

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科(二)

團隊合作獎

032903

“催” 燦晶亮 --- 活性酵母微米晶球的設計

學校名稱：臺中市立居仁國民中學

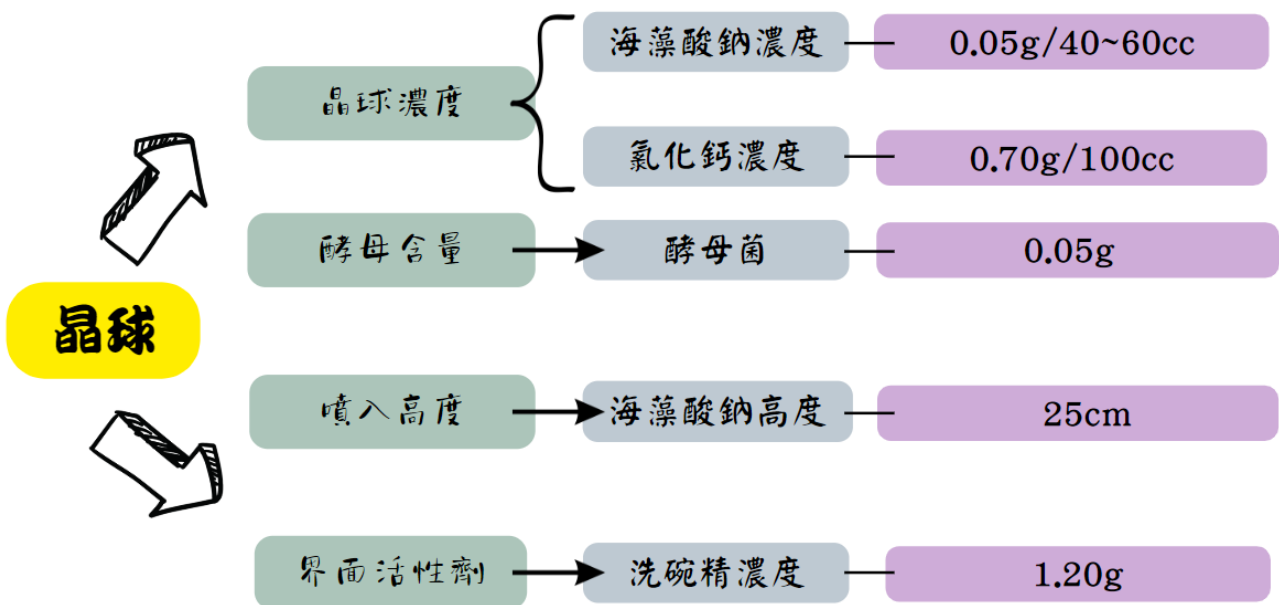
作者： 國一 陳宥豪 國一 沈承緯	指導老師： 張維倫 蔡明致
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：海藻酸鈉晶球、交聯作用、表面張力

摘要

本實驗考慮藥物吞入時極為苦口，但如果利用類似膠囊的原理，更精進將晶球「微米化、可配水喝入、可有效消化、可於胃中緩慢釋出」等功能，進行實驗（以海藻酸鈉濃度、噴入高度、界面活性劑、內含物含量為變因）等，希望在未來生活中，可以利用兩個寶特瓶，將海藻酸鈉加感冒藥物和氯化鈣進行固化作用產生晶球，且利用超音波霧化器將晶球製成微米級，在家感冒時進行DIY製作，並配水喝入，就不會有『苦』的感覺，達到『良藥可口』的效果。

實驗後最佳比例為下表：



實驗成果DIY理想圖：



壹、研究動機

人們常說「良藥苦口」，這些藥物雖然能治癒患者的身體，但小孩或老人卻常因藥物太苦而無法入口。由於現在醫療發達，有許多藥是古人吃不到的，例如：抗生素（antibiotic）。若他們因為藥很苦、吞不下去等因素而延誤治療時機，那可能就會有不好的結果。也因膠囊接觸面積較晶球小，代謝慢，不好吞，若能將藥物加入晶球做成「**藥物晶球**」，就能讓人們都能免於藥物所帶給人的煩惱，也能讓生病的孩童和不敢吃藥的人心中的苦藥變成「良藥可口」。所以在這次研究中，我希望能利用噴霧製作出最符合人體可以代謝的**微米級**（ μm ）**晶球**（考量因素包括：海藻酸鈉濃度，酵母菌多寡，噴入高度，及其回收效果），並在裡面加入**酵母菌提煉之蛋白質**等物質，希望能有效消化此藥物，並且達到高能回收效率。

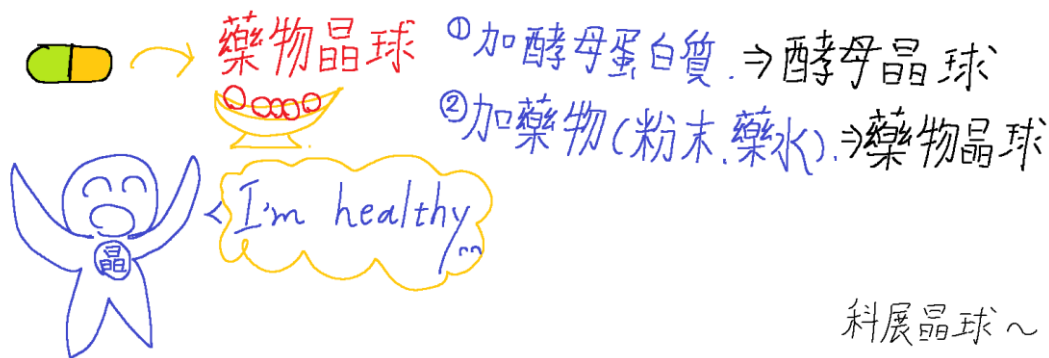


圖 1-1 創意晶球設計圖(作者繪製)

貳、研究目的及研究問題

- 一、海藻酸鈉濃度對晶球噴霧直徑大小的影響
- 二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響
- 三、海藻酸鈉晶球加入酵母菌多寡對其發酵效能之影響
- 四、海藻酸鈉溶液多寡對酵母菌晶球的影響
- 五、海藻酸鈉溶液多寡對酵母菌晶球發酵速率的影響
- 六、氯化鈣加入界面活性劑對晶球長寬比、大小數量比的影響

參、研究設備及器材

表 3-1 研究器材

研究器材與規格	研究器材與規格	研究器材與規格
海藻酸鈉粉末乙包	微量電子天平	酵母菌及其他藥物
		
碘液 (染色)	葡萄糖	氯化鈣顆粒乙瓶
		
滴管	量杯	酒精噴瓶~5 瓶
		

研究器材與規格	研究器材與規格	研究器材與規格
顯微鏡	瓶蓋	蓋玻片、載玻片
 <p>hawkeye 正錫光學</p>		
長尺(大小、長度)	筆	科學筆記本
		 <p>格子 線圈-50張</p>
彩色噴霧器	桌機	手機
		

肆、研究過程或方法

一、重要名詞解釋

(一)海藻酸鈉：

海藻酸又稱藻酸、褐藻酸、海藻素，是存在於褐藻細胞壁中的一種天然多糖。通常純品為白色到棕黃色纖維、顆粒或粉末。海藻酸易與陽離子形成凝膠，如海藻酸鈉等，被稱為海藻膠、褐藻膠或藻膠，也可應用於分子料理（維基百科，2022）。

(二)氯化鈣：

氯化鈣，由氯和鈣構成，化學式為 CaCl_2 ，是典型的離子型鹵化物。其在室溫下為白色固體，水溶液呈中性。氯化鈣常被應用於製冷設備所用的鹽水、道路融冰劑和乾燥劑等。（維基百科，2022）。

(三)晶球：

晶球是透過 A 物質和 B 物質之交聯作用，形成球形物質。本實驗用海藻酸鈉水溶液噴入裝有氯化鈣溶液之水中，因海藻酸鈉遇氯化鈣溶液會固化（類似水凝結，凝固），所以兩者結合成晶球。

(四)固化：

氯化鈣作為固化劑，可用於蔬菜罐頭。它還能使大豆凝乳固化形成豆腐，又能作為烹飪分子美食的原料，透過與海藻酸鈉反應使蔬菜和水果汁表面膠化形成類似魚子醬狀的小球。本實驗將利用此原理將海藻酸鈉噴入氯化鈣並使其固化成固狀晶球（維基百科，2022）。

(五)表面張力：

表面張力最常見的例子發生在液體與其他物質的接觸面。以水為例，水的表面張力來自於由凡得瓦力所造成的內聚力。當固體，如水黴，跑到水上時，表面張力會盡可能將水面維持平整的狀態，以達到最小表面位能（維基百科，2023）。

(六)葡萄糖：

是自然界分布最廣、且最為重要的一種單糖。因為擁有 6 個碳原子，被歸為己糖或六碳糖。葡萄糖是一種多羥基醛，分子式為 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。其水溶液旋光向右，故亦稱「右旋糖」。葡萄糖在生物學領域具有重要地位，是活細胞的能量來源和新陳代謝的中間產物（維基百科，2022）。

(七)交聯作用：

交聯作用是指許多分子（一般為線型分子）相互交聯成網狀結構的較穩定分子的反應，這種作用使線型或輕度支鏈型的大分子轉變成立體網絡結構。反應中的鍵結多是氫鍵，藉由交聯作用可使高分子聚合物變得有彈性或變硬。當聚合物藉由交聯作用連接在一起，他們失去一些他們作為單獨聚合物移動的能力（維基百科，2022）。例如：海藻酸鈉噴入氯化鈣並使其固化成固狀晶球的過程屬於交聯作用。

二、實驗方法

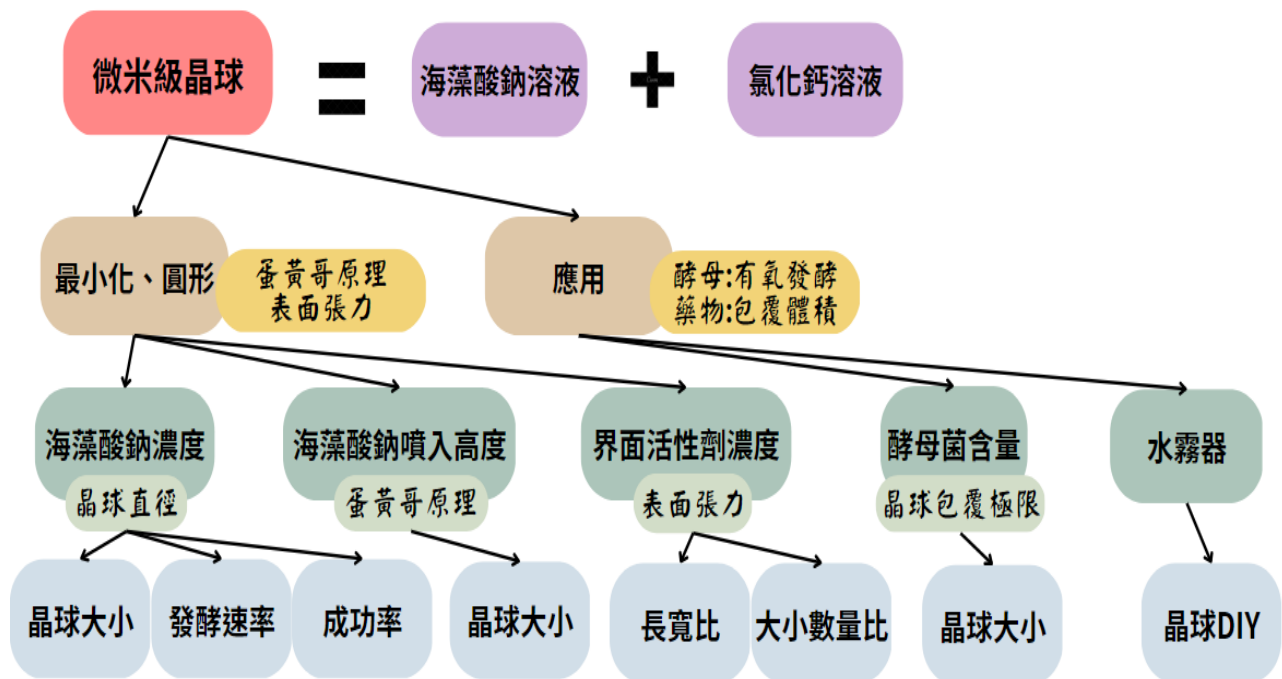


圖 4-2-1 實驗研究架構圖

三、研究步驟

前置實驗：海藻酸鈉晶球形成

- 1.配置海藻酸鈉（海藻酸鈉:0.15g）（水:25c.c.）。
- 2.海藻酸鈉裝入小噴瓶中。
- 3.配置五瓶相同濃度於透明杯中（氯化鈣:0.70g、水:100c.c.）。
- 4.將氯化鈣用管取 3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 5.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中。
- 6.用滴管吸取一滴到玻片上。
- 7.加染液（碘液）後蓋上蓋玻片。
- 8.用顯微鏡觀察。

(一)、海藻酸鈉濃度對晶球直徑長度的影響

假設：海藻酸鈉之濃度會對晶球直徑大小產生影響
（海藻酸鈉越稀，直徑越小）。

操作變因：海藻酸鈉濃度（0.05g、0.10g、0.15g、0.20g、0.25g）。

控制變因：海藻酸鈉水溶液:25c.c.、氯化鈣水溶液
（水:100c.c.、氯化鈣:0.70g）。

應變變因：晶球直徑大小的改變。

1. 配置五瓶不同濃度之海藻酸鈉（海藻酸鈉:0.05g、0.10g、0.15g、0.20g、0.25g）、(水:25c.c.)。
- 2.海藻酸鈉裝入小噴瓶中。
- 3.配置五瓶相同濃度於透明杯中（氯化鈣:0.70g、水:100c.c.）。
- 4.將氯化鈣用試管取 3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 5.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中。
- 6.用滴管吸取一滴到玻片上。
- 7.加染液（碘液）後蓋上蓋玻片。
- 8.用顯微鏡測量刻度（目鏡含刻度）以手機拍照算刻度、平均。

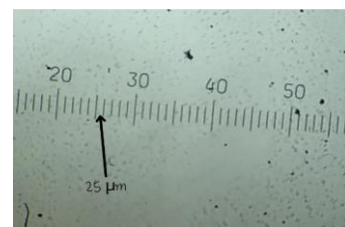


圖 4-3-1 以微米尺換算其刻度大小

(二)、噴入海藻酸鈉之高度對晶球大小的影響

假設：不同高度噴入的海藻酸鈉會影響晶球直徑長度。

操作變因：不同高度（5、10、15、20、25cm）

控制變因：海藻酸鈉溶液（0.05g 海藻酸鈉、25g 水）
氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣、100c.c.水）。

應變變因：晶球直徑大小。

- 1.配置好海藻酸鈉（25cc 水、0.05g 海藻酸鈉）、氯化鈣溶液（100cc 水、0.70g 氯化鈣）。
- 2.將氯化鈣放入瓶蓋中，海藻酸鈉裝在小酒精噴瓶中。
- 3.海藻酸鈉噴瓶距離氯化鈣溶液之水面（5、10、15、20、25）公分噴入。
- 4.用滴管吸取一滴到玻片上。
- 5.加染液（碘液）後蓋上蓋玻片。
- 6.用顯微鏡測量刻度（目鏡含刻度）~（每刻度 25 微米）以手機拍照算刻度、平均。

(三)、海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對發酵效率的影響

假設：不同酵母菌多寡之晶球會影響晶球直徑大小。

操作變因：不同酵母菌重量（酵母菌 0.50、1.00、1.50、2.00、2.50 g）。

控制變因：海藻酸鈉溶液（0.50g 海藻酸鈉、25g 水）、
氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣、100cc.水）。

應變變因：晶球直徑大小。

- 1.配置好海藻酸鈉（25cc 水、0.05g 海藻酸鈉）、氯化鈣溶液（100cc 水、0.70g 氯化鈣）。
- 2.將氯化鈣用試管取 3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 3.將不同重量之酵母菌加入海藻酸鈉
（酵母菌 0.10、0.20、0.30、0.40、0.50g）。
- 4.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中。
- 5.加入 0.10g 葡萄糖攪拌均勻後用滴管吸取溶液並記錄刻度。
- 6.過一段時間後觀察水位下降多少。

(四)、海藻酸鈉溶液和酵母菌多寡對酵母菌晶球的影響

假設：不同海藻酸鈉溶液之晶球對晶球完整性的影響。

操作變因：不同海藻酸鈉水重量
（25、30、35、40、50cc 海藻酸鈉溶劑配 0.05 海藻酸鈉）。

控制變因：酵母菌 0.05g、氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣）。

應變變因：晶球完整性。

- 1.配置好海藻酸鈉（25~50c.c.水、0.05g 海藻酸鈉）、
氯化鈣溶液（100c.c.水、0.70g 氯化鈣）、酵母菌 0.05g。
- 2.將氯化鈣用管取 3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 3.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中（發酵前）並滴入玻片加碘液觀察。
- 4.等十分鐘後加入 0.10 克葡萄糖溶液用顯微鏡觀察是否發酵（發酵中）。
- 5.等十分鐘後觀察（發酵後）。

(五)、海藻酸鈉溶液多寡對酵母菌晶球發完整性的影響

假設：不同海藻酸鈉溶液之晶球會影響晶球發酵率。

操作變因：不同海藻酸鈉水重量（配 0.05 海藻酸鈉）。

控制變因：酵母菌 0.05、氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣）。

應變變因：晶球完整性。

- 1.配置好海藻酸鈉（50~100c.c.水、0.05g 海藻酸鈉）、氯化鈣溶液（100c.c.水、0.70g 氯化鈣）、酵母菌 0.05g。
- 2.將氯化鈣用試管取 3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 3.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中並滴入玻片加碘液觀察。
- 4.加入 0.10 克配 100cc 的水。
- 5.等 24 小時後進行顯微鏡觀察並記錄。

(六)、氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比的影響

假設：不同的界面活性劑濃度會對晶球直徑長寬比產生影響。

操作變因：不同界面活性劑濃度

（0.00、0.30、0.60、0.90、1.20、1.50、1.80g）。

控制變因：酵母菌 0.05、氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣）、海藻酸鈉濃度（0.05g/60c.c.水）。

應變變因：晶球長寬比。

- 1.配置好海藻酸鈉（60c.c.水、0.05g 海藻酸鈉）、氯化鈣溶液（100c.c.水、0.70g 氯化鈣）、酵母菌 0.05g。
- 2.氯化鈣溶液加入界面活性劑（0.0、0.03、0.60、0.90、1.20、1.50、1.80 g）。
- 3.利用滴管吸取 3c.c.氯化鈣至瓶蓋中。
- 4.海藻酸鈉噴入氯化鈣。
- 5.將其吸取 1c.c.置載玻片並加上碘液蓋上蓋玻片。
- 6.利用刻度顯微鏡進行觀察長寬比。

伍、研究結果與討論

實驗一、海藻酸鈉濃度對晶球噴霧直徑長度的影響

假設：海藻酸鈉濃度會對晶球直徑大小產生影響（海藻酸鈉越稀，直徑越小）

操作變因：海藻酸鈉濃度的多寡（0.05、0.10、0.15、0.20、0.25）g

控制變因：海藻酸鈉水溶液:25c.c.、

氯化鈣水溶液（水:100c.c.、氯化鈣:0.70g）

應變變因：晶球直徑大小的改變

表 5-1-1 海藻酸鈉濃度對晶球噴霧直徑長度的影響

海藻酸鈉濃度 (單位 g)	0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.25g
晶球直徑 1	20.00	50.00	25.00	75.00	100.00
晶球直徑 2	37.50	35.00	100.00	100.00	75.00
晶球直徑 3	37.50	50.00	75.00	50.00	50.00
晶球直徑 4	50.00	50.00	60.00	75.00	80.00
晶球直徑 5	40.00	50.00	50.00	75.00	75.00
平均值(μm)	38.00	47.00	62.00	75.00	76.00

海藻酸鈉濃度對晶球大小的影響

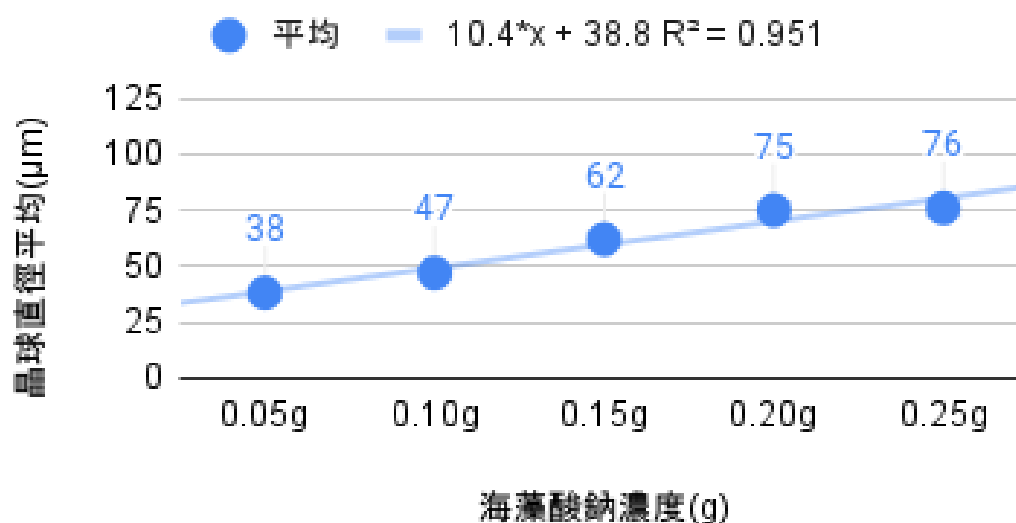


圖 5-1-1 海藻酸鈉對晶球大小的影響

實驗結果:

1.結論:

由上述實驗可以得知，在相同環境、溫度、濕度、氯化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉濃度（0.05、0.10、0.15、0.20、0.25g）噴入氯化鈣，而結果為**海藻酸鈉濃度越濃，晶球直徑越大，反之晶球濃度越稀，晶球直徑越小**，所以要製出最小晶球，**0.05g 之海藻酸鈉其效果最佳**。

2.應用原理:

- (1) 其中黃色部分為晶球，因為根據生物染色原理，碘液可將晶球染為黃褐色，他所以我們能分辨出雜物與晶球之差別。
- (2) 海藻酸鈉與到氯化鈣會固化，所以利用其原理可用小噴瓶（口徑小）噴入氯化鈣使其固化成晶球。

3.新發現:

(1) 如果加入的是 0.5 克的海藻酸鈉，過一段時間後會像果凍般凝結，並可產生一層透明薄膜。推測是因為**晶球四周被水的表面張力使晶球被拉扯成薄膜**（簡稱 --- 蛋黃哥原理）。

(2) 晶球固化，體積也會隨之脹大。ex：原本 30cc 海藻酸鈉加入氯化鈣，過一段時間後，其龐大超出瓶蓋，比來體積大。

如下圖 圖 5-1-2

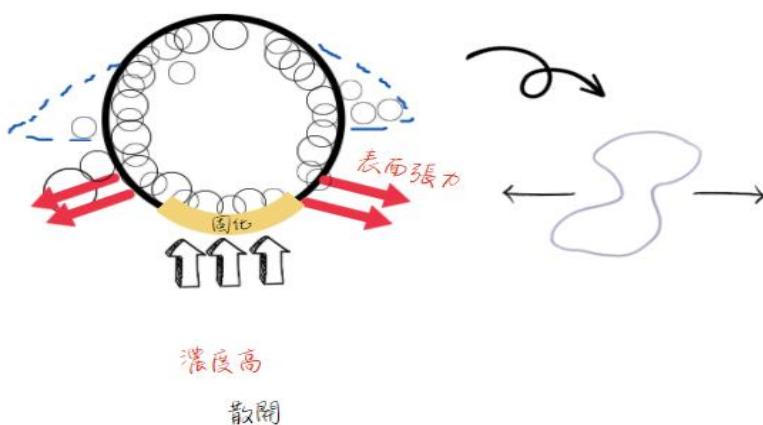


圖 5-1-3 蛋黃哥原理解說圖

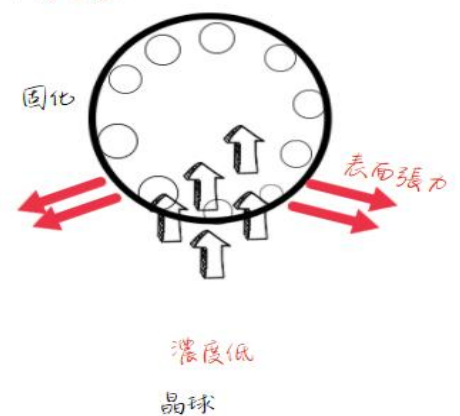
蛋黃哥原理

蛋黃哥原理:蛋黃碰到鍋子底部
最先硬化,其他邊緣則散開

水分滲透多寡決定是否破掉
多(淡):固化
少(濃):散開



內外同時硬化



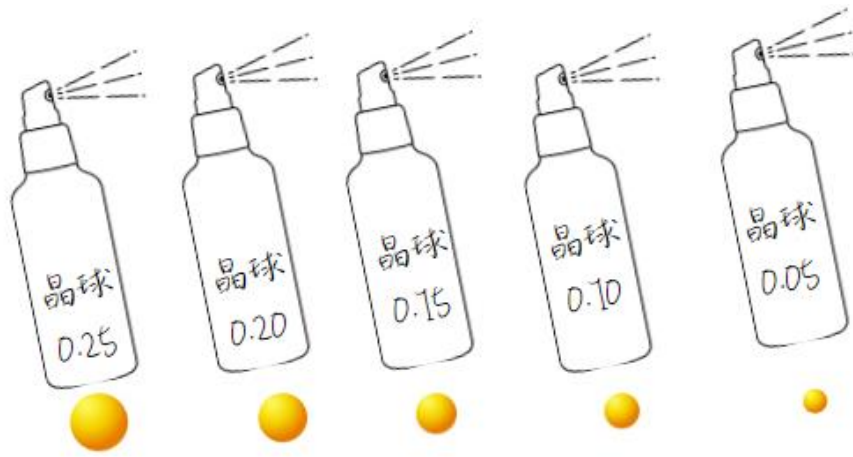


圖 5-1-4 海藻酸鈉濃度對晶球大小影響實驗之設計

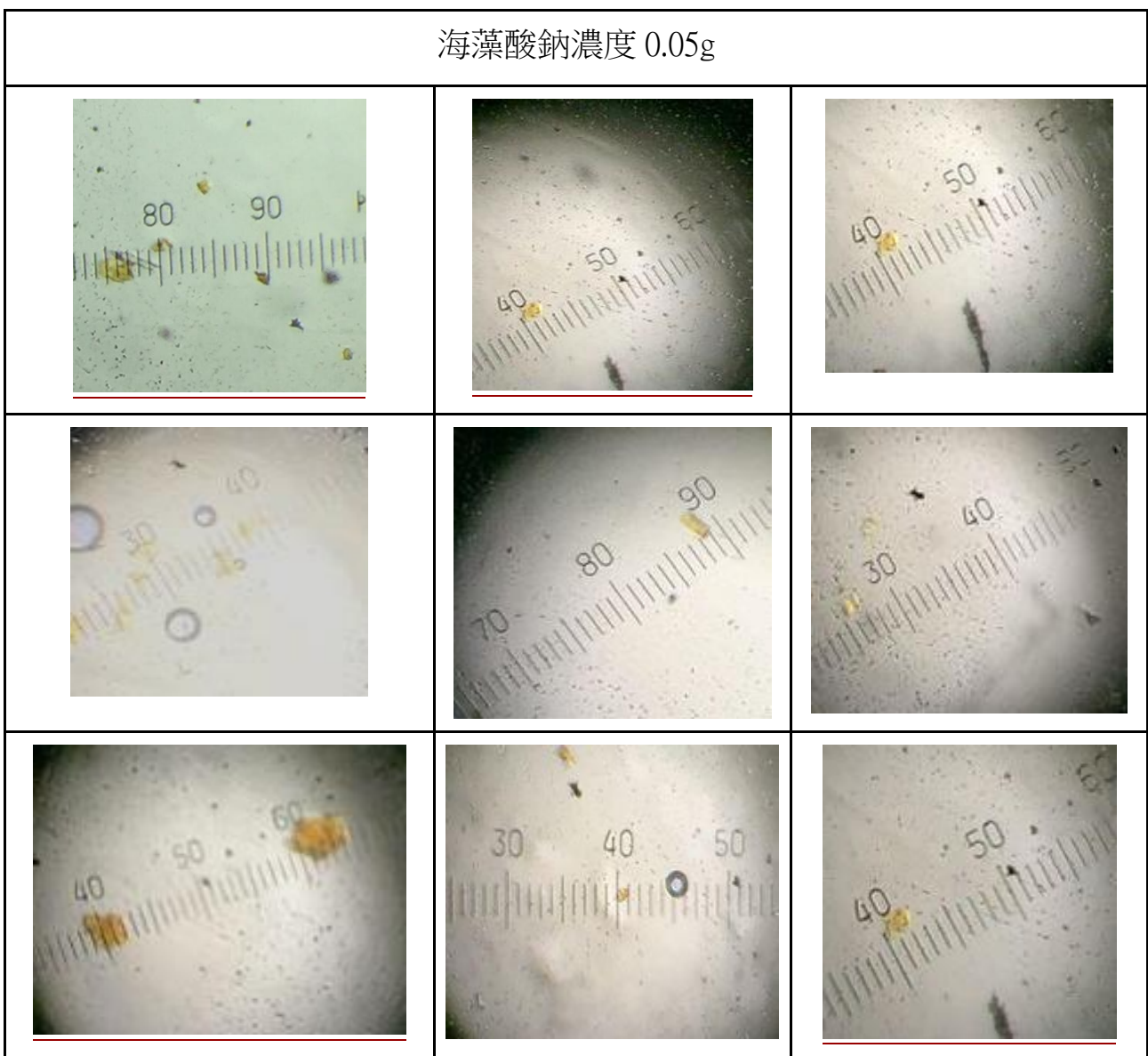


圖 5-1-5~13 海藻酸鈉濃度對晶球大小影響實驗之照片

實驗二、噴入海藻酸鈉之高度對晶球大小之影響

假設：不同高度噴入的海藻酸鈉會影響晶球直徑長度

操作變因：不同高度（5、10、15、20、25cm）

控制變因：海藻酸鈉溶液（0.05g 海藻酸鈉、25g 水）

氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣、100c.c.水）

應變變因：晶球直徑大小

表 5-2-1 噴入海藻酸鈉之高度對晶球大小之影響

噴入高度	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
晶球直徑 1	50.00	32.50	35.00	25.00	25.00
晶球直徑 2	37.50	32.50	30.00	37.50	37.50
晶球直徑 3	37.50	32.50	30.00	25.00	12.50
晶球直徑 4	25.00	32.50	35.00	25.00	18.75
晶球直徑 5	25.00	32.50	30.00	37.50	18.75
平均	35.00	32.50	32.00	30.00	22.50

海藻酸鈉噴入高度對晶球大小的影響

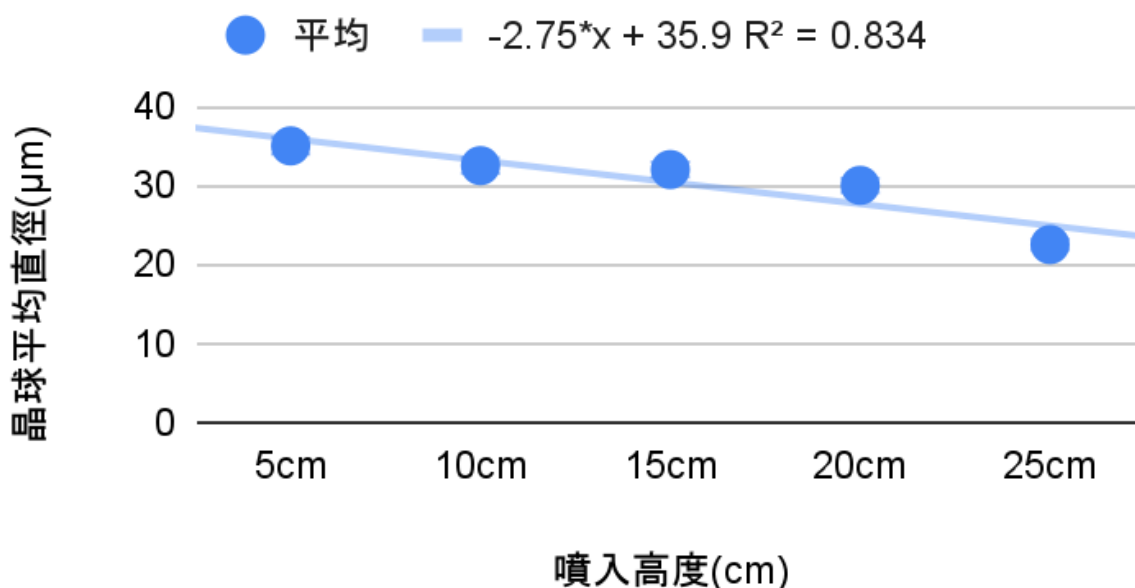


圖 5-2-1 噴入海藻酸鈉之高度對晶球大小之影響

實驗結果:

1.因果：由上述實驗可以得知，在相同環境、濃度、濕度、氯化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉噴入高度之晶球(5、10、15、20、25cm)噴入氯化鈣，而結果為海藻酸鈉**高度越高~晶球直徑越小**，反之**晶球高度越低，晶球直徑越大**，所以要製出最小晶球，**25cm 之海藻酸鈉其效果最佳**。

2.新發現：在這個實驗中，可以從圖片看出，晶球形狀大致為圓形，但有些呈長條狀，也推測這是因為噴入角度不同所造成的，如果從正上方噴，則其為圓形，如是較旁邊的晶球，則其為長條狀，因為其海藻酸鈉碰到氯化鈣之瞬間改變形狀，所以其形狀都不相同。

晶球噴入高度大小原理

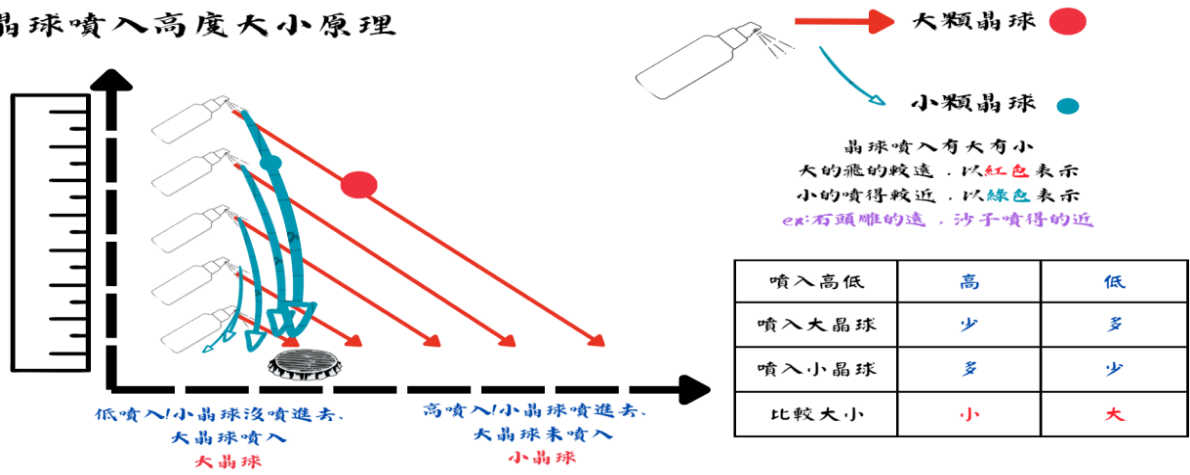


圖 5-2-2 海藻酸鈉噴入高度對晶球大小影響實驗之照片

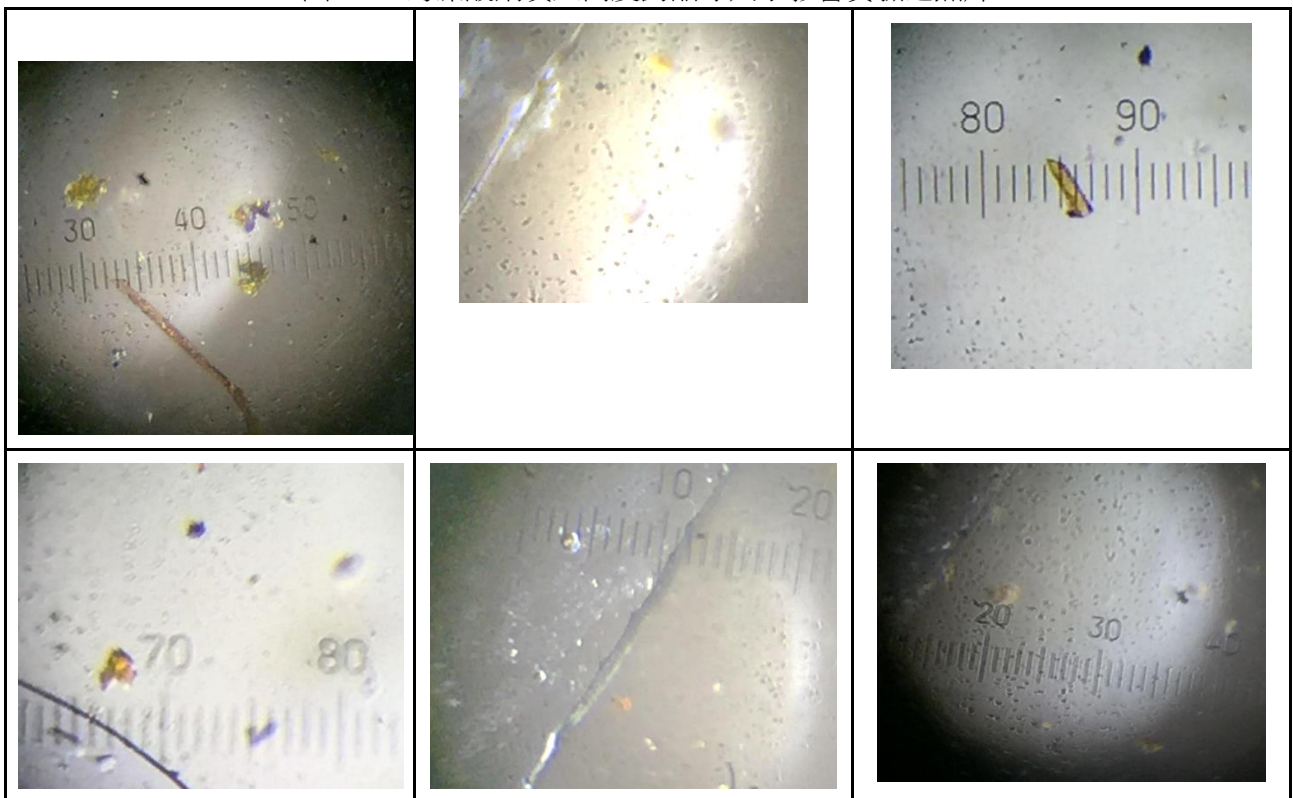


圖 5-2-3~10 海藻酸鈉噴入高度對晶球大小影響實驗之照片

實驗三、海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對晶球發酵效率的影響

假設：不同酵母菌多寡之晶球會影響晶球發酵效率大小

操作變因：不同酵母菌重量（酵母菌 0.50、1.00、1.50、2.00、2.50g）

控制變因：海藻酸鈉溶液（0.50g 海藻酸鈉、25g 水）

氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣、100c.c.水）

應變變因：晶球直徑大小

表 5-3-1 海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對晶球發酵效率的影響

酵母菌重量	0.10g	0.20g	0.30g	0.40g	0.50g
水位下降 1	1.50	2.00	4.00	5.00	8.00
水位下降 2	2.00	2.70	5.00	5.10	6.00
水位下降 3	1.50	2.90	3.40	6.20	6.00
水位下降 4	1.20	3.00	3.60	4.80	6.00
水位下降 5	2.00	2.50	4.60	4.90	7.00
平均/cm	1.60	2.60	4.10	5.20	6.60

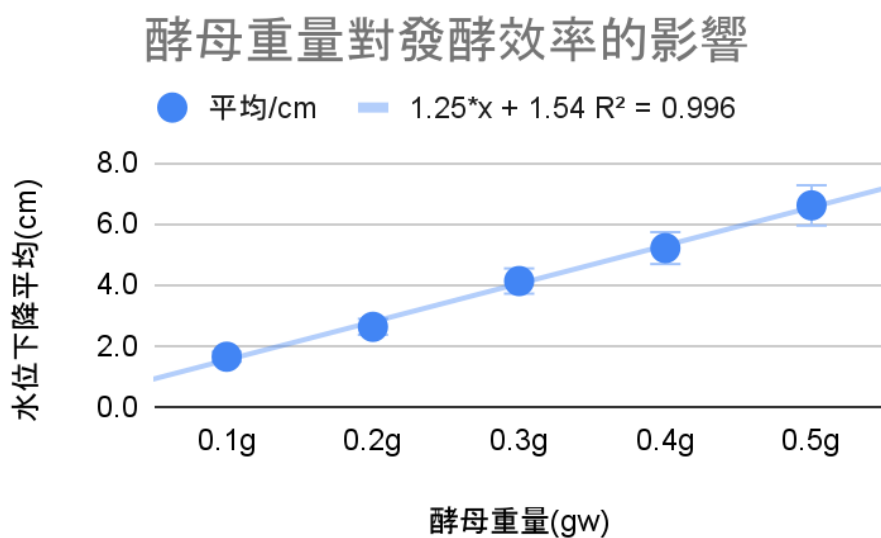


圖 5-3-1 海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對晶球發酵效率的影響

實驗結果:

1.因果：由上述實驗可以得知，在相同環境、濃度、濕度、氯化鈣溶液下，海藻酸鈉溶液分別加入五種不同重量的酵母菌（0.10、0.20、0.30、0.40、0.50g）噴入氯化鈣。而結果為**酵母菌越多，其發酵後產生二氧化碳越多，故其水位也下降越多**，所以**酵母菌越多，其發酵作用越強，反之酵母菌越少，發酵作用越弱**。

2.應用原理：本實驗利用酵母菌有氧呼吸特性

葡萄糖+氧氣→二氧化碳+水+能量，所以我們將他加入葡萄糖後放入滴管並做水位高度之紀錄，等一段時間後，再看水位下降的刻度差距，如果差距越大，表示二氧化碳佔的量越多，所以代表酵母菌發酵作用越強。

3.新發現：酵母菌晶球在不加糖的情況下，同樣能發酵產生二氧化碳，不過其速度、效率較低。

4.整合發現：將酵母菌晶球滴在玻片上加碘液於顯微鏡下觀察，會發現晶球加酵母菌會變得較大，因為其包含了酵母菌，也發現酵母菌在顯微鏡下產生的二氧化碳氣泡會越來越多、越來越大，最終會消耗掉大部分氧氣使其慢慢停止發酵。

因為單獨海藻酸鈉溶液在氯化鈣中呈現的晶球比較小，但因為如果加入其他東西就會比較大，所以海藻酸鈉加入酵母菌的話會比較大顆，大約由25μm變100μm，但其濃度依舊一樣。

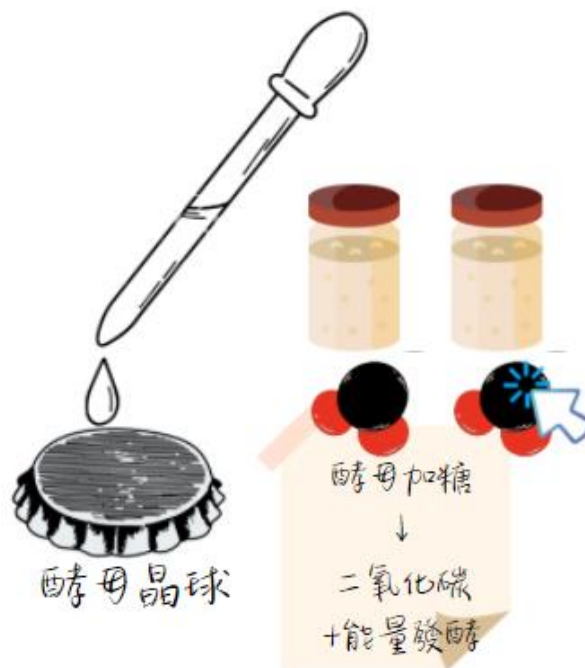


圖 5-3-2 海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對晶球發酵效率的影響設計圖

實驗四、海藻酸鈉溶液和酵母菌多寡對酵母菌晶球的影響

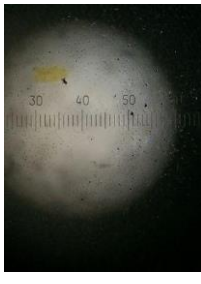


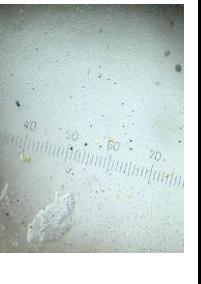
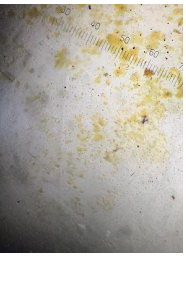


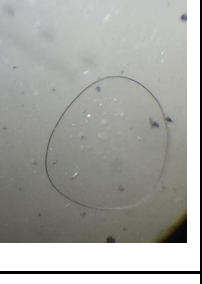
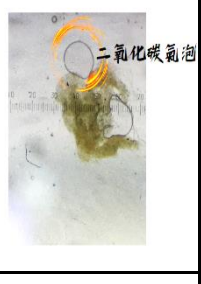





假設：不同海藻酸鈉溶液之晶球對晶球完整性的影響

操作變因：不同海藻酸鈉水重量（25、30、35、40、50c.c.配 0.05 海藻酸鈉）

控制變因：酵母菌 0.05、氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣）

應變變因：晶球完整性(晶球是否破壞)

表 5-4-1 海藻酸鈉溶液和酵母菌多寡對酵母晶球的影響

發酵前					
發酵中					
發酵後					散掉 *酵母菌加太多*
	0.05g 酵母菌/50c.c.	0.05g 酵母菌/40c.c.	0.05g 酵母菌/30c.c.	0.05g 酵母菌/25c.c.	0.10g 酵母菌/25c.c.
成功與否	成功	成功	成功	成功	(破掉)

酵母菌越多，其發酵後晶球破裂機率越高，故酵母菌少為最適合回收之晶球。

由以上所示，晶球在發酵中會完好如初，而在發酵中偶有破掉現象，不過還會持續製出二氧化碳，等製出一定的量後，他也會破掉溶於氯化鈣溶液中，但如果在中途破掉持續產生二氧化碳不算失敗。

1.因果：由此可知，加 0.05 克酵母菌較適合。第三實驗中所做的為酵母菌發酵的速率影響，結果為越多發酵速率越快，但因為酵母菌佔有空間與體積，所以她也不能過多導致晶球無法負荷，所以我們已經求出 0.05 為最佳酵母菌量的結果。

2.新發現：此實驗證明，海藻酸鈉溶液、酵母多寡在第三實驗中的比例，並不符合此實驗需求，因為要考慮晶球是否破裂。

實驗五、海藻酸鈉水溶液多寡對酵母菌晶球完整性的影響

假設：不同海藻酸鈉溶液之晶球會影響晶球發酵率

操作變因：不同海藻酸鈉水重量（配 0.05g 海藻酸鈉）

控制變因：酵母菌 0.05g、氯化鈣溶液（0.70g 氯化鈣）

應變變因：晶球完整性(晶球是否破壞)

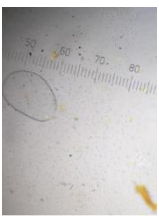
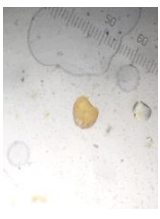
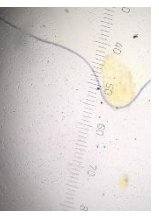
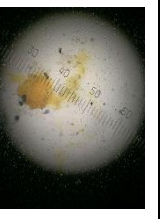

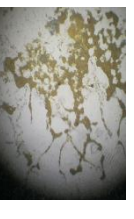
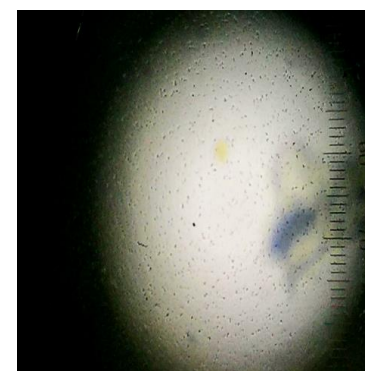
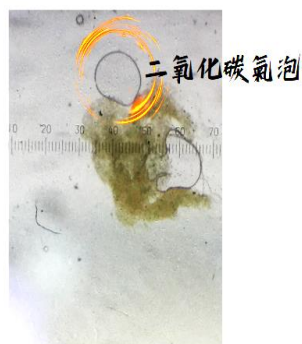
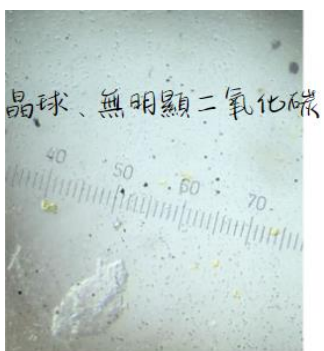
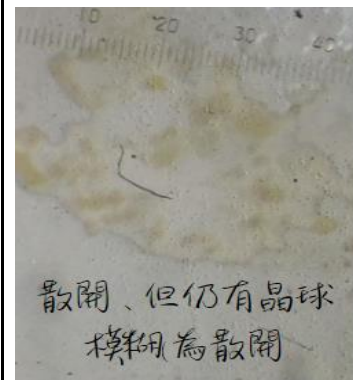
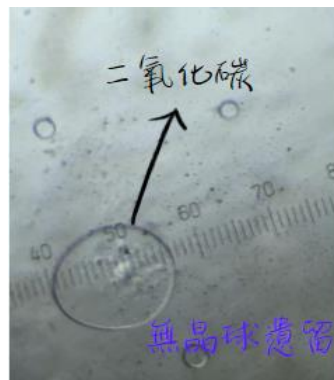
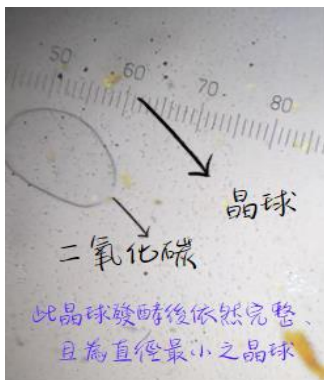
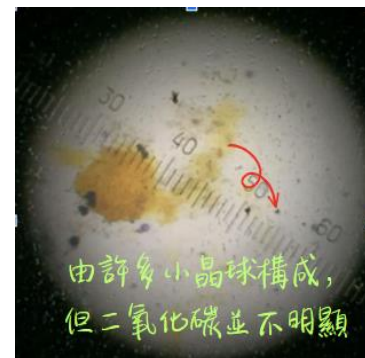
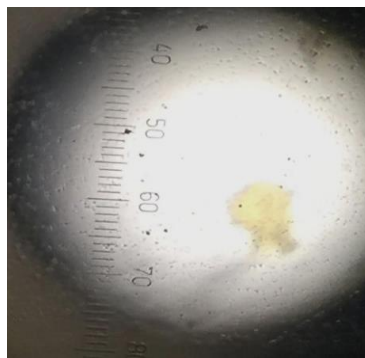
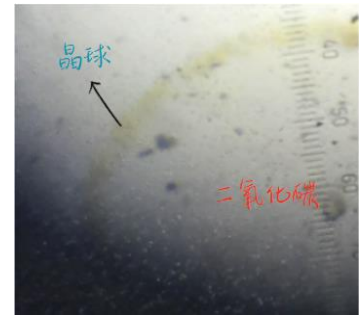
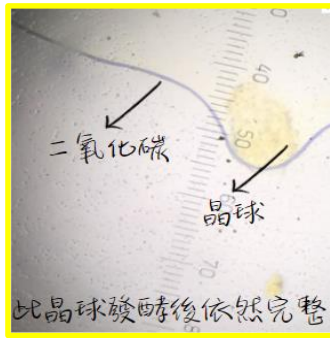
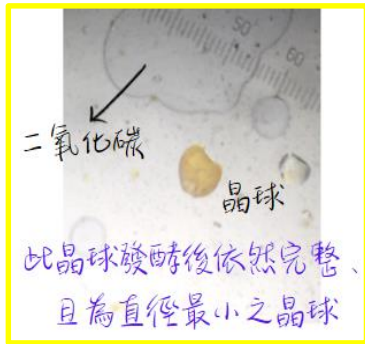
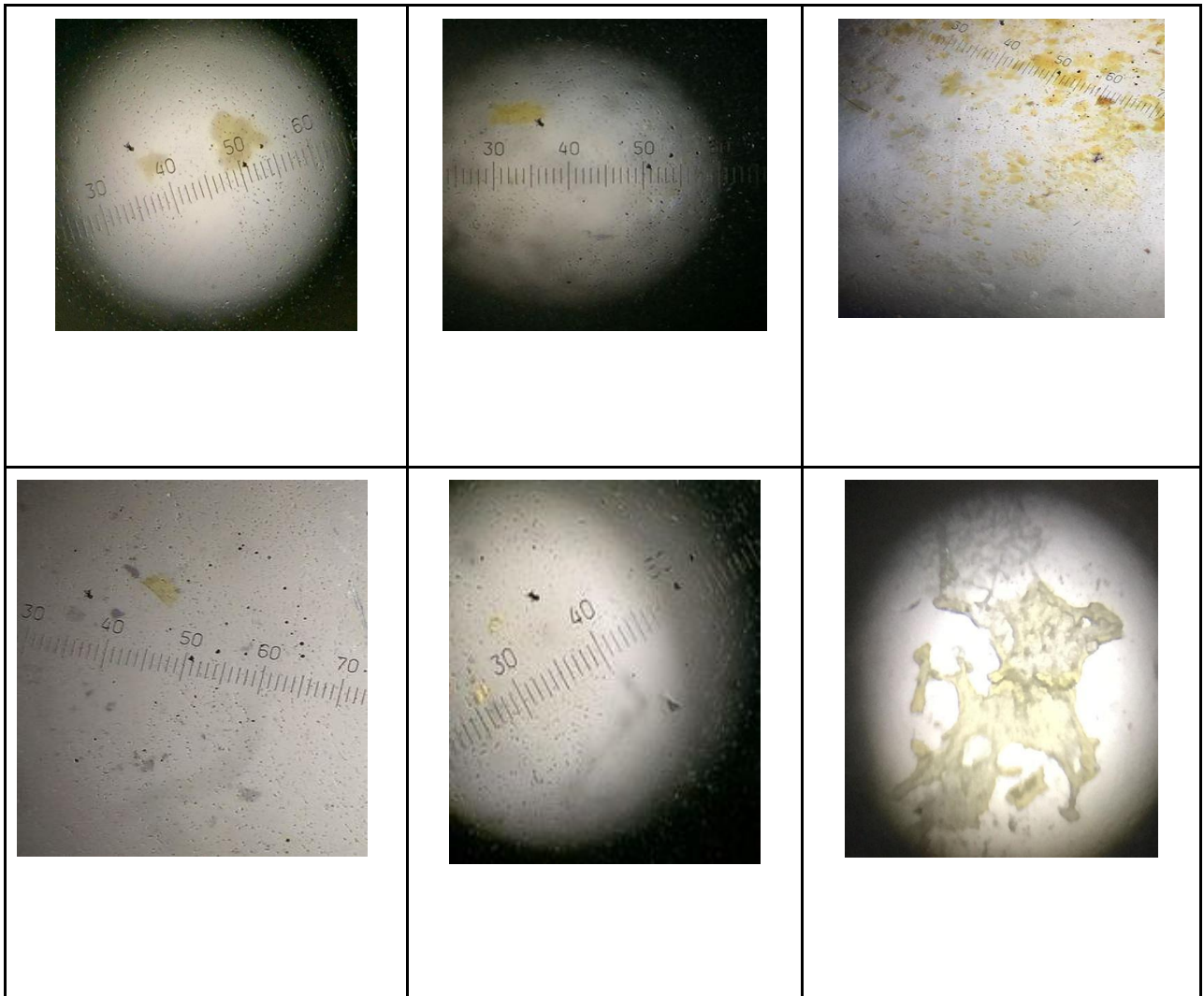
發酵後照片						
比例	0.05 酵母菌/ 40c.c.	0.05g 酵母菌/ 60c.c.	0.05g 酵母菌/ 70c.c.	0.05g 酵母菌/ 75c.c.	0.05g 酵母菌/ 85c.c.	0.10g 酵母菌/ 100c.c.
成功與否	成功	成功	成功	成功	失敗 （無二氧化碳→無發酵現象）	失敗 （沒有完整晶球遺留）
發酵速率	此發酵速率最佳 #有最小晶球及明顯二氧化碳	此發酵速率最佳 #有最小晶球及明顯二氧化碳	此發酵速率第二 #有晶球（第二大）且有大量二氧化碳	此發酵速率第三 #有晶球但少量二氧化碳	此發酵速率第四 #有晶球但較大顆	此發酵速率第五 #晶球消失，但產生大量酵母菌之菌絲

表 5-5-1 海藻酸鈉水溶液多寡對酵母菌晶球完整性的影響

由上述實驗可以得知，調配（0.05g 酵母菌/40~60c.c.）之比例的酵母菌晶球顆粒最小、發酵速率最快、也不會發酵完就立刻破掉，所以本實驗最終目的之酵母菌藥物晶球、抗生素藥物晶球為最符合本實驗需求之比例。

40~60c.c.水 + 0.05g 酵母菌 (佳) *下圖二張





以下是顯微鏡視野中的氣泡(二氧化碳)

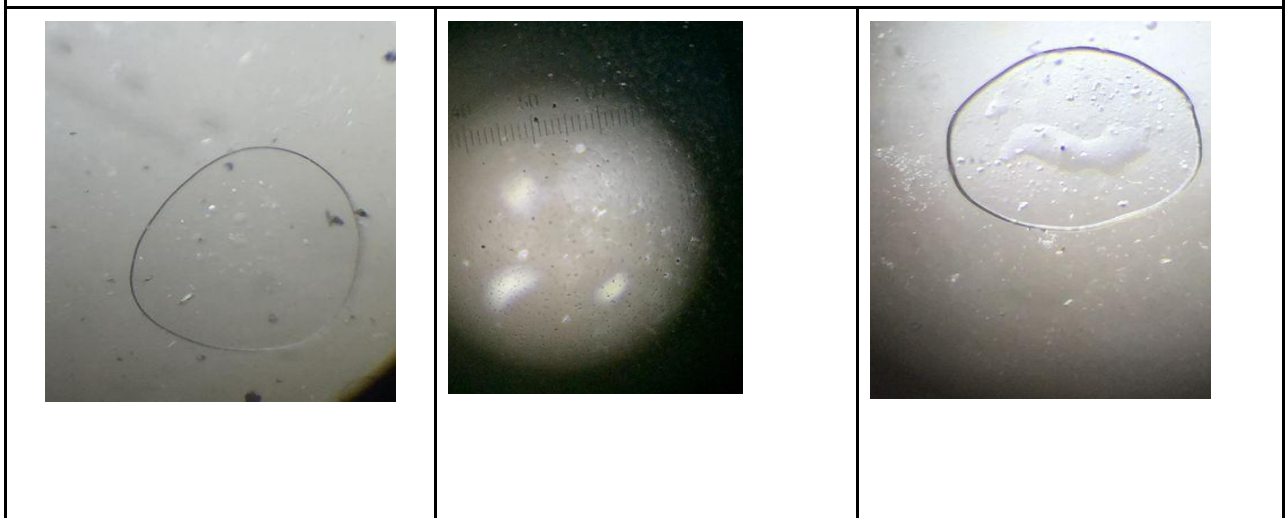


圖 5-4-3~28 海藻酸鈉水溶液多寡對酵母菌晶球完整性的影響及發酵作用的產氣速率

實驗六、氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比、大小數量比的影響

假設：不同的界面活性劑濃度會對晶球直徑長寬比產生影響

操作變因：不同界面活性劑濃度

(0.00、0.30、0.60、0.90、1.20、1.50、1.80g)。

控制變因：酵母菌 0.05、海藻酸鈉濃度 (0.05g/60c.c.水)、
氯化鈣溶液 (0.70g 氯化鈣)。

應變變因：晶球長寬比

界面活性劑	0.00g	0.30g	0.60g	0.90g	1.20g	1.50g	1.80g
晶球長/寬比 1	1.50	1.00	1.67	1.67	1.50	1.00	1.00
晶球長/寬比 2	1.40	1.20	1.25	1.33	1.00	1.50	1.00
晶球長/寬比 3	1.25	1.50	1.33	1.50	1.33	1.33	2.00
晶球長/寬比 4	1.00	1.25	1.33	1.25	1.33	1.50	1.33
晶球長/寬比 5	1.00	1.50	1.00	1.33	1.33	1.00	1.50
晶球長/寬比平均	1.23	1.24	1.40	1.44	1.29	1.33	1.33

表 5-6-1 氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比、大小數量比的影響

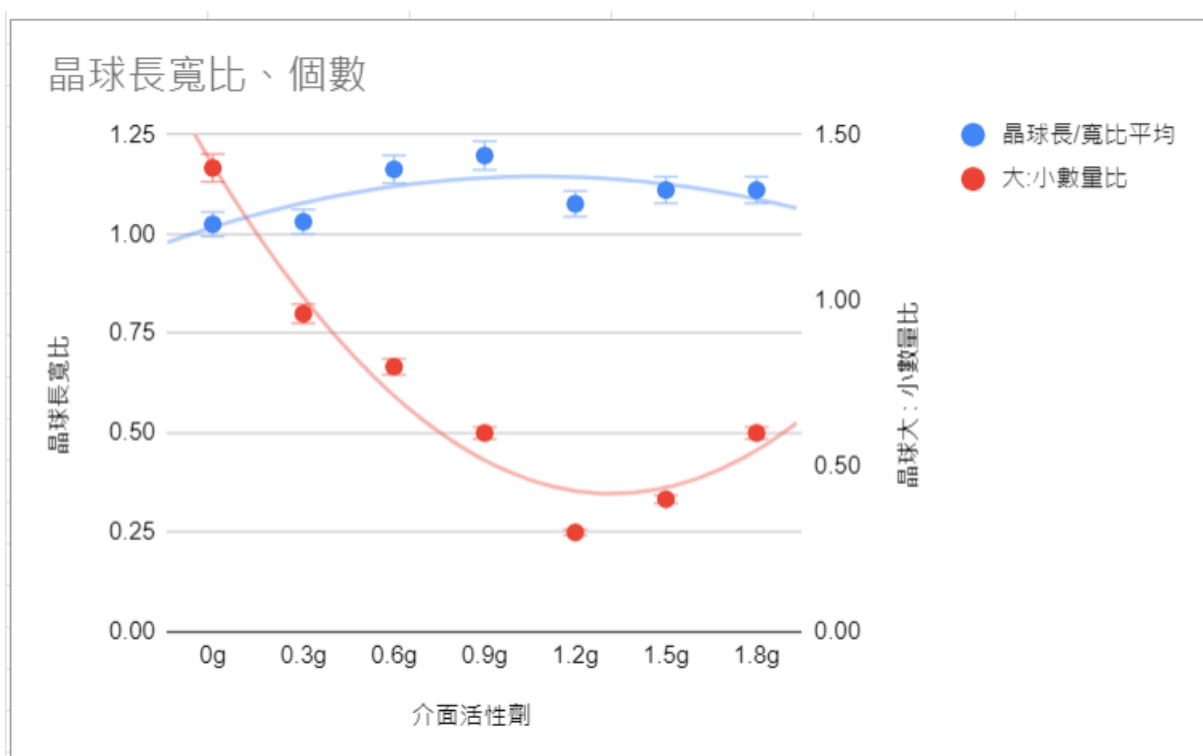


圖 5-6-1 氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比、大小數量比的影響

我們得出的結果是：界面活性劑（洗碗精）太多或太少都會使晶球平均值變大，所以我們由實驗推出，晶球加入界面活性劑濃度為 1.20g 時晶球平均值最小，且晶球長寬比最符合 1：1

晶球長寬比：因長寬比為 1:1 時，晶球為圓形，所以包覆面積最大，效果最佳
 晶球大/小：因晶球較大，比值>1、晶球較少，比值<1 ⇒所以本實驗希望晶球越小越好，將採納<1 的實驗數據做為後續參考

0.00~0.90g 晶球大/小個數小於 0 ~表面張力減少

1.50~1.80g 晶球大/小越來越大~密度關係、濃度高上層無法固化

1.20g~ 最接近生理食鹽水濃度、晶球最接近 1:1、晶球平均最小

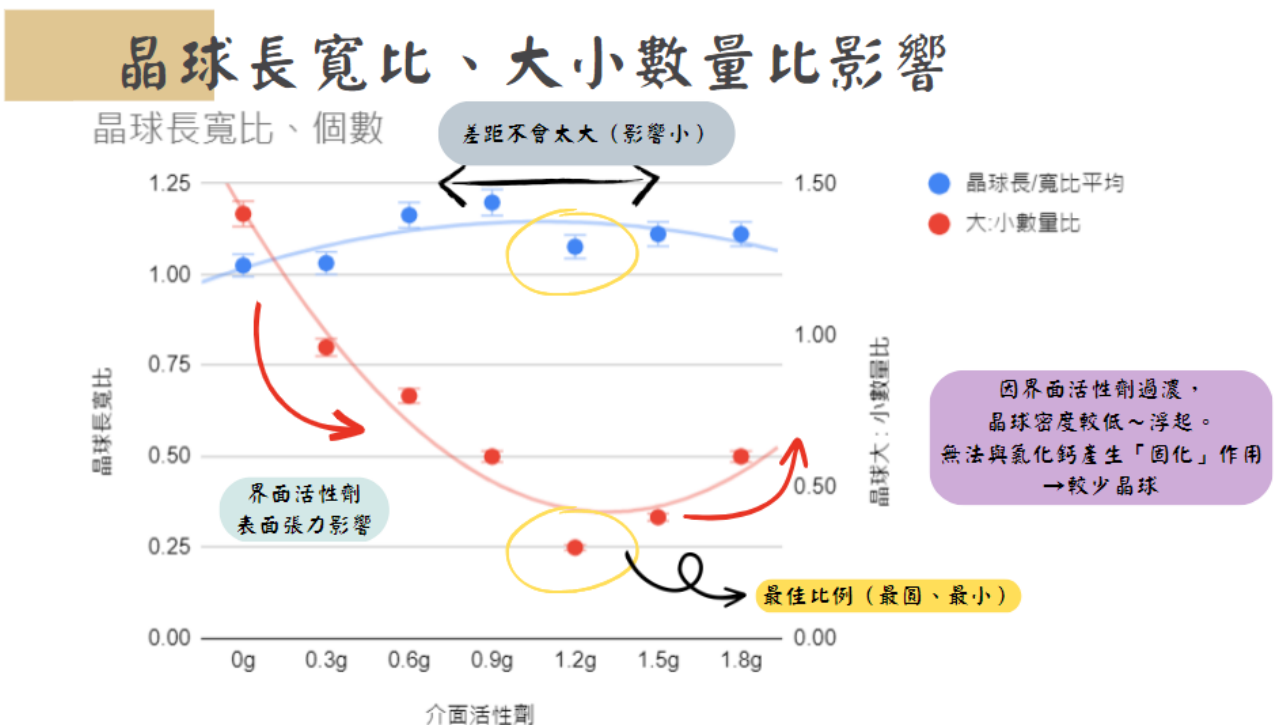


圖 5-6-2 氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比、大小數量比的影響

陸、未來實驗展望

水霧器

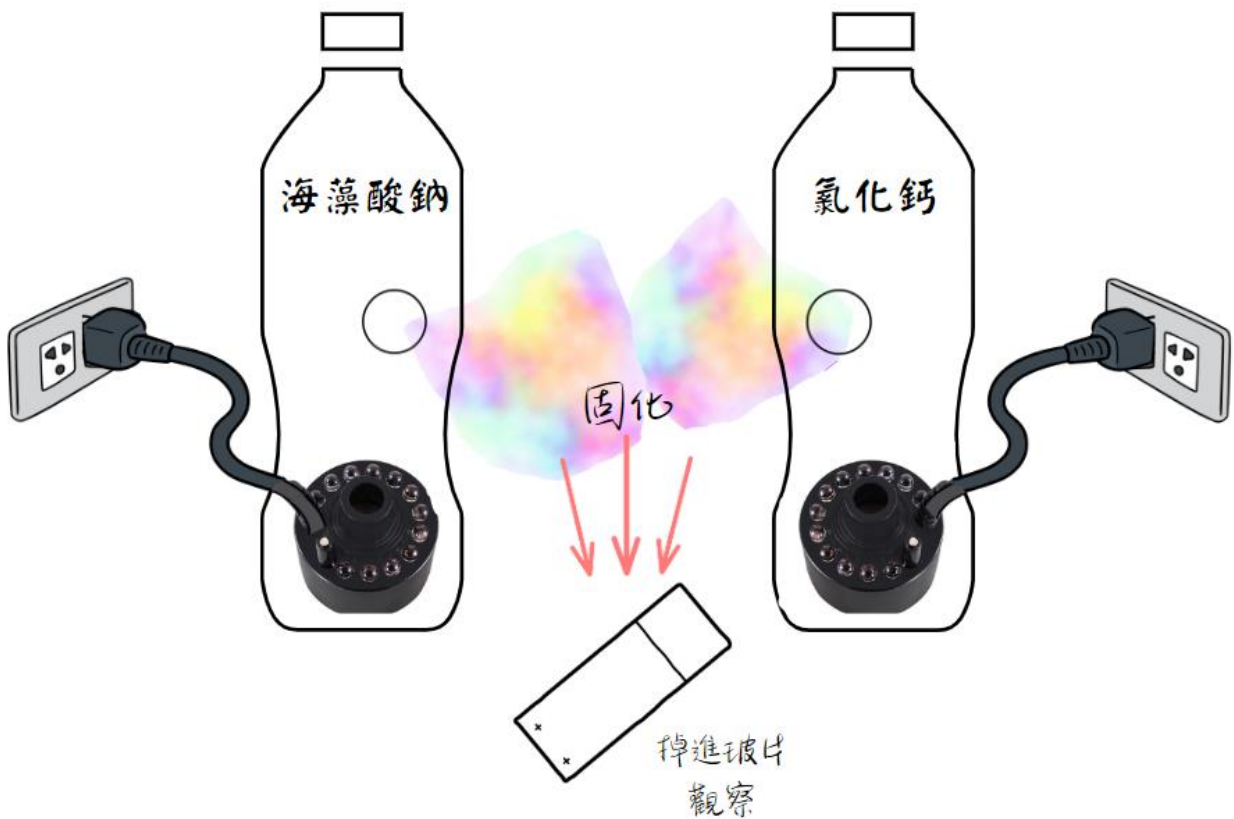
水霧器利用超音波原理

步驟：

- 1.將液態水化為液態小水珠(水霧)
- 2.我們將海藻酸鈉水裝入寶特瓶中並將水霧器放入
- 3.再將氯化鈣水裝入寶特瓶中並將水霧器放入
- 4.在寶特瓶瓶身上開洞
- 5.將開洞處面對面中間以玻片接住晶球
- 6.加入碘液以顯微鏡進行觀察



圖 6-1 彩色水霧器



6-2 未來研究實驗裝置設計圖

柒、結論

一、海藻酸鈉濃度對晶球直徑長度的影響

- (一)海藻酸鈉濃度越濃~晶球直徑越大，反之晶球濃度越稀，晶球直徑越小，所以要製出最小晶球，**0.05g 之海藻酸鈉其效果最佳**。
- (二)一杯海藻酸鈉如果濃度很濃(0.50g) 那就會固化成固體。如果海藻酸鈉是用噴瓶噴出，那時會成微米級，晶球固化，體積也會隨之脹大。
- (三)晶球形狀大致為圓形，但有些呈長條狀，也推測這是因為噴入角度不同所造成的，如果從正上方噴，則其為圓形，如是較旁邊的晶球，則其為長條狀，因為其海藻酸鈉碰到氯化鈣之瞬間改變形狀，所以其形狀都不相同。
- (四)晶球固化，體積會隨之脹大。如原本 30c.c.海藻酸鈉加入氯化鈣，過一段時間後，其龐大超出瓶蓋，比原來體積大。

二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響

- (一)海藻酸鈉高度越高~晶球直徑越小，反之晶球高度越低，晶球直徑越大，所以要製出最小晶球，**25cm 之海藻酸鈉其效果最佳**。

三、海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對發酵效率的影響

- (一)酵母菌越多，其發酵後產生二氧化碳越多，故其水位也下降越多，所以**酵母菌越多，其發酵作用越強，反之酵母菌越少，發酵作用越弱**。
- (二)葡萄糖+氧氣→酵母菌→二氧化碳+水+能量 水位下降的刻度差距，如果差距越大，表示二氧化碳佔的量越多，所以代表酵母菌發酵作用越強。

四、海藻酸鈉溶液多寡對酵母菌晶球的影響

- (一)酵母菌越多，其發酵後晶球破裂機率越高，故酵母菌少為最適合回收之晶球。

五、海藻酸鈉溶液多寡對酵母菌晶球發酵速率的影響

- (一)調配(0.05g 酵母菌/40~60cc) 之比例的酵母菌晶球顆粒最小。

六、氯化鈣加入界面活性劑對晶球長寬比、數量比的影響

- (一)氯化鈣加入界面活性劑 1.2g 時晶球長寬比最接近 1:1、平均 5 微米以下的較多。本實驗利用洗碗精進行製作，於生活上可用乳化劑進行代替。

統整：

氯化鈣 0.70/100cc 水 海藻酸鈉 0.05g/25c.c.水 酵母菌 0.05g
葡萄糖 0.10/100c.c.水 噴入高度 25cm

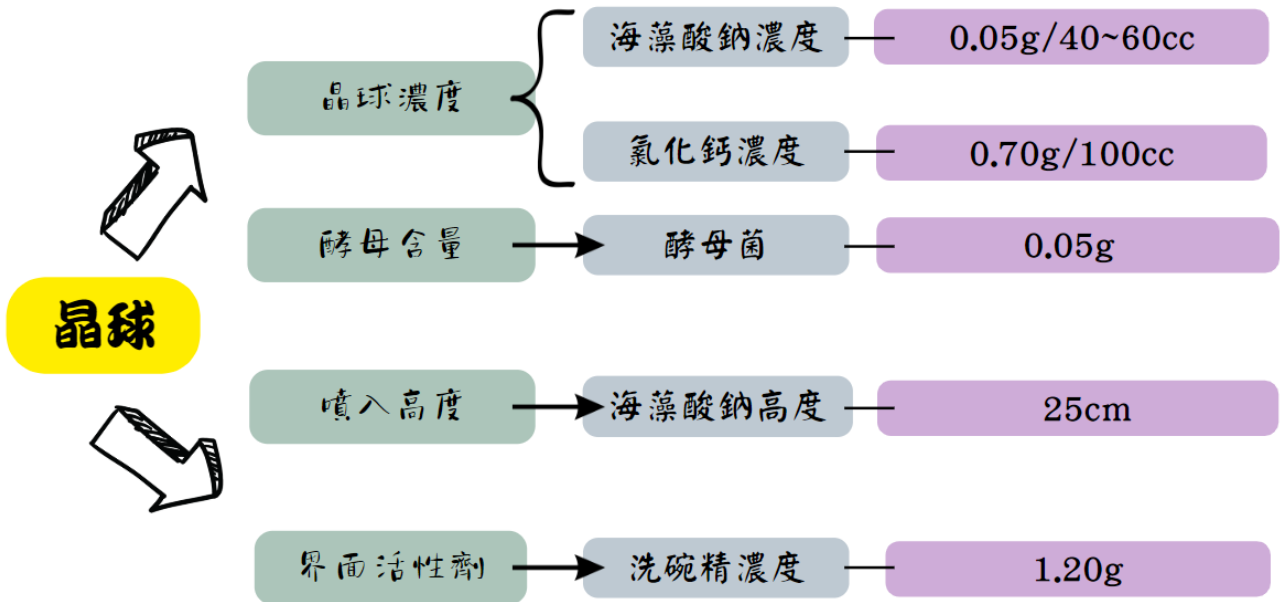


圖 7-1 結論

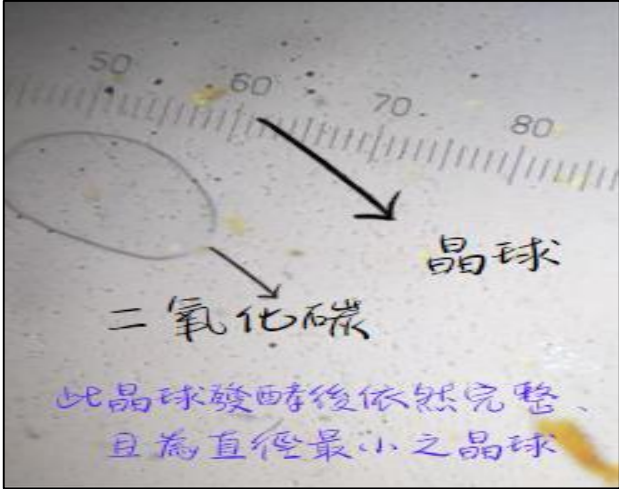
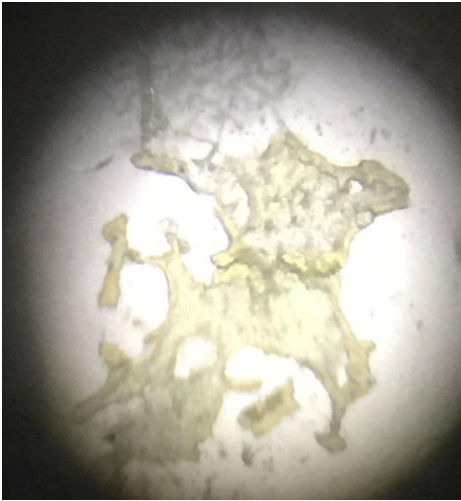
	
<p>酵母菌晶球噴入葡萄糖+氯化鈣溶液後之照片，觀察到酵母菌正在發酵產生二氧化碳的氣泡越來越大，越來越多（成功）。</p>	<p>與左圖酵母菌晶球原大小比較，添加太多酵母菌會使晶球在發酵過程因脹大而破裂（失敗）。</p>

表 7-1



圖 7-2 晶球成果理想圖

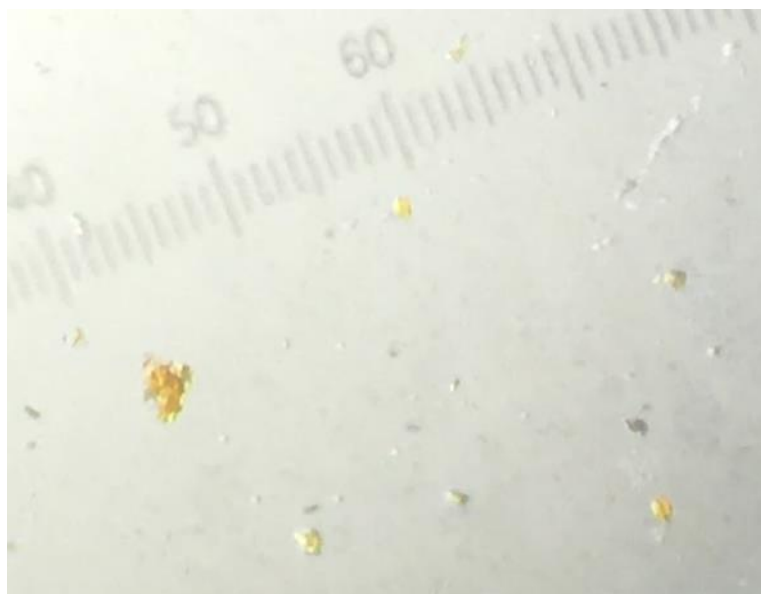


圖 7-3 利用「7-2」架構圖製成之晶球

捌、參考資料及其他

- 1.郭丞婕、朱家葳、陳靚霓、黃允欣（2021）魔幻「膜換」洗潔晶球，中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209 節錄自：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-080202.pdf?0.8326342129148543>
- 2.吳佳蓉、陳彥劭、吳郁婷（2015）目不轉「晶」—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209 節錄自：
<https://www.ntsec.edu.tw/Att.ashx?id=10817>
- 3.魏珮芯、吳政緯、王滋頌（2015）彩虹晶球-鳳梨珍珠之研發 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209 節錄自：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/052211.pdf>
- 4.賴俐璇、蔡松霖、林信翰（2011）一壺美「酒」，博君一「酵」 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209 節錄自：
https://www.mingdao.edu.tw/mdhsp/biology/pdf/b_p9608.pdf
- 5.賴俐璇、蔡松霖、林信翰（2011）一壺美「酒」，博君一「酵」 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209 節錄自：
https://www.mingdao.edu.tw/mdhsp/biology/pdf/b_p9608.pdf
- 6.酵母菌相關應用。20230209 節錄自：
<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%85%B5%E6%AF%8D%E6%8A%BD%E6%8F%90%E7%89%A9>
- 7.晶球化分子料理。20230209 節錄自：
<https://www.luxurywatcher.com/zh-Hant/article/24231>
- 8.分子料理相關網。20230209 節錄自：
(上:<https://pansci.asia/archives/164992> 下:<https://pansci.asia/archives/165006>)
- 9.酵母菌加入糖種類對其影響。20230209 節錄自：
<https://vocus.cc/article/5f996651fd89780001baf829>
- 10.晶球製作影片。20230209 節錄自：
<https://www.youtube.com/watch?v=176DaMysbZ4>
- 11.顯微鏡下酵母菌發酵冒個泡。20230209 節錄自：
<https://www.bilibili.com/video/BV11a4y1H7CS/>
- 12.酵母菌相關應用。20230209 節錄自：
<https://technews.tw/2021/01/24/yeast-can-be-used-to-produce-new-crown-pneumonia-vaccine/>
- 13.海藻酸 維基百科。20230307 節錄自：
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B5%B7%E8%97%BB%E9%85%B8>
- 14.氯化鈣 維基百科。20230307 節錄自：
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%AF%E5%8C%96%E9%88%A3>
- 15.固化 維基百科。20230307 節錄自
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9B%BA%E5%8C%96>
- 16.酵母菌 維基百科。20230307 節錄自：
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%85%B5%E6%AF%8D>
- 17.葡萄糖 維基百科。20230307 節錄自：
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%91%A1%E8%90%84%E7%B3%96>

【評語】 032903

本作品將海藻酸鈉溶液透過小噴瓶將其噴灑在小寶特瓶瓶蓋中的氯化鈣溶液以製作品球，實屬有趣。本作品設計多項操作變因，並進行多次測量來降低誤差，數據具有統計上的精確性。實驗進行的結果敘述和討論清楚，是用心的作品。現場回應評審提問具說服力，團隊合作默契十足。建議可以圖示表示實驗裝置以提高讀者對系統的瞭解。在晶球的測量上，缺乏三維方面的測量。

作品海報

壹、研究動機

1. 人們常說「良藥苦口」，但希望藉由晶球將其變為「良藥可口」
2. 希望藥品在胃中「緩慢釋出」，不立即被胃酸分解，達到最佳消化作用。
3. 在藥物分解後，晶球不殘留於體內中，達到最佳**成功率**(回收率)。
4. 膠囊 ⇒ 顆粒大，不易吞食，不易消化 ⇔ 藥物晶球:顆粒微米級、易消化、可配水喝入體內吸收。

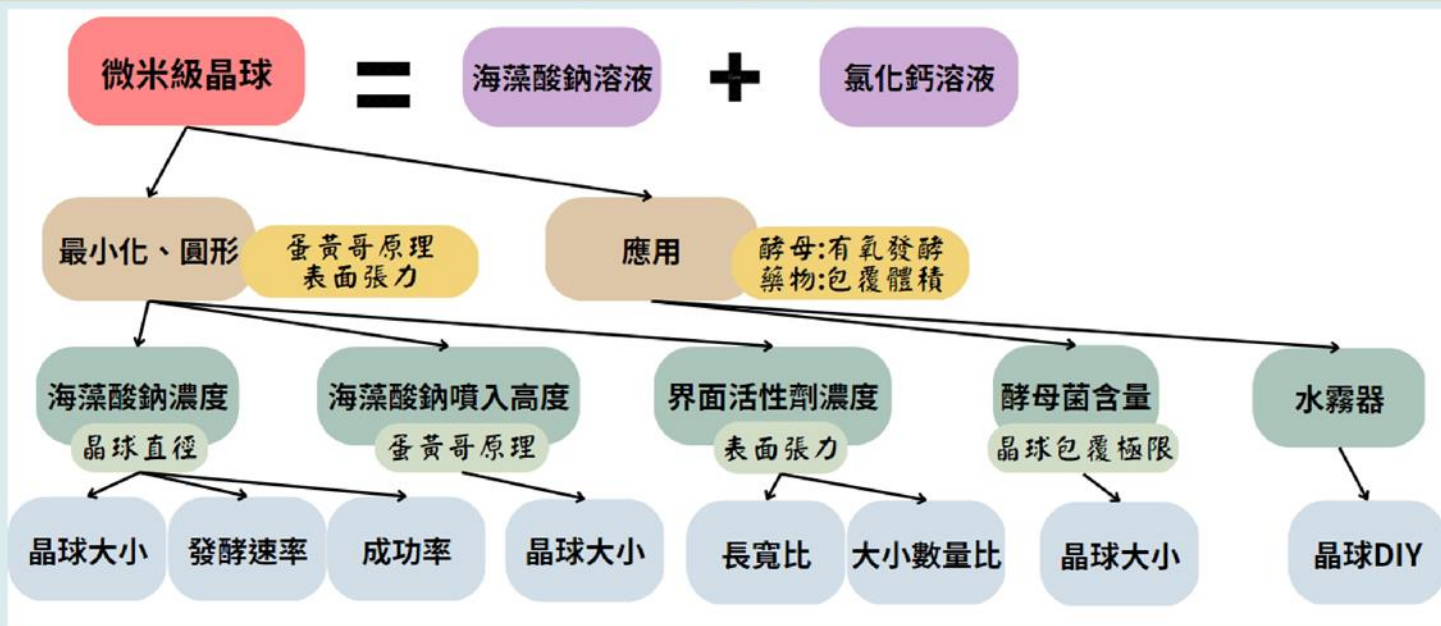
貳、研究目的

- 一、海藻酸鈉**濃度**對晶球噴霧**直徑大小**的影響
- 二、海藻酸鈉**噴入高度**對晶球**直徑大小**的影響
- 三、海藻酸鈉晶球加入**酵母含量**對其**發酵速率**之影響
- 四、海藻酸鈉溶液**濃度**對酵母晶球**成功率**的影響
- 五、海藻酸鈉溶液**濃度**對酵母晶球**發酵速率**的影響
- 六、氯化鈣加入**界面活性劑濃度**對晶球**長寬比**、**大小數量比**的影響



科展晶球~

參、研究方法

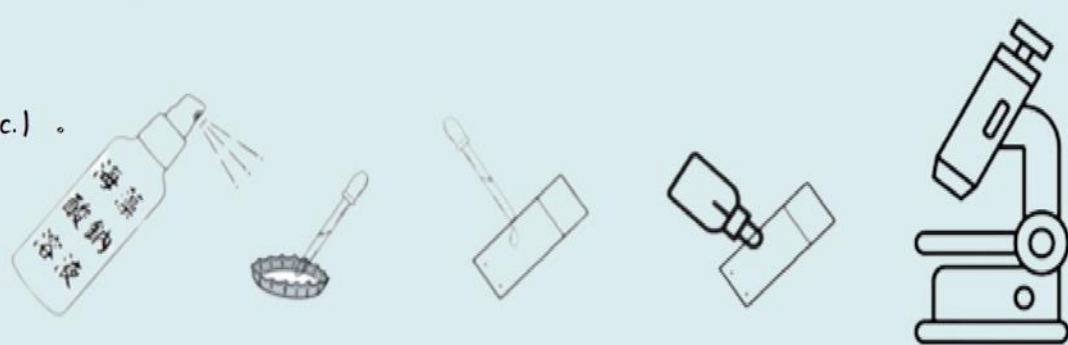


肆、重要名詞與解釋

- (一)晶球：晶球是透過A物質和B物質之**交聯作用**，形成球形物質。本實驗用海藻酸鈉水溶液噴入裝有氯化鈣溶液之水中，因海藻酸鈉遇氯化鈣溶液會固化（類似水凝結，凝固），所以兩者結合成晶球。
- (二)固化：氯化鈣可用於蔬菜罐頭，又能作為烹飪**分子美食**的原料，透過與**海藻酸鈉**反應使蔬菜和水果汁表面膠化形成類似**魚子醬**狀的小球。本實驗將利用此原理將海藻酸鈉噴入氯化鈣並使其固化成固狀晶球（維基百科，2022）。
- (三)表面張力：表面張力最常見的例子發生在液體與其他物質的接觸面。以水為例，水的表面張力來自於由**凡得瓦力**所造成的內聚力。表面張力會盡可能將水面維持平整的狀態，以達到最小表面位能（維基百科，2023）。

伍、研究步驟

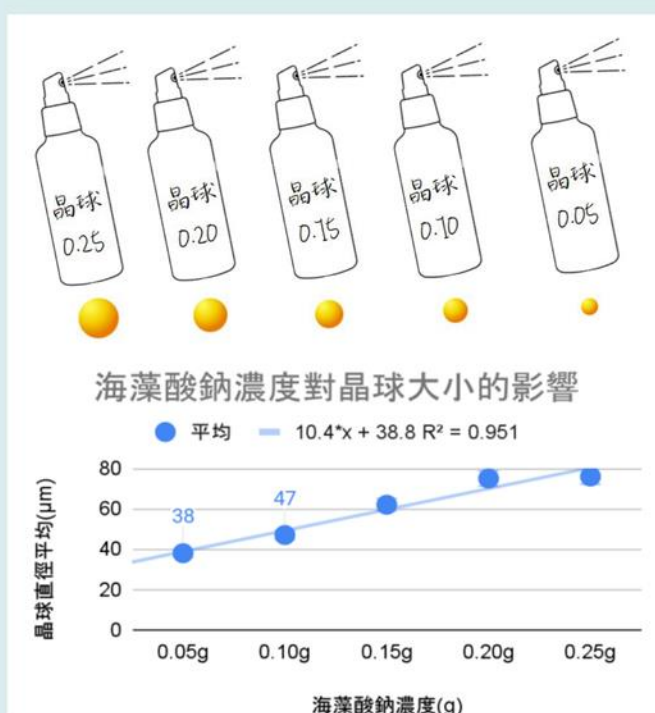
- 1.配置海藻酸鈉。
- 2.海藻酸鈉裝入小噴瓶中。
- 3.配置五瓶相同濃度於透明杯中（氯:0.7g, 水:100c.c.）。
- 4.將氯化鈣用滴管取3c.c.至小寶特瓶瓶蓋中。
- 5.將海藻酸鈉噴入氯化鈣瓶蓋中。
- 6.用滴管吸取一滴到玻片上。
- 7.加染液（碘液）後蓋上蓋玻片。
- 8.用顯微鏡觀察。



陸、研究結果與討論

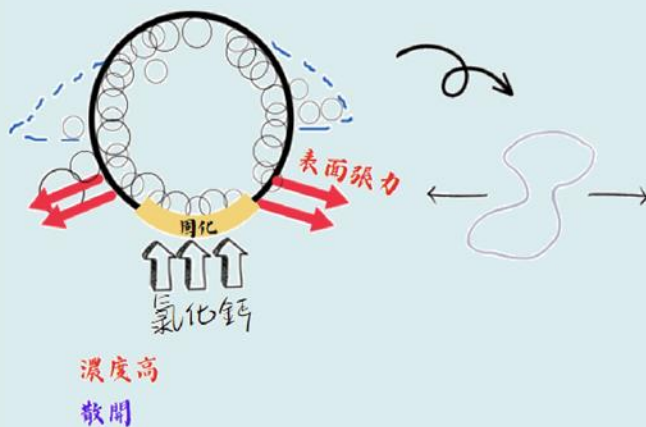
一、海藻酸鈉濃度對晶球直徑大小的影響

在相同環境、溫度、濕度、氯化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉濃度（0.05、0.10、0.15、0.20、0.25g）噴入氯化鈣，而結果為**海藻酸鈉濃度越濃，晶球直徑越大**，反之晶球濃度越稀，晶球直徑越小，所以要製出最小晶球，**0.05g**之海藻酸鈉其效果最佳。（**0.01g**因濃度太低，無法成形）運用蛋黃哥原理，如果越低處噴入，晶球因受重力較小而不容易破裂保持完整、較少。如果從越高處噴入，那晶球會較少且不完整。



蛋黃哥原理

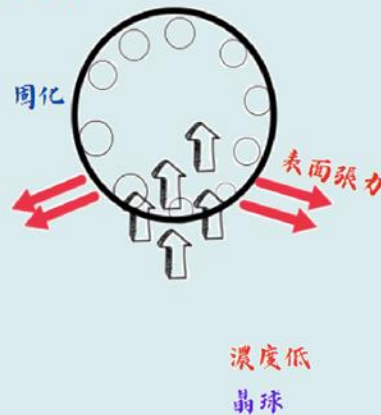
蛋黃哥原理:蛋黃碰到鈣子底部最先硬化,其他邊緣則散開



水分滲透多寡決定是否破掉

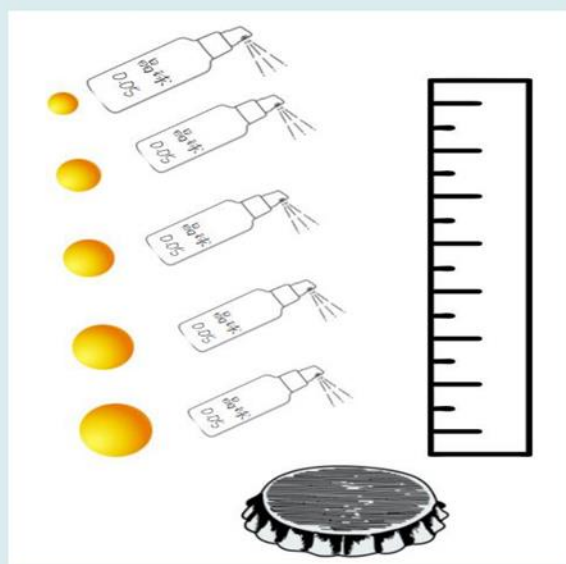
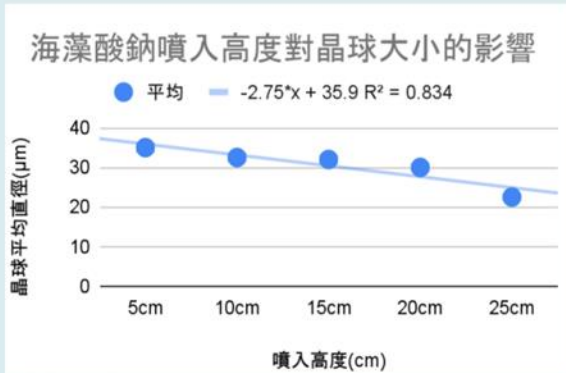
多(淡):同化
少(濃):散開

內外同時硬化

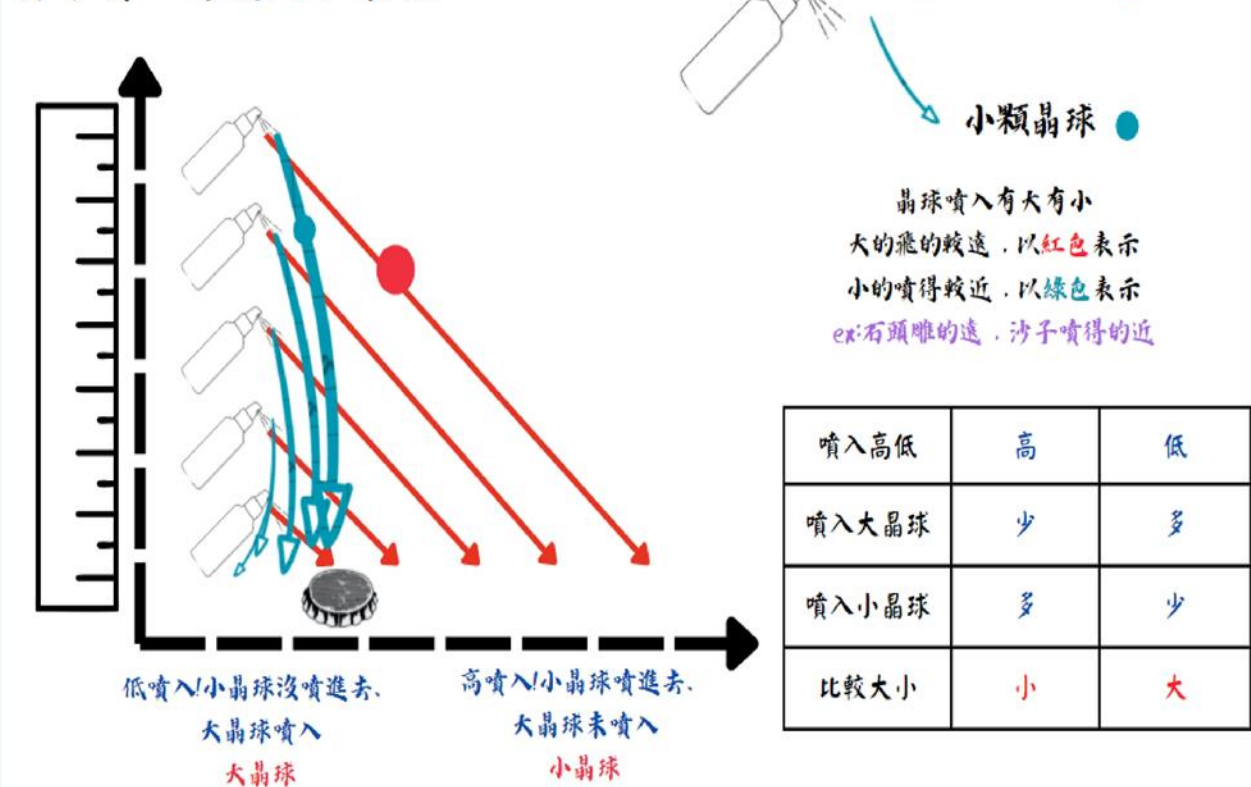


二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響

在相同環境、濃度、濕度、氯化鈣溶液下，分別用五種不同的海藻酸鈉噴入高度之晶球（5、10、15、20、25cm）噴入氯化鈣，而結果為海藻酸鈉高度越高~晶球直徑越小，反之晶球高度越低，晶球直徑越大，所以要製出最小晶球，25cm之海藻酸鈉其效果最佳。（噴射口越高越接近，晶球顆粒越小）



晶球噴入高度大小原理



三、海藻酸鈉晶球加入酵母含量對其發酵速率之影響

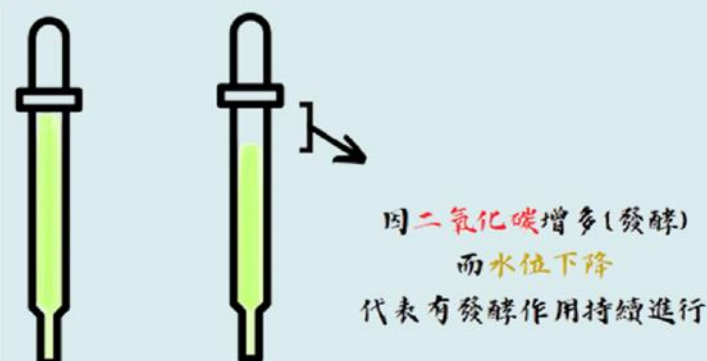
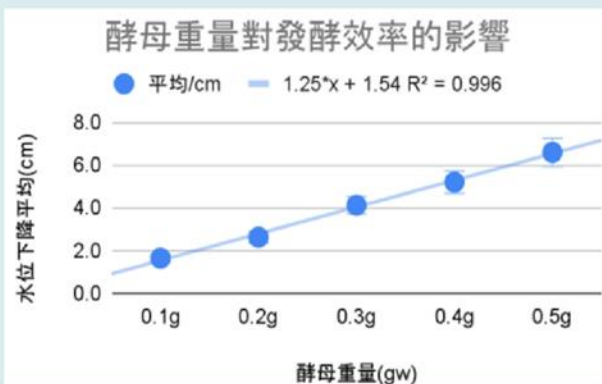
在相同環境、濃度、濕度、氯化鈣溶液下，海藻酸鈉溶液分別加入五種不同重量的酵母菌（0.10、0.20、0.30、0.40、0.50g）噴入氯化鈣。

而結果為酵母菌越多，其發酵後產生二氧化碳越多，故其水位也下降越多，所以酵母菌越多，其發酵速率越快，反之酵母菌越少，發酵速率越慢。

晶球酵母菌多，雖然發酵速率快，但因酵母太多無法包住，所以無法回收。

特性：葡萄糖+氧氣==>酵母菌==>二氧化碳+水+能量，所以我們將他加入葡萄糖(5c.c.)後放入滴管並做水位高度之紀錄，等一段時間後，在看水位下降的刻度差距，如果差距越大，表示二氧化碳佔的量越多，所以代表酵母菌發酵作用越強。

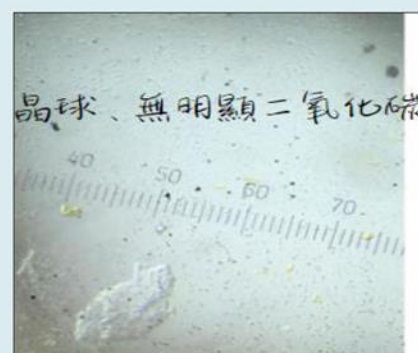
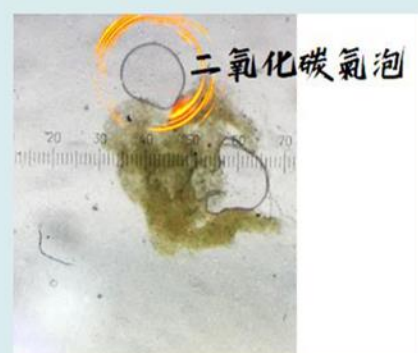
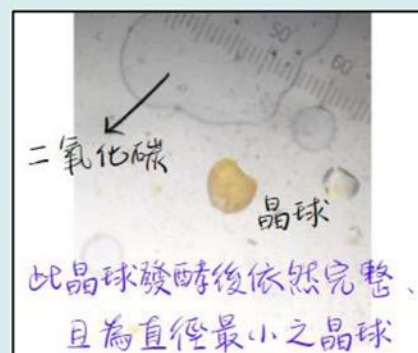
整合發現：將酵母晶球滴在玻片上加碘液於顯微鏡下觀察，會發現晶球加酵母會變得較大，因為其包含了酵母，也發現酵母在顯微鏡下產生的二氧化碳氣泡會越來越多、越來越大，最終會消耗掉大部分氧氣使其慢慢停止發酵。



四、海藻酸鈉溶液濃度對酵母晶球發酵速率的影響

由上述實驗可以得知，調配0.05g酵母、40~60c.c.之比例的酵母晶球顆粒最小、發酵速率最快、也不會發酵完就立刻破掉，所以本實驗最終目的之酵母藥物晶球、抗生素藥物晶球為最符合本實驗需求之比例。

發酵後照片						
比例	0.05g酵母/40 c.c.	0.05g酵母/60c.c.	0.05g酵母/70c.c.	0.05g酵母/75c.c.	0.05g酵母/85c.c.	0.10g酵母/100c.c.
成功與否	成功	成功	成功	成功	失敗 無二氧化碳 ↓ 無發酵現象	失敗 沒有完整晶球遺留
發酵速率	此發酵速率最佳 ~有最小晶球及明顯二氧化碳~	此發酵速率最佳 ~有最小晶球及明顯二氧化碳~	此發酵速率第二 ~有晶球(第二大)且有大量二氧化碳~	此發酵速率第三 ~有晶球但少量二氧化碳~	此發酵速率第四 ~有晶球但較大顆~	此發酵速率第五 ~晶球消失~

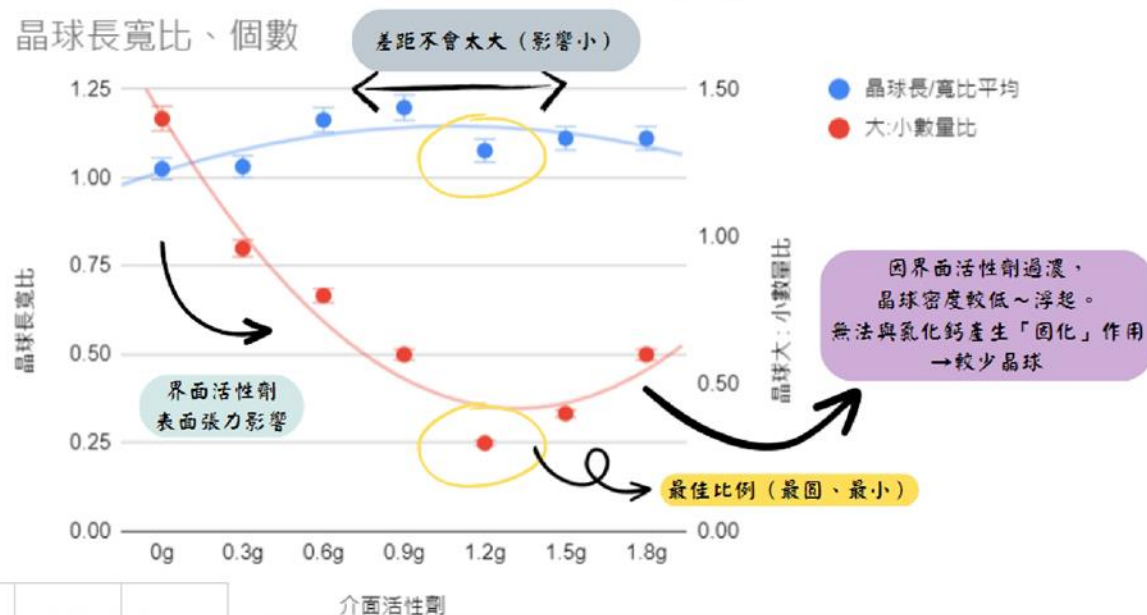


五、氯化鈣加入界面活性劑濃度對晶球長寬比、大小數量比的影響

晶球長寬比:因長寬比為1:1時，晶球為圓形，所以包覆面積最大，效果最佳(但實驗得出，並不會差距太大，所以將以「晶球大/小」)

晶球大/小:因晶球較大，比值>1、晶球較小，比值<1 ⇒所以本實驗希望晶球越小越好

將採納<1的實驗數據做為後續參考



比	0g	0.3g	0.6g	0.9g	1.2g	1.5g	1.8g
晶球長/寬比1	1.50	1.00	1.67	1.67	1.50	1.00	1.00
晶球長/寬比2	1.40	1.20	1.25	1.33	1.00	1.50	1.00
晶球長/寬比3	1.25	1.50	1.33	1.50	1.33	1.33	2.00
晶球長/寬比4	1.00	1.25	1.33	1.25	1.33	1.50	1.33
晶球長/寬比5	1.00	1.50	1.00	1.33	1.33	1.00	1.50
晶球長/寬比平均	1.23	1.24	1.40	1.44	1.29	1.33	1.33
大:小數量比	1.17	0.80	0.67	0.50	0.25	0.33	0.50
(以5微米為標準)	7/6	4/5	2/3	2/4	1/4	1/3	1/2

0.00~0.90g 晶球大/小個數小於0
~表面張力減少

1.20g 最接近生理食鹽水濃度、晶球最接近1:1、晶球平均最小

1.50~1.80g 晶球大/小越來越大
~密度關係、濃度高上層無法固化

柒、未來應用



水霧器利用**超音波原理**

步驟:

1. 將液態水化為液態小水珠(水霧)
2. 我們將海藻酸鈉水裝入寶特瓶中並將水霧器放入
3. 再將氯化鈣水裝入寶特瓶中並將水霧器放入
4. 在寶特瓶瓶身上開洞
5. 將開洞處面對面中間以玻片接住晶球
6. 加入碘液以顯微鏡進行觀察

在家中感冒了~ 利用此裝置→ 於家中DIY 類似快篩方法 → 依照藥物需求(感冒藥)製作晶球

『良藥可口』



捌、結論

一、海藻酸鈉濃度對晶球直徑大小的影響

(一)海藻酸鈉濃度越濃~晶球直徑越大，反之晶球濃度越稀，晶球直徑越小，所以要製出最小晶球，**0.05g之海藻酸鈉其效果最佳。**

二、海藻酸鈉噴入高度對晶球直徑大小的影響

(一)海藻酸鈉高度越高~晶球直徑越小，反之晶球高度越低，晶球直徑越大，所以要製出最小晶球，**25cm之海藻酸鈉其效果最佳。**

三、海藻酸鈉溶液加入酵母菌多寡對發酵效率的影響

(一)酵母菌越多，其發酵後產生二氧化碳越多，故其水位也下降越多，所以**酵母菌越多，其發酵作用越強，反之酵母菌越少，發酵作用越弱。**

(二)葡萄糖+氧氣===酵母菌===>二氧化碳+水+能量 >>> 水位下降的刻度差距，如果差距越大，表示二氧化碳佔的量越多，所以代表酵母菌發酵作用越強。

四、海藻酸鈉溶液多寡對酵母晶球成功率的影響

(一)酵母菌越多，其發酵後晶球破裂機率越高。

五、海藻酸鈉溶液多寡對酵母晶球發酵速率的影響

(一)調配(0.05g酵母/40~60c.c.)之比例的酵母晶球顆粒最小。

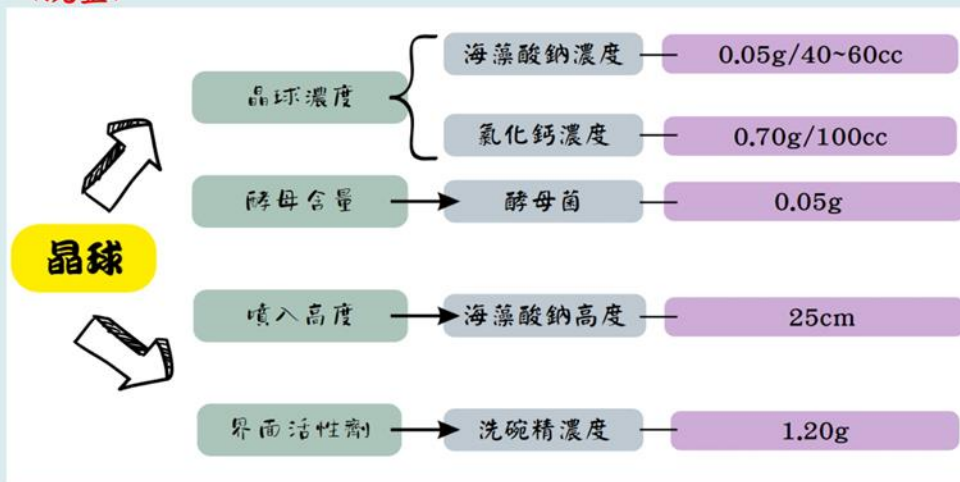
六、氯化鈣加入界面活性劑對晶球長寬比、數量比的影響

(一)氯化鈣加入界面活性劑1.20g時晶球長寬比最接近1:1、平均5微米以下的較多(以乳化劑代替)

新發現:

※推測晶球形狀是因為噴入角度不同**海藻酸鈉碰到氯化鈣之瞬間改變形狀**，所以其形狀都不相同。

<統整>:



捌、參考文獻

1. 郭丞婕、朱家葢、陳靦靦、黃允欣 (2021) 魔幻「膜換」洗潔晶球，中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209節錄自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-080202.pdf?0.8326342129148543>
2. 吳佳蓉、陳彥鈞、吳郁婷 (2015) 目不轉「晶」—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209節錄自：<https://www.ntsec.edu.tw/Att.ashx?id=10817>
3. 魏珮芯、吳政緯、王滋順 (2015) 彩虹晶球-鳳梨珍珠之研發 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209節錄自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/052211.pdf>
4. 賴俐璇、蔡松霖、林信翰 (2011) 一盞美「酒」，博君一「醉」 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書。20230209節錄自：https://www.mingdao.edu.tw/mdhsp/biology/pdf/b_p9608.pdf
5. 酵母菌相關應用。20230209節錄自：<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E9%85%B5%E6%AF%8D%E6%8A%BD%E6%8F%90%E7%89%A9>
6. 晶球化分子料理。20230209節錄自：<https://www.luxurywatcher.com/zh-Hant/article/24231>
7. 分子料理相關網。20230209節錄自：<https://pansci.asia/archives/164992> 下：<https://pansci.asia/archives/165006>
8. 酵母加入糖種類對其影響。20230209節錄自：<https://vocus.cc/article/5f996651fd89780001baf829>
9. 晶球製作影片。20230209節錄自：<https://www.youtube.com/watch?v=176DaMysbZ4>
10. 顯微鏡下酵母發酵冒個泡。20230209節錄自：<https://www.bilibili.com/video/BV11a4y1H7CS/>
11. 酵母菌相關應用。20230209節錄自：<https://technews.tw/2021/01/24/yeast-can-be-used-to-produce-new-crown-pneumonia-vaccine/>
12. 海藻酸 維基百科。20230307節錄自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B5%B7%E8%97%BB%E9%85%B8>
13. 氯化鈣 維基百科。20230307節錄自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%AF%E5%8C%96%E9%88%A3>
14. 固化 維基百科。20230307節錄自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%9B%BA%E5%8C%96>
15. 酵母 維基百科。20230307節錄自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%85%B5%E6%AF%8D>
16. 葡萄糖 維基百科。20230307節錄自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%91%A1%E8%90%84%E7%B3%96>