 探討是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中發酵情形的影響





















(四) 探討是否加熱對農業廢棄物添加果膠酶發酵情形的影響

(五) 探討是否加熱對農業廢棄物添加酵母、纖維素和果膠酶發酵情形的影響

四、研究架構：



貳、研究器材及設備

				
酵母菌	纖維素酶	電子秤	果膠酶	PH值測量器
				
磨粉機	錐形瓶	烘乾機	碳酸鈉	檸檬酸
				
橡皮筋	酒精值測量器	糖鹽合一測量器	小燒杯	加熱器
	農業廢棄物			
刮勺保鮮膜				
	柚子皮	玉米花軸和苞葉	筍白筍殼	龍眼殼

參、研究過程及方法

(一)探討常見農業廢棄物添加酵母菌及纖維素酶的發酵情形

1. 將柚子皮、筊白筍、龍眼殼、玉米花軸和玉米苞葉曬乾，磨成粉
2. 取各5克加入200克的水混合均勻
3. 加入各5克的酵母菌和纖維素混合均勻
4. 放置7天後測量發酵結果(糖度及酒精濃度)



筊白筍殼



柚子皮粉



各種打成粉的農業廢棄物



柚子皮



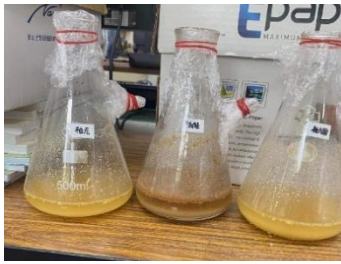
筊白筍粉



玉米花軸粉

(二)探討是否加熱對農業廢棄物是否添加酵母菌或纖維素的發酵情形的影響

1. 將柚子皮、龍眼殼、玉米花軸曬乾，磨成粉
2. 取各3克加入100克的水混合均勻，另取各3克加入100克的水混合均勻，加熱10分鐘，冷卻備用。
3. 上述6瓶溶液加入3克的酵母菌混合均勻
4. 放置7天後測量發酵結果(糖度及酒精濃度)



柚子皮



龍眼殼



玉米花軸

(三) 探討是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中發酵情形的影響

1. 方法如步驟(二)
2. 添加酵母菌以醋酸和小蘇打取代
3. 放置7天後測量發酵結果(糖度及酒精濃度)



鹼性(熱)



酸性(熱)



鹼性



酸性

(四) 探討是否加熱對農業廢棄物添加果膠酶發酵情形的影響

1. 方法如步驟(二)
2. 添加酵母菌以果膠酶取代
3. 放置7天後測量發酵結果(糖度及酒精濃度)



龍眼殼



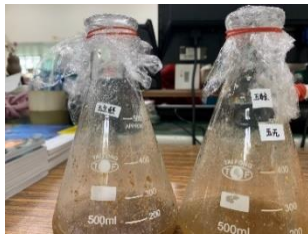
柚子皮



玉米花軸

(五) 探討是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌、纖維素酶和果膠酶發酵情形的影響

1. 方法如步驟(二)
2. 添加酵母菌以果膠酶、酵母菌和纖維素酶取代
3. 放置7天後測量發酵結果(糖度及酒精濃度)



玉米花軸



龍眼



柚子

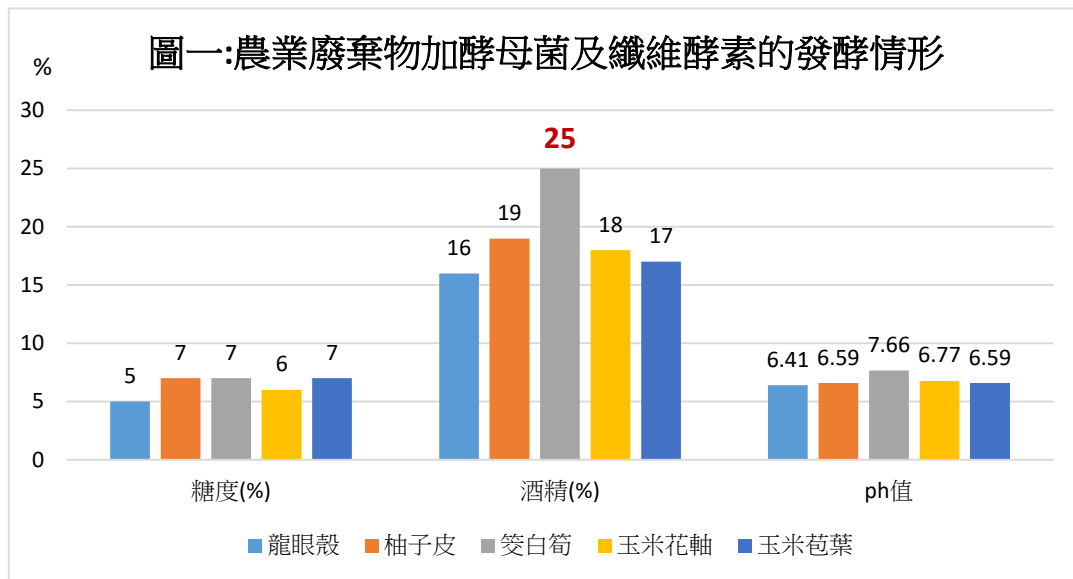
肆、研究結果與討論

(一)常見農業廢棄物添加酵母菌及纖維酵素的發酵情形

酵母菌可以進行發酵作用產生酒精，纖維酵素分解纖維產生糖，所以利用這兩個來看是否會影響農業廢棄物發酵產生酒精的情形，結果如下：

表一：農業廢棄物加酵母菌及纖維酵素的發酵情形

材料	糖度(%)	酒精(%)	ph 值
龍眼殼	5	16	6.41
柚子皮	7	19	6.59
筊白筍	7	25	7.66
玉米花軸	6	18	6.77
玉米苞葉	7	17	6.59



【結果與討論】

- (一)由表一發現中性偏鹼的環境，糖化及製造酒精的效果較好，酸鹼對發酵作用影響多大呢？我們將在後面的實驗中作進一步的探討。
- (二)糖度：玉米苞葉=筊白筍=柚子皮>玉米苞葉>龍眼殼(表一)
- (三)酒精濃度：筊白筍殼>柚子皮>玉米花軸>玉米苞葉>龍眼殼(表一)
- (四)筊白筍的發酵情形最佳，糖度最高，酒精濃度也最高，龍眼殼的最差，玉米的兩個部位發酵情形差不多。

(五)實驗中各種廢棄物的酒精濃度都超過15%，若經過蒸餾，酒精濃度可能更高，而且我們只用5g做實驗，如果增加重量，糖度和酒精濃度都將更高，所以拿這些廢棄物來生產能源是可行的，只是技術上我們將再改進才行。



各種農業廢棄物發酵的情形

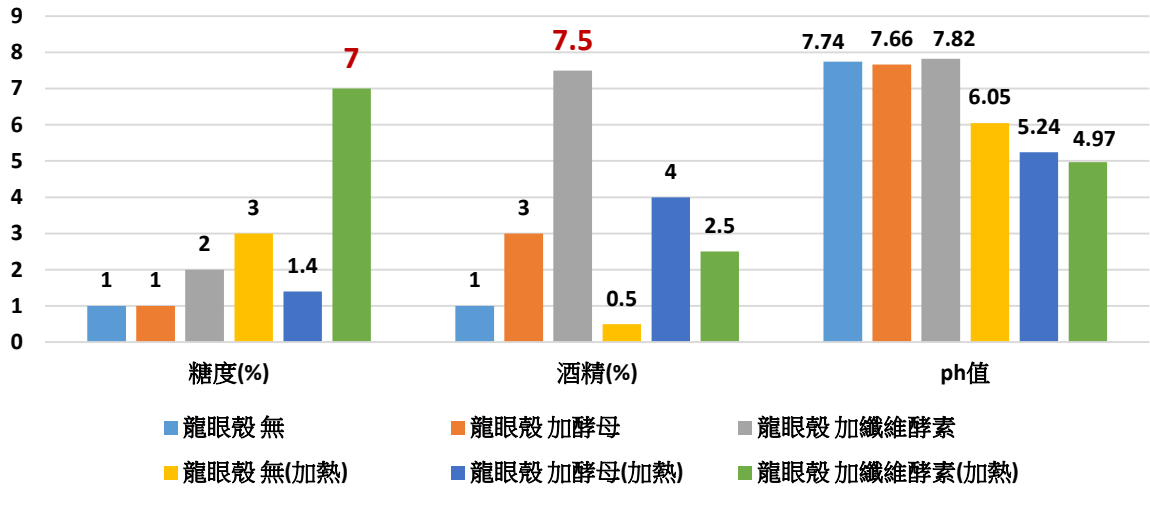
(二)是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌與纖維酵素的發酵情形

我們知道酵素的活性會受溫度的影響，我們將材料先加熱，看是否會增加糖化及酒精的濃度，結果如下：

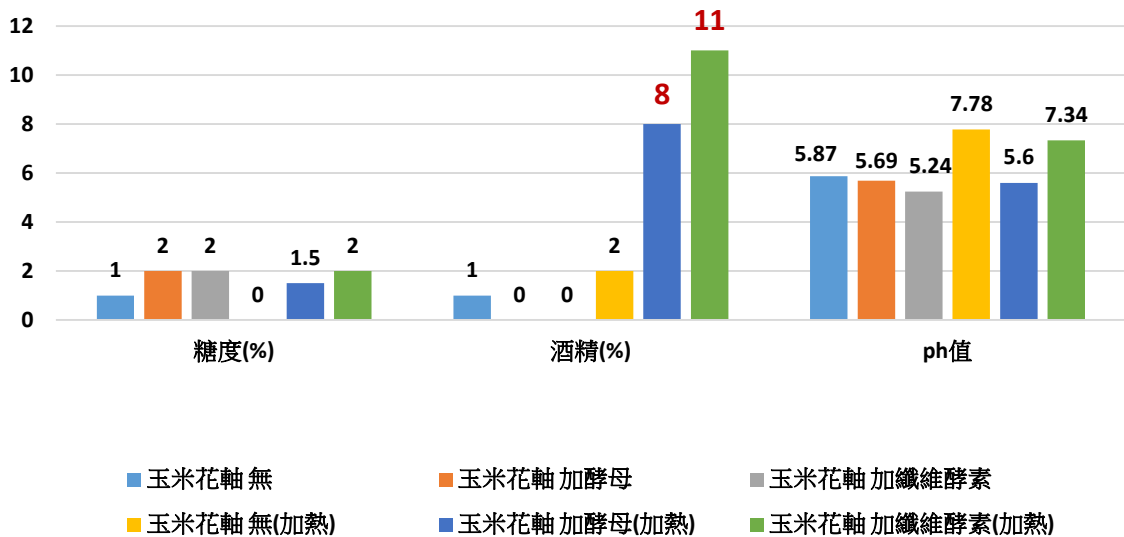
表二：是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌與纖維酵素的發酵情形

材料	處理	糖度(%)	酒精(%)	ph 值
龍眼殼	無添加	1	1	7.74
	加酵母	1	3	7.66
	加纖維酵素	2	7.5	7.82
	無添加(加熱)	3	0.5	6.05
	加酵母(加熱)	1.4	4	5.24
	加纖維酵素(加熱)	7	2.5	4.97
玉米花軸	無添加	1	1	5.87
	加酵母	2	0	5.69
	加纖維酵素	2	0	5.24
	無添加(加熱)	0	2	7.78
	加酵母(加熱)	1.5	8	5.6
	加纖維酵素(加熱)	2	11	7.34
柚子皮	無添加	1	4	5.15
	加酵母	1.5	5	4.88
	加纖維酵素	3.5	12	3.26
	無添加(加熱)	1.2	4	5.33
	加酵母(加熱)	1.2	5	4.7
	加纖維酵素(加熱)	5	12	4.7

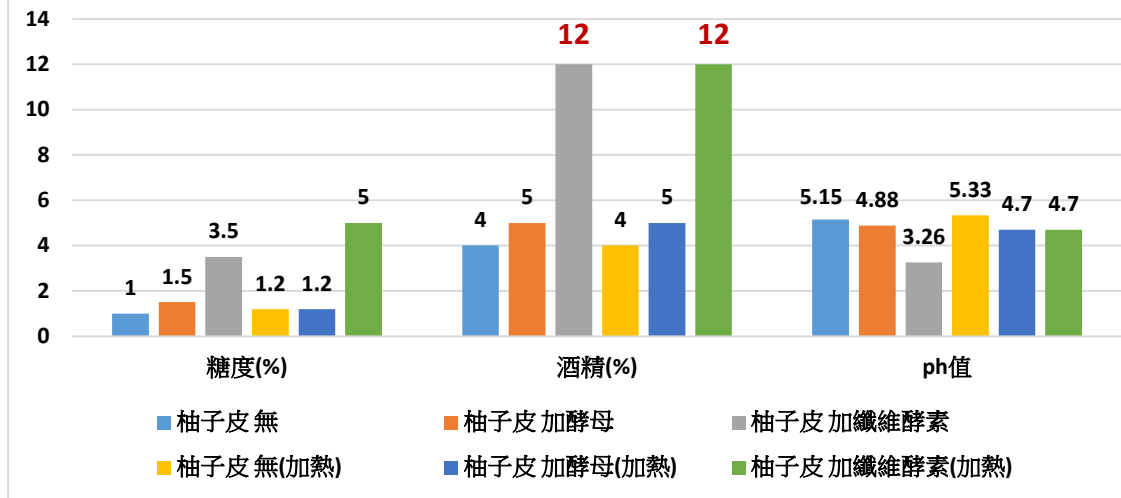
圖二：是否加熱龍眼殼對酵母菌或纖維酵素的發酵情形



圖三：是否加熱玉米花軸對酵母菌或纖維酵素的發酵情形



圖四:是否加熱柚子皮對酵母菌或纖維酵素的發酵情形



【結果與討論】

- (一)由表二和圖三發現**添加纖維素酶對龍眼殼產生糖和酒精的效果很好**，加熱產生糖度較高，但酒精濃度有無加熱差異不大。
- (二)龍眼殼加酵母或加纖維素酶產生的糖度和酒精濃度都比沒添加的好。
- (三)由表二和圖四發現**玉米花軸添加酵母或添加纖維素酶加熱產生酒精的效果最好**，添加纖維素酶又比酵母好。產生糖的濃度不管有無添加或有無加熱，差異不大，推測產生的糖可能很快就發酵成酒精了，或許應該天天測量才會知道其中的變化。
- (四)由表二和圖五發現**柚子皮添加纖維素酶加熱產生糖和酒精的效果最好**，添加纖維素酶又比酵母好，添加纖維素酶和酵母都比沒添加的好。



龍眼殼



玉米花軸



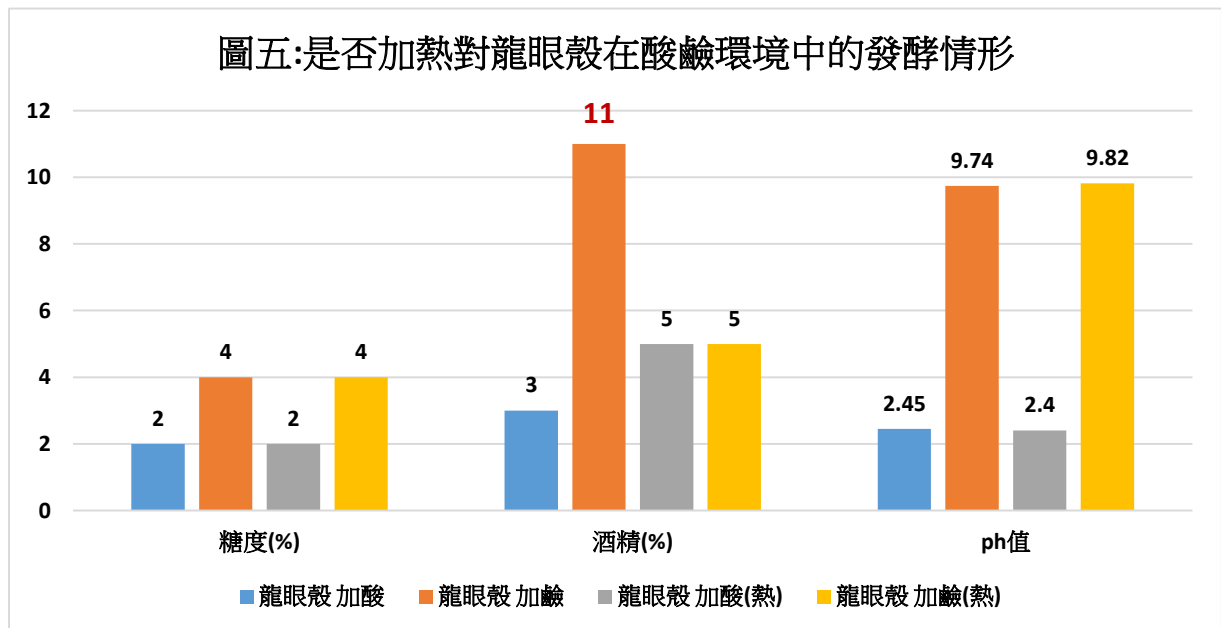
柚子皮

(三)是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中的發酵情形

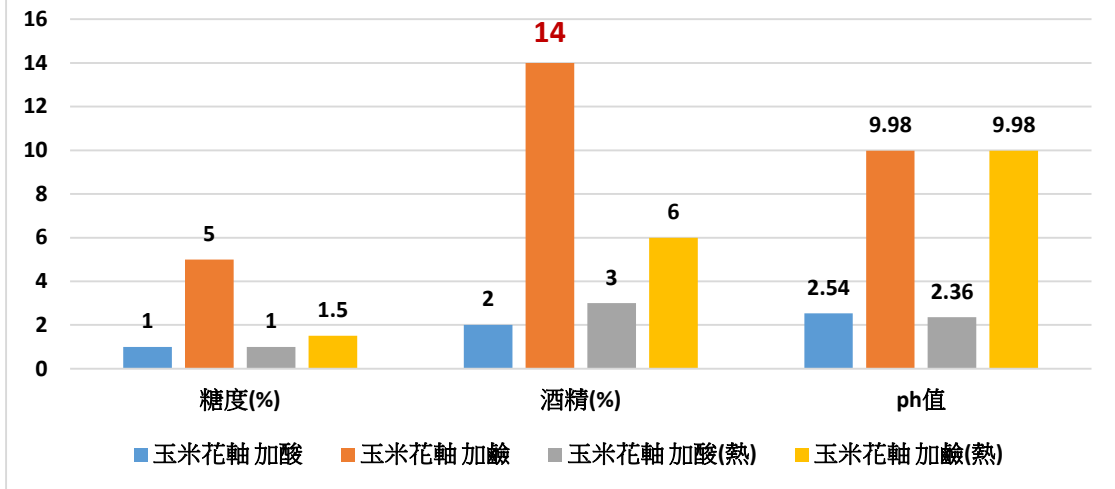
我們知道酵素的活性會受酸鹼度的影響，我們將材料先加熱，看在不同的酸鹼中是否會增加糖化及酒精的濃度，結果如下：

表三：是否加熱對農業廢棄物在酸鹼環境中的發酵情形

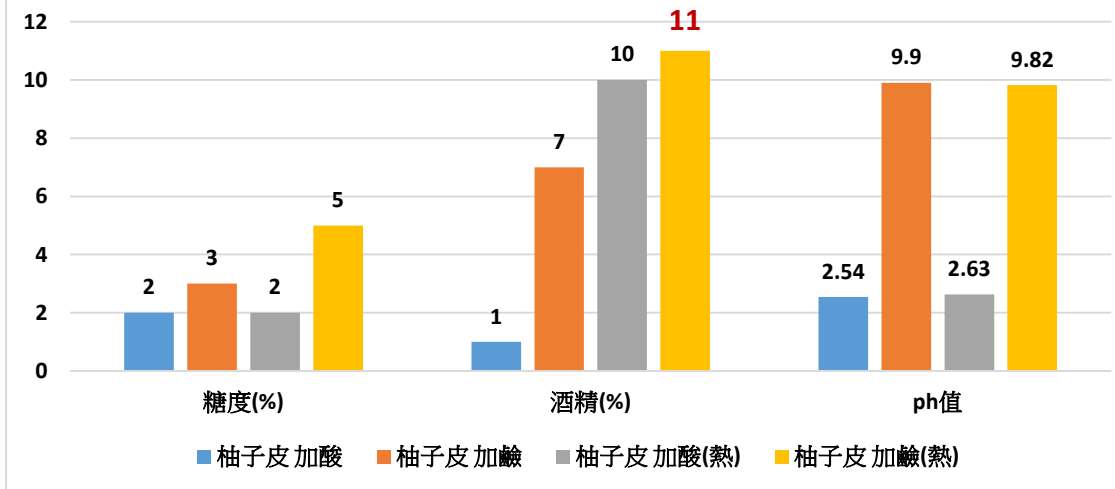
材料	處理	糖度(%)	酒精(%)	pH 值
龍眼殼	加酸	2	3	2.45
	加鹼	4	11	9.74
	加酸(熱)	2	5	2.4
	加鹼(熱)	4	5	9.82
玉米花軸	加酸	1	2	2.54
	加鹼	5	14	9.98
	加酸(熱)	1	3	2.36
	加鹼(熱)	1.5	6	9.98
柚子皮	加酸	2	1	2.54
	加鹼	3	7	9.9
	加酸(熱)	2	10	2.63
	加鹼(熱)	5	11	9.82



圖六:是否加熱對玉米花軸在酸鹼環境中的發酵情形



圖七:是否加熱對柚子皮在酸鹼環境中的發酵情形



【結果與討論】

(一)由圖五發現龍眼殼在鹼性無加熱的環境中產生的酒精濃度最高，加熱反而產生的酒精濃度會降低；酸性的酒精濃度則是糖度和酒精濃度都加熱的高一些，至於糖度加熱和無加熱在酸鹼中都無差異，鹼性較酸性好一點。

(二)圖五和圖二比較發現龍眼殼加酸和加鹼產生的酒精濃度比加酵母和加纖維素酶好。



酸性的發酵情形

- (三)由圖六發現玉米花軸和龍眼殼一樣，在鹼性無加熱的環境中產生的酒精濃度最高，加熱反而產生的酒精濃度會降低；酸性的酒精濃度則是糖度和酒精濃度都加熱的高一些，至於糖度加熱和無加熱在酸中無差異，在鹼性中無加熱產生的糖度多一些，鹼性都較酸性好一點。
- (四)由圖六和圖三比較發現玉米花軸加鹼產生的酒精濃度比加酵母和加纖維素酶好，加酸並沒有比較好。
- (五)由圖七發現柚子皮，在鹼性和酸性都是加熱的環境中產生的酒精濃度最高，和玉米花軸及龍眼殼不同；至於糖度加熱和無加熱在酸中無差異，在鹼性中加熱產生的糖度多一些，鹼性都較酸性好一點。
- (六)由圖七和圖四比較發現柚子皮加鹼產生的酒精濃度比加酵母和加纖維素酶好，加酸沒有比加纖維素酶好，但比加酵母好。

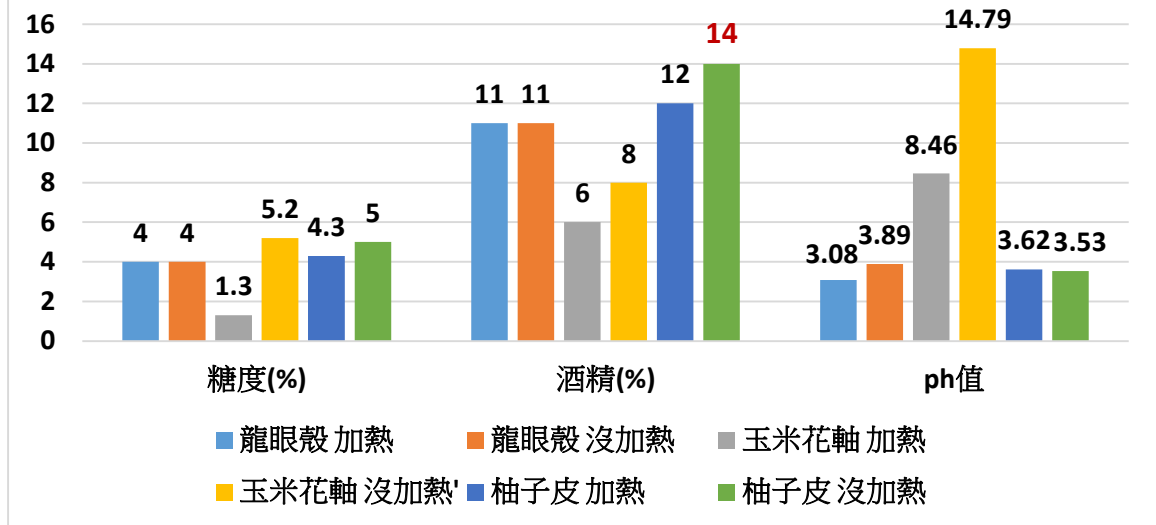
(四)是否加熱對農業廢棄物添加果膠酶的發酵情形

我們知道植物細胞中除了纖維素和澱粉外，果膠也是很重要的成分，如果加入果膠酶先將果膠分解，產生的酒精會比較多嗎?結果如下:

表四：是否加熱對農業廢棄物加果膠酶的發酵情形

材料	處理	糖度(%)	酒精(%)	pH 值
龍眼殼	加熱	4	11	3.08
	沒加熱	4	11	3.89
玉米花軸	加熱	1.3	6	8.46
	沒加熱	5.2	8	14.79
柚子皮	加熱	4.3	12	3.62
	沒加熱	5	14	3.53

圖八:是否加熱對農業廢棄物加果膠酶的發酵情形



【結果與討論】

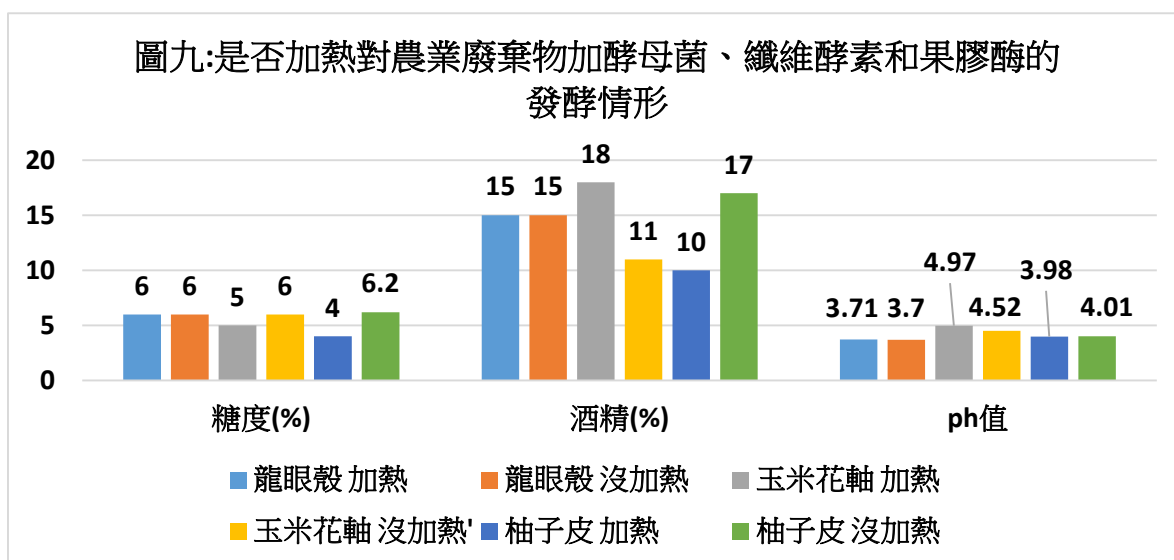
- (一) 由表四和圖八發現添加果膠酶後龍眼殼加熱和沒加熱，產生的糖度及酒精濃度相同，玉米花軸和柚子皮則加熱後都比較差。
- (二) 龍眼殼和柚子皮加果膠酶後，產生酒精和糖的效果很好，推測果皮中含豐富的果膠，尤其是柑橘類的柚子，所以果膠酶可促進果膠的分解，發酵產生酒精濃度的提升最明顯。
- (三) 由圖八、圖二、圖三和圖四比較發現加果膠酶比加酵母菌或加纖維酵素提升農業廢棄物發酵的成效比較好。

(五)是否加熱對農業廢棄物添加酵母菌、纖維酵素和果膠酶的發酵情形

由前面的實驗發現加鹼產生的酒精濃度效果很好，但鹼畢竟不是生物體內的天然物質，使用後可能會有殘留的問題，如果我們要製造酒精噴劑，對人體的健康不太好，所以使用天然的酵素那是最好的了，我們認為將酵母菌、纖維酵素和果膠酶加在一起，各自發揮作用，或許效果就會超越酸鹼的作用，結果是不是如預期呢?讓我們由下表來說明:

表五：是否加熱對農業廢棄物加酵母菌、纖維酵素和果膠酶的發酵情形

材料	處理	糖度(%)	酒精(%)	ph 值
龍眼殼	加熱	6	15	3.71
	沒加熱	6	15	3.7
玉米花軸	加熱	5	18	4.97
	沒加熱	6	11	4.52
柚子皮	加熱	4	10	3.98
	沒加熱	6.2	17	4.01



【結果與討論】

- (一) 由圖九和表五發現加熱會增加酒精濃度只有玉米花軸，其產生的酒精濃度也是三者中最高的。
- (二) 龍眼殼和柚子皮加熱後並沒有增加糖和酒精的發酵效果，柚子皮反而下降很多，推測龍眼殼和柚子皮是果皮，本身含有許多酵素，加熱後，酵素被破壞，因此只剩添加酵素的作用，因此發酵效果就變差了。

(三)由圖九和圖二、圖三、圖四對比發現全部都加會比只加個或什麼都沒加的發酵情形還要好，尤其是龍眼殼最明顯。

伍、結論

- (一) 實驗發現中性偏鹼的環境，糖化及製造酒精的效果較好。
- (二) 筴白筍殼的發酵情形最佳，糖度最高，酒精濃度也最高，柚子皮次之，龍眼殼的最差，玉米的兩個部位發酵情形差不多
- (三) 實驗中各種廢棄物的酒精濃度都超過 15%，我們只用 5g 做實驗，如果增加重量，糖度和酒精濃度都將更高，所以拿這些廢棄物來生產能源是可行的。
- (四) 龍眼殼加熱的效果在糖度上較明顯增加，但酒精濃度加熱並沒有比較好，效果最好的是三種都添加，但無須加熱，加酵母的效果都不佳。加鹼的效果只比三者都加的差，和加果膠酵素差不多。
- (五) 龍眼殼發酵最好的前三名是：
 糖度：加纖維素酶加熱> 三個全加沒加熱> 加鹼或加果膠酵素
 酒精：三個全加沒加熱> 加果膠酵素或加鹼沒加熱> 加纖維素酶沒加熱
 將龍眼殼和添加物的發酵情形整理如下表：

龍眼殼	處理	糖度(%)	酒精(%)	pH 值
沒加熱	無添加	1	1	7.74
	加酵母	1	3	7.66
	加纖維酵素	2	7.5	7.82
	加酸	2	3	2.45
	加鹼	4	11	9.74
	加果膠酵素	4	11	3.89
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	6	15	3.7
加熱	無添加	3	0.5	6.05
	加酵母	1.4	4	5.24
	加纖維酵素	7	2.5	4.97
	加酸	2	5	2.4
	加鹼	4	5	9.82
	加果膠酵素	4	11	3.08
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	6	15	3.71

(六) 玉米花軸加熱的效果在糖度上較差，但酒精濃度加熱大都比較好(加鹼和加果膠酵素例外)，效果最好的是三種都添加，但須加熱。加鹼不加熱的效果只比三者都加的差。

(七) 玉米花軸發酵最好的前三名是：

糖度：三個全加沒加熱> 加果膠酵素沒加熱> 加鹼沒加熱或三個全加且加熱

酒精：三個全加且加熱> 加鹼沒加熱> 加纖維素酶加熱

將玉米花軸和添加物的發酵情形整理如下表：

玉米花軸	處理	糖度(%)	酒精(%)	ph 值
沒加熱	無添加	1	1	5.87
	加酵母	2	0	5.69
	加纖維酵素	2	0	5.24
	加酸	1	2	2.54
	加鹼	5	14	9.98
	加果膠酵素	5.2	8	14.79
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	6	11	4.52
加熱	無添加	0	2	7.78
	加酵母	1.5	8	5.6
	加纖維酵素	2	11	7.34
	加酸	1	3	2.36
	加鹼	1.5	6	9.98
	加果膠酵素	1.3	6	8.46
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	5	18	4.97

(八) 柚子皮含果膠酵素的在糖度酒精濃度都是沒加熱的效果較好，加纖維酵素和加酸鹼的都是加熱得比較好，效果最好的是三種都添加，但不須加熱。

(九) 柚子皮發酵最好的前三名是：

糖度：三個全加沒加熱> 加果膠酵素沒加熱、加鹼或加纖維素酶加熱> 加果膠酵素加熱

酒精：三個全加沒加熱> 加果膠酵素沒加熱> 加纖維素酶加熱或沒加熱
將柚子皮和添加物的發酵情形整理如下表：

柚子皮	處理	糖度(%)	酒精(%)	ph 值
沒加熱	無添加	1	4	5.15
	加酵母	1.5	5	4.88
	加纖維酵素	3.5	12	3.26
	加酸	2	1	2.54
	加鹼	3	7	9.9
	加果膠酵素	5	14	3.53
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	6.2	17	4.01
加熱	無添加	1.2	4	5.33
	加酵母	1.2	5	4.7
	加纖維酵素	5	12	4.7
	加酸	2	10	2.63
	加鹼	5	11	9.82
	加果膠酵素	4.3	12	3.62
	加酵母、纖維素酶、果膠酵素	4	10	3.98

陸、參考資料

(一) 農業廢棄物-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%BE%B2%E6%A5%AD%E5%BB%A2%E6%A3%84%E7%89%A9>

(二) 【登山知識】天然ㄟ不是尚好—別再以為果皮亂丟山上沒關係

<https://hiking.biji.co/index.php?q=news&act=info&id=21608>

(三) The Decomposition of Waste in Landfills

<https://www.liveabout.com/how-long-does-it-take-garbage-to-decompose-2878033#citation-15>

(四) 農業廢棄物的循環再利用介紹

https://agriculture.npust.edu.tw/2022/11/agr_waste/

(五) 酒精發酵-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/w/index.php?fulltext=1&profile=default&search=%E9%85%92%E7%B2%BE%E7%99%BC%E9%85%B5&title=Special%3A%E6%90%9C%E7%B4%A2&ns0=1>

(六) 纖維酶(Cellulase)-下

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=14084>

(七) 果膠酶-維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%9E%9C%E8%83%B6%E9%85%B6>