

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081539

起酵 A! 酵母菌的研究

國立嘉義大學附設實驗國民小學

作者姓名：

小五 杜冠衡 小五 李鎮宏 小五 洪維呈

指導老師：

吳孟書

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：自然科

組 別：國小組

起酵 A—酵母菌的研究

關 鍵 詞：酵母菌、發酵

編 號：

起酵 A－酵母菌的研究

摘要

酵母菌分爲麵包酵母和酒麴酵母，大致呈橢圓形單細胞的形態，有一點點異味。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。不過酵母菌濃度愈高，發酵就會愈快。酵母菌發酵時最喜歡在新鮮的環境中，所以蔬果汁愈新鮮，發酵的速率就愈快，另外，用來發酵的蔬果汁如果煮過了，就會破壞促進酵母菌發酵的物質，發酵的狀況就比新鮮時還差。如果把酵母菌放在酸性、鹼性及含鹽的溶液中，是不適合酵母菌生長的，但是放在沙拉油裡面，卻不會抑制酵母菌的發酵。而有酵母菌的地方，黴菌是不容易生長的。

關 鍵 詞：酵母菌、發酵

目 錄

頁數

前言.....	1
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、研究器材與藥品.....	3
肆、研究過程或方法	
問題一 麵包酵母與酒釀酵母有何不同？.....	3
問題二 酵母菌在不同濃度糖水中發酵情形如何？.....	4
問題三 酒麴在不同糖度的發酵情形如何？.....	6
問題四 不同亮度對於酒麴酵母菌發酵會有什麼影響？.....	7
問題五 酒麴在加入油、鹽的糯米中，可能產生的發酵情形？.....	9
問題六 在酸、鹼性及含油、含鹽的環境下，酵母菌發酵情況有 什麼不同？.....	10
問題七 酵母菌在水中可以活多久？.....	11
問題八 有活性及無活性的酵母菌有什麼差別？.....	13
問題九 酵母菌對果汁的發酵會產生什麼影響？.....	13
問題十 果汁新鮮度對發酵的結果有什麼不同？.....	15
問題十一 新鮮精力湯的濃度對發酵有何不同？.....	16
問題十二 煮沸的精力湯對發酵有何影響？.....	18
伍、討論.....	19
陸、結論.....	20
柒、參考文獻.....	20

壹、研究動機

剛上五年級，我們的自然課本中，出現了食物因保存不當，會受黴菌影響而變酸、味道也會改變，食物也就不能再吃了（尤少銘等）。老師爲了讓我們看的更清楚，拿出一盤發黴的麵包，還有平常喝的優酪乳，也是在牛奶中加入乳酸菌才發酵而成的。還有什麼食品的製作過程或保存不當，會有菌類呢？我們左思右想，又想到了麵包的製作中，不是還會出現另一種特別的菌種……酵母菌嗎！

麵包的製作從揉麵、發酵、烘焙，不就需要用到酵母菌。而且我們發現酵母菌除了運用在麵包上，還有很多地方需要它呢！可以用在甜酒釀、酒釀蛋湯、饅頭、包子、葡萄酒、米酒中都可以看見它的身影。其實我們的老祖宗很早就會運這項東西，大禹時代儀狄造酒就是一個很好的例子。

我們發現周遭環境處處可以見到他，爲了揭曉它的魔力到底有多大，我們就決定以酵母菌做爲我們研究的主題啦！

貳、研究目的

爲了了解酵母菌的發酵情形，我們選擇下列幾個問題進行研究：

- 一、麵包酵母與酒釀酵母有什麼不同？
- 二、酵母菌在不同濃度的糖水中，發酵情形會有什麼不同？
- 三、酒釀酵母菌在鹽巴、沙拉油及不同亮度的情況下，發酵有什麼不同？
- 四、酵母菌在酸、鹼、鹽、油的環境中發酵情況爲何？
- 五、酵母菌在水中可以活幾天？
- 六、無活性酵母及活性酵母有何差別？
- 七、酵母菌在果汁裡的發酵情況如何？
- 八、果汁的新鮮度對發酵的結果有什麼不同？
- 九、精力湯的濃度對發酵有何不同？

參、研究器材與藥品

- 器材：三角錐瓶、滴管、試管、量筒、發酵管、顯微鏡、底片盒、燒杯、鐵架、布丁盒、糖度計、果汁機、天平、濾紙、濾網。
- 藥品：十全米醋、台糖精鹽（5%）、5%小蘇打水、橄欖油、麵包酵母（馬球牌）、酒麴酵母、台糖砂糖。

肆、研究過程或方法

問題一 麵包酵母與酒釀酵母有什麼不同？

研究方法：（一）將酒麴酵母和麵包酵母用肉眼做觀察。

（二）將酒麴酵母和麵包酵母泡水後用顯微鏡觀察。

結果：（一）肉眼觀察：麵包酵母呈現淺褐色、形狀是橢圓形、顆粒很小、有一點異味。酒

麴酵母則是接近白色、扁球形、像一顆乒乓球，它的味道與麵包酵母不同（見照片一）。

（二）顯微鏡觀察：兩者均為橢圓形，但酒麴較細長（見照片二）。兩者均有布朗運動。



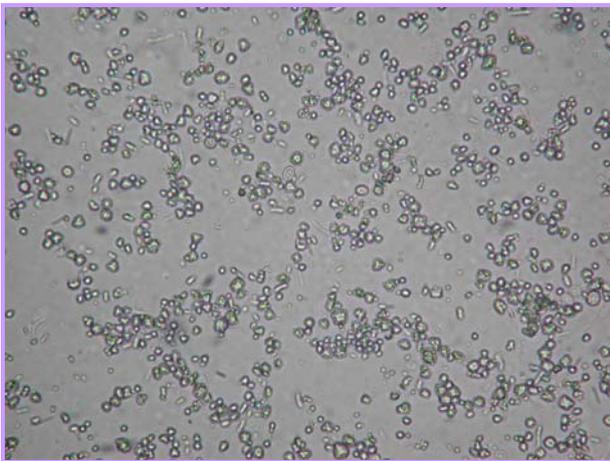
酒麴酵母



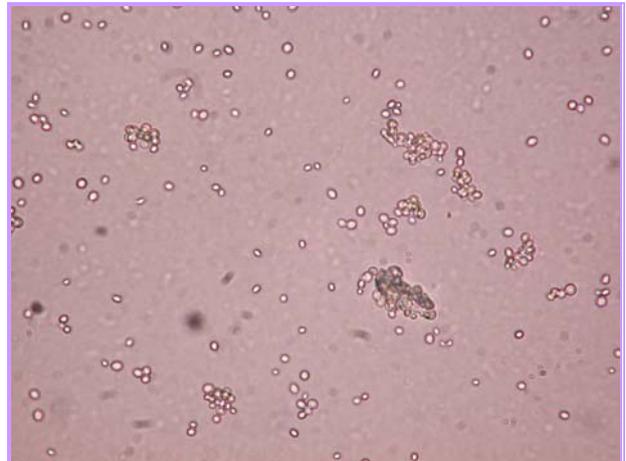
麵包酵母

照片一

肉眼觀察的酵母形態



酒麴酵母



麵包酵母

照片二

兩種酵母菌的形態（放大 400 倍）

問題二 在不同濃度的糖水中，酵母菌的發酵情形如何？

研究方法：（一）配製 0%、10%、20% 及 30% 的糖水。

（二）配製酵母菌液：4 平匙酵母粉加入 25 ml 冷開水中混合均勻。

（三）在每個發酵管中加入 20 cc 不同濃度的糖水。

（四）每一種糖濃度中，分別加入 5 滴、12 滴及 25 滴的酵母菌液（如照片三），觀察發酵管中氣體的生成高度並記錄。



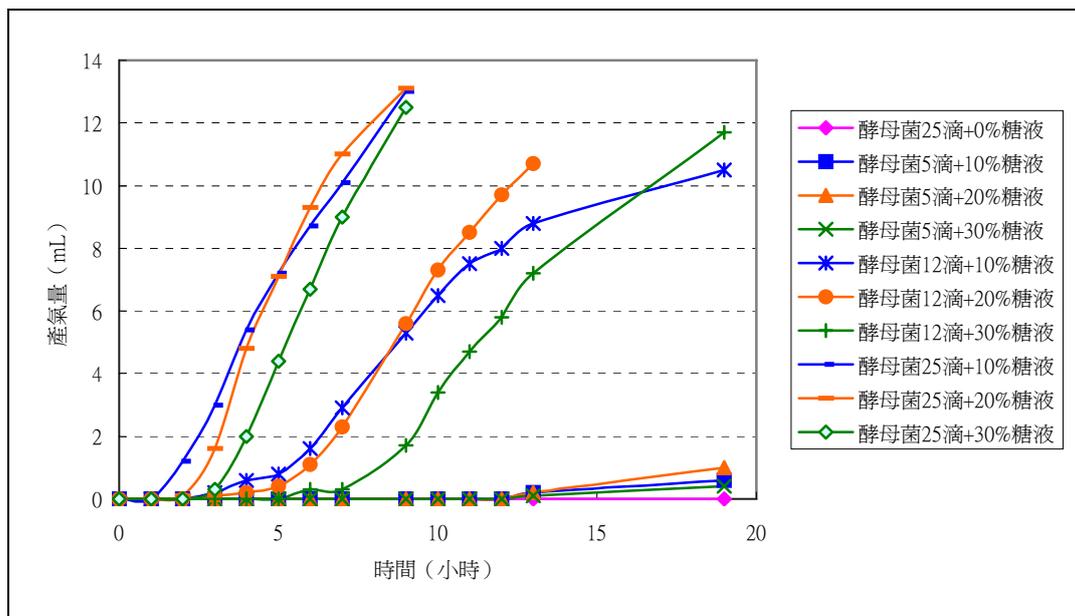
照片三 以發酵管進行發酵實驗

結果：記錄觀察結果，如表一，並繪成統計圖一。

表一 不同濃度糖水及酵母菌量對酵母菌發酵產氣量的影響

時間 (小時)	酵母菌 5 滴			酵母菌 12 滴			酵母菌 25 滴			
	10% 糖液	20% 糖液	30% 糖液	10% 糖液	20% 糖液	30% 糖液	10% 糖液	20% 糖液	30% 糖液	0% 糖液
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1.2	0.1	0	0
3	0	0	0	0.2	0.1	0	3.0	1.6	0.3	0
4	0	0	0	0.6	0.2	0	5.4	4.8	2.0	0
5	0	0	0	0.8	0.4	0	7.2	7.1	4.4	0
6	0	0	0	1.6	1.1	0.3	8.7	9.3	6.7	0
7	0	0	0	2.9	2.3	0.3	10.1	11.0	9.0	0
9	0	0	0	5.3	5.6	1.7	13.0	13.1	12.5	0
10	0	0	0	6.5	7.3	3.4	—	—	—	0
11	0	0	0	7.5	8.5	4.7	—	—	—	0
12	0	0	0	8.0	9.7	5.8	—	—	—	0
13	0.2	0.2	0.1	8.8	10.7	7.2	—	—	—	0
19	0.6	1.0	0.4	10.5	—	11.7	—	—	—	0

註：產氣量以 ml 為單位



圖一 酵母菌在不同糖濃度及酵母菌量之發酵情形

我們發現：

- (一) 酵母菌含量越多，反應愈快，25 滴酵母菌液的發酵速度最快。
- (二) 5 滴酵母菌液的實驗中，以 20% 糖水的反應最快，30% 糖水的反應最慢。
- (三) 12 及 25 滴酵母菌液時：剛開始是 10% 糖水速率最快，30% 最慢，但是 20%、30% 糖水會漸漸追上 10% 糖水的速度。
- (四) 不含糖的發酵管內，酵母菌會沉在管底，發酵管中無氣泡產生。
- (五) 發酵後六小時，以 25 滴酵母菌液加 20% 的糖水發酵能力最好，其次是 25 滴酵母菌液加入 10% 的糖水，而且兩者差異不大，因此往後的實驗將以 10% 的糖水及 25 滴酵母液作為實驗的基本取量。

問題三 酒麴在不同糖度的發酵情形如何？

研究方法：(一) 配製 0%、10%、20% 及 30% 的糖水。

(二) 配製酵母菌液：4 平匙酵母粉加入 25 ml 冷開水中混合均勻。

(三) 在每個發酵管中加入 20 cc 不同濃度的糖水。

(四) 每一種糖濃度中，分別加入 25 滴的酵母菌液，觀察發酵管中氣體的生成高度並記錄。

結果：觀察結果記錄如表二。

表二

時間 (小時)	糖濃度			
	0%	10%	20%	30%
0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0
1	0	0	0	0
1.5	0	0	0	0
72	0.1	0.4	0.1	0
96	0.2	0.6	0.3	0

我們發現：

- (一) 經過四天(96 小時)後 10% 糖水發酵的反應最好，氣體產生高度平均 0.6 公分，20% 次之，30% 最慢，只有一個泡泡。
- (二) 無糖的水中，酒麴酵母菌也有產生小泡泡，顯示酒麴酵母中可能含有養分，可以進行發酵。
- (三) 與麵包酵母菌相同都是 30% 糖水效率最差。
- (四) 酒麴酵母菌產生的氣體很少，可能它的糖類代謝是以無氧代謝為主。
- (五) 酒麴酵母在糖水中的發酵比麵包酵母粉慢很多，所以實驗需要把糖水放到發酵管才能進行觀察，我們使用的酵母是麵包酵母粉。

問題四：不同亮度對於酒麴酵母菌發酵會有什麼影響？

- 研究方法：
- (一) 將圓糯米煮熟秤取 110g，一半摻入酒麴 0.25g，一半不摻。
 - (二) 摻酒麴者，各秤 13g 分別裝入二個透明及二個黑色底片盒中。
 - (三) 不摻酒麴的，操作步驟和上面相同。
 - (四) 每日觀察其發酵狀況，連續 10 天。

結果：各種狀況下的發酵結果，記錄在表三及照片四和五。

表三 酒麴酵母菌在不同亮度環境發酵之結果

亮度	酵母菌觀察	日數	日數									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
亮	有	發黴	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
		酒味	-	+	++	++	++	++	++	++	+++	+++
	無	發黴	-	-	-	+	+	++	++	++	+++	+++
		酒味	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
暗	有	發黴	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		酒味	-	+	+	++	++	++	++	+++	+++	+++
	無	發黴	-	-	-	+	+	++	++	+++	+++	+++
		酒味	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

註：1. 「+」表示有發酵，「-」表示沒有發酵。
 2. 進行實驗期間的室內溫度範圍在 16~20°C。



照片四

記錄酒麴的發酵實驗

我們發現：

- (一) 從發霉狀況來看，不同亮度環境對發酵影響不會很大。
- (二) 有酵母菌的糯米發霉情形非常輕微，可見酵母菌比黴菌佔優勢，能抑制黴菌生長。
- (三) 有酵母菌的糯米聞起來有酒味，而且隨著日數增加，酒味變濃。



照片五 在不同亮度及加入油、鹽的情況下，酒麴酵母添加的多寡對發酵的影響

問題五 酒麴在加入油、鹽的糯米中，可能產生的發酵情形？

研究方法：(一) 煮熟的圓糯米 110g 摻入酒麴 0.5g 後，各秤取 13 克，裝入透明底片盒中，共六盒。

(二) 上面步驟中的六盒糯米，其中二盒各加入 0.5 克橄欖油，二盒各加入 0.5 克的鹽混和均勻，另外二盒不添任何物質，作為對照組。每日觀察發酵情形，連續 10 天。

結果：各種發酵的結果，記錄在表四及照片五。

表四 酒麴酵母菌在油、鹽環境中的發酵結果

處理	日數 觀察	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		油	發黴 -	-	-	-	-	-	-	-	-
	酒味 -	+	+	+	+	+	++	++	+++	+++	+++
鹽	發黴 -	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
	酒味 -	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++
對照	發黴 -	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
	酒味 -	+	+	++	++	++	++	++	++	+++	+++

註：「+」表示有發酵，「-」表示沒有發酵。

我們發現：

- (一) 到了第二天都可以聞到酒味，第九天的酒味很重。
- (二) 到第十天，加入油的糯米都沒有發霉的現象，而加鹽及對照組，均有一些發霉。
- (三) 添加油或鹽，並沒有發現對酒麴發酵有什麼影響，加入油的甚至會促進發酵。

問題六 在酸、鹼性及含油、含鹽的環境下，酵母菌發酵情況有什麼不同？

研究方法：(一) 配製 5% 鹽水、5% 小蘇打水 (鹼液)、醋液 (4.2% 市售) 及油。

(二) 上述的鹽、酸、鹼液及油各用 12 及 25 滴與 10% 的糖水 20 cc 混合，並加入 25 滴酵母菌液，然後裝入發酵管中。另外以 25 滴酵母菌液和 20 cc 的 10% 糖水混合，作為對照。

(三) 觀察並記錄發酵管內氣體之高度。

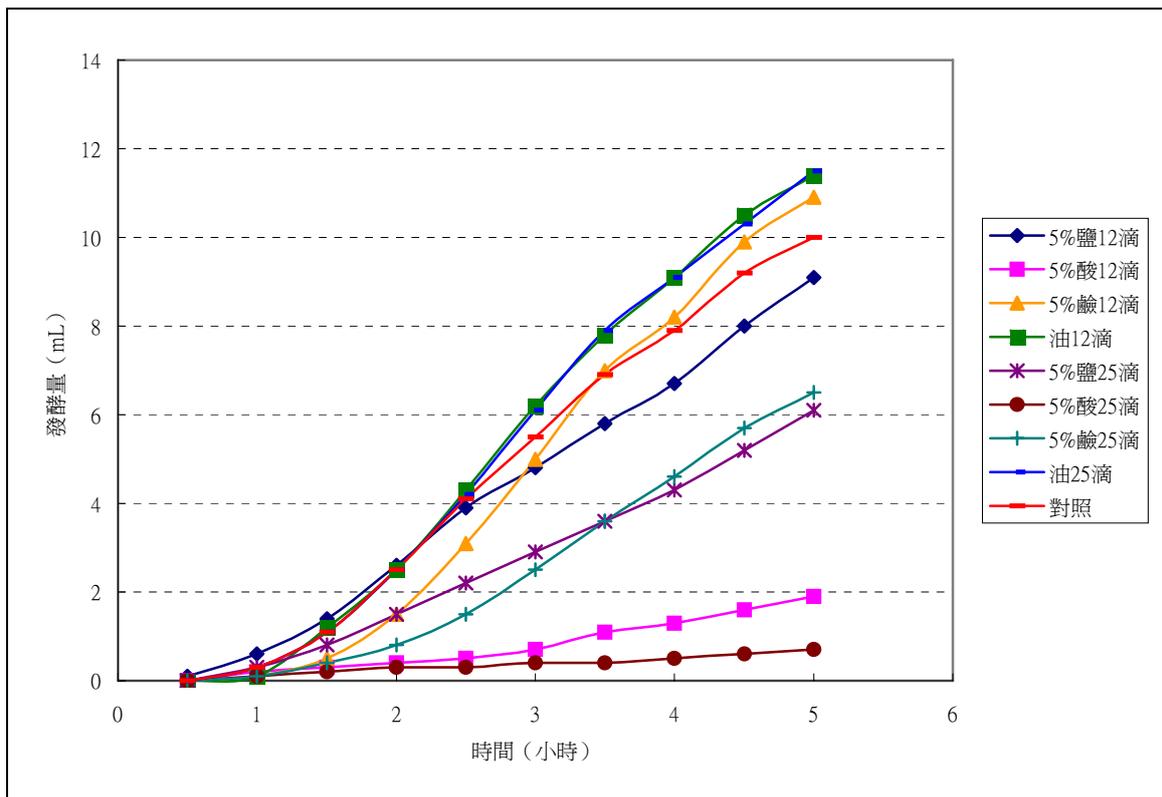
結果：在不同環境下，酵母菌產生氣體之結果如表五、照片六及圖二。

表五 酵母菌在酸、鹼、鹽、油環境下的發酵結果

時間 (小時)	5% 鹽 12 滴	5% 酸 12 滴	5% 鹼 12 滴	油 12 滴	5% 鹽 25 滴	5% 酸 25 滴	5% 鹼 25 滴	油 25 滴	對照
0.5	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0	0.6	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3
1.5	1.4	0.3	0.5	1.2	0.8	0.2	0.4	1.1	1.1
2.0	2.6	0.4	1.5	2.5	1.5	0.3	0.8	2.5	2.5
2.5	3.9	0.5	3.1	4.3	2.2	0.3	1.5	4.2	4.1
3.0	4.8	0.7	5.0	6.2	2.9	0.4	2.5	6.1	5.5
3.5	5.8	1.1	7.0	7.8	3.6	0.4	3.6	7.9	6.9
4.0	6.7	1.3	8.2	9.1	4.3	0.5	4.6	9.1	7.9
4.5	8.0	1.6	9.9	10.5	5.2	0.6	5.7	10.3	9.2
5.0	9.1	1.9	10.9	11.4	6.1	0.7	6.5	11.5	10.0



照片六 酵母菌在酸、鹼、鹽、油環境下發酵之情形
(由左至右依序為鹽、酸、鹼、油及對照，每種兩支)



圖二 酵母菌在酸、鹼、鹽、油的環境下的發酵結果

我們發現：

- (一) 只有含油及 12 滴鹼液的發酵能力高於對照組的糖水。
- (二) 除了含油的以外，添加其他物質對發酵都有抑制作用，尤其以酸最明顯。
- (三) 除了添加油對於發酵的抑制情況不明顯外，其他酸、鹼、鹽的添加量愈多，抑制效果愈明顯。
- (四) 添加油，似乎可以促進酵母菌的發酵。

問題七 酵母菌在水中可以活多久？

研究方法：(一) 每天取一小平匙的酵母粉加入 5 毫升冷開水，分別放入不同的底片盒中，放在室溫下。

(二) 取泡製不同天數的酵母液 12 滴，混合 20 毫升 10% 的糖水，放到發酵管中觀察氣體產氣量並且記錄觀察結果。

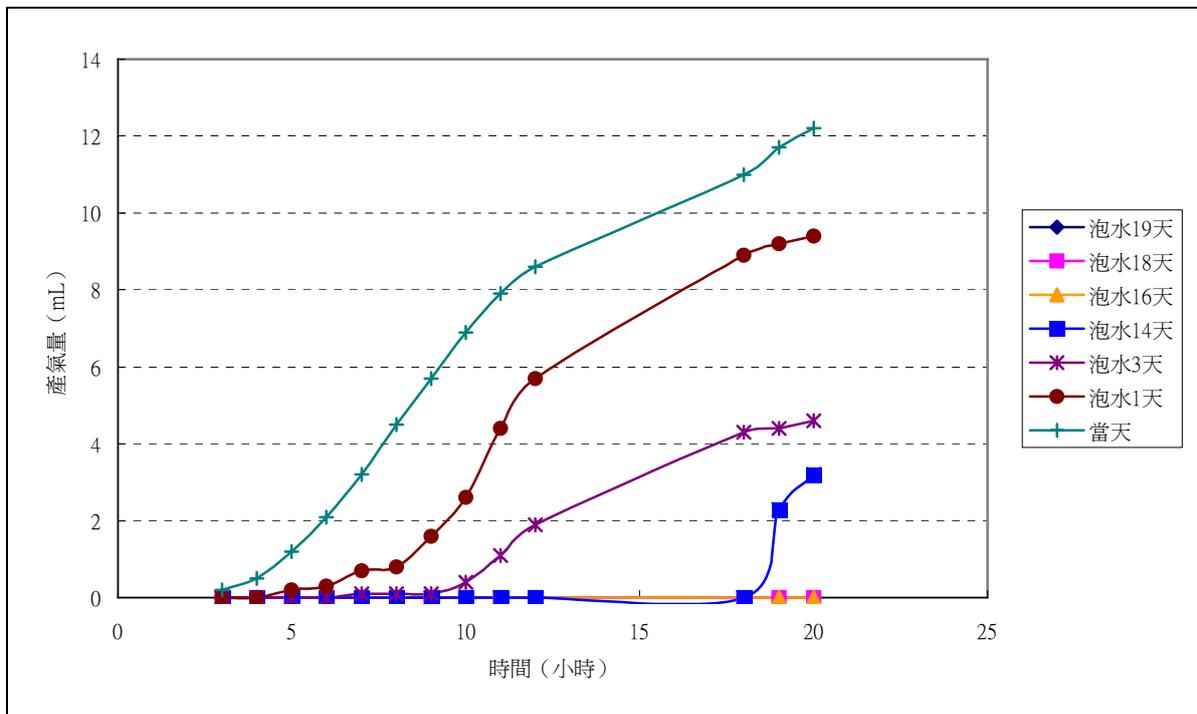
結果：各種天數產氣量的結果如表六及圖三。

表六 不同泡水時間對於酵母菌發酵能力的影響

時間 (小時)	泡水 19 天	泡水 18 天	泡水 16 天	泡水 14 天	泡水 3 天	泡水 1 天	當天
3	0	0	0	0	0	0	0.2
4	0	0	0	0	0	0	0.5
5	0	0	0	0	0	0.2	1.2
6	0	0	0	0	0	0.3	2.1
7	0	0	0	0	0.1	0.7	3.2
8	0	0	0	0	0.1	0.8	4.5
9	0	0	0	0	0.1	1.6	5.7
10	0	0	0	0	0.4	2.6	6.9
11	0	0	0	0	1.1	4.4	7.9
12	0	0	0	0	1.9	5.7	8.6
18	0	0	0	0	4.3	8.9	11.0
19	0	0	0	2.3	4.4	9.2	11.7
20	0	0	0	3.2	4.6	9.4	12.2

我們發現：

- (一) 泡水 10 分鐘後的酵母菌發酵速率最好。
- (二) 泡水越久的酵母菌發酵速率越差。
- (三) 泡水 16 天以上的酵母菌，已經沒有發酵能力。



圖三 泡水時間不同的酵母菌的發酵情形

問題八 有活性及無活性的酵母菌有什麼差別？

研究方法：取浸水 1 天及 19 天的酵母菌，用肉眼觀察及顯微鏡觀察。

結果：(一) 肉眼觀察：浸水 1 天的酵母菌液呈乳白色，有一點麵包味。浸水 19 天的酵母菌液呈淺褐色，具有異味。

(二) 顯微鏡 10×40 觀察：浸水 1 天的酵母菌，布朗運動很明顯，菌體邊緣清晰，呈現淺綠色，細胞內容物很多。浸水 19 天的酵母菌，布朗運動較緩和，菌體邊緣不清晰，幾乎沒有顏色，內容物不明顯。

(三) 二者區別如表七。

	氣味	肉眼觀察	顯微鏡觀察 (10×40)
有活性 (泡水一天的酵母菌)	麵包味	乳白色 不透明	布朗運動明顯 淺綠色 菌體邊緣清晰 細胞內容物很多
無活性 (泡水 19 天的酵母菌)	異味 臭臭的	淺褐色 下層有沉澱上層較澄清	布朗運動緩和 幾乎無色 菌體邊緣不清晰 細胞內容物不明顯

我們發現：酵母菌本身就含有一些養分，所以不供給它糖分，它也不會立即死亡，必須等待本身儲存的養分完全消耗了，才會死亡。

問題九 酵母菌對果汁的發酵會產生什麼影響？

研究方法：(一) 配製 10% 糖水、西瓜汁、精力湯、葡萄柚汁及柳丁汁。

(二) 各種果汁及糖水各 20 毫升，加入 25 滴酵母菌液，再分別放入發酵管中，觀察發酵的變化情形並記錄。

(三) 用糖度計測量各種果汁及糖水的糖度，並作記錄。

結果：各種果汁的發酵情況記錄為表八、表九、照片七及圖四。

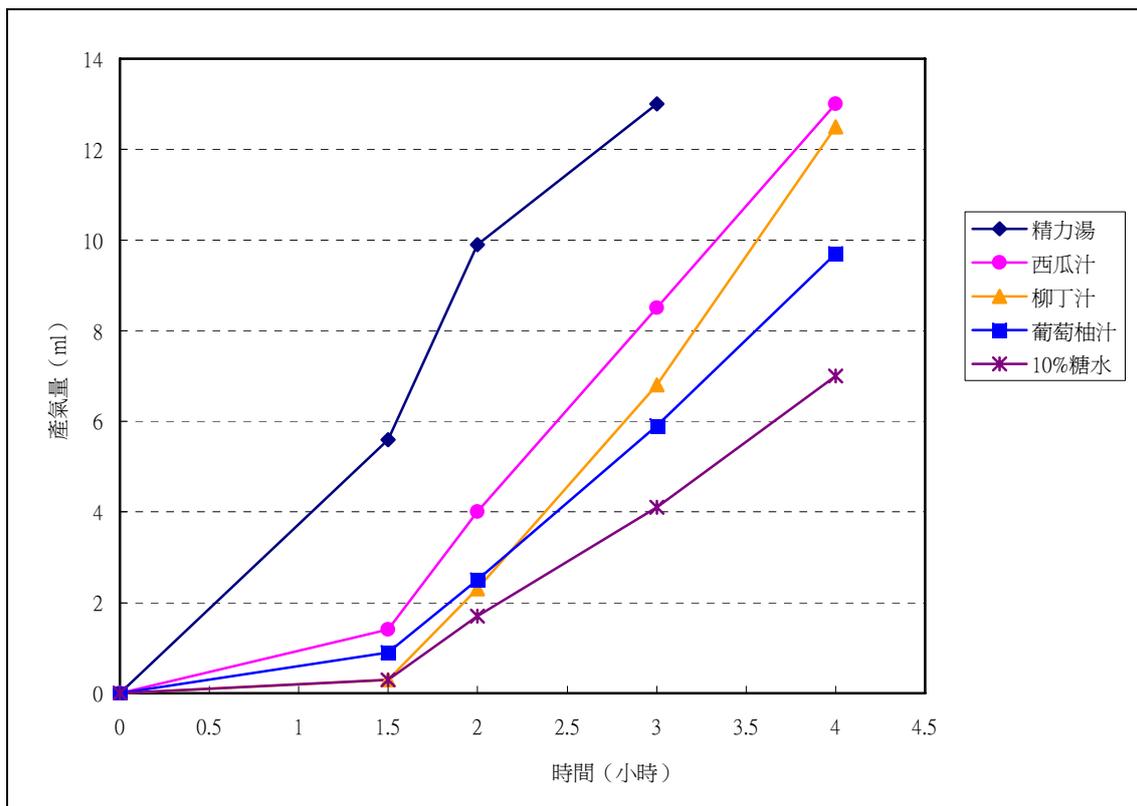
時間 (小時)	精力湯 ²	西瓜汁	柳丁汁	葡萄柚汁	10% 糖水
0	0	0	0	0	0
1.5	5.6	1.4	0.3	0.9	0.3
2	9.9	4.0	2.3	2.5	1.7
3	13.0	8.5	6.8	5.9	4.1
4	>13.0	13.0	12.5	9.7	7.0

註 1：發酵情形之數值指其產氣量 (ml)。

2：以香蕉、蘋果、奇異果、鳳梨及苜蓿芽打汁製成。



照片七 各種果汁之發酵情形
 (由左至右依序為 10%糖水、西瓜汁、精力湯、葡萄柚汁、柳丁汁，各二支)



圖四 糖水及果汁之發酵結果

溶液	精力湯	西瓜汁	柳丁汁	葡萄柚汁	10%糖水
糖度	7	8	11.1	7.8	11

我們發現：

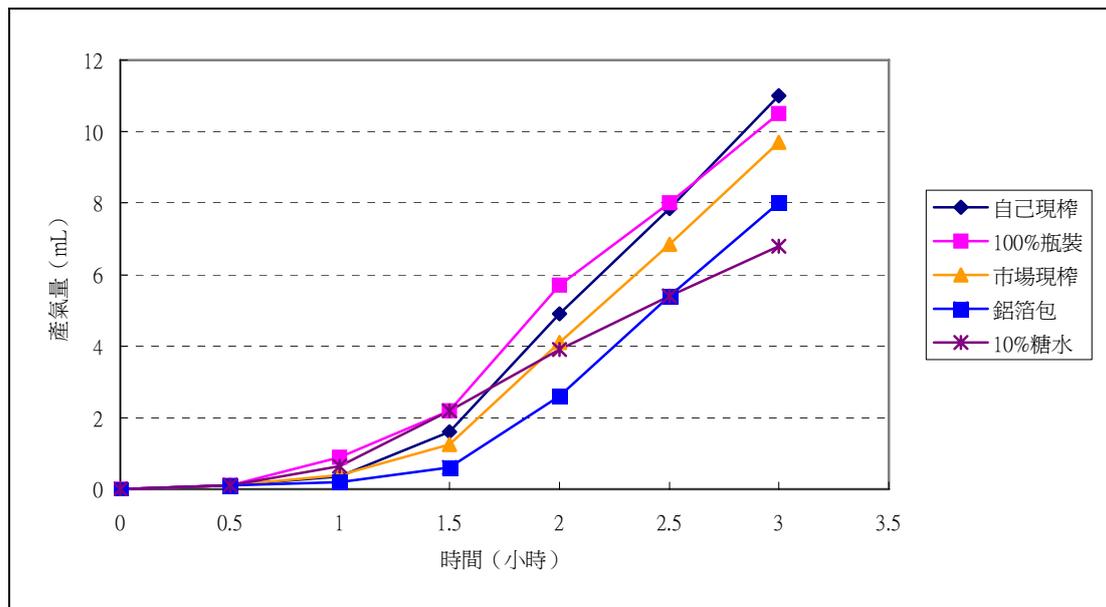
- (一) 所有果汁發酵情形都比糖水好。
- (二) 果汁裡面以精力湯的發酵速率最高，依次為西瓜汁、柳丁汁、葡萄柚汁。
- (三) 發酵速率高低與果汁的糖度高低並沒有直接關係。
- (四) 精力湯含有多種蔬果的成分，可以提供酵母菌做為充裕的發酵原料，所以發酵速率快。

問題十 果汁新鮮度對發酵的結果有什麼不同？

- 研究方法：(一) 準備 10%糖水及四種不同的柳丁汁（鋁箔包、市售 100% 瓶裝、市場現榨及自己現榨）。
- (二) 20 cc的糖水或柳丁汁，混合 25 滴酵母菌液，放入發酵管中觀察發酵情形並記錄。
- (三) 用糖度計測量各種柳丁汁及糖水的糖度。

結果：各種柳丁汁及糖水的發酵情形及糖度的結果，記錄於表十、表十一及圖五。

時間 (小時)	自己現榨	100%瓶裝	市場現榨	鋁箔包	10%糖水
0	0	0	0	0	0
0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1.0	0.4	0.9	0.4	0.2	0.7
1.5	1.6	2.2	1.3	0.6	2.2
2.0	4.9	5.7	4.1	2.6	3.9
2.5	7.9	8.0	6.9	5.4	5.4
3.0	11.0	10.5	9.7	8.0	6.8



圖五 糖水及不同新鮮度柳丁汁之發酵結果

表十一 柳丁汁及糖液的糖度測量結果

溶液	柳丁汁				糖水
	自己現榨	100%瓶裝	市場現榨	鋁箔包	10%糖水
糖度	11.1	11.5	12.6	11	11

我們發現：

- (一) 發酵 1.5 小時以後，果汁的發酵速率都明顯提升。
- (二) 發酵 3 小時後，所有果汁的發酵情況都比糖水好。
- (三) 果汁中以自己現榨的最好，依次為市售 100% 瓶裝、市場現榨，鋁箔包者最差。
- (四) 果汁與糖水的糖度相差不多，但發酵速率卻有不同，可見發酵速率與糖度並不一定相關。

問題十一 新鮮精力湯的濃度對發酵什麼影響？

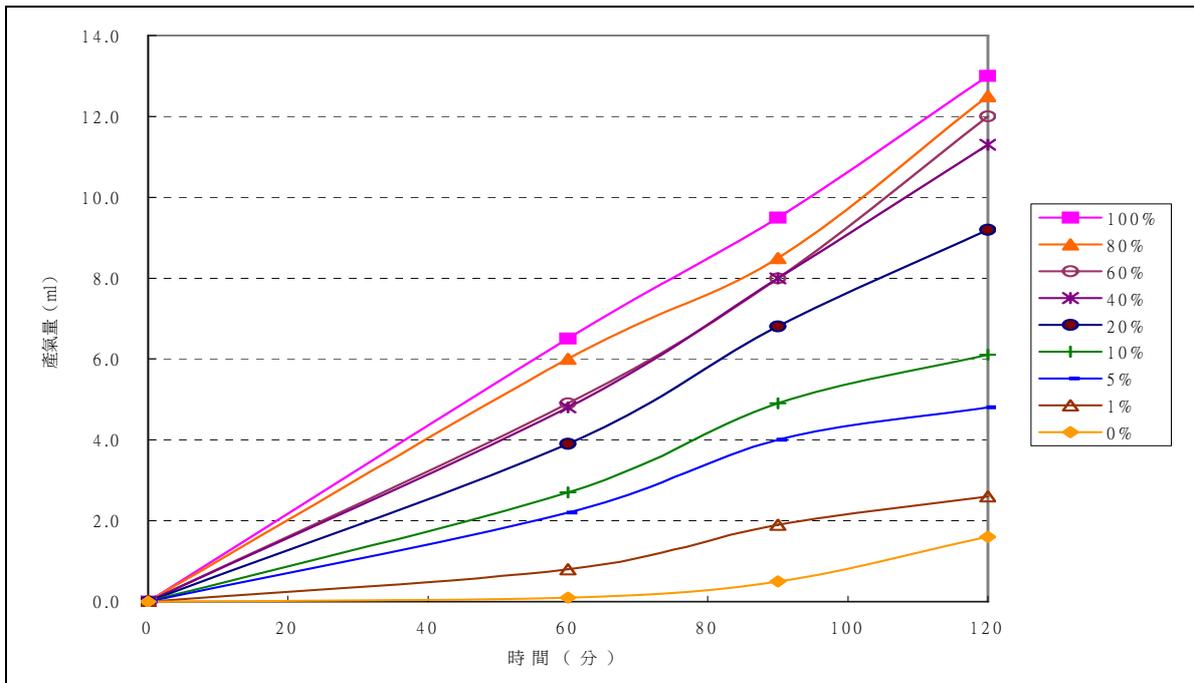
研究方法：

- (一) 取過濾後的精力湯與 10% 的糖水配成精力湯濃度為 100%、80%、60%、40%、20%、10%、5%、1% 及 0% 等 9 種溶液。
- (二) 取 2 克麵包酵母菌加 25 cc 水混合，靜置 10 分鐘，做成酵母菌液。
- (三) 取 9 支發酵管，每支分別裝入 25 滴酵母菌以及 20 cc 不同濃度的精力湯溶液混和後，觀察發酵情形並記錄。

結果：不同濃度的新鮮精力湯經發酵後的產氣結果如表十二、圖六及照片八。

表十二 不同濃度之精力湯發酵結果

時間(分)	100%	80%	60%	40%	20%	10%	5%	1%	0%
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	6.5	6.0	4.9	4.8	3.9	2.7	2.2	0.8	0.1
90	9.5	8.5	8.0	8.0	6.8	4.9	4.0	1.9	0.5
120	13.0	12.5	12.0	11.3	9.2	6.1	4.8	2.6	1.6



圖六 不同濃度的精力湯對酵母菌發酵的影響



照片八 不同精力湯濃度的發酵情形（由左至右精力湯濃度漸減）

我們發現：

（一）精力湯的濃度愈高，發酵速率愈快。

(二) 精力湯含有促進發酵的物質，即使是 1% 的新鮮精力湯，發酵速率也比完全沒有精力湯的對照組快很多。

問題十二 煮過的精力湯對於發酵有何影響？

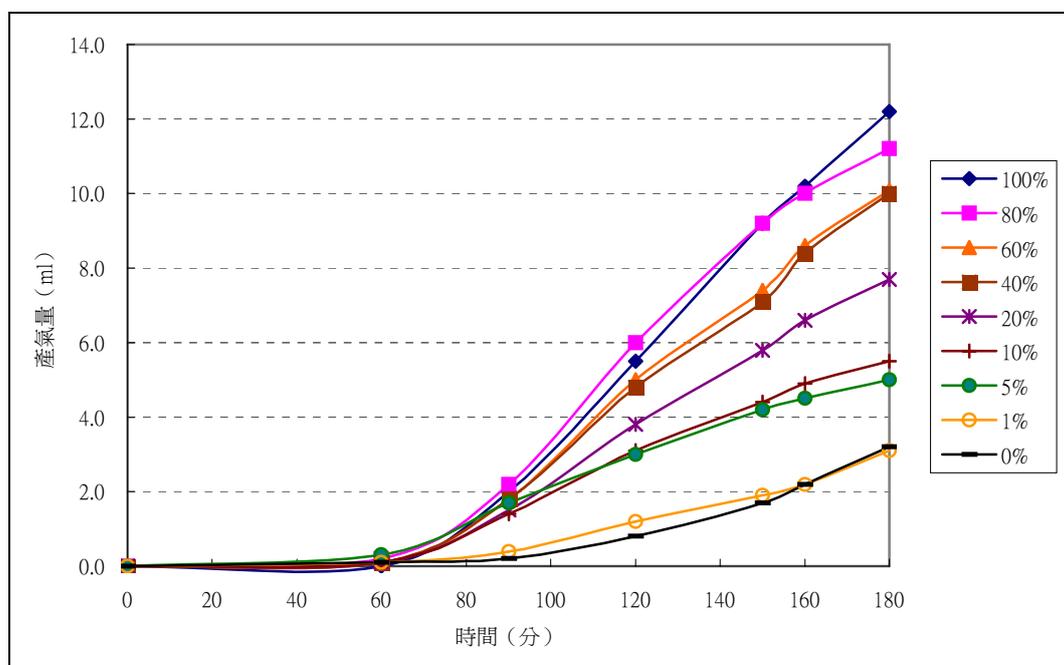
研究方法：

- (一) 過濾煮過後的精力湯與 10% 的糖水配成精力湯濃度為 100%、80%、60%、40%、20%、10%、5%、1% 及 0% 等 9 種溶液。
- (二) 取 2 克麵包酵母菌加 25 cc 水混合，靜置 10 分鐘，做成酵母菌液。
- (三) 取 9 支發酵管，每支分別裝入 25 滴酵母菌以及 20 cc 不同濃度的精力湯溶液混和後，觀察發酵情形並記錄。

結果：不同濃度煮沸過的精力湯經發酵產氣的結果如表十三、圖七及照片九。

表十三 酵母菌在煮過的精力湯中產生的發酵情形

時間(分)	100%	80%	60%	40%	20%	10%	5%	1%	0%
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1
90	2.0	2.2	1.8	1.8	1.5	1.4	1.7	0.4	0.2
120	5.5	6.0	5.0	4.8	3.8	3.1	3.0	1.2	0.8
150	9.2	9.2	7.4	7.1	5.8	4.4	4.2	1.9	1.7
160	10.2	10.0	8.6	8.4	6.6	4.9	4.5	2.2	2.2
180	12.2	11.2	10.1	10.0	7.7	5.5	5.0	3.1	3.2



圖七 煮過的精力湯不同濃度的添加量對酵母菌—糖液的發酵影響



照片九

糖溶液添加煮過的精力湯對發酵的影響
(由左至右的添加量逐漸減少)

我們發現：

- (一) 煮過的精力湯的濃度愈高，發酵速率愈快，但 1% 者與 0% 者幾乎無差別。
- (二) 煮過的精力湯和新鮮精力湯相比，發酵的速率比新鮮精力湯慢很多，可見加熱會破壞精力湯中促進發酵的物質。

伍、討論

經由以上的實驗，我們再針對某些問題進行討論，討論結果如下：

酵母菌是圓形或橢圓形單細胞的真核生物。在分類上屬於真菌類，多以出芽生殖，有時出芽後不會分開，形成具分枝的絲狀物。酵母菌因不含葉綠素，不能行光合作用營生，必須由環境提供醣類才能生存。麵包酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 是屬於子囊菌類的一種單細胞菌，在學術上的分類，菌藻植物門的亞門(Fungi)，子囊菌類綱(Ascomycetes)，Endomycetales 目，Saccharomycetaceae 科，*saccharomyces* 屬，*cerevisiae* 種。酒麴酵母種類有很多，我們使用的酒麴也是屬於酵母屬 (*saccharomyces*)。酵母菌在生理上有兩項代謝醣類的方法：(鄭一書)

(一) 有氧代謝：利用氧氣進行呼吸作用，將糖轉化成大量能量及 CO_2 。

(二) 無氧代謝：不需氧氣，利用發酵作用將糖轉化為酒精及 CO_2 且產生少量能量。

製作饅頭麵包的酵母粉和製作甜酒釀的酒麴都是酵母菌，都可以進行發酵作用，但是形態上稍有差別。酵母菌在不同濃度的糖水中進行發酵時，並不會隨糖濃度的升高而增加發酵速率，當糖濃度超過某一限度時速率反而較慢。本試驗中兩種酵母菌均在 30% 糖水中發酵最慢。不同濃度的酵母菌在糖水中發酵，卻會隨著酵母菌濃度的升高而增加發酵速率。雖然糖濃度及酵母菌濃度均會影響發酵速率，但是酵母菌濃度的影響程度較糖濃度明顯。酒麴酵母菌在糖水中產生氣體的速率比麵包酵母菌慢很多，可能是酒麴酵母菌進行較多的無氧代謝之故。因此要做麵包或是做甜酒釀須選對酵母菌。在明與暗的環境下，酒麴發酵沒有差異，可見光不會促進或抑制酵母菌的發酵。添加酒麴的糯米會產生酒味，甚少發霉，但不加酒麴者，發霉

嚴重，由此可知，酵母菌在糯米上較黴菌占優勢，可以抑制黴菌生長。未來或許可以利用酵母菌來製作制霉劑。乾燥的酵母菌泡水後具有發酵能力，但是泡水愈久，活性愈差；泡水 16 天者，已無發酵能力。所以想要保存酵母菌的發酵能力應以乾燥環境為宜，這也是許多物質長期保存的方法。糖水中添加了鹽、鹼或酸，會抑制酵母菌的發酵，尤其是酸。並且添加物添得愈多，抑制現象愈明顯。但是添加油並無抑制現象。麵包酵母會使果汁發酵，而且果汁愈新鮮發酵速率愈快，但與果汁的糖度並無直接關係。也許可由添加了酵母菌的果汁發酵速率快慢，判別果汁的新鮮度。精力湯能促進酵母菌在糖水中發酵，不過煮沸過的精力湯則效果變得較差，可見加熱是會破壞一些具有活性的物質的，所以喝果汁還是以新鮮的最好。

陸、結論

從上面的討論中，我們討論出麵包酵母和酒麴酵母的外觀特色，和發酵的形態，讓我們發現到酵母菌真的是一種很神奇的生物，由實驗結果和我們討論出來的看法，最後我們得到到下面的結論：

- 一、在糖水中，麵包酵母菌的產氣量較多，酒麴酵母菌產氣較少。
- 二、酵母菌發酵速率不會因糖濃度的增高而增高。
- 三、酵母菌濃度愈高，發酵速率就會愈快。
- 四、酸、鹼及鹽都會抑制酵母菌的發酵。
- 五、酵母菌會抑制黴菌的生長。
- 六、果汁的新鮮與否會影響發酵速率的高低。
- 七、精力湯中含有促進酵母菌發酵的物質，這些物質加熱後會被破壞。

柒、參考文獻

- 一、林金盾（民 93）**生物**。台中市；康熙圖書。
- 二、孫寶年（民 73）**食品科技**。台北市；圖文圖書。
- 三、許錦隆（民 80）**簡明醫護生物學**。台北市；匯華圖書。
- 四、陳慶飛（民 81）**化學篇（一）發酵的密秘**。台北市；華一書局。
- 五、鄭一書（民 87）**無處不在的微生物**。台北縣；銀禾文化。
- 六、鄭湧涇（民 92）**生命科學**。台中市；康熙圖書。
- 七、尤少銘等（民 93）**五下自然與生活科技領域教科書**。台北市；牛頓圖書。
- 八、牛頓出版公司（民 91）**小牛頓科學館 28**。台北市；牛頓圖書。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081539

起酵 A! 酵母菌的研究

國立嘉義大學附設實驗國民小學

評語：

1. 題目甚佳
2. 方法與目的似不能完整配合，不能集中
3. 在處理上宜注意如何選取材料，及合理性。
4. 建議題目選取後，集中目的與方向，方法簡潔，勿太散亂。