

# 酵傲江湖天然美味好パン望 利用天然酵母菌發酵

名次：國小組數理類第二名

學校名稱：新營區新營國小

作者：林益微、張晟菡

指導教師：吳美蘭、李函穎

## 摘要

麵包是許多國人喜愛的食品，但近年來食安問題嚴重，麵包也曾被報導因為不當的添加物，出現影響健康的疑慮。因此許多人漸漸傾向於自製安全衛生的麵包來食用。麵包製作的過程中，酵母菌扮演極重要的角色，研究結果我們發現天然水果製作的酵母菌，發酵的成果很好，而且風味絕佳，其中蘋果澱粉質含量高發酵的情形也特別好。其次，糖分在發酵過程中扮演極重要的角色，添加太多不益健康但太少又會影響發酵，必須取得平衡。還有溫度的掌控也非常重要，酵母菌初期培養的階段最好在室溫（25°C左右）中進行，之後為避免過度發酵導致發霉，須於低溫（5°C左右）中進行，且水果酵母菌因為保存不易，以一週的製作時間最佳，在水質方面，我們發現以偏酸性且含微量礦物的水質發酵的成果最佳，透過研究我們發現天然酵母菌的製作過程的影響因素，找到簡單實用又有助於麵包發酵的天然酵母菌的製作過程。

## 壹、研究動機

最近國內發生一些食安問題，讓大家聞”食”色變，總擔心自己是否吃到不良的食物，造成身體負擔甚至影響健康。因此我們希望能採用天然的酵母菌來進行發酵製作營養又衛生的麵包。在健康與體育課第六冊飲食安全的部分，提到像是有些化學合成或不良的添加物，過分攝取時會有害健康，在營養的單元中也有提到，澱粉、醣類等要適度的攝取，否則容易導致肥胖的問題；而在第七冊的第一單元中更提到了生活中的隱形殺手—不當或誇張的食品標示，可能對人體造成很大的危害，因此食的安全是我們不容忽視的課題。我們發現製作麵包的材料不外乎有麵粉、鹽、糖、奶油等，而其中最關鍵的材料莫過於酵母菌了。根據資料，自製酵母菌最常用的是葡萄乾或水果，其中又以水果的風味更佳，既然酵母菌對麵包是如此重要，因此，我們想利用本學期獨立研究的機會瞭解天然酵母菌的製作過程有哪些影響因素，找出簡單實用又有助於麵包發酵的天然酵母菌的製作過程。透過實驗解開天然酵母菌的神秘面紗。

## 貳、研究目的

- 一、了解各種天然酵母菌麵種及麵糰的製作過程、功效、缺點限制。
- 二、實作天然酵母菌、麵種及麵糰。
- 三、探討不同水果製成的天然酵母菌對麵粉發酵的影響。
- 四、探討糖份對於天然酵母菌培養的影響。
- 五、探討在不同條件(發酵時間、水質、溫度)下所製作的天然酵母菌，對麵粉發酵的影響。

### 叁、文獻探討

#### 一、名詞釋義：

- (一)天然酵母菌：天然的食材，應用本身的養分、活力進行分解，產生一種所謂的酵母菌或乳酸菌。
- (二)麵糰：主要加入麵粉、酵母和少量的水及其他添加風味的材料。
- (三)低溫發酵：是利用低溫 5°C 左右，使酵母活性下降，以增加麵糰的柔軟度。

#### 二、歷屆科展作品分析：

林柔均、楊巧吟、蔡孟瑋、林宛瑩(民 98) 第 49 屆科展探討碳酸泉水對麵包酵母菌的影響。他們的實驗發現，高碳泉水得到的酵母菌菌數較多。因此我們發現水質和鹽分也是可以考量的因素。



















黃菀亭、黃靜宜、朱盈璋(民 99) 第 49 屆科展探討麵糰發酵箱濕度控制系統。發現麵包製作的基本溫度要控制在 28°C，相對溼度 75%；最後發酵條件要控制在 38°C，相對溼度 85%是最佳的環境。

張梅鳳等人(民 91) 第 42 屆科展針對酵母菌與碳水化合物的反應與研究中發現酵母菌的族群隨著糖類濃度的降低而減少。杜冠衡等人(民 94)第 45 屆科展中也發現酵母菌發酵時需要有糖，但是糖的濃度增高，發酵速率不一定增高。作品中發現影響酵母菌發酵的原因有很多，主要是糖分，水質和發酵的材料和發酵時間。天然酵母菌比酵母菌粉發酵的時間慢。

參考上述作品後，我們討論出此次的研究主要是利用水果製作天然酵母

菌，想嘗試用發酵後的酵母菌實際做成麵糰觀察其促進麵糰發酵的情形。除此之外，我們未來的研究想進一步探討在不同的操作變因(糖分、溫度、水質、水果種類、發酵時間)下所製作的水果天然酵母菌對麵包發酵的影響。

#### 肆、研究器材

1. 不鏽鋼盆 	2. 湯匙 	3. 保鮮盒 
4. 保鮮膜 	5. 量杯 (測量體積) 	6. 礦泉水 
7. 小碗 	8. 5 公斤磅秤塑膠袋大 	9. 量杯 (測量材料) 
10. 保鮮罐 	11. 高筋麵粉 	12. 餐巾紙 
13. 攪拌器 	14. 盤子 	15. 尺 
16. 烤箱 	17. 糖 	18. 鹽 

## 伍、研究進度及架構

### 一、研究進度

研究步驟	102 年					103 年					
	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
討論及訂定主題											
文獻蒐集											
實驗設計與進行											
資料整理與統計											
撰寫作品說明書											

### 二、研究架構

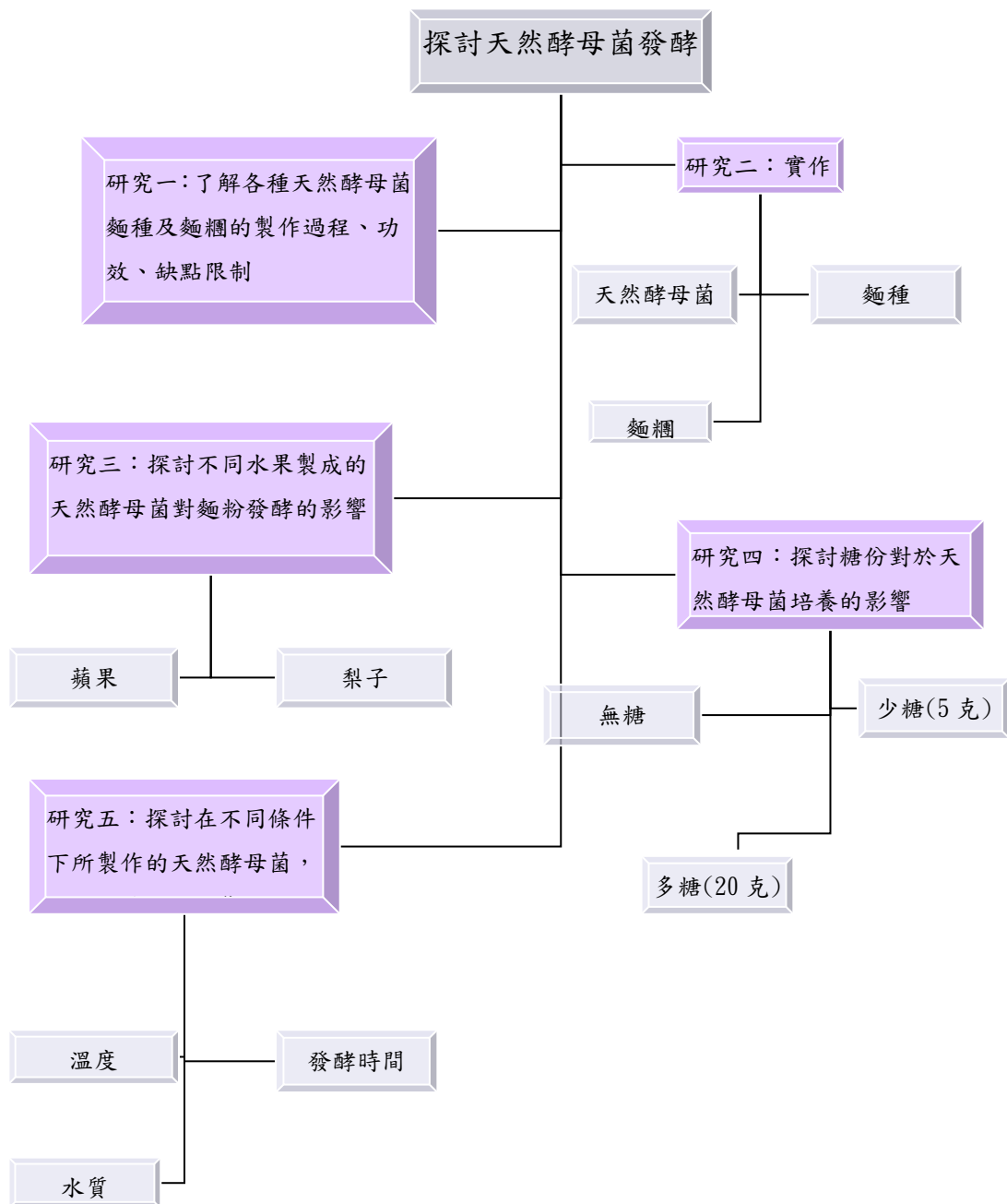


圖 1 研究流程圖

## 陸、研究方法或過程



### 一、了解各種天然酵母菌麵種及麵糰的製作過程、功效、缺點限制

我們在網路及圖書館蒐尋相關的資料。

### 二、實作天然酵母菌、麵種及麵糰

### 【一】實作天然酵母菌

蘋果 50 克加水 200 克，比例是 1:4，再加糖 20 克，攪拌 1 分鐘，在室溫下放置三天，每天開啟 10 分鐘，以補充酵母菌的氧氣。第四天後放置冰箱，發酵一週，每天開啟 10 分鐘，補充酵母菌的氧氣，並觀察氣味及外觀變化，結果紀錄在表(一)中。

				
把蘋果切小塊	加糖	加水並攪拌	裝在保鮮罐內	拍照紀錄

### 【二】實作麵種

(一) 將發酵一週的酵母菌液冷藏 4 天後，取出 100 克，加上麵粉 100 克，持續攪拌約 10 分鐘直到看不見麵粉的顆粒，呈現一種濃稠狀，仍置於密封罐中。

(二) 將麵種在室溫下放置 1.5 小時後再度冷藏，以備使用。

### 【三】實作麵糰

(一) 先取一個大的鐵碗，將麵種 200 克放入，然後放入麵粉，先放 200 克，再加入奶粉 20 克，水 100 克，鹽 5 克，糖 18 克，油 15 克，然後先用湯匙將材料充分攪拌。

(二) 再加入 200 克的麵粉，將材料揉成一團，慢慢一次加入 10 克的水，共加 5 次，再加入 100 克的麵粉，一直搓揉使麵團成糰，麵糰的表面要呈現一點光滑，而且不黏手，就完成了。

(三) 接著把麵糰切成大約 4 塊，等待發酵，發酵至體積膨脹成 2 倍大，就完成發酵了。

			
將麵種加入	取適當的奶粉、鹽、糖、	放入麵粉	加油、加水，並充分攪拌
			
不停的攪拌，至材料完全均勻混合	在保鮮膜上，開始揉麵糰	將麵糰揉至成團且不黏手	裝進量杯並做好刻度標示

#### 【四】測量麵糰體積的方法

- (一) 直接測量法：我們將麵糰作成長方體，先測量發酵前的長、寬、高，約 40 分鐘後，每隔 10 分鐘測量並記錄結果。
- (二) 固定底部測量：自製測量工具，將長方盒中間用隔板隔好後，便可以固定底部面積，觀察麵糰高度的變化。
- (三) 以量杯測量：將製作好的麵糰放置於量杯中到達固定的位置(約 80~100ml)，觀察麵糰升高的情形。

### 三、探討不同水果製成的天然酵母菌對麵粉發酵的影響



各項變因分析：

操縱變因	控制變因	應變變因
水果種類： (蘋果、梨子)	水質：RO 純水 容器：測量體積量杯(如器材 5) 酵母菌液及麵種發酵溫度：冷藏 5 度 麵糰發酵溫度：室溫 酵母菌液和麵種發酵時間：1 週 麵糰發酵時間：2 小時 是否加糖：加糖	麵糰在量杯中的體積 變化 ml 上升數

(一) 利用蘋果及梨子加糖製作的酵母菌液，然後製作成麵種，最後製作成麵糰比較其麵糰發酵的體積變化，將結果記錄在表格(三)中。

(二) 為了節省製作的時間及減少材料的浪費，因此我們等比例將材料縮減為：麵種 25g、麵粉 63g、水 20g、奶粉 2.5 克、鹽 0.6 克、糖 3 克、油 1.8 克。

#### 四、探討糖份對於天然酵母菌培養的影響

各項變因分析：

操縱變因	控制變因	應變變因
是否加糖	水果種類：蘋果 水質：RO 純水 使用測量容器：測量體積量杯 發酵溫度：冷藏 5 度 麵糰發酵溫度：室溫 酵母菌液和麵種發酵時間：1 週 麵糰發酵時間：2 小時	麵糰體積的變化 (麵糰在量杯中的體積變化 ml 上升數)

(一) 利用蘋果及梨子分別加糖及不加糖製作的酵母菌液，然後製作成麵種，最後製作成麵糰比較其麵糰發酵的體積變化。

(二) 為了節省製作的時間及減少材料的浪費，如上將材料等比率縮減。

## 五、探討在不同條件(發酵時間、水質、溫度)下所製作的天然酵母菌，對麵粉發酵的影響

### 【一】探討不同發酵時間所製作天然酵母菌液對於麵糰的發酵的影響

#### 各項變因分析

操縱變因	控制變因	應變變因
發酵時間： (一週、二週)	水果種類：蘋果 水質：RO 純水 使用測量容器：測量體積量杯(如器材 5) 酵母菌液及麵種發酵溫度：冷藏 5 度、麵糰發酵溫度：室溫、麵糰發酵時間：2 小時、麵種發酵時間：1 週 是否加糖：加糖	麵糰體積的變化 (麵糰在量杯中的體積變化 ml 上升數)

實驗方法：將製作好的蘋果加糖酵母菌液、梨子加糖酵母菌液、蘋果不加糖酵母菌液、梨子不加糖酵母菌液，各分成 2 罐，分別在低溫中發酵一週及二週，然後製作成麵種，最後製作成麵糰比較其麵糰發酵的體積變化。

### 【二】探討不同水質所製作天然酵母菌液對於麵糰的發酵的影響




#### 各項變因分析：

操縱變因	控制變因	應變變因
水質 1、RO 純水：PH6-7 2、礦泉水：PH7-8 3、鹼性水：PH9	水果種類：蘋果 使用測量容器：測量體積量杯 菌液及麵種發酵溫度：冷藏 5 度 麵糰發酵溫度：室溫	麵糰在量杯中的體積變化 ml 上升數

	麵糰發酵時間：2 小時 菌液和麵種發酵時間：1 週 是否加糖：加糖	
--	---	--

實驗方法:利用蘋果加糖並一罐加入純水，一罐加入礦泉水，一罐加入鹼性水，如下圖。製作成酵母菌液，酵母菌液製作的方法如研究方法一。

使用水質的成分標示表(標示 PH 值)

純水	礦泉水	鹼性水
		

### 【三】探討不同溫度環境所製作天然酵母菌液時對於麵糰的發酵的影響

各項變因分析：

操縱變因	控制變因	應變變因
溫度:5°C(冷藏室)、20°C(目前室溫)、25°C(保溫箱)	水果種類：蘋果 水質:RO 純水 使用測量容器：測量體積量杯(如器材 5) 酵母菌液及麵種發酵溫度：冷藏 5 度、麵糰發酵溫度：室溫、麵糰發酵時間：2 小時、酵母菌液和麵種發酵時間：1 週 是否加糖：加糖	麵糰體積的變化 (麵糰在量杯中的體積變化 ml 上升數)

第一罐 製作完成後放在室溫 3 天後，冷藏(低溫發酵 4 天)。

第二罐 製作完成後放在室溫 7 天後。

第三罐 製作完成後直接冷藏(低溫發酵 7 天)。

## 柒、研究結果

## 一、各種天然酵母菌麵種及麵糰的製作過程、功效、缺點限制

酵母菌是一群圓形或橢圓形單細胞，具有細胞核的真核生物。在自然界，它們常分佈於富含糖質的環境中，例如花蜜、水果表面上均可發現它們的蹤跡；這是因為酵母菌對高濃度醣類具有耐性，以及其喜好利用醣類進行代謝以獲取能量來生長與繁殖之故。

馬克魯、羅鳳恩、陳佳琪(2013) 麵包發酵之研究—以水果酵母菌為例的研究中發現酵母菌培養液產氣生成速率越快，其麵糰膨脹率越高。

王意雯、許雅瑁(2007) 實驗包含兩種水果源(水蜜桃、葡萄)為材料製作天然酵母麵包。整個製程中的長時間發酵是醞釀天然酵母麵包獨特風味最關鍵之所在，由於其酵母菌需要較長時間之發酵，恰好也提供了乳酸菌充分的時間進行生長與代謝，使得天然酵母麵包具備獨特的酸甜口味與風味。

郭清華(2013)酵母種是培養果實或穀物上的酵母菌等微生物而來的，發酵能力不如酵母粉。很容易就會發生麵包無法膨脹，酸味太強或腐敗等問題。

我們作的就稱為「果實種」，果實成熟，糖分一增加果皮上的酵母就會分解糖，變成酸酸甜甜的液狀物，果實種便是利用這種發酵液，所形成的發酵種。






水果的甜度愈高，愈適合做酵母，因為糖是酵母的養分，糖分愈高，酵母的活動愈旺盛，對於麵粉發酵的速度相對也會愈快。但是程宜華(2012)提到如果麵糰中的糖多於8%，則反而會減緩發酵的過程，使麵糰發得很慢，甚至使酵母死亡，所以我們必須非常謹慎的考慮糖份在酵母菌液培養過程中所佔的比率。

酵母菌的生長條件，除了糖分也就是它的營養來源，還包含水份，影響環境方面則包含酸度和溫度，酵母菌能在 pH 值為 3.0-7.5 的範圍內生長，最適 pH 值為 pH4.5-5.0，而我們認為而水質則是可能造成酸度差異的因素。溫度方面，在低於水的冰點或高於 47°C 的溫度下，酵母細胞一般不能生長，最適生長溫度在 20°C~30°C。另一個重要的因素-氧氣，有氧存在時，酵母生長較快。所以在實驗過程我們必須考慮將補氧的程序，也就是要給酵母足夠的氧氣成長。

## 二、實作天然酵母菌、麵種及麵糰

### 【一】實作天然酵母菌

表(一)天然酵母菌的結果紀錄

實驗天數	照片	觀察結果紀錄
第一天		還是有水果的香味，沒甚麼特別的變化。
第二天		開始有一點酒味。
第四天		酒味更濃了，並且有一些泡泡。準備把它們冰到冰箱裡，低溫發酵。
第五天		發現泡泡不再增加反而減少，且酒味很重。
第七天		氣泡變少，水果的顏色變深，酒味很重，開起蓋子時會有一些氣體衝出的響聲。

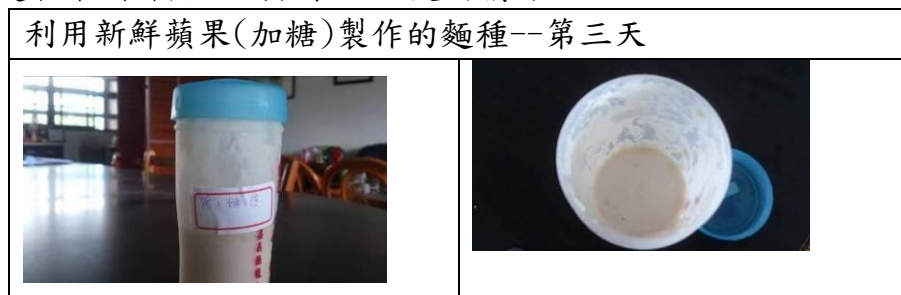
(一)氣味方面：剛開始是水果香味，第二天後出現淡淡的酒味，第四天之後，酒味漸濃蓋過果香味，酒味持續到第七天最濃。

(二) 氣泡方面：第三天開始出現微量的氣泡，之後氣泡持續增多增大，但是第四天進入冰箱後氣泡會減少，之後第五天就不再增多減少，氣泡集中於液體與瓶身的邊緣。

## 【二】實作麵種

(一) 研究結果：我們發現，剛製做好的麵種很濃稠，顏色較白，表面光滑平坦，低溫發酵後二天表面產生一些液體，且漸漸出現氣泡，第三天麵種感覺較之前看起來稀，但是氣泡變多，且顏色呈現比之前更黃，顯示麵粉和酵母菌液完全融合，酵母菌活絡。

表(二) 麵種在冰箱低溫發酵三天後的情形：



(二) 討論：根據文獻，氣泡越多表示酵母菌越活躍。麵種培養第一天至第二天無明顯變化，第三天開始，麵種體積開始膨脹且出現孔洞，至第四天麵種體積分別膨脹，不規則孔洞較多，顯示其產氣微生物生長良好，有產生香味，第五~六天酒味很濃，氣泡分布密集，到第七天之後氣泡不再增多，因此可以判斷出麵種已完成培養。

## 【三】實作麵糰

(一) 研究結果：在室溫(25°C)中，1 小時後，麵團體積大約變為1.5倍，

2 小時後大約變為 2 倍，即完成麵糰發酵，可以進入烤箱進行烘烤。

表(三)麵糰發酵過程及結果示例

項目	發酵前	發酵後	麵糰進烤箱	烘烤完成的麵糰
照片				
說明	將揉好的麵糰分成幾個小麵糰	經過 2 小時發酵的麵糰	在烤箱中以 180°C 烤 5~8 分鐘	麵包有淡淡的水果香味

- (二) 討論：製作好的麵糰，要分成幾個小麵糰比較有利於發酵，且表面避免水分蒸發而乾燥影響發酵，必須每半小時於表面抹少許多水(約 2c. c.)。

#### 【四】測量麵糰體積的方法

(一)研究結果：

- 1、直接測量法：我們將其作成長方體，一共測量兩次，就是發酵前和發酵後的比較發現長、寬的變化較大，高度的變化比較小。

表(四) 利用直接測量法測量麵糰發酵前後體積變化情形

		梨子不加糖	梨子加糖	蘋果不加糖	蘋果加糖
長(cm)	前	6	3.5	4	5
	後	7.5	6	5.5	7
寬(cm)	前	4.5	3	4	4
	後	6	6	5	6
高(cm)	前	4.5	5	5	5
	後	4.5	5.5	5.2	5.5
體積(cm <sup>2</sup> )	前	121.5	52.5	80	100
	後	202.5	115.5	143	231
體積增加倍數	後/前	1.7 倍	2.2 倍	1.8 倍	2.3 倍

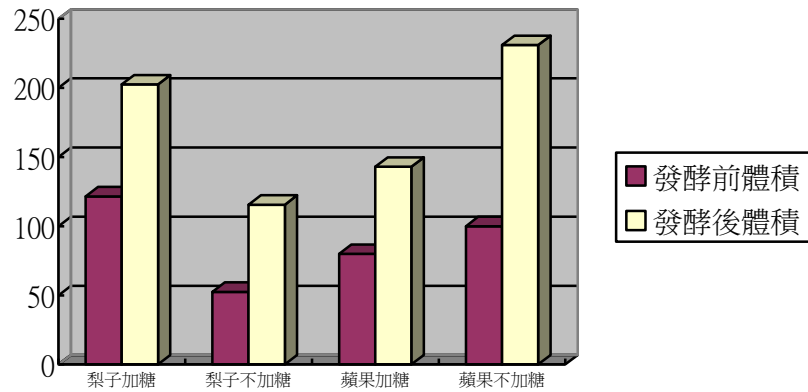






圖 2 利用直接測量法測量麵糰發酵前後體積變化情形圖

- 2、固定底部測量:結果，格板竟然被發酵中的麵糰推倒了，原來酵母的力量那麼大，所以設計是失敗了。
- 3、以量杯測量:麵糰隨著時間慢慢上升。具體的結果則實施於以下各種變因的實驗過程中。

表(五) 以量杯測量麵糰發酵的情形

測量工具(量杯)	製做過程	發酵前	發酵後
			

(二) 討論:

- 1、直接測量法: 測量過程中，我覺得發酵起來有一點問題，就是本來做出的形狀是長方體，可是發酵後會慢慢變形，長寬高測量的結果變成有點大概，不太精確。
- 2、固定底部測量法，結果麵糰發酵的過程將隔板推倒了，因此失敗。也讓我們見識到酵母菌的威力。



3、以量杯測量:方便觀察比較，及量化結果，因為量杯上有刻度，我們將製作好的麵種放進去，在固定的時間觀察麵糰在量杯中上升的情形，就比較容易記錄比較了。

### 三、探討不同水果製成的天然酵母菌對麵粉發酵的影響

(一)研究結果：我們發現蘋果加糖的體積變化比梨子加糖的變化大。

表(六) 不同水果天然酵母菌液所製成的麵糰發酵過程的體積變化

種類 紀錄時間	蘋果 加糖 (ml)	梨子 加糖 (ml)
麵糰製做完成 實體積	80	80
1 小時後	105	96
2 小時後	156	123
3 小時後	210	163

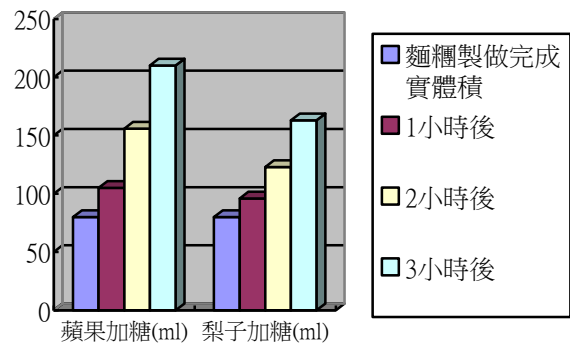


圖 3 不同水果天然酵母菌液所製成的麵糰發酵過程的體積變化圖

(二)討論:我們發現蘋果酵母菌液是比較活躍的，也就是促使麵糰發酵的速度較快，我們發現蘋果酵母菌液大約在 2 小時就能使麵糰發酵至體積 2 倍大，而梨子酵母菌液則需要將近 3 小時才完成發酵。

### 四、探討糖份對於天然酵母菌培養的影響

(一)研究結果：我們發現蘋果加糖的體積變化比蘋果不加糖的體積變化大，梨子加糖的體積變化也比梨子不加糖的體積變化大。

表(七) 加糖及不加糖天然酵母菌麵糰發酵過程的體積變化

種類 紀錄時間	蘋果加糖 (ml)	蘋果不加糖 (ml)	梨子加糖 (ml)	梨子不加糖 (ml)
麵糰製做完成 實體積	80	80	80	80
1 小時後	105	100	96	85
2 小時後	156	142	123	98
3 小時後	210	194	163	125

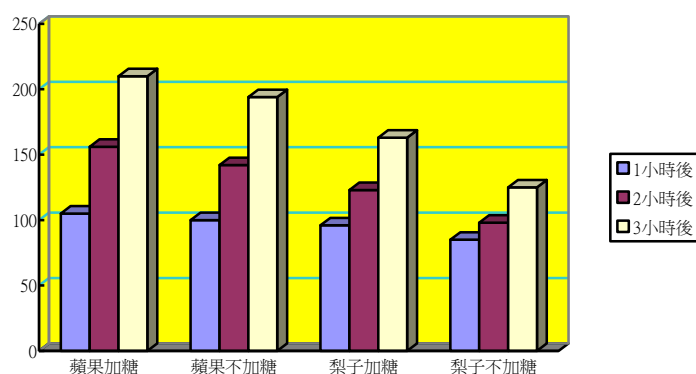


圖 4 加糖及不加糖天然酵母菌麵糰發酵過程的體積變化圖

(二)討論:從實驗結果我們發現，相同的水果(例如蘋果)酵母菌液，加糖的酵母菌液完成發酵(使麵糰體積膨脹至2倍大)所需的時間較短，蘋果加糖約需要2小時，不加糖約需要2.5小時，梨子加糖約需要3小時，而梨子不加糖則超出3小時，因此我們可以說糖份對於酵母菌液的培養扮演非常重要的角色，不可或缺。

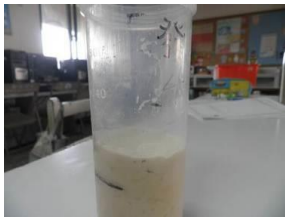
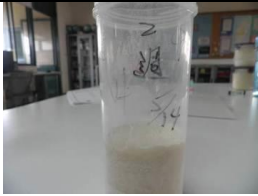




### 五、探討在不同條件(發酵時間、水質、溫度)下所製作的天然酵母菌，對麵粉發酵的影響

#### 【一】探討不同發酵時間所製作天然酵母菌液對於麵糰的發酵的影響

(一)研究結果：原本要比較發酵一週與發酵兩週的麵種製作成麵糰的體

積變化差異，發酵一週的酵母菌液，成功將麵糰發酵起來了，可是第一次製作，發酵兩週的酵母菌液結果有點令人失望，因為麵糰完全沒膨脹，證實酵母菌應該都死了。於是進行第二次實驗，結果顯示酵母菌液第二天開始有一點酒味，第三天酒味更濃了，並且有一些泡泡，第四天氣泡更大，冰到冰箱裡，低溫發酵，第五天氣泡持續變多，酒味更重，第七天氣泡持續變多，酒味更重，第八~十天氣泡開始變少，酒味仍持續，少量氣泡，第十一~十二天，第十三~十四天酒味更淡，氣泡幾乎沒有，製作成麵種後，氣泡量只有少量，揉成麵糰後，發現發酵二週的酵母菌液並沒有比發酵一週的酵母菌液發酵的效果佳。

表(八) 不同發酵時間所製成的天然酵母菌麵糰發酵過程的體積變化表

種類 紀錄時間	發酵一週	發酵 2 週
麵糰製做完成 實體積(ml)		
1 小時後		
2 小時後		



表(九) 不同發酵時間所製成的天然酵母菌麵糰發酵過程的體積變化

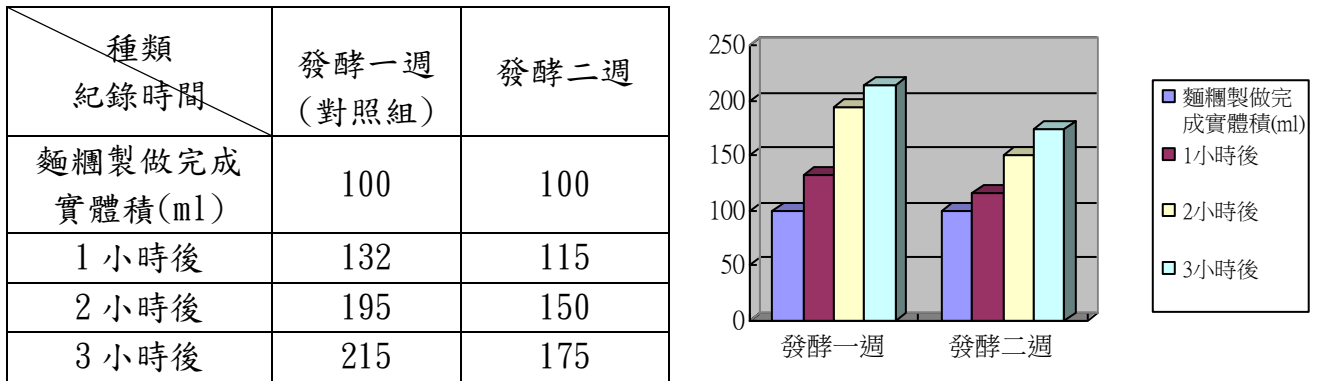


圖 5 不同發酵時間所製成的天然酵母菌麵糰發酵過程的體積變化圖

(二) 討論:






- 1、我們發現發酵一週的酵母菌液的麵糰膨脹起來了，可是發酵兩週的酵母菌液麵糰卻完全沒膨脹。探討原因，我發現因為研究的地點換來換去可能也是問題，因為原本冰在學校的酵母菌液，假日需要進行觀察所以我帶回家，可是有時離開冰箱太久，天氣又太熱，可能是這樣，所以酵母菌就死了。
- 2、第二次再嘗試做二週的，做完的麵種，可能是寒流來襲，室溫只有 12°C~15°C，因此麵糰並未於預期於 2 小時後發酵，這讓我們思考到溫度控制的問題，文獻中曾有研究利用發酵箱有效控制溫度的方式，或許我們應該參酌製作簡易的發酵箱來使用，至少溫度能控制在 25°C~28°C 最佳的發酵溫度中。

## 【二】探討不同水質所製作天然酵母菌液對於麵糰的發酵的影響

### (一) 研究結果：

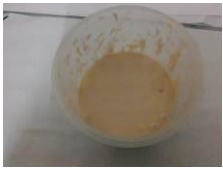








- 1、酵母菌液：酵母菌液發酵到第三天，我們發現，顏色方面沒有甚麼差別，氣泡最多的是RO純水，再來是礦泉水，最差的是鹼性水，到第七天時RO純水和礦泉水的氣泡量差不多。

表(十)發酵第4天(低溫發酵前)發酵情形比較

				
水質	純水	礦泉水	鹼性水	
照片				
說明	氣泡最多，酒味最重，酵母菌最活躍、發酵的最好一罐	氣泡比鹼性水的還要多出一些，酒味不輕	氣泡是最少的，不過有一些酒味	

- 2、麵種：第二天RO純水先開始產生氣泡，第三天開始，礦泉水的麵種氣泡就開始增多，反而RO純水的麵種氣泡增加緩慢，而鹼性水的麵種則只有微量的產生氣泡。

表(十一) 麵種發酵第 7 天 發酵情形比較

	純水	鹼性水	礦泉水
第三天			
第五天			
第七天			
說明	初期氣泡較多，但之後減緩	氣泡是最少的，不過有一些酒味	氣泡增加速度加快，是三罐中氣泡量最大也最多的

3、麵糰：以麵種發酵情形來看，以礦泉水所製作的酵母菌液的麵種發酵情形最好，其次是 RO 純水，較差的是鹼性水，但是三種水質都有成功的將麵糰發酵起來。因為測量當日寒流來襲，室溫 16°C，因此放置保麗龍箱內，並在箱中放置 3 碗熱水，測量溫度為 26°C，每隔 30 分鐘，再換一次熱水。結果純水的麵種約在 2.5 小時後發酵成體積 2 倍(量杯高度 6 公分上升至 13 公分)，礦泉水約在 4.5 小時後發酵成體積 2 倍(量杯高度 6 公分上升至 12 公分)，而鹼性水的麵種則在約 5 小時後體積僅增加 0.3 倍(量杯高度 6 公分上升至 8 公分)之後就無法再膨脹了。

表(十二) 不同水質所製成的天然酵母菌液所製成的麵糰發酵過程的體積變化

種類 紀錄時間	RO 純水	礦泉 水	鹼性 水
麵糰製做完 成實體積 (ml)	100	100	100
1 小時後	124	130	110
2 小時後	187	195	165
3 小時後	216	245	188

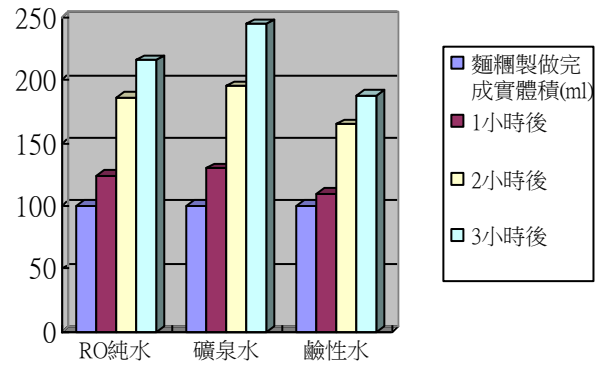
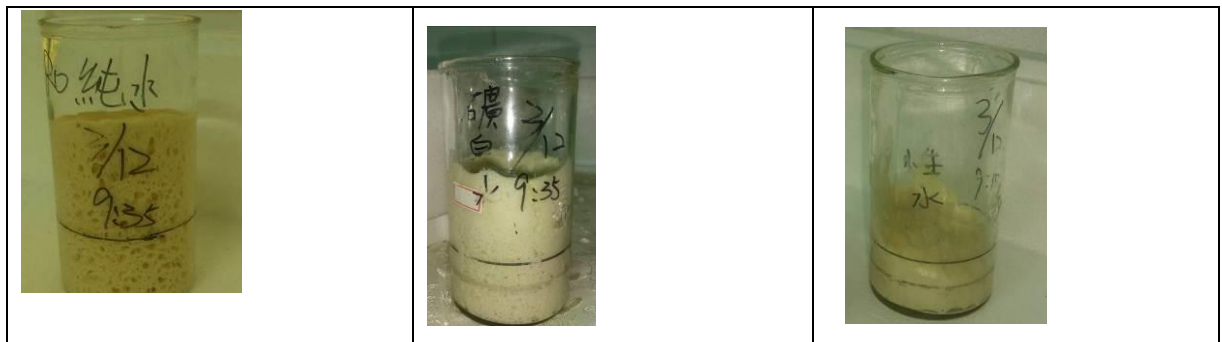


圖 6 不同水質所製成的天然酵母菌液所製成的麵糰發酵過程的體積變化圖

(二)討論：

1. 第一次製作時，因為此次研究並未使用原本的量杯做為測量工具，且未及時發現室溫過低使用保溫箱控溫，實驗結果可能有誤，2 小時的發酵情形如下圖，純水和礦泉水的發酵情形比鹼性水的佳(如下圖)，經過討論我們決定再重做一組。



2. 第二次製作時，我們發現蘋果加糖並加了 RO 水的麵種發酵第一天即開始產生氣泡，一週後氣泡非常的大，而蘋果加糖加了礦泉水，在第二天之後才開始產生氣泡，之後產生的氣泡雖小但是非常的多，顯然發酵的情形不太一樣，但至於何種發酵的效果較佳，還是要看之後何者對於麵糰發酵較有幫助而定。

3. 酵母菌液培養的階段，我們發現氣泡最多的是RO純水，再來是礦泉水，最差的是鹼性水，可是在培養麵種的階段，從第二天開始，礦泉水的麵種氣泡就開始增多，反而RO純水的麵種氣泡增加緩慢，而鹼性水的麵種則只有微量的產生氣泡。我推測可能RO純水的PH值6-7，礦泉水的PH值7-8，其實都在中性的範圍，所以差異不大，但鹼性水的PH值9，則偏離中性，根據文獻，酵母菌在鹼性的環境中是不適合生存的。培養麵種階段到的第二天發霉了。因為運動會預演時無法上課，忘記拿去冰，酵母菌就死了麵種也發霉了，培養水果天然酵母的難度頗高，要注意每個環節，尤其是控溫方面，否則很容易發霉失敗。

4. 第三次做時，我們又重新培養礦泉水、純水和鹼性水的酵母菌液，結果和之前的研究相同，氣泡最多的是RO純水，再來是礦泉水，最差的是鹼性水，在培養麵種的階段，這次純水和礦泉水的氣泡量相當，鹼性水的麵種還是只有微量的產生氣泡，培養麵種階段從第二天開始，礦泉水的麵種氣泡就開始增多，反而RO純水的麵種氣泡增加緩慢，而鹼性水的麵種則只有微量的產生氣泡。我們要小心的完成麵糰的發酵及記錄階段。但是到的第四天仍然發霉了。

5. 第四次做時，決定調整比率重新進行酵母菌液的培養。我們增加了糖份的添加，想加速酵母菌的產生，讓壞菌不容易戰勝我們的酵母菌，因為糖份酌量的增加(比率增加0.5倍)，結果果然酵母菌就發酵得更順利(氣泡更多)，也因此就沒有再發生發霉的現象。



### 【三】探討不同溫度環境所製作天然酵母菌液時對於麵糰的發酵的影響

#### (一) 研究結果

正常情形下，4 天低溫發酵的酵母菌液所製作的麵種還是發酵情形最好的，都不冰的酵母雖然也是發酵起來的，但是味道似乎偏酸，讓人有酸化腐敗的疑慮，至於冰一週的酵母菌液則完全無法發酵。

表(十三) 不同溫度環境所製作天然酵母菌液的發酵情形

	第一罐(放在室溫 3 天後，冷藏--低溫發酵 4 天)	第二罐(放在室溫 7 天)	第三罐(完成後直接冷藏--低溫發酵 7 天)
第一天	還是有水果的香味，沒甚麼特別的變化。		
第二天	開始有一點酒味。	開始有一點酒味。	還是有水果的香味，沒甚麼特別的變化。
第三天	酒味更濃了，並且有一些泡泡。	酒味更濃了，並且有一些泡泡。	沒有水果的香味只剩甜味。
第四天	氣泡更大，冰到冰箱裡，低溫發酵。	有微酸味，酒味變淡和氣泡變少。	只有甜味沒有酒味和氣泡。
第五天	氣泡持續變多，酒味更重。	酸味變重，氣泡變少。	有微酸味，沒有酒味和氣泡。
第六天	氣泡持續變多，酒味更重。	酸味變重，氣泡只剩一點點。	有微酸味，沒有酒味和氣泡。
第七天	製作成麵種。		
第八天	沒有變化	沒有變化	沒有變化
第九天	開始有微量的氣泡		沒有變化
第十天	氣泡從邊緣增多		開始有微量的泡泡
第十一天	氣泡變大		少量小的氣泡
第十二、十三天	氣泡大且多		小氣泡增加一倍
第十四天	製作麵糰		

表(十四) 不同溫度環境所製成的天然酵母菌液麵糰發酵過程的體積變化

種類 紀錄時間	第一 罐	第二罐	第三 罐
麵糰製做完成 實體積(ml)	100	100	100
1 小時後	128	116	105
2 小時後	185	160	118
3 小時後	210	185	125

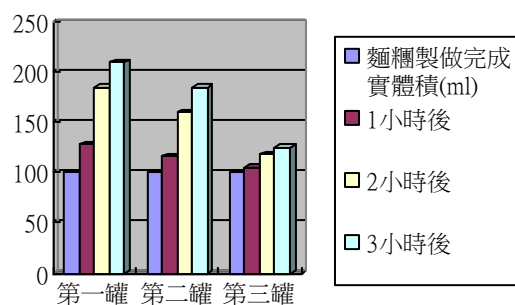

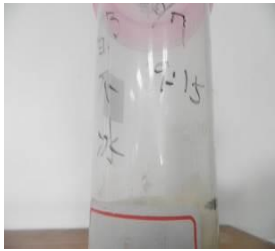









圖 7 不同溫度環境所製成的天然酵母菌液麵糰發酵過程的體積變化圖

表(十五)不同溫度環境所製成的天然酵母菌液麵糰發酵過程的體積變化表

種類 紀錄時間	放在室溫 3 天後，冷藏 --低溫發酵 4 天	放在室溫 7 天	完成後直接冷藏 (低溫發酵 7 天)。
麵糰製做完成 實體積 (ml)			
1 小時後			
2 小時後			



## (二)討論:

雖然酵母菌喜歡的溫度是恆溫的 25 度左右(郭清華, 106), 但台灣的氣候濕熱且不穩定, 酵母菌液培養的過程很容易酸化、腐化或發霉, 因此在進入第三天後, 我們認為還是冷藏以降低酵母菌液變質的機率, 而且研究結果發現冷藏後的酵母菌液發酵情形並不比一直在室溫中的酵母菌液發酵的情形差。另外, 根據王意雯、許雅瑁 (2007) 研究指出低溫的環境確實會抑制酵母菌的生長, 所以一直處於低溫環境中的組別, 似乎沒有成功的培養出來酵母菌液來, 由此得證, 酵母菌液仍是在室溫中培養 3 日後, 再冷藏成效是最好的。

## 捌、結論

- 一、天然水果的酵母菌, 發酵的成果很好, 而且風味絕佳, 其中蘋果澱粉質含量高發酵的情形也特別好。
- 二、糖分在發酵過程中扮演極重要的角色, 添加太多不益健康但太少又會影響發酵, 必須取得平衡。
- 三、製作過程中溫度的掌控也非常重要, 酵母菌初期培養的階段最好在室溫 (25°C 左右) 中進行, 之後為避免過度發酵導致發霉, 須於低溫 (5°C

左右)中進行，儘量減少培養環境的變更，且水果酵母菌因為保存不易，以一週的製作時間最佳。

四、水質方面，我們發現以偏酸性水質加含礦物質的礦泉水成果最佳。

五、水果酵母菌製作過程非常容易發霉，影響發霉的因素主要是環境溫度的變化，其次糖分、水質都會造成影響，必須謹慎選擇使用。

## 陸、參考資料

1. 王意雯、許雅琄(2007)天然酵母麵包，烘焙工業，第 135 期，50-57 頁。
2. 馬克魯、羅鳳恩(2013)生物科技管理叢刊；四卷二期 2013 / 07 / 01，P97 - 111。
3. 郭清華(2013) 吃麵包。積木文化，129，台北市。
4. 程宜華(2012)天然酵母麵包真的尚好嗎？康健雜誌 167 期。
5. 酵母菌與碳水化合物的反應與研究。國立台灣科學教育館/歷屆作品。2014 年 11 月 18 日。取自：  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=-1&sid=77>  
3
6. 探討高碳酸泉水對麵包酵母菌的影響。國立台灣科學教育館/歷屆優勝作品。2014 年 12 月 6 日。取自：  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=72&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=5&sid=5370>
7. 發酵箱濕度控制。國立台灣科學教育館/歷屆優勝作品。2015 年 2 月 15。

取自：

[http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=86&a=6821  
&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=8&sid=9259](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=86&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=8&sid=9259)

8. 酵母菌簡介，2014 年 12 月 25 日。中文百科在線上。取自：

[http://www.zwbk.org/zh-tw/Lemma\\_Show/180916.aspx](http://www.zwbk.org/zh-tw/Lemma_Show/180916.aspx)

9. 天然水果酵母的製作(2015 年 2 月 18 日)。2013 台灣好食材 Fooding。

取自：<http://www.fooding.com.tw/recipe-shares.php?cookid=103323>

10. 天然酵母培養法(2015 年 4 月 26 日)。英式古典小屋。取自：

[http://keithenglishcottage.blogspot.tw/2013/10/natural-starter  
-for-bakery.html](http://keithenglishcottage.blogspot.tw/2013/10/natural-starter-for-bakery.html)