

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

團隊合作獎

030302

菌抑之蜂-牙膏與漱口水的添加物成分對口腔環境的影響

學校名稱：苗栗縣私立君毅高級中學(附設國中)

作者： 國二 吳冠諺 國二 尤宏鈞 國二 許友嘉	指導老師： 宋威德 劉彥迪
---	-----------------------------

關鍵詞：蜂膠、口腔酸鹼、口腔菌量

摘要

本研究旨在瞭解牙膏及漱口水常見添加物成分對口腔環境及對牙齒的影響。本研究分兩階段，先訪談牙醫師，根據訪談結果進行問卷設計，並以問卷回收所得結論為基礎，朝菌易生酸，酸損琺瑯質為實驗假設，經採集口中細菌，分別培養於不同條件的氟化鈉、木糖醇及蜂膠水溶液中，連續追蹤 3 天 pH 值及細菌量；以 pH 計測量 pH 值；細菌量則追蹤 LB 菌液的 OD600 吸光值，以混濁程度推估細菌量；結果顯示蜂膠在抗酸及抑菌上，皆是三者中最有效的，且與氟化物或木糖醇混合後，能發揮更好的抑菌效果。最終經豬牙實測，蜂膠確實減少琺瑯質侵蝕，蜂膠+木糖醇混合液相較對照組能減少豬牙 56% 的酸腐蝕量。本研究比較三種添加物，發現蜂膠都屬最好，推薦用於平時的口腔清潔使用。

壹、前言

一、研究動機

身邊好多同學被蛀牙困擾！蛀牙常常是讀書過程的夢靨，一顆牙痛，讓我們睡不好、吃不好，自然而然影響到學習狀態。一查統計數據，發現 2020 年時，台灣 12 歲學生的平均齲齒顆數竟是 2.01 顆；苗栗縣更是以平均 3.82 顆排名縣市第一。我們有辦法透過一些簡單的選擇，減少蛀牙問題嗎？有篇文章提及口腔 pH 值的高低和蛀牙有密切關係，又想起去年做牙齒矯正後，認識到原來牙膏的選用細節不少，很是學問。不禁好奇標示有“防蛀”的牙膏和漱口水是否真的名符其實？對口腔 pH 值的影響又是如何？國二上學期理化學到，牙膏會添加「氟」來防止蛀牙，但其實牙膏也有木糖醇、蜂膠這一類的添加物，是否真的有效呢？我們發現目前沒有人做過相關調查，於是自己動手瞭解牙膏及漱口水添加物對口腔的影響。

二、研究原理

吃東西後，牙菌斑細菌會分解口腔內殘有的葡萄糖等食物殘渣，使口腔轉變為酸性，pH 值下降，保護牙齒的最外層琺瑯質構造在 pH 值 5.5 以下會溶解，細菌便容易入侵牙齒，大幅提升蛀牙機率。

本研究瞭解到「菌易生酸，酸損琺瑯」的原則，並想提供簡單的牙膏或漱口水選擇指標，幫助同學們減少蛀牙問題。於是先以 LB 菌液模擬口腔環境，探討不同添加物成分的牙膏及漱口水對口腔的酸鹼環境還有抑菌效果是否真的有差別？接著探討未摻入市售牙膏及漱口水的添加物成分本身，對口腔的酸鹼環境還有抑菌效果是否真的有差別？我們還想知道，如果兩個類別的添加物混合在一起，是否會有更好的抑菌效果？最後，我們以豬牙實測，添加物成分在酸性環境下，抗琺瑯質侵蝕的效果。

三、 研究目的與研究問題

研究一、刷牙習慣問卷調查

- 1-1 國中七八年級學生**多久刷一次牙**？
- 1-2 國中七八年級學生使用的牙膏，**最常添加**什麼？
- 1-3 國中七八年級學生的**蛀牙頻率**如何？

研究二、探討不同添加物成分的牙膏對口腔環境的影響

- 2-1 不同添加物成分的**牙膏**，會影響口腔的**酸鹼環境**嗎？
- 2-2 不同添加物成分的**牙膏**，**抑菌效果**真的有差嗎？

研究三、探討不同添加物成分的漱口水對口腔環境的影響

- 3-1 不同添加物成分的**漱口水**，會影響口腔的**酸鹼環境**嗎？
- 3-2 不同添加物成分的**漱口水**，**抑菌效果**真的有差嗎？

研究四、探討不同添加物成分對口腔環境的影響

- 4-1 如果添加物成分**沒有加入牙膏或漱口水內**，能夠有好的**抑菌效果**嗎？

研究五、探討不同添加物成分混合後對口腔環境的影響

- 5-1 **同時使用兩種**不同添加物成分，會有更好的**抑菌效果**嗎？

研究六、模擬不同添加物成分對牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果

- 6-1 實測添加物成分，對於牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果

四、文獻回顧

(一) 蛀牙是琺瑯質遭到酸性物質侵蝕的狀況。一般而言，牙菌斑(細菌)會把糖分分解為酸，進而侵蝕琺瑯質，而提升蛀牙的機率。(高露潔官網-2021)

→我們可以透過觀察口腔的 pH 值及細菌數來推估造成蛀牙發生的可能性。

(二) 刷牙時，牙膏裡頭添加的物理磨擦劑，可以摩擦牙齒表面，達到清除牙菌斑及防止蛀牙的效果。牙膏中，若有添加香精，可以減輕口臭。有時牙膏也會加入藥物，通過添加藥物的牙膏刷牙，可起到一些作用。(嘉義市政府教育處-2011)

→我們可以測試牙膏添加物對口腔 pH 值及細菌數的影響，推估其防止蛀牙的效果。

(三) 漱口能清潔口腔，是因為漱口水在嘴巴裡流動時，流動的力量可以協助清除食物殘渣，但，漱口的流動力量卻無法去除牙菌斑。和牙膏相似的是，有些漱口水中會添加藥物成分，添加藥物成分的漱口水能減少牙菌斑的形成，可以達到減少齲齒和牙周疾病的發生率。(嘉義市政府教育處-2011)

→我們可以測試漱口水添加物對口腔 pH 值及細菌數的影響，推估其防止蛀牙的效果。

(四) 蜂膠，是蜜蜂採蜜時，蜜蜂唾液及植物組織的膠狀物質作混合後的產物。蜂膠在自然界中，是用來強化蜂巢，當然也需要抵抗細菌的干擾，所以會有抗菌的效果。牙膏中也很常溶入蜂膠，藉助蜂膠的抗菌效果，來預防蛀牙及牙周病等……。(愛多美-2020) 市面上蜂膠在牙膏中的重量百分比為 1-10%(中文百科-2018)

→我們可以測試蜂膠對口腔 pH 值及細菌數的影響，推估蜂膠防止蛀牙的效果。

(五) 木糖醇是天然甜味劑，甜味和蔗糖相近，可以刺激唾腺分泌口水，將口腔中的細菌沖去，放住的原理是減少牙菌斑的生成、避免牙齒去礦化等。(奇美醫療財團法人-2007) 木糖醇牙膏含量在 6-12%抗齲齒效果較佳(中國生物工程雜誌-2012)

→我們可以測試木糖醇對口腔 pH 值及細菌數的影響，推估木糖醇防止蛀牙的效果。

(六) 氟化物主要的作用是使牙齒更加抗酸。因為牙齒成分是磷灰石，用完含氟牙膏後，可產生氟化磷灰石，其抗酸效果也較佳。衛生福利部-2018) 成人使用的含氟牙膏氟化物濃度規定為 1500ppm。(衛生福利部-2016)

→我們可以測試氟化物對口腔 pH 值及細菌數的影響，推估氟化物防止蛀牙的效果。

(七) 琺瑯質在 pH 值 5.5 以下便會溶解，牙本質更是在 pH 值 6.5 以下就會溶解。當牙齒琺瑯質磨損。可能會導致牙齒敏感、牙齒變色等症狀。(康健雜誌-2017)

→我們可以直接觀察添加物降低琺瑯質溶解的狀況，推估添加物防止蛀牙的效果。

貳、研究設備及器材

一、問卷調查使用設備

進行實驗前，我們先自製問卷，調查國中七八年級學生的潔牙狀況。

二、研究二至研究五探討添加物成分在不同條件下對口腔環境變化影響的器材

研究二至研究五進行口腔 pH 值與細菌數的變化實驗，我們用了以下器材，如圖 1~圖 8。

			
<p>圖 1、pH 值實驗中培養細菌用的葡萄糖</p>	<p>圖 2、細菌實驗培養細菌用的 LB 培養粉</p>	<p>圖 3、添加氟化物、木糖醇及蜂膠的牙膏</p>	<p>圖 4、添加氟化物、木糖醇及蜂膠漱口水</p>
			
<p>圖 5、採集口腔細菌的牙刷</p>	<p>圖 6、離心管分裝菌液培養</p>	<p>圖 7、pH 值測量計</p>	<p>圖 8、測細菌濃度的 OD 值測量儀</p>

三、研究六以豬牙模擬不同添加物成分對牙齒琺瑯質抗侵蝕效果的實驗器材

進行添加物成分在酸性環境下，抗牙齒琺瑯質腐蝕效果的實驗器材，如圖 9：



圖 9、豬牙、電子秤、加熱攪拌器、醋酸及添加物藥品

參、研究過程或方法

我們想先瞭解常見的蛀牙因素、實驗方法是否可行及同學們的口腔清潔習慣後，再深入討論牙膏及漱口水的成分添加，對 pH 值及細菌數等口腔環境的影響。

於是，我們針對**蛀牙因素**、**實驗方法可行性**及**口腔清潔盲點**等三向度，訪談牙醫師，依據所得的內容進行問卷設計，起初問卷設計遭遇受試者年齡層分布太廣、問卷問題發散等困擾，於是我們設計第二版問卷，向校內七、八年級同學發放問卷後，根據回收結果，進一步設計實驗步驟。

實驗步驟先是試圖瞭解添加有**氟**、**木糖醇**及**蜂膠**的牙膏及漱口水等日常口腔清潔材料，對 pH 值、細菌量等的影響；接著討論添加物單項及兩兩混合對 pH 值、細菌量等的影響效果；最後以豬牙實測添加物抗酸侵蝕琺瑯質的能力，如圖 10：

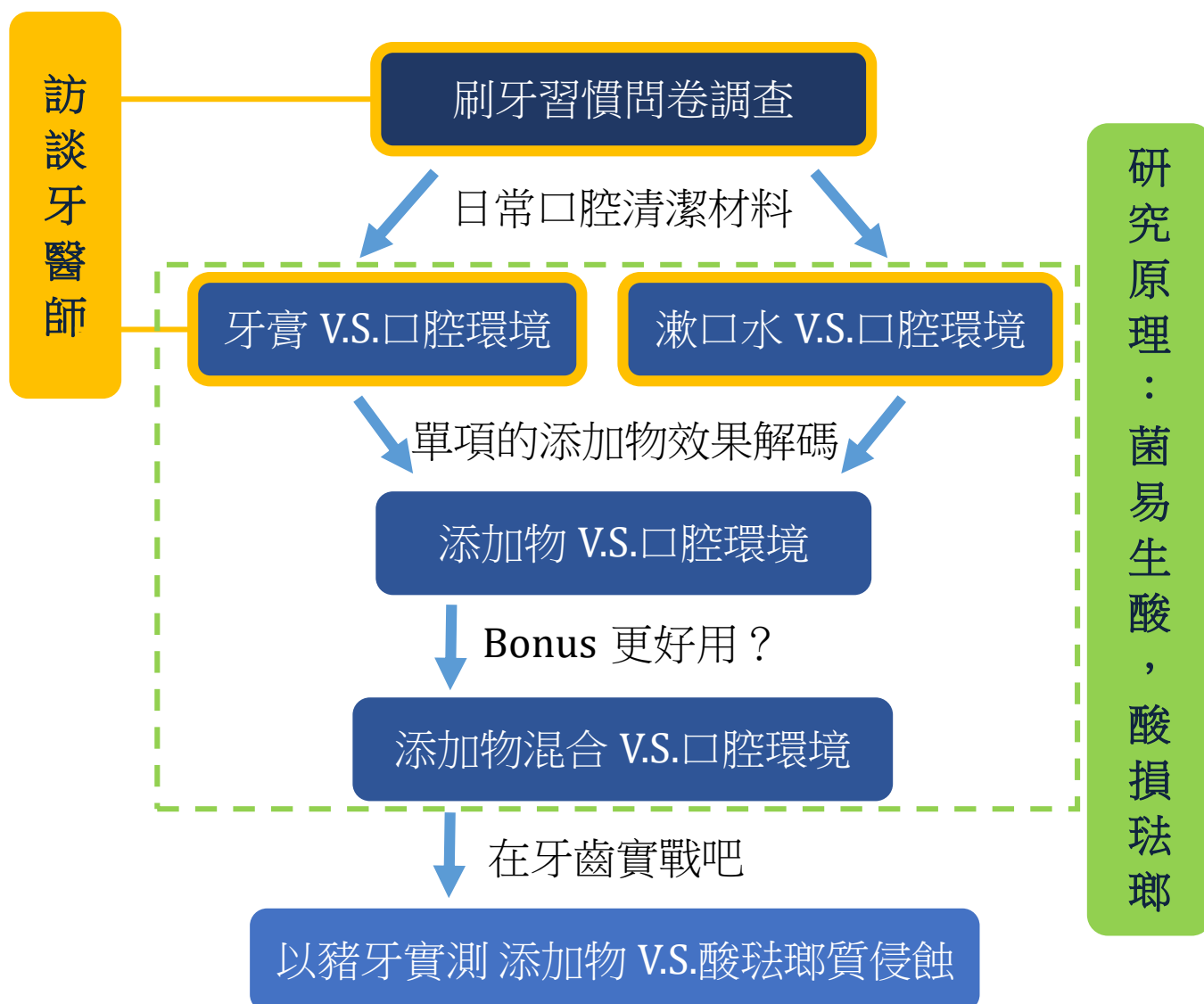


圖 10、菌抑之蜂-牙膏與漱口水的添加物成分對口腔環境的影響 研究架構圖

一、研究前準備：訪談牙醫師

我們想了解常見的蛀牙因素，以及確認實驗方法思考方向是否可行；希望我們能在執行實驗前，先建構完整的概念與明確的方向，所以我們約牙醫師進行訪談，如圖 11。

(一)擬定牙醫師訪談大綱

我們約牙醫師進行訪談，希望能建構出明確的實驗方向，所以我們從 **蛀牙因素**、**實驗方法可行性** 及 **口腔清潔盲點** 等三向度，擬定以下訪談大綱，並獲得牙醫師回覆：

1:常見的蛀牙因素

1-1:大多數病患是因為哪些因素而蛀牙

→病患因刷牙**清潔不當**與口腔**清潔不佳**而蛀牙；蛀牙主要有三要素：**食物、細菌及時間**。

1-2:牙膏的成分是否會影響防蛀的效果，哪個成分對防蛀的影響最明顯

→牙膏的主要成分是**磷灰石**，用完含氟牙膏後，可產生**氟化磷灰石**，其**抗酸效果**較佳。

1-3:刷牙的方式對口腔細菌殘量是否有影響

→刷牙方式對口腔細菌殘量的影響**較小**，口腔**細菌殘量**最主要還是受有無**仔細刷牙**影響。

1-4:刷牙後使用漱口水對口腔細菌殘量是否有影響

→刷牙後使用漱口水能快速**消滅細菌**，但若有殘留的**食物**，細菌將會**繼續生長**。

2:實驗方法可行性詢問

2-1:刷完牙後直接測量口中唾液 pH 值和細菌量的實驗方式 可行與否?是否有其他外在變因?

→刷完牙後直接測量到的唾液都是**新生的**，但造成蛀牙的唾液大部分都是**附著在牙齒上的**。

2-2:將唾液放入牙膏液試管中並測量混合液 pH 值和細菌量 可行與否?是否有其他外在變因?

→唾液放入牙膏液中測到的唾液都是**新生的**，但造成蛀牙的唾液大部分是**附著在牙齒上的**。

2-3:牙刷放入口中採集細菌後放入水中攪勻並測量混合液 pH 值和細菌量可行與否?

→將牙刷放入口中**採集細菌**後放入菌液中攪勻測量到的細菌都是**附著在牙齒上的**，因此相較起來可行性較**高**。

3:常見的盲點分析

3-1:口香糖是否有防止蛀牙的功能

→口香糖是利用**咀嚼過程**用口香糖**黏性**去除殘留食物，因此只能預防**牙溝**的殘渣。

3-2:只用清水刷牙是否有防止蛀牙的效果

→清水較牙膏少了**鹼**，抑菌效果沒有牙膏好。但若能**清除菜渣**，一樣有不錯的**防蛀效果**。

3-3:只用牙線是否有防止蛀牙的效果

→牙線具備的是**牙縫的清潔**，但單獨使用效果並沒有**刷牙好**。

3-4:其他常有的錯誤觀念

→有人認為吃完飯不要**立刻刷牙**，但應該**立刻清潔**，以免酸性物質不斷**腐蝕琺瑯質**



圖 11、約牙醫師訪談，希望能了解 **蛀牙因素** 及建構出明確的實驗方向

二、研究一：刷牙習慣問卷調查

經過訪談牙醫師，並向牙醫師請教實驗步驟的可行度後，我們原先想利用問卷，分析社區居民們的刷牙習慣。以牙醫師的回覆為出發點做思考，設計的問卷如圖 12：

口腔清潔習慣問卷調查

您好:

我們是國中 8 年級的學生，這份問卷是為了瞭解您平時的口腔清潔習慣，填答問卷可能會耽誤您一些時間，還請不吝給予指教，謝謝。

首先 麻煩您填一些基本資料供我們參考:

性別：男 女

請問你/妳的年齡在哪一個區間呢?

10 歲以下 11~20 21~30

31~40 41~50 51~60

60 歲以上

請問你/妳的刷牙頻率大約多久一次?

不刷牙 1天1次 1天2次

1天3次 飯後就刷

請問你/妳大約飯後多久刷牙?

立刻刷 5 分鐘後 10 分鐘後

20 分鐘後 30 分鐘後 30 分鐘以上

請問你/妳的牙膏是以下哪一種呢?(含有以下哪些物質)

含氟牙膏 蜂膠牙膏 木糖醇牙膏

請問你/妳刷牙後會使用漱口水嗎?

會 不會

請問你/妳是否常以嚼口香糖代替刷牙?

是 否

請問你/妳是否常只用牙線清潔牙齒代替刷牙?

是 否

請問你/妳用的牙刷是以下哪一種?

傳統牙刷(手動) 電動牙刷 硬毛牙刷

軟毛牙刷 其他: _____

請問你/妳的蛀牙頻率高嗎?

高(一個月一次) 中(2-6 個月一次) 低(一年一次或幾乎沒有)

感謝您的填寫!祝您新年快樂!

圖 12、以牙醫師回覆為出發點做思考，設計的第一版 社區居民 口腔清潔習慣問卷

起初，我們到夜市發放問卷，總共回收了 47 份有效問卷，分析問卷回收的內容後，發現會有受試者的年齡層分布太廣、問卷問題發散等困擾。所以我們決定，**重新設計一份問題** 聚焦在使用的牙膏主要添加物成分、潔牙頻率及蛀牙頻率的問卷，並到校內七、八年級的班級發放問卷，以集中年齡層，也能針對國中生所遭遇的問題做思考分析。最後，我們回收了 158 份有效問卷，總算將欲透過實驗解決的問題，聚焦在**不同添加物成分對口腔環境的影響**。我們設計的第二版七八年級學生口腔清潔習慣問卷，如圖 13。

口腔清潔習慣問卷調查

您好，我們是國中部八年級的學生。這份問卷主要是為了得知您的刷牙習慣，填寫時可能會耽誤您一點時間，還請不吝給予指教，謝謝

首先，麻煩您填寫部分基本資料供我們參考。

性別

男 女

請問您的潔牙頻率大約是一日幾次呢？

飯後立刻清潔 每日三次 每日兩次 每日一次

無潔牙習慣

請問您潔牙時使用的牙膏是哪一種呢？

含氟牙膏 木糖醇牙膏 蜂膠牙膏 其他

無潔牙習慣

請問您蛀牙的概況為何呢？

每月一次 半年一次 每年一次 無蛀牙

感謝您的填寫，祝闔家安康

圖 13、聚焦受試者年齡層及問卷問題的第二版 七八年級學生 口腔清潔習慣問卷

三、研究二：探討不同添加物成分的牙膏對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的牙膏，會影響口腔的酸鹼環境嗎？(圖 14~圖 16)

我們以 $C_6H_{12}O_6$ 溶液進行 pH 值變化的實驗。將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 10% 1000mL 葡萄糖水溶液製成菌液。在 $37^{\circ}C$ 定溫培養一天後，加入牙膏液，並以 pH 值測量儀測量三天的 pH 值；pH 值越小，意味著口腔越酸，越容易蛀牙，pH 越大，則代表越不容易蛀牙。

1. 測試木糖醇牙膏液對菌液酸鹼的影響

我們以 10g 的木糖醇牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率為 10% 的木糖醇牙膏液，將 5mL 木糖醇牙膏液加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。

2. 測試含氟牙膏液對菌液酸鹼的影響

我們以 10g 的含氟牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率為 10% 的含氟牙膏液，將 5mL 含氟牙膏液加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。

3. 測試蜂膠牙膏液對菌液酸鹼的影響

我們以 10g 的蜂膠牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率為 10% 的蜂膠牙膏液，將 5mL 蜂膠牙膏液加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。



圖 14、製作葡萄糖菌液



圖 15、分裝培養菌液與漱口水



圖 16、測量菌液 pH 值

(二) 不同添加物成分的牙膏，抑菌效果真的有差嗎? (圖 17~圖 19)

我們以 LB 培養液進行細菌量變化的實驗。將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 15%LB 培養液中製成菌液。在 37°C 定溫培養一天後，加入牙膏液，並以分光光度計測量三天菌液的吸光值；數值越大，意味著細菌越多；越小，則代表細菌越少。

1. 測試木糖醇牙膏液對菌液細菌量的影響

我們以 10g 的木糖醇牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率 10%的木糖醇牙膏液，將 25mL 10%木糖醇牙膏液加入 25mL 的 LB 菌液中。

2. 測試含氟牙膏液對菌液細菌量的影響

我們以 10g 的含氟牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率 10%的含氟牙膏液，將 25mL 10%含氟牙膏液加入 25mL 的 LB 菌液中。

3. 測試蜂膠牙膏液對菌液細菌量的影響

我們以 10g 的蜂膠牙膏與 90mL 的水調配成重量百分率 10%的蜂膠牙膏液，將 25mL 10%蜂膠牙膏液加入 25mL 的 LB 菌液中。



圖 17、製作 LB 菌液



圖 18、將牙膏液加入菌液



圖 19、菌液分裝培養

四、研究三：探討不同添加物成分的漱口水對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的漱口水，會影響口腔的酸鹼環境嗎?

我們以 $C_6H_{12}O_6$ 溶液進行 pH 值變化的實驗。將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 10% 1000mL 葡萄糖水溶液製成菌液。在 37°C 定溫培養一天後，加入漱口水，並以 pH 值測量儀測量三天的 pH 值；pH 值越小，意味著口腔越酸，越容易蛀牙，pH 越大，則代表越不容易蛀牙。

1. 測試木糖醇漱口水液對菌液酸鹼的影響

以 5mL 木糖醇漱口水加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。進行為期三天的測量。

2. 測試含氟漱口水液對菌液酸鹼的影響

以 5mL 含氟漱口水加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。進行為期三天的測量。

3. 測試蜂膠漱口水液對菌液酸鹼的影響

以 5mL 蜂膠漱口水加入 5mL 的 $C_6H_{12}O_6$ 菌液中。進行為期三天的測量。

(二) 不同添加物成分的漱口水，抑菌效果真的有差嗎?

我們以 LB 培養液進行細菌量變化的實驗。將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 15% LB 培養液中製成菌液。在 37°C 定溫培養一天後，加入漱口水，並以分光光度計測量三天菌液的吸光值；數值越大，意味著細菌越多；越小，則代表細菌越少。

1. 測試木糖醇漱口水液對菌液細菌量的影響

將 25mL 木糖醇漱口水加入 25mL 的 LB 菌液中。進行為期三天的測量。

2. 測試含氟漱口水液對菌液細菌量的影響

將 25mL 含氟漱口水加入 25mL 的 LB 菌液中。進行為期三天的測量。

3. 測試蜂膠漱口水液對菌液細菌量的影響

將 25mL 蜂膠漱口水加入 25mL 的 LB 菌液中。進行為期三天的測量。

五、研究四：探討不同添加物成分對口腔環境的影響

●如果添加物成分沒有加入牙膏或漱口水內，能夠有好的抑菌效果嗎？

為了排除牙膏及漱口水基底，容易影響細菌量結果的物質干擾(如:殺菌劑)，我們決定以研究二及研究三中主要討論的添加物：**木糖醇、氟化鈉及蜂膠來進行實驗**。我們將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 15%LB 培養液中製成菌液。在 37°C 定溫培養一天後，加入添加物成分，並以分光光度計測量三天菌液的吸光值；數值越大，意味著細菌越多；越小，則代表細菌越少。

1. 測試木糖醇對菌液細菌量的影響

我們以 30g 木糖醇加入 500mL 調配成 6%的木糖醇溶液。並將 20mL 的菌液與 20mL 的木糖醇溶液混合，進行為期三天的測量。

2. 測試氟化鈉對菌液細菌量的影響

我們以 0.75g 氟化鈉加入 500mL 調配成 1500ppm 的氟化鈉溶液。並將 20ml 的菌液與 20mL 的氟化鈉溶液混合，進行為期三天的測量。

3. 測試蜂膠對菌液細菌量的影響

我們以 5g 蜂膠加入 500mL 調配成 1% 的蜂膠溶液。並將 20mL 的菌液與 20mL 的蜂膠溶液混合，進行為期三天的測量。

六、研究五：探討不同添加物成分混合後對口腔環境的影響

●同時使用兩種不同添加物成分，會有更好的抑菌效果嗎？

我們想了解**同時使用兩種不同添加物成分，抑菌效果會疊加嗎？還是會有抑制的反效果呢？**我們決定將研究四主要討論的添加物：木糖醇、氟化鈉及蜂膠混合後來進行實驗。我們將牙刷放進口中收集得的細菌，放入 15%LB 培養液中製成菌液。在 37°C 定溫培養一天後，加入添加物成分，並以分光光度計測量三天菌液的吸光值；數值越大，意味著細菌越多；越小，則代表細菌越少。

1. 測試氟化鈉+木糖醇對菌液細菌量的影響

我們將 20mL 的菌液加入 10mL 1500ppm 的氟化鈉溶液及 10mL 6%的木糖醇溶液混合，進行為期三天的測量。

2. 測試氟化鈉+蜂膠對菌液細菌量的影響

我們將 20mL 的菌液加入 10mL 1500ppm 的氟化鈉溶液及 10mL 1% 的蜂膠溶液混合，進行為期三天的測量。

3. 測試木糖醇+蜂膠對菌液細菌量的影響

我們將 20mL 的菌液加入 10mL 6%的木糖醇溶液及 10mL 1% 的蜂膠溶液混合，進行為期三天的測量。

七、 研究六：模擬不同添加物成分對牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果

●實測添加物成分，對於牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果(圖 20~圖 22)

前面研究二到研究五，無論是酸鹼度實驗，或是細菌量實驗，都是以「口腔細菌孳生促使酸性環境，而酸性環境破壞琺瑯質」的假設來設計實驗；若能直接觀察添加物成分的抗琺瑯質侵蝕效果，將更為直接。因考慮到以人類牙齒進行實驗不可行，我們決定使用構造與人牙相近的豬牙作為替代。首先，我們將 10mL 99%的醋酸與添加物成分加入離心管，並放入豬牙，以加熱攪拌器固定速度攪拌 20 秒，每天測量豬牙的重量，為期三天。如圖 21~圖 23:

1. 木醣醇抗琺瑯質侵蝕實驗組實驗方法

將豬牙放入以 30g 木醣醇加入 500mL 99%醋酸調配成的木醣醇醋酸水溶液。

2. 氟化鈉抗琺瑯質侵蝕實驗組實驗方法

將豬牙放入以 0.75g 氟化鈉加入 500mL 99%醋酸調配成的氟化鈉醋酸水溶液。

3. 蜂膠抗琺瑯質侵蝕實驗組實驗方法

將豬牙放入以 5g 蜂膠加入 500mL 99%醋酸調配成的蜂膠醋酸水溶液。



圖 20、:將豬牙從豬骨上拔下

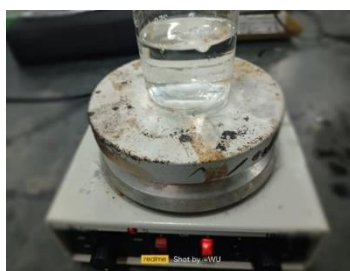


圖 21、將豬牙放入含添加物成分的醋酸水溶液中加熱攪拌



圖 22、逐日測量豬牙的重量

肆、研究結果

一、研究一：刷牙習慣問卷調查

我們想利用問卷分析大眾的刷牙習慣。起初，我們以牙醫師的訪談回覆為出發點做思考，設計第一版問卷，並在 2022/01/18(二) 及 2022/01/25(二)，到夜市向人群發放問卷，總共回收了 47 份有效問卷，遭遇受試者的年齡層分布太廣、問卷問題發散等困擾。所以我們重新設計了第二版問卷，**聚焦問題在使用的牙膏主要添加物成分、潔牙及蛀牙頻率**，並將受試者範圍縮小到校內七、八年級的同學。最後，我們於 2022/05/16(一)回收了 158 份有效問卷，我們的**國中七八年級學生問卷受試者**，**性別比大約是 1:1**，如圖 23。問卷分析結果如下：

(一) 國中七八年級學生多久刷一次牙？(圖 24)

我們的國中七八年級學生問卷受試者，有 80%是每天刷兩次牙(即約半天刷一次牙)。

(二) 國中七八年級學生使用的牙膏，最常添加什麼？(圖 25)

我們的國中七八年級學生問卷受試者，有 63%使用含氟牙膏、14%使用蜂膠牙膏、4%使用木醣醇牙膏，另有 19%是使用牙粉或不清楚自己所使用牙膏的主要添加物。

(三) 國中七八年級學生的蛀牙頻率如何？(圖 26)

我們的國中七八年級學生問卷受試者，有 71%無蛀牙，23%每年蛀牙，6%每半年蛀牙。

受試者性別比(n=158)

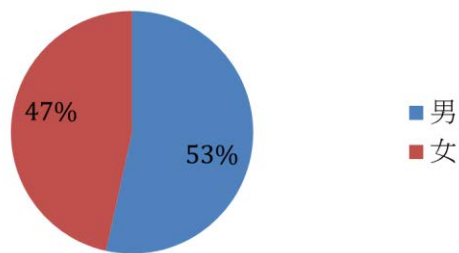


圖 23、受試者性別比約 1:1

受試者刷牙頻率(n=158)

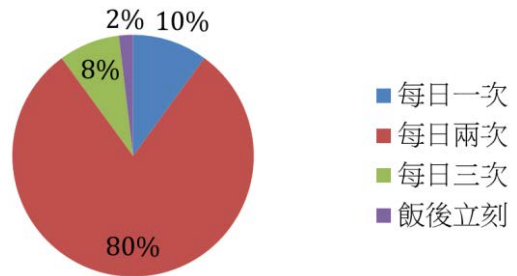


圖 24、受試者刷牙頻率以每日兩次居多

受試者使用的牙膏種類(n=158)

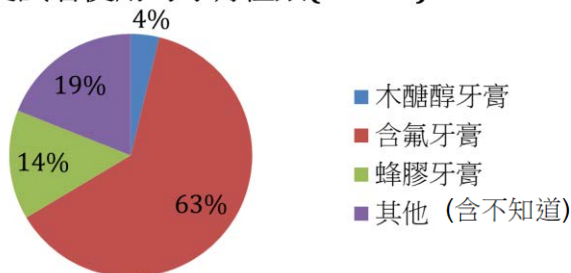


圖 25、受試者以使用含氟牙膏居多

受試者蛀牙頻率(n=158)

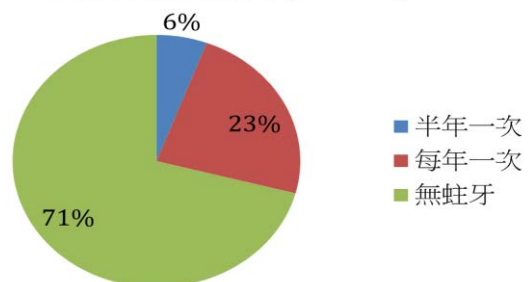


圖 26、受試者以無蛀牙者居多

經由圖 23~圖 26，我們發現，同學們幾乎以**早晚刷牙(每日兩次)**的模式居多，使用的牙膏則以**含氟牙膏**為大宗；不過，卻有**29%**的同學遭受蛀牙之苦。

二、研究二：探討不同添加物成分的牙膏對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的牙膏，會影響口腔的酸鹼環境嗎？

因考慮到不同實驗組，**起始的 pH 值略有差異**，所以我們將每一組在 0 時的 pH 值設為對照量，再用**每一筆數據減去 0 時的數據**，從中觀察 pH 值三天的變化趨勢。在第 96 時時，對照組菌液 pH 值已下降了 3.62，酸度增加非常多；加入含氟牙膏的菌液，pH 值下降 1.30；加入木糖醇牙膏的菌液，pH 值下降 2.26；加入蜂膠牙膏的菌液，pH 值則僅下降 0.28。如表 1、圖 27~圖 30。

表 1、不同添加物成分的牙膏在 96 小時內累積的菌液 pH 值變化量

小時 樣本	0 時	12 時	24 時	36 時	48 時	60 時	72 時	84 時	96 時
對照組(n=3)	0	-0.42	-0.92	-2.41	-3.16	-3.41	-3.43	-3.51	-3.62
含氟牙膏(n=3)	0	-0.07	-0.34	-0.61	-0.60	-0.91	-0.96	-1.23	-1.30
木糖醇牙膏(n=3)	0	-0.26	-1.15	-1.46	-1.50	-1.50	-1.89	-2.20	-2.26
蜂膠牙膏(n=3)	0	-0.02	0.00	-0.04	-0.16	-0.21	-0.13	-0.30	-0.28

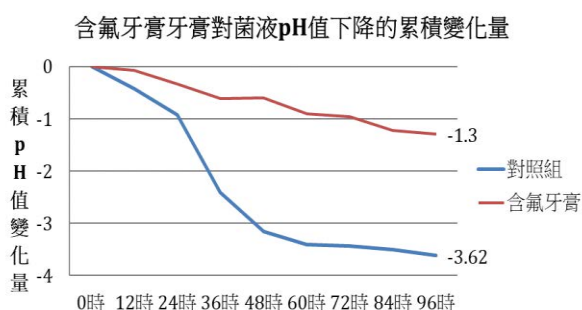


圖 27、含氟牙膏抑制菌液 pH 值下降

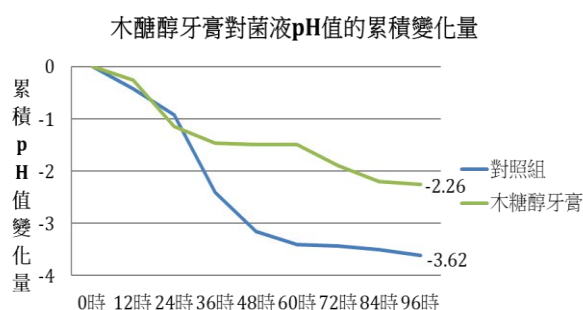


圖 28、木糖醇牙膏抑制菌液 pH 值下降

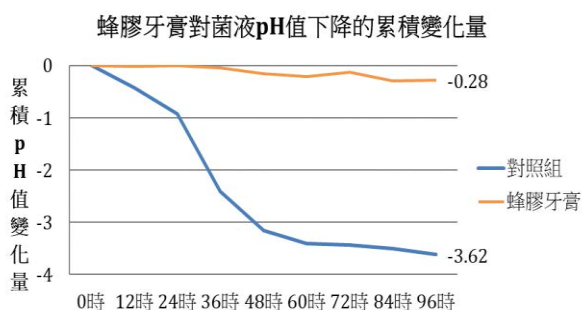


圖 29、蜂膠牙膏抑制菌液 pH 值下降

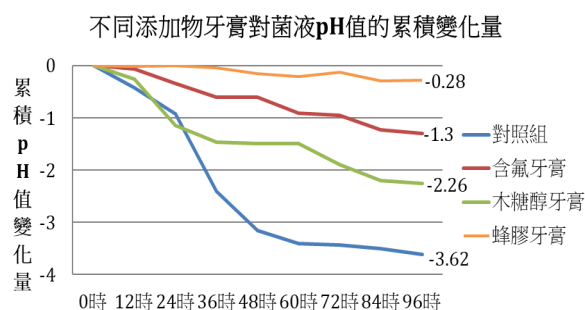


圖 30、蜂膠牙膏抑制菌液 pH 值下降效果最佳

藉由表 1、圖 27~圖 30，我們發現含氟牙膏、木糖醇牙膏及蜂膠牙膏和對照組相比，都能有效抑制菌液 pH 值。推測，若應用在口腔中，三種牙膏都能夠有效避免口腔進入酸性狀態，有效減少琺瑯質溶解，進而抑制蛀牙。綜合以上，**我們推論三種添加物牙膏都能改善口腔 pH 狀態，其中，又以蜂膠牙膏的抗酸效果最佳。**

(二)不同添加物成分的牙膏，抑菌效果真的有差嗎？

因考慮到不同實驗組，**起始的菌液 OD 值略有差異**，所以我們決定將每一組在第零天的 OD 值設為對照量，再用**每一筆數據減去第零天的數據**，從中觀察菌液 OD 值三天的變化趨勢，進而透過「OD 值越大時，菌液越混濁、菌量越多」來推估細菌量。在第三天時，象徵細菌量的菌液 OD 值，對照組增加了 0.122，細菌增加量非常多；加入含氟牙膏的菌液，OD 值增加了 0.084；加入木醣醇牙膏的菌液，OD 值增加了 0.141，甚至較對照組的細菌增加量要多；加入蜂膠牙膏的菌液，OD 值反而減少了 0.037。如表 2、圖 31~圖 34。

表 2、不同添加物成分的牙膏在 3 天內累積的菌液細菌變化量(以 OD 值表示)

樣本	天數	起始	一天後	兩天後	三天後
對照組(n=3)		0	0.063	0.115	0.122
含氟牙膏(n=3)		0	0.06	0.068	0.084
木醣醇牙膏(n=3)		0	0.079	0.14	0.141
蜂膠牙膏(n=3)		0	0.035	-0.03	-0.037

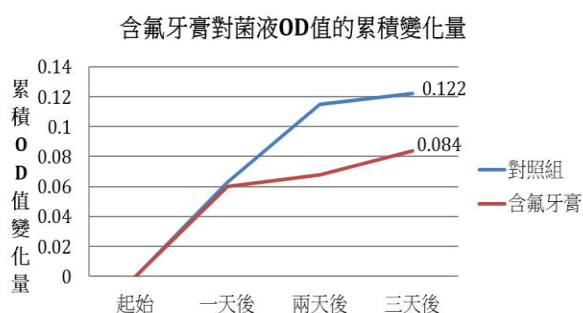


圖 31、含氟牙膏抑制菌液細菌滋生

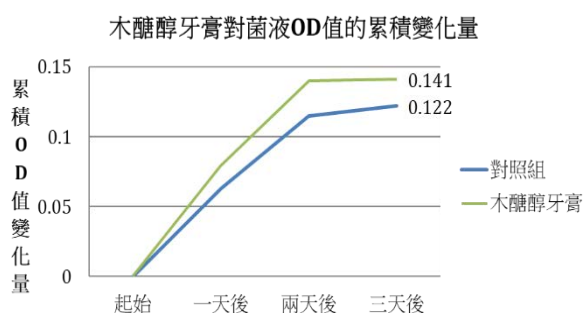


圖 32、木醣醇牙膏無法抑制菌液細菌滋生

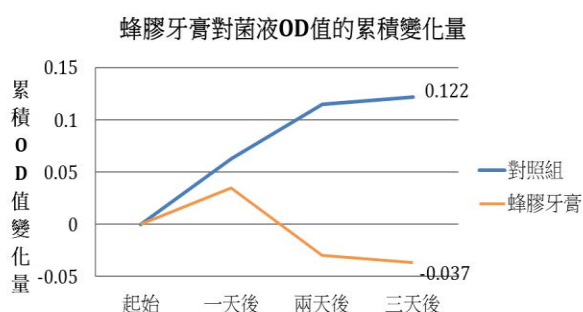


圖 33、蜂膠牙膏抑制菌液細菌滋生

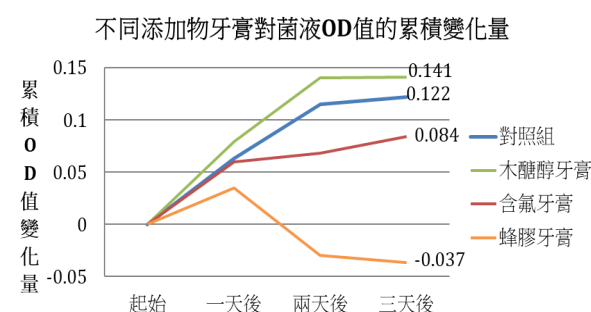


圖 34、蜂膠牙膏抑制菌液細菌滋生效果最佳

藉由表 2、圖 31~圖 34，我們發現含氟牙膏及蜂膠牙膏和對照組相比，能有效抑制菌液細菌量；木醣醇牙膏則沒有抑制菌液細菌量的效果。推測，若應用在口腔中，**含氟牙膏及蜂膠牙膏能有效避免口腔細菌滋生，有效減少口腔進入酸性狀態，進而抑制蛀牙**。綜合以上，我們推論含氟牙膏及蜂膠牙膏能改善口腔細菌量，而且，又以蜂膠牙膏的抗菌效果最佳。

三、研究三：探討不同添加物成分的漱口水對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的漱口水，會影響口腔的酸鹼環境嗎？

因考慮到不同實驗組，**起始的 pH 值略有差異**，所以我們決定將每一組在 0 時的 pH 值設為對照量，再用**每一筆數據減去 0 時的數據**，從中觀察 pH 值三天的變化趨勢。在第 96 時時，對照組菌液 pH 值已下降了 3.62，酸度增加非常多；加入含氟漱口水的菌液，pH 值下降 0.33；加入木糖醇漱口水的菌液，pH 值下降 1.4；加入蜂膠漱口水的菌液，pH 值則僅下降 2.23。如表 3、圖 35~圖 38。

表 3、不同添加物成分的漱口水在 96 小時內累積的菌液 pH 值變化量

小時 樣本	0 時	12 時	24 時	36 時	48 時	60 時	72 時	84 時	96 時
對照組(n=3)	0	-0.42	-0.92	-2.41	-3.16	-3.41	-3.43	-3.51	-3.62
含氟漱口水(n=3)	0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.25	-0.34	-0.31	-0.33	-0.33
木糖醇漱口水(n=3)	0	-0.26	-0.95	-0.97	-1.13	-1.28	-1.32	-1.39	-1.4
蜂膠漱口水(n=3)	0	-0.44	-1.63	-2.19	-2.17	-2.12	-2.1	-2.13	-2.23

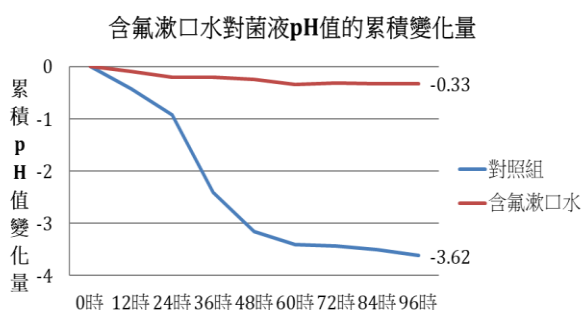


圖 35、含氟漱口水抑制菌液 pH 值下降

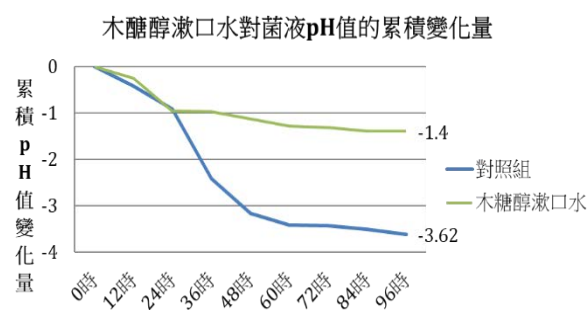


圖 36、木糖醇漱口水抑制菌液 pH 值下降

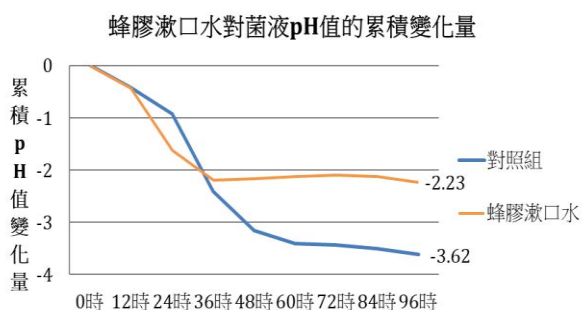


圖 37、蜂膠漱口水抑制菌液 pH 值下降

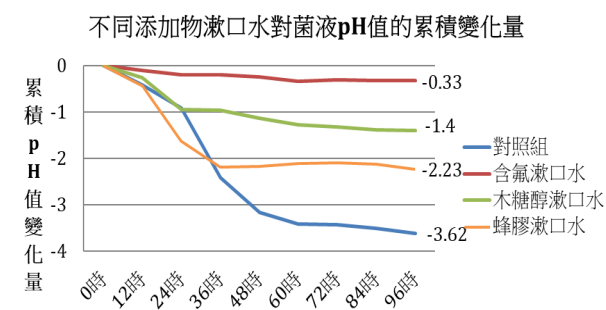


圖 38、含氟漱口水抑制菌液 pH 值下降效果最佳

藉由表 3、圖 35~圖 38，我們發現含氟漱口水、木糖醇漱口水及蜂膠漱口水和對照組相比，都能有效抑制菌液 pH 值。推測，若應用在口腔中，三種漱口水都能夠有效避免口腔進入酸性狀態，有效減少琺瑯質溶解，進而抑制蛀牙。綜合以上，我們推論三種添加物漱口水都能改善口腔 pH 狀態，其中，又以含氟漱口水的抗酸效果最佳。

(二) 不同添加物成分的漱口水，抑菌效果真的有差嗎?

因考慮到不同實驗組，**起始的菌液 OD 值略有差異**，所以我們決定將每一組在第零天的 OD 值設為對照量，再用**每一筆數據減去第零天的數據**，從中觀察菌液 OD 值三天的變化趨勢，進而透過「OD 值越大時，菌液越混濁、菌量越多」來推估細菌量。在第三天時，象徵細菌量的菌液 OD 值，對照組增加了 0.122，細菌增加量非常多；加入含氟漱口水的菌液，OD 值減少了 0.18；加入木醣醇漱口水的菌液，OD 值減少了 0.037；加入蜂膠漱口水的菌液，OD 值減少了 0.212。如表 4、圖 39~圖 42。

表 4、不同添加物成分的漱口水在 3 天內累積的菌液細菌變化量(以 OD 值表示)

樣本 \ 天數	起始	一天後	兩天後	三天後
對照組(n=3)	0	0.063	0.115	0.122
含氟漱口水(n=3)	0	-0.166	-0.171	-0.18
木醣醇漱口水(n=3)	0	0.035	-0.03	-0.037
蜂膠漱口水(n=3)	0	-0.177	-0.211	-0.212

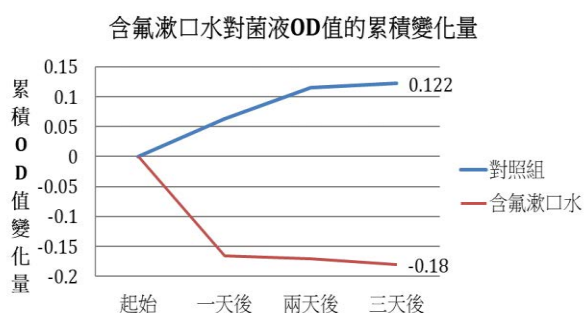


圖 39、含氟漱口水抑制菌液細菌滋生

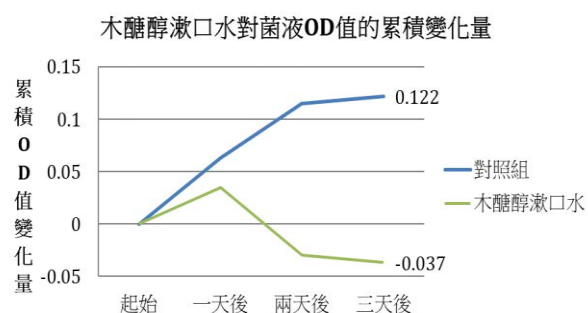


圖 40、木醣醇漱口水抑制菌液細菌滋生

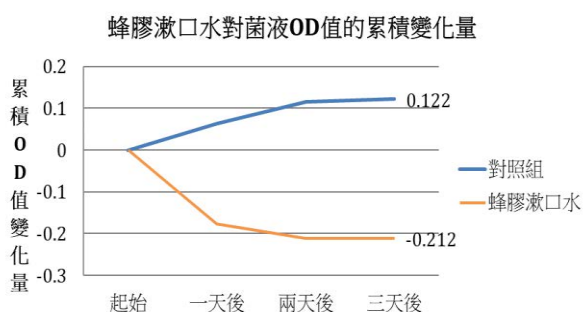


圖 41、蜂膠漱口水抑制菌液細菌滋生

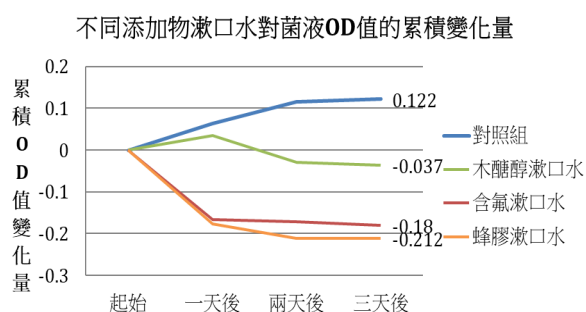


圖 42、蜂膠漱口水抑制菌液細菌滋生效果最佳

藉由表 4、圖 39~圖 42，我們發現含氟漱口水、木醣醇漱口水及蜂膠漱口水和對照組相比，都能有效抑制菌液細菌量。推測，若應用在口腔中，三種漱口水都能有效避免口腔細菌滋生，有效減少口腔進入酸性狀態，進而抑制蛀牙。綜合以上，我們推論三種添加物漱口水都能改善口腔細菌量，而且，**又以蜂膠漱口水的抗菌效果最佳**。

四、研究四：探討不同添加物成分對口腔環境的影響

●如果添加物成分沒有加入牙膏或漱口水內，能夠有好的抑菌效果嗎？

為了排除牙膏及漱口水的殺菌劑基底，對細菌量結果的干擾，我們決定直接以氟化鈉、木糖醇及蜂膠來進行實驗。因考慮到不同實驗組，起始的菌液 OD 值略有差異，所以我們決定將每一組在第零天的 OD 值設為對照量，再用每一筆數據減去第零天的數據，從中觀察菌液 OD 值三天的變化趨勢，進而透過「OD 值越大時，菌液越混濁、菌量越多」來推估細菌量。在第三天時，象徵細菌量的菌液 OD 值，對照組增加了 0.156，細菌增加量非常多；加入氟化鈉的菌液，OD 值僅增加 0.099；加入木糖醇的菌液，OD 值僅增加 0.060；加入蜂膠的菌液，OD 值甚至減少了 0.612。如表 5、圖 43~圖 46。

表 5、不同添加物成分在 3 天內累積的菌液細菌變化量(以 OD 值表示)

天數	起始	一天後	兩天後	三天後
對照組(n=3)	0	0.039	0.152	0.156
氟化鈉(n=3)	0	0.039	0.152	0.099
木糖醇(n=3)	0	0.047	0.095	0.060
蜂膠(n=3)	0	-0.392	-0.573	-0.612

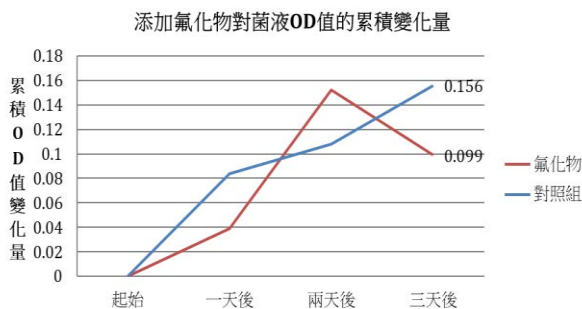


圖 43、氟化鈉抑制菌液細菌滋生

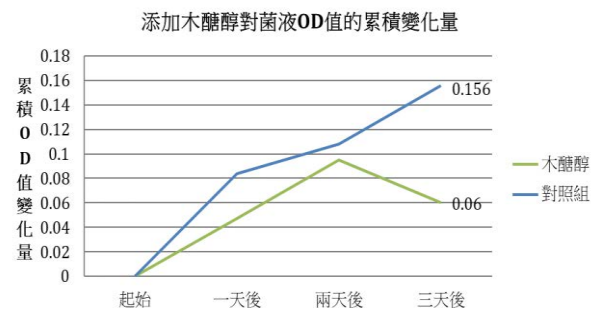


圖 44、木糖醇抑制菌液細菌滋生

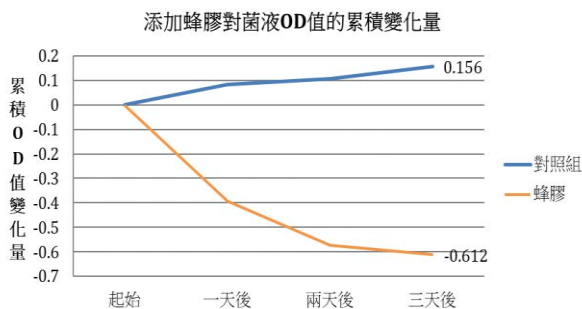


圖 45、蜂膠抑制菌液細菌滋生

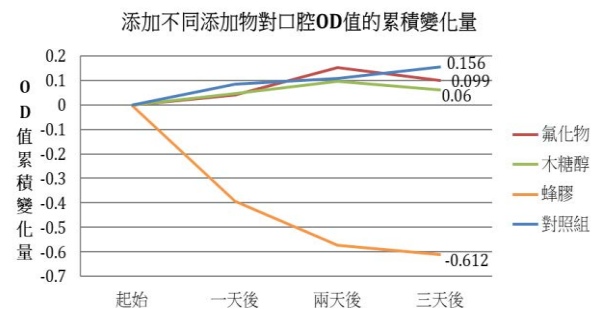


圖 46、蜂膠抑制菌液細菌滋生效果最佳

藉由表 5、圖 43~圖 46，我們發現氟化鈉、木糖醇及蜂膠和對照組相比，都能有效抑制菌液細菌量。推測，若應用在口腔中，三種添加物成分都能有效避免口腔細菌滋生，有效減少口腔進入酸性狀態，進而抑制蛀牙。綜合以上，我們推論三種添加物成分都能改善口腔細菌量，而且，又以蜂膠的抗菌效果最佳。

五、研究五：探討不同添加物成分混合後對口腔環境的影響

●同時使用兩種不同添加物成分，會有更好的抑菌效果嗎？

我們想了解同時使用兩種不同添加物成分，會有更好的抑菌效果嗎？我們將氟化鈉、木醣醇及蜂膠兩兩相互以 1:1 比例混合來進行實驗。起始的菌液 OD 值略有差異，所以我們決定將每一組在第零天的 OD 值設為對照量，再用每一筆數據減去第零天的數據，從中觀察菌液 OD 值三天的變化趨勢，進而透過「OD 值越大時，菌液越混濁、菌量越多」來推估細菌量。在第三天時，象徵細菌量的菌液 OD 值，對照組增加了 0.156；加入氟化鈉+木醣醇的菌液，OD 值增加了 0.116；加入氟化鈉+蜂膠的菌液，OD 值減少了 1.295；加入木醣醇+蜂膠的菌液，OD 值則減少了 0.572。如表 6、圖 47~圖 50。

表 6、不同添加物成分混合後在 3 天內累積的菌液細菌變化量(以 OD 值表示)

天數	起始	一天後	兩天後	三天後
對照組(n=3)	0	0.039	0.152	0.156
氟化鈉+木醣醇(n=3)	0	0.094	0.107	0.116
氟化鈉+蜂膠(n=3)	0	-0.298	-0.633	-1.295
木醣醇+蜂膠(n=3)	0	-0.234	-0.377	-0.572

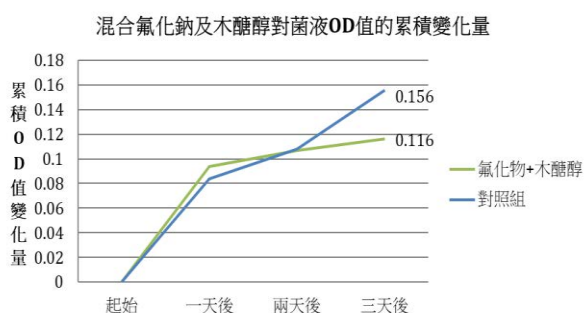


圖 47、氟化鈉+木醣醇抑制菌液細菌滋生

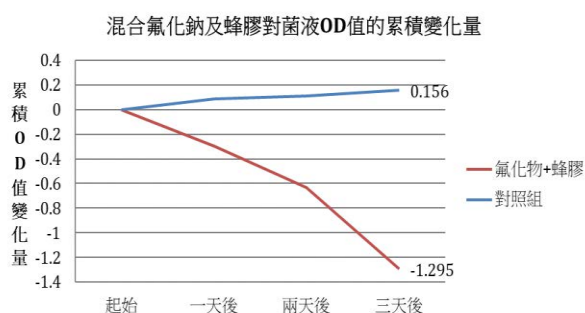


圖 48、氟化鈉+蜂膠抑制菌液細菌滋生

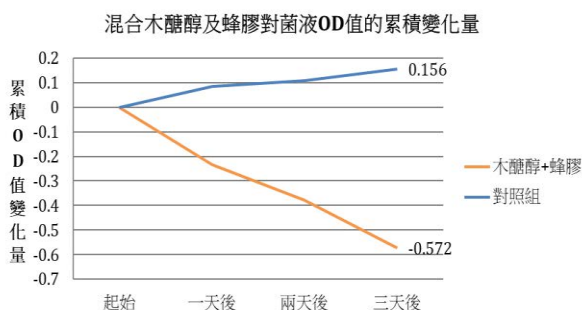


圖 49、木醣醇+蜂膠抑制菌液細菌滋生

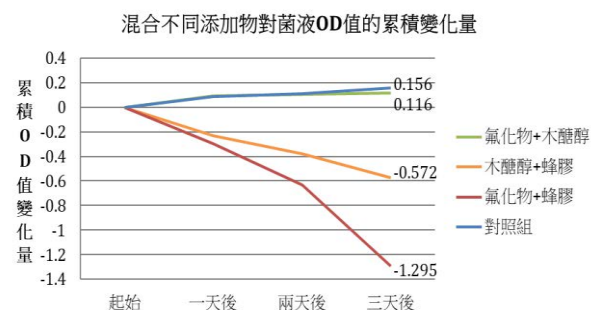


圖 50、氟化鈉+蜂膠抑制菌液細菌滋生效果最佳

藉由表 6、圖 47~圖 50，我們發現氟化鈉、木醣醇及蜂膠兩兩以 1:1 比例混合後，和對照組相比，都能有效抑制菌液細菌量。推測，若應用在口腔中，三種添加物成分相互混合皆能有效避免口腔細菌滋生，有效減少口腔進入酸性狀態，進而抑制蛀牙。綜合以上，我們推論三種添加物成分混合都能改善口腔細菌量，而且，又以含蜂膠的混合物，抗菌效果最佳。

六、研究六：模擬不同添加物成分對牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果

●實測添加物成分，對於牙齒琺瑯質的抗侵蝕效果

我們想透過更**接近人類口腔**的方式進行模擬，以提供更準確的牙膏及漱口水選用建議。我們透過將豬牙放入**醋酸及添加物成分水溶液**，直接觀察添加物成分的抗琺瑯質侵蝕效果。醋酸若腐蝕豬牙琺瑯質，將使豬牙重量減輕，我們希望添加物成分能減少這個效應。但，豬牙是生物組織，未受腐蝕前的**起始重量即不相同**，所以我們決定以**每一筆數據減去第零天的數據**，從中觀察豬牙減輕的趨勢，進而推估添加物成分的抗琺瑯質腐蝕效果。在第三天時，浸泡對照組溶液的豬牙，重量減少了 0.030gw；浸泡氟化鈉+木醣醇的豬牙，重量減少了 0.017gw；浸泡氟化鈉+蜂膠的豬牙，重量減少了 0.020gw；浸泡木醣醇+蜂膠的豬牙，重量則減少了 0.013gw。如表 7、圖 51~圖 54。

表 7、混合添加物成分在 3 天內的累積豬牙重量減少量

樣本 \ 天數	起始(相對 gw)	一天後(相對 gw)	二天後(相對 gw)
對照組(n=3)	0	0.030	0.030
氟化物+木醣醇 (n=3)	0	0.017	0.017
氟化物+蜂膠(n=3)	0	0.023	0.020
木醣醇+蜂膠(n=3)	0	0.013	0.013

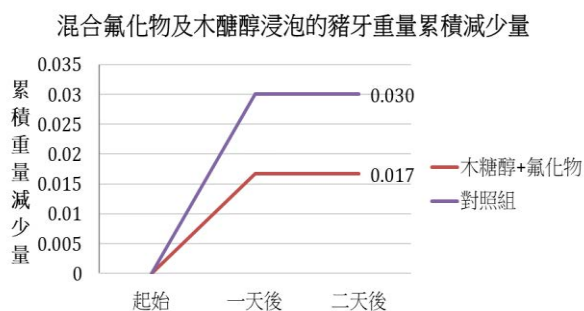


圖 51、氟化鈉+木醣醇抑制琺瑯質腐蝕

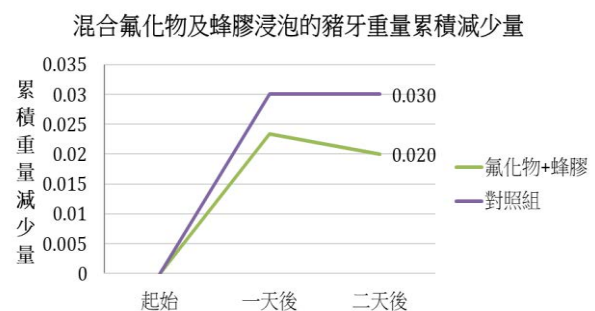


圖 52、氟化鈉+蜂膠抑制琺瑯質腐蝕

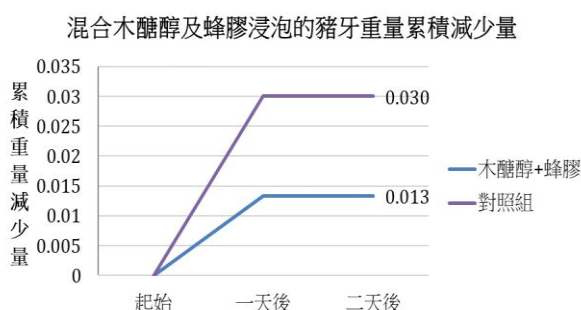


圖 53、木醣醇+蜂膠抑制琺瑯質腐蝕

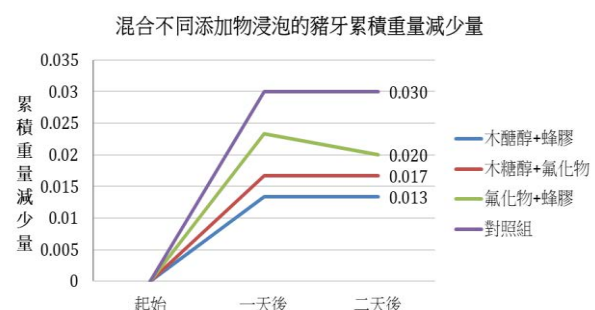


圖 54、木醣醇+蜂膠抑制琺瑯質腐蝕效果最佳

藉由表 6、表 7、圖 47~圖 54，我們發現氟化鈉、木醣醇及蜂膠兩兩以 1:1 比例混合後，和對照組相比，除了能有效抑制菌液細菌量，還能抑制豬牙琺瑯質被腐蝕。推測，若應用在口腔中，三種添加物成分相互混合皆能有效抑制蛀牙。而且，**以混合蜂膠+氟化物的抗菌效果最佳；混合蜂膠+木醣醇的抗琺瑯質腐蝕效果(即抗酸效果)最佳。**

伍、討論

一、研究前準備：訪談牙醫師

(一) 經過這次訪談，對牙醫師產生大大的崇拜，平時，牙醫師如此忙碌，卻仍然關切病患可能會有的蛀牙模式；而且也願意在下班後撥出休息時間，讓我們訪談，心中無比感謝。

(二) 若在飯後立刻刷牙並仔細清除提供細菌養分的食物，將能有效防止蛀牙。使用漱口水能比使用牙膏帶來更徹底的殺菌的效果，但絕對不能忽視刷牙的動作，因為**引起蛀牙的重要因素是能產生細菌的食物**。

二、研究一：刷牙習慣問卷調查

(一) 依據牙醫師訪談的結果，我們設計第一版社區居民口腔清潔習慣問卷，並分別於 2022/01/18(二) 及 2022/01/25(二) 兩天，到夜市向人群發放問卷，如圖 55：



圖 55、我們分別於 2022/01/18(二) 及 2022/01/25(二) 兩天，到夜市發放問卷

(二) 第一版社區居民口腔清潔習慣問卷，共回收 47 份有效問卷，有幾點小結：

1. 早晚各刷一次牙的情況較多，吃完飯立刻刷牙的比例較少。有可能是因為大部分人會發現早上起床嘴巴會有異味，及晚上睡覺前想保持口腔最佳的狀況。同時，也可推論得出，大部分民眾每次刷牙應會間隔用餐時間 30 分鐘以上。

2. 大部分民眾還是使用含氟牙膏居多，不過，依然有少部分民眾使用較新流的木糖醇牙膏或蜂膠牙膏。

3. 我們發現只有少部份的人使用漱口水或嚼口香糖來代替刷牙，大部份人不會。因此可以推論，儘管社會十分忙碌，大部分人的潔牙習慣，仍是以刷牙為主。

(三) 第一版社區居民口腔清潔習慣問卷的有效問卷較少，且年齡層分散，問題不易分析

在疫情壟罩的時刻，於夜市發放問卷，令許多當地民眾沒有意願作答問卷，致使有效問卷數少，年齡層又分散，而且題目太多，我們無法聚焦想做的實驗。因此我們設計了第二版七八年級學生口腔清潔習慣問卷，把問卷問題簡化，聚焦在使用的牙膏種類和刷牙頻率，並趁著班會課時間，詢問別班的導師是否願意讓我們進入發放，增加問卷回收率。

三、研究二：探討不同添加物成分的牙膏對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的牙膏，會影響口腔的酸鹼環境嗎？

1. 從圖 56，我們可以看出 3 組牙膏液混入菌液後 0 小時到 96 小時的 pH 值變化。

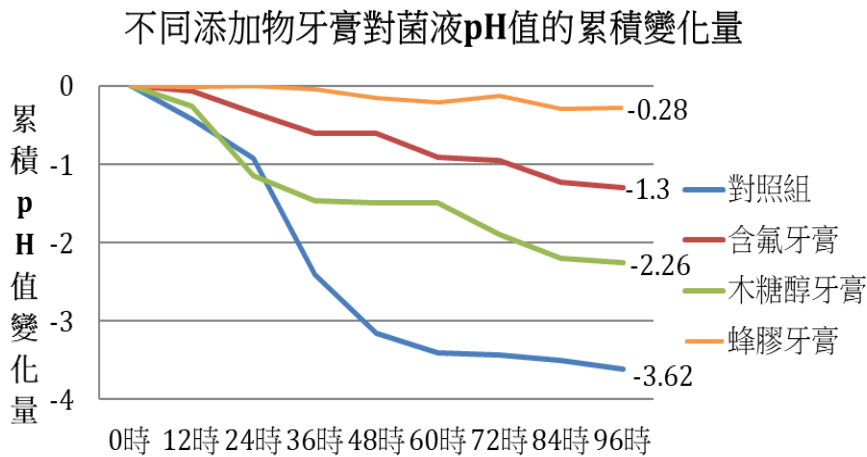


圖 56、不同添加物牙膏混入菌液後 0 小時到 96 小時的 pH 值累積變化量

2. 含氟牙膏對口腔 pH 值的變化，由最開始的 7.67 到 96 小時後的 6.37 做比較，pH 值都維持在接近 7 的地方，就可以觀察出其對口腔環境的維護非常好。

3. 木糖醇牙膏對口腔 pH 值的變化，由原本的 7.21 到 96 小時後的 4.95 來做比較，因此我們可以得出木糖醇牙膏可以稍微改善口腔環境。

4. 蜂膠的抗 pH 值變化，效果極佳，從開始 7.93 到最後的 7.65 皆維持在 pH 值中性左右，也能合理推論是目前三者中最好的防蛀添加物。

5. 實驗過程中，我們也發現了口臭根源，當我們每天測試菌液時，打開就能聞到菌的惡臭，因此可以推論細菌是造成口臭的根源。

(二) 不同添加物成分的牙膏，抑菌效果真的有差嗎？

1. 從圖 57，我們可以看出 3 組牙膏液混入菌液後 0 天到 96 天的菌液 OD 值變化。

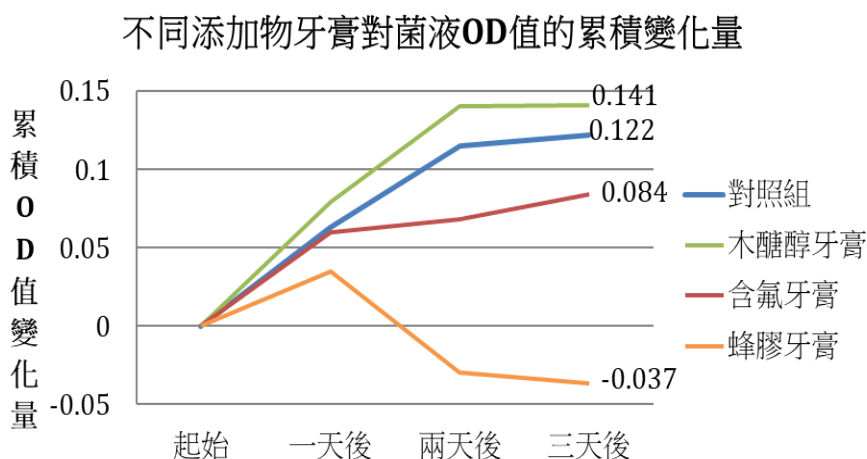


圖 57、不同添加物牙膏混入菌液後 0 天到 3 天的菌液 OD 值累積變化量

2. 含氟牙膏的 OD 值變化，在第二天開始拉開了差距，三天後的 OD 值增加量也低於對照組；表現最佳的蜂膠，甚至 OD 值是下降的，推論除了抑菌外，更有殺菌效果。

(三)實驗用牙膏的分析

1. 我們從三種牙膏中找出了共同的成分。例如: SODIUM SACCHARIN(糖精)提升甜味，以及 SODIUM BENZOATE(苯甲酸鈉 殺菌劑)來進行殺菌。苯甲酸鈉在 pH 為 2.5–4.0 時，殺菌效果最佳。而不同成分分別加入 XYLITOL(木糖醇)、Propolis Extract(蜂膠) 及 Sodium Monofluorophosphate(氟化物)。如圖 58、圖 59、圖 60。



圖 58、實驗用木糖醇牙膏的成分

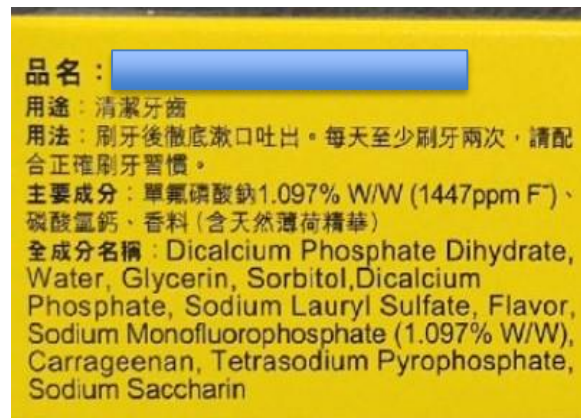


圖 59、實驗用含氟牙膏的成分

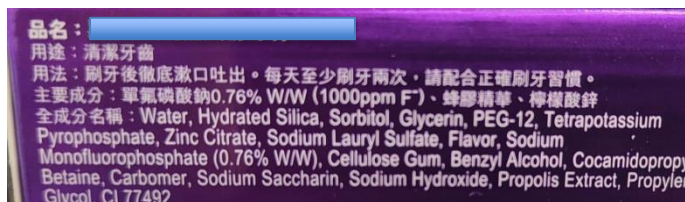


圖 60、實驗用蜂膠牙膏的成分

2. 我們也測量了牙膏液調配後的 pH 值，做進一步觀察，如表 8。

表 8、牙膏液調配後的 pH 值

牙膏液種類	含氟牙膏	木糖醇牙膏	蜂膠牙膏
pH 值	7.63	7.27	8.18

我們能觀察到蜂膠牙膏的原液，本身 pH 值就是比較高的。

四、研究三：探討不同添加物成分的漱口水對口腔環境的影響

(一) 不同添加物成分的漱口水，會影響口腔的酸鹼環境嗎？

1. 從圖 61，我們可以看出 3 組漱口水液混入菌液後 0 小時到 96 小時的 pH 值變化。

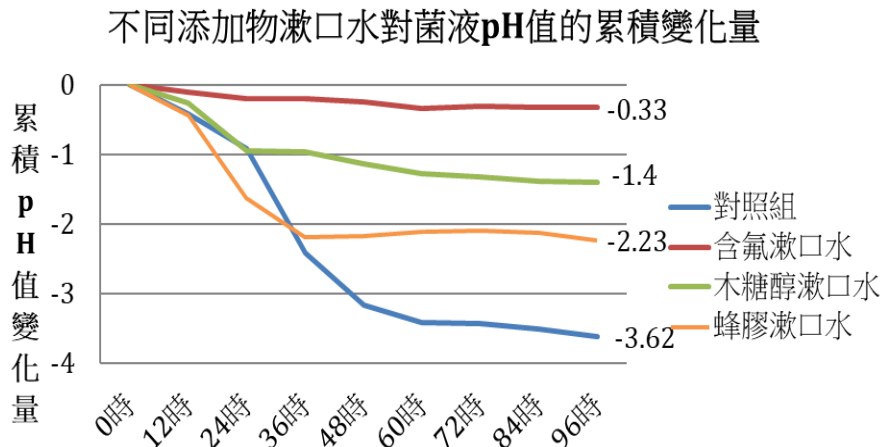


圖 61、不同添加物漱口水混入菌液後 0 小時到 96 小時的 pH 值累積變化量

2. 我們能發現含氟漱口水從開始到結束，pH 值都是不斷地減少。抗酸效果也十分好。

3. 木糖醇漱口水的 pH 值，在後半段非常的穩定，沒有如前面的大幅減少。但，和對照組相比，也可發現不錯的抗酸效果。

4. 蜂膠漱口水的 pH 值，意外地沒有如同蜂膠牙膏帶來的突出效果。

(二) 不同添加物成分的漱口水，抑菌效果真的有差嗎？

1. 從圖 62，我們可以看出 3 組漱口水液混入菌液後 0 天到 3 天的菌液 OD 值變化。

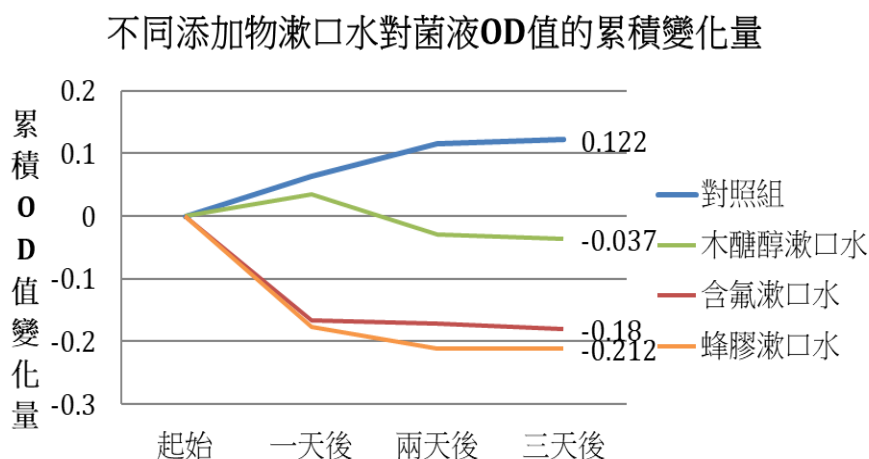


圖 62、不同添加物漱口水混入菌液後 0 天到 3 天的菌液 OD 值累積變化量

2. 含氟漱口水從一開始就不斷地殺菌，讓吸光值不斷減少。有相當好的抗菌效果。

3. 木糖醇漱口水在第 2~第 3 天也能將細菌數不斷降低。

4. 可以發現蜂膠漱口水的殺菌效果非常的好，從開始到結束的數值都是一直下降。

(三)實驗用漱口水的分析

1.漱口水成分的分析

我們從三種漱口水中找出了共同的成分例如: **FLUORIDE**(氟化物), **CHLORIDE**(氯化物)。根據衛生福利部的文件,若牙齒和氟化物長期接觸,氟化物可以減少鈣質流失,使牙齒對酸性更具抵抗性。而不同成分分別加入 **XYLITOL**,(木糖醇)、**SODIUM FLUORIDE**(氟化鈉)、以及 **Propolis Extract**(蜂膠)。圖 63、64、65



圖 63、實驗用木糖醇漱口水的成分

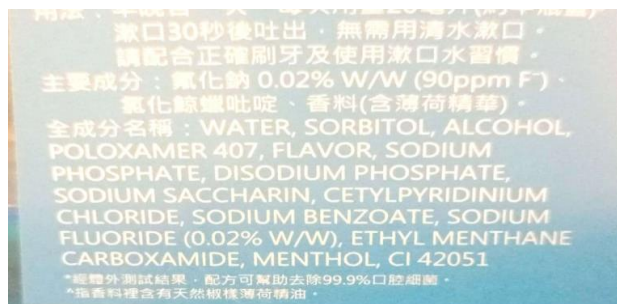


圖 64、實驗用含氟漱口水的成分

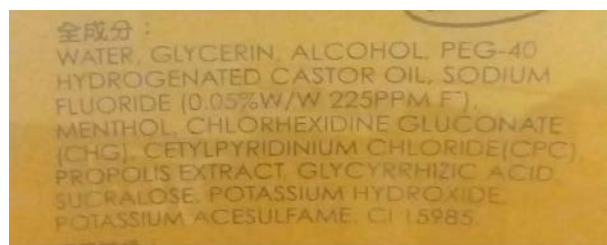


圖 65、實驗用蜂膠漱口水的成分

2. 我們也測量了漱口水液調配後的 pH 值,做進一步觀察,如表 9。

表 9、漱口水液調配後的 pH 值

漱口水種類	含氟漱口水	木糖醇漱口水	蜂膠漱口水
pH 值	6.72	6.50	7.52

我們觀察到蜂膠漱口水的原液,本身 pH 值就是比較高的。但相對牙膏,漱口水的 pH 值普遍較低,可以推論廠商製造時,可能刻意令其偏酸性,較容易清爽入口。

(四)操作牙膏和漱口水實驗過程中,遭遇的一些困難與改進方式

1.在實驗過程中,因為菌液的量太少並且滴管還會吸到沉澱的牙膏,會對吸光值產生誤差。因此我們把實驗重做並且把原本 500ml 的水和 7.5gLB 培養粉,以等比例來進行增加到 1000ml 的水和 15g 的 LB 培養粉,並且重新製作實驗,確保實驗的準確性。

2.在實驗中,我們遇到很多困難,例如實驗過程中我們的菌液 pH 值有問題,導致實驗結果無法完美成現。因此我們重新換過裝有菌液的燒杯,並且全部來過,避免實驗數據的誤差,最後我們發現,因為燒杯之前可能裝過鹼性物質而未清理乾淨,導致實驗數據的誤差

3.實驗過程中，我們加入牙膏和漱口水的數據因差異過大，無法完美吻合，導致實驗結果出了差錯。在多次的思考後，我們得知有可能是室內溫度和濕度所影響了報告，所以我們放在培養箱裡，好控制溫度和濕度，最後我們得出了正常的數據。

五、研究四：探討不同添加物成分對口腔環境的影響

1.起初實驗中，牙膏有添加過多的殺菌物質如: Sodium Benzoate 苯甲酸鈉(殺菌劑)，因可能是影響實驗結果的變因，我們最後決定以原物料來進行實驗，以做好控制變因。

2. 即便蜂膠濃度只有 1%，一樣能有很好的抗菌效果。

六、研究五：探討不同添加物成分混合後對口腔環境的影響

我們發現只要混合蜂膠，抑菌效果就良好，而其中又以氟化物+蜂膠的抑菌效果最好。推測因為蜂膠含有類黃酮，使他能有良好的抑菌效果(圖 66)。

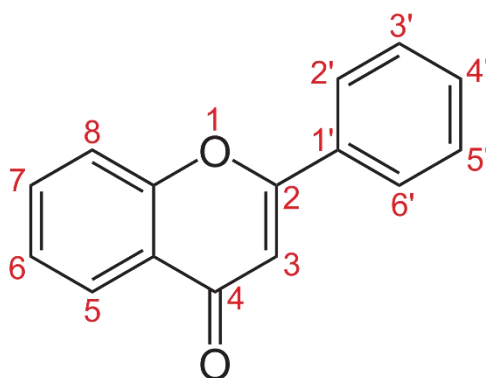


圖 66、類黃酮的分子結構

七、研究六：模擬不同添加物成分對牙齒的抗酸效果

我們使用與人牙同樣含有羥基磷灰石的豬牙泡在醋酸中，來模擬人的牙齒在口腔的情形。因為豬牙的大小不一，所以我們以牙齒重量的累積減少量來比較各組之間的差異。能發現有添加蜂膠的實驗組，抗酸效果較好，可以防止牙齒遭酸性物質侵蝕。

陸、結論(圖 67)

一、哪一種牙膏刷完最乾淨呢?在我們做完了三種牙膏的細菌及 pH 實驗後，我們發現其中**抗菌效果最好的是蜂膠牙膏**，且從最一開始的 pH 值到了最終的 pH 值，**始終維持在中性**。再來從蜂膠牙膏細菌量實驗的結果對比其他兩項，觀察出蜂膠牙膏對口腔細菌數的變化是上升最少的。因此能得到**最佳的牙膏添加物為蜂膠**。

二、哪一種漱口水殺菌最有效呢?在我們做完三種漱口水的細菌及 pH 實驗後，我們觀察出從最一開始的 pH 值到了最終 pH 數據，**蜂膠漱口水的 pH 值都在四個樣本中維持最高**。細菌量實驗中，**蜂膠漱口水的細菌量也是持續減少**，因此能得到**最佳的漱口水添加物又是蜂膠**。

三、到底哪些不同的添加物混合在一起會對口腔環境的影響最好呢? 在我們做完三種添加物成分混合入菌液的實驗後，結果顯示蜂膠牙膏的抑菌和抗菌效果最佳，而氟化物第二；因此，我們得到**蜂膠和氟化物所混合而成的水溶液最佳**。

四、到底哪些不同添加物混合在一起會對口腔內部酸鹼值(進而抵抗牙齒被侵蝕)的影響最好呢? 在我們做完三種添加物成分混合浸泡豬牙的實驗後，結果顯示**蜂膠加上木醣醇的混合水溶液，能減少豬牙 56%的酸腐蝕量**，對於豬牙的抗腐蝕效果最好。

五、本研究比較氟化鈉、木醣醇及蜂膠，三種牙膏或漱口水中常見的添加物成分，發現蜂膠在抗酸及抗菌效果中，都屬最好，**推薦將蜂膠用於平時的口腔清潔使用**。



圖 67、菌抑之蜂-牙膏與漱口水的添加物成分對口腔環境的影響 研究結論圖

柒、參考文獻資料

- 一、 林伊涵、連家妤、李承耘、陳于永、許祐嘉、柯家禾(2010)·『靈』牙『皓』齒-探討不同飲料對牙齒的影響·全國中小學科學展覽
- 二、 吳欣翰、孫瑞麟、汪汶惠(2015)·細菌人-刷牙及漱口水的使用對於口腔菌叢之影響·全國中小學科學展覽
- 三、 陳夢蝶、蕭薇、廖笠晴、簡子蕙(2005)·嚼口香糖就可以不用刷牙了嗎·全國中小學科學展覽
- 四、 甘杰生、陳宗駿、黃暉哲、沈平(2012)·沒齒難忘的乳香~乳飲品對牙齒的影響·全國中小學科學展覽
- 五、 Luanda Ashley Menezes Estácio, Viviane Solano Lutif, Lara Choairy Adeodato, Márcio Glauber Lopes de Aguiar, Isabelly de Carvalho Leal, Paulo Goberlânio Barros Silva, Nicole de Mello Fiallos, Analice Mendes Barreto Fernandes, João Hildo de Carvalho Furtado Júnior*, Carlos Ricardo de Queiroz Martiniano, Emmanuel Arraes de Alencar Júnior, Said Gonçalves da Cruz Fonseca, Ana Cristina de Mello Fiallos(2021) 。Mechanical Effects of Brushing with Brazilian Red Propolis Toothpaste on Artificial Teeth 。 Available from Journal of Young Pharmacists
- 六、 M Fereidooni * , M Khosravi Samani , A Amiri , M Seyed , M Haji Ahmadi(2014) 。蜂膠與傳統牙膏對菌斑的效果比較 。 Retrived from http://jbums.org/index.php?slc_lang=en&sid=1
- 七、 湯馥瑜(2007) 。不同濃度 Xylitol 對 Streptococcus mutans pH 值之變化與抑菌能力之探討 。 Retrived from <https://www.airtilibrary.com/Home/Index>
- 八、 黃怡璇、劉家欣、楊捷茹、林姿寬(2010)·你刷了沒--牙菌斑的指示劑·全國中小學科學展覽

【評語】 030302

本研究討論蜂膠、氟化鈉與木糖醇三者對於口腔中 PH 值改變與抑菌能力的差異。

優點：結合問卷調查分析同學的刷牙習慣、蛀牙頻率，及牙膏的使用，並結合實驗數據分析牙膏及漱口水對口腔 pH 值及細菌生長的影响。實驗結果記錄詳盡，相較於氟化物及木糖醇等添加物，研究結果發現蜂膠無論是在口腔 pH 值的影響或是抑制細菌生長的能力都較佳，雖然前人研究已經知道蜂膠的抑菌效力，但是學生能將問題進行整合與實作，是一份完成度很高的作品。

建議：

1. 由於本研究所參考使用的是已知的牙膏添加物，這些添加物對於口腔健康及抑菌等功能均已受到認證，所以研究成果較難跳脫現有的資訊內容，原創性較差。
2. 在現有的問卷調查中，建議可以增加分析沒有蛀牙與有蛀牙的人對於牙膏的使用及特定添加物是否具有關連性，加以統計分析。
3. 未來可以再觀測每個成分之抑菌最小作用濃度
4. 由於研究發現蜂膠效果極佳，也許可以進一步比較使用蜂膠牙膏及一般牙膏的蛀牙情形。

5. 文獻回顧的資料來源多半是來自於網站資訊，未來可以更嚴謹的來尋找文獻。

作品簡報

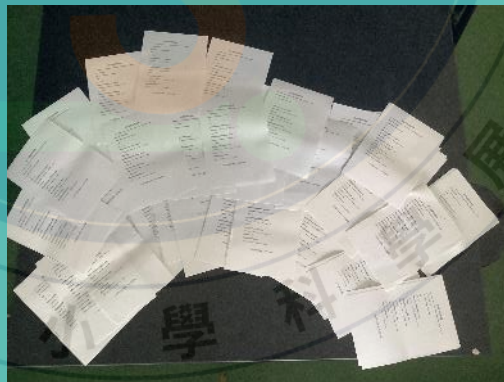


菌抑之蜂

牙膏與漱口水**的添加物成分**對**口腔環境**的影響

組別：國中組

科別：生物科



研究架構與 研究目的

研究原理：
菌易生酸
酸損琺瑯質

訪談牙醫師

刷牙習慣問卷調查

日常口腔清潔材料

牙膏 V.S.口腔環境

漱口水 V.S.口腔環境

單項的添加物效果解碼

添加物 V.S.口腔環境

Bonus 更好用？

添加物混合 V.S.口腔環境

在牙齒實戰吧

以豬牙實測 添加物 V.S.酸琺瑯質侵蝕

研究前準備：訪談牙醫師

我們約牙醫師進行訪談，希望能建構出明確的實驗方向。

1. 蛀牙因素

蛀牙三要素：**食物、細菌及時間**。

口腔**細菌殘量**，受是否**仔細刷牙**及**殘留的食物**影響

2. 實驗方法可行性

造成蛀牙的細菌大部分是**附著在牙齒上的**

所以我們使用**牙刷採集**吃完食物的口腔中的細菌進行實驗

3. 口腔清潔盲點

口香糖只能預防牙溝的殘渣

牙線只能清潔牙縫

吃完飯應該**立刻清潔**



研究一、刷牙習慣問卷調查

口腔清潔習慣問卷調查

您好:

我們是國中 8 年級的學生，這份問卷是為了瞭解您平時的口腔清潔習慣，填寫問卷可能會耽誤您些時間，還請不吝給予指教，謝謝。

首先，麻煩您填一些基本資料供我們參考:

性別: 男 女

請問你的年齡在哪一個區間呢?

10 歲以下 11~20 21~30

31~40 41~50 51~60

60 歲以上

請問你的刷牙頻率大約多久一次?

不刷牙 1天1次 1天2次

1天3次 飯後就刷

請問你刷牙的飯後多久刷牙?

立刻刷 5 分鐘後 10 分鐘後
 20 分鐘後 30 分鐘後 30 分鐘以上

請問你的牙膏是以下哪一種呢?(含有以下哪些物質)

含氟牙膏 蜂膠牙膏 木糖醇牙膏

請問你刷牙後會使用漱口水嗎?

會 不會

請問你刷牙是否常以漱口香糖代替刷牙?

是 否

請問你刷牙是否常只用牙線清潔牙齒代替刷牙?

是 否

請問你刷的牙刷是以下哪一種?

傳統牙刷(手刷) 電動牙刷 震毛牙刷
 震毛牙刷 其他: _____

請問你的蛀牙嚴重嗎?

重(一個月一次) 中(2~6 個月一次) 輕(一年一次或幾乎沒有)

感謝您的填寫! 祝您新年快樂!

年齡層分布太廣
問卷問題發散

口腔清潔習慣問卷調查

您好，我們是國中八年級的學生。這份問卷主要是為了得知您的刷牙習慣，填寫時可能會耽誤您一點時間，還請不吝給予指教，謝謝

首先，麻煩您填寫部分基本資料供我們參考。

性別

男 女

請問您的潔牙頻率大約是一日幾次呢?

飯後立刻清潔 每日三次 每日兩次 每日一次

無潔牙習慣

請問您潔牙時使用的牙膏是哪一種呢?

含氟牙膏 木糖醇牙膏 蜂膠牙膏 其他

無潔牙習慣

請問您蛀牙的概況為何呢?

每月一次 半年一次 每年一次 無蛀牙

感謝您的填寫，祝闔家安康

夜市發放、回收47份

校內發放、回收158份

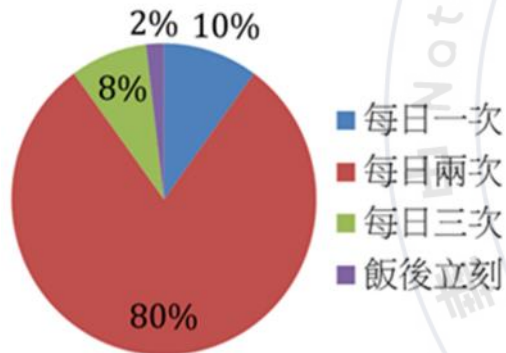
- 聚焦在探討不同添加物成分對口腔環境的影響。

研究一、刷牙習慣問卷調查

對象：國中七、八年級
158份有效問卷
男53% 女47%

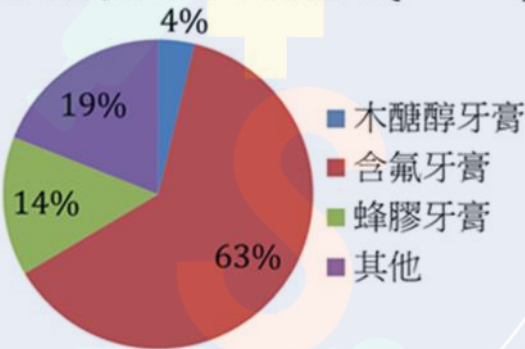
多久刷一次牙？

受試者刷牙頻率(n=158)



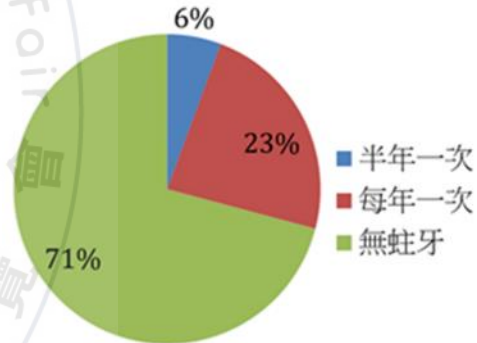
牙膏，最常添加什麼？

受試者使用的牙膏種類(n=158)



蛀牙頻率如何？

受試者蛀牙頻率(n=158)



- 同學們以早晚刷牙(每日兩次)的模式居多，使用的牙膏則以含氟牙膏為大宗；不過，卻有29%的同學遭受蛀牙之苦。
- 我們決定將問卷的結果與實驗結果做比較，並找出其中的差異。

接下來的共同研究步驟

牙膏 V.S. 口腔環境

漱口水 V.S. 口腔環境

單項的添加物效果解碼

添加物 V.S. 口腔環境

Bonus 更好用？

添加物混合 V.S. 口腔環境



氟化物

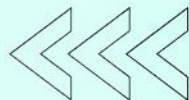
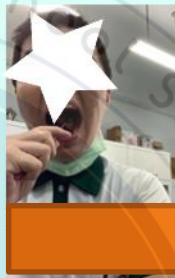


蜂膠



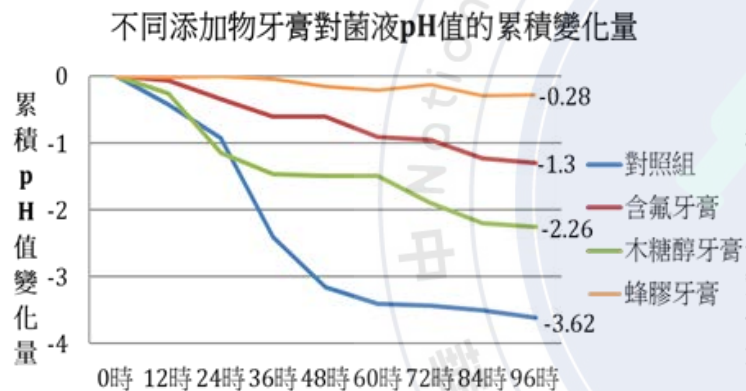
木糖醇

共同研究步驟

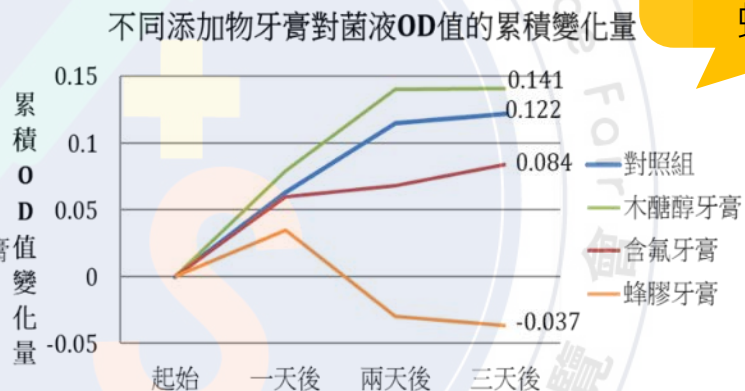


研究二、探討不同添加物成分的牙膏對口腔環境的影響

牙膏的添加物成分
影響**口腔酸鹼環境**嗎？



牙膏的添加物成分
抑菌效果真的有差嗎？

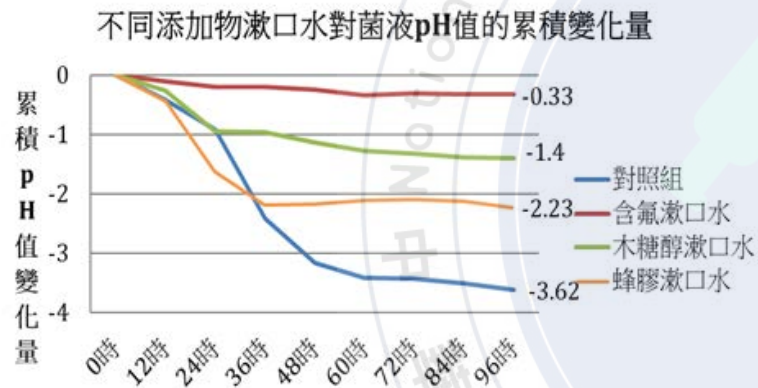


不同牙膏液的pH值
含氟牙膏:7.63
木糖醇牙膏:7.27
蜂膠牙膏:8.18

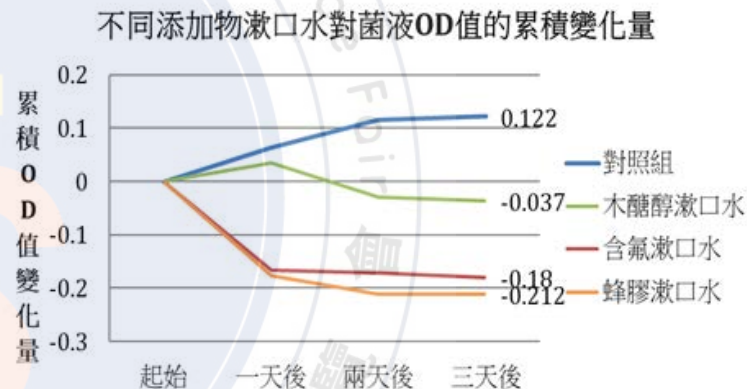
- 蜂膠牙膏能**有效避免口腔細菌滋生**，也能**維持pH值**，綜合推論蜂膠的**抗酸**及**抗菌效果**最佳。
- 但考慮到牙膏的**額外添加物**(如:**殺菌劑**)，因此我們決定以添加物**原物料**進行實驗。

研究三：探討不同添加物成分的漱口水對口腔環境的影響

漱口水的添加物成分
影響**口腔酸鹼環境**嗎？



漱口水的添加物成分
抑菌效果真的有差嗎？



我們得知室內溫度和濕度可能會影響實驗數據，所以我們將菌液放在培養箱裡，好控制**溫度和濕度**，最後我們得出了正常的數據。

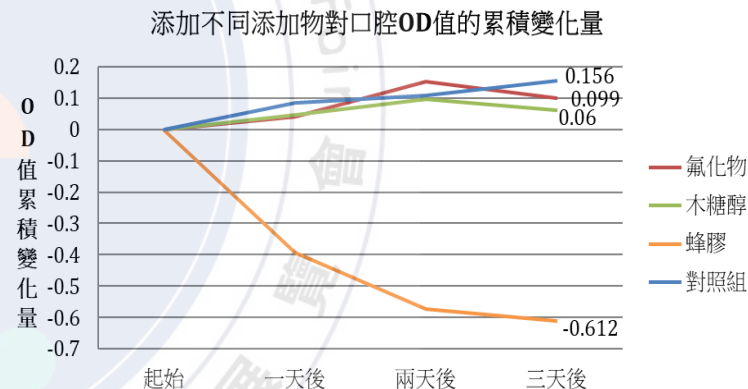
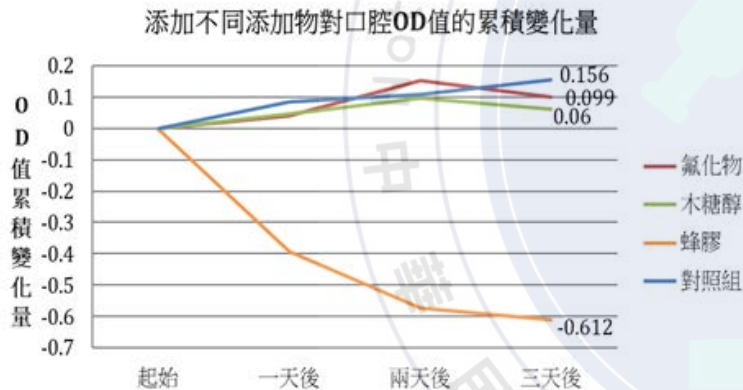
- 綜合推論含氟漱口水能夠**有效避免口腔進入酸性狀態**、減少琺瑯質溶解，進而**抑制蛀牙**。
- 但考慮到牙膏的**額外添加物**(如:**殺菌劑**)，因此我們決定以添加物**原物料**進行實驗。

研究四：探討不同添加物成分對口腔環境的影響

研究五：探討不同添加物成分混合後對口腔環境的影響

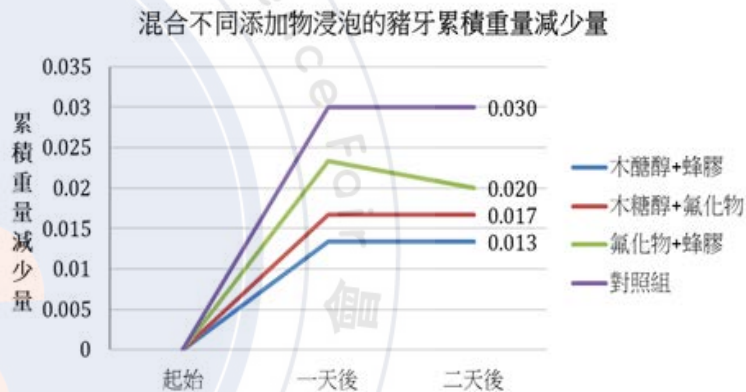
若**添加物成分**沒有加入牙膏或漱口水，
抑菌效果會一樣好嗎？

同時使用**兩種不同添加物成分**，
會有更好的抑菌效果嗎？



- 只要**混合蜂膠**，抑菌效果就良好，而其中又以**氟化物+蜂膠**的抑菌效果最好，甚至高於牙膏呢！
- 蜂膠的抗菌效果最佳，綜合推測推測因為蜂膠含有**類黃酮**，所以含有抑菌效果

研究六：實測添加物成分，對於牙齒琺瑯質的抗侵蝕



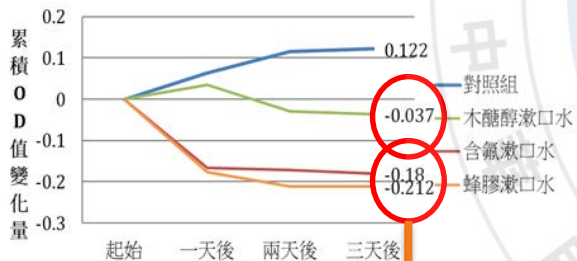
- 我們使用與人牙同樣含有羟基磷灰石的豬牙泡在醋酸中，來模擬人的牙齒在口腔的情形。
- 添加蜂膠的實驗組，防止琺瑯質侵蝕的效果較好，可以防止牙齒遭酸性物質侵蝕。

綜合討論

2. 我們發現在不同添加物混合後的效果甚至較原本有增加殺菌劑的市售牙膏漱口水更佳。

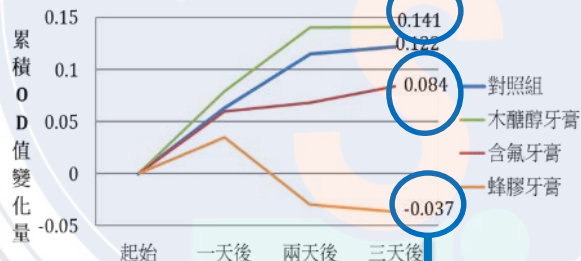
1. 實驗中，我們發現牙膏主要是抑菌效果較佳，像是木糖醇及含氟牙膏皆是緩慢的上升而。反之，漱口水一開始就將細菌量不斷地壓低。

不同添加物漱口水對菌液OD值的累積變化量



皆是往負方向增加

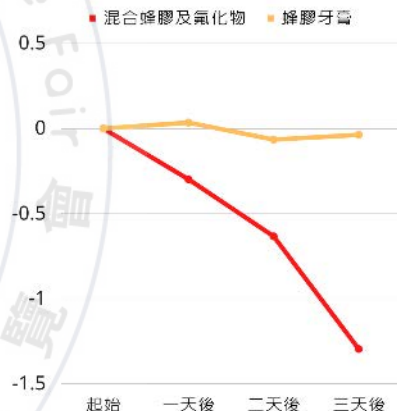
不同添加物牙膏對菌液OD值的累積變化量



除蜂膠外，皆是往正方向增加

混合添加物 V.S 市售牙膏漱口水

混合添加物勝?!



減少OD值(細菌量)比較圖

從上圖中可以看出，混合添加物能有效又快速地降低細菌量，甚至比添加殺菌劑的牙膏更佳。進一步可以推論：牙膏漱口水中殺菌劑的添加不一定是必要的，若只用添加物也能有十分好的效果



結論

最佳防蛀添加物



蜂膠

最佳牙膏添加物-蜂膠

在pH值方面能持續維持在弱鹼性,細菌量則是其中最低的。

最佳漱口水添加物-蜂膠

在pH值方面一樣能維持十分高的數值,細菌量也不止能抑菌還能殺菌。

最佳防蛀添加物-蜂膠

在細菌量方面不論是單品項或是混合,只要添加了蜂膠都能讓細菌量下降。

最佳抗琺瑯質侵蝕添加物-蜂膠

在抗酸方面能有效減少酸性物質侵蝕牙齒,是所有最好的添加物。