

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

080318

沒齒難忘的乳香～乳飲品對牙齒的影響

學校名稱：臺北市大安區私立復興國民小學

作者： 小四 甘杰生 小四 陳宗駿 小四 黃暉哲 小四 沈 平	指導老師： 林淑慧 陳顥仁
---	---------------------

關鍵詞：乳飲品、腐蝕、護牙

沒齒難忘的乳香 ~ 乳飲品對牙齒的影響

摘要

乳飲品和牙齒是朋友？還是敵人？爸媽叫我們常喝鮮奶，牙醫要我們保健牙齒，到底乳飲品對牙齒有何影響？我們決定做科展研究。研究發現：一、豬牙與人牙構造相同、硬度相近；二、乳飲品pH值會隨甜度變化減少而降低；三、在越酸的乳飲品中浸泡，牙齒重量減輕越多(後牙重量變化較大)、刻痕越深(前後牙的刻痕變化相近)、乳飲品pH值比pH值變化重要；四、氟膠保護時效最長，牙膏次之，清水沒有；五、乳飲品提供細菌生長的糖分，使細菌快速增加。研究得知：一、要避免選擇pH值低或甜度高的乳飲品，因腐蝕性較強；二、後牙的清潔比前牙更要注意；三、預防蛀牙要每天用含氟牙膏刷牙、定期塗氟膠；四、喝完乳飲品最好3分鐘內清潔牙齒。

壹、研究動機

每次跟爸媽去大賣場買鮮奶，看到琳瑯滿目的乳飲品，媽媽說喝鮮奶最好，我想喝優酪乳，弟弟又想喝調味乳，還有最近廣告剛上市的鈣多多鮮奶，都不知該如何選擇？因為每天都要喝鮮奶，喝鮮奶到底會不會造成蛀牙？到底喝什麼乳飲品才對牙齒好呢？上次媽媽帶我和弟弟去牙齒塗氟，牙醫師提醒我和弟弟要常刷牙，到底塗氟和刷牙真的能預防蛀牙嗎？這次參加科展，約好幾位作者，發現大家都有相同的疑慮，於是決定用乳飲品和牙齒做為科展題目。

貳、研究目的

- 研究一、 探討人牙及豬牙的相似度、認識牙齒的構造
- 研究二、 探討不同乳飲品的甜度、pH 值及相互關係
- 研究三、 探討乳飲品的 pH 值對豬牙腐蝕的影響
- 研究四、 探討清水、含氟牙膏及氟膠對豬牙的保護作用
- 研究五、 探討乳飲品在口腔內人牙的細菌變化及影響

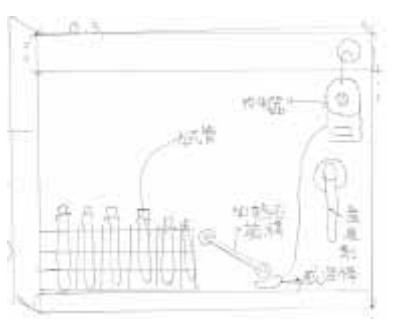





參、研究設備及器材

一、自製設備

(一) 自製 37°C 恆溫水族箱

在討論實驗過程時，發現維持溫度很重要，因為牙齒和乳飲品一定是在口腔裡面發生變化，所以要將實驗中的試管放進一個恆溫 37°C 左右的環境裡。我們想利用烤箱、蒸籠或奶瓶保溫器來代替，但是會有溫度不能控制、用火危險(連續加溫 21 天)、還有不夠大(要放很多試管)等問題。幸好看到實驗室裡的水族箱，只要加上加溫和控溫的設備，就可以完成模擬口腔溫度的恆溫培養箱。

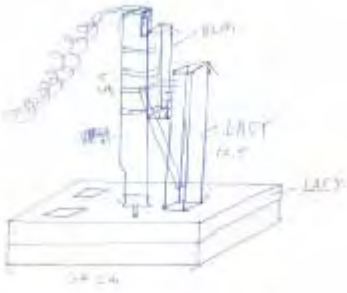


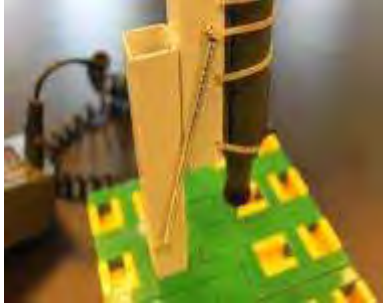


雖然找到了水族箱和加溫設備(包括：溫度控制器、溫度感應器、加溫管)，但是溫度控制器的最高溫度是 35°C，爲了要提高水族箱內的溫度，我們利用保麗龍泡棉(隔熱)及黏土(增重)，來降低溫度感應器的實際感應溫度，達到加熱溫度向上調整的目的。

		
手繪草稿圖	溫度控制器	溫度感應器
		
加溫管	隔熱包覆的溫度感應器	自製恆溫水族箱

(二) 自製鑽針加重及黏土平臺

在討論如何知道牙齒被腐蝕的結果時，除了重量的減輕，也許還有表面硬度的減少，因此決定在牙齒的表面刻痕，進一步了解經過乳飲品浸泡後，牙齒表面硬度的變化。資訊告訴我們牙齒的硬度很高，牙醫都是使用鑽石硬度級的鑽針來切磨牙齒，幸好我們找到 1 組用來雕刻玻璃並且配有鑽石級鑽針的迷你電鑽，經過操作確認，才解決牙齒刻痕的問題。

爲了固定每次刻痕的力量，我們利用LASY積木，製作鑽針加重平台來刻痕；爲了避免危險，我們利用填滿黏土的盒子，製作黏土平台來固定牙齒。我們是在鑽針加重平台的伸縮柱上增加二條彈簧，以便固定每次刻痕時向下加重的力量，以確定每次平均用力300g。

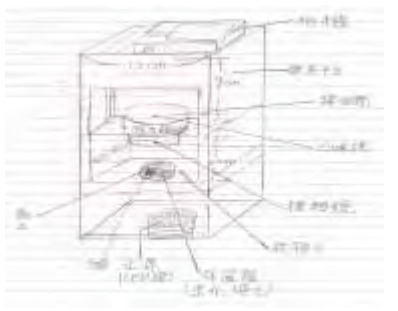





		
手繪草稿圖	鑽針加重平台及伸縮柱	組合伸縮柱
		
組合電鑽與加重彈簧	刻痕時向下加重 300g	鑽針加重及黏土平台

(二) 自製放大及照相平臺

由於牙齒上的刻痕非常細小，小到不能用尺去量，因此我們決定依照指導老師的建議，模仿光學顯微鏡的原理，自製可以攝影的刻痕放大器，來測量牙齒上的刻痕。網路上有自製光學顯微鏡的資料，但是對我們來說太難也太複雜了，所以我們根據光學顯微鏡的構造原理(光源、載物台、物鏡及目鏡等)來製作刻痕放大器。







如何製作？

1. 用開關保護盒作底座，裡面安裝 LED 燈(避免高溫)，接上電源線。
2. 將上蓋內側黏貼衛生紙與泡棉紙，柔化燈光，外側變成載物平台。
3. 拿另一個開關保護盒，下方切圓孔(透光與載物)，上蓋切圓孔(放置放大鏡組)。
4. 利用水管的轉接頭，下方放小的放大鏡片(物鏡)，上方放大的放大鏡片(目鏡)，在固定鏡片前，利用長尺量出兩鏡片間的最佳焦距，用膠水將鏡片固定在水管內，變成放大鏡組。
5. 再利用長尺量出小放大鏡片與載物台的最佳焦距，用泡棉固定放大鏡組安放的高度。
6. 先固定數位相機的放大比例，再以長尺量出相機最佳的拍攝距離，使用積木疊出正確高度的相機固定架，來放置數位相機。

		
<p>手繪草稿圖</p>	<p>LED 燈與底座</p>	<p>燈光柔化</p>
		
<p>載物平台</p>	<p>放大鏡組</p>	<p>數位相機架的組合圖</p>

如何操作？

1. 取下載物台上蓋，利用黏土固定牙齒的拍攝角度，放置牙齒說明標記。
2. 依次序安裝載物台上蓋、放大鏡組、數位相機架及數位相機。
3. 固定相機的放大比例，關閉閃光燈後拍照。
4. 利用 24 吋螢幕，用全螢幕固定放大比例的方式，讀取牙齒刻痕照片。
5. 在電腦螢幕上，用尺測量放大後(放大比率為 11.9 倍)的刻痕深度。

		
<p>取下載物台上蓋</p>	<p>固定牙齒與放置標記</p>	<p>安裝上蓋及放大鏡組</p>
		
<p>安裝相機架及相機</p>	<p>拍攝牙齒刻痕</p>	<p>大螢幕上測量刻痕深度</p>

二、 電子設備



1. 電子秤(0.01g)

2. 甜度計(0~32%)

3. pH計

三、 實驗材料 (豬牙)



實驗材料 (乳飲品)



1. 鮮奶

2. 奶粉

3. 優酪乳

4. 調味乳

5. 養O多

6. 脫脂鮮奶

7. 加鈣鮮奶

四、 其他

1. 氟膠 10000ppm

2. 含氟牙膏 1000ppm

3. 清水

4. 試管架

5. 玻璃試管

6. 橡皮塞

7. 吹風機

8. 牙間刷

9. 鑷子

10. 滴管

11. 觀察紀錄表

12. 試管用標籤貼

13. 尺

14. 鑿子

15. 手套

16. 口罩

17. 牙刷

18. 光學顯微鏡

19. 蓋玻片組

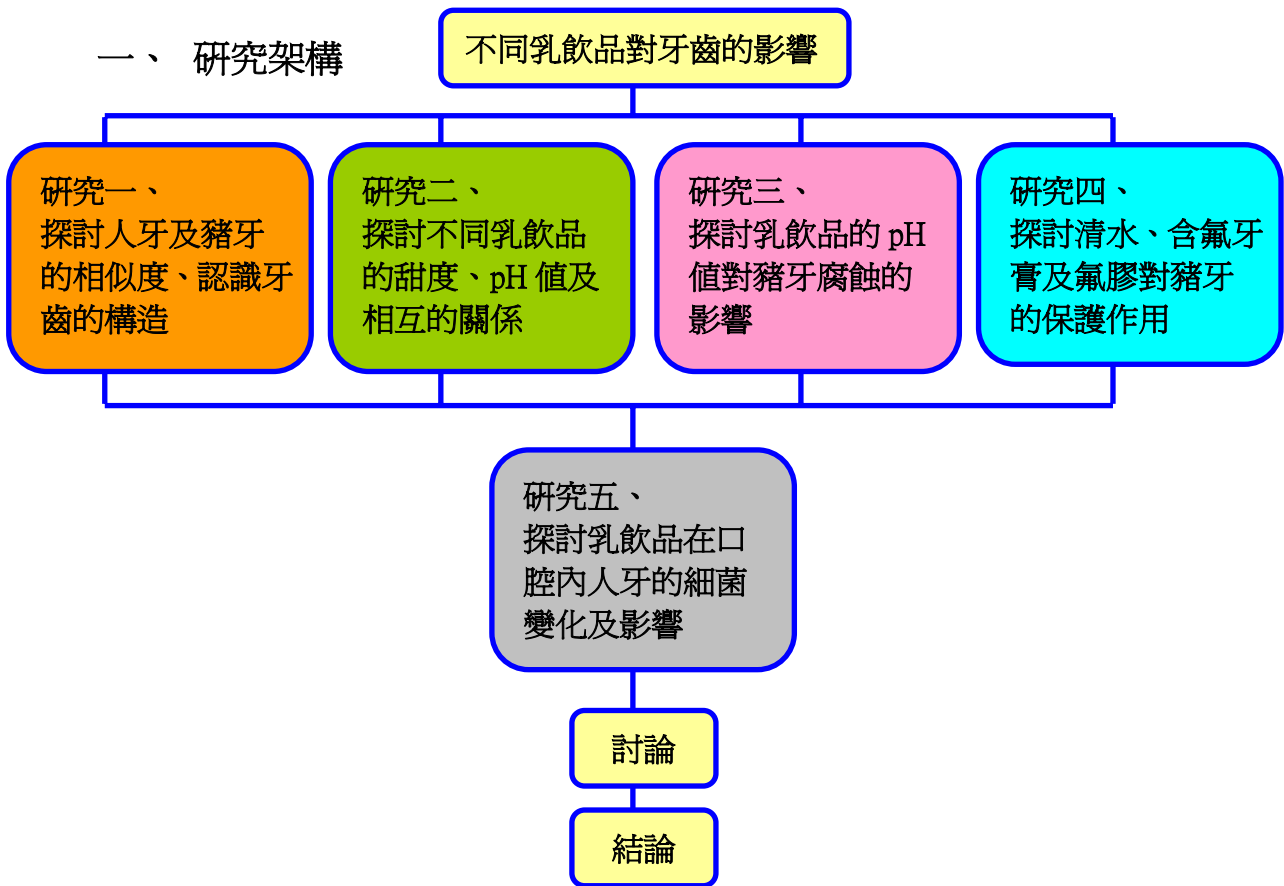
20. 甲基藍染色液

21. 牙線棒

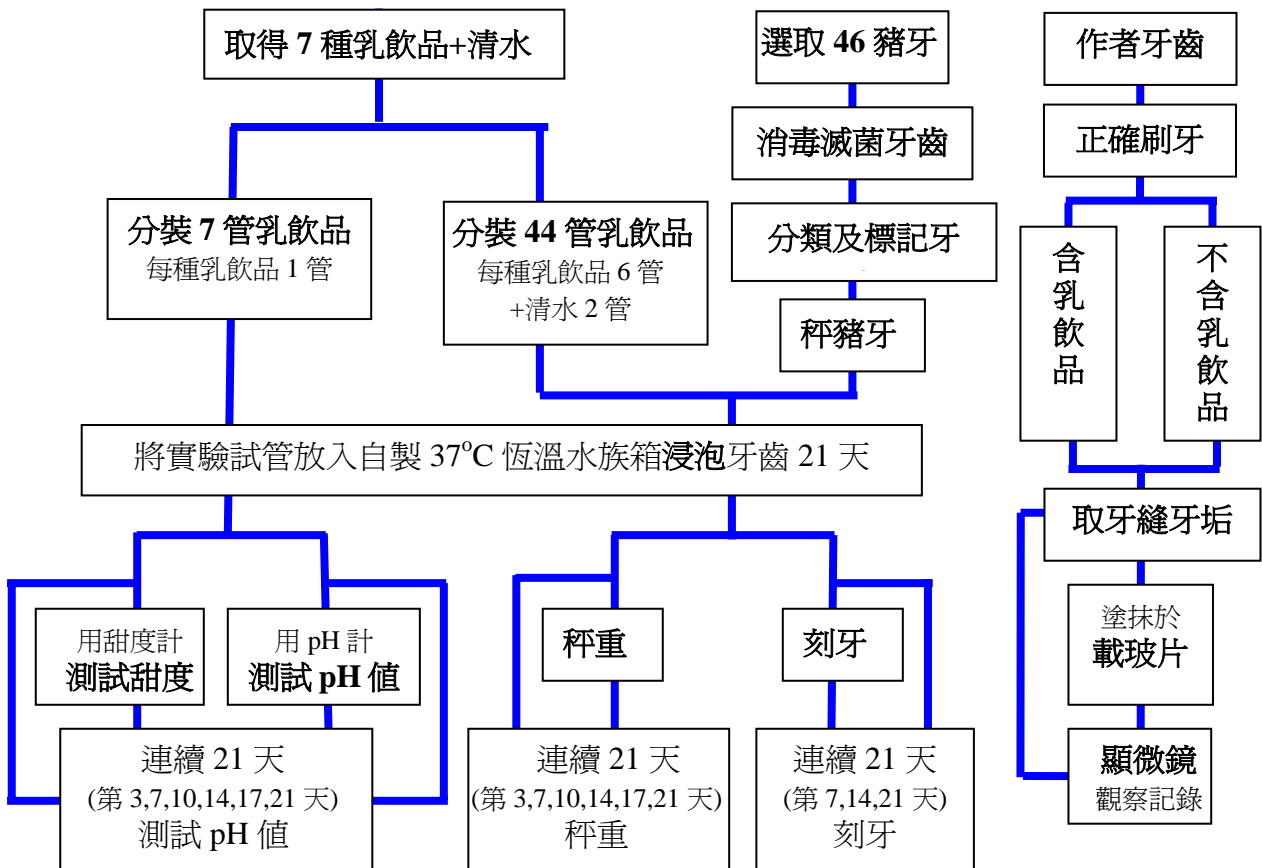
22. 含氟漱口水

肆、研究架構及流程圖

一、研究架構



二、研究流程圖



伍、研究過程及結果

研究一、 探討人牙及豬牙的相似度、認識牙齒的構造

一、 方法

對照組	人前牙	人後牙		
				
實驗組	豬前牙	豬後牙		
對照組	人前牙	人後牙		
				
實驗組	豬前牙	豬後牙		
	豬前牙	豬後牙		

在大自然界比較硬度時，最常利用的標準是利用所謂“摩氏硬度標準”。根據摩氏硬度標準，硬度分類區分為 1 至 10 度，代表性材料如下，因為鑽石硬度最高為 10，所以決定用鑽針做為刻牙的工具：

石頭種類	滑石	石膏	方解石	螢石	磷灰石	正長石	石英	黃玉	鋼玉	鑽石
硬度分類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

最軟  最硬

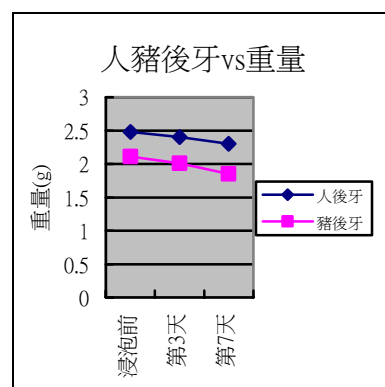
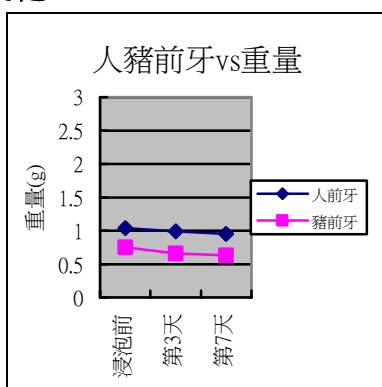
- (一) 收集一組人前牙、豬前牙、人後牙、豬後牙。
 1. 將人豬牙刷洗乾淨，消毒，擦乾。
 2. 將人豬牙用電子秤秤重與記錄。
- (二) 將人豬牙分兩組：人前牙與豬前牙一組、人後牙與豬後牙一組，分別放入不同試管。
 1. 利用家庭食用醋加水稀釋，調配成 pH 值等於 3.6 的溶液。
 2. 將調配完成酸性溶液倒入 60ml 試管，覆蓋超過人豬牙。
 3. 將兩組試管放入自製 37°C 恆溫水族箱中，做模擬口腔環境狀態下 (37°C) 的儲存。

- (三) 第 3 天將試管取出，人豬牙夾出。
 1. 將人豬牙刷洗乾淨，擦乾，用電子秤稱重與記錄。
 2. 用自製鑽針加重及黏土平臺，用固定的向下力量在人豬牙琺瑯質上面劃出刻痕。
- (四) 將人豬牙放回試管，試管放回自製 37°C 恆溫水族箱。
- (五) 第 7 天將試管取出，人豬牙夾出。
 1. 將人豬牙刷洗乾淨，擦乾，用電子秤稱重與記錄。
 2. 用自製鑽針加重及黏土平臺，用固定的向下力量在人豬牙琺瑯質上面劃出刻痕。

二、 結果

(一) 時間與重量變化

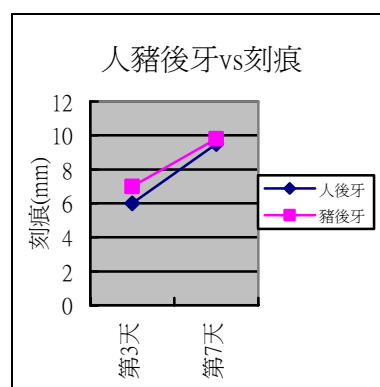
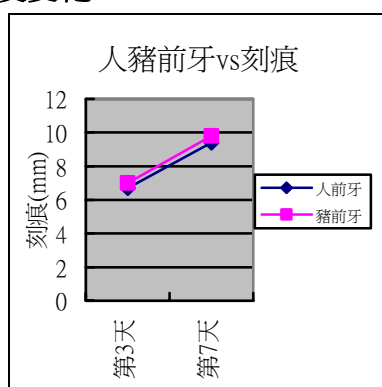
	浸泡前	第 3 天	第 7 天
	重量	重量	重量
人前牙	1.04	0.99	0.95
豬前牙	0.75	0.66	0.63
人後牙	2.48	2.40	2.30
豬後牙	2.11	2.01	1.85



由數據及圖表得知，人牙與豬牙浸泡在同樣酸性液體中同樣時間，重量下降的斜度類似。

(二) 時間與刻痕深度變化

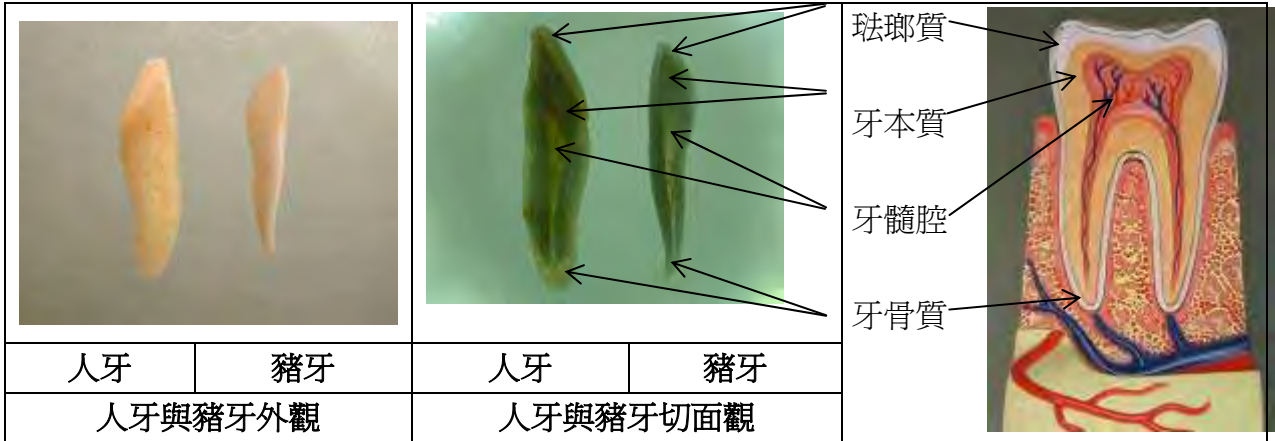
	浸泡前	第 3 天	第 7 天
	刻痕	刻痕	刻痕
人前牙	-	6.7	9.4
豬前牙	-	7.0	9.8
人後牙	-	6.0	9.5
豬後牙	-	7.0	9.8



註: “-”：不刻痕

由數據及圖表得知，人牙與豬牙浸泡在同樣酸性液體中同樣時間，刻痕變化的斜度類似。

(三) 觀察人牙與豬牙縱切面，發現人牙與豬牙擁有相類似的組成構造。



人牙與豬牙的組成結構都分成四層：

1. 琺瑯質

位於牙冠表層的、覆蓋齒冠，主要由鈣質組成，堅硬而不再生長。琺瑯質硬度的 98% 是由鈣組成。雖然琺瑯質如此堅硬，但酸會使琺瑯質的礦物質脫出，造成結構的脆弱化。

2. 牙本質

牙本質是構成牙齒主體的物質，位於琺瑯質及牙骨質的內層，不如琺瑯質堅硬。其所含礦物質主要由鈣及磷組成大約是 65%~70%，其餘是主要是蛋白質及水。

3. 牙骨質

牙骨質是構成牙根表層的鈣化組織。其硬度與身體其他骨組織一樣。

4. 牙髓腔

位於象牙質中的空腔，其間長有結締組織，微血管及伸展到象牙質的神經線；為牙齒提供營養、氧氣及使牙齒生長。

研究二、 探討不同乳飲品的甜度、pH 值及相互關係

一、 方法

		
購買7種乳飲品	將乳飲品倒入試管	準備自製37°C恆溫水族箱
		
試管放入自製37°C恆溫水族箱	測量甜度	測量pH值

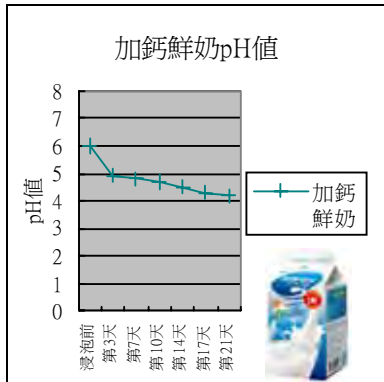
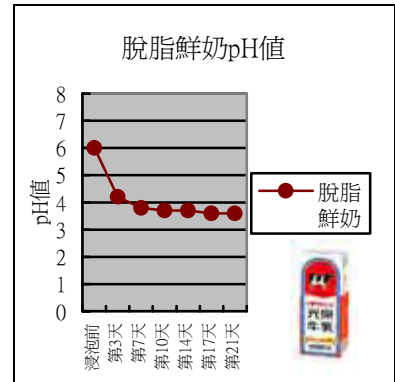
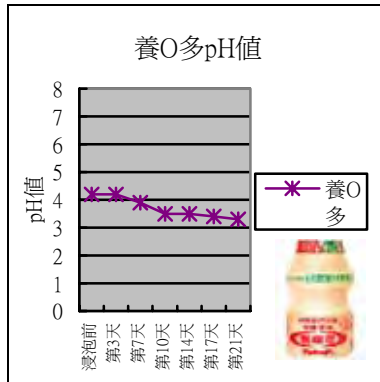
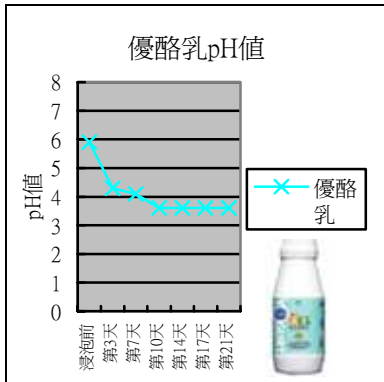
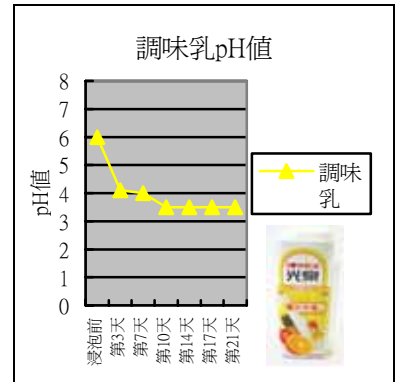
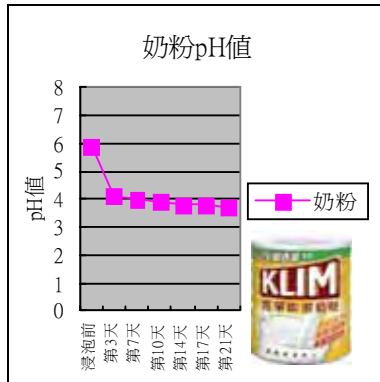
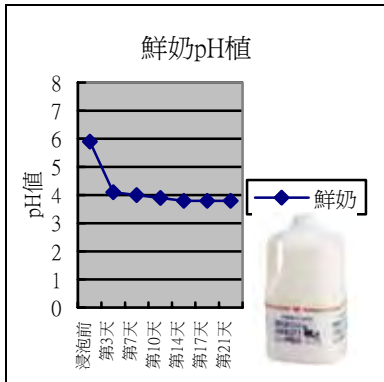
- (一) 將鮮奶、奶粉(以說明方式泡製)、調味乳、優酪乳、養O多、脫脂鮮奶及加鈣鮮奶等7種乳飲品，分別倒入60ml到乾淨試管中，並在試管外面分別標示乳飲品的名稱。
- (二) 將7根試管放入自製37°C恆溫水族箱，利用pH計及甜度計，於浸泡前，分別測量7種乳飲品的浸泡前的pH值及甜度。
- (三) 將7根試管用試管塞密封以後，靜置在自製37°C恆溫水族箱。
- (四) 連續21天，包括浸泡前、第3、7、10、14、17、21天，測量7種乳飲品的pH值及甜度，詳細記錄相關的數值與變化，希望找出pH值及甜度在乳飲品中的關係。

二、 結果

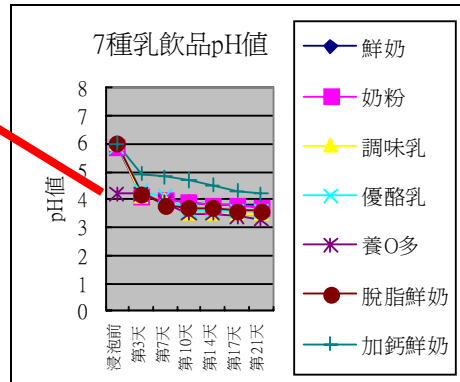
(一) 不同乳飲品的pH值變化

1. 浸泡前的測量，除了養O多是pH值比較酸的4.2外，其他的乳飲品都是弱酸的5.9或6。
2. 第3天測量，只有養O多的pH值維持4.2不變外，其他的乳飲品都出現了大幅度的下降，其中以調味乳降低最多，加鈣鮮乳降最少。
3. 第7天到第17天的測量，各種乳飲品出現不同程度的小幅下降，有時會出現停止下降的情況，有時又會開始出現很小幅的下降。
4. 第21天的測量，奶粉、養O多及加鈣鮮奶有下降，其他的都沒有變化，加鈣鮮奶是唯一從頭到尾都有下降的乳飲品。

乳飲品的pH值		浸泡前	第3天	第7天	第10天	第14天	第17天	第21天
一般	鮮奶	5.9	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.8
	奶粉	5.9	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.7
加糖	調味乳	6.0	4.1	4.0	3.5	3.5	3.5	3.5
	優酪乳	5.9	4.3	4.1	3.6	3.6	3.6	3.6
	養O多	4.2	4.2	3.9	3.5	3.5	3.4	3.3
其他	脫脂鮮奶	6.0	4.2	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6
	加鈣鮮奶	6.0	4.9	4.8	4.7	4.5	4.3	4.2



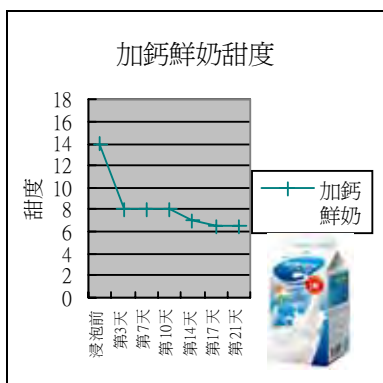
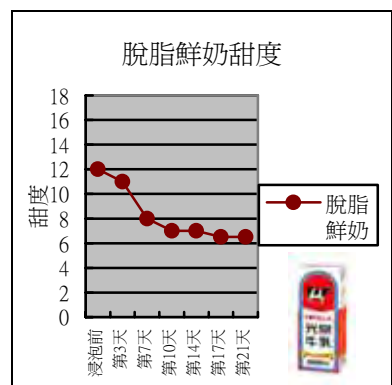
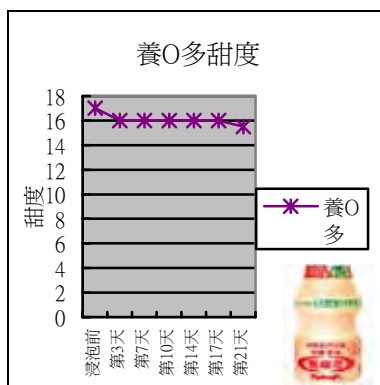
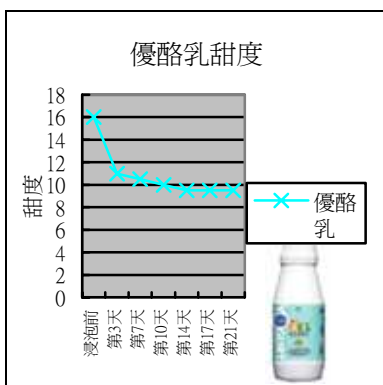
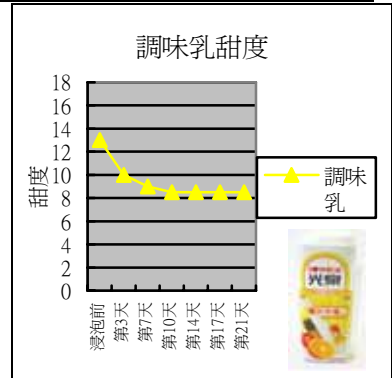
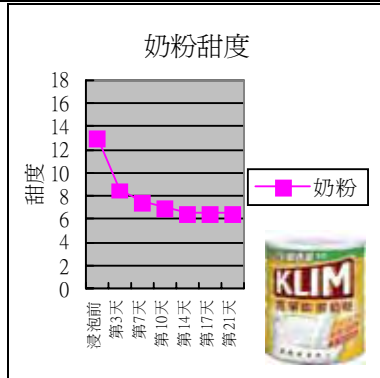
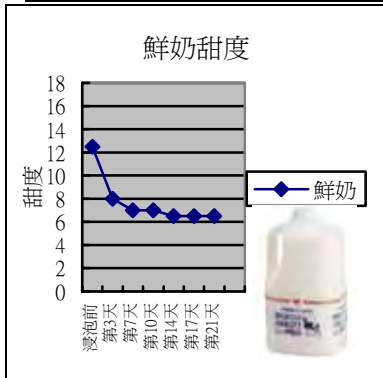
第3天測量，
只有養O多pH
值維持4.2不
變，其他的乳
飲品都出現了
大幅度的下降



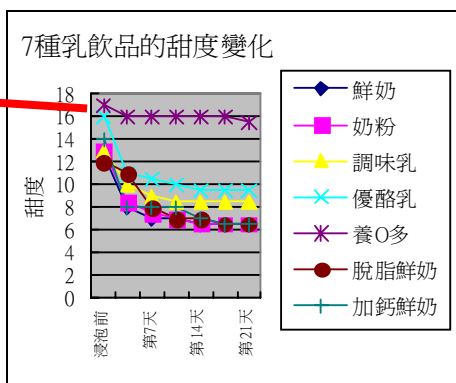
(二) 不同乳飲品的甜度變化

1. 浸泡前的測量，養O多及優酪乳的甜度最高，其他的乳飲品普通。
2. 第3天的測量，養O多及脫脂鮮奶的甜度下降比較少，其他的乳飲品都有比較多的下降，其中以加鈣鮮奶降最多。
3. 第7天至第17天的測量，甜度變化不如之前大。有些停止變化後，又小幅度下降，最後大都沒有變化，剩脫脂鮮奶及加鈣鮮奶還在下降。
4. 第21天的測量，除了養O多稍微降低，其他的都沒有任何的變化。

乳飲品的甜度		浸泡前	第3天	第7天	第10天	第14天	第17天	第21天
一般	鮮奶	12.5	8.0	7.0	7.0	6.5	6.5	6.5
	奶粉	13.0	8.5	7.5	7.0	6.5	6.5	6.5
加糖	調味乳	13.0	10.0	9.0	8.5	8.5	8.5	8.5
	優酪乳	16.0	11.0	10.5	10.0	9.5	9.5	9.5
	養O多	17.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	15.5
其他	脫脂鮮奶	12.0	11.0	8.0	7.0	7.0	6.5	6.5
	加鈣鮮奶	14.0	8.0	8.0	8.0	7.0	6.5	6.5

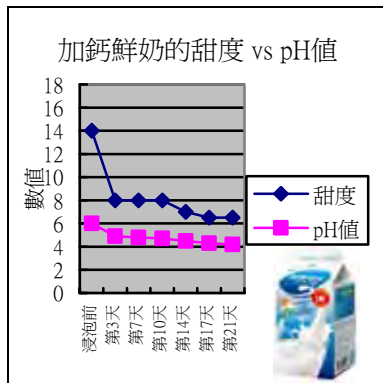
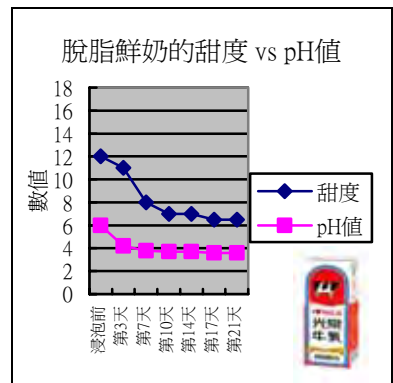
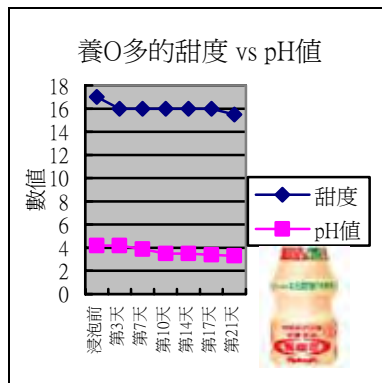
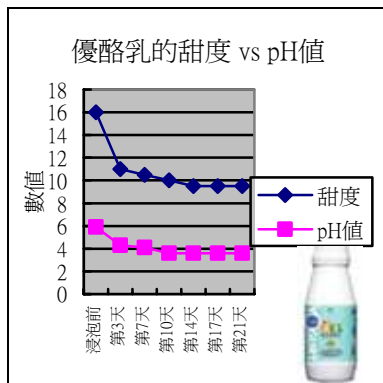
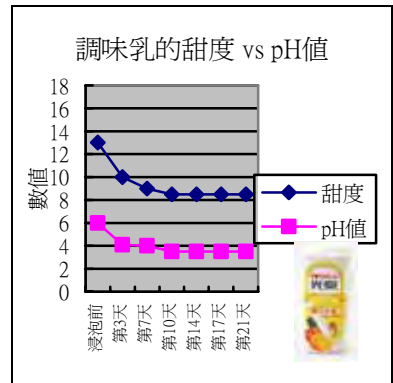
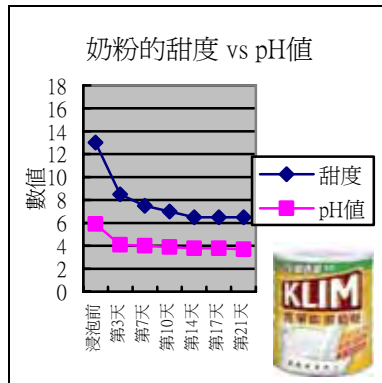
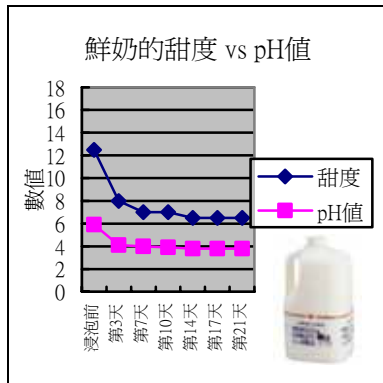


第3天的測量，養O多的甜度下降比較少，其他的乳飲品都有比較多的下降



(三) pH值及甜度的關係

1. 除養O多外，所有乳飲品前3天的甜度下降最大，pH值下降也最大，之後甜度及pH值都是小幅度降低。
2. 養O多的甜度變化非常小，一直都維持在高的地方，pH值平緩下降。



研究三、 探討乳飲品的 pH 值對豬牙腐蝕的影響

一、 方法

		
用鉗子拔豬牙	刷洗豬牙	挑選豬牙
		
分豬前後牙	標記豬前牙(x22)豬後牙(x22)	秤豬牙(浸泡前)
		
試管貼標籤	將豬牙放入試管	將清水及乳飲品倒入60ml試管
		
用橡皮塞將試管密封	放入自製37°C恆溫水族箱	將豬牙拿出

		
洗淨豬牙	吹乾豬牙	豬牙秤重(第3,7,10,14,17,21天)
		
刻牙(第7,14,21天)	拍照記錄刻痕	測量刻痕

(一) 取得豬牙：

1. 向豬販取得豬上下顎各5付，用壓力鍋蒸煮3小時，用鉗子拔牙。
2. 請家庭牙醫師協助消毒滅菌豬牙：清水刷，高溫(131度)高壓(15磅壓力30分鐘)，1.5%雙氧水漂白24小時。
3. 分類及挑選豬牙(豬前牙、豬後牙各22顆)。
4. 標記豬牙。
5. 浸泡前的清潔豬牙方式：清水。

(二) 將其中豬前牙(清水)8顆及豬後牙(清水)8顆挑出，並浸泡在7種60ml乳飲品及清水(對照組)中後，且靜置於自製37°C恆溫水族箱。

(三) 每固定周期(第3、7、10、14、17、21天)，將豬牙自試管取出沖洗，並以紙巾及吹風機吹乾。

(四) 連續21天，包括浸泡前、第3、7、10、14、17、21天，以電子秤做重量測試，測量豬牙的重量，詳細記錄相關的數字與變化。

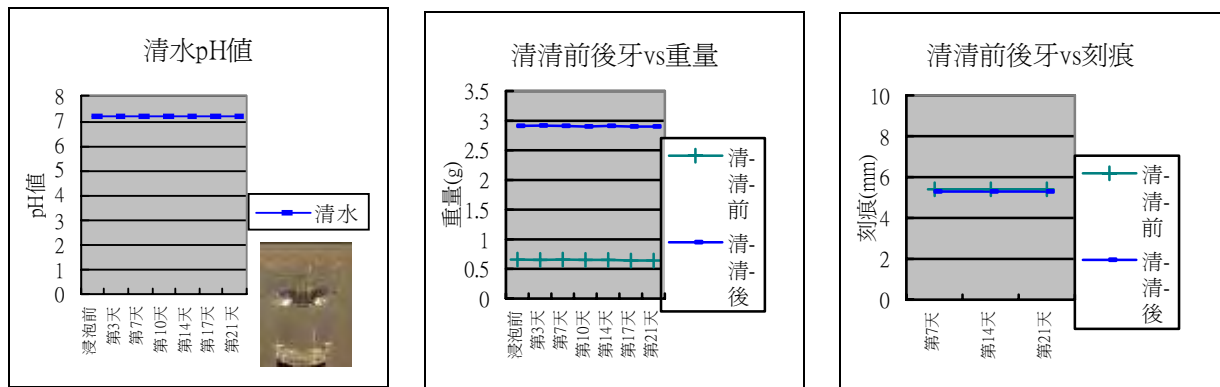
(五) 連續21天，包括第7、14、21天，以自製鑽針加重及黏土平臺，測量豬牙的刻痕深度，並以自製放大及照相平臺，拍照記錄。

二、 結果

	乳飲品		牙齒種類	浸泡前		第3天		第7天		第10天		第14天		第17天		第21天	
				重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕
對照組	清水		前牙	0.66	-	0.65	-	0.66	5.4	0.65	-	0.65	5.4	0.64	-	0.64	5.4
			後牙	2.91	-	2.92	-	2.91	5.3	2.90	-	2.91	5.3	2.90	-	2.90	5.3
實驗組	一般	鮮奶	前牙	1.14	-	1.13	-	1.12	5.5	1.10	-	1.06	6.8	1.05	-	1.03	9.5
			後牙	3.14	-	3.05	-	3.08	5.5	3.00	-	2.85	6.8	2.78	-	2.72	9.5
		奶粉	前牙	1.00	-	0.99	-	0.98	5.0	0.97	-	0.95	6.6	0.93	-	0.91	8.6
			後牙	3.76	-	3.71	-	3.69	5.0	3.64	-	3.53	6.9	3.50	-	3.40	8.6
	加糖	調味乳	前牙	1.08	-	1.02	-	1.01	6.8	0.95	-	0.92	8.5	0.85	-	0.82	11.3
			後牙	2.70	-	2.58	-	2.40	6.8	2.15	-	2.10	8.5	1.90	-	1.80	11.3
		優酪乳	前牙	1.49	-	1.48	-	1.46	6.6	1.40	-	1.38	8.8	1.32	-	1.28	11.1
			後牙	3.06	-	2.85	-	2.75	6.6	2.60	-	2.50	9.0	2.40	-	2.23	11.1
	養O多	前牙	0.55	-	0.52	-	0.48	7.0	0.40	-	0.36	9.5	0.31	-	0.27	12.0	
		後牙	2.50	-	2.20	-	2.00	7.0	1.70	-	1.50	9.8	1.45	-	1.20	12.0	
	去脂	脫脂鮮奶	前牙	0.62	-	0.60	-	0.58	6.0	0.56	-	0.52	7.8	0.50	-	0.48	10.3
			後牙	1.96	-	1.88	-	1.73	6.0	1.60	-	1.45	7.8	1.38	-	1.35	10.3
	加鈣	加鈣鮮奶	前牙	0.39	-	0.39	-	0.38	4.0	0.38	-	0.36	6.0	0.34	-	0.33	7.0
			後牙	3.22	-	3.21	-	3.17	4.0	3.13	-	3.10	6.0	3.07	-	3.00	7.0

註：“-”：不刻痕

(一) 個別乳飲品的 pH 值變化 / 重量變化 / 刻痕變化圖表



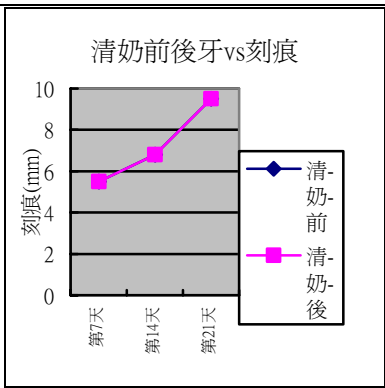
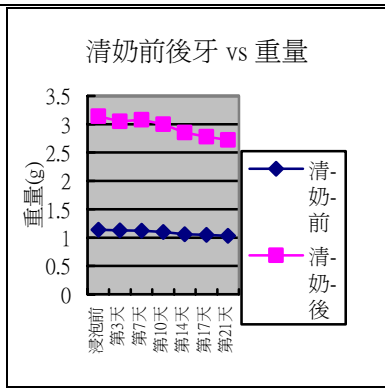
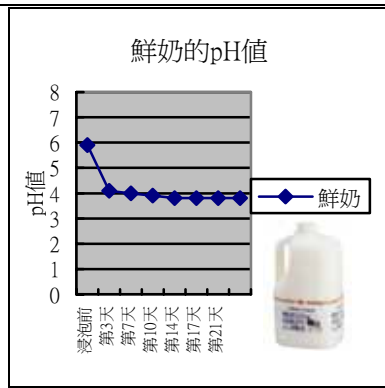
第7天刻痕(mm)		第14天刻痕(mm)		第21天刻痕(mm)	
清清前(5.4)	清清後(5.3)	清清前(5.4)	清清後(5.3)	清清前(5.4)	清清後(5.3)

註：

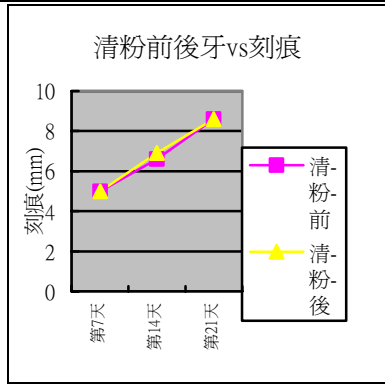
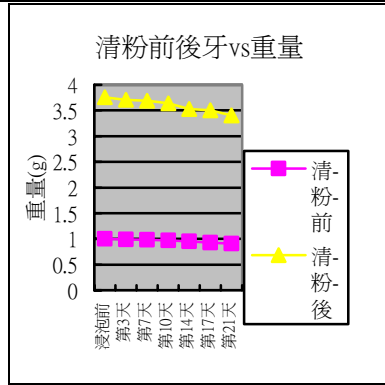
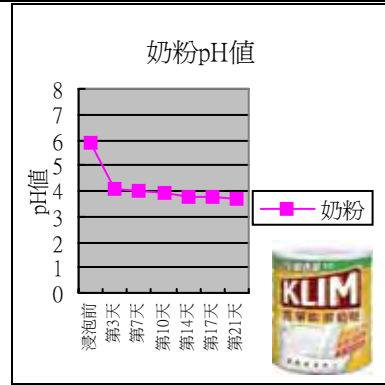
第1個字：浸泡前處理方式（清：清水；膏：含氟牙膏；膠：氟膠）

第2個字：乳飲品（清：清水；奶：鮮奶；粉：奶粉；調：調味乳；優：優酪乳；養：養O多；脫：脫脂鮮奶；鈣：加鈣鮮奶）

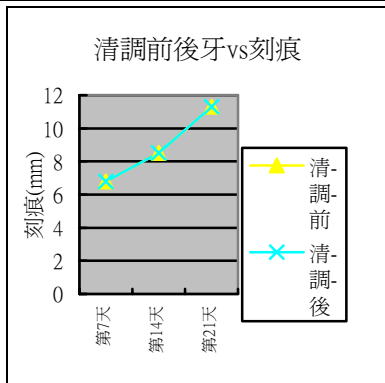
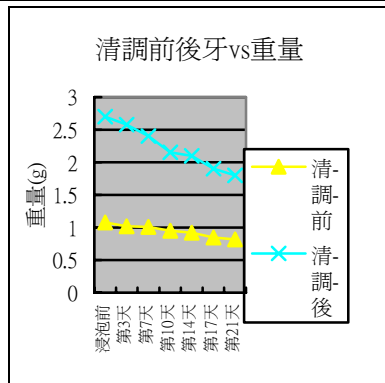
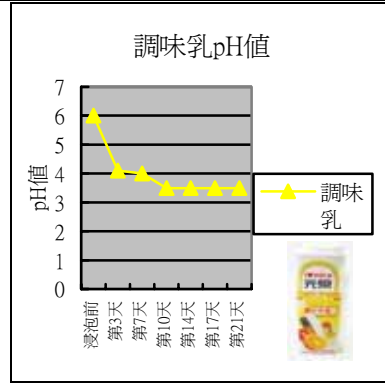
第3個字：前後牙（前：前牙；後：後牙）



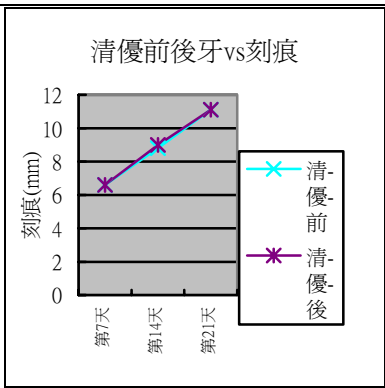
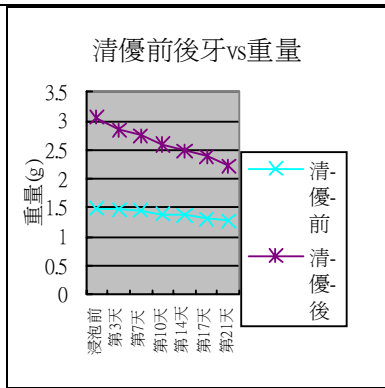
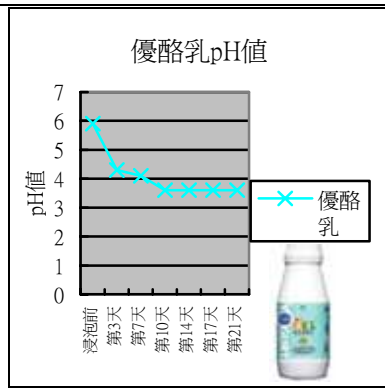
第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清奶前(5.5)	清奶後(5.5)	清奶前(6.8)	清奶後(6.8)	清奶前(9.5)	清奶後(9.5)



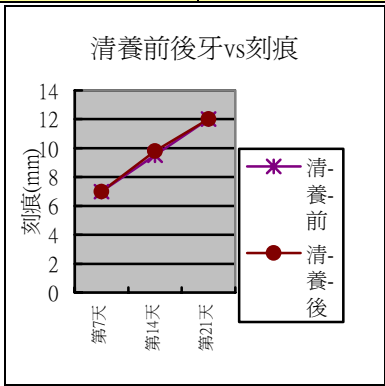
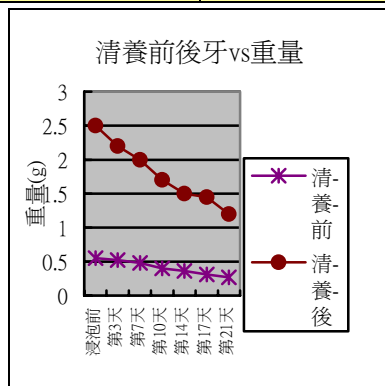
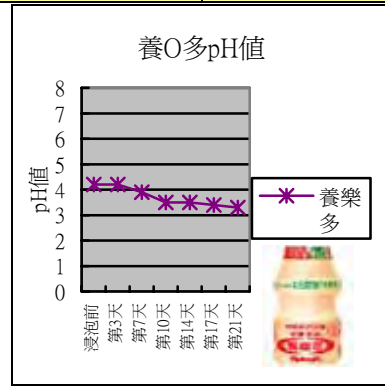
第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清粉前(5)	清粉後(5)	清粉前(6.6)	清粉後(6.9)	清粉前(8.6)	清粉後(8.6)



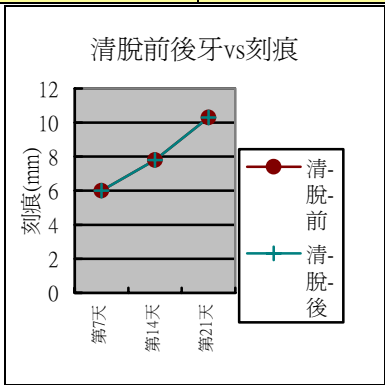
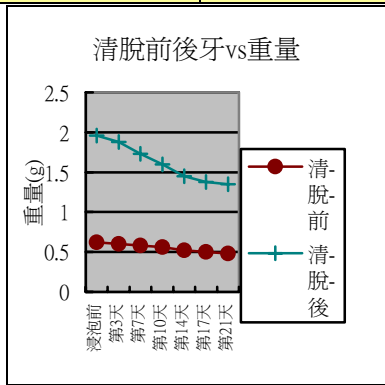
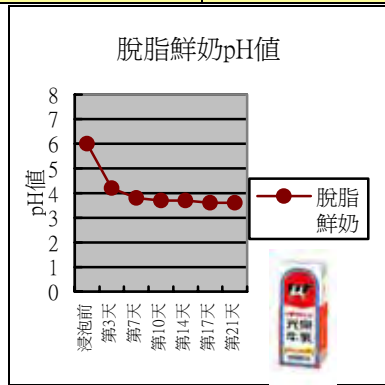
第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清調前(6.8)	清調後(6.8)	清調前(8.5)	清調後(8.5)	清調前(11.3)	清調後(11.3)



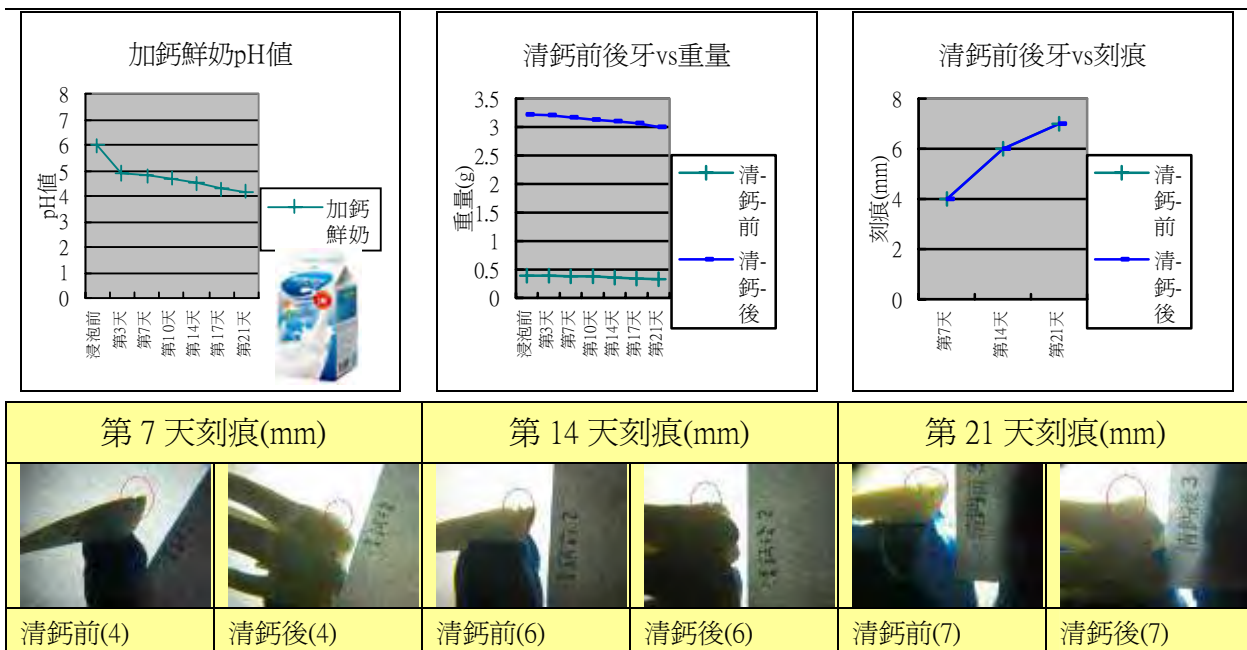
第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清優前(6.6)	清優後(6.6)	清優前(8.8)	清優後(9)	清優前(11.1)	清優後(11.1)



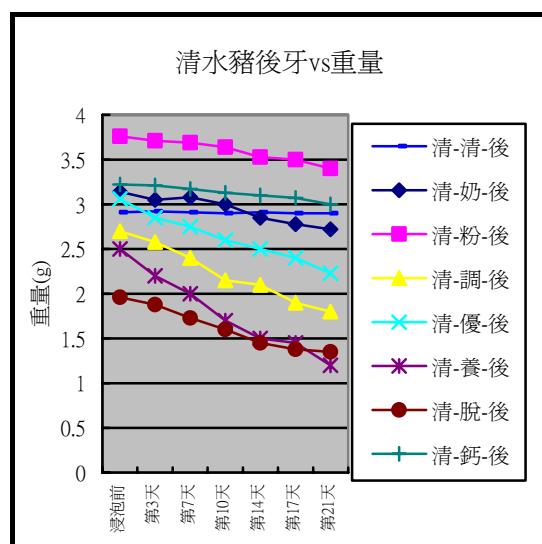
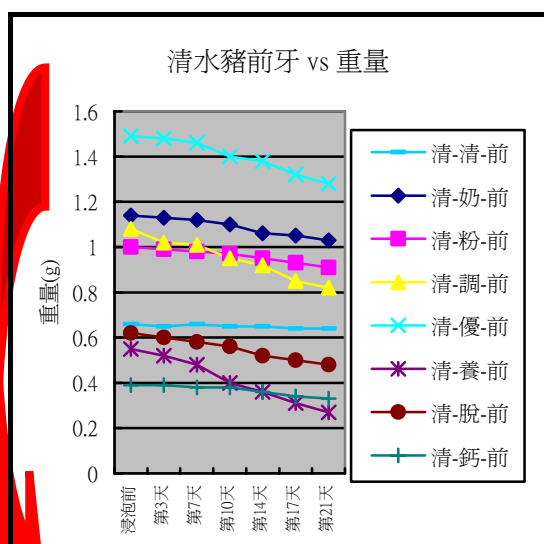
第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清養前(7)	清養後(7)	清養前(9.5)	清養後(9.8)	清養前(12)	清養後(12)



第 7 天刻痕(mm)		第 14 天刻痕(mm)		第 21 天刻痕(mm)	
清脫前(6)	清脫後(6)	清脫前(7.8)	清脫後(7.8)	清脫前(10.3)	清脫後(10.3)

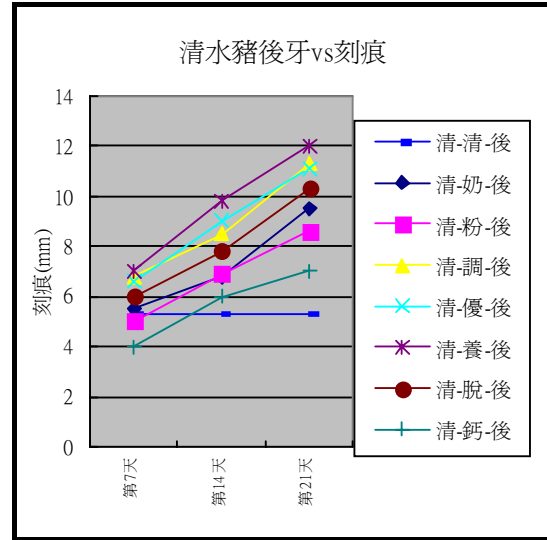
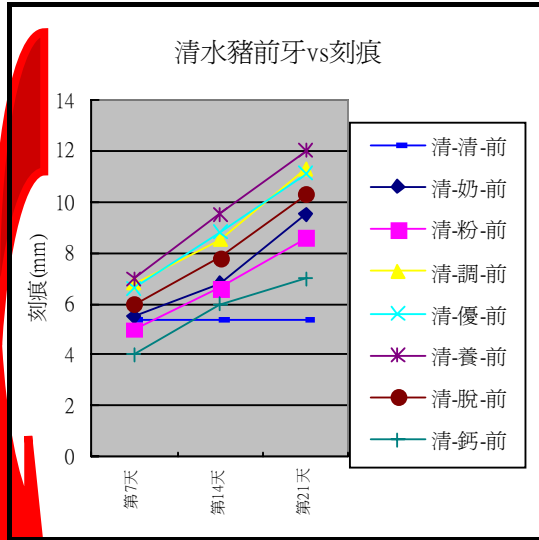


(二) 重量整合圖表



1. 隨著浸泡時間增長，豬前牙和豬後牙的重量都變得越來越輕，而清水(對照組)不變。
2. 豬前牙和豬後牙浸泡在平均 pH 值越低的乳飲品，重量減輕的斜度越明顯。

(三) 刻痕整合圖表



1. 隨著浸泡時間增長，豬前牙和豬後牙的刻痕都變得越來越深，而清水(對照組)沒變。
2. 豬前牙和豬後牙浸泡在平均 pH 值越低的乳飲品，刻痕變深的斜度越明顯。

研究四、 探討清水、含氟牙膏、氟膠對豬牙的保護作用

一、 方法

		
氟膠/含氟牙膏/清水	將豬牙塗上含氟牙膏及氟膠	放入試管
		
豬牙秤重(第3,7,10,14,17,21天)	刻牙(第7,14,21天)	拍照記錄刻痕

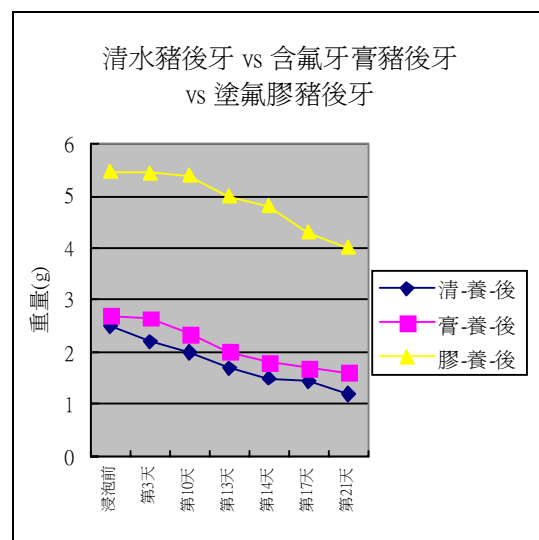
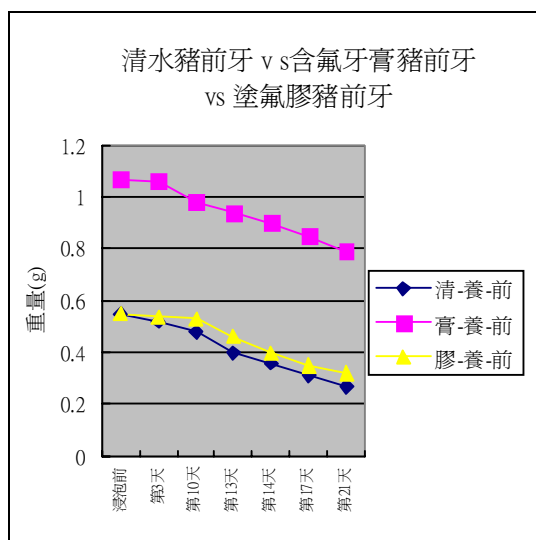
- (一) 將豬前牙與豬後牙用清水清潔乾淨後擦乾，並各分 3 組豬前牙與豬後牙。
- (二) 第 1 組豬前牙與豬後牙：表面未塗任何東西，第 2 組豬前牙與豬後牙：表面塗含氟 1000ppm 牙膏並等待 3 分鐘，第 3 組豬前牙與豬後牙：表面塗含氟 10000ppm 氟膠並等待 30 分鐘。
- (三) 3 組豬前牙與豬後牙，各放入含 60ml 養 O 多試管內。
- (四) 試管放入自製 37°C 恆溫水族箱。
- (五) 連續 21 天，包括浸泡前、第 3、7、10、14、17、21 天，各取出豬牙，擦乾，用電子秤稱重與記錄。
- (六) 連續 21 天，包括第 7、14、21 天，用電子秤稱重後，加做刻痕實驗照相記錄。

二、結果

	浸泡前處理方式	乳飲品	牙齒種類	浸泡前		第 3 天		第 7 天		第 10 天		第 14 天		第 17 天		第 21 天	
				重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕	重量	刻痕
對照組	清水	養 O 多	前牙	0.55	-	0.52	-	0.48	7.0	0.40	-	0.36	9.5	0.31	-	0.27	12.0
			後牙	2.50	-	2.20	-	2.00	7.0	1.70	-	1.50	9.8	1.45	-	1.20	12.0
實驗組	含氟牙膏	養 O 多	前牙	1.07	-	1.06	-	0.98	6.0	0.94	-	0.90	8.0	0.85	-	0.79	9.5
			後牙	2.70	-	2.65	-	2.35	5.5	2.00	-	1.80	7.0	1.70	-	1.60	9.0
	10000 ppm 氟膠	養 O 多	前牙	0.55	-	0.54	-	0.53	5.5	0.46	-	0.40	7.0	0.35	-	0.32	8.0
			後牙	5.46	-	5.11	-	4.76	5.0	4.40	-	4.03	5.5	3.80	-	3.71	6.0

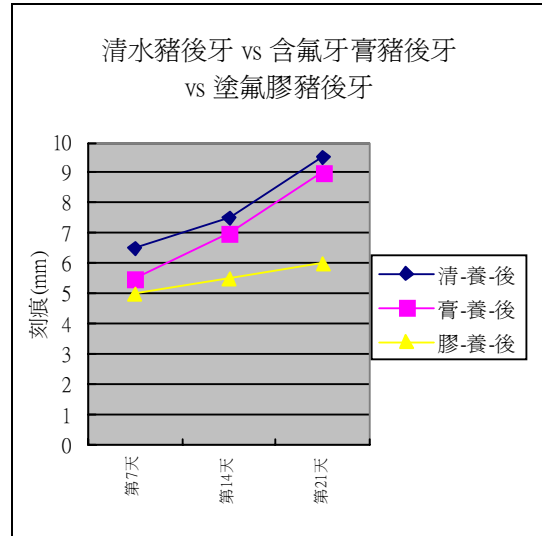
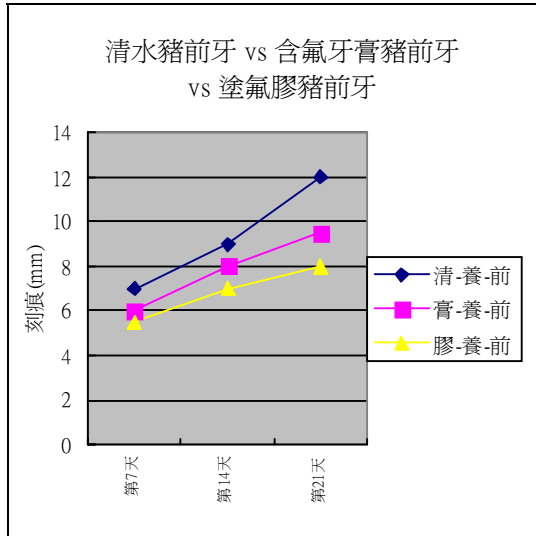
註：“-”：不刻痕

(一) 重量變化



1. 豬前牙和豬後牙在同樣酸度乳飲品，同樣時間的重量變化：清水>含氟牙膏>氟膠。
2. 從重量變化斜度比較得知，後牙的重量變化比前牙明顯。
3. 重量變化斜度觀察中，清水在前 3 天開始出現明顯變化，含氟牙膏次之，氟膠在第 7 天後才出現明顯變化。

(二) 刻痕變化



1. 豬前牙和豬後牙在同樣酸度乳飲品，同樣時間的刻痕變化：清水>含氟牙膏>氟膠。
2. 刻痕變化斜度比較得知，豬前牙和豬後牙刻度變化則無明顯差異。

第 7 天刻痕(mm)

清養前(7)	清養後(7)	膏養前(6)	膏養後(5.5)	膠養前(5.5)	膠養後(5)
註： 第 1 個字：浸泡前處理方式 (清:清水; 膏:含氟牙膏; 膠:氟膠) 第 2 個字：乳飲品 (清:清水; 奶:鮮奶; 粉:奶粉; 調:調味乳; 優:優酪乳; 養:養 0 多; 脫:脫脂鮮奶; 鈣:加鈣鮮奶) 第 3 個字：前後牙 (前:前牙; 後:後牙)					

第 14 天刻痕(mm)

清養前(9.5)	清養後(9.8)	膏養前(8)	膏養後(7)	膠養前(7)	膠養後(5.5)

第 21 天刻痕(mm)

清養前(12)	清養後(12)	膏養前(9.5)	膏養後(9)	膠養前(8)	膠養後(6)

研究五、 探討乳飲品在口腔人牙的細菌變化及影響

一、 方法

(一) 喝乳飲品後刷牙對奶垢殘留的影響

			
塗抹牙菌斑顯示液	塗抹完牙菌斑顯示液	戴上眼罩	蒙眼刷牙 3 分鐘


1. 刷牙前塗牙菌斑顯示液。
實驗者以自認徹底的貝氏刷牙方式蒙眼刷牙 3 分鐘，以防止刻意刷掉顯示液。
2. 刷完牙後觀察前、後牙殘餘牙垢狀況。

(二) 觀察養 O 多對口腔人牙細菌數量的變化

			
正確方式刷牙	含養 O 多 3 分鐘吞下	牙籤刮取後牙垢	將牙垢塗抹在載玻片
			
蓋上蓋玻片滴甲基藍液	顯微鏡下觀察記錄	放大 1000 倍觀察拍照	載玻片上標註資料

1. 將口腔依據正確方式把牙齒刷乾淨。
2. (實驗組)：含養 O 多 3 分鐘後吞下；(對照組)：不飲用任何飲料。
3. 分別觀察記錄牙齒細菌數量：
 - (1) 用牙籤在 4 位作者的固定牙縫刮取牙垢。
 - (2) 塗抹在載玻片上，滴上甲基藍液染色後，蓋上蓋玻片。
 - (3) 以 1000 倍放大倍率觀察、記錄與拍照，並標記採樣時間。
4. 每隔特定時間(3、15、30、60 分鐘)，重複步驟 3。
5. 實驗期間只能使用吸管喝水，並以不接觸牙齒方式喝下。

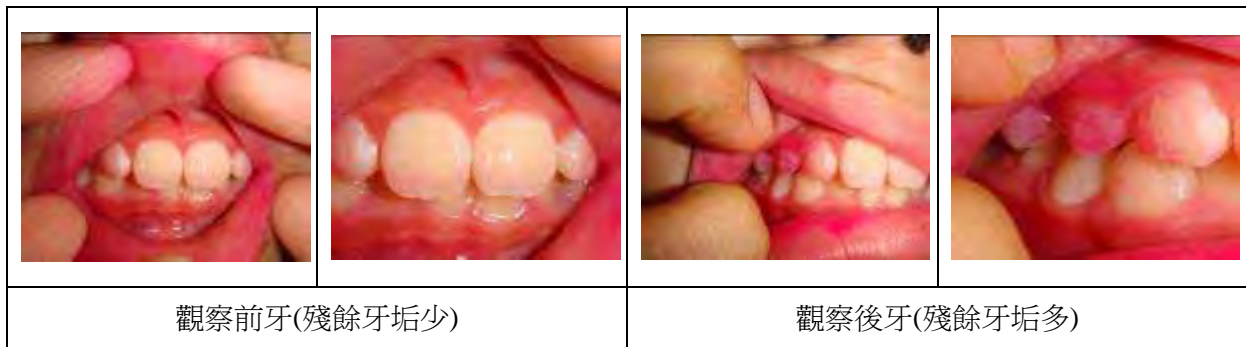
(三) 不同潔牙方式對人牙細菌的影響

將 4 位作者的牙齒拍照			
			
A 作者	B 作者	C 作者	D 作者
			
正確方式刷牙	含養 O 多 3 分鐘吞下	分別用 4 種方式潔牙	牙籤刮取後牙垢
			
將牙垢塗抹在載玻片	蓋上蓋玻片滴甲基藍液	顯微鏡下觀察記錄	載玻片上標註資料

1. 將 4 位作者口腔牙齒拍照。
2. 將牙齒依據貝氏刷牙法清潔乾淨。
3. 含養 O 多 3 分鐘後吞下。
4. 分別觀察記錄牙齒細菌數量：
 - (1) 用牙籤在 4 位作者的固定牙縫刮取牙垢。
 - (2) 塗抹在載玻片上，滴上甲基藍液染色後，蓋上蓋玻片。
 - (3) 以 1000 倍放大倍率觀察、記錄與拍照，並標記採樣時間。
5. 每位作者，皆分 4 天採取 4 種不同潔牙方式：
 - 第 1 天：用含氟牙膏依據貝氏刷牙法清潔 3 分鐘。
 - 第 2 天：用 20 毫升含氟漱口水漱口 30 秒。
 - 第 3 天：用 20 毫升清水漱口 30 秒。
 - 第 4 天：什麼都不做(對照組)。
6. 3 小時後，重複步驟 4，連續做 4 天。
7. 實驗期間只能使用吸管喝水，並以不接觸牙齒方式喝下。

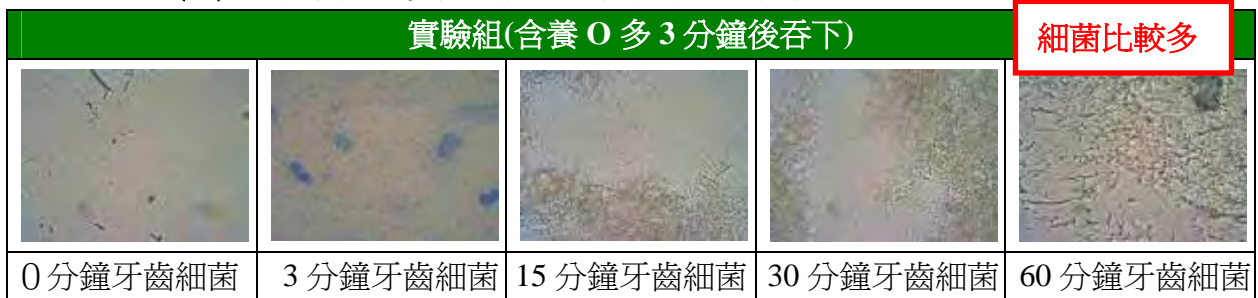
二、 結果

(一) 喝乳飲品後刷牙對奶垢殘留的影響

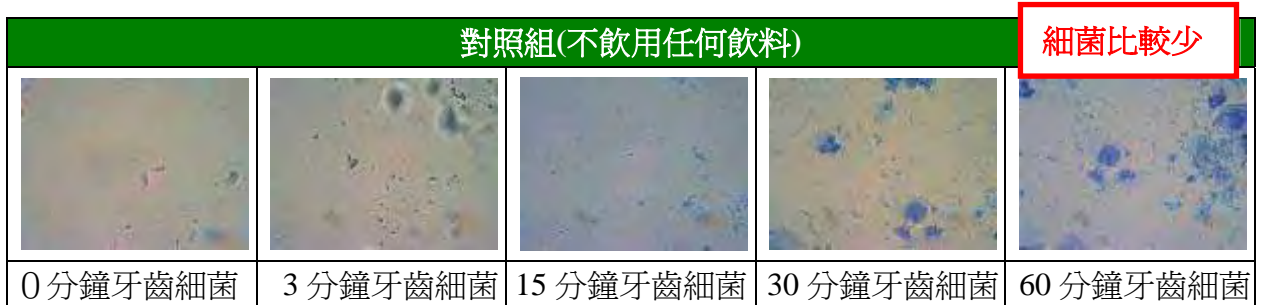


前牙的清潔效果比較好，後牙還有明顯的牙垢染色。

(二) 觀察養 O 多對口腔人牙細菌數量的變化













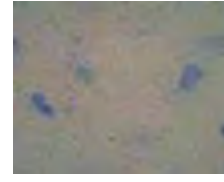





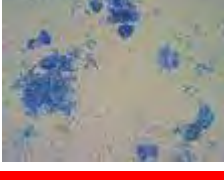
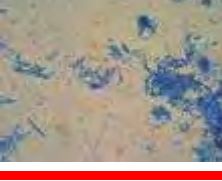

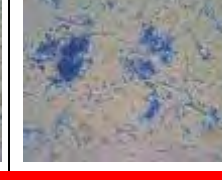




細菌逐漸變多



細菌逐漸變多

1. 實驗組(有喝養 O 多)第 1 次採樣的細菌數量稀疏，3 分鐘後的第 2 次採樣，細菌數便有明顯的增加。
2. 對照組(沒喝養 O 多)的細菌數剛開始同樣稀疏，同樣歷經 3 分鐘後觀察，雖然細菌數也有增加，但是明顯比(實驗組)變化量少。

(三) 不同潔牙方式對人牙細菌的影響

	A 作者	B 作者	C 作者	D 作者	
					
實驗前 牙齒細菌					
3 小時 後 牙 齒 細 菌	含氟 牙膏 刷牙 (第 1 天)				
	漱口水 漱口 (第 2 天)				
	清水 漱口 (第 3 天)				
	什麼 都不做 (第 4 天)				

細菌最少

細菌最多

1. 第 1 次採樣的細菌數量稀少，彼此間的細菌數量差異不大。
2. 4 位作者的牙齒細菌數量變化一致：
含氟牙膏刷牙 < 漱口水漱口 < 清水漱口 < 什麼都不做。

陸、討論

研究一、探討人牙及豬牙的相似度、認識牙齒的構造

- 一、人牙與豬牙浸泡在同樣酸性液體、同樣時間，重量變化與刻痕深度均類似，人牙與豬牙兩者抗酸性腐蝕能力類似。

研究二、探討不同乳飲品的甜度、pH 值及相互關係

- 一、除養O多外，所有乳飲品的甜度都在前3天大幅減少，同時pH值也會大幅減少。

- 二、除養O多外，所有乳飲品的甜度3天後變化變小，pH值的變化也變小。
- 三、養O多的甜度變化很小，一直都維持在最甜；pH值在偏酸性pH值中慢慢的降低。

研究三、探討乳飲品的 pH 值對豬牙腐蝕的影響

- 一、飲料由酸到中性排列順序為：
養O多(3.8~3.5)→調味乳(4~3.5)/優酪乳(4~3.5)→脫脂鮮奶(4~3.8)→鮮奶(4~4)/全脂奶粉(4~4)→加鈣鮮奶(5~3.5)→清水(7.2)
- 二、實驗結果“重量”變化由高至低依序排列為：
養O多→調味乳=優酪乳→脫脂鮮奶→鮮奶→奶粉→加鈣鮮奶→清水
- 三、實驗結果“刻痕深度”變化由大到小依序排列為：
養O多→調味乳=優酪乳→脫脂鮮奶→鮮奶→奶粉→加鈣鮮奶→清水
- 四、由前面的數據發現，豬牙的腐蝕狀況是與“豬牙重量變化”有關，而不是“豬牙本身重量”；而豬牙重量變化趨勢是與“飲料的平均 pH 值”有關，而與“飲料 pH 值的變化”比較無關。
- 五、在相同乳飲品，浸泡相同時間下，後牙的重量減輕比前牙明顯，應該是後牙的表面積較大的原因。
- 六、在相同乳飲品，浸泡相同時間下，前牙與後牙的刻痕深度相似。應該是刻痕是測試單點腐蝕的狀況，所以因為前牙或後牙的琺瑯質結構類似，所以被腐蝕軟化程度相當。

研究四、探討清水、含氟牙膏及氟膠對豬牙的保護作用

- 一、使用養O多做實驗，是因為養O多屬於甜度較高，pH 值較低的典型代表飲料。
- 二、用氟塗在豬牙表面，是因為「氟」可以抑制牙菌斑內細菌的生長，同時又可以改變琺瑯質內晶體的排列，達到預防蛀牙的目的。
- 三、所使用的水，含氟量等於零。含氟牙膏氟化物有 1000ppm(1ppm=1000cc 水中含 1mg 元素)。含氟凝膠的氟化物有 10000ppm。
- 四、豬牙在同樣酸度乳飲品，同樣時間的重量變化：清水>含氟牙膏>氟膠。重量變化愈少，表示豬牙被腐蝕越少。
- 五、豬牙在同樣酸度乳飲品，同樣時間的刻痕變化：清水>含氟牙膏>氟膠。豬牙刻痕越深表示豬牙被腐蝕軟化越明顯。對豬牙的預防腐蝕作用，以氟膠最明顯，其次為含氟牙膏，而清水的效果最弱。
- 六、重量變化變大，表示豬牙腐蝕轉為開始明顯。清水在一開始就沒有阻擋功能；含氟牙膏在前 3 天有效；相較之下氟膠可以阻擋豬牙被腐蝕約 1 周左右。

研究五、探討乳飲品對口腔內人牙的細菌變化及影響

- 一、前牙的清潔效果大於後牙，後牙齒縫間很可能長期留下殘垢。因此若刷牙不夠徹底，後牙齒縫間有可能長期殘留奶垢，導致脫鈣蛀牙，這就是為什麼實驗三連續做 21 天觀察的原因。
- 二、在 1 小時的細菌觀察實驗中，有喝養O多(實驗組)比沒喝養O多(對照組)的細菌增生速度快很多。原因可能是養O多提供細菌生長所需的糖分，導致細菌代

謝加速。而細菌大量繁殖所產生的酸，可能就是研究二中乳飲品變酸的原因，及實驗三中牙齒被腐蝕減輕重量的由來。

三、**喝完乳飲品後的 0 到 3 分鐘之間，是牙齒細菌開始大量增加的時間。**

柒、結論

研究一、探討人牙及豬牙的相似度、認識牙齒的構造

一、根據討論結果得知，豬牙在酸性飲料中產生的重量變化及刻痕變化等表現與人牙類似，因此**可以用豬牙替代人牙進行相同實驗**的結果。

研究二、探討不同乳飲品的甜度、pH 值及相互關係

- 一、在7種乳飲品中，當甜度下降的變化大，pH值下降的變化也加大，表示甜度的減少與pH值的減少有很大的關聯。
- 二、在開始就最酸、最甜的養O多，最後還是最酸及最甜。

研究三、探討乳飲品的 pH 值對豬牙腐蝕的影響

- 一、乳飲品容易被酸化程度，由高至低依序為：
- 二、養O多→調味乳→優酪乳→脫脂牛奶→全脂鮮奶→全脂奶粉→含鈣鮮奶
- 三、越容易被酸化的乳飲品，造成豬牙重量減輕越明顯。表示豬牙的鈣質被溶解越多，也就是豬牙被腐蝕越嚴重；清水(對照組)沒有明顯的重量變化。
- 四、相同乳飲品，浸泡相同時間下，**由於後牙表面積比較大，後牙被腐蝕的總重量變化會比前牙明顯。**
- 五、豬牙浸泡在越容易被酸化的乳飲品，豬牙上產生的刻痕越深，表示豬牙被軟化越明顯；清水(對照組)也沒有明顯的刻痕變化。
- 六、**前牙與後牙在特定單點中，被腐蝕造成軟化的程度類似。**

研究四、探討清水、含氟牙膏及氟膠對豬牙的保護作用

- 一、**防護效果最佳的是 10000ppm 氟膠，可抵擋豬牙重量減輕程度 7 天。**
- 二、**防護效果第二是 1000ppm 含氟牙膏，可抵擋豬牙重量減輕程度 3 天。**
- 三、**防護效果最差的是清水，幾乎則沒有抗酸防護效果。**
- 四、含氟牙膏超過 3 天，氟膠超過 7 天後，就變成與清水相同。表示防護效果仍有時間的限制。

研究五、探討乳飲品對口腔內人牙的細菌變化及影響

- 一、前牙的刷牙清潔效果比後牙好，因此徹底的刷牙清潔，特別是後牙牙縫的加強，才能預防奶垢長期囤積在後牙導致牙齒脫鈣蛀牙。
- 二、在 1 小時的口腔內觀察發現，喝完比沒喝乳飲品的口腔內，更容易增加牙齒細菌的數量。
- 三、**喝完乳飲品後最好在 3 分鐘內清潔牙齒與口腔**，以免細菌快速增加。

總結論

- 一、 研究一得知，人牙與豬牙兩者抗酸性腐蝕能力類似。因此**豬牙可做爲人牙進行相同實驗**結果的重要參考。
- 二、 研究二得知，**隨著乳飲品甜度的逐漸降低，pH 質也會慢慢下降變酸，甜度與 pH 值下降的幅度都是以前 3 天最高**。這結果可能是由於細菌在前 3 天將糖分代謝分解成酸的活動性最強的結果。
- 三、 研究三得知，**乳飲品變酸後的穩定 pH 值**，對於牙齒腐蝕的嚴重狀況影響，**比乳飲品本身的 pH 值變化差異還來得重要**。後牙的牙齒被腐蝕重量變化比前牙**明顯**，可能是由於後牙的牙齒表面積較廣，因此整個表面被腐蝕溶解機率增高，並不是前牙比較不會被腐蝕。這可以由牙齒刻痕實驗中，發現**前牙與後牙的“單點”被軟化硬度類似**得到證明。
- 四、 研究四得知，防護**效果最佳的是 10000ppm 氟膠，可抵擋牙齒重量減輕程度 7 天。第二是 1000ppm 含氟牙膏，可抵擋牙齒重量減輕程度 3 天，而清水則沒有效果**，就算牙齒有塗含氟牙膏或氟膠，牙齒的防護效果仍會有一定時間的限制。
- 五、 研究五得知，後牙的齒縫處較前牙不易清潔，因此也提供了長期堆積奶垢機會。**乳飲品會提供細菌生長的糖分，使細菌繁殖速度增加。喝完乳飲品最好在 3 分鐘內盡快清潔牙齒**，以免細菌增生。

未來展望

經過本次科展研究，我們不但對於各種乳飲品的酸性與糖分對牙齒的影響有更深入的了解外，更引發了我們對於乳飲品的其他成分比較有更高度的興趣。例如：

- 一、 牛奶的含脂肪量多少或添加鈣營養會不會影響乳飲品對牙齒的腐蝕性？
- 二、 探討不同的刷牙方式，並研究出更好、更簡便的刷牙方式，可以比貝氏刷牙法更能有效的清潔後牙的牙縫？
- 三、 從報導中得知，綠茶可以抑制口腔細菌，是否用罐裝無糖綠茶等茶飲，可以暫時或持續多久時間使抑制細菌滋長？

捌、 參考資料

- 一、 張美玉(2012)。國民小學自然與生活科技三下。臺南市：翰林。
- 二、 牛錫麟(1986)。口腔預防醫學。臺北市：合記。
- 三、 張國威(1986)。牙齒解剖生理學與咬合。臺北市：合記。
- 四、 譚天錫、陳益明(1986)。生物學。臺北市：茂昌。
- 五、 維基百科自由的百科全書：摩氏硬度（無日期）。維基百科。2012 年 2 月 19 日，取自：
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%91%A9%E6%B0%8F%E7%A1%AC%E5%BA%A6>
- 六、 Bestweb: 牙齒結構（無日期）。yam 天空部落。2012 年 5 月 12 日，取自：
blog.yam.com/product88/article/38120728

【評語】 080318

1. 題材十分生活化，是國小學童乃至於全民都應該注意的問題。
2. 能利用家裡的用品以及玩具設計實驗器材，具問題解決創意。
3. 團隊回答十分活潑。
4. 實驗設計適切且結論條理清楚，若能再加強所提問的問題之新穎性，將有更大的發展性。