

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-農業

科 別：農業組

組 別：高職組

作品名稱：酵母菌與碳水化合物的反應與研究

關 鍵 詞：酵母菌、發酵

編 號：091403

學校名稱：

國立淡水高級商工職業學校

作者姓名：

張梅鳳、吳嘉琪、張詠湘

指導老師：

李孝雯



酵母菌與碳水化合物的反應及研究

壹、摘要：

利用三種不同的六碳糖作為基質，測試其經過酵母菌分解產生酒精的變動，經由實驗結果得知葡萄糖所產生的酒精速度最快，次為果糖，最後是半乳糖。單醣類是最簡單的醣，材料中所使用的葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)、半乳糖(galactose)皆為六碳糖(hexose)，其化學式相同，但由於結構式不同，所以造成發酵速度快慢不同。

由實驗記錄，我們看到酒精明顯上升時，糖度卻下降，這證實酵母菌使糖發生氧化分解作用，而生成酒精。

酒精發酵到 3%時，就停止發酵，我們推測是糖度不足所造成的。

有關發酵：酵母菌可將葡萄糖氧化分解為二氧化碳



葡萄糖 氧 二氧化碳 水

以獲得能量；在嫌氣條件下，則將葡萄糖發酵生成乙醇。



葡萄糖 乙醇 二氧化碳（乙醇即為酒精）

貳、研究動機：

因為在國中時，曾做過有關酵母菌的的實驗，藉由上次的實驗，我們得知酵母菌最適合生長的溫度為 20 ~ 30 ，且在糖量愈多的環境下生長，所產生的酒精量也就愈多。所以希望能更了解有關發酵的種種變化。

參、研究目的：

- 一、探討不同種類的單糖所產生酒精的速度
- 二、測量糖量和酒精量的關係
- 三、觀察酵母菌的族群生長和糖量的關係

肆、研究設備及器材：

一、器材：

三角錐形瓶、酒精測量器、滴管、量筒（50ml）、載玻片、蓋玻片、微量天秤、殺菌釜、鋁箔紙、棉花、標籤紙、稱藥紙、藥匙、解剖針、糖度計、複式顯微鏡、棉花藍染液、酒精燈。

二、材料：

去離子水、葡萄糖、果糖、半乳糖、醱粉。

伍、研究過程及方法：

一、將量筒、滴管及三角錐形瓶清洗乾淨，晾乾後，用鋁箔紙封住量筒瓶口；滴管則用大張鋁箔紙，全部包起來。

二、製作無菌水：將三角錐形瓶，裝入去離子水，然後以棉花塞口，再包上鋁箔紙。
(水量約 1/2，以免加熱過程中，水溢出瓶口。)

三、將步驟 1 及 2 之器材以高溫高壓殺菌釜在攝氏 121 度，大氣壓力 1.2 ~ 1.5 公斤/平方公分，殺菌 20 分鐘。

四、糖度的調配方式：

糖度% = °Brix = $\frac{X}{\text{水重量} + X}$ (X 為所加的糖重)

將各醴類糖度定為 10%

例：水 250ml，配 10%°Brix 糖液，應加多少克糖？

解： $10/100 = X/250 + X$

$10(250 + X) = 100X$

$X = 27.78\text{g}$

五、計算出糖的所需克數後，利用微量天秤，把果糖、葡萄糖、半乳糖，各稱出 27.78 克。(每稱一種糖，需更換藥紙，並使用不同的藥匙)。

六、稱 2 克醱粉三份，將滅過菌的器具及所需材料在無菌操作台上，開始進行實驗。

七、將 3 個三角錐形瓶，各裝入 250c.c 的無菌水，並將稱好的糖量，分別倒入瓶中，最後每瓶各加入 2 克的醱粉。

八、將步驟 7 的三角錐形瓶，以棉花塞口，再用大張鋁箔紙將整瓶包住，使其不透光。

九、放入恆溫室進行實驗(溫度為攝氏 22 度)。

十、於第二天開始測量各不同的處理下，糖度及酒精度的變化並計算酵母菌族群數量。

十一、酵母菌族群生長的觀察方式：

(一) 取乾淨載玻片一片，將半乳糖的三角錐形瓶搖勻用滴管吸一小滴半乳糖液至玻片中央。

(二) 用解剖針將半乳糖液滴塗抹均勻。

(三) 將載玻片在酒精燈火焰上微熱數下(標本面朝上)，放置桌上，讓水分蒸乾。

(四) 取棉花藍染液，將玻片上有標本的部位加上染液，染色約 30 秒鐘，小心蓋上蓋玻片。

(五) 將染液用少許的衛生紙輕輕擦拭，並將載玻片晾乾。

(六) 將標本置於顯微鏡下觀察：先用低倍鏡，把焦距對好，然後利用高倍鏡加以觀察，計算 3 個不同區域的酵母菌個數再取其平均數。

陸、研究結果：

糖 度

日期 \ 名稱	葡萄糖	果糖	半乳糖
1 日	9.2%	9.2%	9.8%
3 日	9.2%	9%	9%
7 日	8%	7.8%	9.6%
10 日	3.2%	2.8%	7.6%
11 日	2.6%	2.2%	5.6%
12 日	2.8%	2.6%	4%
13 日	2.6%	2.6%	2.6%
17 日	2.4%	2.4%	2.2%
18 日	2.2%	2.2%	2%
19 日	2.2%	2.6%	2%
20 日	2.8%	2.8%	2.4%
21 日	2.2%	2.6%	2.2%

(日期：為加入醱粉後的天數)

半乳糖族群數

日期	數量
12 日	23
13 日	160
17 日	203
18 日	115
19 日	109
20 日	20

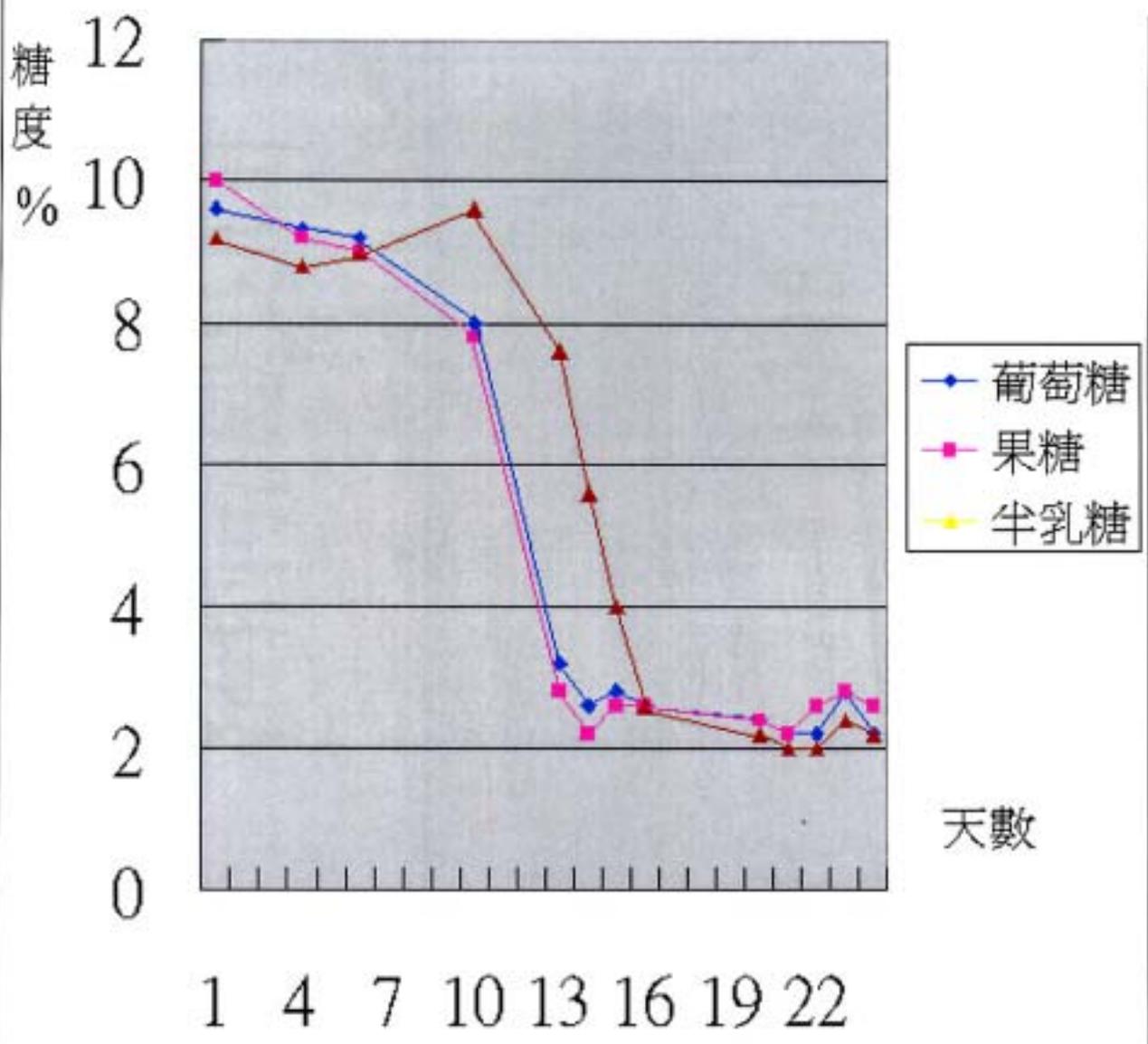
(日期：為加入醱粉後的天數)

酒 精 濃 度

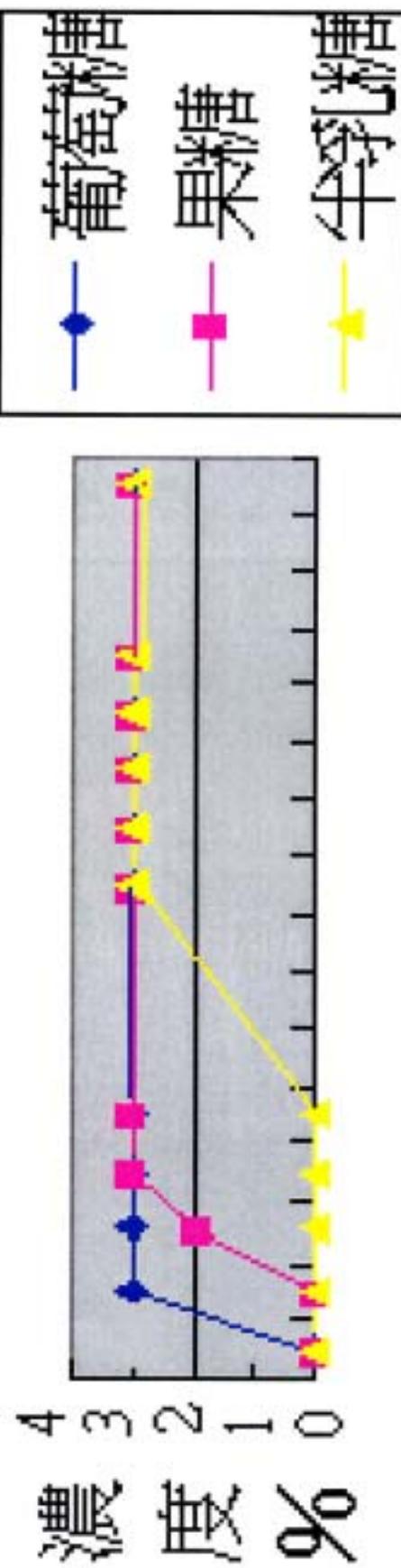
日期 \ 名稱	葡萄糖	果糖	半乳糖
9 日	0%	0%	0%
10 日	3%	0%	0%
11 日	3%	2%	0%
12 日	3%	3%	0%
13 日	3%	3%	0%
17 日	3%	3%	3%
18 日	3%	3%	3%
19 日	3%	3%	3%
20 日	3%	3%	3%
21 日	3%	3%	3%
24 日	3%	3%	3%

(日期：為加入醱粉後的天數)

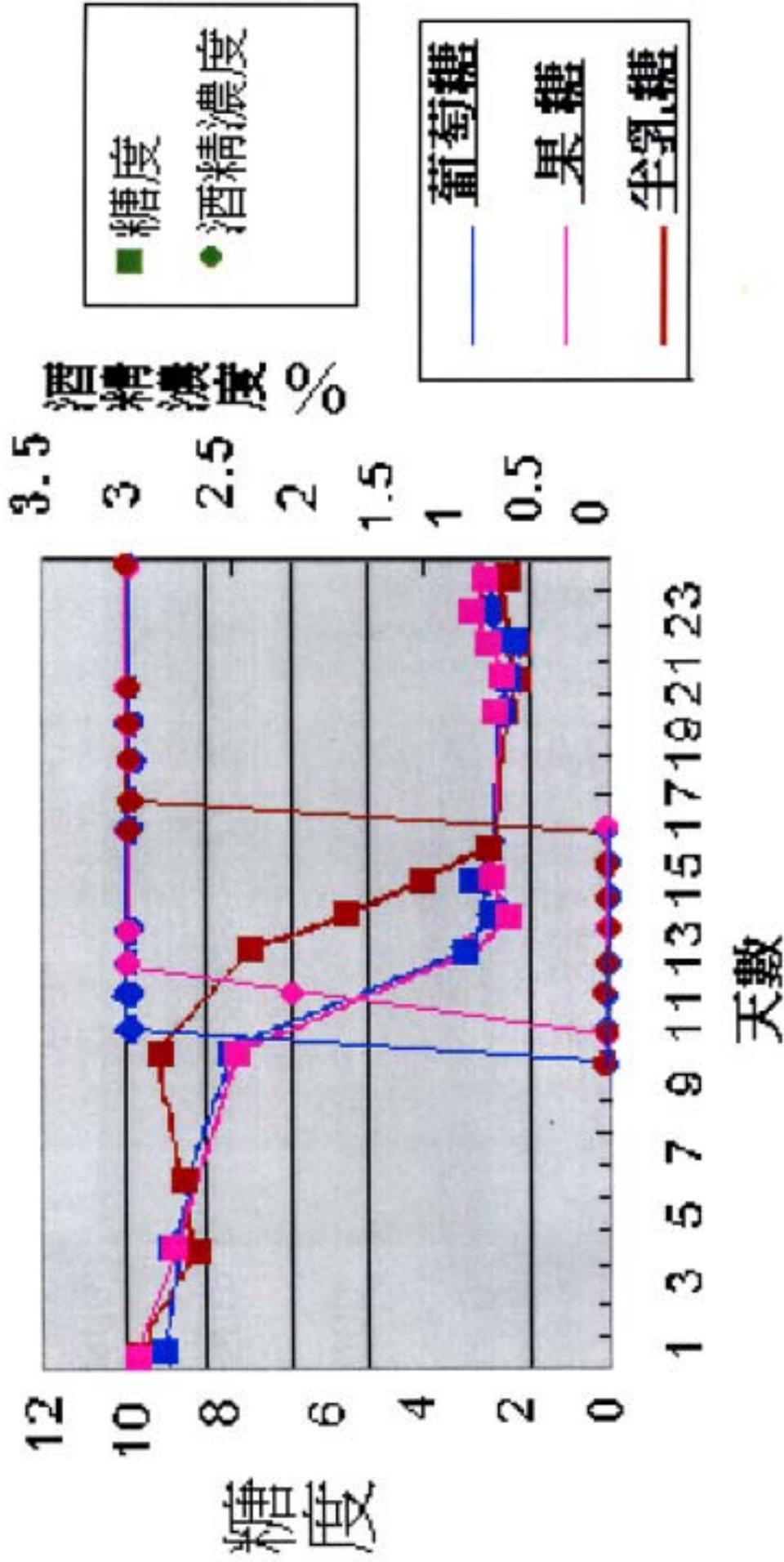
糖度比較圖



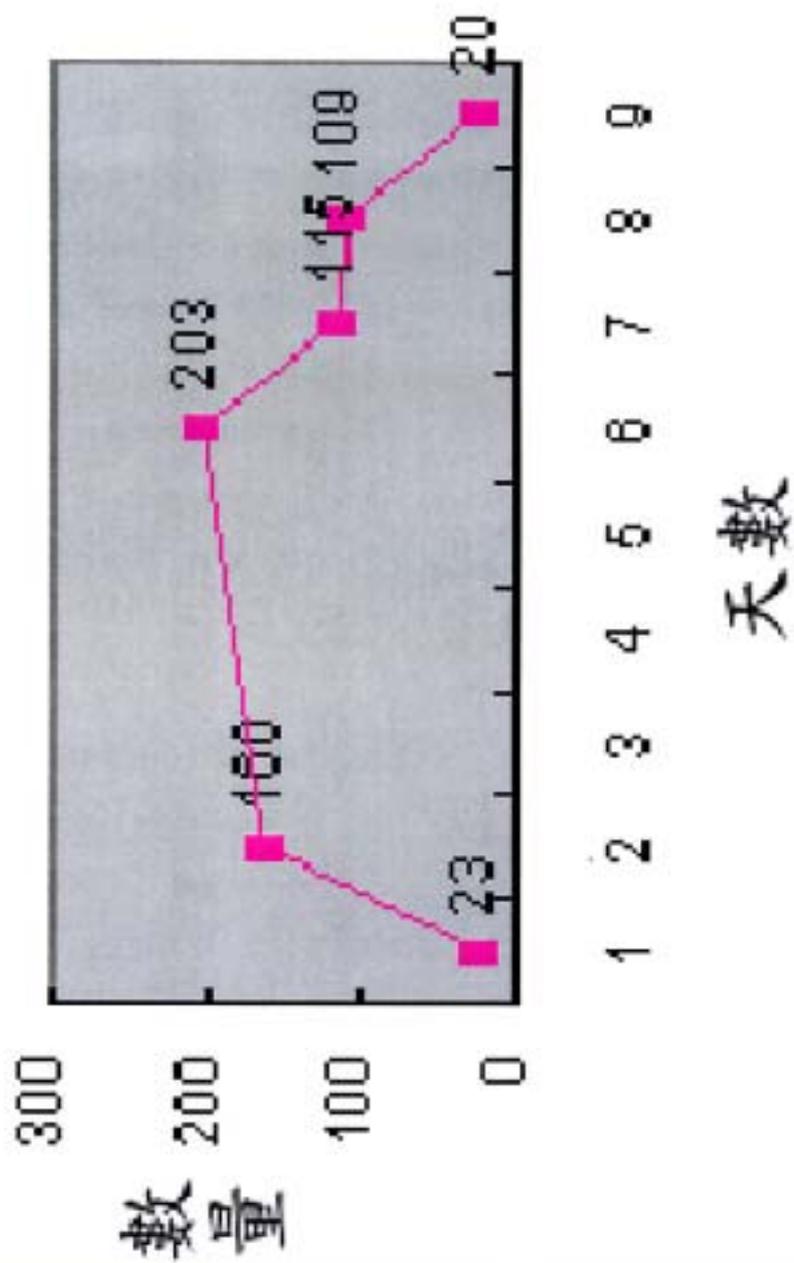
酒精濃度圖



酒精濃度與糖度比較圖



酵母菌族群數生長趨勢圖



柒、討論：

- 一、藉糖度與酒精圖示，我們可知酵母菌在三種單糖中進行發酵，以葡萄糖所產生的酒精速度最快，次為果糖，最後是半乳糖。
- 二、在發酵過程中，糖度漸漸減少，大約減少到 2 % 時，就停止了，可能是因為糖度不足，無法繼續發酵。在後面的數據，糖度有些微的差異，但誤差在容許範圍。
- 三、酒精發酵到 3 % 時，就不再增加，我們推測是糖度不足所造成的。
- 四、酵母菌的族群數隨著糖度的變化而改變。
- 五、醣類的特性：

- (一) 醣類又稱碳水化合物，可分為單糖、雙糖和多糖三大類。
- (二) 單醣：是最簡單的醣類，依照含碳原子數目的不同，有三碳糖至七碳糖。
- (三) 核糖和去氧核糖為含有五個碳原子的單糖，通稱為五碳糖；而葡萄糖、果糖和半乳糖則為六碳糖。
- (四) 葡萄糖是人體內含量最多的單糖，也是細胞可以直接利用的物質。細胞需要能量時，便分解葡萄糖而釋出能量。
- (五) 葡萄糖、果糖、半乳糖的分子式都是 $C_6H_{12}O_6$ ，但構造式不同。
- (六) 葡萄糖：來自澱粉、蔗糖、麥芽糖及乳糖的水解產物，是組織所利用最主要的一種糖。

六、有關發酵：

酵母菌可將葡萄糖氧化分解為二氧化碳及水



葡萄糖 氧 二氧化碳 水

以獲得能量；在嫌氣條件下，則將葡萄糖發酵生成乙醇。



葡萄糖 乙醇 二氧化碳 (乙醇即為酒精)

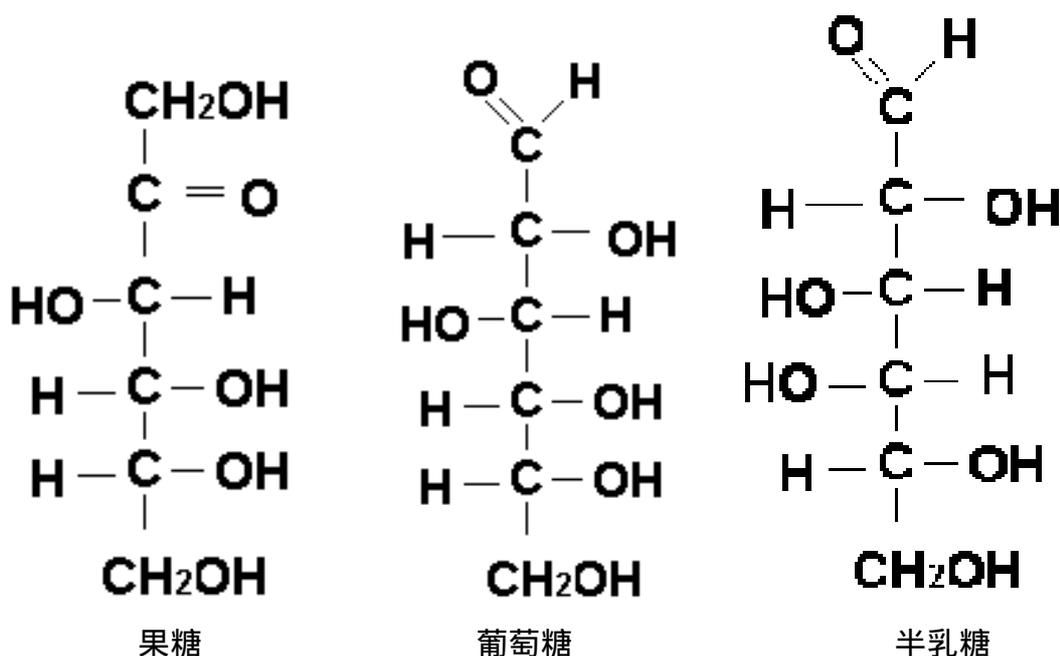
- 七、自然的發酵：壓榨的葡萄汁，可自行發酵。此發酵作用，主要由酵母所發動，該酵母主要為附著於葡萄果皮上或由空氣中及用具等混入，除了葡萄酵母外，尚有絲狀菌、產膜酵母、醋酸菌以及乳酸菌等皆混入果汁中。

捌、結論：

- 一、單醣類是最簡單的醣，材料中所使用的葡萄糖 (glucose)、果糖 (fructose)、半乳糖 (galactose) 皆為六碳糖 (hexose)，其化學式相同，但由於結構式不同，所

以造成發酵速度快慢不同。

結構式



二、酵母菌的族群，隨著糖類濃度的降低而減少。

三、27.78 克的單糖，可產生百分之三的酒精。

四、希望藉由本實驗能更了解發酵的進行，也期待在未來可以利用這次實驗的結果，對酒的製作有些微的貢獻。

五、本實驗尚有許多值得討論及疏漏之處，但是希望藉此實驗來培養科學研究的態度及精神，今後將繼續其相關原理及應用的探討。

玖、參考資料及其他：

J.T.Gerig 龔錦信譯 有機化學概論 台灣 科技圖書有限公司 p.240 ~ 241 1983

Lubert Stryer 曾國輝譯 大學生物化學(上) 台灣 藝軒圖書出版社 p.261 ~ 269、p.275、p.405 ~ 409 1983

林耕年 農產加工 台灣 復文書局 p.36 ~ 40、p.238 1995

林添鶴、吳炳煌、隨華俊 園產處理與加工 台灣 台灣書站 p.257 ~ 261 1982

柯文慶、吳明昌、蔡龍銘 園產品處理與加工 台灣 東大圖書公司 p.367 ~ 383 1996

周秀堅 食品加工(一) 台灣 復文書局 p.58 ~ 67、107 1995

周秀堅 食品加工(四) 台灣 復文書局 p.1 ~ 2、p.46 ~ 63 1995

郭俊廷 品加工綜合實習(一) 台灣 復文書局 p.30 ~ 34 1989

楊冠政 基礎生物 台灣 國立台灣師範大學科學教中心 p.168 ~ 173