

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

佳作

080206

糖水裡怎有會生氣的水晶寶寶？

學校名稱：嘉義市東區崇文國民小學

作者：	指導老師：
小六 蔡昀珊	李宗來
小六 余采臻	廖建溢
小六 呂政儒	
小六 吳翔琳	
小五 江其融	

關鍵詞：發酵、雪蓮子酵素、酵母菌

摘要：

雪蓮菌主要是顆粒狀結構的菌落，含蛋白質、酶與碳水化合物。上層菌起初產氣量比下層菌多，但下層菌恢復活性後會趕上上層產氣量，發酵液幾乎無產氣。

雪蓮菌在糖水中消耗糖份使糖水變酸，酸性達一定程度會趨緩。偏好氧環境，且能抑制黴菌。葡萄糖濃度 10%-25% 間，是發酵較理想濃度，天然、非精製糖發酵效果較好。偏弱酸環境發酵速率較快，高鹼的環境發酵差，1%(含)以內的鹽有助於發酵速率提升，但超過後鹽份高發酵速率低。25°C 是最適宜的發酵溫度。

雪蓮酵素在第三天的抗氧化力最高。發酵製成麵包彈性佳，但硬、韌度較低。

壹、研究動機：

有次到媽媽朋友的養生館，發現她用糖水泡一種像水晶寶寶的東西，會上下浮沉，還會冒泡!過濾出的糖水竟可以喝，試喝下，酸甜有酒味和氣泡感，阿姨說它是最近很夯養生飲品:雪蓮子酵素!「哇!好像武俠小說的天山雪蓮!奇怪!雪蓮子寶寶為什麼會上下跑呢?是有生命的東西嗎?黑糖水為何變酸甜有酒味?像汽水的氣泡又是什麼?氣泡是從糖水產生的還是從雪蓮子寶寶上產生的呢?」許多疑問阿姨也答不出，因此要了一些回來觀察。

※教材相關性：






1. 康軒版自然與生活科技 第一冊 第四單元 廚房裡的科學
2. 康軒版自然與生活科技 第五冊 第三單元 水溶液
3. 康軒版自然與生活科技 第六冊 第二單元 燃燒與生鏽

貳、研究目的：

- 一、觀察了解雪蓮子寶寶是什麼。
- 二、從資料中找出雪蓮子寶寶是什麼。
- 三、找出不同環境因素對雪蓮子寶寶的影響。
- 四、找出雪蓮子寶寶的其他用途。

參、研究設備與器材：

		
研究器材—玻璃容器(規格由左而右：直徑x高分別為 4.8x11、5.8x9.6、6x17.6、9.6x21.9、10.8x26.8 cm)	pH 筆與糖度計	500ml 塑膠容器(排水集氣用)

		
研鉢組	250ml 抽濾瓶	抗氧化力滴定器材組
		
自製脫水機	磅秤及彈簧秤	其他相關設備


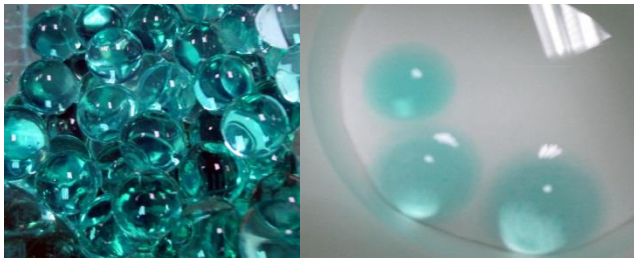
肆、研究方法、結果與討論：

【研究一】觀察與檢驗雪蓮子寶寶

一、外觀觀察：

(一)方法：1.用肉眼觀察。 2.用鑷子夾夾看。 3.聞聞看味道。

(二)結果：

雪蓮子寶寶	水晶寶寶
	
雪蓮子寶寶的外觀較不規則，泡在水裡短時間內沒有明顯改變，顏色是有點透明琥珀色。	水晶寶寶則是圓形的，吸水之後開始膨脹，顏色是鮮豔的紅綠藍等感覺人工染的顏色。
雪蓮子寶寶用鑷子夾的感覺 QQ 脆脆的，介於果凍和木耳之間，但比較像木耳是不規則形的，用力一點會破裂	水晶寶寶的彈性較好，用力夾則會滑掉，吸愈多水後彈性愈來愈差，用力夾就裂成兩半。
洗淨的雪蓮子有點淡淡的甜香味與酒酸味	水晶寶寶則沒有明顯味道。
雪蓮子寶寶用糖水養會慢慢增多，新增加的雪蓮子寶寶質地和原來的差不多。	水晶寶寶用清水養就會變大增多，但是質地會愈來愈脆弱。
養雪蓮子寶寶的糖水上會有氣泡產生	養水晶寶寶的清水沒有氣泡

(三)討論與疑問：

1.水晶寶寶是化學合成的，雪蓮寶寶則是天然的而且變多方式較像生物繁殖模式，應是完全不同的。

2. 雪蓮酵素既然用糖水培養，又會繁殖變多，成分是什麼呢？

3. 以學校、家裡可取得材料測試雪蓮子酵素、木耳以及蛋白。



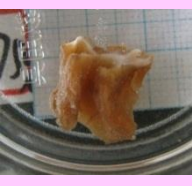
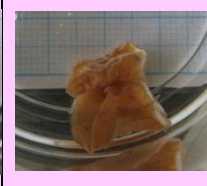








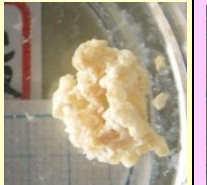




二、性質觀察：


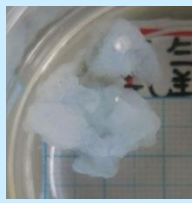
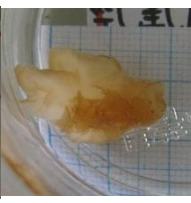




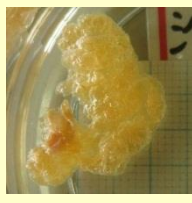


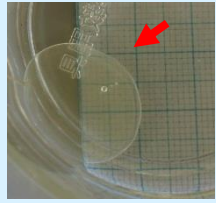
※一、比較雪蓮子酵素和木耳以及蛋白的性質。

(一) 方法：

分別以各 100 毫升的酒精(75%)、雙氧水、醋酸、氫氧化鈉溶液、沙拉油，浸泡雪蓮子、木耳和蛋白，觀察紀錄。

(二)結果：

	雪蓮子寶寶		木耳		蛋白	
	第一天	第二天	第一天	第二天	第一天	第二天
酒精						
	第一天表面稍微變白一些好像有點變乾，第二天則大部分都變白了，嘗試用鑷子夾夾看，硬硬的有點像塑膠，體積感覺變小了一點。		表面有點變白一點，第二天還是差不多，但是感覺往內皺起來變小一些。		蛋白一碰到酒精就凝固了，第二天凝固更明顯，像是煮熟的樣子。	
雙氧水						
	第一天剛放下去就開始冒出小小的氣泡，第二天容器邊緣佈滿許多氣泡，雪蓮子寶寶褪色變透明，感覺比原來小一點點		放下去就冒出小小的氣泡，第二天也佈滿許多氣泡，木耳的形狀有小小的改變，感覺也變小一點點。		一放下去就冒出許多大小都有的氣泡，第二天剩下白色像渣的東西，還看的出氣泡的痕跡。	
醋酸						
	第一天表面開始變白，第二天整顆都白了，用鑷子夾起來硬硬脆脆像變質的塑膠，會剝落小碎塊，體積也感覺縮小了一點點。		第一天表面稍微泛白，第二天還是差不多。		一放下去就變白凝固，還有一點氣泡變成像氣球一樣膠膜狀的凝固物。	

氫氧化鈉	第一天	第二天	第一天	第二天	第一天	第二天
						
	顏色慢慢褪去，到了第二天幾乎已經透明了，體積明顯膨大，顆粒也稍微分離。		顏色褪去一點點，第二天體積也有膨大。		剛滴下去馬上沉到底部，有點變成透明凝膠狀，隔天消失不見了。	
沙拉油	第一天	第三天	第一天	第二天	第一天第二天	
						
	前兩天都一樣，沉到油底下，但在三天後顆粒稍為分開一些些。		兩天都一樣，沉到油底下		兩天都一樣，沉到油底下	

(三)討論：

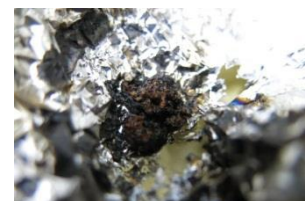
1. 遇到酒精會凝固變硬的物質含量應該是：蛋白>雪蓮子酵素>木耳。
2. 三者應該都含催化雙氧水反應的物質。
3. 遇到醋酸會凝固變硬的物質含量應該也是：蛋白>雪蓮子酵素>木耳。
4. 雪蓮寶寶和木耳褪色膨發，雪蓮寶寶有點分離，推測可能所含與蛋白類似物質反應掉了。
5. 推測 (1) 蛋白質遇到酸、鹼與酒精會變性，雪蓮寶寶也類似，應含蛋白質。
(2) 酶能當雙氧水反應的催化劑，雪蓮子寶寶應含酶。
(3) 葉脈書籤、手抄紙利用氫氧化鈉溶液來膨軟纖維，我們想測試雪蓮子寶寶是否有碳水化合物，「乾餾法」是較簡方法。

※觀察研究二：雪蓮子寶寶中是否含碳呢？

(一) 方法：洗淨瀝乾雪蓮子寶寶包在鋁箔紙中隔絕空氣，置於三腳架以酒精燈加熱。

(二) 結果與討論：

1. 雪蓮子寶寶焦黑碳化。
2. 過程中有些白煙。
3. 未完全碳化前會先固結成團。
4. 碳化且冷卻後以鑷子夾，硬硬的像木炭。





從上可知，雪蓮子顆粒除含有蛋白質和酶外，應該還有碳水化合物。

三、培養觀察：依照阿姨告訴我們雪蓮子酵素的培養方法培養並觀察變化。

(一)方法：以（單位：碗）1:1:4 比例將黑糖、雪蓮子和開水放入消毒過玻璃瓶，紙巾加蓋培養。

(二)結果：

培養中的雪蓮子寶寶	上層的雪蓮子寶寶
	
<p>1.培養中的雪蓮子寶寶有些在糖水上層，有些在下層，有些會浮上來，有些沉下去。</p> <p>2.第二天後明顯可見液體表面有許多氣泡，上層的顆粒有些裡面有氣泡，有些旁邊有氣泡，下層的雪蓮顆粒較小，氣泡也較少。</p>	<p>1.上層的雪蓮子寶寶顆粒裡面與周圍都有氣泡。</p> <p>2.有些雪蓮寶寶氣泡逸散後又會沉到底下。</p>

(三)疑問與討論：

疑問 1.氣泡感是因雪蓮寶寶會「生氣」？或糖水中會產氣東西？

觀察:氣泡在雪蓮寶寶附近較多，因此以雪蓮顆粒與發酵過的糖水重新培養驗證。

疑問 2.雪蓮寶寶若會產氣，上下層產氣效率是否相同？

往上浮的雪蓮寶寶似乎內有氣泡，上面的有時也會沉落，若因產氣使他漂浮，上層是否產氣效率較高？

疑問 3.氣泡為何？

是否和酵母菌類似產出二氧化碳?以澄清石灰水檢測。

疑問 4.喝起來酸酸的，沒原來甜，發酵過程是否糖度減酸度增？

疑問 5.為何用透氣物封口而非蓋子呢？

假設：

1.雪蓮寶寶會產氣，密封可能瓶內壓力大，若此只要留縫或定期打開就行啊？

2.雪蓮寶寶在作用時可能不是厭氧反應，需要空氣中的氧參與。

四、驗證：


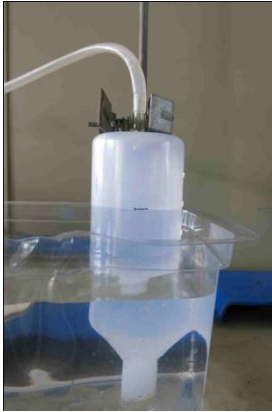
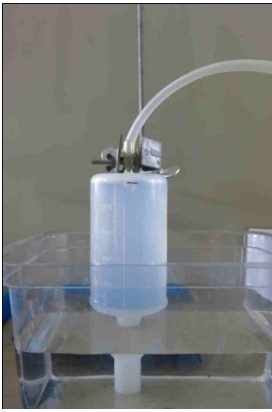
實驗一：上下層不同的雪蓮寶寶及發酵液的產氣量會不同嗎？

(一)變因：

操縱變因：(1) 上層雪蓮寶寶 (2) 下層雪蓮寶寶 (3) 已發酵的舊糖水
應變變因：產氣量、糖度、pH 值
不變變因：上下層雪蓮寶寶與酵素水體積(2tsp：teaspoon)，水量(8tsp Ro 冷開水)、黑糖量(2tsp)，置於教室內室溫下。(teaspoon：代表茶匙)

(二)步驟：

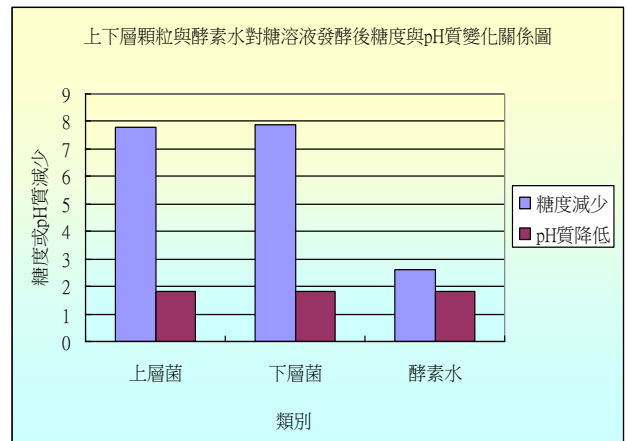
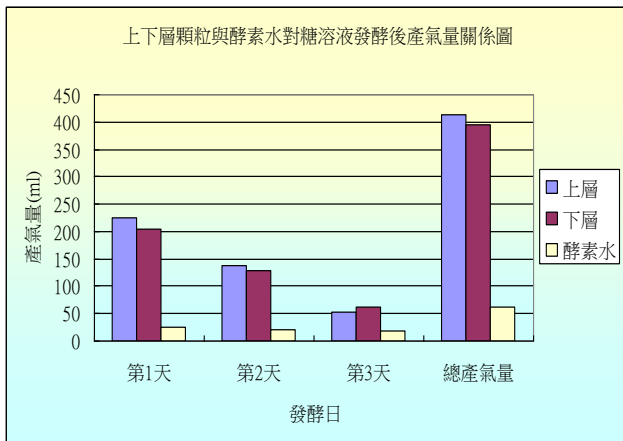
1. 塑膠量筒浸水後固定。
2. 抽濾瓶置入待測物加塞、接管，連到塑膠量筒底部管口。
3. 分別將 2tsp 的上下層雪蓮寶寶及發酵液，重新用 2tsp 的黑糖加 8tsp Ro 開水培養，以排水集氣法收集產出氣體量、糖度與 pH 值變化比較，重複 3 次。

		
實驗組合圖示	第一天上層與下層產氣量相當	酵素液三天產氣量相當少

(三)結果：

分類	發酵開始		發酵結束		發酵 3 日結果	
	糖度	ph 值	糖度	ph 值	糖度減少	ph 值變化
上層	19	5.8	11.2	4.0	7.8	1.8
下層	19	5.8	11.1	4.0	7.9	1.8
酵素水	19	5.8	16.4	4.0	2.6	1.8

類別	發酵一天後	發酵二天後	發酵 3 天後	總產氣量(ml)
	產氣量(ml)	產氣量(ml)	產氣量(ml)	
上層	224	137	52	413
下層	204	129	62	395
酵素水	25	20	18	63



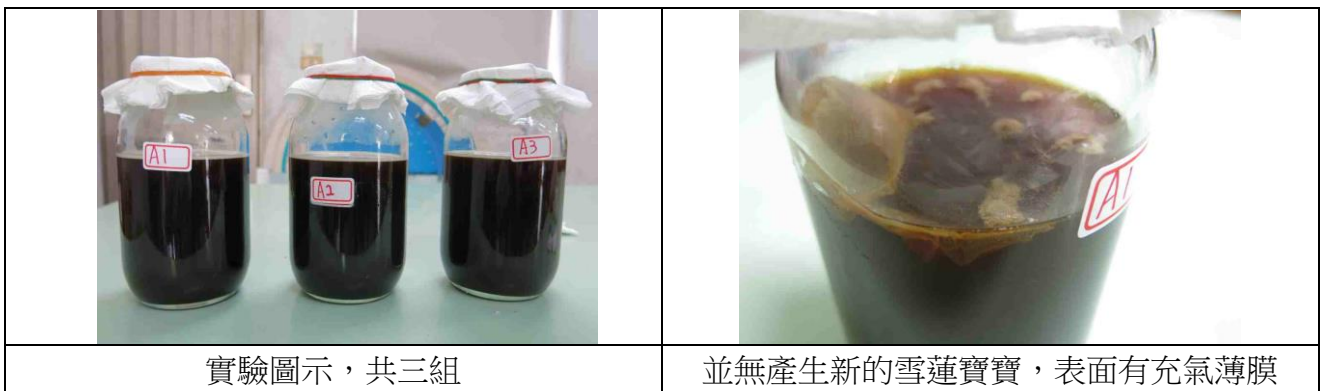
(四)討論：

- 1.上下層雪蓮寶寶發酵後，糖度與 pH 值變化無明顯差異。酵素水的糖度與 pH 變化明顯比上下層雪蓮寶寶少，可能含較少會消耗糖水並使之變酸的物質。
- 2.產氣量：發酵一天的上下層雪蓮寶寶產氣量都最多，之後逐漸減少；三天總產氣量上下層雪蓮寶寶則無明顯的差異。酵素水中耗糖並產氣的物質最少。
- 3.酵素水內仍含少量的耗糖與產氣物質，這些物質會不會產生雪蓮寶寶？

實驗二：酵素水是否會再生成雪蓮寶寶呢？

(一)方法:

- 1.酵素水：黑糖：RO 水=1：1：4 比例置入玻璃瓶內共 3 組。
- 2.發酵七天觀察是否有雪蓮寶寶產生，紀錄糖度與 pH 值變化。

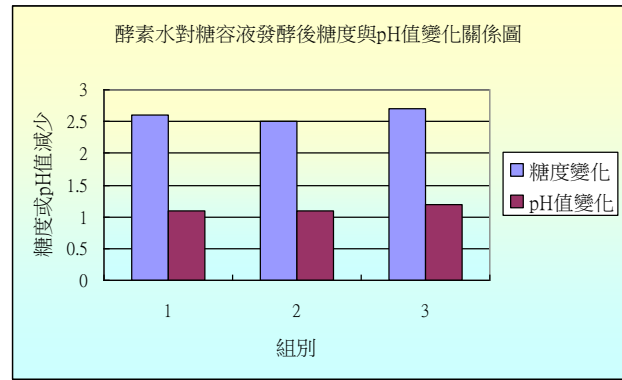


(二)結果：

- 1.都沒發現新的雪蓮寶寶。
- 2.糖度與 pH 值變化：

組別	實驗開始(實驗結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
1	13	4.5	10.4	3.4	2.6	1.1
2	13.6	4.5	11	3.4	2.5	1.1
3	12.6	4.5	9.9	3.3	2.7	1.2

(三)討論：酵素水雖仍具有發酵糖與使糖溶液變酸物質，但無法再生成雪蓮寶寶。

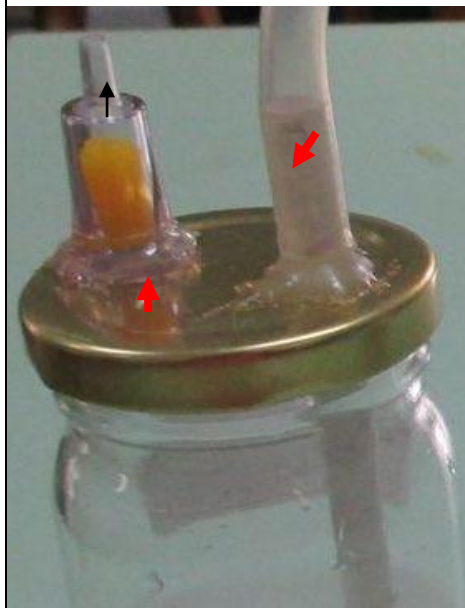


實驗三：以澄清石灰水檢測雪蓮寶寶所產出氣體是否為二氧化碳。

器材設計：

澄清石灰水檢測瓶：

將玻璃瓶蓋鑽出 2 孔，1 孔接上止逆閥使空氣無法進入而多餘氣體可逸出，另 1 孔接管至瓶底，使待測氣體可以通過澄清石灰水。



(一)方法：將抽濾瓶加入培養物後連到裝澄清石灰水的檢測瓶，靜置觀察。

(二)結果：氣體通入澄清石灰水後變濁，瓶底出現碳酸鈣沉澱物。



(三)討論：雪蓮寶寶製造氣體中含 CO_2 ，也許可做麵包!

實驗四：雪蓮寶寶放在糖水中培養，是否會降低糖水的糖度與酸鹼值呢？

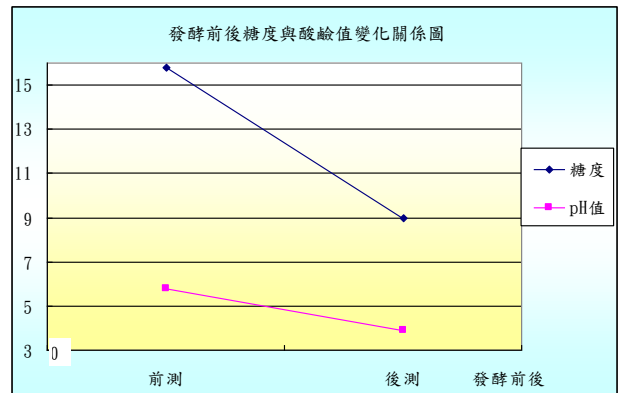
(一)方法：將等量上、下層雪蓮寶寶與發酵液，重新以相同濃度糖水培養 5 天，測量培養後糖度與 pH 值，重複 3 次。

(二)結果：

1. 發酵前後糖度下降明顯。
2. pH 值約從 6 降到 4，變化較小。

(三)討論：

1. 糖水作用後糖度降，糖應是發酵作用反應物，未來可用糖度變化觀察發酵速度。
2. 酸鹼值也會降，可作輔助資訊。



實驗五：雪蓮寶寶與糖水作用時需氧嗎？

五之一：加蓋、不加蓋、紙巾封口的雪蓮寶寶體積、糖度及 pH 值是否有差異？

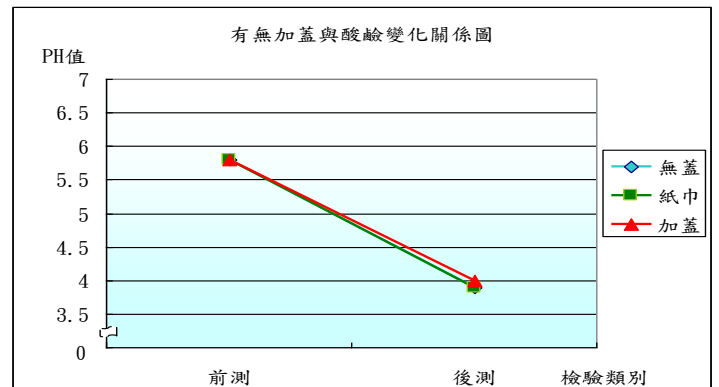
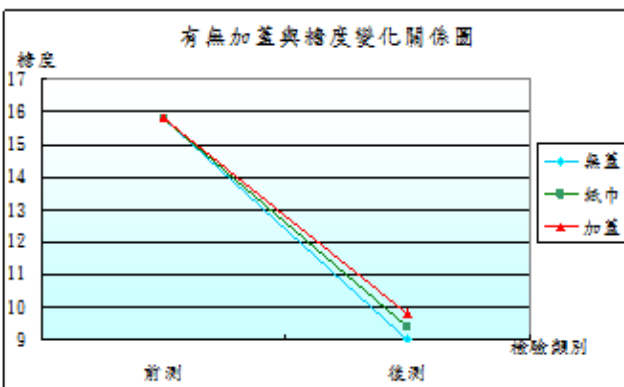
變因	操縱變因：(1) 加蓋 (2) 不加蓋 (3) 紙巾封口
	應變變因：體積、糖度與 pH 變化
	不變變因：同大小的培養瓶、同缸同量的雪蓮寶寶、同濃度的糖水

(一)方法：等量雪蓮寶寶分為 加蓋、紙巾封口、不加蓋不封口三組，重新培養 5 天後測量，重複 3 次。

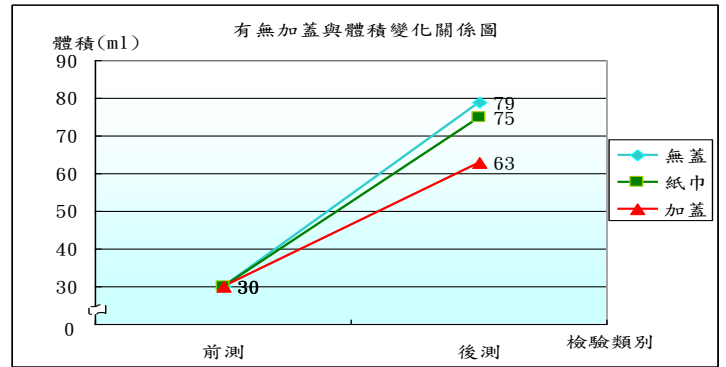


(二)結果：

項目	糖		pH		體積	
	前測	後測	前測	後測	前測	後測
無蓋	15.8	9	5.8	3.9	30	79
紙巾	15.8	9.4	5.8	3.9	30	75
加蓋	15.8	9.8	5.8	4	30	63



- 1.糖度下降：無蓋 > 蓋紙巾 > 加蓋。
2. 酸鹼值下降速度：
無蓋、蓋紙巾略大於加蓋，但都降到 pH4 左右，差異不明顯。



- 3.體積增加速度：無蓋 > 蓋紙巾 > 加蓋。

(三)討論：

- 1.糖度下降與體積增加：無蓋 > 蓋紙巾 > 加蓋,應該加蓋效果最差。
 - 2.無蓋效果較好，但若無透氣物覆蓋，可能有灰塵或蚊蠅的困擾。
- 疑問: 未加蓋組經 5 天沒發霉，是否雪蓮寶寶能抑制黴菌呢?

實驗五之二：雪蓮寶寶是否能夠抑制黴菌生長呢？

(一)變因

操縱變因：糖水中有無添加雪蓮寶寶，分為實驗組：添加 2tsp 雪蓮子酵素、對照組：不添加雪蓮子酵素。

應變變因：有無發霉、第幾天發霉。


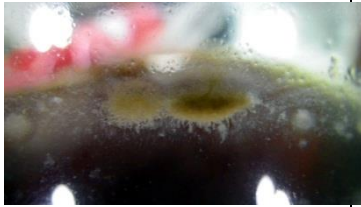

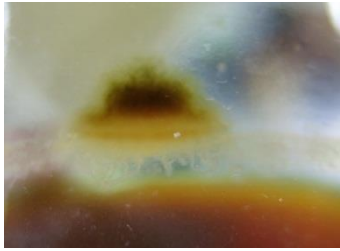
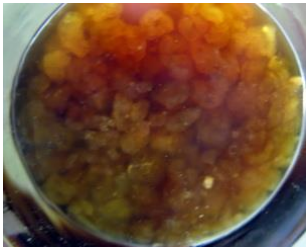


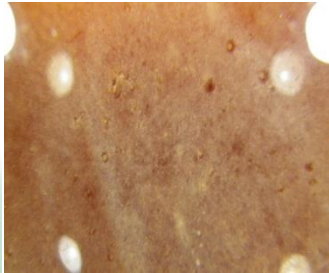
不變變因：雪蓮子菌量(2tsp)、溫度(室溫)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

(二)步驟

消毒過培養瓶，各加 2tsp 黑糖、8tsp RO 冷開水,一瓶加 2tsp 雪蓮寶寶，另一瓶不加；都以紙巾封口置同處每日觀察紀錄。

(三)結果：

	添加雪蓮寶寶		無添加雪蓮寶寶	
	觀察紀錄	照片	照片	觀察紀錄
第 1 天 12/18	稍微有酸酸甜甜的味道，有很少量的氣泡。			有甜甜的味道，沒有泡泡
第 3 天 12/20	有氣泡發生，稍微有一點酒味			液體表面有油膜，開始有霉菌，約 0.8*0.5 cm。

第 8 天 12/25	氣泡增多，有酒味，液體顏色變淡一些。			霉菌愈來愈大也愈來愈多，糖水中的雜質與油膜也更多。
第 10 天 12/27	酸味變重，仍有氣泡，液體裡開始有一些棉絮狀的小碎屑(或雜質)。			黴菌變很多，糖水變酸變臭變渾濁，雜質很多。
第 14 天 12/31	仍有氣泡，酸味很重，糖水裡棉絮狀雜質增多。			長滿黴菌，有很多棉絮狀的物質，很臭!
第 16 天 1/6	雪蓮寶寶全都下沉了，有酸味及看起來黏黏的碎屑，沒有氣泡了，表面有浮一些碎屑或油膜狀東西			長滿黴菌，有很多棉絮狀的物質，很臭!
註	※因外側觀查無明顯變化，因此從上方拍照完後馬上封回紙巾。(全部下沉後中止實驗)		※因明顯發現黴菌，因此我們不打開紙巾而從玻璃瓶側面拍照。	

(四) 討論：

實驗組無黴菌出現，二週後才出現懸浮物，對照組第三天就出現霉菌第二週長滿糖水表面，雜質很多並渾濁，雪蓮寶寶對黴菌應有抑制作用。

實驗五之三：加入不同量的氧氣後糖水在雪蓮寶寶發酵後糖度與酸鹼值是否有差異？

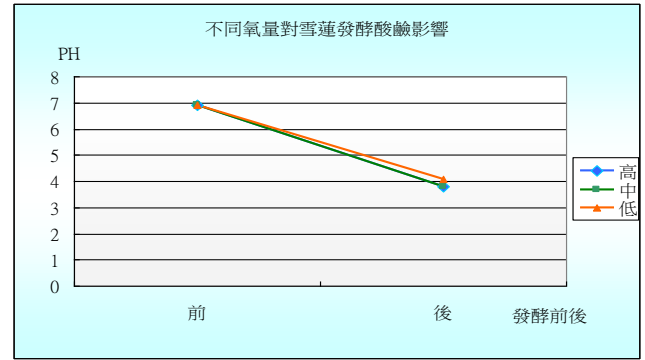
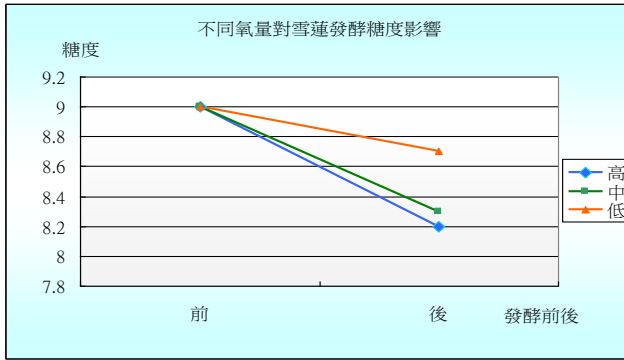
操縱變因：(1) 20cc (2) 10cc (3) 無

控制變因：同大小的培養瓶、同缸同量的雪蓮寶寶、同濃度的糖水

(一)方法：

- 1.分 A、B、C 三組，每組加 2tsp 雪蓮寶寶，接管連到裝有二氧化錳 1g 之抽濾瓶。
- 2.每日上下午同時加雙氧水各一次：A:20cc、B:10cc、C:不加。
- 3.五日後測糖度、PH 值並紀錄，重複 3 次平均。

(二)結果：



- 1.糖度下降：高氧組 > 中氧組 > 低氧組。
2. 酸鹼值：各組都降到 pH4 左右差異不明顯。

(三)討論：雪蓮寶寶可能有好氧的傾向。

【研究二】資料中找出雪蓮子寶寶是什麼。

一、雪蓮子酵素研究蒐尋

發現白凱文撰寫，興大陳建華教授指導報告「西藏雪蓮抑菌作用及細胞毒性之研究」，指出能抑菌及毒殺肝癌細胞與抑菌。

網路多是相似轉載文，與養生館阿姨所提類似，也有提到可用鮮乳培養酸奶，又稱西藏靈菇奶。

二、百科搜尋：

大陸在雪蓮或稱藏靈菇方面的研究較多，多半朝**提高免疫力、抗癌、腫瘤抑制**方向研究！

三、資料歸納：

內容摘要	資料來源	我們的觀察
化學成分含有氨基酸、蛋白質、多醣等	<u>吳莉莉</u> 等 2011，西藏靈菇酸奶保健作用的研究	1.研究一的觀察實驗中推測出雪蓮子顆粒上可能有蛋白質、酶還有碳水化合物，與資料一「含有氨基酸、蛋白質、多醣等化學成分」大部分吻合。
優勢菌為乳酸乳菌、克菲爾乳桿菌、乾酪乳桿菌和克魯維酵母，單孢酵母、啤酒酵母、假絲酵母發酵後期成為優勢菌，能抑制雜菌孳生。	<u>劉宇峰</u> 等 2005，西藏靈菇菌的菌相菌學的研究	2.原來「雪蓮寶寶」顆粒是自然的微生物固定化現象產生的菌膠團，是由假絲酵母菌產生的假菌絲體組成，含有多醣體，也有文獻指出屬於克菲爾菌的旁支，因此應該稱為雪蓮「菌」較真確，半透明狀的顆粒幾乎可以視為「菌落星球」！
西藏靈菇菌體是由酵母菌、乳酸桿菌、乳酸球菌、醋酸菌等共同構成的共生菌系，是一種自然的微生物固定化現象產生的菌膠團。西藏靈菇菌的菌懸液在顯微鏡下可觀察到數目眾多的不規則絲狀物，經形態學特徵和培養性鑑定，該絲狀物是由假絲酵母菌產生	<u>謝洪霞</u> 等 2009，酸奶自然發酵劑"西藏靈菇"菌體微觀絲狀物的培養與鑑定	3.我們在驗證實驗五之三中發現雪蓮子「菌」可以抑制黴菌，並且在不更換糖水情

的假菌絲,且可分離培養。		況下到第 14 天可能還有活性。
雪蓮菌發酵乳對人胃癌細胞的增殖具有抑制作用	高洁 2013,雪蓮菌菌相分析及抗癌活性研究	4.雪蓮菌的相關研究多有朝抗腫瘤等方向進行的趨勢,是值得深入研究的對象,因此我們接下來想針對不同環境因素對雪蓮子酵素的影響以及找出雪蓮子酵素的其它用途研究,希望藉由他本身對人體的益處,找出更詳細關於如何培養的資訊與更多應用的面向。
本實驗報告採用已注射腫瘤株的昆明雄性小鼠為實驗對象,用本實驗室製備的靈菇乳進行灌胃試驗,已對靈菇乳的抗腫瘤作用進行科學驗證.同時又對其進行了提高免疫力的實驗.結果證明靈菇乳能明顯提高免疫力,抗腫瘤作用顯著	劉宇峰等 2005,西藏靈菇乳對腫瘤的抑制作用	

【研究三】不同環境因素對雪蓮子酵素影響







三-1 不同葡萄糖濃度發酵速率的比較

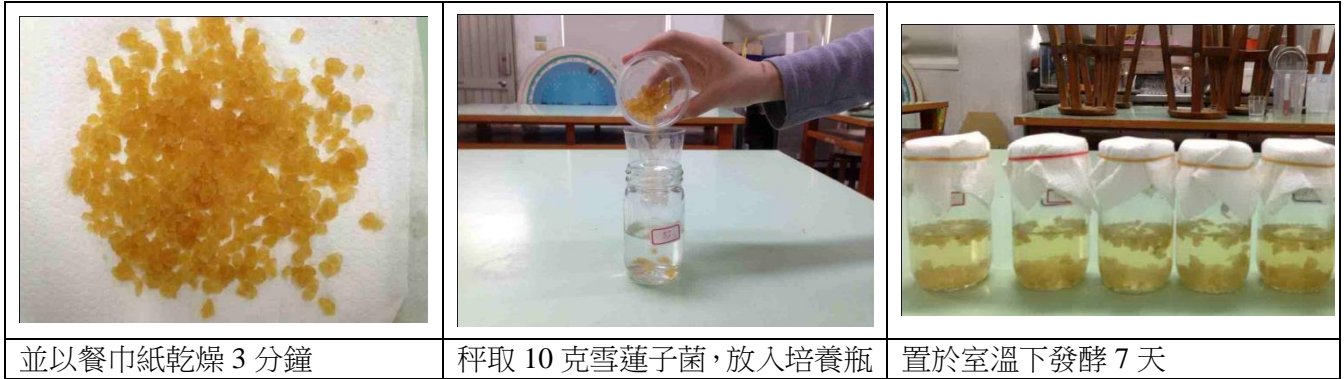
(一)變因

操縱變因：不同重量百分濃度的葡萄糖溶液，濃度分別為 5%、10%、15%、20%、25%。
應變變因：糖度與 pH 值的變化
不變變因：雪蓮子菌重量(10g)、溫度(室溫)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

(二)步驟

- 1.不同濃度的葡萄糖溶液 100g，分別為 5%、10%、15%、20%、25%。
2. 秤取雪蓮子菌脫水乾燥後以 10g 放入不同濃度葡萄糖溶液，發酵 7 天，重複三次平均。

		
將會接觸雪蓮子菌的器具以沸水殺菌處理	選取上層菌	以學校的 RO 水清洗第一次
		
再倒入方型玻璃容器內清洗第二次	將三匙雪蓮子菌放入網袋後再放入自製脫水機脫水 5 分鐘	調配葡萄糖溶液



並以餐巾紙乾燥 3 分鐘

秤取 10 克雪蓮子菌，放入培養瓶

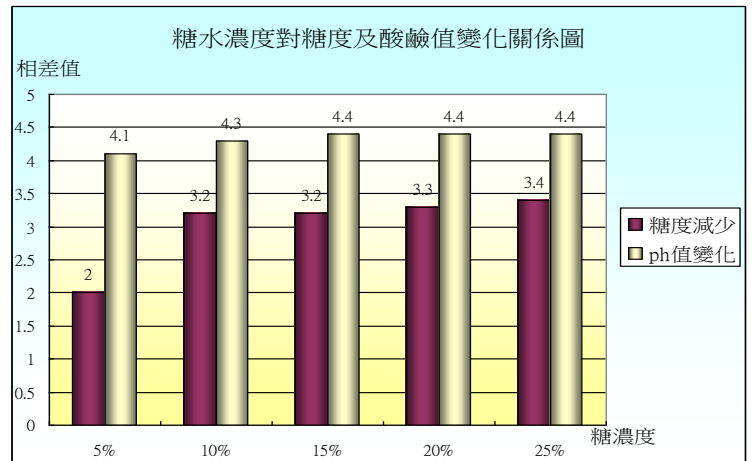
置於室溫下發酵 7 天

(三)結果：

濃度	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
5%	5	7.1	3.0	3.0	2.0	4.1
10%	9.8	7.0	6.6	2.7	3.2	4.3
15%	15	7.1	11.8	2.7	3.2	4.4
20%	19.4	7.1	16.1	2.7	3.3	4.4
25%	24.6	7.2	21.2	2.8	3.4	4.4

- 1.糖度差:25% > 20% > 15% = 10% > 5%。
- 2.酸鹼值都降到 pH2.4 附近,僅 5%組降到 pH3。

(四)討論：在糖度 5%時發酵速率較差，糖度 10%至 25%間相當接近，葡萄糖 10%至 25%應可做理想濃度。



三-2 不同糖質發酵速率比較

(一)變因

操縱變因：不同糖質，分別為黑糖、冰糖、方糖、果糖、砂糖、葡萄糖、蜂蜜、口哨糖

應變變因：糖度與 pH 值的變化

不變變因：糖質重量百分濃度(10%)、雪蓮子菌重量(10g)、溫度(室溫)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

(二)步驟

- 1.濃度 10%黑糖、冰糖、方糖、果糖、砂糖、葡萄糖、蜂蜜、口哨糖水溶液 100g，各加上層菌 10g。
- 2.發酵 7 天，測糖度與 pH 值變化，重複三次。



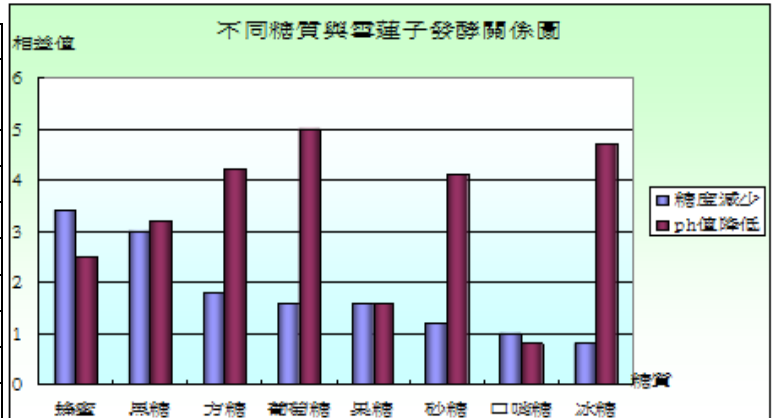
部份糖質先進行研磨以利溶解(如口哨糖、冰糖等)



置於室溫下發酵 7 天

(三)結果：

糖質	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
黑糖	8.2	6.8	5.2	3.6	3	3.2
冰糖	10	7.6	9.2	2.9	0.8	4.7
方糖	11.2	7.1	9.4	2.9	1.8	4.2
果糖	8.4	4.6	6.8	3	1.6	1.6
砂糖	10.6	7.2	9.4	3.1	1.2	4.1
葡萄糖	9.8	7.8	8.2	2.8	1.6	5
蜂蜜	9	5.2	5.6	2.7	3.4	2.5
口哨糖	9	4	8	3.2	1	0.8



(四)討論：

1. 天然的蜂蜜和黑糖發酵速率較快，加工過的冰糖與口哨糖較慢；天然非精製糖發酵效果可能較好。
2. 酸鹼不同是否會影響發酵速率？

三-3 不同酸性發酵速率的比較

(一)變因

操縱變因：不同 pH 值，分別為 pH=7.0、pH=5.5、pH=3.5。

應變變因：糖度與 pH 值的變化

不變變因：糖質重量百分濃度(10%)、雪蓮子菌重量(10g)、溫度(室溫)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

(二)步驟

1. 以醋酸溶液調 pH 值 7.0、5.5、3.5 的葡萄糖水溶液 100g，各加上層雪蓮子菌 10g。
2. 發酵 7 天測糖度與 pH 值重複三次。



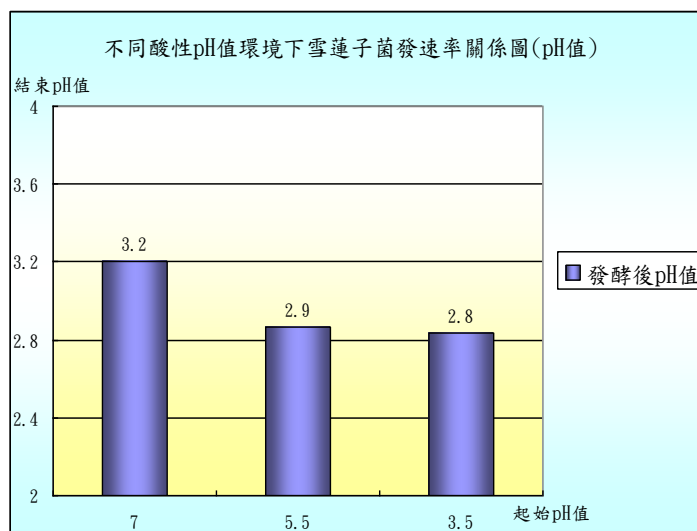
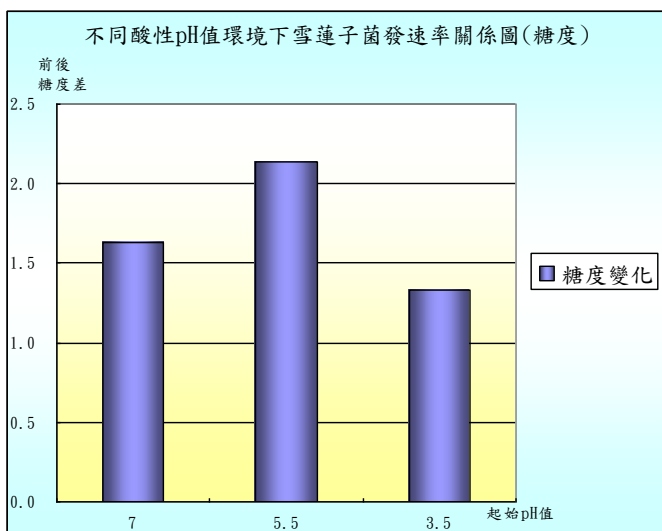
以醋酸滴定出不同的酸性葡萄糖溶液



置於室溫下發酵七天

(三)結果：如下表與圖

pH 值	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
7.0	8.9	7.0	7.3	3.2	1.6	3.8
5.5	9.1	5.5	7.0	2.9	2.1	2.6
3.5	8.3	3.5	7.0	2.8	1.3	0.7



1. 糖度差異: pH 5.5 組 > pH 7 組 > pH 3.5 組。
2. pH 值均降至 pH3 附近。

(四)討論：偏弱酸(pH 5.5)發酵較快，酸性太強(pH 值=3.5 以下)可能對發酵較不利。

三-4 不同鹼性 pH 值環境發酵速率

(一)變因

操縱變因：不同 pH 值，分別為 pH=7.1、pH=9.2、pH=11.0。

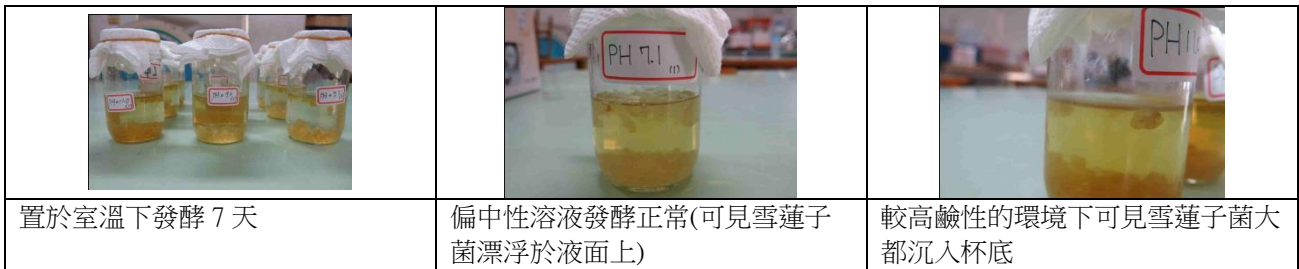
應變變因：糖度與 pH 值的變化

不變變因：糖質重量百分濃度(10%)、雪蓮子菌重量(10g)、溫度(室溫)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

(二)步驟

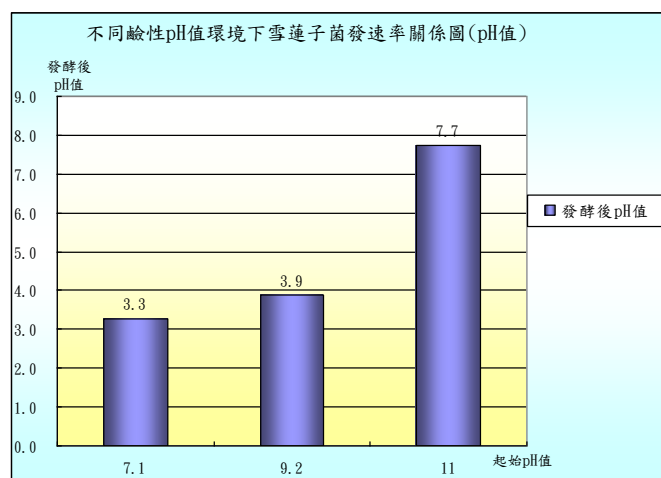
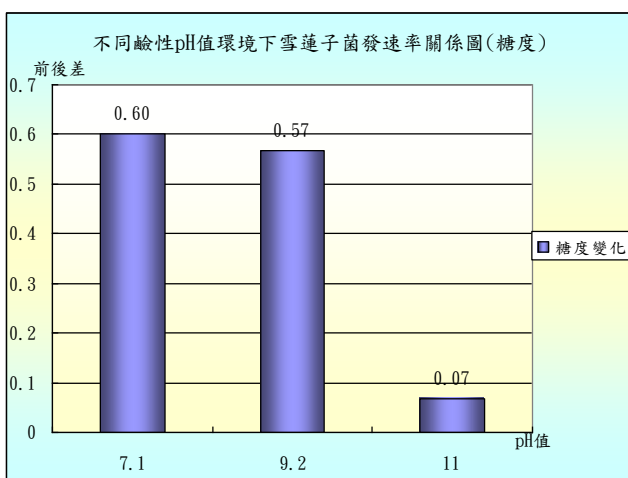
1.以氫氧化鈉水溶液調 pH7.1、9.2、11.0 葡萄糖水溶液 100g，各加上層菌 10g。

2.發酵 7 天測糖度與 pH 值重複三次。



(三)結果：

pH 值	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
7.1	9.5	7.1	8.9	3.3	0.6	3.8
9.2	9.5	9.2	8.9	3.9	0.6	5.5
11.0	9.5	11.0	9.4	7.7	0.1	3.3



1.糖度差:pH 7.1 組 > pH9.2 組 > pH11 組。

2.發酵後 pH 值變化：起始 pH 接近中性的 pH 值 7.1 組與弱鹼的 pH 值 9.2 組降到 pH3-4 附近，強鹼的 pH 值 11 組降到 pH7.7。

(四)討論：

1.弱鹼發酵速率與偏中性溶液接近。

2.較高鹼性溶液中耗糖最少，發酵速率最低。鹼性提高一定程度可能會抑制雪蓮子菌發酵。

3.高鹼性溶液雖耗糖量低，pH 值仍降低，觀察到氣泡量也很少，可能雖然發酵速率差但仍有少許酸性物質釋出。

三-5 不同鹽量對雪蓮子菌發速率影響

(一)變因

操縱變因：加入不同鹽量，分別為 0、0.5、1.0、2.0、4.0g。

應變變因：糖度與 pH 值的變化

不變變因：糖質重量百分濃度(25%)、雪蓮子菌重量(10g)、溫度(室溫)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)、放置位置(教室)。

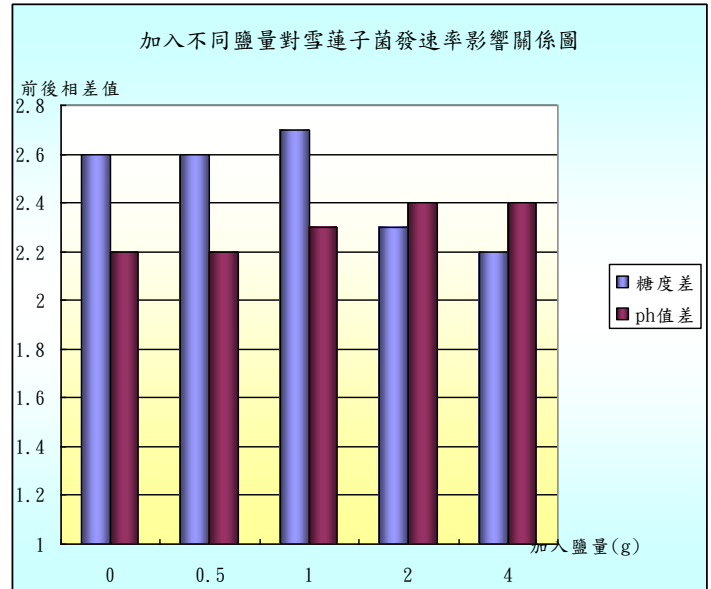
(二)步驟

1.分別在濃度 25%的葡萄糖水溶液 100g 中各加入不同的鹽量 (0、0.5、1.0、2.0、4.0g)，並各加入上層雪蓮子菌 10g。

2.發酵 7 天後測量糖度與 pH 值，重複三次平均。

(三)結果：將糖度與 pH 值變化結果紀錄如下：

鹽量 (g)	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
0	25	6.2	22.4	4	2.6	2.2
0.5	26	6.1	23.4	3.9	2.6	2.2
1.0	26.2	6.4	23.5	3.9	2.7	2.3
2.0	27.2	6.3	24.9	3.9	2.3	2.4
4.0	28.4	6.4	26.2	4.0	2.2	2.4



1.前後糖度差異以加鹽 1g 組 > 不加鹽組 = 加鹽 0.5g 組 > 加鹽 2g 組 > 加鹽 4g 組。

2.發酵後 pH 值變化：每一組都降到 pH3.9-pH4 附近。

(四)討論：

1.原來加入鹽量會影響到溶液在糖度計上的折射率而造成了測量上的誤差，且鹽量越大影響越大，因此我們修正實驗，改測量加入鹽量後的糖度做為實驗的糖度起始值，並也對所有以另外添加方式的實驗都重新驗證。

2.鹽量從 0、0.5 到 1.0g 時糖度的變化是最快的，而當鹽量繼續增加，糖度變化則慢慢減少。適量的鹽量(濃度約 0.5-1.0)應可增加雪蓮子菌發酵速率，而在較多或較濃的鹽量與比例時可能因滲透壓或其他因素而使得發酵速率降低。

3.由上，如果雪蓮子菌對鹽有一定程度耐受性的話，也許未來以雪蓮菌應用到可以用酵母菌、乳酸菌、醋酸菌發酵的含鹽的食物加工時，可作調整鹽分含量參考。

實驗三-6 不同溫度下雪蓮子菌發酵速率的比較

(一)變因

操縱變因：在不同溫度下進行發酵，溫度分別為低溫(置於冰箱內)、室溫、25°C、30°C。

應變變因：糖度與 pH 值的變化

不變變因：糖質重量百分濃度(25%)、雪蓮子菌重量(10g)、發酵天數(7 天)、密封方式(餐巾紙)。

(二)步驟

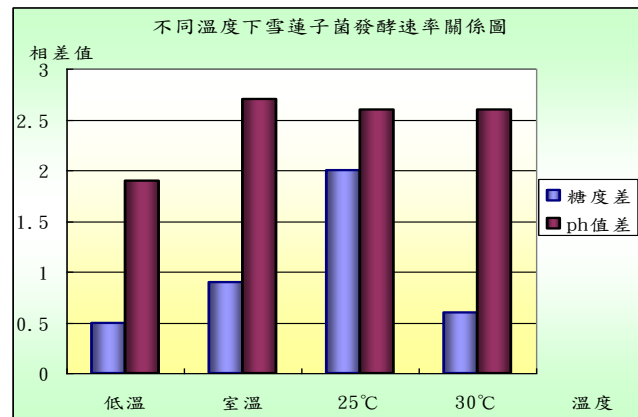
1.分別在 4 杯濃度 25%的葡萄糖水溶液 100g 中各加入上層雪蓮子菌 10g。低溫處理為將溶液放置於冰箱內，室溫則放置於教室內，25°C 與 30°C 則利用控溫器與加熱棒以水浴法加熱至設定溫度。

2.發酵 7 天後測量糖度與 pH 值，重複三次平均。



(三)結果：將糖度與 pH 值變化結果紀錄如下：

溫度(°C)	發酵開始		發酵結束		發酵 7 日結果	
	糖度	pH 值	糖度	pH 值	糖度減少	pH 值變化
低溫(10°C)	24.4	6.4	23.9	4.5	0.5	1.9
室溫(20°C)	24.4	6.4	23.5	3.7	0.9	2.7
25°C	24.4	6.4	22.4	3.8	2.0	2.6
30°C	24.4	6.4	23.8	3.8	0.6	2.6



1.以消耗糖量來看發酵速度 25°C > 室溫 > 30°C > 低溫。

2 pH 值差異不大。

(四)討論：

1. 25°C 是雪蓮子菌發酵速率最快的溫度。

2.低溫可能因整個雪蓮子菌相活性降低，導致了不僅在糖度上的發酵速率降低，在 pH 值上也改變不多。

3. 30°C 耗糖量變差，但酸度仍降到 pH3.8，我們推測可能發酵作用變緩，但其他產生酸的作用（如醋酸、乳酸）仍持續進行。

【研究四】找出雪蓮子酵素的其他用途

四-1 雪蓮子酵素水的抗氧化能力測定

(一)變因

操縱變因：發酵不同天數的酵素水溶液。

應變變因：碘液滴定數

不變變因：發酵液體積(10 cc)、發酵地點(教室)、發酵溫度(室溫)、發酵糖濃度(雪蓮子菌：黑糖：水=1：1：4)。

(二)器材製作：以點滴輸液管線加上空針筒，架在萬向支架上作為簡易滴定架，試運作設定每滴約 1.5 秒。

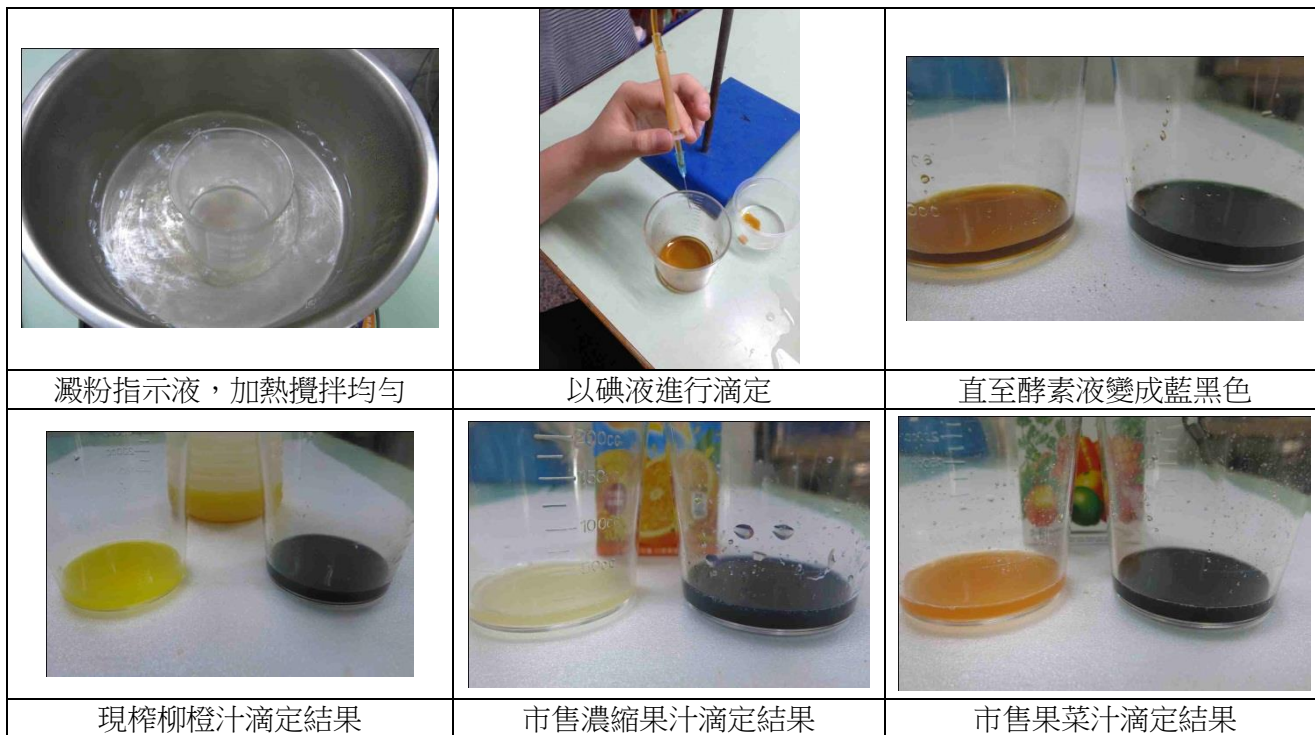
(三)步驟

1.將 4g 澱粉(太白粉) 加入 200g RO 水隔水加熱攪拌，靜置冷卻做為澱粉指示液。

2.雪蓮子酵素水 10 cc，滴入 10 滴澱粉指示液。

3.碘液裝入針筒內進行滴定，至酵素液呈藍黑色後紀錄滴定數。

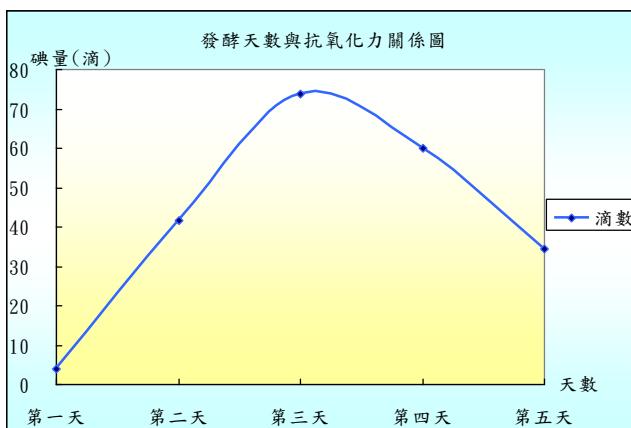
4.另以現榨果汁、保特瓶裝純果汁與市售果菜汁進行抗氧化力比較，雪蓮子酵素液以連續發酵五天的抗氧化力比較，重複三次平均：



(四)結果：如下表與圖

發酵天數	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
滴數	4	41.7	73.7	60.0	34.3

水溶液種類	碘液滴數
現榨柳橙汁	143.3
市售含果粒純果汁 (美*果)	135.7
雪蓮子酵素液	73.7
鋁箔包果菜汁 (*蜜)	20.7



- 第一天調製糖水加入雪蓮子菌後馬上檢測，加入 4 滴碘液就變色，滴定滴數隨發酵天數增加到第三天應該為高值之後，就又逐漸往下降。
- 抗氧化力：現榨柳橙汁 > 市售含果粒純果汁 > 雪蓮子酵素液 > 鋁箔包果菜汁，雪蓮子酵素液抗氧化力約為鋁箔包果菜汁的 3 倍，現榨柳橙汁的 1/2。

(四)討論：

- 雪蓮子酵素比糖水抗氧化能力增加，發酵液在第三天抗氧化力效果最佳。
- 雪蓮子酵素液在抗氧力比鋁箔包果菜汁高 3 倍，比現榨柳橙汁及市售純果汁差，純果汁成份提到添加抗氧化劑維他命 C。

四-2 雪蓮子麵包

(一)變因

操縱變因：麵包種類-- 甲.雪蓮子菌麵包、 乙.市售吐司、 丙.法國大魔杖麵包
應變變因：雪蓮子菌麵包的密度、彈性、硬度與韌性
不變變因：雪蓮子菌 100 cm ³ 、麵粉重(420g)、水量(300ml)、發酵時間(1 天)、烘培時間(1 小時)、奶粉(1.5 匙)、奶油(1.5 匙)。

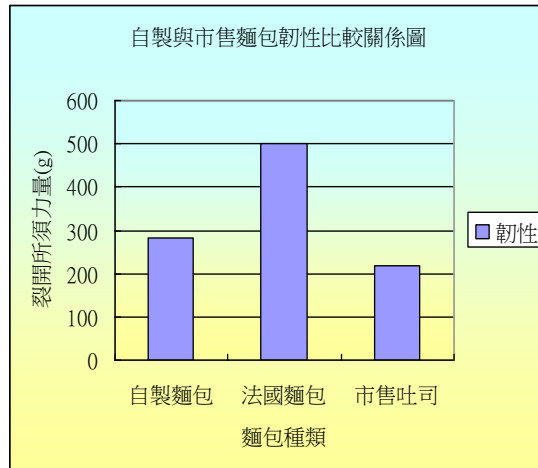
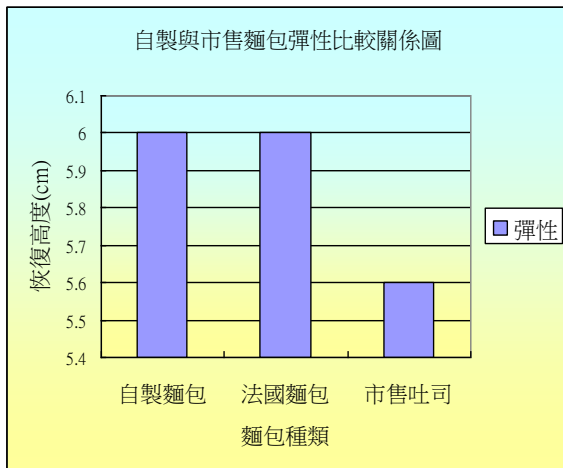
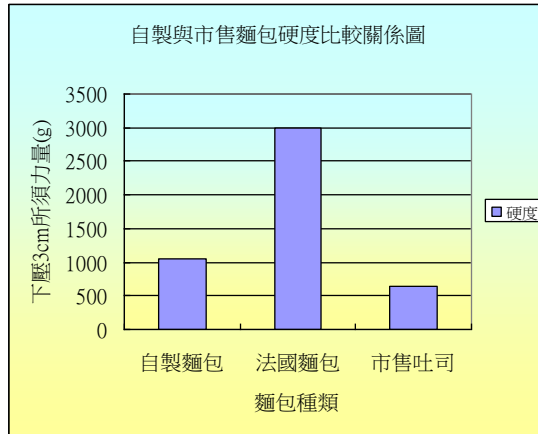
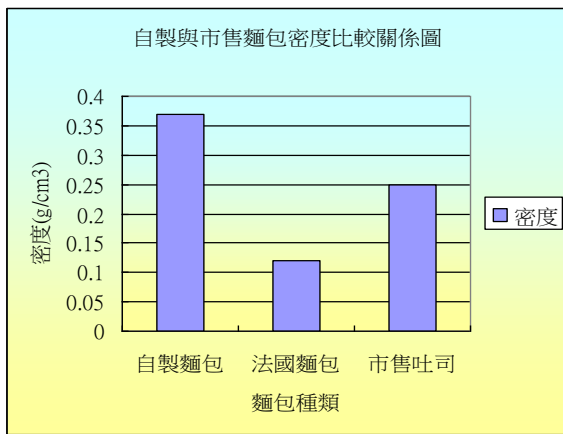
(二)步驟

- 1.選取發酵一天的雪蓮子上層菌 100 ml。
- 2.將雪蓮子菌與麵粉 420g、水量 300ml、1.5 匙奶粉、1.5 匙奶油放入麵包機內，麵粉揉團後，發酵 4 小時烘培 1 小時。
- 3.將自製雪蓮子麵包、市售吐司與法國麵包切塊(4x4x6 cm)，進行測試：
 - (1)密度測試：重量/體積(重量/4x4x6 cm)
 - (2)硬度測試：以自製槓桿組合將置於磅秤上的直立麵包(4x4x6 cm)壓下 3 公分，測其所須施加的力量，實驗重複三次計算平均值。
 - (3)彈性測試：在上述步驟力量移除後觀察麵包恢復至多少高度。實驗重複三次計算平均值。
 - (3)韌性測試：以紙板夾住各種麵包(2x4x6 cm)兩側，一側掛上彈簧秤，另一側慢慢拉動，直至麵包斷裂，以攝影捕捉斷裂瞬間所須的力量，重複三次計算平均值。

			
以雪蓮子菌作為麵包發酵菌種	充份與麵包原料混合後置於麵包機內發酵 4 小時	發酵 4 小時後	烘培 1 小時後製成麵包
			
將麵包切成塊狀(4x4x6 cm)，並測其密度。	以自製槓桿測量麵包彈性與硬度。	彈性：壓至 3 公分處，測量所施力量，於力量釋放後測其恢復高度。	韌性：麵包被撕裂所須力量。

(三)結果：

麵包種類	密度(g/cm ³)	硬度(下壓 3 cm 所須力量)	彈性(恢復高度)	韌性(裂開所須力量)
自製麵包	0.37	1052g	至原來高度 6 cm	282g
法國麵包	0.12	大於 3000g	至原來高度 6 cm	大於 500g
市售吐司	0.25	632g	至高度 5.6 cm	218g



1. 密度：自製的麵包 > 吐司 > 法國麵包。
2. 硬度 吐司 < 自製麵包 < 法國麵包。
3. 彈性（恢復力）：自製麵包 = 法國麵包 > 吐司。
4. 韌性：市售吐司 < 自製麵包 < 法國麵包

(四)討論：

1. 自製麵包密度大於市售麵包是因我們水量按說明書添加，雪蓮子酵母菌含水量比市售麵包酵母的乾燥粉末多，發酵烘培後有較多水份，應會影響麵糰膨發。
2. 在硬度方面：吐司 < 自製麵包 < 法國麵包。彈性方面：與市售法國麵包具有相當的彈性（恢復力），在韌性方面：市售吐司 < 自製麵包 < 法國麵包；請麵包店老闆試吃後，認為口感較接近「老麵麵包」。綜合上述，我們認為雪蓮子菌應可應用在麵包發酵上，尤其現在大家愈來愈崇尚天然飲食，希望可以帶給麵包製作者一個不同製作方向與思考。



四-3 其他應用：自製捕蚊器

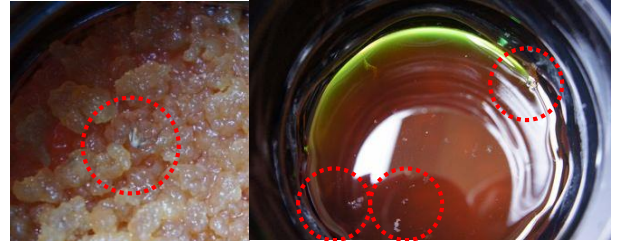
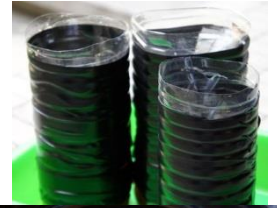
將實驗過發酵液、生產過剩的雪蓮菌顆粒分別放入寶特瓶，將上蓋倒扣，外層貼黑膠帶，放置牆角觀察一天。

結果：

雪蓮菌顆粒與發酵液均能吸引並捕獲蚊子，但因觀察天數不夠，還不足以做出完整結論。

討論：

我們認為不斷製造出來的菌種顆粒丟掉實在可惜，沒時間製作其他食品或沒空間堆置廚餘之外，其實放在寶特瓶陷阱裡當捕蚊器也是另一個選擇。



伍、結論：

- 一、雪蓮子菌的顆粒可能有蛋白質與酶、碳水化合物，也許有微量的脂溶性物質。
- 二、雪蓮子菌主要由顆粒狀的物質產生氣泡，氣體為二氧化碳。
- 三、雪蓮子菌上層顆粒產氣速度一開始略高於下層，但下層顆粒重新培養恢復活性後則產氣速度也會慢慢追上；已發酵的發酵液重新培養幾乎無法產生氣體。
- 四、雪蓮子菌在糖水中逐漸消耗糖分並使溶液逐漸變酸，但酸性到一定程度作用就會趨緩。
- 五、已發酵的酵素液重新培養會使糖水變酸，但無法再生出顆粒，主要的菌落在顆粒內。
- 六、雪蓮子菌偏好氧環境，能抑制黴菌，主要由酵母菌、乳酸菌及醋酸菌組成，因此應該稱為雪蓮「菌」較真確，半透明狀的顆粒幾乎可以視為「菌落星球」！在適當環境中可以不斷增殖。
- 七、環境因素：
 1. 雪蓮子菌在葡萄糖重量百分濃度 10%至 25%間發酵速率相近，應可視為理想濃度。
 2. 天然非精製糖的發酵效果佳。
 3. 偏弱酸的環境酵速率是較快。
 4. 高鹼性(pH 值約為 11)的糖溶液中雪蓮子菌發酵速率較差。
 5. 適量的鹽量(濃度約 0.5%-1.0%)發酵速率佳，超過 1%後，鹽度越高發酵速率越低。
 6. 25°C 雪蓮子菌發酵速率最快。
- 八、雪蓮子發酵液的抗氧化能力在第三天附近達到最高，與坊間流傳飲用時機符合。
- 九、雪蓮子菌顆粒可以製作麵包，其性質比吐司稍硬，彈性佳、韌度較低，類似老麵或天然酵

母麵包，可做為再生應用方向。

十、雪蓮菌顆粒與發酵液均能吸引並捕獲蚊子，實際成效還需觀察。

十一、未來研究方向：

1. 將生產過剩水果做成水果酒；剩飯、過熟、受傷水果提煉酒精。
2. 發酵前後糖水加入水果等對發酵情形是否有影響，是否能增加抗氧化力。
3. 以雪蓮子菌在天然糖質發酵好的性質及歸納出檢測市面上各種飲品中糖類及添加物是否天然（或驗證蜂蜜是否為天然蜜）。
4. 有關蜂蜜及各種天然糖質的發酵液其抗氧化效果的比較。
5. 運用雪蓮子菌於環保酵素(洗碗盤等清潔用途)、堆肥等是否能加快製程。
6. 是否可以作為禽畜飼料用途或是降低飼養環境臭味等。

陸、參考資料及其他:

1. 百度百科。雪蓮菌。2014年10月11日取自<http://baike.baidu.com/view/935739.htm?fr=wordsearch>
2. 百度百科。西藏靈菇。2014年10月11日取自<http://baike.baidu.com/view/962660.htm>
3. 白凱文。2010。西藏雪蓮抑菌作用及細胞毒性之研究。2013年10月8日取自http://proj1.sinica.edu.tw/~hispi/news/poster/99/97050Bai_kai_wen.pdf。
4. 吳莉莉等。2011。西藏靈菇酸奶保健作用的研究。黑龍江醫藥科學 06。2013年11月5日取自<http://mall.cnki.net/magazine/Article/KXJY201106011.htm>
5. 劉宇峰等。2005。西藏靈菇菌的菌相菌學的研究。中國乳品工業 33。2013年12月25日取自http://d.wanfangdata.com.cn/periodical_zgrpgy200509009.aspx
6. 謝洪霞等。2009。酸奶自然發酵劑"西藏靈菇"菌體微觀絲狀物的培養與鑑定。中國釀造 28(2) 2013年12月28日取自 <http://www.chinabrewing.net.cn/CN/abstract/abstract2214.shtml>
7. 高潔。2013。雪蓮菌菌相分析及抗癌活性研究。浙江大學博士論文。2014年1月11日取自<http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10335-1013153325.htm>
8. 劉宇峰等。2005。西藏靈菇乳對腫瘤的抑製作用。畜牧獸醫科技信息 06。2014年1月18日取自<http://lib.cnki.net/cjfd/XMKX200506043.html>

【評語】 080206

本研究是探究雪蓮菌的成分及性質，顯示同學對新物種的好奇。研究充分運用課本中的基礎科學實驗方法，針對雪蓮酵母的發酵作用做初步的研究。然而，研究結果沒有以具體的數量顯示，建議與其他酵母的功效作比較，發現雪蓮酵母的特殊用途。