

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生物科

組別：國中組

作品名稱：

逞「蕉」鬥「黴」---香蕉皮發酵水抗黴性探討與應用

關鍵詞：香蕉、黴菌、防蟲

作品編號：B4002

逞「蕉」鬥「黴」---香蕉皮發酵水的抗黴性探討與應用

壹、摘要

台灣香蕉 2020 年的產量約 35 萬公噸，香蕉皮約占果實重量的 30%，若食用後全部丟棄，會造成很多的農業廢棄物。本實驗為了能將垃圾變黃金，及減少化學藥品的使用，於是利用香蕉皮加水自然發酵，取其發酵水用來探討抗黴性，發現**香蕉皮發酵水抗黴性為濃度 100% > 濃度 50% > 濃度 25% > 純水**。經過一個月觀察，噴有濃度 100% 香蕉皮發酵水吐司仍無長黴現象，希望此結果可以運用在需要短時間防黴的物質上。將香蕉皮發酵水用於栽種小白菜，發現二週後澆有香蕉皮發酵水的小白菜成長率為**濃度 100% > 濃度 50% > 濃度 25% > 純水**；還有運用在小白菜的防蟲上，發現**噴有香蕉皮發酵水的小白菜被蟲啃食的葉片數較少**，因此在栽種植物時可以利用香蕉皮發酵水來促進植物的生長及防蟲。

貳、研究動機

在學校吃營養午餐時，常有香蕉這項水果，已知香蕉為芭蕉科、芭蕉屬的單子葉植物，歐盟 2021 年香蕉產量 61 多萬噸（林忠逸，2022）；台灣 2020 年香蕉產量約 35 萬公噸，而香蕉皮約占果實重量的 30%（檢自：<https://zhidao.baidu.com/question/1240083899304171059.html>），因此若在食用後就將香蕉皮直接丟棄實在可惜，於是上網查詢香蕉皮的用途，查到《中藥學大辭典》中記載，成熟香蕉果皮的甲醇提取物有抑制真菌、細菌的作用（吳曉明，2006）。於是跟同學及老師討論後決定利用常見的吐司黴菌來試試香蕉皮的功效，看看是不是真的有抑制真菌的功效。

參、研究目的

- 一、利用吐司來探討香蕉皮發酵水的抗黴性。
- 二、先噴香蕉皮發酵水再放置露台，與先放置露台後再噴香蕉皮發酵水之抗黴性探討。
- 三、香蕉皮發酵水噴的次數多寡對於吐司長黴的影響探討
- 四、不同濃度香蕉皮發酵水對於小白菜生長的影響探討。
- 五、香蕉皮發酵水對小白菜抗蟲的影響探討。

肆、研究設備及器材

香蕉(台蕉 3 號)、白吐司、手套、膠帶、剪刀、美工刀、鑽子、尺(30cm)、奇異筆、穴盤、

培養土、小白菜、照相機(平板、手機)、塑膠瓶、電子秤、無菌培養皿、無菌操作台、塑膠杯盤、鑷子、酒精、噴瓶

伍、研究過程及研究結果

一、文獻探討

(一) 香蕉

香蕉原產亞洲東南部熱帶、亞熱帶地區等地區，明鄭時期引進南洋的品種，於是開始生產。到了清朝時已大量產出。香蕉（學名：*Musa Paradisiaca*），又稱甘蕉、芎蕉、芽蕉，弓蕉，為芭蕉科、芭蕉屬小果野蕉（*M. Acuminata*）及野蕉（*M. Balbisiana*）的人工栽培雜交種，為大型多年生草本植物。（檢自：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/香蕉>）。台灣主要內外銷香蕉種類如下所示（如表一）。

表一、台灣主要內外銷香蕉種類（檢自：文獻五、六）

種類	別名	果指大小	成熟果皮顏色	圖片
北蕉	高腳蕉	平均長約 20~25 公分，略呈弓形，平均彎度 38°	黃色	
新北蕉	寶島蕉	長度近似「北蕉」，彎度較北蕉平緩	鮮黃色	
台蕉 1 號		較「北蕉」細	黃色	
台蕉 2 號	巴貝多矮蕉	與「北蕉」約略相同	黃色	

台蕉 3 號		平均果指長度為 20.9 公分，比「台蕉 1 號」短些	金黃色	
台蕉 5 號	玉山	與「北蕉」同	金黃色	
台蕉 6 號	玉豐	平均長約 23~24 公分	金黃色	
台蕉 7 號	玉泉	平均長約 20 公分，平均彎度約 37°	金黃色	
台蕉 8 號		與「北蕉」同	金黃色	
仙人蕉	山蕉或台中蕉	與「北蕉」同	黃色	

(資料來源：參考文獻五、六研究者整理)

香蕉幾乎沒有稱為果肉的部分，全部都是由果皮所構成。將香蕉橫切來看，其果實是由植物構造學上的內、外果皮所構成，而我們吃的部分即是內果皮（楊晴晴，2023）。果實成熟時，澱粉含量會隨時間受澱粉酶(amylase)及磷酸解酶(phosphorylase)分解，熟果實大部分為葡萄糖、果糖及蔗糖組成（楊豐毓，2013）。此外，香蕉色澤的變化，與還原糖含量有關（Gottreich et al., 1969）。

(二) 香蕉皮

「香蕉皮」，日本北里大學馬淵清資教授研究出其白色內側面，具有無數的小腔室，內含有多醣類黏液（陳以諍，2020）。香蕉外果皮（以下稱香蕉皮）其基本成分（如表二）跟香蕉內果皮（以下稱香蕉果肉）一樣，只是含量不同。黃熟的香蕉皮中富含色胺酸，而色胺酸可轉化為俗稱「快樂素」的血清素（劉諺，2023）。亦含有各種抗氧化劑及酚類化合物如兒茶素、木質素、單寧酸，以及豐富的礦物質及膳食纖維（潘峻宇，2014）。

表二、香蕉皮的基本成分表：(潘峻宇，2014)

樣品	水分	灰分	蛋白質	脂肪	碳水化合物
百分比%	74.52	1.21	1.12	0.37	22.78

傳統上，香蕉皮被視為一種中藥材，〈中藥大辭典〉中提到《廣東中藥》如此記載：「蕉皮為芭蕉科植物甘蕉之果皮，…果皮，鮮者黃綠色，乾者黑褐色，…內服治痢疾。炒過煎水服，治霍亂肚痛。煎水洗治皮膚瘙癢。」現今藥理學上已有許多實驗證明，香蕉皮具有抗氧化、改善情緒、治療憂鬱症、抗腫瘤和降血壓等效果（取自:Evelen（2022）<https://pansci.asia/archives/356287>）。在 2003 年，我國就利用國產青香蕉加工，製成具高含量抗性澱粉的「青香蕉高纖維粉」，應用於麵包及糕點等烘焙製品，強化膳食纖維並調整產品質地，提升產品附加價值（陳銘鴻，2013）。香蕉皮中含有蕉皮素，它可以抑制細菌、真菌的滋生。有實驗顯示由香蕉皮治療因真菌或是細菌所引起的皮膚瘙癢及腳氣病，效果很好（明醫網，2016）。

有研究顯示，香蕉皮經冷凍破壞可以縮短發酵時間。香蕉皮自然發酵時，香蕉皮和水的比例是 1:3（楊豐毓，2013）。至於是否已經發酵完成，可以藉由搖晃瓶身 10 秒，搖晃時會產生小泡沫，停止搖晃時小泡沫會在 30 秒內消失，就是發酵好了（Miss Rêve，2017）。本實驗亦將香蕉皮冷凍敲碎，並採用香蕉皮與水比例 1:3 的方式發酵，期以農產廢棄物香蕉皮能再利用於生活中，讓我們生活少一些化學藥劑，利用天然的生成物來做些有益於生活的大小事。

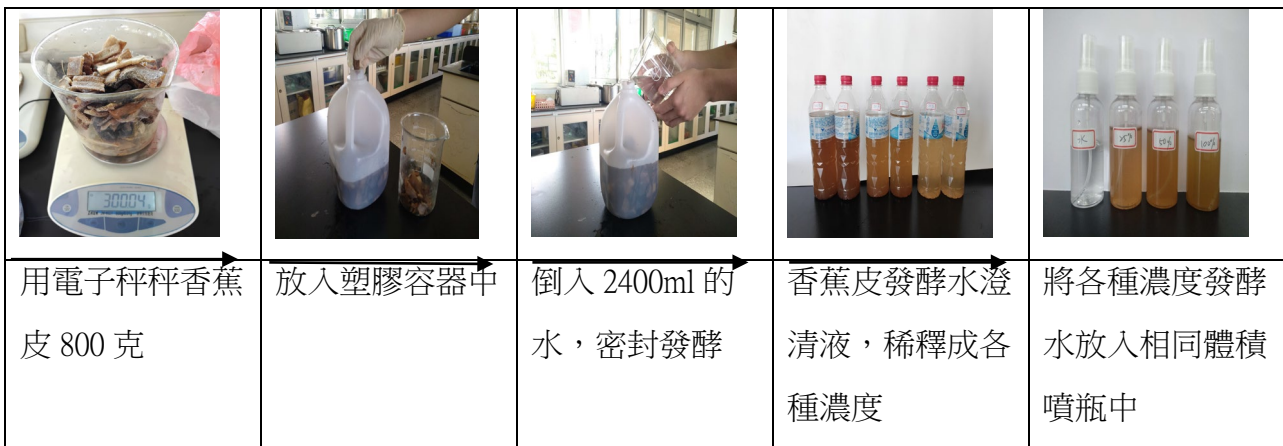
二、研究過程及研究結果

(一) 香蕉皮發酵水的製作

1. 實驗步驟：

- (1)用冷凍乾燥法來破壞香蕉皮的結構。
- (2)從冷凍庫取出香蕉皮，將香蕉皮敲碎，秤取 800 克。
- (3)將香蕉皮放入瓶中。
- (4)倒入 2400ml 的水，然後蓋上瓶蓋，讓瓶內無空氣。
- (5)放在室內及太陽下發酵至無泡沫，完成發酵。
- (6)倒出發酵好的香蕉皮發酵水，過濾，取其澄清液。
- (7)取出的澄清液當成 100%濃度的香蕉皮發酵水，再將之稀釋成 50%及 25%香蕉皮發酵水，形成濃度不同的溶液（如圖 1），來做接下來的實驗。

圖 1、香蕉皮發酵水的製作流程圖：

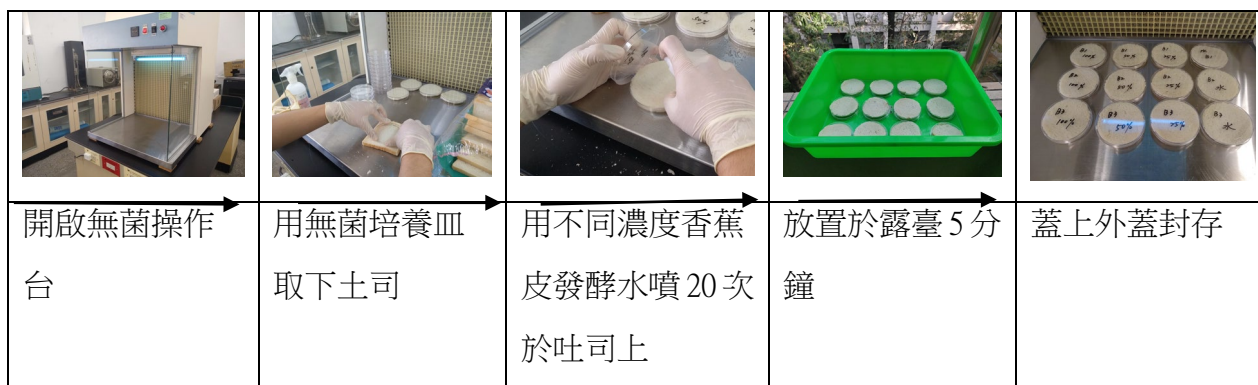


(二) 利用吐司來探討香蕉皮發酵水的抗黴性

1. 實驗步驟：

- (1)先將無菌操作台熱機，將紫外線燈打開，噴酒精消毒。
- (2)戴上手套，消毒，然後在無菌操作台上拿出買來的無菌培養皿。
- (3)用無菌培養皿底倒扣在吐司上，取下吐司。
- (4)用相同噴瓶同一人操作，依序用純水、25%、50%、100%濃度的香蕉皮發酵水各噴 20 次於吐司上，各做三重複（B1、B2、B3）。
- (5)將噴好香蕉皮發酵水的吐司放置在露臺 5 分鐘。
- (6)蓋上培養皿的蓋子，用膠帶封存（如圖 2）。

圖 2、利用吐司觀察不同濃度香蕉皮發酵水的抗黴性實驗流程圖



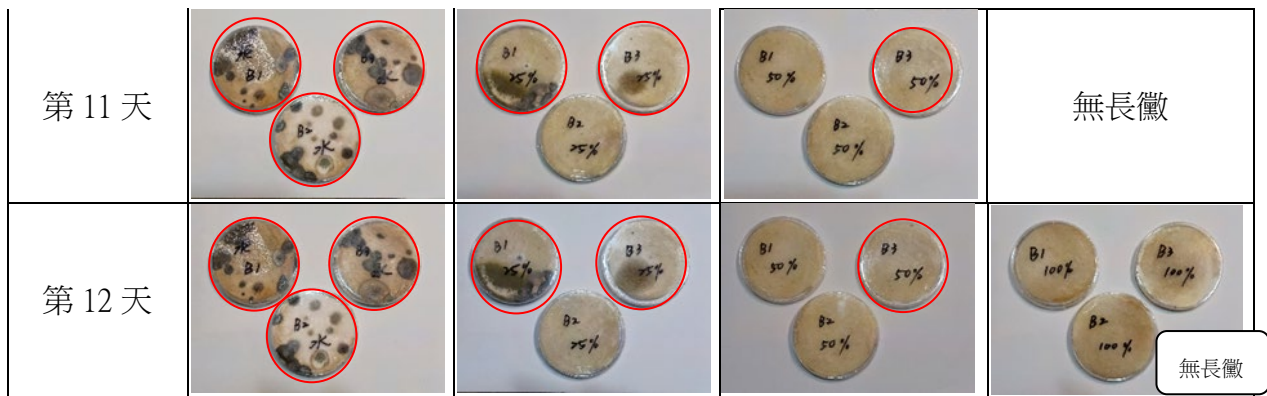
2.實驗結果：(如表三、表四)

表三、不同濃度香蕉皮發酵水與吐司長黴時間表 (o代表觀察不到黴菌；★代表觀察到黴菌生長)

濃度 \ 天數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		純水	B1	o	o	★	★	★	★	★	★	★	★
	B2	o	o	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
	B3	o	o	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
25% 香蕉 皮發 酵水	B1	o	o	o	o	★	★	★	★	★	★	★	★
	B2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	B3	o	o	o	o	o	o	★	★	★	★	★	★
50% 香蕉 皮發 酵水	B1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	B2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	B3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	★	★
100% 香蕉 皮發 酵水	B1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	B2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	B3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

表四、不同濃度香蕉皮發酵水與吐司長黴關係表（表中有紅色圈○的表示有長黴）

濃度 天數	水	25% 香蕉皮發酵水	50% 香蕉皮發酵水	100% 香蕉皮發酵水
第 1 天	無長黴	無長黴	無長黴	無長黴
第 2 天	無長黴	無長黴	無長黴	無長黴
第 3 天		無長黴	無長黴	無長黴
第 4 天		無長黴	無長黴	無長黴
第 5 天			無長黴	無長黴
第 6 天			無長黴	無長黴
第 7 天			無長黴	無長黴
第 8 天			無長黴	無長黴
第 9 天			無長黴	無長黴
第 10 天			無長黴	無長黴



3.結果整理：

- (1)噴純水的組別第 3 天開始長黴。
- (2)噴 25%香蕉皮發酵水的組別在第 5 天開始長黴，且在第 12 天仍有 1 個培養皿未長黴。
- (3)噴 50%香蕉皮發酵水的組別在第 11 天開始長黴，且在第 12 天仍有 2 個培養皿未長黴。
- (4)噴 100%香蕉皮發酵水在第 12 天時仍無長黴的現象，只是吐司因噴香蕉皮發酵水而顯得泛黃。
- (5)抗黴效果為香蕉皮發酵水濃度 100% >濃度 50%>濃度 25%>純水（如表四）。

（三）先噴香蕉皮發酵水再放置露台，與先放置露台後再噴香蕉皮發酵水之抗黴性探討

1.實驗步驟：

- (1)先消毒無菌操作台，然後開啟無菌操作台。
- (2)將吐司放在無菌操作台，用無菌培養皿取下吐司。
- (3)取濃度 50%的香蕉皮發酵水先在吐司上噴 10 次，然後放在露台 5 分鐘後取回蓋上外蓋，用膠帶封存，各做三重複（D1、D2、D3）。
- (4)另取吐司培養皿先放露台 5 分鐘，再取回噴濃度 50%的香蕉皮發酵水 10 次後蓋上外蓋，用膠帶封存，各做三重複（E1、E2、E3）。





2.實驗結果：（如表五、表六）

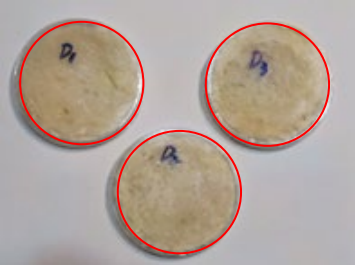

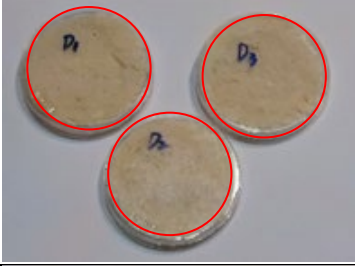
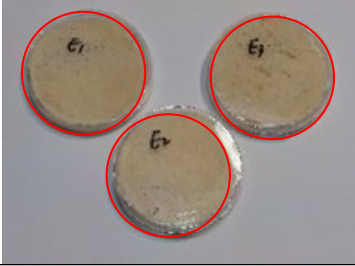



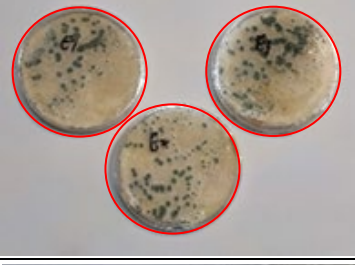
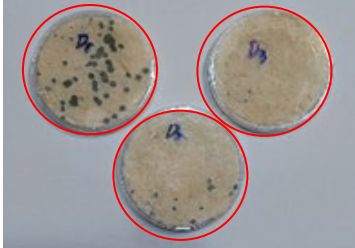
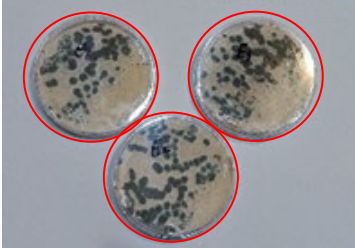
表五、濃度 50%香蕉皮發酵水先噴與後噴對吐司長黴影響之時間表（○代表觀察不到黴菌；

★代表觀察到黴菌生長）

方式		天數									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
先噴 10次 再放 露台5 分鐘	D1	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★
	D2	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★
	D3	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★
先放 露台5 分鐘 再噴 10次	E1	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★
	E2	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★
	E3	○	○	○	★	★	★	★	★	★	★

表六、先噴和後噴香蕉皮發酵水與吐司長黴狀況關係表（表中有紅色圈○的表示有長黴）

方式		天數	
		先噴再放露台5分鐘	先放露台5分鐘再噴
第1天		無長黴	無長黴
第2天		無長黴	無長黴
第3天		無長黴	無長黴
第4天			
第5天			

第 6 天		
第 7 天		
第 8 天		
第 9 天		
第 10 天		

3.結果整理：

- (1)先噴香蕉皮發酵水再放露臺 5 分鐘，與先放露臺 5 分鐘再噴香蕉皮發酵水兩者都在第 4 天時開始長黴（如表六）。
- (2)先噴香蕉皮發酵水再放露臺 5 分鐘，比先放露臺 5 分鐘再噴香蕉皮發酵水的抗黴性更好（如表六）。

（四）香蕉皮發酵水噴的次數多寡對吐司長黴的影響探討

1.實驗步驟：



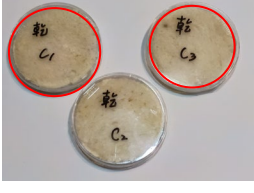
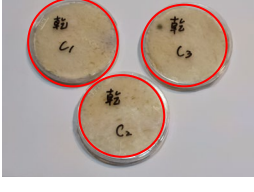
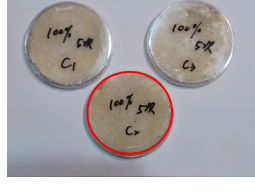

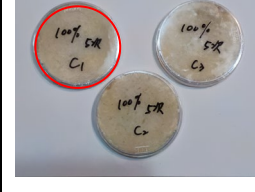
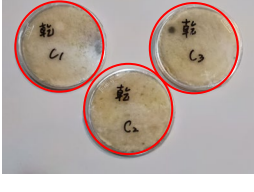
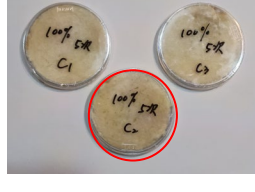
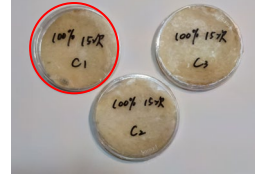


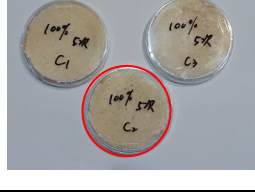
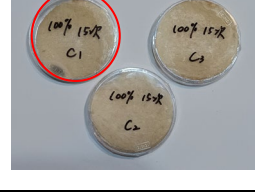
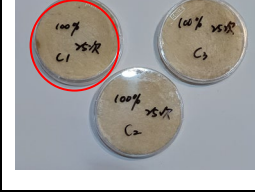
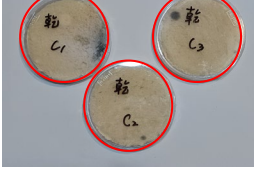
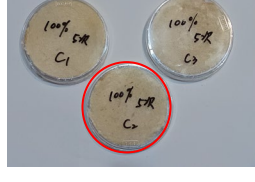
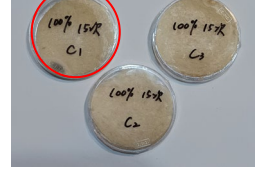
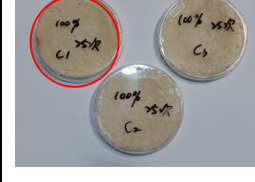
- (1)先消毒無菌操作台，然後開啟無菌操作台。
- (2)將吐司放在無菌操作台，用無菌培養皿取下吐司。
- (3)同一人用相同噴瓶取濃度 50%的香蕉皮發酵水，先在準備好的吐司上各噴 5 次、15 次、25 次，然後放在露臺 5 分鐘後蓋上外蓋用膠帶封存，各做三重複 (C1、C2、C3)。
- (4)另取乾吐司培養皿先放露臺 5 分鐘後蓋上外蓋用膠帶封存，各做三重複 (乾 C1、乾 C2、乾 C3)。

2.實驗結果：(如表七、表八)

表七、以濃度 50%香蕉皮發酵水噴的次數與吐司長黴時間表 (o代表觀察不到黴菌；★代表觀察到黴菌生長)

天數 濃度		天數									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
乾吐司	C1	o	o	o	o	o	★	★	★	★	★
	C2	o	o	o	o	o	o	★	★	★	★
	C3	o	o	o	★	★	★	★	★	★	★
噴香蕉皮發酵水 5 次	C1	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	C2	o	o	o	o	o	o	★	★	★	★
	C3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
噴香蕉皮發酵水 15 次	C1	o	o	o	o	o	o	★	★	★	★
	C2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	C3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
噴香蕉皮發酵水 25 次	C1	o	o	o	o	o	o	★	★	★	★
	C2	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
	C3	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

表八、以濃度 50%香蕉皮發酵水噴的次數與吐司長黴時間表 (表中有紅色圈○的表示有長黴)

次數 天數	乾吐司	5 次	15 次	25 次
第 1 天	無長黴	無長黴	無長黴	無長黴
第 2 天	無長黴	無長黴	無長黴	無長黴
第 3 天	無長黴	無長黴	無長黴	無長黴
第 4 天		無長黴	無長黴	無長黴
第 5 天		無長黴	無長黴	無長黴
第 6 天		無長黴	無長黴	無長黴
第 7 天				
第 8 天				
第 9 天				
第 10 天				

3.結果整理：

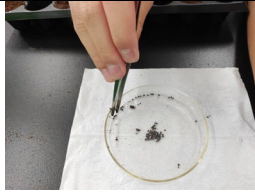

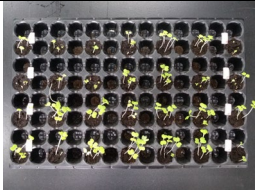

- (1)無噴香蕉皮發酵水的乾吐司在第 4 天即有部分開始長黴，到第 7 天時全部長黴。
- (2)以濃度 50%香蕉皮發酵水噴吐司，不論是噴 5 次、15 次或 25 次數，在前 6 天時均未長黴。而在第 7 天~10 天三組均僅有 1 個培養皿長黴。

(五) 不同濃度香蕉皮發酵水對小白菜生長的影響探討

1.實驗步驟：(如圖 3)。

- (1)將穴盤填滿培養土。
- (2)每個穴盤均種五顆小白菜種子，共種 280 顆。
- (3)將穴盤分成四組，分別用純水、濃度 25%、濃度 50%及濃度 100%之香蕉皮發酵水澆之，每天每次各澆 10cc。
- (4)紀錄小白菜發芽率及出土至葉最頂部之長度，並計算出平均身長。

圖 3、不同濃度香蕉皮發酵水對小白菜發芽的實驗流程圖

			
挑選完整無蟲蛀的小白菜種子	將小白菜種子種入穴盤，每個穴盤均種 5 顆種子	第七天發芽的情形	怕鳥啄加裝紗網保護

2.實驗結果：(如表九、表十、表十一、圖 4)

表九、不同濃度的香蕉皮發酵水對小白菜身長影響之紀錄表：(未發芽以空白表示)

天數	第 7 天				第 14 天			
	水	25%	50%	100%	水	25%	50%	100%
小白菜的身長(cm)	3.6	4.7	1.5	0.3	6.3	1.9	3.8	2.8
	2.4	4.3	1.3	2.4	4.8	5.3	3.2	4.5
	5.3	5.3	2.3	1.3	4.8	5.2	3.9	2.3
	4.3	4.8	4.8	0.5	1.3	5.4	3.8	3.8
	2.9	0.1	2.8	0.3	4.3	2.3	4	3.7
	4.3	0.1	4.4	0.5	3	5.8	0.7	3.6
	4.3	3.8	4.5	0.2	5.6	3.9	3.8	1.2
	4.6	3	1.2	1.4	7.3	5.5	4.2	0.1
	4.3	0.1	4.1	0.9	5	5.2	1.7	4.6

小白菜的身長(cm)

4.8	1.8	0.9	2.2	6	4.9	4.1	2.1
2.9	1.5	3	5.3	5.3	4.9	0.5	0.1
0.3	1.5	2.5	0.2	3.8	0.5	4.3	1.8
6	1.3	3.7	1.6	3.8	2.9	4.4	4.5
4.5	1	4.5	0.6	4.3	0.5	4.3	2.8
5.2	2.1	4.7	0.7	5.3	0.1	5.3	4.2
3.3	5	4.3	0.3	5.3	0.8	4.6	4.4
2.3	4.3	0.9	0.6	5.2	3.1	4.7	3.2
4.3	4.3	3.8	2.9	6.8	2.9	3.2	3
3.8	3.4	3.1	1.2	6.3	6.2	4.7	3.1
5.7	5.8	2.8	0.1	5.7	5.3	3.8	3.3
4.6	3.8	0.3	0.1	3.7	4.6	3.8	2.3
4	4.8	3.5	0.1	4.7	6.1	5.1	2.2
2.3	0.1	5.1	2.4	5.6	6.8	3	3.4
3.8	3.7	3.8	0.6	6.3	6	3.7	3.7
3.8	4.6	4.4	2.3	4.3	0.8	3.3	2.3
5.3	0.8	4.8	3.4	6.2	4.8	3.2	1.7
4.8	2.3	4.5	1.8	4.8	4.2	2.8	0.5
4.8	4.1	2.7	2.2	3.8	3.8	2.8	0.7
4.8	3.9	3.6	1.3	5	5	4.8	1.5
5.2	3.2	4.2	0.3	4	2.8	5.2	2.7
1.4	4.5	3.8	4.4	5	0.9	5.7	2.5
2.3	2.6	2.8	3.9	2.1	5.3	2.3	3.1
3.1	4.6	3.7	2.5	5.8	5.8	5.3	3.7
0.1	1.3	1.8	2.5	4.3	6.8	5.7	3.6
4.2	2.3	3.3	3.6	4.8	4.5	4	1.5
4.3	4.8	3.3	1.8	4.4	1.8	4.3	4.8
2.3	5.5	1.8	1.2	3.3	6.3	5.2	3.4
5.7	2.3	1.9	1.3	6.4	0.1	6.8	2.3
1.1	4.1	1.9	3.2	6	3.7	5.3	2.1
4.3		2.9	0.6	4.3	5.8	3.7	3.2
5		3.1	0.1	2.3	4.7	3.3	3.6
5.8		4.6	2.8	3.3	4.4	4.7	3.3
0.1		2.7	0.6	3	4.2	4.7	3.8
5.2		0.8	0.2	2.3	2.3	6	0.1
4		4.1		5.4	2.3	3.2	2.8
4.5		4.8		4.9	4	5.3	2.5
3.3		2.8		6.5	5.2	6.4	0.1
5.4		1.4		5.8	1.8	4.1	2.3

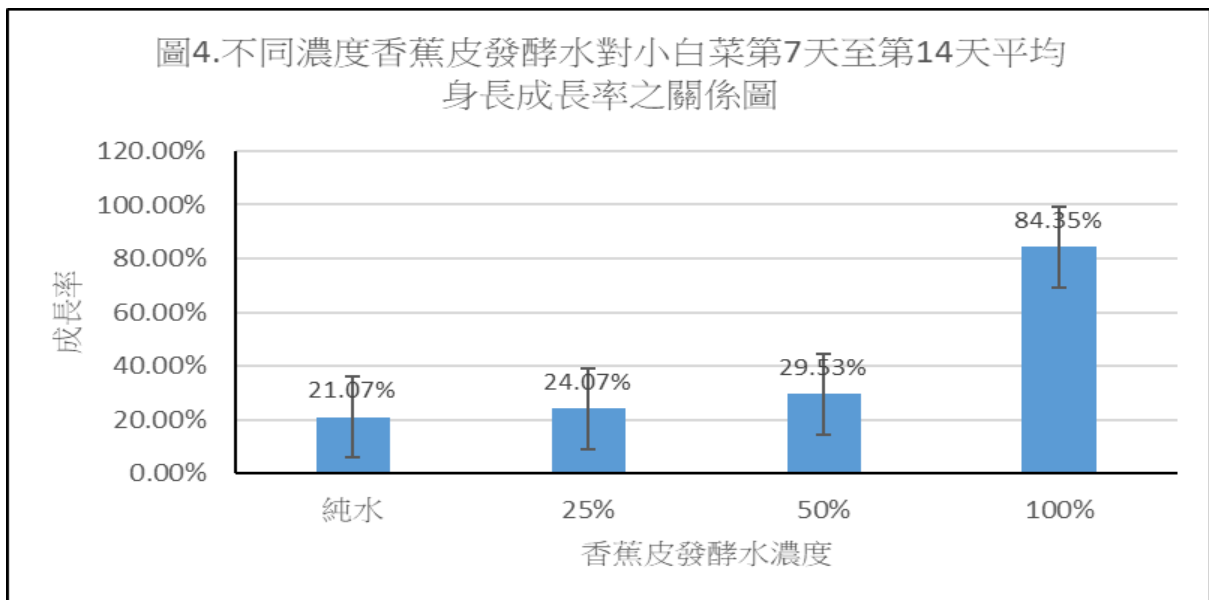
	5.2		3.3		4.2	2	3.4	1.5
	3.6		1.3		5.9		5	3.8
	5.2		3.8		5.7		0.1	3.3
	4.3		3.3		5.9		2.2	6
	4.3		2		4.7		4.1	3.9
	5.3		1.3		3.8		3.8	3.1
	3.7		3.2		4.4			3.2
	1.8				5			2.9
	4.5				4.6			
	3.3				1.7			
	5.3				2.4			
	4.7				6.2			
	4.2				5.8			
					7			
					4.1			
					5.7			
					4.6			
					4.8			
					3.4			
					0.4			
平均身長(cm)	3.93	3.12	3.08	1.52	4.76	3.87	3.99	2.79

表十、不同濃度香蕉皮發酵水與小白菜生長關係表

項目	發芽顆數/種植顆數		發芽率		平均身長(cm)	
	第七天	第十四天	第七天	第十四天	第七天	第十四天
水	61/70	68/70	87%	96%	3.93	4.76
25%	39/70	49/70	56%	69%	3.12	3.87
50%	51/70	54/70	73%	76%	3.08	3.99
100%	44/70	56/70	63%	80%	1.52	2.79

表十一、不同濃度香蕉發酵水對小白菜第7天至第14天平均身長成長率之關係表

項目	純水	25%	50%	100%
平均身長差(cm)	0.83	0.75	0.91	1.27
成長率	21.07%	24.07%	29.53%	84.35%



3.結果整理：

- (1)小白菜第7天的平均身長為：純水>濃度 25% >濃度 50% >濃度 100%香蕉皮發酵水。
- (2)小白菜第14天的平均身長為：純水>濃度 50% >濃度 25% >濃度 100%香蕉皮發酵水。
- (3)小白菜第7天至第14天時，其平均身長的成長率為：濃度 100% >濃度 50% >濃度 25%香蕉皮發酵水>純水(如圖4)，其中濃度 100%的成長率為其他三者的3~4倍。

(六) 濃度 100%香蕉皮發酵水對小白菜抗蟲以及柳丁抗黴性的影響探討

1.實驗步驟：

- (1)將相同塑膠盤填滿培養土。
- (2)將每個塑膠盤均種5顆小白菜種子，共種90顆。
- (3)將塑膠盤均分成兩組，一組裝在藍色籃子，一組裝在紅色籃子當對照組，每天每個塑膠盤各澆水50ml。
- (4)10天後，在藍色籃子裝的小白菜植株每天用濃度100%之香蕉皮發酵水噴5次，在紅色籃子裝的小白菜植株則噴水5次，柳丁處理方式亦相同。
- (5)紀錄小白菜被蟲咬的情形及柳丁抗黴情形。

2.實驗結果：(如表十二)。

表十二、香蕉皮發酵水對小白菜抗蟲效果與柳丁抗黴性之時間關係表

日期	香蕉皮發酵水	純水
第 3 天		
第 12 天		
第 15 天		
	開始有蟲食，蟲食葉片 9 片	開始有蟲食，蟲食葉片 19 片
第 17 天		
	蟲食葉片 23 片	蟲食葉片 43 片
第 21 天		
	蟲食葉片 29 片	幾乎被蟲吃光了


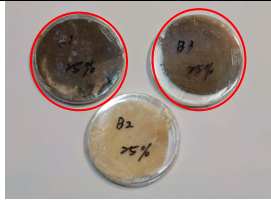
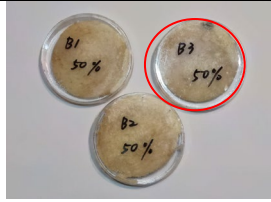

第 27 天		
	還有殘存的葉片	死光了

3.結果整理：

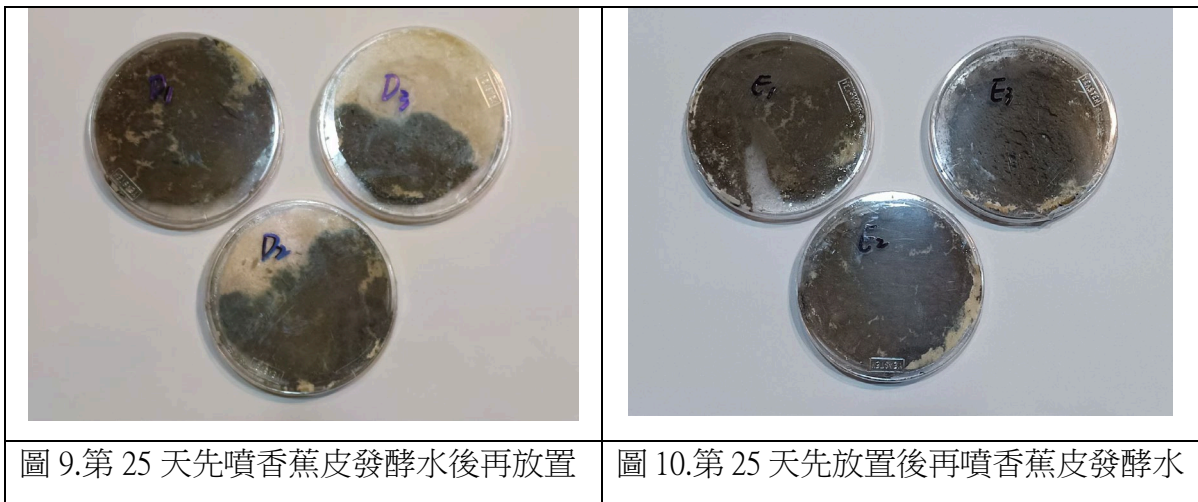
- (1)只噴純水的小白菜較噴香蕉皮發酵水的小白菜，被蟲食的情形較為嚴重。
- (2)沒噴香蕉皮發酵水的柳丁其腐敗時間較快。

陸、討論

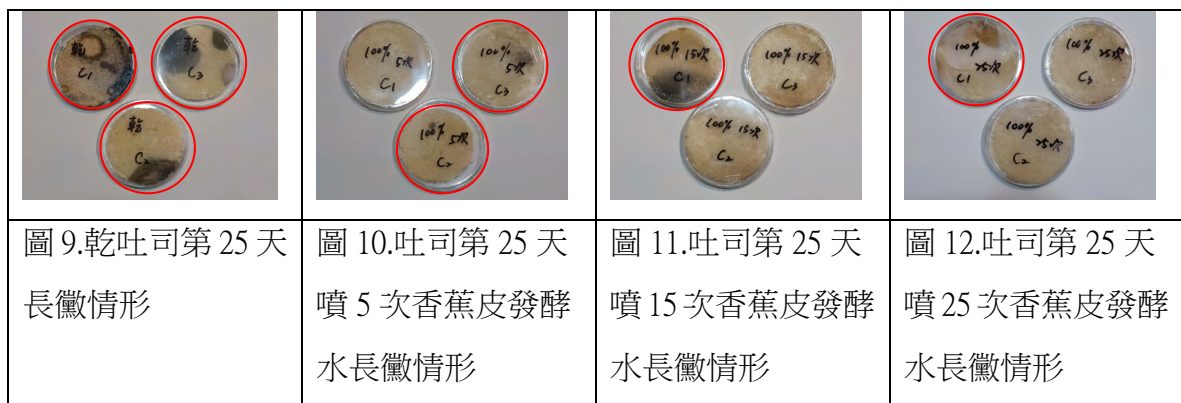
- 一、香蕉皮放入罐中於室內進行發酵，文獻記載要泡泡很少或搖晃後泡泡馬上消失才是發酵好的香蕉皮發酵水，結果到第 10 天時仍然有很多泡泡，於是把它拿到室外曬太陽，第 12 天時泡泡就幾乎沒有了，以此判斷已完成發酵。由於發酵液中會有很多小屑屑，因此需用濾網進行過濾取澄清液來做實驗。並將澄清液進行稀釋備用，可以發覺香蕉皮發酵水濃度越低顏色越淺，顏色由深至淺為 100%>50%>25%。
- 二、使用不同濃度香蕉皮發酵水比較其抗黴效果，到第 12 天時抗黴效果為香蕉皮發酵水濃度 100% >濃度 50%>濃度 25%>純水；持續觀察到第 30 天發現香蕉皮發酵水防黴效果仍為 100%>50%>25%>純水（如圖 5-8，框有 ○ 為有長黴）。

			
圖 5. 噴水第 30 天時長黴情形	圖 6. 噴 25%香蕉皮發酵水第 30 天時長黴情形	圖 7. 噴 50%香蕉皮發酵水第 30 天時長黴情形	圖 8. 噴 100%香蕉皮發酵水第 30 天時長黴情形

- 三、香蕉皮發酵水噴在吐司上，到底要先噴再放露台，還是先放置露台後再噴，哪一種抗黴效果比較好？經過 10 天觀察，結果為先噴再放置露台的抗黴效果會比較好。到了 25 天兩者的呈現還是以先噴再放置露台的吐司其抗黴性較佳（如圖 9、圖 10）。由此實驗可進一步確知香蕉皮發酵水較佳的使用方式，以增加其抗黴的效果。



四、香蕉皮發酵水噴的次數會不會影響抗黴效果？以 100%的香蕉發酵水各噴 5 次、15 次、25 次在吐司上，結果發現不論噴的次數為何均在第 7 天開始長黴。但到了第 25 天時，噴的次數與抗黴效果是噴濃度 100%和 50%比噴濃度 25%好（如圖 9-12）。

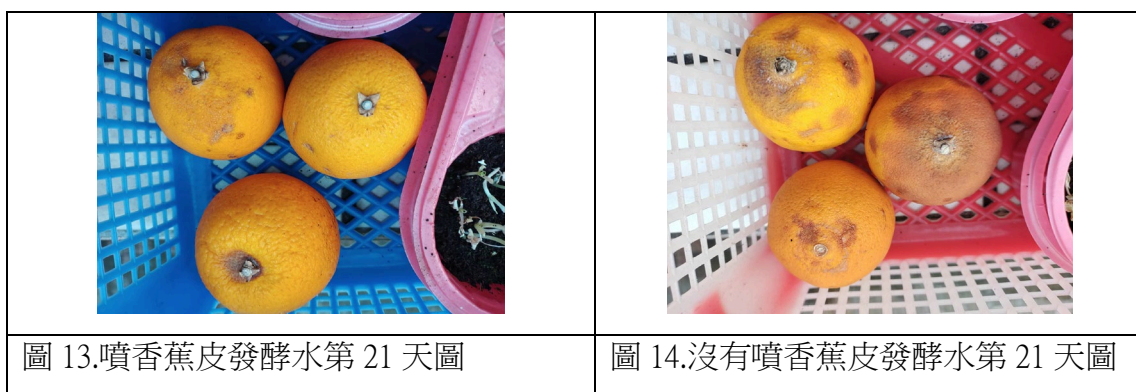


五、探討不同濃度的香蕉皮發酵水對小白菜的發芽率，種下第 7 天小白菜發芽數為濃度 50% > 100% > 25%，推測可能跟剛開始發芽時，濃度 50%香蕉皮發酵水的養分比其他濃度較適合小白菜發芽成長。而到第 14 天變成噴有香蕉皮發酵水的小白菜發芽率為濃度 100% > 50% > 25% > 純水，推測可能小白菜成長後對濃度 100%的香蕉皮發酵水的養分具有較佳的接受度。

六、植物發育生長的生命過程可約略分成營養生長期、分化期和生殖生長期 3 個階段，配合植物營養生理需求，適時適量施用肥料可以增加植物的生長（黃瑞彰，2018）。不同濃度的香蕉皮發酵水對發芽後的小白菜，從第 7 天到第 14 天小白菜的平均身長成長率為：香蕉皮發酵水濃度 100% > 50% > 25% > 純水，推測是因為香蕉皮中的養分為植物所需，所以濃度較高的香蕉皮發酵水才讓小白菜長得較快，與前面文獻敘述相符合。

七、有噴香蕉皮發酵水的小白菜在第 15 天都開始有蟲食痕跡，但是食痕面積都不大。第 21 天只澆水的葉片被蟲啃食精光，噴有香蕉皮發酵水的葉子還是有綠意，由此可以證明噴香蕉皮發酵水具有防蟲效果。到第 27 天可能蟲子只能吃噴有香蕉皮發酵水的葉子，所以葉子還是被啃食了大部分，但小白菜植株還活著。

八、在做對小白菜防蟲實驗時，想知道既然香蕉皮發酵水可以抗黴菌及細菌，那是不是可以延長水果的保存期限？於是一同買入 6 顆柳丁，將柳丁各 3 顆放入藍色籃子與紅色籃子中，藍色籃子每天噴香蕉皮發酵水 5 次，紅色籃子每天噴純水 5 次，結果發現紅色籃子柳丁在第 21 天時，3 顆柳丁的皮都呈現黃褐色或咖啡色，而藍色籃子的柳丁皮顏色還都呈現鮮黃色。可見噴香蕉皮發酵水可以抑制柳丁腐壞的速度，加長柳丁的保存期限（如圖 13、圖 14）。



柒、結論

- 一、用香蕉皮發酵水噴在吐司上，抗黴效果是濃度 100%>濃度 50%>濃度 25%>純水；且先噴再放置露台的抗黴性優於先放置露台後再噴的組別。
- 二、香蕉皮發酵水對於小白菜的初期發芽有抑制效果，但葉子與根長出來後噴有香蕉皮發酵水的小白菜成長率為：濃度 100%>濃度 50%>濃度 25%>純水。
- 三、有噴香蕉皮發酵水的小白菜比只噴純水的小白菜，具有較佳的防止蟲食效果。
- 四、香蕉皮發酵水對植物的發育有一定的效果，且適合用於抗黴與防蟲，例如：預防樹上成熟果實遭到蟲咬；在日常生活中，可以讓賣場的蔬菜、水果產品延長保存期限，如此既可以減少化學品的使用，減少成本支出，又可以將農業果皮廢棄物轉換為天然抗黴資材，一舉數得。

捌、參考文獻

- 一、吳曉明、黃文龍、錢海、饒光鈴、傅繼華、劉彩連（2006）一種香蕉皮的有效部位及其用途，發明專利公開說明書，中國藥科大學。

- 二、林忠逸 (2022)。2021 年歐盟香蕉總產量約 60 萬噸。香蕉產業熱訊，11，5，財團法人台灣香蕉研究所。
- 三、**百度百科**：一百克的香蕉 香蕉皮有多重。**百度百科**。
<https://zhidao.baidu.com/question/1240083899304171059.html>。
- 四、**維基百科**：香蕉。**維基百科**。<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/香蕉>
- 五、無作者 (2024)。香蕉主題館。**農業知識入口網**，農業部台灣香蕉研究所。
<https://kmweb.moa.gov.tw/subject/subject.php?id=951>
- 六、魯高(1954 年 10 月 16 日)。**豐年半月刊**，4(20)，21。
https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=fengnian&id=3426
- 七、楊晴晴 (2023)。什麼!? 原來我們吃香蕉 吃的其實是皮?。**香蕉產業熱訊**，18，8。
財團法人台灣香蕉研究所。
- 八、楊豐毓 (2013)。**利用乳酸菌發酵香蕉皮汁基質生產 γ -胺基丁酸最適化培養條件之研究**。私立東海大學食品科學研究所碩士論文。台中。
- 九、GOTTREICH (M.), TEMK.IN-GORODEISKI (N.), PELED (A.), SPODHEIM (R.) and AHARONI (Y.).(1969).*International Journal of Food Science and Technology*, 24, 217-221
- 十、陳以諍 (2020)。香蕉皮富含多種機能性多醣，具循環經濟商品開發潛力。**香蕉產業熱訊**，7，8，財團法人台灣香蕉研究所。
<https://www.atr.org.tw/assets/files/20210208221942.pdf>
- 十一、劉諺 (2013)。綠蕉皮的有效應用例。**香蕉產業熱訊**，18，12。財團法人台灣香蕉研究所。https://www.atr.org.tw/assets/files/No_18.pdf。
- 十二、潘峻宇 (2014)。**不同乾燥方法所得香蕉皮之抗氧化性**。私立大葉大學生物科技學系碩博士論文。三、**百度百科**：香蕉皮。**百度百科**。<https://baike.baidu.hk/item/香蕉皮/75723>
- 十三、Evelin (2022/09/30)。失戀要吃「香蕉皮」，原來是真的？不但營養，還可以做甜點！。**泛科學**。<https://pansci.asia/archives/356287>。
- 十四、陳銘鴻 (2013)。**國產青香蕉高纖維粉之開發與應用**。**農政與農情**，258。行政院農業委員會。<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=2500510>
- 十五、明醫網 (2016/03/02)。妙用香蕉皮。**明醫網**。
<https://www.mingpaocanada.com/healthnet/content.php?artid=3343>。
- 十六、Miss Rêve (2017/12/03)。香蕉皮自然發酵有機肥+植物營養液。
<https://ppmmbb.pixnet.net/blog/post/66327654>。

十七、黃瑞彰（2018）。土壤健康與植物營養診斷。農業知識入口網。

https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=55029