

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：腸道保衛戰-優酪乳與養樂多的大對決

一、摘要：

發酵乳之所以能使腸道健康，原因在於其中含有的乳酸菌可產生乳酸，影響腸道 pH 值，抑制其他菌種生長。實驗發現，市售的發酵乳中「優酪乳」產生乳酸的效率優於「養樂多」。

為理解乳酸菌產生乳酸效率的影響因素，我們探討了：(1)乳酸菌「種類」的影響、(2)乳酸菌「數量」的影響。結果發現，優酪乳產生乳酸菌效率最好的原因來自於乳酸菌「種類」的不同，耐酸的菌種表現普遍較佳，而乳酸菌數量增加反而會使得產生乳酸的效率降低，我們推測，原因在於乳酸菌數量增加會使得環境更酸，反而不利於乳酸菌的生長。

二、探究題目與動機

在電視上，我們經常能發現多喝優酪乳、養樂多能幫助腸道健康的廣告。然而優酪乳、養樂多孰優孰劣，我們得先從他們是如何進行腸道保健的開始，我們查找了相關研究後發現，他們能保健腸道的原因來自於當中含有的乳酸菌。乳酸菌是一種可利用發酵醣類(如葡萄糖、乳糖等)，而將之轉變為乳酸的細菌。由於乳酸菌在腸道內生長導致 pH 值下降，而抑制了其他會產生不良物質的腸道細菌，因此具有整腸作用，這類含有乳酸菌的飲品，統稱「發酵乳」。

「優酪乳」與「養樂多」各為發酵乳的種類之一，為了比較兩者的效果，我們製造了能夠使它們當中乳酸菌生活的環境，並實際比較兩者產生乳酸的效率，藉此判斷何者具有較佳的整腸效果。此外，我們想知道效果較佳的一方，是因為其中乳酸菌的種類不同，還是數量不同，而影響了結果，所以我們再分析不同乳酸菌種類、數量對產生乳酸的影響。

三、探究目的與假設

- (一)優酪乳與養樂多產生乳酸的效率比較
- (二)不同乳酸菌「種類」產生乳酸的效率比較
- (三)不同乳酸菌「數量」產生乳酸的效率比較

四、探究方法與驗證步驟

(一) 相關研究整理：

1. 優酪乳與養樂多的差異：可分為含有「菌種」及「數量」上的差異。
 - (1) 以「菌種」的差異而言：國際酪農協會規定優酪乳中必須含有嗜熱鏈球菌 *S. thermophilus* 與保加利亞桿菌 *L. bulgaricus*，其餘的並不能稱為優酪乳，僅能叫做發酵乳飲品。雖然台灣國家標準無此限制，但多數市售優酪乳皆會添加此兩種菌種，而養樂多中則無。
 - (2) 以「數量」的差異而言：依中華民國國家標準(CNS3058)的定義，發酵乳中，乳酸菌含量達 1000 萬(cfu / g)以上者，稱為優酪乳；100 萬(cfu / g)以上者，稱為發酵乳飲品，例如：養樂多。

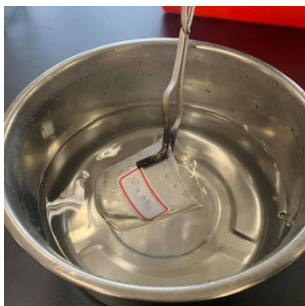
2. 乳酸菌的培養方式：

- (1) 基質：乳酸菌常需要一些較特殊的營養分如維生素、胺基酸或核酸之類，牛奶就是一種很適於乳酸菌發酵的天然基質，其糖分夠，蛋白質的質與量均甚佳。
- (2) 氧含量：有些只需要少量氧氣，有些則根本不需要氧氣，大量的氧氣存在時，乳酸菌是無法生長的。
- (3) 溫度：溫度最佳為攝氏 20 度至 45 度(略高於室溫)。
- (4) pH 值：最佳在 5 至 7 之間，但在較酸的環境中，會使乳酸菌不易生長。

(二) 實驗設計：

1. 實驗(一)：優酪乳與養樂多產生乳酸的效率比較

- (1) 在測試前先將燒杯置於沸騰的水中殺菌，確保僅有後添加的乳酸菌產生乳酸。
- (2) 使用量筒測量 30ml 的鮮乳，並倒入燒杯作為基質，為確保研究的可信程度，每組我們會使用 3 杯 30ml 的鮮乳進行測量，並準備 3 杯不加發酵乳之鮮乳作為對照組。
- (3) 以滴管取 3ml 的優酪乳(A 牌、LP 牌)與養樂多(Y 牌、LC 牌)至鮮乳中，並使用保鮮膜包覆，避免多餘的氧氣及異物進入燒杯中。
- (4) 每小時使用 pH 計測量各杯的酸鹼值，並將保鮮膜重新包覆，每組共紀錄 8 次。



圖一、使用燒杯前先以沸騰的水殺菌



圖二、使用保鮮膜將 30ml 鮮乳及 3ml 的發酵乳包覆



圖三、每組準備 3 杯進行測量，確保可信度，pH 計測完重新校正

2. 實驗(二)：不同乳酸菌「種類」產生乳酸的效率比較

- (1) 因研究指出，乳酸菌即使種類名稱相同，若培養方式不同也無法有相同的效果，為了準確分析優酪乳、養樂多當中的乳酸菌成效，我們只能透過統計市售優酪乳、養樂多營養成分表中含有的乳酸菌種類，製成表一。
- (2) 針對含有表一中之發酵乳在該時段之 pH 值進行統計、平均，如表一中嗜熱鏈球菌(S 菌)為 LP 牌、A 牌發酵乳有，我們便平均 LP 牌及 A 牌的 pH 值，用以代表 S 菌。
- (3) 與實驗一相同，用 30ml 的鮮乳並以滴管滴入 3ml 發酵乳，其中包含 A 牌優酪乳、LP 牌優酪乳、LC 牌發酵乳及養樂多，並以保鮮膜覆蓋。

表一、各式發酵乳中「乳酸菌」種類分布

	嗜熱 鏈球菌 (S 菌) <i>Streptococcus thermophilus</i>	保加利亞 乳酸桿菌 (L 菌) <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	嗜酸 乳桿菌 (A 菌) <i>Lactobacillus acidophilus La-5</i>	雷特氏 B 菌 (B 菌) <i>Bifidobacterium lactis Bb-12</i>	凱氏 乳桿菌 (C 菌) <i>Lactobacillus casei Shirota</i>	副乾酪 乳酸桿菌 (LP 菌) <i>Lactobacillus paracasei</i>
LP 牌	*	*				*
A 牌	*	*	*	*		
Y 牌					*	
LC 牌						*

(4) 根據表一中不同的乳酸菌種類，分為優酪乳必添加組(S 菌及 L 菌)、優酪乳無須添加組(其他菌種)，兩組進行比較。

3. 實驗(三)：不同乳酸菌「數量」產生乳酸的效率比較

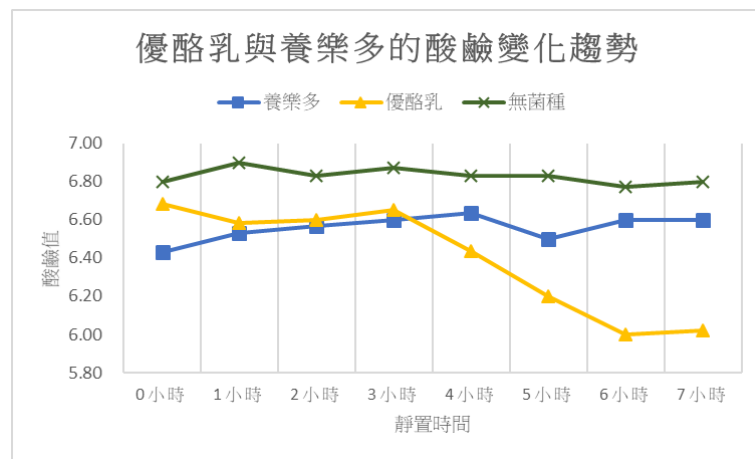
- (1) 在測試之前先將燒杯置於沸騰的水中殺菌，以確保僅有後添加的乳酸菌產生乳酸。
- (2) 使用量筒測量 30ml 的鮮乳，並倒入燒杯，為確保研究的可信程度，我們每種組會使用 3 杯 30ml 的鮮乳進行測量，並準備 3 杯不加發酵乳之鮮乳作為對照組。
- (3) 將 A 牌優酪乳以滴管取 3、6、9、12、15ml 至鮮乳中，並使用保鮮膜包覆，避免多餘的氧氣及異物進入燒杯中。
- (4) 每小時使用 pH 計測量各杯的酸鹼值，並將保鮮膜重新包覆，每組共紀錄 8 次。
- (5) 分析添加 3、6、9、12、15ml 乳酸菌的組別其產生乳酸的效率。

五、結論與生活應用

(一) 實驗一的測量結果：優酪乳與養樂多產生乳酸的影響比較

表二、優酪乳與養樂多產生乳酸的影響比較

	0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時
	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值
優酪乳	6.69	6.59	6.60	6.65	6.44	6.20	6.00	6.02
養樂多	6.43	6.53	6.57	6.60	6.63	6.50	6.60	6.60
無菌種	6.80	6.90	6.83	6.87	6.83	6.83	6.77	6.80



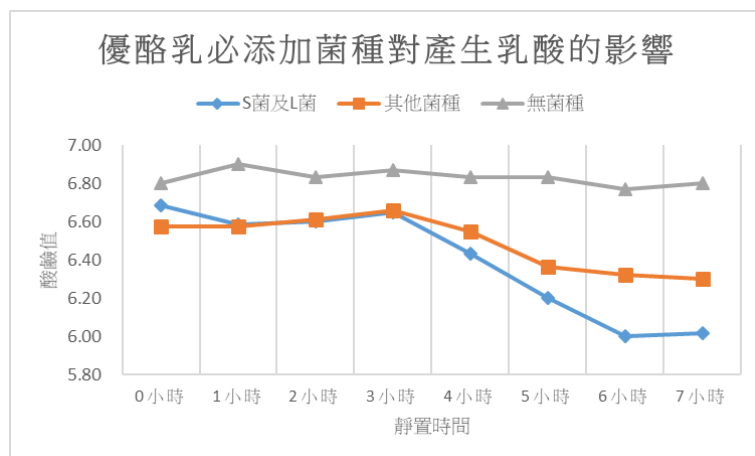
圖四、優酪乳與養樂多隨時間的酸鹼值變化曲線

我們將市售的優酪乳(A 牌、LP 牌)進行平均，與養樂多(Y 牌)進行比較，結果顯示，在 3 小時內，各杯的酸鹼值相差不多，但在第 4 小時開始，優酪乳產生乳酸使得鮮乳的 pH 值下降程度卻遠勝養樂多。

(二) 實驗二的測量結果：不同乳酸菌「種類」產生乳酸的效率比較

表三、優酪乳必添加菌種對其他菌種的比較

	0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時
	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值
優酪乳必添加菌種	6.68	6.58	6.60	6.65	6.43	6.20	6.00	6.02
其他菌種	6.58	6.57	6.61	6.66	6.55	6.36	6.32	6.30
無菌種	6.80	6.90	6.83	6.87	6.83	6.83	6.77	6.80



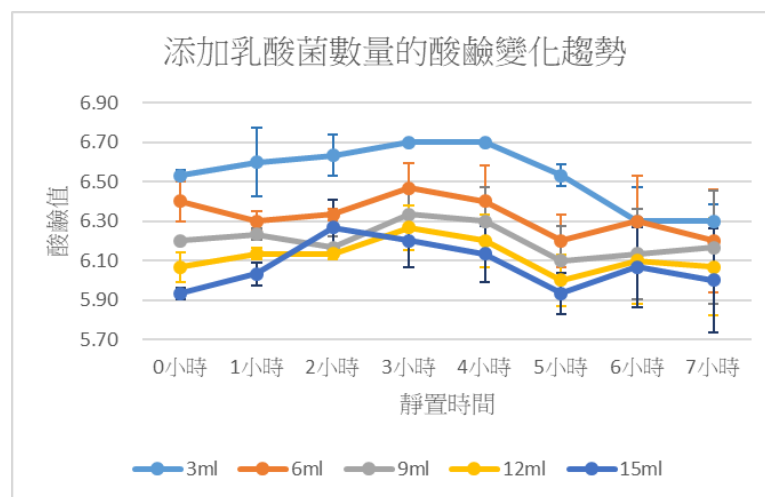
圖五、優酪乳必添加菌種及其他菌種對產生乳酸的影響比較

我們將各式菌種分成優酪乳必添加的菌種(S 菌及 L 菌)與其他菌種(A 菌、B 菌、C 菌及 LP 菌)兩組，結果發現，圖四與圖五的線性相似，我們可證實優酪乳中的不同菌種確實會對產生乳酸的效率有所影響，但影響是否大過於乳酸菌數量的影響，我們仍須比較實驗三的實驗結果。

(三) 實驗三的測量結果：不同乳酸菌「數量」產生乳酸的效率比較

表四、不同的乳酸菌數量對產生乳酸的影響

添加數量		0 小時	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時
		pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值	pH 值
3ml	平均	6.53	6.60	6.63	6.70	6.70	6.53	6.30	6.30
	標準差	0.06	0.35	0.21	0.00	0.00	0.12	0.35	0.17
6ml	平均	6.40	6.30	6.33	6.47	6.40	6.20	6.30	6.20
	標準差	0.20	0.10	0.06	0.25	0.36	0.26	0.46	0.52
9ml	平均	6.20	6.23	6.17	6.33	6.30	6.10	6.13	6.17
	標準差	0.00	0.06	0.12	0.29	0.35	0.35	0.46	0.58
12ml	平均	6.07	6.13	6.13	6.27	6.20	6.00	6.10	6.07
	標準差	0.15	0.06	0.06	0.23	0.26	0.26	0.44	0.49
15ml	平均	5.93	6.03	6.27	6.20	6.13	5.93	6.07	6.00
	標準差	0.06	0.12	0.29	0.26	0.29	0.21	0.40	0.53



圖六、添加不同乳酸菌數量的酸鹼值變化

從表四的結果來看，反而添加的乳酸菌數量越少，其總下降 pH 值的比例越高，與我們原先假定乳酸菌數量越多，pH 值下降比例更大的結果不符，究其原因，我們可以從圖六的結果發現，在添加乳酸菌的那一刻起，添加乳酸菌越多的組別，其 pH 值便比較低(如 15mL 組一添加時 pH 值=5.93，遠低於 3mL 組的 pH 值=6.53)，而隨著時間流逝，一開始 pH 值較高的組別下降較明顯(總下降 pH 值=0.23)，反倒是一開始 pH 值較低的組別(總下降 pH 值近乎於 0)下降有較緩的趨勢。從圖六，我們推測乳酸菌本身即是酸性的，添加越多的乳酸菌，反而使得液體越酸，此時環境反而不利於乳酸菌產生乳酸，故乳酸菌數量越多，反而阻礙了乳酸菌產生乳酸的效果。

(四) 討論與結論

從實驗一的優酪乳及養樂多的比較中，我們發現優酪乳產生乳酸，使腸道 pH 值下降的效果遠勝於養樂多，我們推測原因有二：(1)優酪乳菌種本身優於發酵乳飲品及乳酸飲料、(2)優酪乳活菌的數量大於發酵乳飲品及乳酸飲料。

而比較實驗二及實驗三的數據後，我們推斷乳酸菌的「種類」才是關鍵，S 菌及 L 菌在降低 pH 值的表現確實優於其他菌種，而乳酸菌的數量，反而越多越難使 pH 值下降。究其原因，在於乳酸菌本身為酸性，但酸性的環境卻又不利於乳酸菌生長，故乳酸菌數量越多，其產生乳酸的效率就越差，而優酪乳的活菌數量較多，pH 值下降的表現卻較好，我們便可排除是因為乳酸菌數量的緣故；另一方面，優酪乳中使用的 S 菌及 L 菌為較耐酸的乳酸菌種，受到酸性環境的影響較小，產生乳酸的效率較好，從此點便可說明為乳酸菌種類的影響。

參考資料

- 一、洪志松(1981)。乳酸菌與人體健康。科學月刊，144，1981。
- 二、黃惠宇(2006)。腸道系統守護神——乳酸菌。科學月刊，37，104-107。
- 三、黃培鈞(2004)。選殖乳酸菌暨發酵乳清生產乳酸之研究。東海大學碩士論文。
- 四、台灣乳酸菌協會。乳酸菌小百科。取自：<https://www.talab.org.tw/knowledge.htm#01>
- 五、黃宜稜(2017)。不同菌種具有不同功效 優酪乳名稱讓人眼花撩亂應該怎麼挑？食力 foodNext，食專題。
- 六、黃毓棻(2017)。顯微鏡 ON！看穿市售優酪乳的菌世界。食力 foodNext，食專題。
- 七、台農鮮乳廠。何謂“發酵乳”？市面上常見的發酵乳產品主要為哪幾種？有何不同？取自：
http://nfamilk.farmer.org.tw/common_content.aspx?id=241