

嘉義市第37屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別： 生活與應用科學科(二)(環保與民生)

組 別： 國中組

作品名稱： Rice? Right! 化剩飯為「吾用」

關 鍵 詞： 剩飯、發酵、肥皂

編 號：

摘要

本實驗利用剩飯和白麴進行發酵，改變白麴量、室溫、加水次數、加水量、開瓶頻率等變因，觀察對剩飯發酵的影響，盼能藉由實驗結果建立一個配合自然課可以進行的剩飯發酵課程，實驗發展的過程中，我們發現副產物—酒粕，也可以搭配二下自然課自製肥皂的課程，更進一步做不同的探究，在學校實施的食農教育—種植蔬菜的部分，酒粕也可以提供免費的有機肥料，讓多餘的剩飯可以物盡其用。

壹、研究動機

每日中午用餐後，時常發現飯桶中殘餘許多剩飯，抬餐桶時則看見成堆的剩飯被倒入廚餘桶，令人感到十分奢侈且糟蹋農夫辛苦的成果。「誰知盤中飧，粒粒皆辛苦」，因而我們開始尋找可以解決此問題的方法。

經過討論，我們發現結合 2 下國中自然課本中的有機化合物中的食品科學(第 4 冊 5-5)，可讓剩飯被充分運用，以發酵技術將剩飯製成酒精及其副產物，減少食物的浪費，創造一個知恩的校園環境。

貳、研究目的

- 一、探討剩飯發酵過程中，白麴多寡，對於酒精濃度的影響。
- 二、探討剩飯發酵過程中，溫度高低，對於酒精濃度的影響。
- 三、探討剩飯發酵過程中，改變發酵後期的內容物及發酵時間長短，對酒精濃度的影響。
- 四、探討剩飯發酵過程中，加水次數差異，對於酒精濃度的影響。
- 五、探討剩飯發酵過程中，開瓶頻率差異，對於酒精濃度的影響。
- 六、探討剩飯發酵過程中，水量多寡，對於酒精濃度的影響。
- 七、探討剩飯發酵出的發酵液蒸餾前後的濃度差異。
- 八、探討剩飯探討剩飯發酵的經濟效益。

參、實驗器材

一、發酵酒精部分

容器(加蓋)、純水、白麴、剩飯、電子秤、燒杯、量筒、溫度計、滴管、試管、鐵製刮勺、玻璃棒、上皿天平、砝碼、濾紙、過濾球、石蕊試紙、廣用試紙、手持式酒精濃度計。

二、蒸餾部分

電子秤、燒杯、量筒、溫度計、滴管、試管、鐵製刮勺、玻璃棒、蒸餾瓶、過濾球、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網、李必氏冷凝器、自製固定架、橡皮塞、玻璃管、塑膠軟管。

三、自製肥皂部分

椰子油 10mL、酒精 10mL、氫氧化鈉水溶液 10mL、蒸餾水 30mL、飽和食鹽水 100 mL、沙拉油 1 mL、蒸發皿、燒杯、50mL 量筒、10mL 量筒、試管、玻璃棒、三腳架、陶瓷纖維網、酒精燈、刮勺。

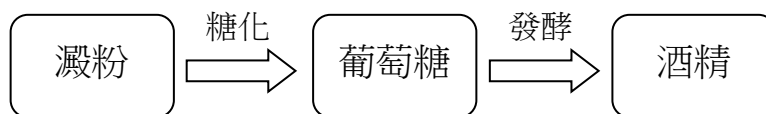
四、蔬菜種植部分

菜苗、花盆、鏟子、玻璃片、酒粕、土、刮勺、電子秤。

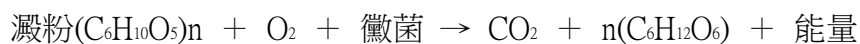
肆、研究過程或方法

一、製酒發酵原理

(一) 發酵製程主要有二個階段



1. 澱粉糖化



2. 酒精發酵



(二) 白麴中主要含有根黴菌、毛黴菌、酵母菌等多種微生物，兼具糖化和發酵作用。

(三) 黴菌將澱粉糖化，產生葡萄糖，但黴菌的酒精耐受度不高，如果發酵瓶內的酒精濃度達到 12 度，就必須再加水稀釋，否則澱粉就會殘留而無法完全轉化。

(四) 酵母菌再將葡萄糖發酵產生酒精，受限於酵母菌的酒精耐受度，一般釀造酒無法超

過 20 度，然而經由使用高酒精耐受性的酵母菌，少部分的釀造酒也可使酒精濃度高於 20%，甚至超過 30%。

(五) 若要提高酒精度就得加以蒸餾才行。

二、剩飯發酵大致流程

(一) 消毒器具：將燒杯、滴管、玻棒、鐵製刮勺，於 100°C 沸水中放置約莫一分鐘。

(二) 分配剩飯：依每回實驗需求，以電子秤取出等質量飯糰。

(三) 分配白麴：依每回實驗需求，以電子秤取出等質量白麴(如圖 1)。

(四) 分配水量：依每回實驗需求，以電子秤取出等質量飲用水。

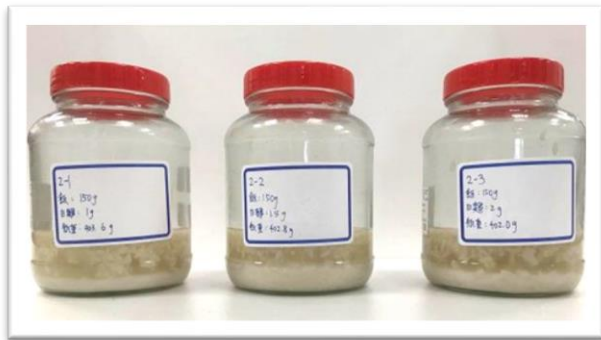
(五) 將剩飯、白麴、飲用水置入玻璃瓶，並以玻棒攪拌均勻。

(六) 貼標籤貼紙，靜置陰涼處。如圖(2)。

(七) 3 天後加水。

(八) 約 10 天，測量發酵液濃度〔酒精測量計如圖(3)〕。

※相關實驗圖片



圖(1) | 圖(2)
圖(3)

三、蒸餾流程

(一) 器具消毒：將燒杯、蒸餾瓶、李必氏冷凝器，於 100°C 沸水放置約莫一分鐘。

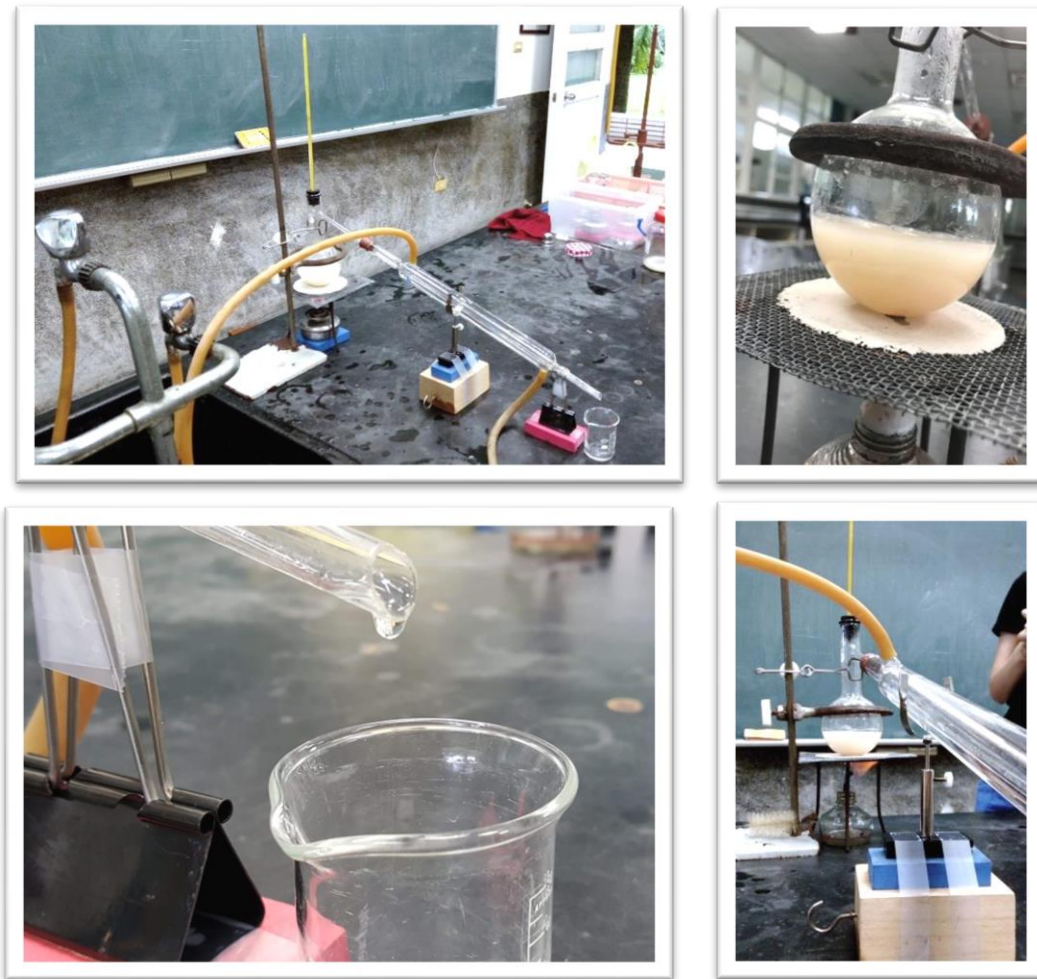
(二) 器具組裝：如圖(1)。

(三) 撈出酒粕：以自製過濾球過濾。

(四) 將撈出酒粕後的發酵液置入蒸餾瓶，液面不超過三分之一（100 克），如圖(2)。

- (五) 點燃酒精燈，每隔三分鐘測量溫度，開始有液體(蒸餾冷卻液)滴下時，每三分鐘測量濃度。
- (六) 觀察酒精液沸騰的時間及溫度，如圖(3)。
- (七) 觀察蒸餾液落下速度，如圖三(4)。
- (八) 待蒸餾冷卻液濃度開始下降，結束實驗，。
- (九) 測量燒杯內液體濃度。

※相關圖片：



圖(1)	圖(2)
圖(4)	圖(3)

四、肥皂製作過程

(一) 對照實驗組—根據康軒版國中自然第四冊。

- 過程：將 10ml 椰子油置入蒸發皿，並倒入 5ml 的酒精，利用玻棒攪拌均勻。
 倒入 10ml 氫氧化鈉溶液，加熱蒸發皿，持續攪拌(圖 1)。
 待蒸發皿內出現黏稠狀態，加入過濾水，攪拌均勻後停止加熱。
 將蒸發皿內稠狀物倒入飽和食鹽水(圖 3)。
 撈出浮於飽和食鹽水面的固體，即為肥皂。

(二) 實驗組—根據康軒版國中自然第四冊。

1. 過程：將 10ml 椰子油置入蒸發皿，並倒入 5ml 的酒精，利用玻棒攪拌均勻。

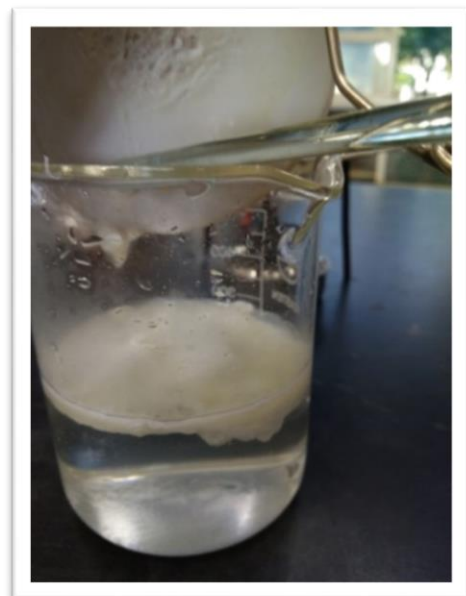
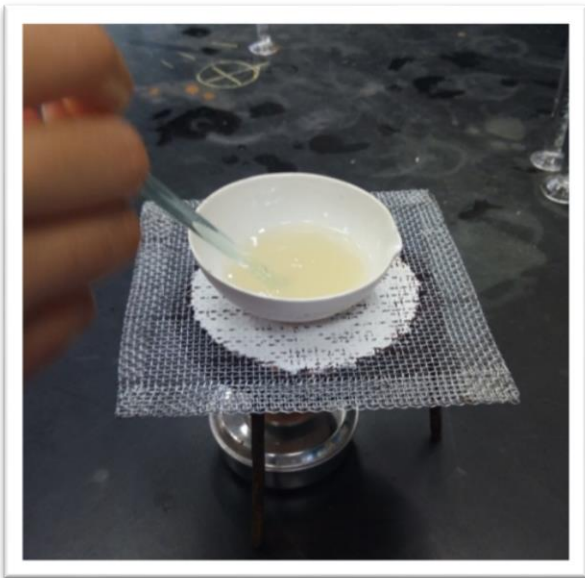
倒入 10ml 氫氧化鈉溶液，加熱蒸發皿，持續攪拌。

待蒸發皿內出現黏稠狀態，加入 10 公克酒粕(圖 2)，加入過濾水，攪拌均勻後停止

加熱。

將蒸發皿內稠狀物倒入飽和食鹽水。

撈出浮於飽和食鹽水面的固體，即為肥皂。



圖(1)	圖(2)
圖(3)	

伍、研究結果

一、改變白麴質量，對酒精濃度的影響

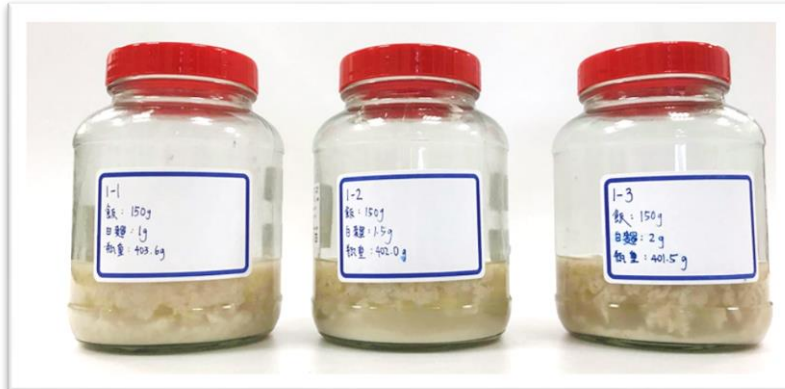
操縱變因：白麴質量

控制變因：剩飯 150g

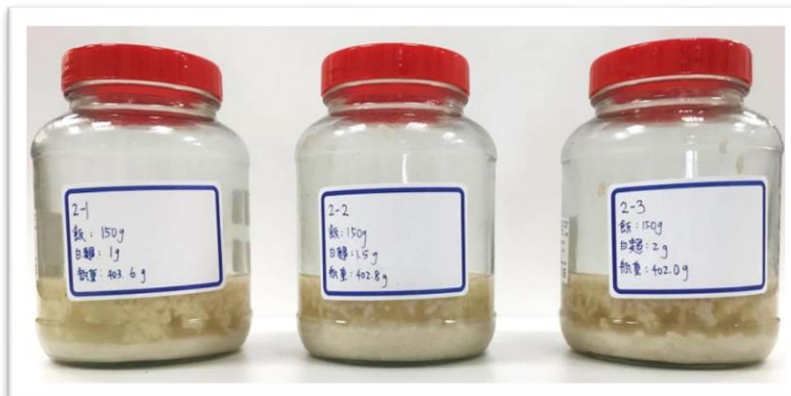
水量 20+80g

(一) 實驗圖片：

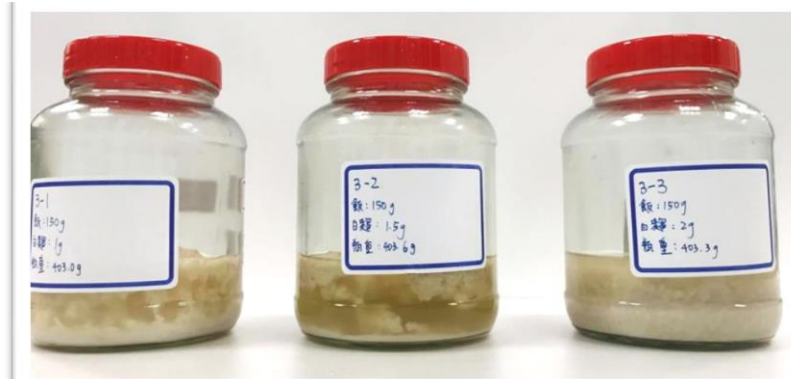
1. 第一組



1. 第二組



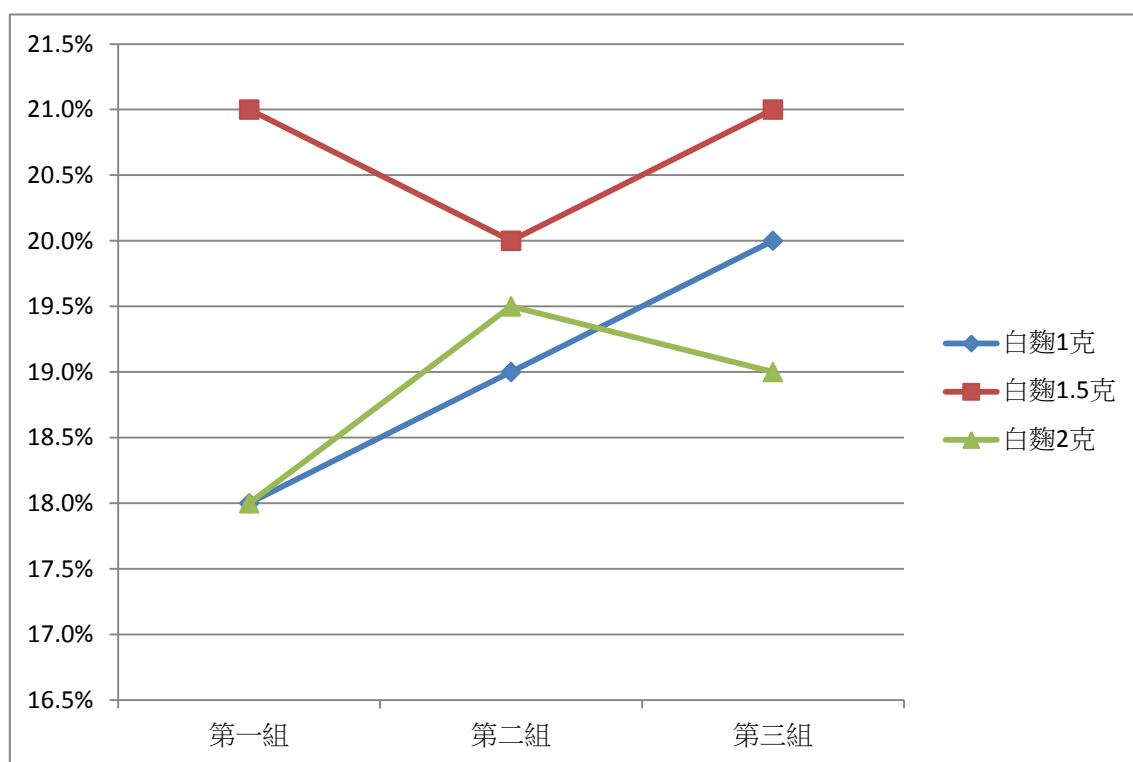
2. 第三組



(二) 數據及圖表

表一：白麴質量與剩飯發酵後的酒精濃度之關係

白麴量 \ 濃度(%)	第一組	第二組	第三組
白麴 1g	18	19	20
白麴 1.5g	21	20	21
白麴 2g	18	19.5	19



根據實驗結果，剩飯 150 公克和白麴 1.5 公克的比率下，發酵之後的濃度比較高，所以決定之後實驗皆採用剩飯與白麴的比例是 100：1。

二、改變發酵時的溫度，對酒精濃度的影響

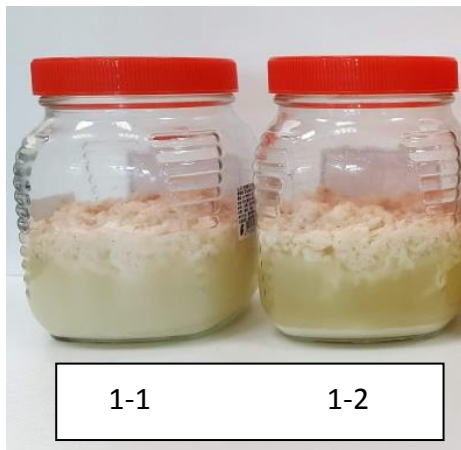
操縱變因：溫度

控制變因：剩飯 200g

白麴 2g

水 30+170g

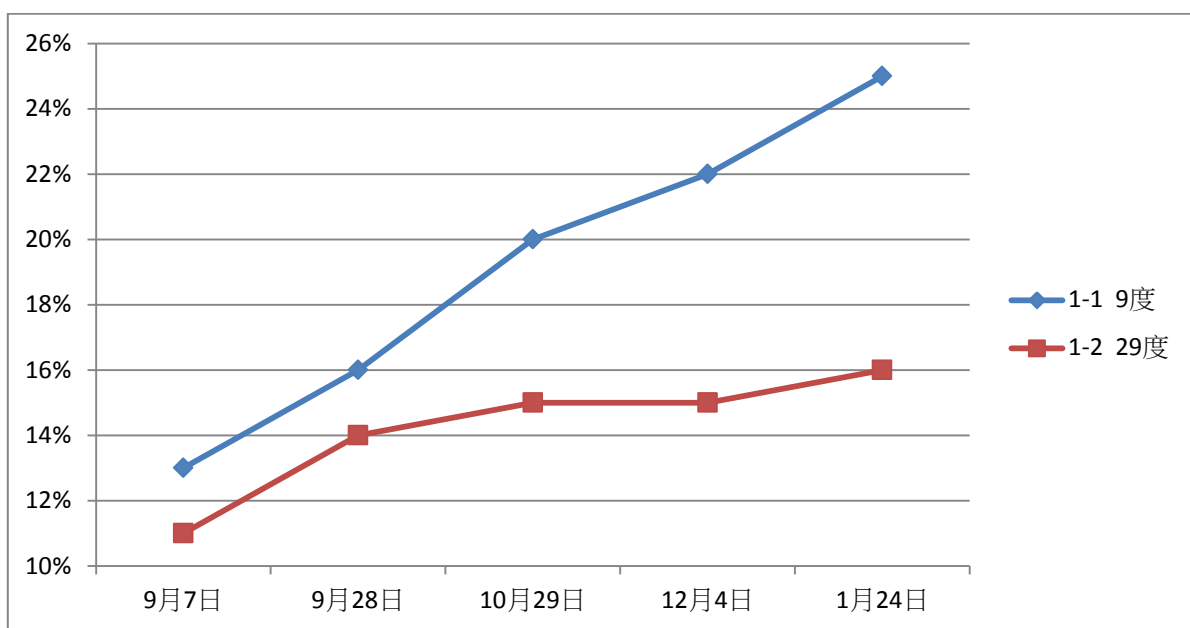
(一) 實驗圖片：



(二) 數據及圖表

表一：溫度與剩飯發酵後的酒精濃度的關係

濃度(%) 編號	9/07	9/28	10/29	12/04	1/24
1-1(9 度)	13	16	20	22	25
1-2(29 度)	11	14	15	15	16



從實驗中我們發現，在室溫（九、十月的氣溫約莫 29 度）下，比起置於冰箱（約莫 9 度）的發酵成果較差。因此我們認為，可能冬季的溫度對於酵母菌的發酵最合適。

但置於室溫的 1-2 瓶保持原本酒香，置於冰箱的 1-1 瓶則產生刺鼻酸味，我們猜測可能是實驗過程中遭受汙染，導致發酵物變質。

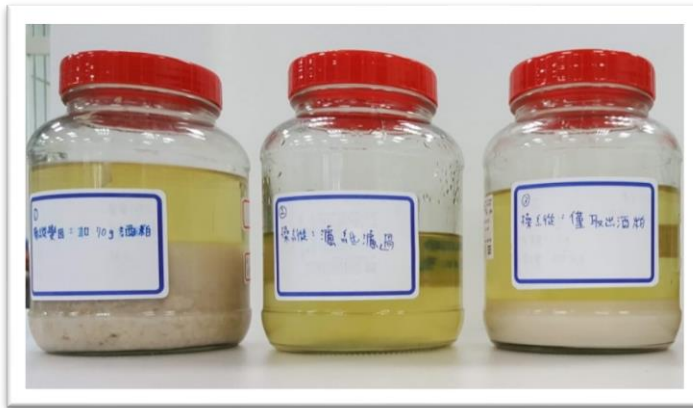
三、發酵後期的內容物及發酵時間長短，對酒精濃度的影響

操縱變因：內容物

控制變因：發酵液體積 500ml

(一) 實驗圖片：

1. 三種不同的條件



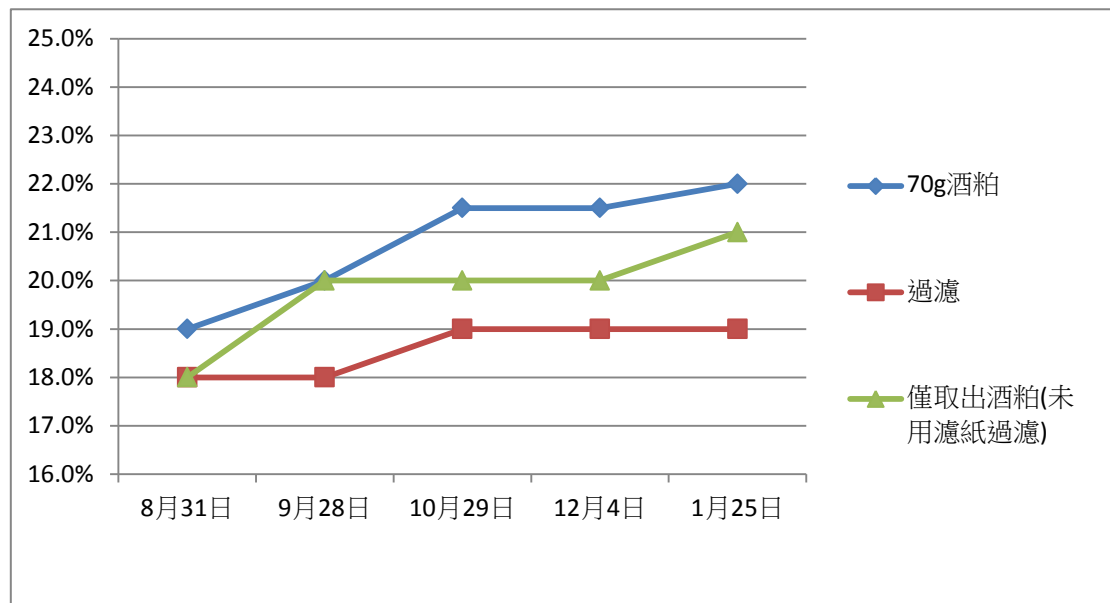
2. 濾紙過濾



(二) 數據及圖表

表一：發酵後期的內容物及發酵時間長短，與酒精濃度的關係

濃度(%) 編號	8/31	9/28	10/29	12/4	1/25
1、 70g 酒粕	19.0	20.0	21.5	21.5	22.0
2、 濾紙過濾	18.0	18.0	19.0	19.0	19.0
3、 僅取出酒粕 (未用濾紙過濾)	18.0	20.0	20.0	20.0	21.0



根據圖表，保留酒粕 70g 的發酵瓶酒精濃度成長較其他兩者高，其次則為僅取出酒粕的發酵瓶，可得知殘餘較少酒粕會導致濃度成長減緩，我們推測是過濾後協助發酵的菌減少，因此我們選擇以保留酒粕在瓶內的方式進行之後的實驗。

四、加水次數的差異，對於酒精濃度的影響

操縱變因：加水次數

控制變因：剩飯 200g

白麴 2g

總加水量 200g

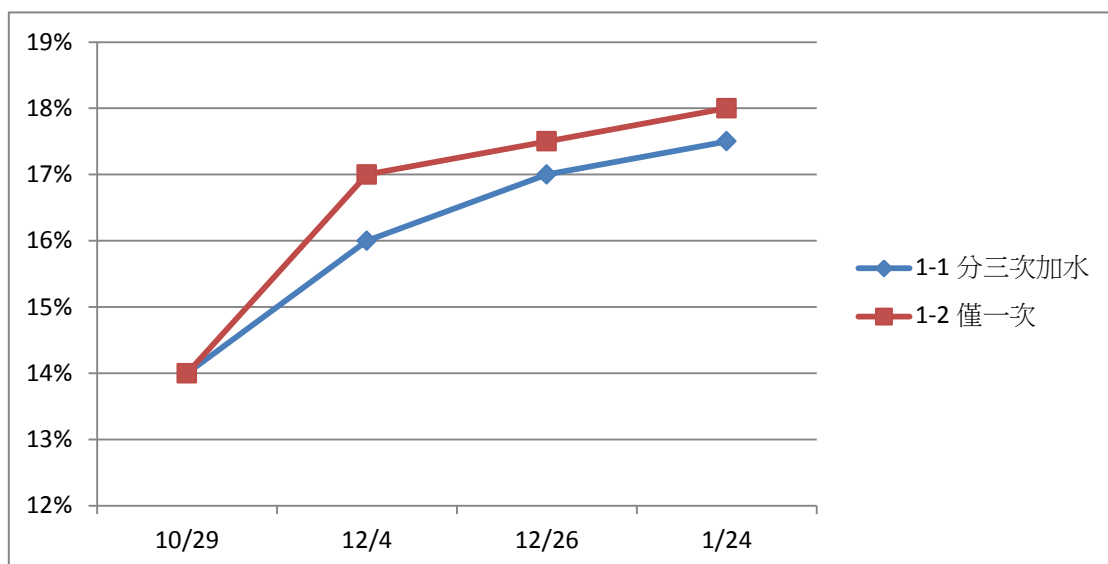
(一) 第一組實驗圖片



(二) 第一組數據及圖表

表一：不同加水方式與濃度的關係（第一組）

瓶號(加水方式)	10/29	12/4	12/26	1/24
1-1 分三次加水	14	16	17	17.5
1-2 一次加水	14	17	17.5	18



根據實驗結果，發現兩者差異並不明顯，我們推測水量分三次加和一次加，並不影響剩飯發酵產生酒精的濃度。

五、開瓶頻率的差異，對於酒精濃度的影響

操縱變因：開瓶頻率

控制變因：剩飯 200g

水量 30+170g

白麴 2g

(一) 第一組實驗圖片



(二) 第一組數據及圖表

表一：開瓶頻率的差異，與酒精濃度的關係圖

瓶號(開瓶頻率)	12/26	1/24	2/13	2/27
1-1 半個月一次	13	19	14	15
1-2 加水後不開	14			12

(三) 第二組實驗圖片



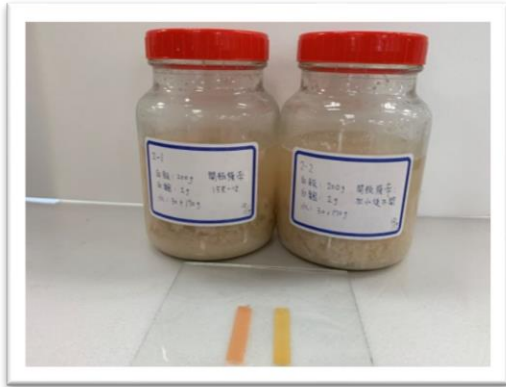
(四) 第二組數據及圖表

表二：開瓶頻率的差異，與酒精濃度的關係圖

瓶號(開瓶頻率)	12/26	1/24	2/13	2/27
2-1 頻率高	14	16	14	14.5
2-2 加水後不開	14			14

根據實驗結果，發酵過程中，間隔一段時間測量發酵酒精的濃度，對酒精濃度並沒有明顯的影響，但是此次實驗過程發現，經過兩個月後的酒精濃度，比之前實驗的結果普遍降低，推測除了剩飯的因素外，此次的白麴是重新購買的，也有可能是白麴成分改變所造成。

(五) 實驗檢測圖



根據檢測結果，開瓶次數較多的發酵液，酸性較強，我們推測，開瓶時，會讓新鮮的氧氣進入發酵瓶，酒精和氧氣反應後，產生醋酸。

六、探討剩飯發酵過程中，水量多寡，對於酒精濃度的影響

操縱變因：水量多寡

控制變因：剩飯量 200g

白麴 2g

(一) 第一組實驗圖片



(二) 第一組實驗數據

表一：剩飯發酵，水量多寡與酒精濃度的關係

濃度(%) 編號	1/7	2/27
	1/7	2/27
1-1 30 克 + 70 克	14	16
1-2 30 克 + 170 克	12	10
1-3 30 克 + 270 克	9	8

(三) 第二組實驗圖片



(四) 第二組實驗數據

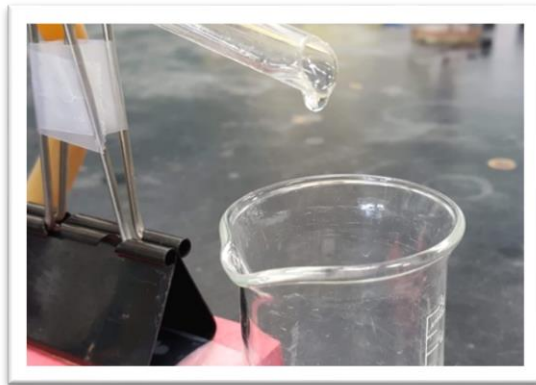
濃度(%) 編號	1/7	2/27
	1/7	2/27
2-1 30 克 + 70 克	16	15
2-2 30 克 + 170 克	11	12
2-3 30 克 + 270 克	9	10

根據實驗結果，我們發現發酵時的水量，對於發酵酒精的濃度是有影響的，200 公克的飯量配合 100 公克的水量，可以得到較高的酒精濃度。

這個結果與網路資料提供的飯量與水量的比例是大約 1：1.5 的結果並不相同，在這個部分，有機會可以再做細節的研究。

七、發酵液蒸餾前後的濃度差異

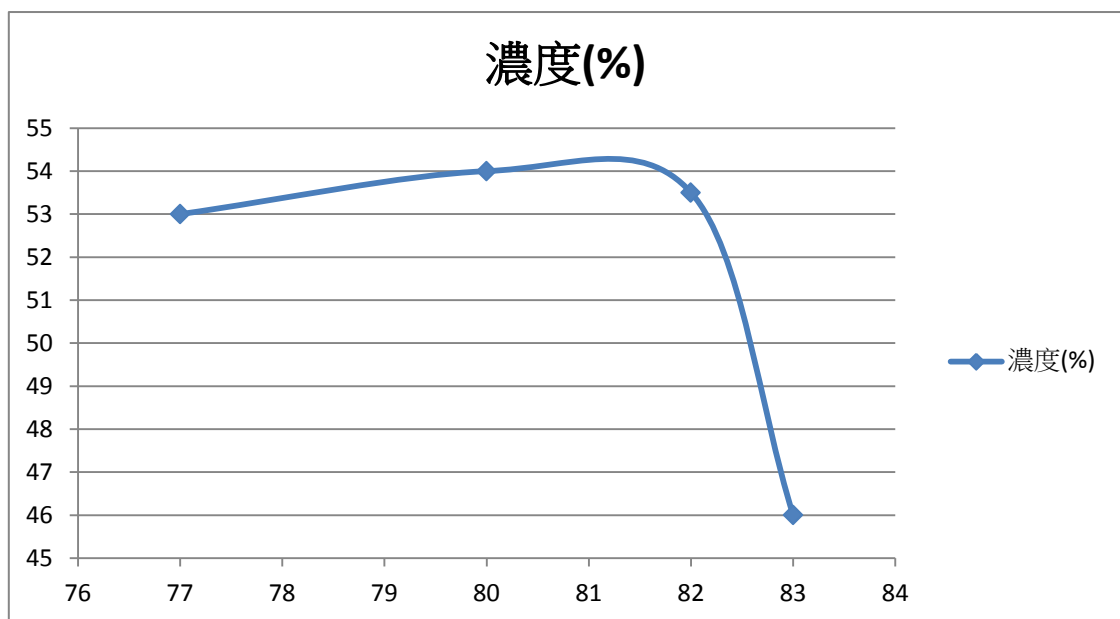
(一) 實驗圖片



(二) 第一組數據及圖表

表一：發酵液蒸餾濃度與溫度的關係(第一次)

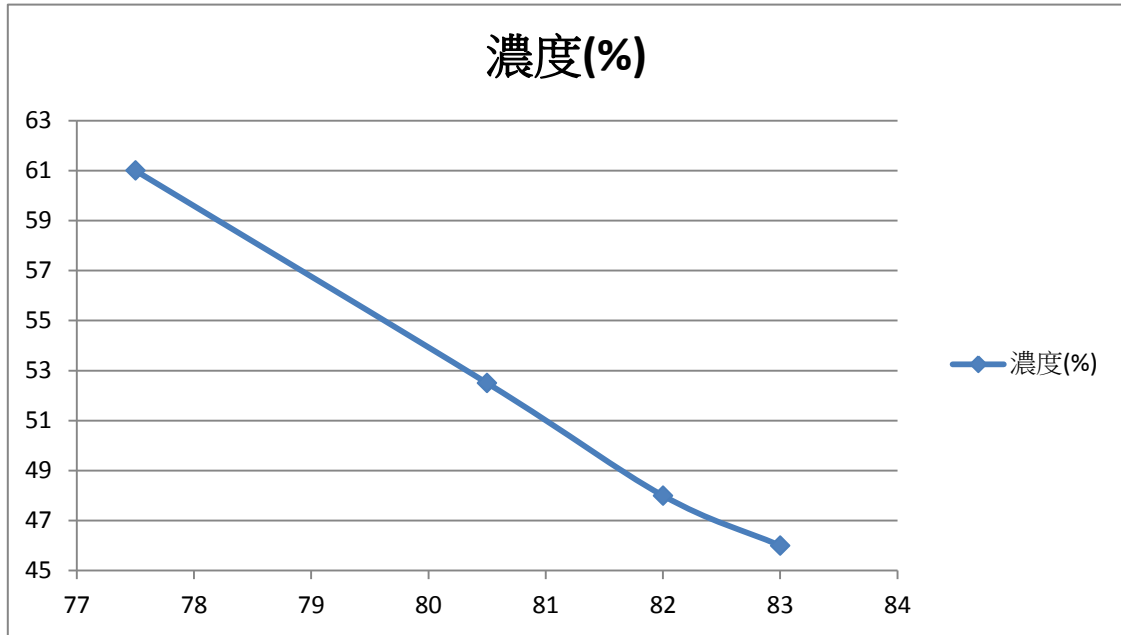
時間 (溫度)	15 分 (52.3℃)	18 分 (65℃)	21 分 (77℃)	24 分 (80℃)	27 分 (82℃)	30 分 (83℃)
濃度(%)	無法測出	無法測出	53	54	53.5	46



(三) 第二組數據及圖表

表二：發酵液蒸餾濃度與溫度的關係(第二次)

時間 (溫度)	15 分 (53℃)	18 分 (67℃)	21 分 (77.5℃)	24 分 (80.5℃)	27 分 (82℃)	30 分 (83℃)
濃度(%)	無法測出	無法測出	61	52.5	48	46



實驗結果，溫度計顯示 53℃ 左右，在李必氏冷凝器才出現第一滴蒸餾冷卻液，且加熱 20 分鐘之前，皆無法測出蒸餾液的濃度，可能因為發酵液的酒精濃度大約在 15% 左右，蒸餾初期發酵液中水的比例較高，所以無法測出蒸餾冷卻液的濃度。

實驗結果大約在 77℃ 才收集到較高濃度的蒸餾冷卻液，應該是因為酒精沸點約攝氏 78.4 度，此時酒精沸騰，產生大量酒精蒸氣，才會收集到較高濃度的蒸餾冷卻液。

蒸餾後的冷卻液，經過點火後，順利燃燒，可以當作燃料用，但是考量蒸餾整過過程浪費太多燃料，不符合經濟效益。

八、探討剩飯探討剩飯發酵的經濟效益

剩飯屬廚餘一部分，國人的處理方式大多為運至豬圈餵養豬隻，但從近幾年新聞當中，廚餘衍生的問題實在不少，例如眾所皆知的國內餵水油事件。

而除了廚餘流向不肖廠商是一大問題外，近日非洲爆發的豬瘟事件，也多指向高風險的「廚餘養豬」是病毒傳播關鍵。農家只把養豬當成副業，養豬頭數少，從數十隻到數百隻不等，飼養方式也較落後，排泄物常未處理就排放，環境衛生差。為節省飼料成本，飼主經常餵食廚餘，也缺乏經濟能力改善養殖環境與提升水準，使得「後院養殖」容易成為動物疫病繁衍的溫床。

剩飯除了餵養豬隻，是否還有其他用途？根據自然與生活科技課本第四冊的食品科學章節內容，飯的主要成分是澱粉，和水果一樣，同樣可與酵母菌進行發酵，市面上常見的米酒即是米飯發酵的產物。將剩飯發酵為酒精，用途更加廣泛，例如我們經由實驗，發現蒸餾後的酒精具有去汙能力，倘若將其廣用於校園的各個地方，可減少部分開銷。

經過這段時間的不斷測試的結果，我們一致認為這個實驗模組，可以提供校內國二生進行自然課的一個實驗課程，不但做到剩飯不浪費，也可以印證課本教授的知識。

若消毒確實，剩飯發酵出來新鮮的米酒，也可以提供廚房作為調理用。

剩飯發酵後，除了米酒外，還有一種主要的副產物—酒粕，根據資料顯示，酒粕含有豐富的蛋白質及其他營養成分，過去常被用來當作肥育禽畜魚類等的飼料原料，這樣仍會有動物疫病的疑慮，所以，我們希望酒粕可以在學校內發揮它的作用，藉此最終做到剩飯發酵零廢棄物。

(一) 探討剩飯發酵的副產物-酒粕，對改善自製肥皂的酸鹼性的影響。

二年級下學期自然課，依照課本提供的比例所製造出的肥皂，經檢測後鹼性偏強，使得同學們都不敢拿來洗手，在這次的實驗過程中，發現剩飯發酵的副產物—酒粕呈現酸性，測量結果，酒粕的 pH 值約為 3，所以希望在肥皂製造過程中加入酒粕，可降低產物肥皂的鹼性，降低對皮膚造成的傷害，可替學校省下購買洗手肥皂的支出。



(二) 探討剩飯發酵的副產物-酒粕，當作種植蔬菜的肥料對蔬菜的影響

根據網路資料顯示，100g 酒粕含有 14.9g 的蛋白質和 8g 的磷，與肥料成分相似，因此應該可以當作栽培蔬菜的肥料。

第一次選用小白菜當作實驗對象，一周後，在一株小白菜周圍四個點，各施以 1 公克白麴當作肥料，作為實驗組，另一盆未施肥時，當作對照組，一周後，再施肥一次，我們發現施肥的實驗組的菜並沒有長得比較好，其中一株小白菜凋死，沒有施肥的對照組並沒有異樣。



對照組



實驗組

表一：小白菜施肥與未施肥的生長情況

	對照組 (未施肥)			實驗組 (施肥酒粕 4 公克)		
生長情況 葉長(cm)	20.1	20.2	20.4	17.5	凋死	20

我們推測施肥實驗組的菜長得不好的原因可能是因為：

1. 施肥的位置太靠近菜的根部，造成根長得不好影響蔬菜的生長。
2. 因為酒粕偏酸性，也許我們所種植的蔬菜並不適合生存在酸性土壤中。

第二次測試，根據第一次失敗推測的原因，上網查詢資料尋找可耐酸性的植物，到市場選購當季的耐酸蔬菜，選擇菊苣做為這次的實驗對象，施肥做為實驗組，未施肥做為對照組，並將施肥的位置稍遠蔬菜至約 3 公分處，酒粕施肥量，維持 1 公克，這次實驗結果是施肥實驗組的菜和未施肥對照組的菜，生長狀況相似。



對照組



實驗組

表二：菊苣施肥與未施肥的生長情況

	對照組 (未施肥)			實驗組 (施肥酒粕 4 公克)		
生長情況 葉長(cm)	23.2	23.5	22.7	22.9	23.0	24.0

我們推測可能原因是：

1. 酒粕施肥量取 1 公克，可能並不足以讓菊苣的生長，有明顯的變化。
2. 酒粕對不同種類的蔬菜的效應不同。

第三次測試，依據第二次測試推測的原因，我們改變酒粕施肥量及蔬菜種類做測試。

我們選用奶油生菜及沙拉白菜兩種，同時進行施肥的實驗組及未施肥的對照組，如表三及表四。



對照組



實驗組

表三：奶油生菜施肥和未施肥生長的情況

	對照組 (未施肥)	實驗組(施肥)	
		酒粕 8 公克	酒粕 12 公克
生長情況	13.5	14.7	14
葉長(cm)	8	12	12

在奶油生菜的部分，有蟲蛀的現象，恐有影響植株生長的疑慮，無法判斷酒粕施肥造成的影響，我們推測酒粕可能會引來蛀蟲，奶油生菜本身抵抗蛀蟲的能力較低。



對照組



實驗組

表四：沙拉白菜施肥和未施肥生長的情況

	對照組 (未施肥)	實驗組(施肥)	
		酒粕 8 公克	酒粕 12 公克
生長情況	11.1	12.9	13.2
葉長(cm)	9.7	11.5	10.9

在沙拉白菜的部分，和奶油生菜放置的地點相同，但並未受蟲的影響，而有酒粕施肥的實驗組，植株和葉子皆較對照組較大，但施肥 8 公克及 12 公克並沒有明顯差異。我們推測沙拉白菜本身抵抗害蟲的能力較佳，酒粕施肥對沙拉白菜生長也有助益。由於時間有限，沒有再對酒粕施肥量做調整，我們認為如果可以再對酒粕施肥量做測試，應該可以找出最佳的施肥量，讓沙拉白菜的生長可以有佳的表現。

陸、討論

一、剩飯發酵過程中，偶有發霉或變質現象發生，可能是器皿消毒不夠確實，所以，如果要當作廚房調味用，消毒是一個很重要的環節。

二、剩飯發酵過程中，首先利用黴菌將澱粉糖化：

(一) 過程中黴菌須仍需要足夠的空氣，我們曾嘗試留一個洞，但是，最後發現有發霉的現象，又引來果蠅。

(二) 在黴菌需要足夠空氣，又要避免外界的細菌污染狀況下，我們採取剩飯和白麴攪拌要均勻，而且盡量製造飯粒之間的空隙，讓糖化可以達到最大的效果，再採用蓋上塑膠蓋。

三、剩飯發酵過程中，由於黴菌和酵母菌對酒精有一定的耐受度，酒精過高會造成黴菌和酵母菌無法發揮作用，此時加水時間及加水量，造成的影響又如何？

(一) 我們採用一次性加水和分三次加水，最後實驗的結果，並沒有明顯的差別，可能加水後，酵母菌就可以承受當時的酒精濃度，正常工作，如果還有機會，可以在每一次加水前先測量的酒精濃度，驗證這個可能性。

(二) 加水量的部分，我們採用白飯與水量比，分別是 2：1、1：1 及 1：1.5，實驗結果是白飯與水量比為 2：1 時，可以得到較高的酒精濃度，但與網路查詢到的資料，剩飯與水量比為 1：1.5，並不相同，我們認為只要在白麴的酒精耐受度下，水量是可以降低的，如果是建立二年級課程的實驗模型來說，小而美的實驗模式更為適合，所以，我們認為可以採用剩飯量與水量比為 2：1。

四、剩飯發酵隨時隨地都可以進行，但是有沒有一個較佳的時間點呢？

(一) 剩飯是利用白麴進行發酵，細菌的活性通常在某個溫度範圍內，活性比較活躍，所以我們採用當時的室溫和冰箱的較低溫的兩種狀況做比較，我們發現冰箱內的發酵酒精濃度偏高，可見白麴內的菌種，在低溫下似乎活性較高。

(二) 以當時的室溫（約 29℃）冰箱的溫度（約 9℃）來說，我們認為這個發酵課程，適合在冬天進行。

五、剩飯發酵產生酒精，根據課本教授內容，若酒精若接觸空氣中的氧氣，又會產生醋酸，最後酒精和醋酸結合變成酯，如此一來酒精濃度勢必減少。

(一) 我們採用長時間不開瓶和開瓶次數較多的狀況下比較酒精濃度，減少接觸空氣的時間，我們發現兩者並沒有明顯的差別。

- (二) 我們猜測可能是開瓶測量酒精濃度並不會讓發酵瓶內的空氣產生大量的置換，所以，並不會消耗大量的酒精。
- (三) 為了確定開瓶是否有影響，我們另外檢測發酵液的酸性程度，我們發現開瓶次數較多的發酵液酸性較高，可見開瓶之後，仍然會有氧氣進入的狀況，氧氣和酒精反應，產生醋酸。
- (四) 我們也觀察到，發酵液有濃濃的酒香及一層薄膜，我們認為會有酯類產生。

六、將發酵酒精蒸餾後，提高酒精濃度，增加酒精的應用範圍：

- (一) 蒸餾前學習李必氏冷凝管的使用方式，冷水由下方入口通入，熱水會從上方出口排出。
- (二) 發酵酒精(混合物)蒸餾過程中，到了特定溫度開始激烈擾動後，溫度依然是緩慢持續上升，符合混合物的沸點不是特定溫度。
- (三) 在 53℃ 左右，收集到第一滴蒸餾冷卻液，在 77℃ 左右，蒸餾冷卻液出現速率增加，此時濃度最高，之後，濃度逐漸下降，可能是酒精已經在酒精沸點時大量變成酒精蒸氣，溫度再升高後，酒精蒸氣量其實已經減少很多了。
- (四) 我們嘗試讓收集到的蒸餾液點火燃燒，發現收集到的蒸餾液是可以當作燃料的，但是由於產量不大，我們認為可能需要改良蒸餾方式，才能提高效益。
- (五) 我們嘗試讓蒸餾液進行白板清潔，的確可以達到清潔的效果。

七、每次剩飯發酵後，在測量酒精濃度的同時，我們發現還有另一個副產物—酒粕，它是不是也有其他的用途呢？

- (一) 酒粕經過測量後是酸性，市面上一些產品也說酒粕對皮膚很好，我們無法將它再進一步萃取，何不直接加在我們自製的肥皂呢？自然課本配方自製的肥皂，一直讓人詬病的就是鹼性太強，如果將酒粕加入肥皂內，是不是酸鹼中和後，鹼性不再那麼強，清潔效果仍在，實驗結果證實，鹼性變弱，仍可以做到課本檢測肥皂的效果。這個部分，我們認為可以再調整酒粕的添加量，經過較精密檢測後，讓自製肥皂可以具有清潔效果外，又可以減少對皮膚的刺激性。
- (二) 酒粕含有大量的有機物質，那對植物來講，可能是天然的有機肥料，食農教育種植蔬菜，酒粕是不是也可以盡一份心力呢？根據實驗結果，我們發現並不是所有的蔬菜都適用，當挑對蔬菜，取得適量的酒粕，還是可以讓蔬菜長得又高又壯。

柒、結論

- 一、剩飯發酵，剩飯和白麴質量比約為 100：1，是較佳比例。
- 二、溫度會影響到剩飯發酵的表現，建議在冬天進行可以有比較好的發酵表現。
- 三、若要採用長時間發酵，將酒粕留在發酵液中，比將酒粕取出的發酵表現較佳，剩飯發酵時間愈長，初期可觀察到酒精濃度增加，但後期變化不大，可能是黴菌與酵母菌對酒精耐受度有限所影響。
- 四、剩飯發酵可以採取一次性加水和分次加水，這兩者方式並沒有影響剩飯發酵的表現。
- 五、剩飯發酵後期，間隔時間開瓶測量發酵酒精濃度，發現酒精濃度並沒有明顯的影響，但開瓶次數較多的發酵液酸性較強，所以，開瓶仍然對發酵液發酵有影響的。
- 六、剩飯發酵水量會影響濃度，我們採用可以得到較高酒精濃度的剩飯與水量比 2：1，讓發酵實驗模型可以更小而美。
- 七、剩飯發酵後的發酵液，在學校實驗室，經由蒸餾後，酒精濃度是可以提高，但是耗費的燃料及裝置過程繁瑣，並不適合做大量產出。在實驗過程中，我們發現剩飯發酵產生的酒精，經蒸餾後，可以當作燃料或消毒用，面對能源逐漸枯竭的年代，我們相信經由這樣的發想，若能再進一步研究，也許剩飯也有機會一躍成為綠色能源的一個要角。
- 八、藉由食品科技創造剩飯的綠色奇蹟，提高剩飯的經濟效益：
 - (一) 提供國二生進行食品科技—食物發酵課程，可採用剩飯量：白麴量：水量＝100：1：50，第三天進行加水攪拌，兩周後，測量發酵液酒精濃度，發酵液過濾，酒粕冷藏。
 - (二) 剩飯發酵後的發酵液，可以提供廚房做食物調味用。
 - (三) 剩飯發酵後的副產物——酒粕，可以提供國二生進行皂化反應的添加物，做成肥皂後，可提供學校師生洗手用。
 - (四) 剩飯發酵後的副產物——酒粕，可以提供學校食農教育—蔬菜種植施肥用。

捌、參考資料

- 一、國中自然與生活科技，第四冊第五章第五節食品科技，康軒出版社，民國 107 年。
- 二、徐茂揮、古麗麗，釀酒：米酒、紅麴酒、小米酒、高粱酒、水果酒、蔬菜酒，釀造酒基礎篇，幸福文化出版社，民國 104 年。
- 三、林欣穎、楊珺茹，自製米酒，國立玉井工商。
- 四、跟著鄭大師玩科學，發酵的科學(三)小米酒。[http://www.masters.tw/6371/發酵的科學 3](http://www.masters.tw/6371/發酵的科學3)。
- 五、林世斌，發酵副產物之綠色奇蹟，科學月刊 2013 年 7 月。
- 六、胡天鵬，別再喊沒滷肉飯—防範非洲豬瘟 畜牧業轉型才是王道，報導者。
<https://www.twreporter.org/a/opinion-african-swine-fever-industrial-transformation>。
- 七、邱家玉，民間傳統酒麴(白殼)的製作與討論，行政院農業委員會苗栗區農業改良場。