2012 年臺灣國際科學展覽會
優勝作品專輯

編號：080007

作品名稱

薑黃素的特性及其在生活上之應用研究

得獎獎項

大會獎：四等獎

儲備作品：儲備作品

(美國團觀察員：美國第 63 屆國際科技展覽會)

作者姓名：張貴婷

就讀學校：嘉義市私立嘉華高級中學(附設國中)

指導教師：林籐旺

關鍵字：薑黃素、抗氧化、抑菌作用

作者簡介



我是張貴婷，就讀嘉義市嘉華中學國中部二年級，自從國小三年級，我便積極參與科展活動，每年從未間斷，至今已邁入第六個年頭。上了國中後來到了這間十分注重科學教育的學校，遇到熱心認真的林籐旺老師，更讓我學習到許多有關科學研究的方法與知識，也引領我進入更浩瀚的科學領域。這一年多來的研究，實驗過程是辛苦而煎熬的，但相對於實驗結果的收成喜悅，那已變得微不足道。能填補好奇心缺失的一角，則是無比的滿足。

薑黃素的特性及其在生活上之應用研究

Characterization of curcumin and its application in daily life and laboratory

摘要

本研究在探討薑黃、南薑、野薑及一般薑等所含薑黃素的抑菌與抗氧化作用特性，及其在生活及教學上之應用。

研究發現：(1) 抑菌能力排序：以薑黃最強；一般薑次之；南薑、野薑微弱。(2) 抗氧化作用仍以薑黃最為明顯，其餘不顯著。(3) 在生活上之應用方面，薑黃素用於檢測水質及食品中是否含硼砂，可明確檢出含硼量；薑黃素所含的天然色素，可用於布料之染色及食品用色素添加劑，亦可用於製造薑黃手工皂，對人體皮膚有益處。(4) 在化學實驗上，薑黃素製成薑黃試劑，可做為酸鹼指示劑，另可檢驗一般居家物質之酸鹼性。由以上實驗結果可知薑黃素應用甚為廣泛且深具利用價值。

Abstract

Curcuma longa, Alpinia (Languas) galanga, Hedychium coronarium and Zingiber officinale have been used as traditional medicine. However, the therapeutic effects on human among these four species are seldom reported. Therefore, aims of this study were to investigate the differences in bacteriostatic/bacteriocidal and antioxidant capability among these four species and to apply curcumin in our daily life and laboratory.

The results of this study were shown in the following:

(1) The highest bacteriostatic/bacteriocidal capability was found in C. longa, followed by Z. officinale, A. galangal and H. coronarium.

(2) Curcuma longa has shown the strongest antioxidation than other three species, which revealed similar antioxidant ability.

(3) In daily life, curcumin can be used to detect the presence of borax in water and food, to be natural dye for cloth and food additives. Additionally, curcumin can be an ingredient of soap.

(4) In laboratories, curcumin can be an acid/alkali reagent to measure the pH value of our home materials.

Our study indicates that curcumin can be used broadly in our daily life with highly economic value.

一、前言

(一)研究動機

有一次在學校午餐吃咖哩飯時，不小心將一團咖哩飯掉落在地上，清掃後發現地板上留有一整片黃色的痕跡，以水清洗後仍難以清洗乾淨，於是請教老師這種黃色色素是何種成分？為何清洗困難，它是否也可以當染料使用或有其他特殊的用途呢？這一連串的問題引發了我們研究的興趣。因自然與生活科技教科書之第四冊中，有一節的學習單元是氧化與還原反應，老師提示我們由此去尋找相關資料，因而邀集幾位有興趣同學，開始收集有關薑黃的資料，並到郊外尋找採摘各類的薑科植物，展開了生動有趣的實驗活動。

(二)研究目的

本研究的主要目的有：1.探討薑黃素之抑菌作用。2.探討薑黃素之抗氧化作用。3.探討薑黃素在水質及食品中含硼量檢測。4.探討薑黃素在化學實驗及其他生活上之應用。

二、研究方法與過程

第一部分：薑黃素的主要特性研究

一、前置實驗

(一)研究設備與器材：如圖1。

分光光度計、恆溫培養箱、無菌操作台、高溫高壓滅菌器、電子天平、研磨機、量瓶、微量吸管、燒杯、試管、錐形瓶、滴管、玻璃棒、抽濾漏斗、濾紙、數位相機、pH測定計、薑黃、南薑、野薑、一般薑、試藥級薑黃素(98%)、硫酸、醋酸、硼砂、鹽酸、95%酒精、甲醇、DPPH試劑、魚丸、乾蝦米、肉粽、維力麵、油麵、小魚乾、豆皮、豆干、干貝、豬肉乾、香菇、米粉。

(二)薑科植物的採摘及介紹：如圖2。

(三)薑黃素之製備：如圖3。

(四).薑黃試劑之製備：如圖 3。

說明：薑黃試劑之製備是參考 CNS 食品檢驗局標準配製方法。

(五)薑黃試紙之製備：如圖 3。

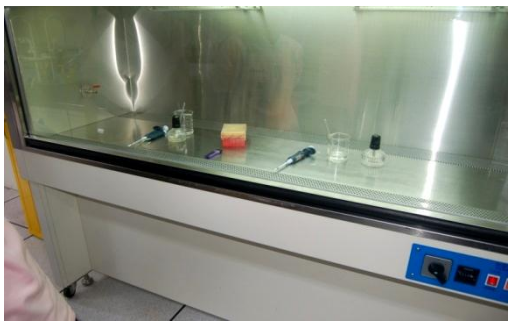
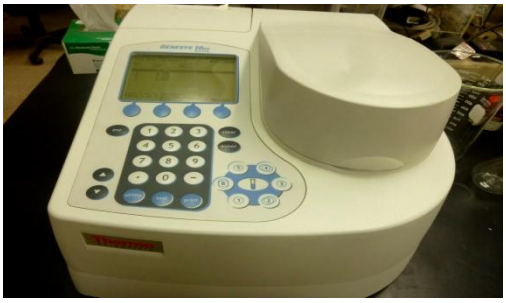
<table>
<tr><td>
a.無菌操作台</td><td>
b.恆溫箱</td></tr>
<tr><td>
c.濾膜法之過濾裝置</td><td>
d.滅菌釜</td></tr>
<tr><td>
e.微量吸管</td><td>
f.分光光度計</td></tr>
<tr><td>
g.PH計</td><td>
h.研磨機</td></tr>
</table>

圖 1.研究設備與器材

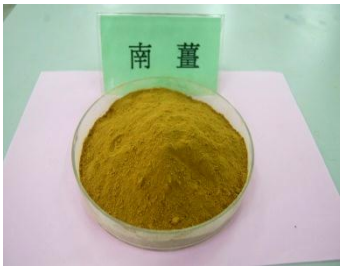
 a.在本市郊野山坡地栽種的薑黃樹	 e.清洗後的薑黃地下根	 i.由薑黃地下根部研製成的呈金黃色的粉末
 b.在本市郊野山坡地尋找到的野薑花樹	 f.清洗後的野薑地下根	 j.由野薑地下根部研製成的呈灰白色粉末
 c.在本市農林試驗所栽種的南薑樹	 g.清洗後的南薑地下根	 k.由南薑地下根部研製成的呈淡黃色粉末
 d.在本校植物園區栽種的一般薑樹	 h.清洗後的一般薑地下根	 l.由一般薑地下根部研製成的呈淡黃色粉末

圖 2.各種薑科植物介紹和採摘後的地下根及實驗室自製薑粉

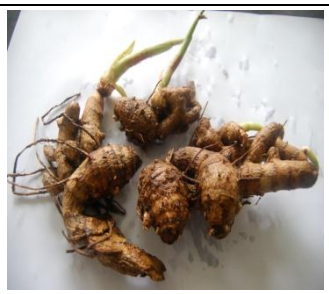
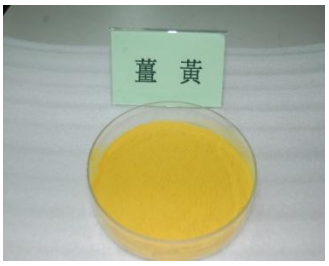
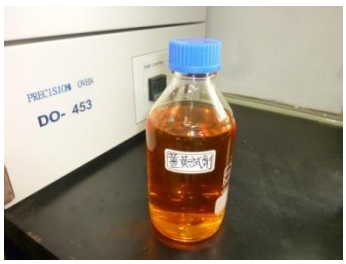
		
a.郊外山坡栽種的薑黃樹	b.薑黃的地下根	c.清洗後去除鬚根
		
d.清洗去除鬚根後切成小片	e.放在通風處晾乾	f.置入烘箱中於150℃恆溫烘乾10分鐘後取出
		
g.以研磨機研磨後再以40 網目篩網過濾粉末	h.將初選的薑黃粉末以95%酒精溶解後，以水浴法，使酒精蒸出後烘乾所得之薑黃素粉末	i.溶解薑黃素於95% 乙醇溶液中，再加入濃鹽酸稀釋
		
j.以抽濾漏斗過濾後即得薑黃試劑	k.剪裁濾紙 1×5cm 數條，浸入薑黃試劑中浸泡	L.隔夜取出晾乾即為薑黃試紙保存於紙盒或棕色瓶中備用

圖 3.薑黃素、薑黃試劑及薑黃試紙之製備流程

二、薑黃素的抑菌作用研究

(一)薑黃、南薑、野薑及一般薑檢驗溶液之製備

(1).取薑黃、南薑、野薑及一般薑之粉末各0.02克分別置入燒杯中加水，攪拌溶解後過濾，取其濾液倒入100ml量瓶中，稀釋成200ppm檢液。

(2).取前項溶液稀釋一倍，可得薑黃、南薑、野薑及一般薑各100ppm檢液。

(二)抑菌作用實驗

方法一：紙錠法(以含薑黃檢液之紙錠，形成抑菌圈大小判斷)

1.說明：薑黃檢液滴於紙錠上，並以含 penicillin及Ampicilin之紙錠為對照組，以無菌純水為空白組，分別置入含有大腸桿菌細菌液之培養基中，在37℃恆溫箱經48小時後取出，若有抑菌圈出現，代表檢液有抑菌能力，抑菌圈越大則抑菌能力越強。本次實驗除對薑黃檢液作抑菌試驗，同時一併探討其他的薑科植物，即南薑、野薑及一般薑所含薑黃素之抑菌作用，以做為比較。

2.步驟：如圖4(重複實驗三次)。

方法二：濾膜法(以大腸桿菌菌落數，判斷抑菌能力)

1.說明：本方法係用濾膜檢測水中之大腸桿菌群（Coliform group）細菌。該群細菌在含有乳糖的 LES Endo agar 培養基上，於 35 ± 1℃之培養箱中培養 24 ± 2 小時後，會產生具金屬光澤菌落。若滴入薑黃素檢液後，經 24 ± 2 小時所產生具金屬光澤菌落數越少，代表檢液之抑菌能力越佳。

2.步驟：如圖5(重複實驗三次)。

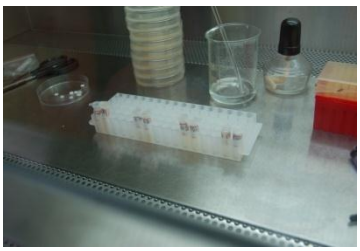
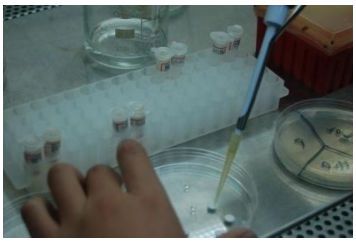
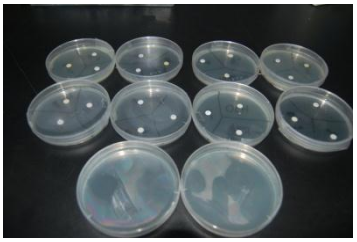
		
a.準備大腸桿菌細菌液	b.準備薑黃、南薑、野薑及一般薑等八個檢液	c.鑷子使用前在酒精燈上過火消毒以確保無菌
		
d.以微量吸管吸取大腸桿菌細菌液於培養皿中	e.L型玻棒塗抹，使大腸桿菌液均勻分散於培養基上	f.吸取適量薑黃等檢測溶液，滴在紙錠上
		
g.將放完紙錠的培養基用石蠟膜(parafilm)封好	h.已完成之空白組及對照組之檢液培養基	i.於37℃恆溫培養箱48小時，取出測量抑菌圈直徑

圖 4.紙錠法抑菌作用實驗過程(以抑菌圈大小判斷抑菌能力)

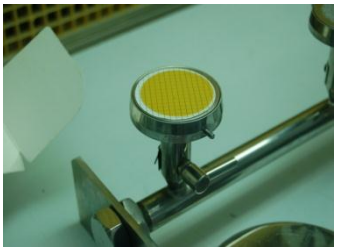
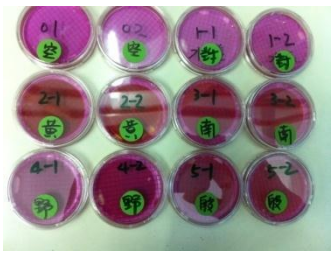
		
a.將燒杯鑷子等實驗器皿置入滅菌釜中消毒	b.取蘭潭水庫原水做為對照組及實驗組之水樣	c.噴灑微量酒精並噴火消毒過濾器
		
d.取出盒子中的無菌濾膜	e.以消毒過之鑷子夾起無菌濾膜，置於過濾架	f.無菌濾膜緊貼著過濾網
		
g.加入無菌水連接抽氣幫浦測試過濾裝置	h.以微量吸管吸取薑黃檢液滴入濾膜上	i.抽氣完成移開漏斗，濾紙上已吸附薑黃檢樣
		
j.已吸附薑黃檢樣的濾膜置入含乳糖培養基的培養皿中	k.實驗完成之樣品：空白組(無菌水)、對照組(蘭潭水庫原水)及實驗組(薑粉檢液＋蘭潭水庫原水)。	L.完成的樣品置入35℃培養箱中培養24小時，再取出觀察紀錄

圖5.濾膜法抑菌作用實驗過程(以大腸桿菌菌落數判斷抑菌能力)

三、薑黃素的抗氧化作用研究

(一)說明：1.本實驗首先以試藥級薑黃素(純度 98%，作為對照組)、自製的薑黃粉、南薑粉、野薑粉及一般薑粉(以上四種為實驗組)等，與 0.050M 碘液反應的量，證明其等有無抗氧化作用及抗氧化力之比較。2.另以 0.050M DPPH 試劑來滴定純度 98%薑黃素，製作標準檢量線、再分別滴定薑黃、南薑等溶液，以消耗 DPPH 溶液體積多寡，利用標準檢量線來推算等同薑黃素標準液之所含薑黃素之含量，若薑黃素之含量百分率越高，可證明其抗氧化力越強。

(二) 抗氧化實驗

方法 1：碘滴定法(圖 6)

(1)配製 0.050M 碘標準液及檢測液。

(2)取各檢測液 10.00ml，加入 2ml，6M 硫酸並滴入約 1ml 的澱粉溶液。

(3)以 0.050M 碘標準液滴定至變為藍色即為滴定終點。

(4)讀取用去之碘液之毫升數。重複實驗六次。

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>a.實驗用藥：薑黃溶液、碘液、澱粉溶液、硫酸等</td><td>b.碘滴定操作情形</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>c.滴定前之薑黃溶液呈黃色</td><td>d.滴定終點後溶液呈藍色</td></tr>
</table>

圖 6.碘滴定實驗(薑黃素的抗氧化作用實驗之一)

方法 2：DPPH 試劑滴定法(圖 7)

(1)以甲醇配製 0.050mMDPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)試劑。

(2)配製 0.02、0.04、0.06、0.08mM 薑黃素標準液(以 95%酒精配製)各 10.00ml 置入錐形瓶中，

以 0.050mMDPPH 試劑(呈紫紅色)置入滴定管中，滴定之。滴定前薑黃溶液為黃色，變為無色即為滴定終點，停止滴定。

(3)另取 10.00ml 酒精置入錐形瓶中，以 DPPH 溶液做空白滴定，重複實驗六次。

(4)配製檢測溶液

薑黃溶液：稱 0.5001g 薑黃粉，溶於適量 95%酒精後，配成 50.00ml 溶液，在稀釋 100 倍。

野薑溶液：稱 1.0024g 野薑粉，溶於適量 95%酒精後，配成 50.00ml 溶液，在稀釋 2 倍。

一般薑液：稱 0.5003g 一般薑粉，溶於適量 95%酒精後，配成 50.00ml 溶液，在稀釋 5 倍。

南薑溶液：稱 0.5002g 南薑粉，溶於適量 95%酒精後，配成 50.00ml 溶液，在稀釋 10 倍。

(5)取上列稀釋液各 10.00ml，以 0.050mMDPPH 試劑滴定至無色。

(6)讀取用去 DPPH 溶液之毫升數，記錄之。重複實驗六次。

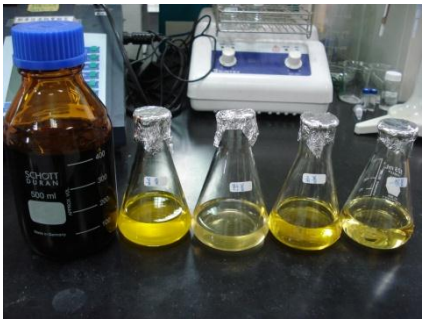
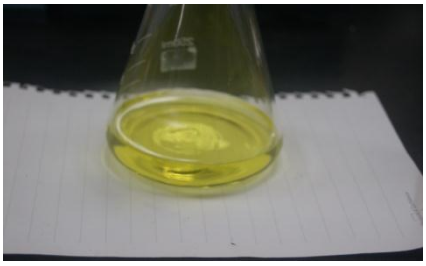
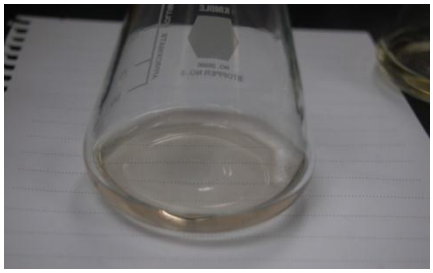
	
a. 實驗用藥：DPPH 試劑、薑黃、野薑、南薑等溶液	b. 以 DPPH 試劑滴定操作情形
	
c.滴定前溶液呈黃色	d.滴定終點溶液呈無色

圖 7. DPPH 試劑滴定實驗(薑黃素的抗氧化作用實驗之二)

第二部分：薑黃素在生活上之應用研究

一、薑黃素在水質及食品中含硼量檢測之應用

(一)說明：薑黃試劑對水質及食品中含硼量之檢測甚為靈敏，含量在 1ppm 以下，亦可檢出。

(二)方法：

1.薑黃試劑之製備：如前置實驗(三)，薑黃試劑之製備方法。

2.硼標準液之製備（圖 8）：

（1）10ppm 硼標準液：精稱 0.8850g 的硼砂，於 100ml 的量瓶中，加入蒸餾水搖盪使充分溶解後，稀釋至刻度線，即成。

（2）以 10ppm 硼標準液加蒸餾水，稀釋成 8ppm、6ppm、4ppm 及 2ppm 之硼標準液。

（3）配製 0ppm 空白溶液：取純水即成。

3.硼檢量線之製作：如圖 8。

4.水質含硼之檢測：如圖 9。

5.食品中含硼量檢測

(1)分光光度計檢測法：如圖10。

(2)簡易檢驗法(參考衛生署食品檢驗局公布之檢驗法) ：如圖11

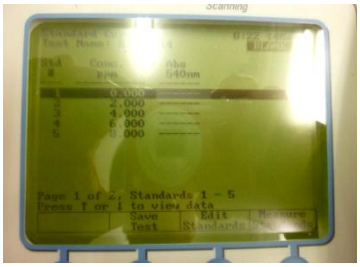
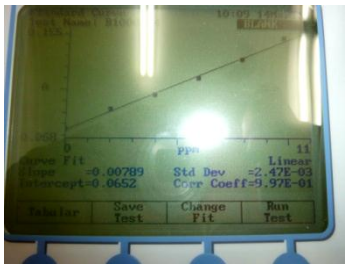
		
a.準備分光光度計	b.準備微量吸管	c.硼標準液之配製
		
d.配製完成0~10ppm硼標準液置入分光光度計讀取吸收度製作檢量線	e.由分光光度計所讀取各濃度之吸收度	f.檢測完畢，由分光光度計自動呈現檢量線

圖8.硼檢量線之製作之實驗情形

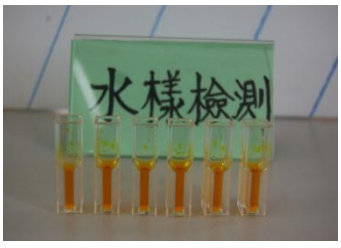
		
a.取家庭廢水、下水道汙水、溪水等做為檢樣	b.檢樣水加入薑黃試劑	c.置入分光光度計讀取吸收度

圖9.薑黃素應用在水質含硼量檢測之實驗情形

		
a.準備檢驗食品	b.將檢驗食品加水磨碎	c.食品檢樣配成溶液
		
d.食品檢樣滴入薑黃試劑	e.檢樣以微量滴管定量	f.放入分光光度計內檢驗

圖 10.薑黃素應用在食品中含硼量檢測之實驗情形

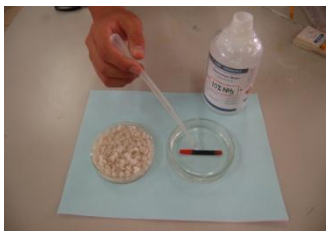
		
a.準備檢驗食品	b.將檢驗食品磨碎或剪細	c.檢樣浸泡入10%HCl中
		
d.檢樣滴在薑黃試紙上	e.烘乾呈紅褐色即含硼砂	f.再滴10%NH_3，呈暗藍色，確認含有硼砂。

圖 11.簡易法檢測食品中含硼量之實驗情形

二、薑黃素在化學實驗上之應用

(一)薑黃試劑(試紙)對酸鹼溶液之呈色研究

1.說明：薑黃試劑(試紙)本身呈黃色，而在不同酸鹼度之溶液中，是否呈現不同

之顏色，有必要進一步實驗了解，以應用於化學實驗上。

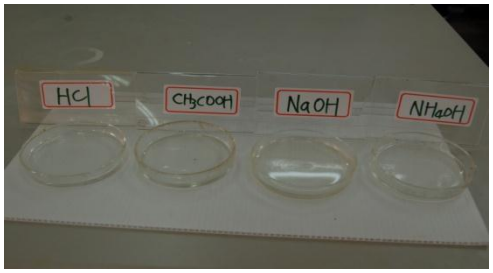
2.方法：如圖 12。



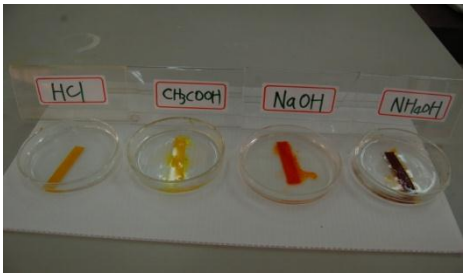
a.HCl和NaOH未加薑黃試劑前



b.HCl和NaOH加入薑黃試劑後



c.準備各種酸鹼溶液待測



d.各溶液滴在薑黃試紙上之呈色

圖 12.薑黃試劑(試紙)對酸鹼溶液之呈色實驗

(二)薑黃試劑與不同濃度的硼砂溶液之呈色研究

1.說明：用於未知液含硼量之初估。

2.方法（比色法，圖 13）：

(1)稱取 200mg 硼砂置入量瓶中，加水攪拌，稀釋成 1 升，即得 200ppm 濃度的硼砂溶液。

(2)取 200ppm 硼砂溶液，分別稀釋成下列各溶液：20、40、60、80、100、120、140、160、180、200ppm。

(3)取 10 支比色管分別裝入上列各溶液，依序滴入薑黃試劑 0.5ml，觀察呈色現象(圖 12)。

(4)取未知液，滴入薑黃試劑 0.5ml 後，充分搖盪，由其呈色情形，取其與比色管相近之

顏色，可做為水樣含硼量之初步估計檢測。

(三)薑黃試劑在酸鹼滴定實驗上的應用

1.說明：由前之實驗得知,薑黃試劑對酸鹼度之變色範圍在 pH=7.5→pH=8.5 之間,因此可用為

酸鹼滴定之指示劑,可明確顯示滴定終點。在酸性溶液中呈黃色；在鹼性溶液中呈紅褐色。

2.方法(圖 14)：

(1)放入待測 HCl 溶液 10.00ml 於錐形瓶中，滴入薑黃試劑 2~3 滴。 (2)滴定管置入 0.100MNaOH 標準液，徐徐滴入錐形瓶內，至溶液呈紅褐色即為滴定終點。(3)讀取消耗 0.100MNaOH 之體積，連續操作六次並記錄之。(4)改以酚酞試劑為指示劑，做空白實驗比對之。



圖 13. 薑黃試劑對硼砂溶液之呈色實驗



圖 14.酸鹼滴定實驗(以薑黃試劑為指示劑)

三、薑黃素在其他生活上之應用

(一)薑黃試劑(試紙)對日常物品之酸鹼性檢驗的應用

方法：

(1)準備日常生活物品蘇打水、肥皂水、漂白水、檸檬水、食醋、蘇打水、氨水、食鹽水、各種果菜汁...等各 1 毫升，置於試管中。

(2)吸取上列溶液各 1 滴分別滴於薑黃試紙上，觀察呈色情形。

(3)分別滴入 2~3 滴薑黃試劑，於裝有上列物質之試管中，均勻搖盪後，觀察呈色情形。

(二) 薑黃素在印染工程上的應用（以白毛線的染色實驗為例）

方法：如圖 15

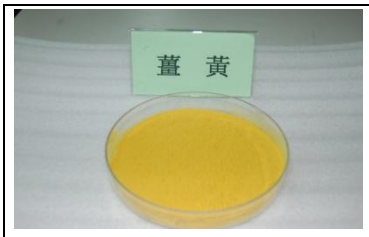
		
a.準備薑黃製成試劑	b.毛線用溫水浸濕	c.加洗衣粉去漿
		
d.毛線浸入薑黃試劑中	e.取出晾乾	f.染色後之成品

圖 15.白毛線的染色實驗情形(以薑黃為染料)

(三)薑黃素在手工皂製造上的應用

方法：

(1) 將植物油皂基 1000g 切成小塊、依序加入天然蜂蠟 6g、乳油木果脂 10g、橄欖油 10cc、

置入不銹鋼鍋中，加熱至完全溶解，再加入薑黃粉 8g 攪拌均勻。

(2) 冷卻至 40℃，滴入精油 2ml 再攪拌均勻，迅速倒入肥皂模型中，約 3 小時後，即可脫模取出，以 PE 膜包裝後即為薑黃手工皂成品。

(3) 另可以野薑粉、南薑粉及一般薑粉，如(1)、(2)步驟，製成手工皂。

三、 研究結果與討論

＜結果＞

第一部分：薑黃素的主要特性研究

(一)薑黃素的抑菌作用實驗結果

方法一：紙錠法(以形成抑菌圈大小，判斷抑菌能力)

1.實驗紀錄（表1）：對照組為penicillin及Ampicillin，空白組為無菌水。

2.實驗結果(圖16、17)：

(1)以薑黃粉末配製之檢液，形成抑菌圈直徑最大，較接近penicillin或Ampicillin抑菌圈之直徑，即抑菌作用最強；而南薑、野薑及一般薑之檢液所形成之抑菌圈j微小，依此判斷抑菌作用較微弱。抑菌作用以薑黃粉最強，一般薑次之，南薑、野薑微弱。

(2)薑黃濃度200ppm形成抑菌圈直徑為16mm略大於100ppm(12mm)者。

表1.紙錠法抑菌作用實驗紀錄

抑菌圈直徑(mm)								
檢液濃度	100ppm				200ppm			
實驗次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均
無菌水(空白組)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
penicillin(對照組)	17.0	16.9	17.0	17.0	17.1	17.0	17.0	17.0
Ampicillin(對照組)	18.0	18.1	18.0	18.0	18.1	18.0	18.0	18.0
薑黃粉(實驗組)	12.0	11.0	13.0	12.0	16.1	16.0	16.0	16.0
南薑粉(實驗組)	6.0	6.5	7.0	6.5	7.5	7.0	6.5	7.0
野薑粉(實驗組)	6.1	6.0	6.1	6.1	6.0	6.2	6.2	6.2
一般薑粉(實驗組)	7.0	8.0	7.5	7.5	8.0	7.5	8.5	8.0

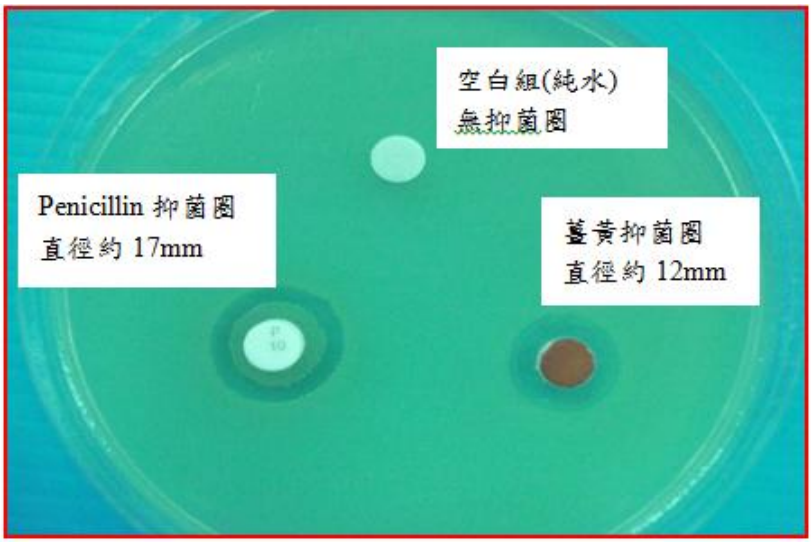


圖 16.紙錠法抑菌實驗(以薑黃檢液濃度為 100ppm)

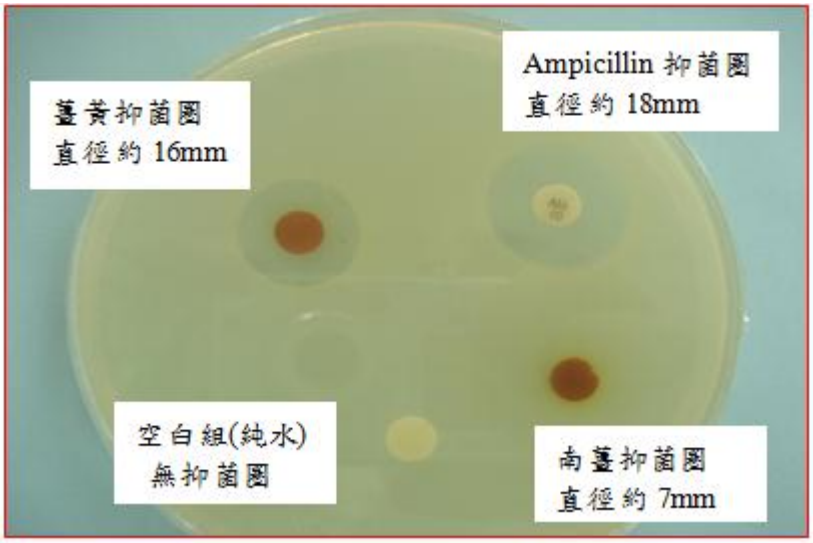


圖 17.紙錠法抑菌實驗(以薑黃檢液濃度為 200ppm)

方法二：濾膜法(以大腸桿菌菌落數，判斷抑菌能力)

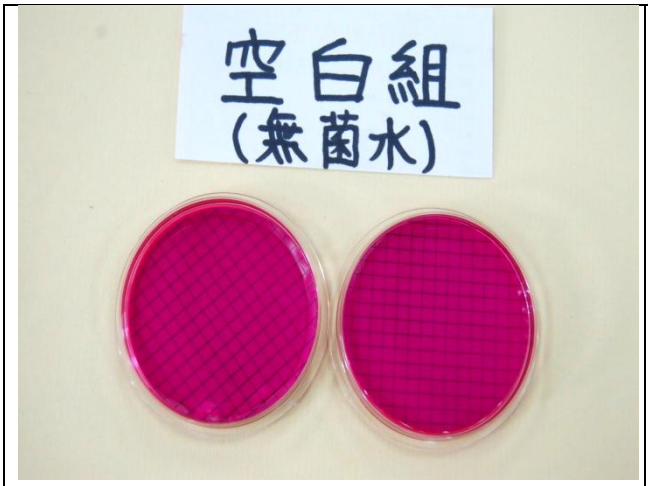
1.實驗紀錄（表2）：對照組為(蘭潭水庫原水)，空白組為(無菌水)。

2.實驗結果(圖18)：

以試藥級薑黃粉及薑黃粉末配製之檢液，大腸桿菌菌落數(金屬光澤點數)皆為零，即抑菌作用最強；而南薑、野薑及一般薑檢液之菌落數較多，雖有抑菌作用，但不及薑黃之抑菌作用。

表2.濾膜法抑菌作用實驗數據

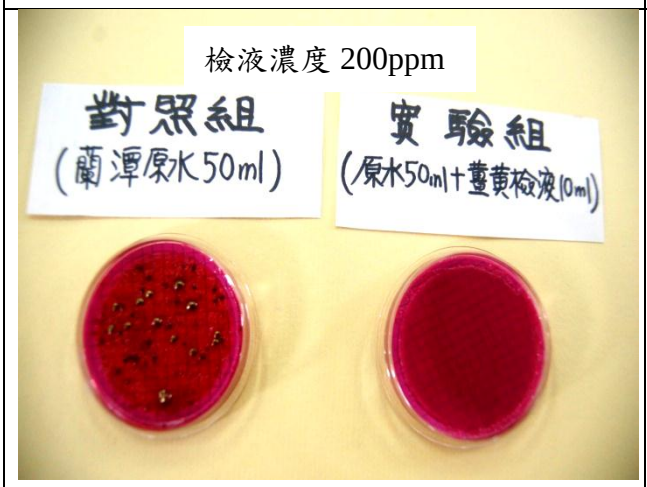
金屬光澤菌落數(個)								
檢液濃度	100ppm				200ppm			
實驗次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均
無菌水(空白組)	0	0	0	0	0	0	0	0
蘭潭水庫原水(對照組)	38	42	40	40	38	42	40	40
試藥級薑黃素(實驗組)	0	0	0	0	0	0	0	0
薑黃粉(實驗組)	0	0	0	0	0	0	0	0
南薑粉(實驗組)	21	19	20	20	16	18	14	16
野薑粉(實驗組)	37	35	36	36	34	34	37	35
一般薑粉(實驗組)	13	11	12	12	11	8	8	9



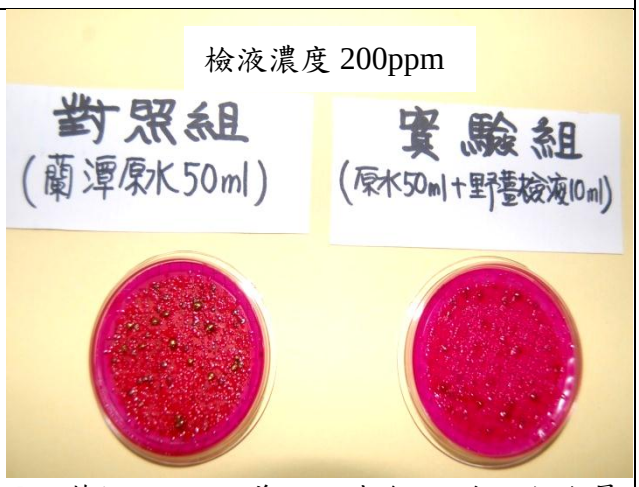
a.以無菌水做為空白組(無金屬光澤菌落)



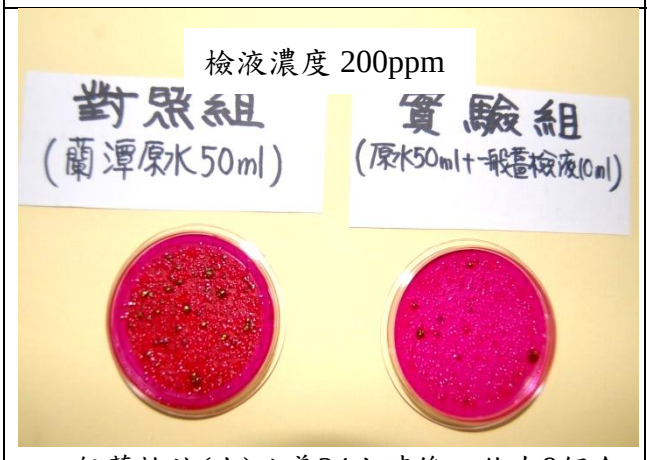
b.試藥級薑黃素檢液(右)培養24小時後，無金屬光澤菌落形成



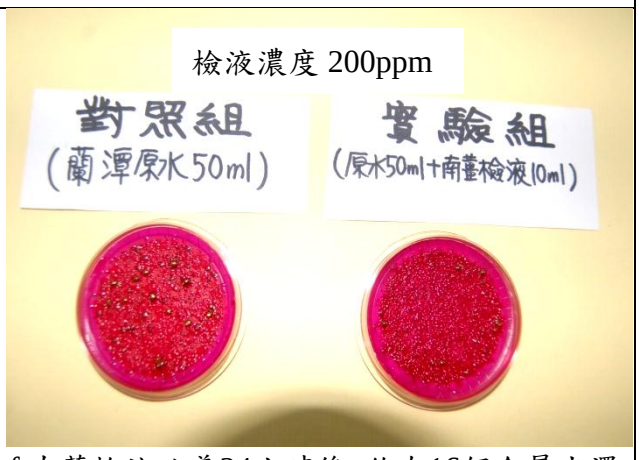
c.薑黃檢液(右)培養24小時後，無金屬光澤菌落形成



d.野薑檢液(右)培養24小時後，約有35個金屬光澤菌落形成



e.一般薑檢液(右)培養24小時後，約有9個金屬光澤菌落形成



f.南薑檢液培養24小時後，約有16個金屬光澤菌落形成

圖 18.濾膜法抑菌作用實驗(金屬光澤菌落之形成)

(二) 薑黃素的抗氧化作用實驗結果

方法一：碘滴定法

1.實驗記錄（表 3）：

(1)取試藥級薑黃粉(98%純度，作為對照組)、自製的薑黃粉、南薑粉、野薑粉及一般薑粉等實驗組檢液各 10.00ml，以 0.050MI_2 滴定之。

(2)本實驗重複六次，以降低實驗所造成之誤差。

表 3.碘滴定實驗數據

消耗 0.050MI_2 體積(ml)							
實驗次數	1	2	3	4	5	6	**平均**
試藥級薑黃素(對照組)	20.50	21.00	19.50	21.00	22.10	20.50	**20.76**
薑黃粉(實驗組)	4.20	4.50	4.35	4.50	4.40	4.20	**4.36**
南薑粉(實驗組)	2.00	2.15	1.90	1.80	1.95	2.05	**1.98**
野薑粉(實驗組)	0.90	1.00	1.05	1.25	1.20	1.05	**1.08**
一般薑粉(實驗組)	1.95	2.00	1.85	2.10	2.20	1.90	**2.00**

2.實驗結果：

(1)滴定時平均消耗0.050M碘液的體積，依序為試藥級薑黃素20.76ml、薑黃粉4.36ml、南薑粉1.98ml、野薑粉1.08ml、一般薑粉2.00ml，抗氧化作用(還原力)比較為：試藥級薑黃素＞薑黃粉＞一般薑粉＞南薑粉＞野薑粉。

(2)滴定終點呈藍色(碘與澱粉反應生成之顏色)。

(3)碘滴定反應終點靈敏，實驗誤差小，為其優點。

方法二：DPPH試劑滴定法

實驗結果：

(1)薑黃素標準檢量線製作(圖19)：以純度98%之試藥級薑黃素實驗。

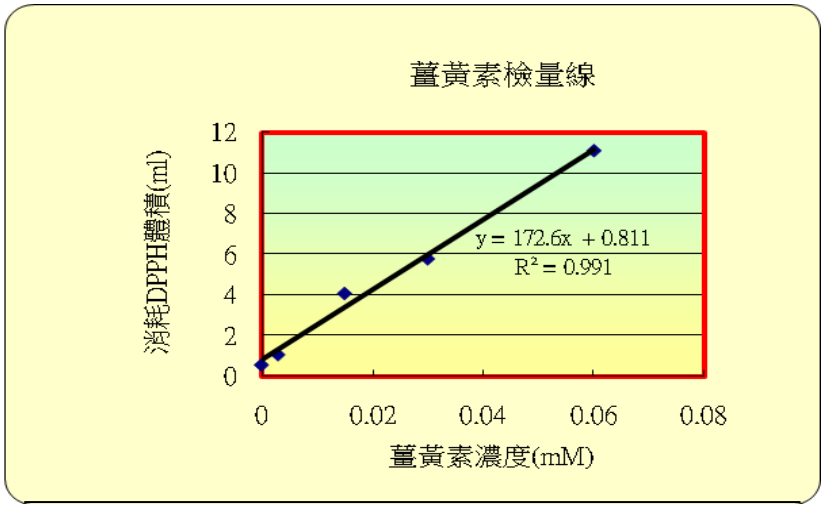


圖19：薑黃素檢量線

(2)以DPPH滴定法，由表4之實驗數據及圖18之薑黃素檢量線，計算得知：各種薑粉其所含薑黃素含量以薑黃為9.20%最多，其餘含量甚少(皆在0.60%以下)。

表4.DPPH滴定實驗數據與結果(各種薑粉等同薑黃素含量)

檢測樣品	檢液濃度	0.050mMDPPH 滴定液用量(ml)	等同薑黃素含量 (wt%)
薑黃	0.5001g/50ml(稀釋 100 倍)	5.13	9.20%
野薑	1.0024g/50ml((稀釋 2 倍)	6.70	0.13%
一般薑	0.5003g/50ml(稀釋 5 倍)	6.43	0.59%
南薑	0.5002g/50ml(稀釋 10 倍)	1.07	0.06%

第二部分：薑黃素在生活上之應用

(一)薑黃素在水質及食品中含硼量之檢測實驗結果：

1.硼檢量線製作(20)：

（1）以硼標準液濃度(0、2、4、6、8、10ppm)為縱軸，測出之吸收度為橫軸，即可製得硼檢量線圖。

（2）分光光度計檢測，原始記錄在附圖一。

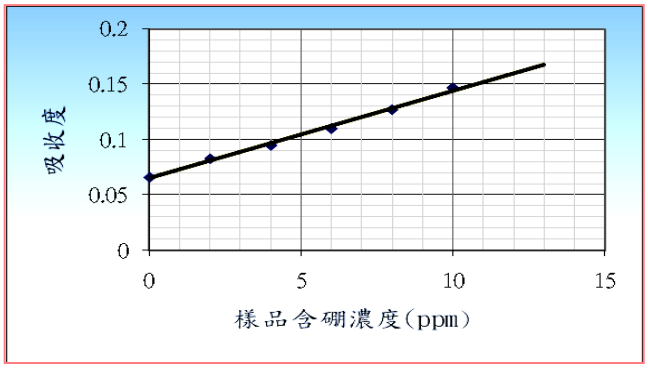


圖 20：硼檢量線

2.水質含硼量分析(依上列檢量線所檢出)：取樣於本校之廚餘廢水、本市之小排汙水、下水道汙水及市郊八掌溪水，皆檢出含微量之硼（表5.）。

表5.水質含硼量之分光光度計檢測數據(原始記錄在附圖二)

水質檢樣	廚餘廢水	小排汙水	下水道汙水	八掌溪水
光吸收度	0.068	0.092	0.175	0.115
含硼量(ppm)	0.350	3.394	13.92	6.310

3.食品含硼量檢測結果

(1)分光光度計檢測法：檢測市售之各類食品中，含硼砂者為乾蝦米11.26ppm、

魚丸3.647ppm、油麵1.365ppm、豬肉乾2.506ppm及豆干4.028ppm等檢出含微量硼砂。

其餘食品吸光度為負值，表示不含硼砂（表6）。

表6.食品含硼量之分光光度計檢測數據(原始記錄在附圖三)

食品檢樣	米粉	魚乾	乾蝦米	豆皮	魚丸	干貝
光吸收度	0.058	0.031	0.154	0.027	0.094	0.026
含硼量(ppm)	-0.918	-4.342	11.26	-4.849	3.647	-4.976
食品檢樣	香菇	油麵	肉粽	維力麵	豬肉乾	豆干
光吸收度	0.035	0.076	0.027	0.039	0.085	0.097
含硼量(ppm)	-3.835	1.365	-4.849	-3.327	2.506	4.028

註：若檢樣之光吸收度＜0.066(純水)，其檢測值為負值，代表該食品不含硼砂。

（2）簡易檢驗法：

本方法是參考衛生署食品檢驗局公布之簡易檢驗法，並採用本市衛生局提供及自製之薑黃試紙檢測，此法僅可檢驗是否含硼砂，無法檢驗出含硼砂量（表7）。

表7. 薑黃試紙檢測食品含硼砂結果

食品檢樣	米粉	魚乾	乾蝦米	豆皮	魚丸	干貝
檢測結果	×	×	○	×	○	×
食品檢樣	香菇	油麵	肉粽	維力麵	豬肉乾	豆干
檢測結果	×	○	×	×	○	○

註：(1)○：呈紅褐色含硼砂，×：呈黃色不含硼砂　(2)檢測樣品與分光光度計檢測法同

(二) 薑黃素在化學實驗上之應用

1. 薑黃試劑(試紙)對酸鹼溶液之呈色研究

實驗結果：（1）薑黃試劑(試紙)本身呈黃色，而在酸性溶液中，呈黃色；在鹼性溶液中呈紅褐色，鹼性越強則紅褐色越深。

（2）pH＜7.0 溶液呈黃色，pH＞7.0 溶液呈紅褐色，pH＞11.0 溶液呈深褐色，故薑黃試劑對溶液酸鹼度之變色大致情形為，pH＜7 呈黃色，pH＞7 呈紅褐色或深褐色（表 8）。

表 8. 薑黃試劑對酸鹼度之呈色反應

pH 值	**1.0.**	**2.0**	**3.0**	**4.0**	**5.0**	**6.0**	**7.0**	**7.5**	**8.0**	**8.5**	**9.0**	**10.0**	**11.0**	**12.0**	**13.0**	**14.0**
呈色				黃				紅褐					深褐			

2.薑黃試劑對不同濃度的硼砂溶液之呈色研究

實驗結果：

(1)配製 10 支比色管，可做為水樣含硼量之檢液檢測。

(2)硼砂濃度在低於 120ppm 時，呈黃色；120~160ppm 時呈紅褐色；大於 160ppm 時呈深褐（表 9）。

表 9.薑黃試劑對硼砂溶液之呈色反應

硼砂濃度 ppm	**20**	**40**	**60**	**80**	**100**	**120**	**140**	**160**	**180**	**200**
呈 色		淡黃				黃		紅褐		深褐

3.薑黃試劑在酸鹼滴定實驗上的應用

1.實驗記錄：

(1) 空白組(以酚酞溶液為指示劑)（表 10）

(2) 實驗組(以薑黃試劑為指示劑)（表 11）

表 10.酸鹼滴定數據(酚酞溶液)

實驗次數	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**平均**
待測 HCl 體積(ml)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
消耗 0.100M NaOH 體積(ml)	10.50	10.00	10.40	10.20	10.30	10.20	10.26

表 11.酸鹼滴定數據(薑黃試劑)

實驗次數	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**平均**
待測 HCl 體積(ml)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
消耗 0.100M NaOH 體積(ml)	10.20	10.40	10.40	10.30	10.30	10.40	10.33

2.實驗結果：

(1)空白組(以酚酞為指示劑)，由酸鹼中和計算得 HCl 濃度＝0.051 M

(2)實驗組(以薑黃試劑為指示劑)，計算得 HCl 濃度＝0.052 M

(3)以薑黃試劑為指示劑和以酚酞為指示劑，兩者測得同一鹽酸之濃度幾乎相同，因此薑黃試劑，可用做為酸鹼滴定之指示劑。

(三)薑黃素在其他生活上之應用

1.薑黃試劑(試紙)對日常物品之酸鹼性檢驗的應用

實驗結果：一般鹼性物質，遇薑黃試劑呈紅褐色，酸性或中性物質呈黃色（表12）。

表12.日常物品對薑黃試劑之呈色反應

待測溶液	肥皂水	漂白水	檸檬水	蘇打水	氨 水	食鹽水
呈　　色	紅褐色	黃色褪色	黃色	棕褐色	棕褐色	黃色

2.薑黃素在印染工程上的應用

實驗結果：

白毛線經薑黃素溶液染色，成為金黃色的毛線成品，成品光鮮亮麗（圖21）。



圖 21.白毛線經薑黃素溶液染成金黃色

3.薑黃素在手工皂製造上的應用

實驗結果：由實驗得知，薑黃粉、一般薑粉、野薑粉及南薑粉，皆具有抑菌及抗氧化作用，四種薑粉，均研發出手工皂產品，因此除了有去汙效果，應該也有抑菌和抗氧化效果，有開發成商品之潛力。下列為薑黃手工皂成品(圖22a)和野薑手工皂製品(圖22b)。



圖 22a.薑黃手工皂製品



圖 22b.野薑手工皂製品

＜討論＞

第一部分：薑黃素的主要特性研究

一、薑黃素的抑菌作用

抑菌實驗過程中所有使用儀器必需事先置入滅菌釜中消毒，以避免實驗樣本遭受汙染而影響實驗的準確度；另操作前後，操作者之手部，必須噴灑酒精消毒，保持無菌狀態。

濾膜法抑菌實驗時，需視原水中，微生物之濃度範圍，進行稀釋步驟。另若欲進行另一個水樣檢測時，應更換無菌過濾漏斗，不可重複使用，以免相互干擾而影響實驗的準確度。

紙錠法或濾膜法之抑菌實驗，均以大腸桿菌做滅菌標的，檢液培養基置入恆溫培養箱中，溫度宜設定在 35~37℃範圍；紙錠法檢液培養基，需經 48 小時抑菌圈才會完全形成，抑菌圈呈透明狀，不易以照片呈現，需立即測量抑菌圈直徑，因超過 48 小時後抑菌圈會慢慢消失；而濾膜法檢液培養基，只需經 24 小時菌落就會形成，時間較短，菌落呈金屬光澤，較易觀察。另紙錠法與濾膜法之抑菌實

驗照片，因篇幅受限，無法一一呈現在本說明書中，其餘照片登錄於「實驗過程記錄簿」中。

二、薑黃素的抗氧化作用

具有抗氧化作用的物質，其本身可視為一種還原劑，因此在研究薑黃素的抗氧化作用時，是應用在自然課所學的氧化還原方法，實驗時先配製各種薑粉溶液，以碘溶液或 DPPH 溶液滴定，由消耗碘溶液或 DPPH 溶液體積的多寡，用以證明薑黃素抗氧化作用的強弱。

方法一之碘滴定法實驗原理是依據碘是一種氧化劑，可和還原劑反應，因此一物質若具有還原力，就可以和碘反應，消耗碘的量愈多，其還原力愈大。實驗時以澱粉溶液當指示劑，碘遇澱粉液呈藍色，因此當反應物(如各種薑粉溶液)與碘反應完全，滴定終點時，溶液會由原來的黃色變成藍色，滴定終點明顯。

方法二之DPPH試劑滴定法原理是DPPH(2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)為一種較穩定的自由基，當DPPH自由基與抗氧化物質作用時，抗氧化物質提供電子或氫質子而可清除自由基，因而DPPH自由基就會失去本身藍紫色的特性而造成吸光值的下降，當DPPH自由基被清除愈多時，其吸光值下降也愈多，利用吸光值減少百分比，可判斷樣品清除DPPH自由基能力之強弱；依此原理，本實驗不使用分光光度計，我們改行自己設計實驗，方法是以0.050mMDPPH溶液與各濃度(0.02、0.04、0.06、0.08mM)試藥級薑黃素之酒精溶液作滴定實驗(空白實驗)，當反應完全時，DPPH滴定液會由紫紅色變為無色，由消耗DPPH體積與薑黃素濃度製作檢量線，再分別檢測薑黃、一般薑、野薑及南薑溶液，若消耗DPPH體積愈多，表示所含之薑黃素愈多，亦即其抗氧化力愈強。另DPPH試劑使用時，需新配製且應於避光環境中為之，並保存於深色玻璃瓶中。

第二部分：薑黃素在生活上之應用研究

一、薑黃素在水質及食品中含硼量檢測之應用

薑黃試劑對水質及食品中含硼量之檢測甚為靈敏，含量在 1ppm 時即可檢出，而食品中是不得檢出含硼(硼砂)的，也因此薑黃試劑之精確配製，顯得非常重要；其與水質或食品中含硼量檢測之準確度息息相關。薑黃試劑配製完成後，若有混濁情形應進行過濾手續，使試劑呈清澈的黃色溶液。使用時應盡量在兩個月以內用完，以免變質；薑黃試紙應保存於棕色瓶內或紙盒內，避免與空氣接觸而變質。

本次實驗所用之薑黃試劑均依衛生署食品檢驗局所定之規範配製而成；食品中含硼砂愈多，加薑黃試劑時，呈色愈深(深褐色)，使用分光光度計檢測時，吸收度也愈大；食品中若不含硼砂，其吸收度呈負值，即吸收度低於空白組(水)的吸收度(0.066)(附圖三)。

二、薑黃素在化學實驗上之應用

一般化學酸鹼滴定實驗，是以酚酞、甲基橙等合成有機物做為指示劑，容易造成實驗廢液汙染，薑黃試劑是以酒精配製而成，薑黃本身亦具抑菌作用，使用其做為指示劑非常適宜。

本次實驗以薑黃試劑配製 20~200ppm 之含硼砂比色管，各濃度之含硼量對薑黃試劑之呈色依序是：由淺黃色、黃色、紅褐色至深褐色，藉由檢測水樣加薑黃試劑後之呈色，可檢測水質中含硼砂之概略含量，方便實用；若水樣含硼砂量若超過 200ppm 或低於 20ppm 時，應配製更廣範圍的硼砂之標準溶液，以分光光度計讀取各溶液的吸光度，繪製硼砂含量檢量線圖，再以分光光度計檢測水樣。

三、薑黃素在其他生活上之應用

(一)薑黃試劑(試紙)對日常物品之酸鹼性檢驗的應用

衛生署食品局對食品含硼(硼砂)之規定是不得檢出的，亦即任何食品不得含硼砂。薑黃試紙製作簡易，檢測食品操作方便，若能建立食品安全共識，居家隨時備用薑黃試紙，對各種家用食品隨時檢測，對於遏止不肖商家在食品中添加硼砂的現象，一定有所幫助。

(二)薑黃素在印染工程上的應用

薑黃素是一種天然的黃色色素，可應用於一般布料或衣服之染色；本實驗以棉線為材料，染後呈鮮艷的金黃色，非常亮麗，唯在印染之前，需先將白毛線用溫水加洗衣粉或綠豆粉搓揉，做去漿處理，染色後置於陰涼處晾乾即可，避免過分曝曬而變質。

(三)薑黃素在手工皂製造上的應用

薑黃素是一種天然的黃色色素，又具有抗菌與抗氧化效力，如添加適量的薑黃素於手工皂中，不必添加色素，又可增加抗氧化與抗菌的效果，成了最自然、最環保的清潔用品。本次實驗我們分別以薑黃粉、一般薑粉、野薑粉及南薑粉與植物油等材料，製造手工皂，分送老師和同學使用，清洗效力佳。

四、 結論與應用

經由本研究初步得知，薑黃粉、一般薑粉、野薑粉及南薑粉皆具有抑菌及抗氧化作用，尤以薑黃粉對此二種作用最為顯著。薑黃粉除具抑菌及抗氧化作用外，另有多種用途，如將薑黃粉萃取得來之薑黃素，適量添加於食品中，為不可多得的健康養生食材；亦可應用於學校化學實驗之酸鹼滴定，作為指示劑使用；又如薑黃粉添加於皂基中，可製成兼具抑菌、抗氧化及洗滌效用的薑黃手工皂；再如家中備有薑黃試紙，隨時可對家用食品或水質檢測是否含硼砂成分；另外又可對一些常用物質，做酸鹼性的簡易檢驗，以增加對生活物質性質的認識，因此薑黃粉在我們生活中深具經濟及利用價值。

五、 參考文獻

一、吳慶宏，食品分析基本檢驗法，1984，國興出版社。

二、郭重吉，國中自然與生活科技第四冊，實驗活動手冊，2010，南一出版社。

三、郭彥彬，2003，行政院國科會薑黃素專題研究報告。

四、黃心儀、蔡有泰，中華民國第 50 屆科展，薑抗氧化能力之相關探討。

五、黃榮茂、王禹文編譯，化學化工百科辭典，1992，曉園出版社。

六、黃得時，高中基礎化學實驗(二)活動手冊，溶液的配製，2011，龍騰出版社。

七、葉名倉，高中基礎化學(一)，第 4 章，常見的化學反應，2010，南一出版社。

八、續光清，食品工業，1991，徐氏出版社。

九、行政院衛生署食品藥物管理局，硼砂簡易檢驗法。

十、Lüer S, Troller R, Jetter M, Spaniol V, Aebi C.(2011). Topical curcumin can inhibit deleterious effects of upper respiratory tract bacteria on human oropharyngeal cells in vitro: potential role for patients with cancer therapy induced mucositis? Support Care Cancer.19(6):799-806.

十一、 Song J, Choi B, Jin EJ, Yoon Y, Choi KH.(2011). Curcumin suppresses *Streptococcus mutans* adherence to human tooth surfaces and extracellular matrix proteins. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2011 Oct 19. [Epub ahead of print]

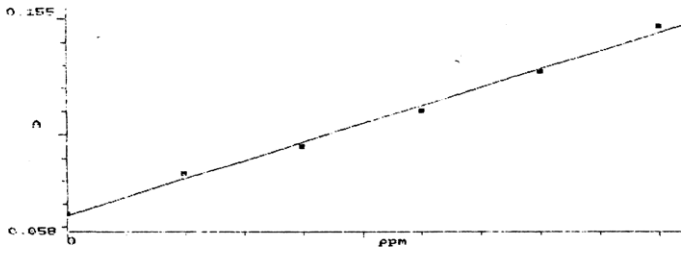
六、 附件

附圖一：硼檢量線製作之原始記錄

(於波長 540nm 時檢出)

TEST SETUP
GENESYS 10S v2.000 2L6L044002

Standard Curve	13:57 7Apr11
Test Name	B1000314
Date Standards Measured	14Mar11
Wavelength	540nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Curve Fit	Linear
Number of Standards	6
Units	ppm
Sample Positioner	Auto 6
Number of Samples	4
Cell Correction	Off
ID# (0=OFF)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	On



Curve Fit	Linear
Slope	0.00789
Intercept	0.0652
Std Dev	0.002
Corr Coeff	0.997

Std #	Conc. ppm	Abs 540nm
1	0.000	0.066
2	2.000	0.083
3	4.000	0.095
4	6.000	0.110
5	8.000	0.127
6	10.00	0.147

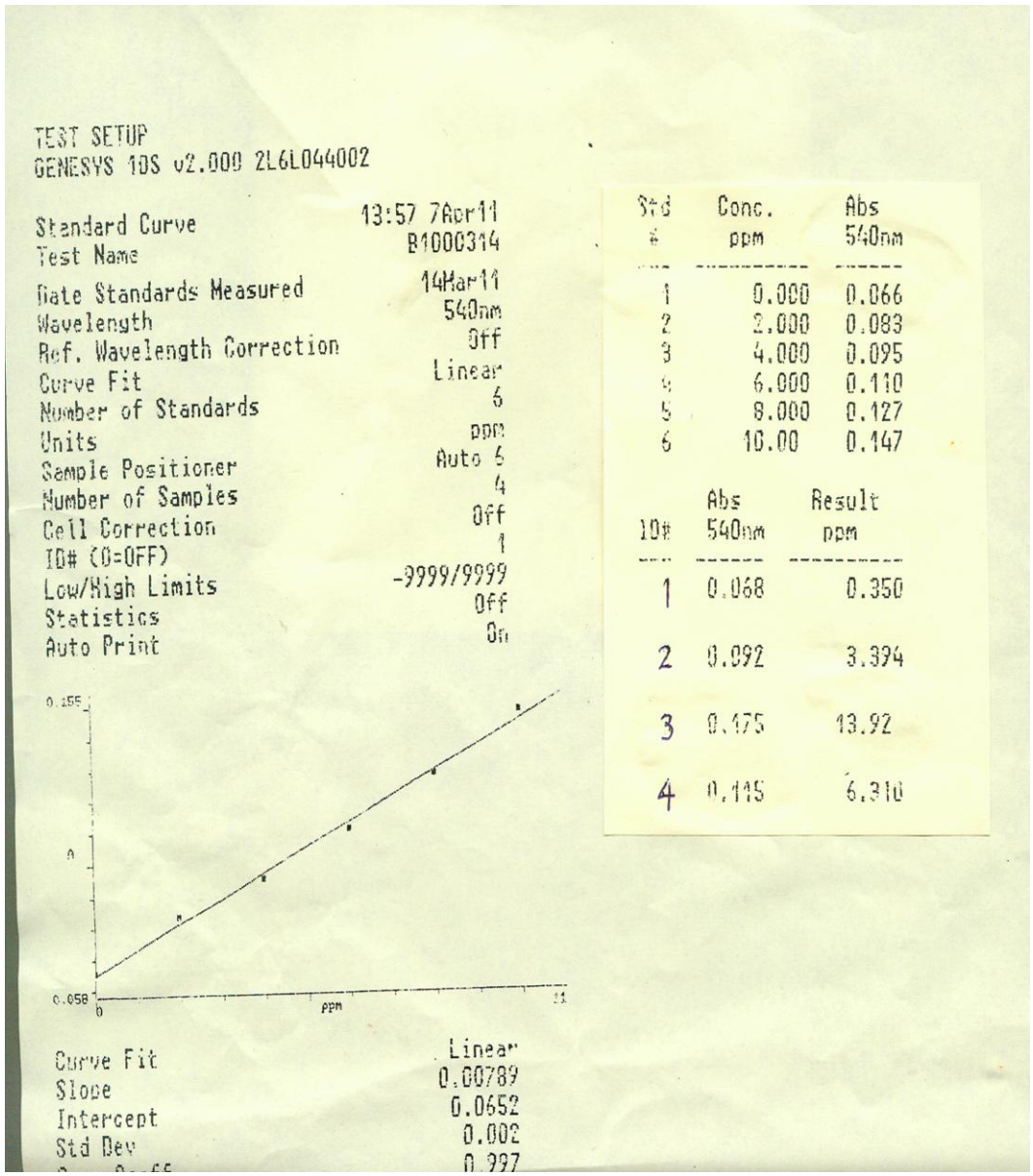
ID#	Abs 540nm	Result ppm
1	0.068	0.350
2	0.092	3.394
3	0.175	13.92

註：檢測樣品編號及含硼量－

1. (0ppm.純水)　2.(2ppm.)　3. (4ppm.)　4. (6ppm.)　5.(8ppm.)　6. (10ppm.)

附圖二：水質含硼量分析

分光光度計檢測水質含硼量原始記錄(於波長540nm時檢出)



TEST SETUP
GENESYS 10S v2.000 2L6L044002

Standard Curve	13:57 7Apr11
Test Name	B1000314
Date Standards Measured	14Mar11
Wavelength	540nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Curve Fit	Linear
Number of Standards	6
Units	ppm
Sample Positioner	Auto 6
Number of Samples	4
Cell Correction	Off
ID# (0=OFF)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	On

Std #	Conc. ppm	Abs 540nm
1	0.000	0.066
2	2.000	0.083
3	4.000	0.095
4	6.000	0.110
5	8.000	0.127
6	10.00	0.147

ID#	Abs 540nm	Result ppm
1	0.068	0.350
2	0.092	3.394
3	0.175	13.92
4	0.115	6.310

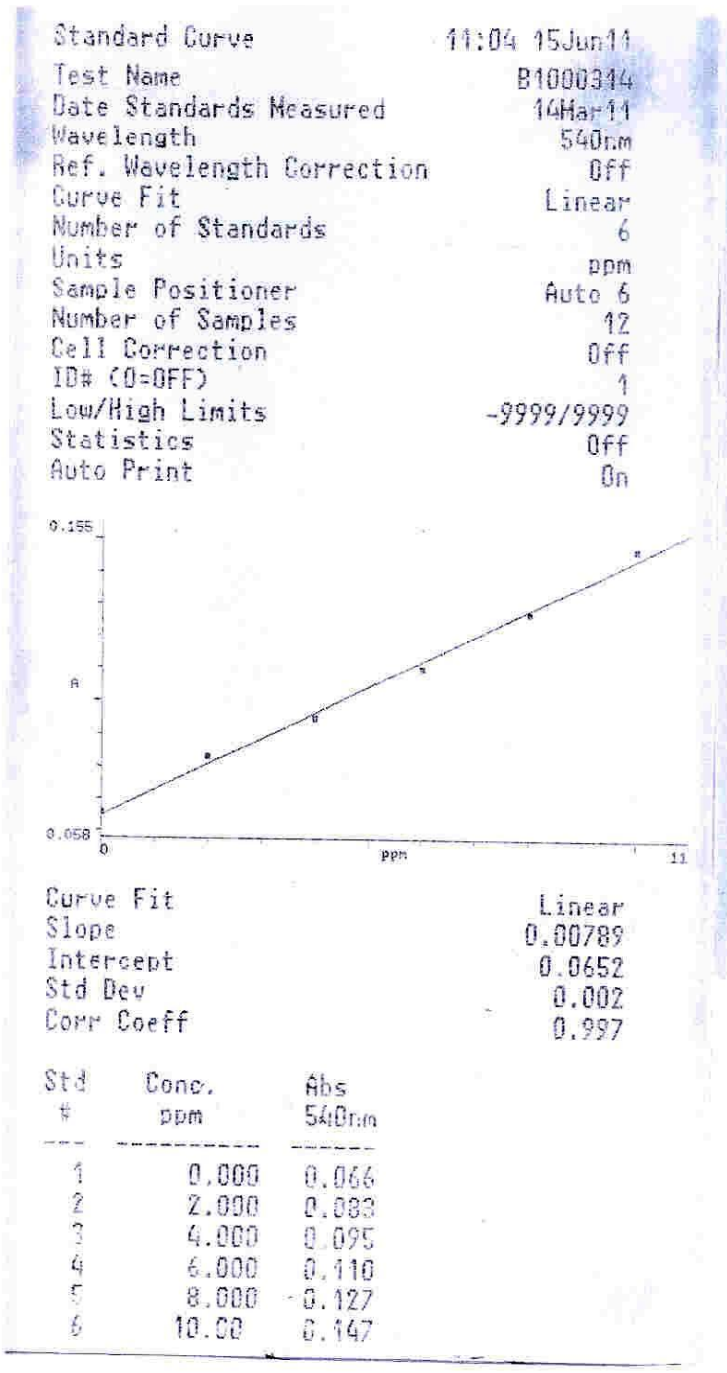
Curve Fit	Linear
Slope	0.00789
Intercept	0.0652
Std Dev	0.002
	0.997

註：檢測樣品編號(水樣來源)—

1.(本校廚餘廢水)　2.(本市小排汙水)　3.(本市下水道汙水)　4.(本市段八掌溪水)

附圖三：食品含硼量分析

分光光度計檢測食品含硼量原始記錄(於波長540nm時檢出)



Standard Curve	11:04 15Jun11
Test Name	B1000314
Date Standards Measured	14Mar11
Wavelength	540nm
Ref. Wavelength Correction	Off
Curve Fit	Linear
Number of Standards	6
Units	ppm
Sample Positioner	Auto 6
Number of Samples	12
Cell Correction	Off
ID# (0=OFF)	1
Low/High Limits	-9999/9999
Statistics	Off
Auto Print	On

Curve Fit	Linear
Slope	0.00789
Intercept	0.0652
Std Dev	0.002
Corr Coeff	0.997

Std #	Conc. ppm	Abs 540nm
1	0.000	0.066
2	2.000	0.083
3	4.000	0.095
4	6.000	0.110
5	8.000	0.127
6	10.00	0.147

ID#	Abs 540nm	Result 檢測值(ppm)
1	0.058	-0.918
2	0.031	-4.342
3	0.154	11.26
4	0.027	-4.849
5	0.094	3.647
6	0.026	-4.976
7	0.035	-3.835
8	0.076	1.365
9	0.027	-4.849
10	0.039	-3.327
11	0.085	2.506
12	0.097	4.028

備註：檢測樣品編號－

1.米粉　2.魚乾　3.乾蝦米　4.豆皮　5.魚丸　6.干貝

7.香菇　8.油麵　9.肉粽　10.維力麵　11.豬肉乾　12.豆干

評語

1. 研究內容豐富，有應用價值。
2. 作者對自己的研究相當清楚，對作品的解說也很生動，思路有條理。顯然作者對研究工作很投入，值得鼓勵。
3. 作者的表現很有科學水準，再經培養會有更高的表現。
4. 內容偏向應用，對基礎原理有必要再提升。