

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

□國中組 **■普高組** □技高組 成果報告格式

題目名稱：霉！你不行！

一、摘要

本研究旨在探討天然與化學防腐劑對吐司表面黑黴菌生長之抑制效果，評估其作為食品防腐替代品的可行性。我們選取多種天然物質與常見化學防腐劑，並於兩種環境(室外通風與冰箱低溫)中進行比較實驗。透過ImageJ軟體定量分析黴菌面積，結果顯示部分天然防腐劑(尤其白醋與檸檬汁)之防霉效果優於多數化學防腐劑，甚至優於未添加組。實驗亦揭示酸性天然成分中所含抗氧化物質(如維生素C與生育酚)對黴菌抑制具有顯著貢獻。本研究證實，在防霉應用中，天然防腐劑不僅具潛力取代化學品，更具安全性與可及性，未來可望廣泛應用於日常食品保存與居家空間防黴處理中。

二、探究題目與動機

(一)前言：

現今,外食已成為大多數民眾的選擇, 早餐的麵包;中餐的麵食;晚餐的肉菜都有它的蹤跡,但作為保護者的背後卻對人體帶來傷害。不時, 新聞版面常見為了使食物維持新鮮度, 如今, **食安問題已成為現今不可忽視的存在**，許多不肖廠商加入過量防腐劑，這不僅使消費者在不知情的情況下，攝取過量化學物質，其也增加**肝臟和腎臟**的負擔，影響人體新陳代謝，甚至造成癌症的風險。

(二)動機、題目：

食安問題已成為現今不可忽視的存在，那有那些對身體沒危害的防腐劑呢？

因此，我們決定透過這個動機來探索防腐劑的關係，希望透過這次實驗,研究出比化學材料更對身體負擔較小的天然防腐劑替代。

三、探究目的與假設

在確定目的之前，我們先要理解防腐劑的不同用途

1. 定義:防腐劑是添加到食品中以抑制微生物腐敗的物質。透過酶促和非酶促機制引起的化學性食物腐敗可以透過特定的添加劑來控制(B.L. Wedzicha,2003)
2. 分類(P. Michael Davidson、R. Paul Singh):
 - a. 抗菌:透過氧化機制延緩或防止食物變質的**化合物**。
 - b. 抗氧化劑:**可以抑制食品**中腐敗微生物和致病微生物的生長。
 - c. 用於食品保鮮的非合成化合物:含有酚類物質或維生素相關的非化合物天然石材，例如鹽、糖、醋、酒精(Riva Pomerantz, 2017 /11 / 15)
3. 研究目的:

我們挑選由天然的食材或隨手可得的生活品，並以比較一般常見的防腐劑(安息香酸、氯化鈣)作用於吐司上而防腐劑，並以較好觀察的黴菌面積為研究對象，觀察防腐劑效果在不同環境下的預防發霉優異

(一)假設:

我們在網路上查了民間許多能有不錯防霉效果的水果或是食物與, 並預測其具有防霉效果。

表(一):我們在網路上查了民間許多能有不錯防霉效果的食物與清潔劑, 並預測其具有防霉效果。

天然防腐劑:

	蘿蔔汁	檸檬汁	茶葉水	咖啡渣	鹽	米	暖暖包	白醋
假設、網路傳言	在食品上常見的天然防腐劑原料, 含有豐富的維生素具備 <u>抗氧化</u> 效果	網路上傳言其不僅能 <u>除垢、消臭</u> , 還有 <u>消菌</u> 的萬能家庭配方	網路上看見用其可以消去香港腳, 推測它有 <u>預防菌類</u> 的效果	傳言咖啡渣不僅可以除臭, 也兼具 <u>除濕</u> 的效果	醃漬用的配方之一, 有效 <u>脫水能力</u>	網路上傳言, 可將米放在密閉空間具有 <u>除溼</u> 效果	內部的含易氧化物質, 或許能在封閉空間達到 <u>抗氧化</u> 的效果	網路上傳言其加入食物有 <u>防霉效果</u> 浴室也有除霉的效果

化學防腐劑:

	安息香酸(甲酸)	碳酸氫鈉(小蘇打)	氯化鈣	過碳酸鈉
假設、網路傳言	零食、麵包類的主要 <u>食品防腐劑</u> , 過多攝取可能會導致腹痛、腹瀉等身體不適	家中常見的清潔劑, 傳言不僅擁有 <u>除霉</u> 的效果, 還有 <u>除溼</u> 的用途, 分常適合拿來做	食品 <u>乾燥劑</u> 中常見的化學物質, 常溫下雖然為固體, 但易潮解	家庭常見的 <u>清潔劑</u> , 傳言殺菌得能力高於小蘇打,

四、探究方法與驗證步驟

(一)研究方法:

分為兩個實驗環境, 室外無直射的空間與冷藏室比較再不同的時間點, 相對發霉程度,以固定時間測量。
並將材料先分為兩部份分

1. 化學:安息香酸、過碳酸鈉、氯化鈣、碳酸氫鈉
2. 生活常見的材料:蘿蔔汁、檸檬汁、茶葉水、咖啡渣、鹽、米、暖暖包、白醋

(二)實驗步驟:

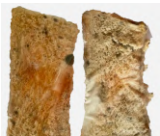
- 1.將每個實驗材料分裝在不通裝有吐司的夾鏈袋, 並頻避免外界影響, 過程皆戴上無菌手套操作
- 2.用噴嘴使液狀防腐劑噴灑至吐司表面, 固狀材料則分別秤重以紗網、無菌繃帶包覆
- 3.將發霉的饅頭當作菌種, 切下發霉部分加入RO水攪拌至液體混濁
- 4.並在中間點上黴菌水, 噴上RO水後密封, 使其不與外界空氣有直接接觸

(三)室外實驗成果

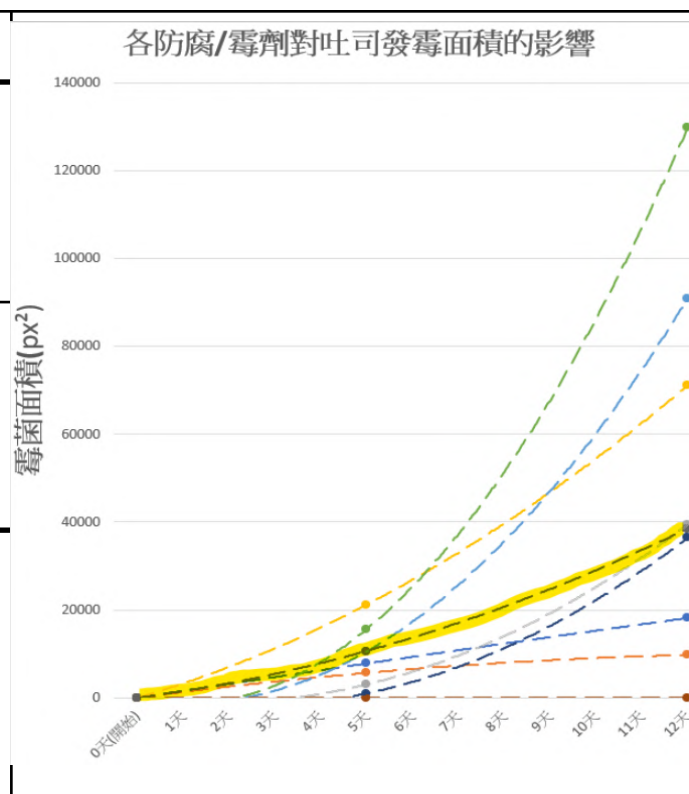
天然:(每三天測量一次, 以主要的2天作為實驗數據)

表(二):室外測試組取兩組最為展示, 由於冰箱所需發霉時間過長, 則改採最後一次觀測紀錄。

右下圖為室外天然防腐劑的發霉面積趨勢圖, 螢光筆為對照組發霉趨勢

px ² 單位	紅蘿蔔汁	檸檬汁	茶葉	鹽	咖啡渣	米
3/17 第5天	7815 	5682 	3043 	10523 	21180 	15641 
3/24 第12天	18179 	9746 	39446 	90897 	71114 	129819 
4/30 冰箱	1 	47 	73 	1337 	4003 	2035 

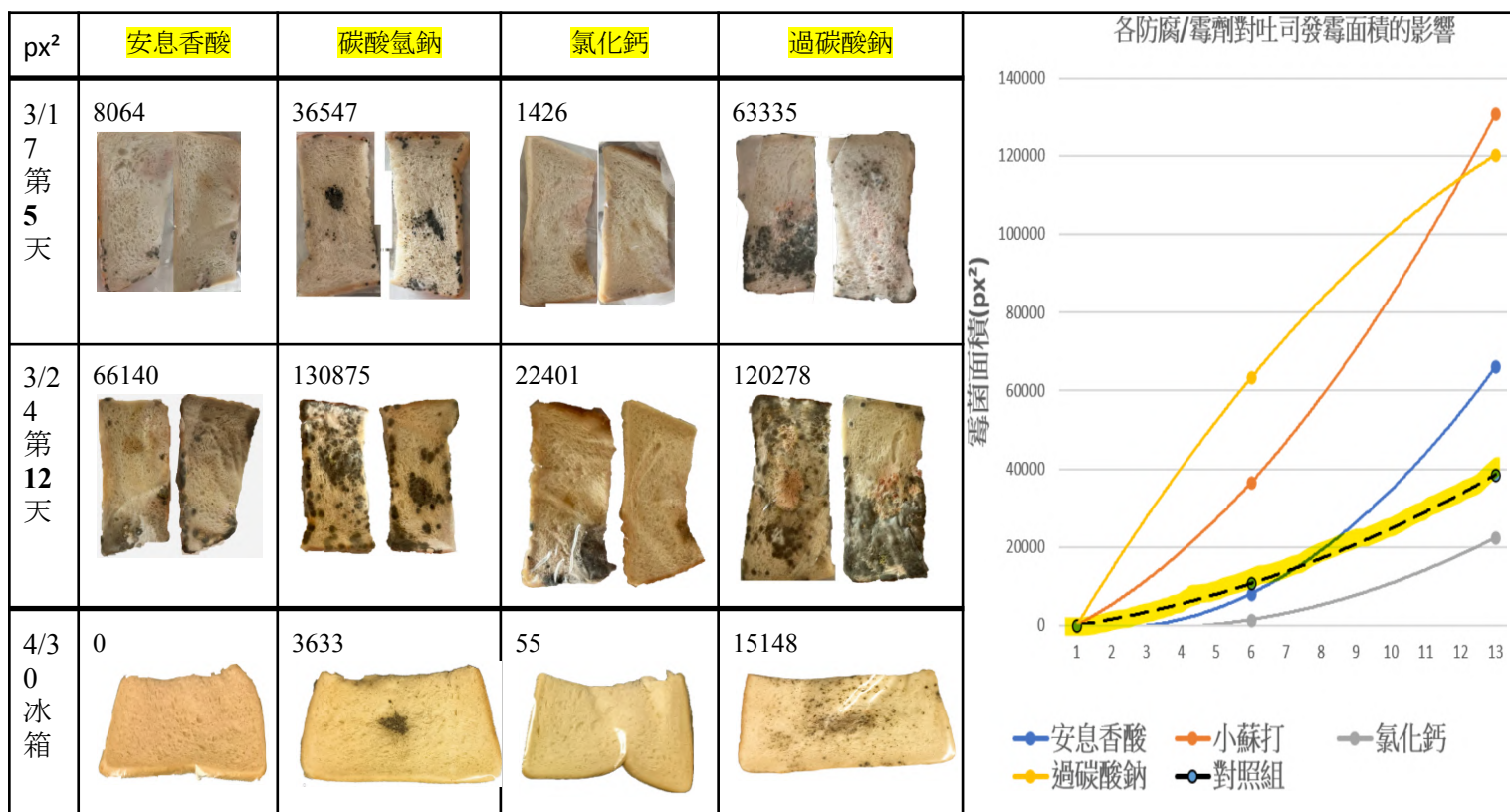
px ²	暖暖包	白醋	對照組(無添加)
3/17 第5天	989 	8 	10645 
3/24 第12天	36888 	3 	37930 
4/30 冰箱	4525 	27 	53 



- 紅蘿蔔汁
咖啡渣
暖暖包
- 檸檬汁
鹽
白醋
- 茶葉
米
對照組

化學:(每三天測量一次, 以主要的2天作為實驗數據)

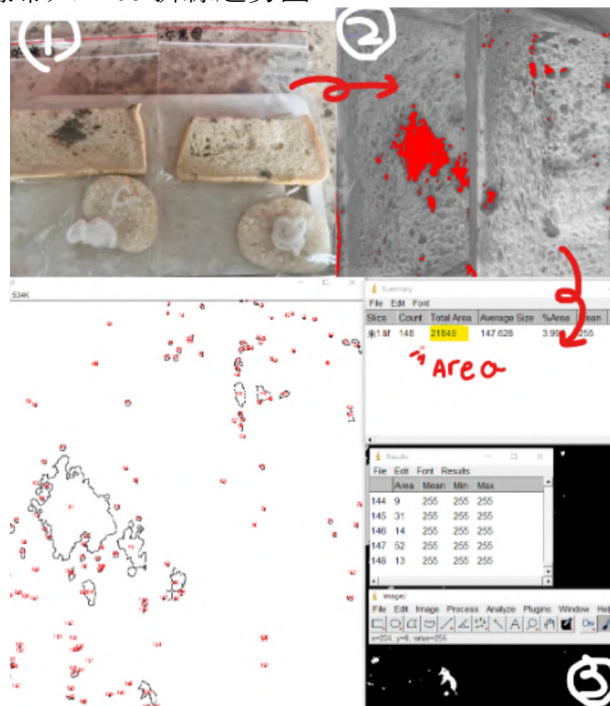
表(三):化學防腐劑發霉面積圖, 右側為室外化學發霉趨勢, 螢光筆為對照組數據。



(四)霉菌面積趨勢分析:利用軟體image J分析發霉面積, 將轉化數據帶入Excel折線趨勢圖

(由於吐司本身含有小孔, 數據會有些微誤差)

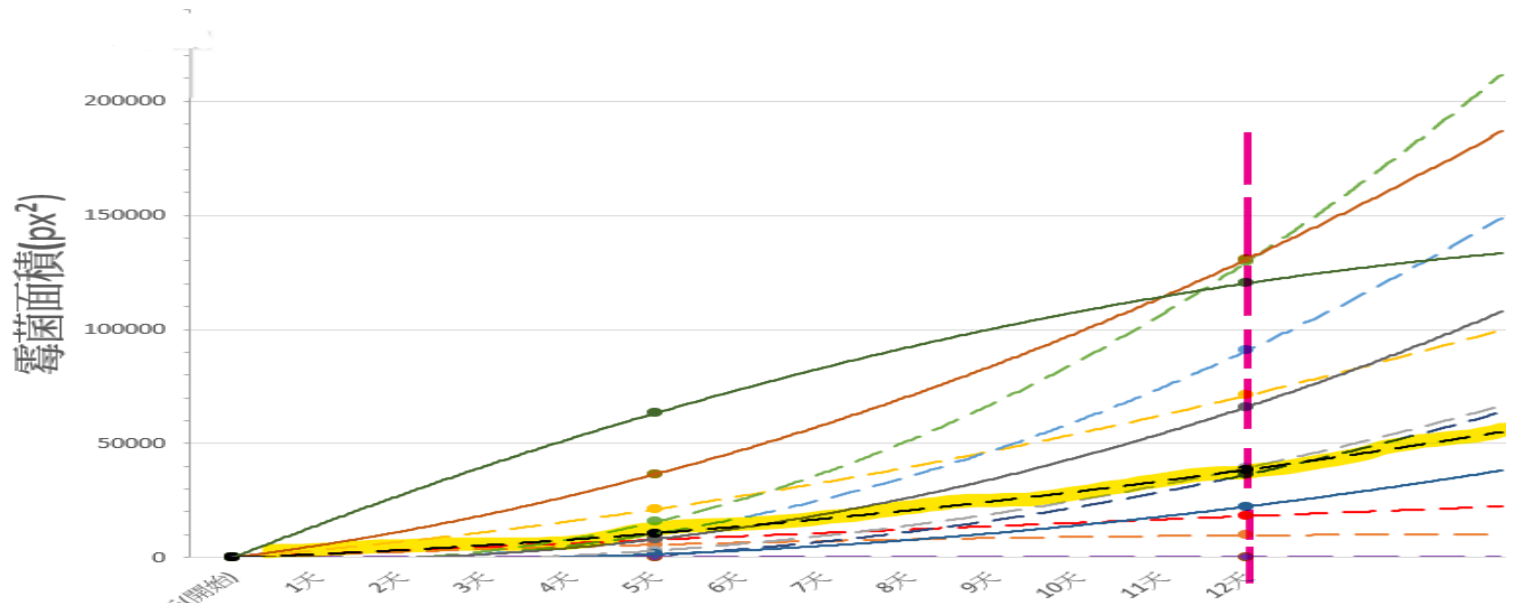
- 1.將吐司以固定圖片作為比例尺參考基準, 並去除背景
- 2.透過image J將照片轉為8-bit, 並選取Ajust調整閾值(threshold)留下紅色所需的面積, 點選Apply使照片轉為黑白
- 3.用畫筆去除多餘的陰影, 使數據誤差減小
- 4.利用Analyze, 並顯示項目至outlines 確保霉菌面積數值顯示正確
- 5.跳出視窗查看Area區域便是霉菌面積, 單位為px²
- 6.將數值匯入Excel便能利用多向式的趨勢分析



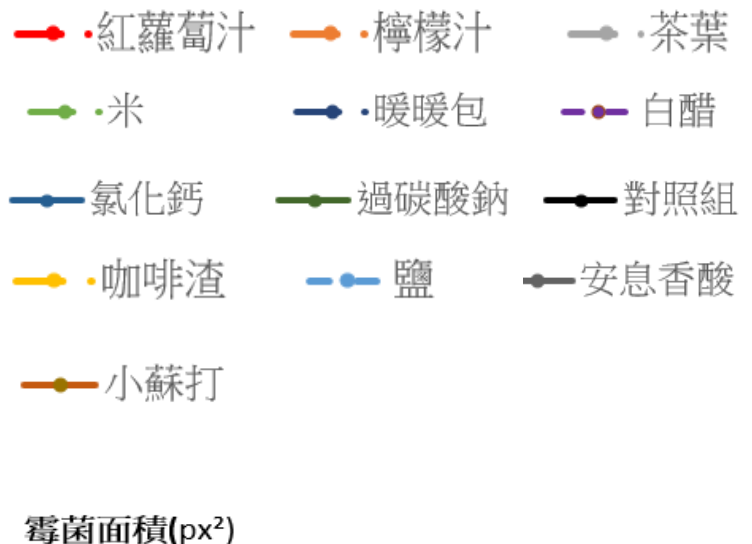
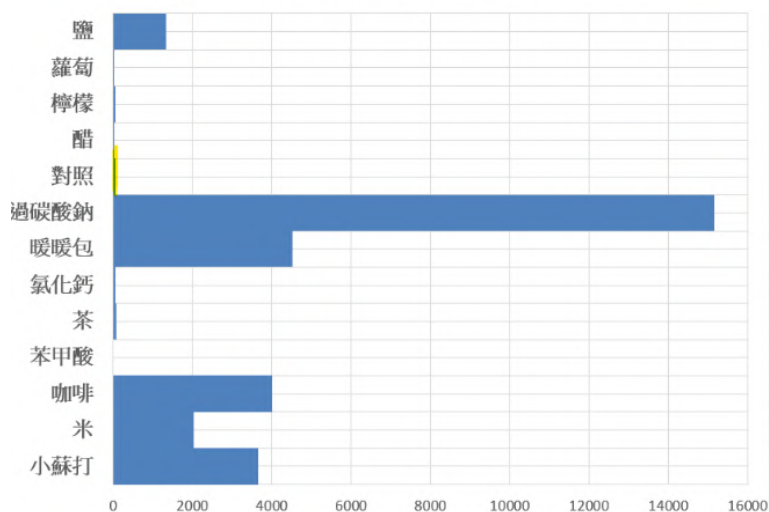
圖(一):image J 操作示範圖

表(四):室外各防腐/劑趨勢分析圖, 螢光筆為對照組; 虛線為天然防腐劑與對照組; 實線為化學防腐劑; 桃色虛線後為至15天的變化趨勢線。下方為冰箱22天後的發霉面積比較

各防腐/霉劑對吐司發霉面積的影響



各防腐/霉劑對吐司發霉面積的影響



(五):問題與討論

1. 發霉程度比較:(綠色螢光筆為天然; 黃色螢光化學防腐霉劑)

室外:小蘇打>米>過碳酸鈉>鹽>咖啡渣>(苯甲酸)>茶>未添加>暖暖包>氯化鈣>紅蘿蔔汁>檸檬汁>醋

室內:過碳酸鈉>暖暖包>咖啡渣>小蘇打>米>鹽>茶>氯化鈣>無添加>檸檬汁>醋>蘿蔔汁>苯甲酸

2. 環境比較

冰箱與無光照通風室外空間發霉時間也有所不同, 比較相似的發霉面積;室外的發霉天數(第5天3/16);室內(第22天4/3), 相差約13天, 也證明在較低溫的環境, 不利於霉菌生長。

另外我們也發現蘿蔔汁在冰箱比在室外更相對具備防腐效果;相反於暖暖包則在冰箱中相對防腐能力較弱

3. 天然與化學防腐劑比較

從以上資料得知, 發霉面積高過於對照組的化學防腐劑占化學多數;而最不易發霉的前三名皆是天然防腐劑, 可證明在防腐方面化學的並沒有比天然的效果更好, 甚至會出現比未添加時

效果更差的情況。

4. 網路的流言準確嗎？

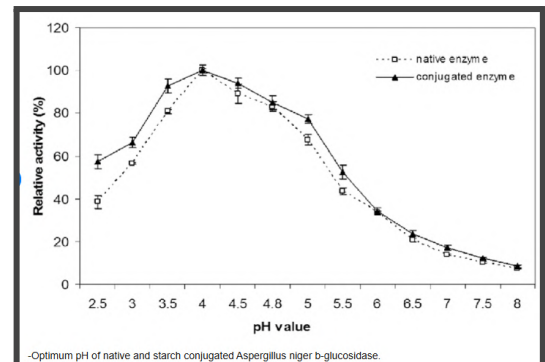
在我們查找資料的資料中，有很多文章有提到小蘇打能有效的抑制霉菌生長，但根據我們的實驗結果可以看出小蘇打不僅不能抑制霉菌，**甚至還有讓霉菌生長得更快的趨勢**

5. 可以看出酸性環境利於環境生長？

雖然從結果來看，霉菌生長較少都是偏酸性的防腐劑(醋、檸檬汁)，但**其實環境的酸鹼並非是此次實驗影響霉菌生長的主要因素。**

適合霉菌生長的环境應該是酸性(由圖二證明)，而影響主要是「酶」，例如蘿蔔與檸檬酸中的**抗壞血酸和生育酚之類的維生素**，使其有抗氧化的能力。

圖(二):(Samia A. Ahmed, Mar 2015)縱軸為霉菌活性；橫軸為pH。圖中顯示pH4時顯示活性最大



五、結論與生活應用

透過這次的實驗成果，我們發現酸性的環境較能有效減少霉菌產生，抑制效果最好。

在天然與生活用品防腐效果中，室外與使室內醋的效果最好，若考慮食物味道是否改變，同樣的成果可以應用到生活哪些領域？

這份研究可以用在日常生活中任何發霉的食物以及空間，也可以得知天然防腐劑也能展現更好的優勢，

- 1.在冰箱可以使用較少味道殘留的**蘿蔔汁**作為加強防腐效果且富含豐富的維生素酵素酶
- 2.在室外推薦使用**暖暖包**當作抗氧的防腐劑，不僅不會有有味道殘留，也擁有比化學防腐劑更好的防腐效果
- 3.清潔浴室推薦使用**白醋**，強力的防腐效果與家裡方便拿到的物品，使其在除霉上是最優先的選擇

參考資料

英文論文參考

1.B.L. Wedzicha Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition) 2003, Pages 4773-4776

<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780122270550/encyclopedia-of-food-sciences-and-nutrition>

2.Preservatives in food additive, P. Michael Davidson, R. Paul Singh

<https://www.britannica.com/topic/food-additive/Preservatives>

3. 里瓦·波梅蘭茨 (Riva Pomerantz, 2017 年 11 月 15 日)。「實驗室裡的猶太潔食」。阿米。第 342 頁88。

4. Figure 3 - uploaded by [Samia A. Ahmed](#)

https://www.researchgate.net/figure/Optimum-pH-of-native-and-starch-conjugated-Aspergillus-niger-b-glucosidase_fig3_2779646

五大博物館管文章參考：

1. 國小組生活應用與科學 080835「放了24天的鬆餅還能吃嗎」參考內容：天然防腐劑應用方向推倒

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/elementary/0808/080835.pdf>

2. 國立台灣科學教育館 .科學研習雙月刊第50卷第9期 <010~013 從起雲劑-塑化劑談健康生活-食品無處不添加 食品添加物之多少 <https://www.ntsec.gov.tw/article/detail.aspx?a=4199>

參考部分：常見食品添加物與防腐劑，題目研究方向推倒