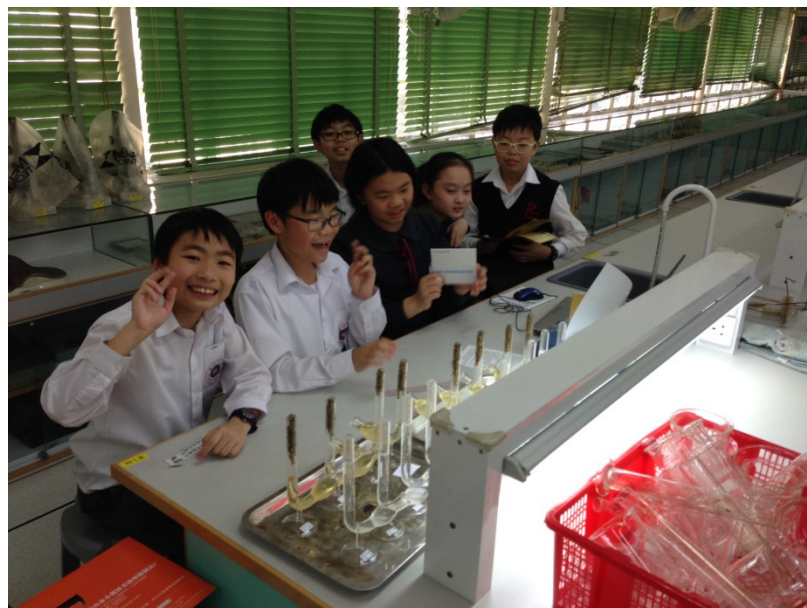


「酵」出「酒」來



學校名稱：澳門培正中學

研究員：馮頌然、彭胤統、朱嘉琳、
黃智恆、尹曦妍、霍駿雯、
黃昊泓

指導教師：陳少婷、郭振業、林潤薇

報告完成日期：2014年5月14日

目錄

摘要	i
第一章 緒論	1
一、 研究動機	1
二、 研究目的	1
三、 待答問題	1
四、 名詞界定	1
五、 文獻探討	1
六、 研究方法和步驟.....	1
七、 研究進程	2
第二章 研究過程	3
一、 酵母菌種的選擇.....	3
二、 儀器及材料.....	3
三、 研究步驟及結果.....	3
第三章 研究結論及建議.....	8
一、 研究結論	8
二、 研究建議	8
三、 研究後感想.....	8
附錄：文獻參考.....	9

摘要

綠色植物通過光合作用將太陽能轉化為化學能而儲存在生物質內部。生質酒精，就是利用微生物發酵，把生物質中的醣分轉化所得到的酒精，其可作為汽油的替代燃料。而生物質能在利用時所排放的污染較煤、石油等為低，且大部分可以用廢棄物當原料，所以是國際上公認運用最廣泛的可再生能源，約佔世界所有的可再生能源的三分之二。

本研究就是利用市面上容易購得的低糖活性乾酵母，把學校飼養兔子時，所產生的乾草廢棄物發酵成生質酒精。在生質酒精的製造過程中，酵母菌擔當着重要角色，可影響酵母菌發酵程度的因素有很多，其中包括：水、食物及營養(本研究就是乾草及葡萄糖)、pH及溫度等，通過對發酵條件的不斷優化，再分別對乾草進行發酵，用家用釀酒機蒸餾出酒精，用酒度計測出成品的酒精度。在研究過程中，我們發現由於乾草中的糖分較低，必須加入葡萄糖才能使乾草開始發酵，而把乾草剪碎亦有利於提高發酵程度，我們同時發現酵母菌在 pH=4 時，能有較佳發酵表現，而當發酵溫度在 26-30°C 時，酵母能有較好的發酵表現。

第一章 緒論

一、 研究動機

在課堂及新聞中，我們都知道全球正面臨能源危機，開發新能源就成了現時各國要解決這個危機的趨勢，由網絡上的資料所知，生質能源是目前極具發展潛力的方向，當中，利用植物廢棄物作原料的生質酒精製造一向備受注目。由於本校飼養小動物(如兔子、倉鼠等)時會產生大量乾草廢棄物，因此我們希望能找到一個適宜植物廢棄物發酵的條件，並測試其能否成功製作成生質酒精，化廢為寶。

二、 研究目的

1. 了解生質酒精的發展現況及製造方法。
2. 探討利用乾草生產生質酒精的可行性。
3. 嘗試找出以乾草製作生質酒精的最佳條件，以便循環再用。

三、 待答問題

1. 生質酒精的優缺點是甚麼？
2. 我們應如何選擇酵母菌種？
3. 如何判斷酵母菌的發酵程度？
4. 以乾草製作生質酒精的最佳條件是甚麼？

四、 名詞界定

1. 生質酒精：生質酒精，也可叫做生物乙醇，就是利用微生物發酵把生質中的醣分轉化所得到的酒精。生質酒精其實就是乙醇，和由石化原料生產的乙醇相同，差別只在於原料的不同。生質指來自生物體的非石化有機物，一般所指的生質通常是植物藉由光合作用產生的含碳化合物。利用植物廢棄物製作生質酒精精，可達到製造新能源和減少廢棄物的雙重環保功用。
2. 發酵：有時也寫作醱酵，其定義由使用場合的不同而不同。通常所說的發酵，多是指生物體對於有機物的某種分解過程。發酵是人類較早接觸的一種生物化學反應，對於其機理以及過程控制的研究，還在繼續。本研究所指的發酵，是指酵母菌對葡萄糖及乾草內的澱粉轉化為二氧化碳和酒精的過程。

五、 研究方法和步驟

1. 資料搜集，找出市面上容易購得且有利於發酵乾草的酵母菌種。
2. 利用公平測試，分別比較不同酵母菌濃度、酸度、溫度下酵母菌在發酵管內產生的二氧化碳量，從而了解其發酵情況，選出最佳發酵條件。
3. 比較不同發酵時間可得到的酒精量：在其他條件相同下，比較延長發酵時間對

產酒量的影響。

六、 研究進程

11~12月：資料搜集、小組討論實驗方法、動手製作

1~2月：進行測試

3~4月：檢討改善製作方法、編寫報告

5~6月：修改報告

7月：準備匯報

第二章 文獻探討

1. 生質酒精的發展

近年來，替代能源越發受重視，其中，生質酒精的前景備受注目，極具發展潛力。人類完全沒想過，原來植物廢棄物，竟然也可以製成生質酒精。第一代的生質酒精，是以甘蔗、玉米等糧食作物為原料進行生產。但過度仰賴糧食作物為原料，易間接使糧食價格上升、耕地不足等問題浮現。因此，第二代生質酒精開始以植物廢棄物，尤其是農業廢棄物作為出發點，降低糧食價格飆升的風險。

2. 植物廢棄物的發酵

植物廢棄物，一般是指農業廢棄物，如乾草、禾稈等。隨着農業的發展，植物廢棄物數量不斷增加，若以之為再生能源，則可化廢為寶。然而，它們在變成酒精前需經過一連串的处理。從切碎研磨到糖化、發酵，最後再經過蒸餾，才能得到可利用的生質酒精。而影響發酵程度的主要因素包括：酵母的數量和質量、發酵溫度、發酵時體系的酸鹼度和發酵時間。

第三章 研究過程

一、 酵母菌種的選擇

綠色植物進行光合作用時製造出來的糖，會以澱粉的形式儲存在植物體內。本研究主要對乾草進行發酵，也就是對乾草內的澱粉進行發酵，故我們欲選擇市面上的麵包酵母，由於市面上酵母品牌眾多，且分別有高糖型和低糖型酵母，考慮乾草並不含糖分，我們最後選擇了低糖型的乾酵母。

二、 儀器及材料

1. 儀器：燒杯、量筒、發酵管、玻璃棒、藥匙、pH 計、電子天平、家用蒸酒機、酒瓶、攪拌機
2. 材料：乾草、安琪低糖活性乾酵母、檸檬酸、檸檬酸鈉、葡萄糖、蒸餾水

三、 研究步驟及結果

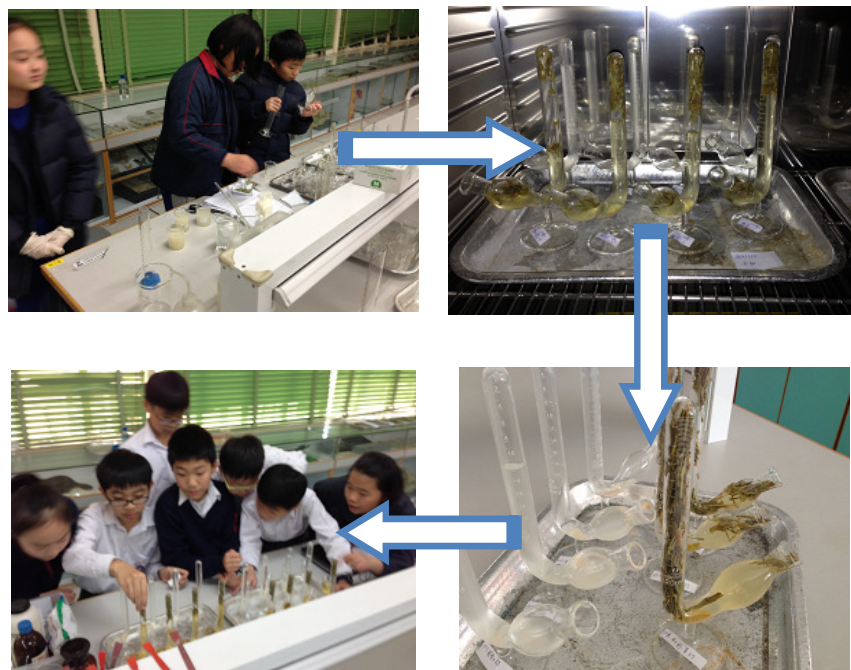
A. 發酵條件的選定

安琪活性乾酵母的使用說明顯示，酵母的投放量約為麵粉重量的 0.5%，且適合在含糖量為 7% 以下的體系發酵。而由網絡資料所得，酵母適宜發酵溫度在 20~30°C，適宜發酵的酸度約為 pH=4~6，因此，我們在公平測試的基礎上設計了以下實驗：

1. 玻璃儀器洗淨，於烘箱 120°C 乾燥滅菌 15 分鐘。
2. 分別配製 0.1M 檸檬酸溶液和 0.1M 檸檬酸鈉溶液。
3. 配製 500ml 不同 pH 的檸檬酸—檸檬酸鈉緩沖溶液。

pH	0.1M 檸檬酸(ml)	0.1M 檸檬酸鈉(ml)
3	465	35
4	327.5	172.5
5	205	295
6	95	405
7	14	520

4. 量取 400ml (3) 溶液放在 500ml 燒杯中，加入 3.6 g 葡萄糖，配製成葡萄糖濃度為 0.05M 的混合溶液。
5. 分別量取 100ml (4) 混合溶液，放入四個 200ml 的燒杯中。
6. 分別往 (5) 中分別放入 0.1g、0.2g、0.3g 和 0.4 克酵母菌，攪拌均勻。分別量取 40ml 上述溶液置於四支發酵管內。
7. 分別往四支發酵管內放入 0.5g 已剪碎的乾草，再分別加入 40ml (5) 的混合液
8. 把發酵管放入 26°C (22、30°C) 的恆溫箱中，恆溫 48 小時，觀察產氣量。



我們得到了以下數據：

26°C

0.05M 糖 + 0.5g 草

pH=3

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	a	b	11.2	15.1
	糖+草	17.0	14.8	20.3	21.3

1>b>a

pH=4

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	6.0	3.1	18.2	13.3
	糖+草	17.0	23.1	26.2	27.5

pH=5

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	4.8	4.0	5.4	9.4
	糖+草	20.0	18.3	16.8	23.3

pH=6

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	3.8	6.2	miss	7.1
	糖+草	19.1	18.0	miss	21.0

pH=7

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	a	b	3.9	c
	糖+草	13.0	12.6	22.0	15.6

1>c>b>a

由以上的數據可知，在 26°C 時該酵母適宜發酵的酸度約為 pH=3~5。因此，我們在進行 22°C 和 30°C 的實驗時，只對 pH=3~5 的體系做測試，得到以下數據：

22°C

0.05M 糖 + 0.5g 草

pH=3

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	0.0	0.0	3.8	2.4
	糖+草	7.0	17.4	19.6	19.6

pH=4

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	3.4	4.4	4.2	7.4
	糖+草	11.0	19.6	13.2	21.2

pH=5

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	3.2	3.0	3.0	13.2
	糖+草	16.6	19.2	22.8	21.0

30°C

0.05M 糖 + 0.5g 草

pH=3

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	3.2	3.8	11.2	16.0
	糖+草	18.6	18.3	23.1	25.4

pH=4

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	7.8	12.3	5.7	13.8
	糖+草	21.9	22.2	22.3	25.8

pH=5

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	8.8	6.2	12.0	20.9
	糖+草	13.9	20.0	25.6	22.9

由以上的數據，我們發現該酵母在 26~30°C 時有較佳表現，因此我們嘗試把 28°C 也測試一下，數據如下：

28°C

0.05M 糖 + 0.5g 草

pH=3

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	3.8	1.2	8.8	3.2
	糖+草	21.8	20.7	20.0	21.1

pH=4

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	13.0	8.4	8.8	13.6
	糖+草	20.2	17.4	22.2	26.5

pH=5

	酵母(g)	0.1	0.2	0.3	0.4
產氣量(CO ₂ / ml)	糖	8.4	11.4	9.6	14.4
	糖+草	miss	24.0	20.9	24.9

總上所有數據，我們選定了 28°C，pH=4，葡萄糖量為 0.05M，酵母含量為 0.4% 的體系進行生質酒精的製作。

B. 生質酒精的製作

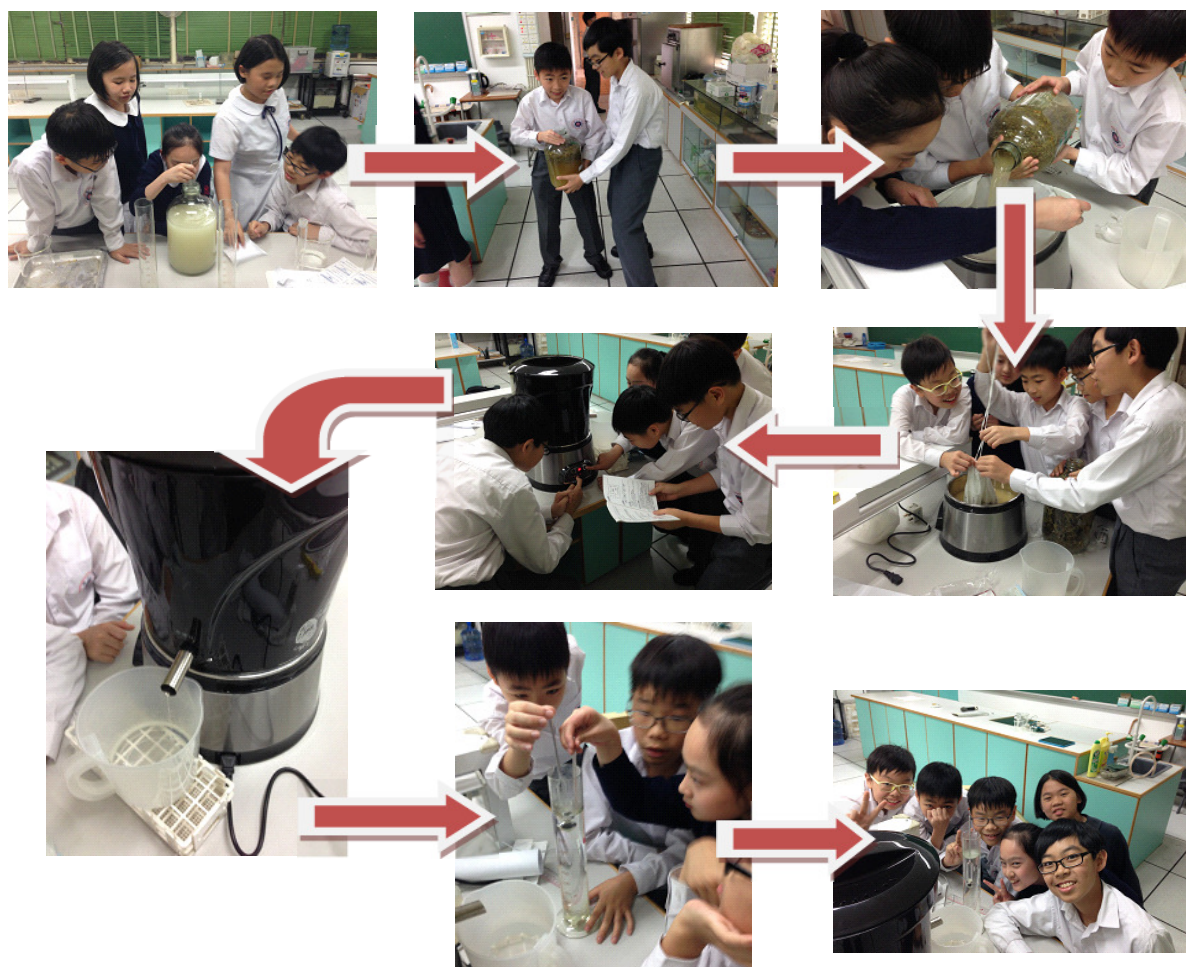
1. 玻璃儀器洗淨，於烘箱 120°C 乾燥滅菌 15 分鐘。
2. 用剪刀把乾草剪碎，稱取 50g。
3. 用攪拌機把乾草攪碎。稱取 50g。
4. 分別在兩個 5L 玻璃空酒瓶中，配製 4L pH=4 的檸檬酸－檸檬酸鈉緩沖溶液，並各

加入 36 克葡萄糖、16 克干酵母。

5. 分別於(4)所述的體系中加入(2)和(3)，以膠膜把瓶口封好， 28°C 恒溫 48 小時。/
分別於(4)所述的體系中加入(3)，以膠膜把瓶口封好， 28°C 恒溫 168 小時。
6. 以家用蒸酒機蒸出生質酒精，用酒精計測量酒精度，以量筒測量所得酒精體積(製作流程見下頁)。

28°C	pH=4	0.05M 糖	酵母含量 0.4%	乾草 50g
反應時間(h)	乾草處理方法	酒精度(%，V/V)	酒精體積(ml)	
48	剪碎	2.8	1032	
48	攪碎	0.8	895	

反應時間(h)	乾草處理方法	酒精度(%，V/V)	酒精體積(ml)
48	攪碎	0.8	895
168	攪碎	2.6	1016



由以上數據，我們發現把乾草弄得使碎，並不能提高產量，但延長反應時間則對提高酒精的產量有一定幫助。

第四章 研究結論及建議

一、 研究結論

本次探究製作的生質酒精，實用性未夠高，但是我們可以看出，利用植物廢棄物，以家用的方式製作生質酒精是可行的。希望透過對發酵條件不斷的優化，未來可以實現在家中自製生質酒精。

二、 研究建議

在探究的過程中，我們發現除發酵條件外，如何令乾草中的澱粉有效溶出也是酒精產量的關鍵。而發酵完成後，乾草的殘渣量亦不少，翻查資料我們認識到這可能是乾草內的木質纖維，如何更有效地把木質纖維分解成為酒精來提高產量，這將是未來有待探討的問題。

三、 研究後感想

朱嘉琳：參加這個實驗後，我覺得從中可學習到團結合作精神。雖然有些實驗結果未能達到我們預期的要求，但我們沒有放棄，反而從中更改錯誤，繼續嘗試。除此之外，這是我們初次接觸化學藥品及儀器，我們能正確地使用、清楚他們作用真是收獲豐富。

霍靚雯：我覺得參加這個活動很有意義，因為我可以了解到更多科普知識，亦可以培養我們的團隊合作精神。我們在培養酵母菌的過程中，各有不同崗位，各有一個長處，可以互相幫助，也可以更了解自己的優點。

黃智恒：剛開始加入探究小組時，我覺得非常陌生，第一次親自設計實驗，我覺得非常害怕，但是得到老師和同學的支持，我最終還是能做好自己的崗位，並成功製出生質酒精，希望未來能參與更多探究活動。

尹曦妍：在這次活動中，我學會了很多有關科學的知識，同時我亦感受到組員為這個比賽而作出的努力。這個實驗能令我們減少用珍貴的食物來製造能源，雖然活動用了許多課餘時間，但我感到很快樂。

彭胤統：在這次活動中我們學到了很多有關生質能源的知識，我們每天都在嘗試找出令酵母菌生長得最好的方法，從中亦明白了製造生質能源的原理，希望這個實驗能為世界的替代能源事業作出貢獻。

馮頌然：參加這次活動令我明白到替代能源的生產過程非常複雜，使我更意識到節能的重要性，使我獲益良多。

附錄：文獻參考

1. 兔束保之(2011)。生質能源利用科學，揚智文化事業股份有限公司，69-90。
2. 維基百科(2013)。酵母，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B5%E6%AF%8D>
3. 節能減碳故事賞(2013)，開發生質酒精 稻桿鳳梨發都能變黃金，
<http://savearth.nctu.edu.tw/index.php/green-energy/208-2012-09-11-17-26-12.html>