

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(二)科

(鄉土)教材獎

032903

國中生的清澀柿件

學校名稱：桃園市立東興國民中學

作者： 國一 范振毅 國一 傅傳祐	指導老師： 洪慧怡
-------------------------	--------------

關鍵詞：牛心柿、單寧、脫澀

## 摘要

秋天的柿子令人垂涎欲滴，但如果吃到未處理的柿子，會讓舌頭酸澀麻木。進入國中學習到科學方法與媒體辨識，我們想找出讓牛心柿由澀味變美味的的方法，並驗證祖傳及網路流傳的「柿子脫澀」的方法是否為真。由長輩種植牛心柿的經驗，我們設計實驗，探討浸泡液溫度、種類及攪拌與否對牛心柿脫澀的影響，也採用混果、刺傷、沾點蒂頭等變因。脫澀的表現以口感紀錄暨以自製氯化鐵試紙和單寧反應後的顏色變化紀錄。實驗中我們發現：1.常溫下以氣泡水浸泡柿牛心柿脫澀效果最佳；2.混果或刺傷能催熟牛心柿，但無法脫澀，證實網路流傳果實軟熟可減低澀味的說法為偽；3.網路流傳及前人經驗的傳承不一定為真，必須經過科學方法的驗證或改良。

## 壹、前言

### 一、研究動機

阿公在苗栗山上種了一片的柿子樹，柿子是我們最愛的水果。有一次回阿公家看見黃澄澄的柿子，一時嘴饞，狠狠地咬一大口，結果滿口苦澀，麻到張不開嘴，當場被笑是貪吃鬼。從那時起，我才知道阿公種的柿子叫「牛心柿」，俗稱「水柿」，它必須經過阿公加工泡水脫澀後才可食用。

高年級後阿公說要吃牛心柿得自己脫澀，他擔心水柿脫澀的方法失傳，每當雙十節過後就會聽到他再三叮嚀:先人用熬煮過的龍眼葉浸泡，浸泡時不可碰觸攪拌……等，讓人覺得先人的智慧神聖不可侵犯；另外還有阿公的野外版:將柿子直接塞到水田的泥漿裡…… 。每次我們都會想:一定這樣才能脫澀嗎?有沒有其他方法?「不能碰觸」是不是阿公擔心我們偷吃的說詞?.....

一進國中的第一堂生物課，老師舉了許多網路上流傳的「偽科學」的例子，提醒我們不要人云亦云，除了對生活中發生的事物要有感知覺察的能力，存著好奇心，並勇於使用科學方法，設計實驗驗證接觸的訊息，尋找答案解決問題。此時此刻正是滿山滿谷的紅柿子，我們就設計實驗驗證阿公泡柿子的祖傳版、野外版…以及網路上各種脫澀方法的效果。

## 二、研究目的

- (一)探究不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果。
- (二)探究不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果。
- (三)探究浸泡液攪動頻率對於牛心柿脫澀的效果。
- (四)探究不同液體點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果。
- (五)探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果。
- (六)探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果。

## 三、文獻回顧

- (一)柿子會澀的原因：主要是因為柿子果肉中含有大量可溶性單寧物質，單寧物質位於特殊的單寧細胞液胞中，而單寧細胞大小及含量，會因柿子品種及成熟度而異。柿子的單寧在溶解狀態下食用有澀味之感覺，而在不溶性呈凝膠下食用便不會感覺到澀味，主是因為舌頭上味蕾的蛋白質和分子量小的可溶性單寧分子結合，因此食用時會感覺到澀味；但不溶性單寧為凝膠狀大分子，味蕾上的蛋白質無法與之結合所以感覺不到澀味。一般來說，柿子果實可溶性單寧含量降到 0.5% 以下就可食用。
- (二)柿子的種類：柿子可分為甜柿與澀柿，品系之主要差異在於是否可在樹上完成脫澀。澀柿品系果實成熟時其可溶性單寧可高達 2%，且幼果至成熟果均維持 4~2% 之濃度。甜柿從幼果至果實成熟期，可溶性單寧由 2% 降至 0.05% 以下，此時口中味蕾與可溶性單寧無法形成鞣化作用而不會感覺澀味之存在，因此不需經過脫澀處理可直接鮮食(林慧玲等，2004)。牛心柿屬於完全澀柿，「澀柿」的果實則不能在枝上脫澀，所以熟果尚澀，一般需經人工脫澀處理，才能食用。果實通常以石灰水脫澀，所以又稱為「水柿」(農委會，2012)。

(三)脫澀：將單寧由可溶性狀態聚合變成不可溶性凝膠狀的過程，稱為脫澀。

1.常見脫澀法：

- (1) 傳統脫澀法: 此為苗栗之傳統脫澀方法，將柿果浸於 42 度 C 之溫水中，可在水中加入打碎的柿子(柿母)、龍眼葉水、山泉水、鹽巴等，再以黑布覆蓋。
- (2) 石灰水浸漬法：柿子脫澀大部分採用浸泡石灰水，上面再以柿葉或龍眼葉覆蓋，功能與現在浸泡石灰水時，以黑塑膠布覆蓋意義相同，為隔離雜物與保持溫度。
- (3) 酒精脫澀法：將柿子一層層排列在密閉容器內，再將酒精置於頂上，利用電加熱產生蒸氣與酒精作用達到脫澀的效果。
- (4) 二氧化碳脫澀法：將柿果置於密閉容器內，注入二氧化碳氣體，壓力為 0.7-1.05 公斤/平方厘米，在 15-25°C 下，2-3 天即可脫澀。
- (5) 混果脫澀法：將澀柿與成熟的蘋果、梨等混放置於密閉室內，果實釋放的乙烯等氣體能促進柿子的酶活性及呼吸作用，從而脫澀。

(<https://kknews.cc/agriculture/4643982.html>,2017)

2.檢驗單寧的方法：

單寧加入少量的氯化鐵試液，溶液會轉為藍黑色或產生沉澱。欲觀察單寧濃度可用 5% FeCl<sub>3</sub> 溶液浸染 Whatman No.1 濾紙，陰乾製成單寧試紙測試(林慧玲,2004)。

## 貳、研究設備及器材

### 一、實驗設備與材料

				
摘果器	伸縮剪	桶子	竹編篩子	空氣壓縮機
				
收納箱	鹽	泥漿水	龍眼葉	山泉水
				
雪碧	氯化鐵	濾紙	牛心柿	直流抽水馬達

## 二、實驗柿子

柿(Diospyros kaki L.)屬柿樹科之落葉果樹，柿樹科的種類大約有 400 多種，其主要原產地都近亞熱帶地區。此次實驗用的「牛心柿」果實大而飽滿，果頂尖、蒂頭凹陷，形狀像牛心。常以石灰水浸泡脫澀，所以又稱「水柿」、「浸柿」，脫澀後果皮轉為黃綠色、質地脆硬，就是一般人常說的「硬柿」。

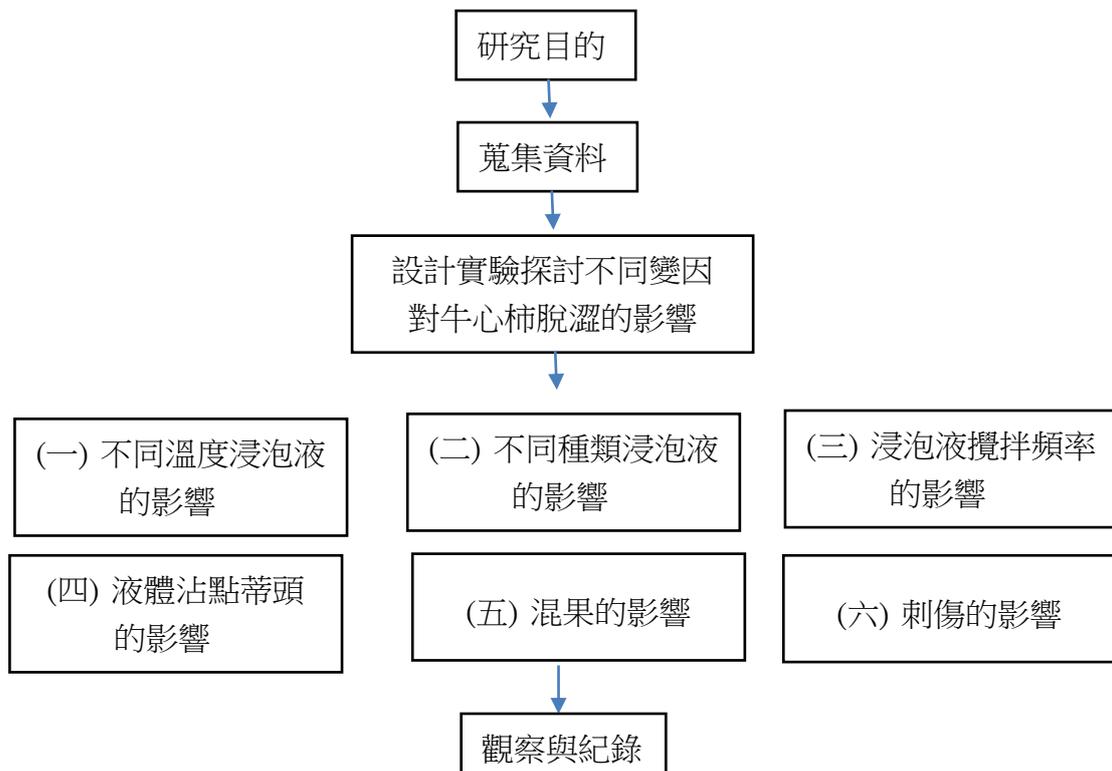


## 參、研究過程或方法

### 一、研究流程

雖然長輩已有多年種植柿子與脫澀的經驗，老師建議我們可先上網找尋相關資訊，我們找到了柿子因為單寧酸而帶有澀味，以及找到一些口耳相傳或果農經驗分享的柿子進行脫澀的方法。但是對於如何檢驗脫澀效果，並沒有具體的方法。

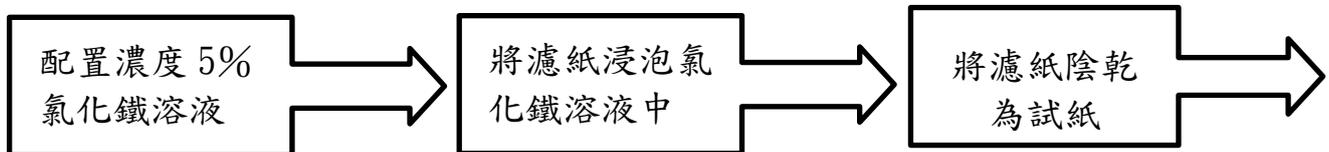
我們透過網路尋找園藝系進行相關研究的大學教授，寫信請教是否能以果實外觀成熟與否判斷脫澀效果，教授建議可以我們透過實驗的結果，來解答心中疑慮；並提供製作單寧酸試紙的配方。於是我們透過討論聚焦，設定好要研究的目的與實驗的操作變因，我們設計研究實驗架構圖如下：



## 二、研究步驟

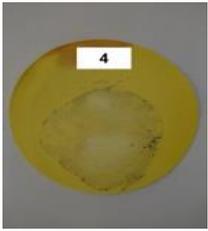
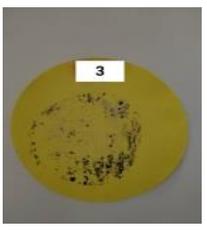
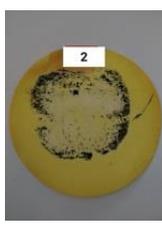
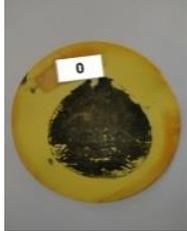
### #.自製單寧檢測試紙

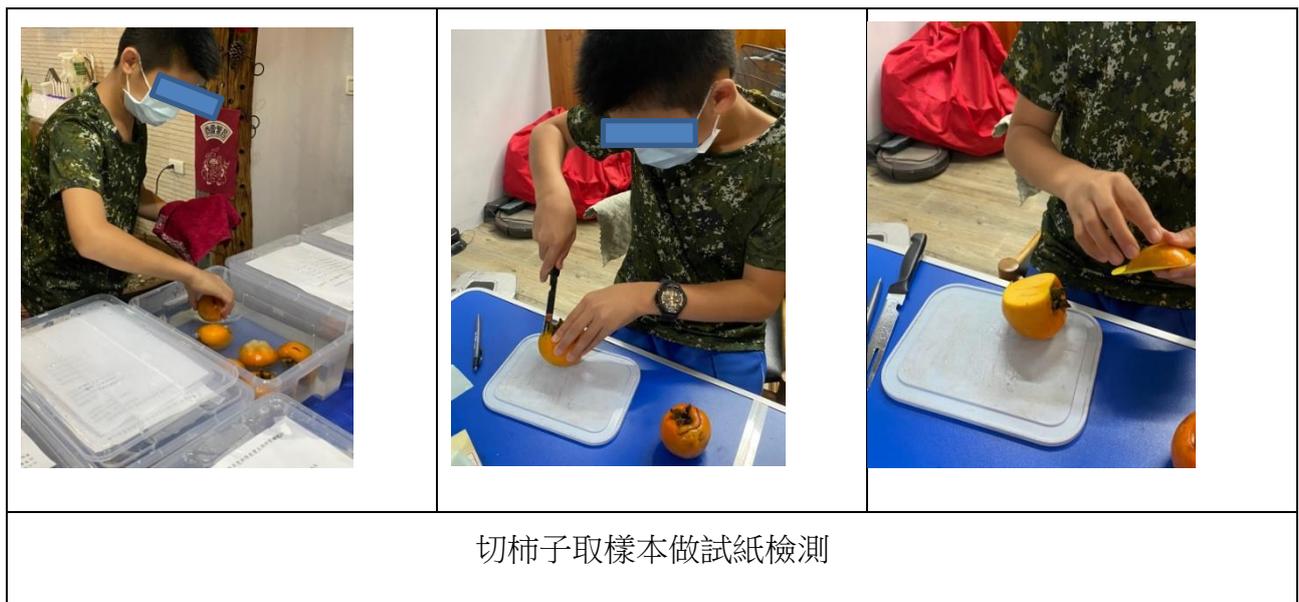
1.試紙製作-試紙即可用來檢測觀察單寧濃度。



### 2.試紙的比色表

用嚐試的方式與試紙呈現的顏色表現相互比較結果，制定比色表，並用 0-4 數字代表柿子的口感澀度。

口感澀度	完全不澀	微澀	澀	很澀	超級澀
澀度值	4	3	2	1	0
試紙呈色					



(一)探究不同溫度的自來水浸泡液，對於牛心柿脫澀的效果

1.挑選條件及來源相同牛心柿 27 顆，隨機每 9 顆一組，編組為 A-1~A-3。

2.將各組浸泡於不同溫度的自來水中，如下表 1-1

表 1-1 不同溫度自來水浸泡			
組別	A-1	A-2	A-3
方式	常溫自來水浸泡	8°C 冰水浸泡	42°C 自來水浸泡



3.進行單寧檢測

(1)浸泡後每滿 24、48、72 小時，每時段自各組中隨機選取牛心柿 3 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。

(2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度。

表 1-2 不同溫度自來水浸泡澀度值紀錄表			
組別	24 小時	48 小時	72 小時
A-1	1	2	4
A-2	0	2	3
A-3	1	1	2

(二)探究不同浸泡液對於牛心柿脫澀的效果

- 1.挑選條件及來源相同牛心柿 72 顆，隨機每 9 顆一組，編組為 B-1~B-8。
- 2.將各組浸泡於不同常溫浸泡液中，如下表 2-1。

表 2-1 不同浸泡液進行脫澀表

組別	B-1	B-2	B-3	B-4
方式	山泉水 (4500ml)	山泉水加龍眼葉 加柿子刨絲加鹽巴	自來水 (4500ml)	山泉水/鹽 (4500ml/5g)
組別	B-5	B-6	B-7	B-8
方式	山泉水/米酒 (4500ml/300ml)	山泉水/雪碧 (4500ml/1000ml)	泥漿水 (4500ml)	氣泡水 (4500ml)



取山泉水、煮龍眼葉、泥漿水、削柿子以及 42 度的自來水取材

### 3.進行單寧檢測

(1)浸泡後每滿 24、48、72 小時，每時段自各組中隨機選取牛心柿 3 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。

(2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度，記錄如表 2-2。

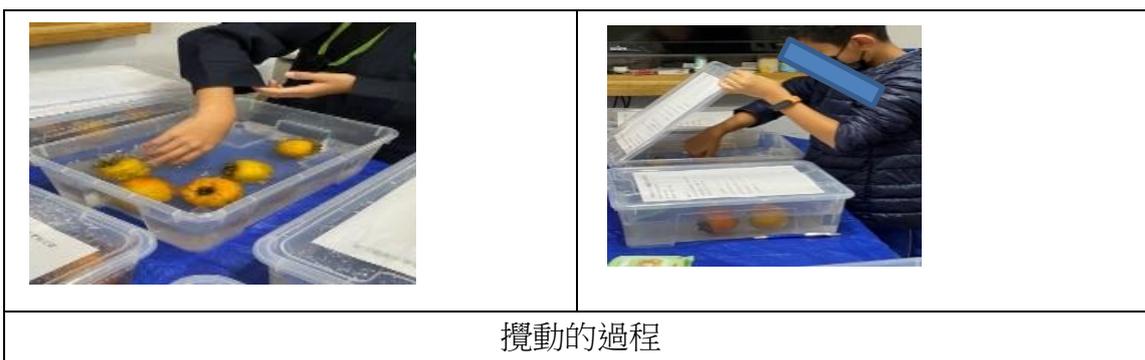
組別	24 小時	48 小時	72 小時
B-1	0	1	3
B-2	0	1	4
B-3	2	2	4
B-4	1	1	3
B-5	0	1	2
B-6	1	2	4
B-7	1	3	4
B-8	0	3	4

### (三)探究浸泡液攪動頻率對於牛心柿脫澀的效果

1.挑選條件及來源相同牛心柿 27 顆，隨機每 9 顆一組，編組為 C-1~C-3。

2.將牛心柿浸泡於常溫自來水 4500ml 中，以不同頻率攪動，如下表 3-1。

組別	C-1	C-2	C-3
浸泡液	保持靜止	每天攪動 3 次	持續攪動



### 3.進行單寧檢測

(1)浸泡後每滿 24、48、72 小時，每時段自各組中隨機選取牛心柿 3 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。

(2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度，記錄如表 3-2。

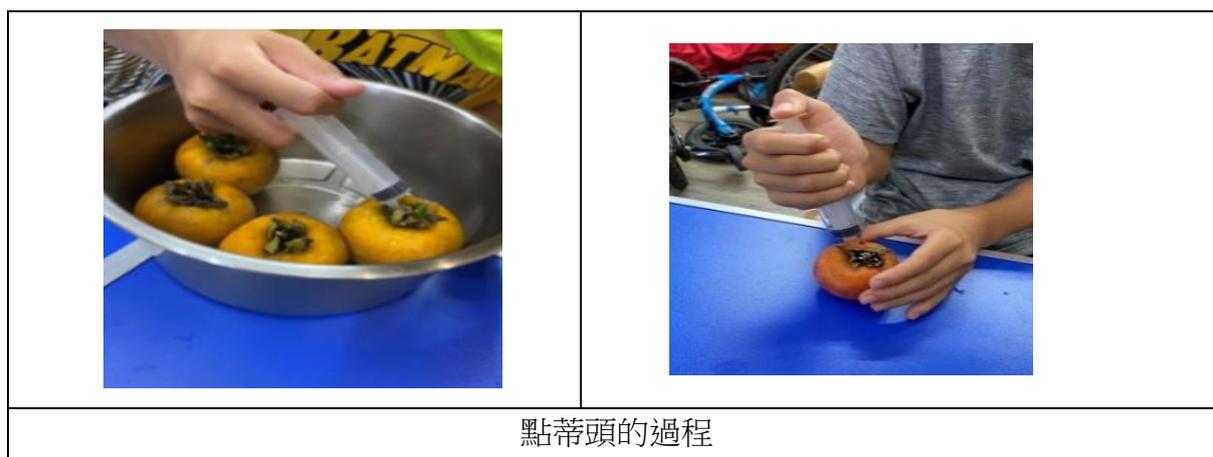
組別	24 小時	48 小時	72 小時
C-1	0	3	3
C-2	0	0	2
C-3	0	0	1

(四)探究不同液體點蒂頭對牛心柿脫澀的效果

1.挑選條件及來源相同牛心柿 36 顆，隨機每 9 顆一組，編組為 D-1~D-4。

2.用不同溶液沾點牛心柿蒂頭，如下表 4-1。

組別	D-1	D-2	D-3	D-4
方式	不要點沾蒂頭	點沾米酒	點沾醬油	點沾醋



3.進行單寧檢測

(1)浸泡後每滿 24、48、72 小時，每時段自各組中隨機選取牛心柿 3 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。

(2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度，記錄如表 4-2。

組別	24 小時	48 小時	72 小時
D-1	0	0	0
D-2	0	0	0
D-3	0	0	0
D-4	0	1	1

(五)探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果

- 1.挑選條件及來源相同牛心柿 9 顆，編組為 E-1，如表 5-1。
- 2.將劃傷的蘋果與牛心柿同時放置於密封箱。

組別	E-1
方式	牛心柿與劃傷蘋果混合放置



3.進行單寧檢測

- (1)每滿 24、48、72 小時，每時段自密封箱中隨機選取牛心柿 3 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。
- (2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度，記錄如表 5-2。

組別	24 小時	48 小時	72 小時
E-1	0	0	0

(六)探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果

- 1.挑選條件及來源相同牛心柿 12 顆，編組為 F-1，如表 6-1。
- 2.將牛心柿用竹籤刺在蒂頭旁邊繞一圈，一顆柿子大約插 5 支。



組別	F-1
方式	刺傷

3.進行單寧檢測

- (1)每滿 24、48、72 小時，每時段自密封箱中隨機選取牛心柿 4 顆進行切片，利用試紙進行單寧檢測。
- (2)根據測試顏色，比對單寧比色值紀錄柿子的單寧程度，記錄如表 6-2。

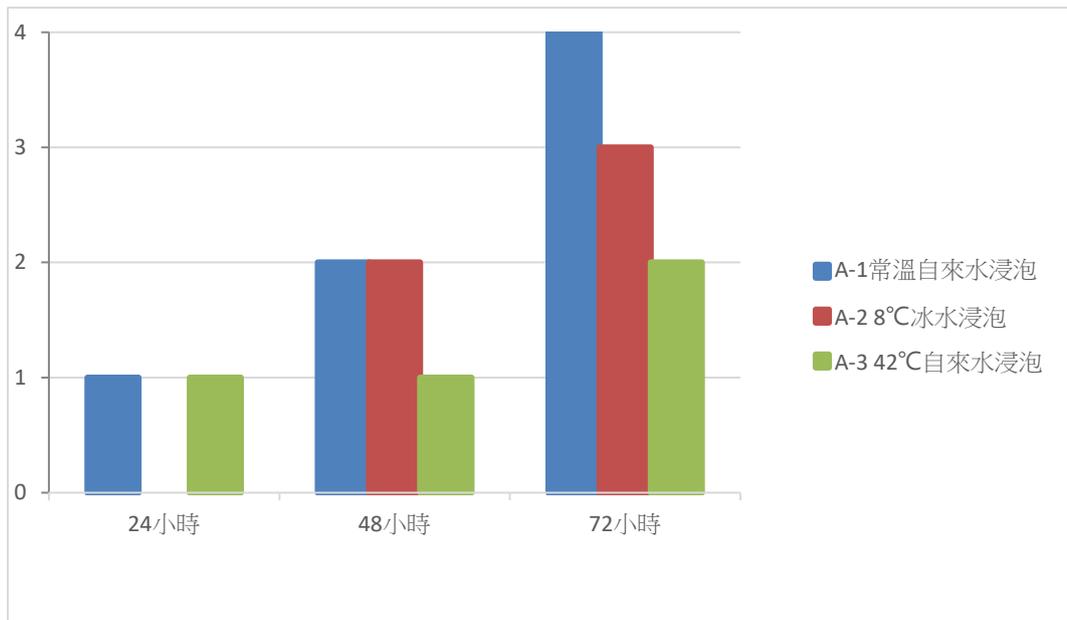
組別	24 小時	48 小時	72 小時
F-1	0	0	0

#### 肆、研究結果

##### 一、探究不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果

(一)由圖一發現常溫下的自來水(A-1)對牛心柿的脫澀效果最佳，反而先人經驗中以42°C的溫水(A-3)浸泡對牛心柿的脫澀效果最為不明顯。

(二)所以接下來的實驗探究皆採用常溫的浸泡液。



圖(一) 不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果

## 二、探究不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果

(一)由圖二發現，與 A 組實驗結果一致，常溫下的自來水(B-3)對牛心柿有快而明顯的脫澀效果；山泉水添加米酒(B-5)與自來水脫澀效果不相上下。

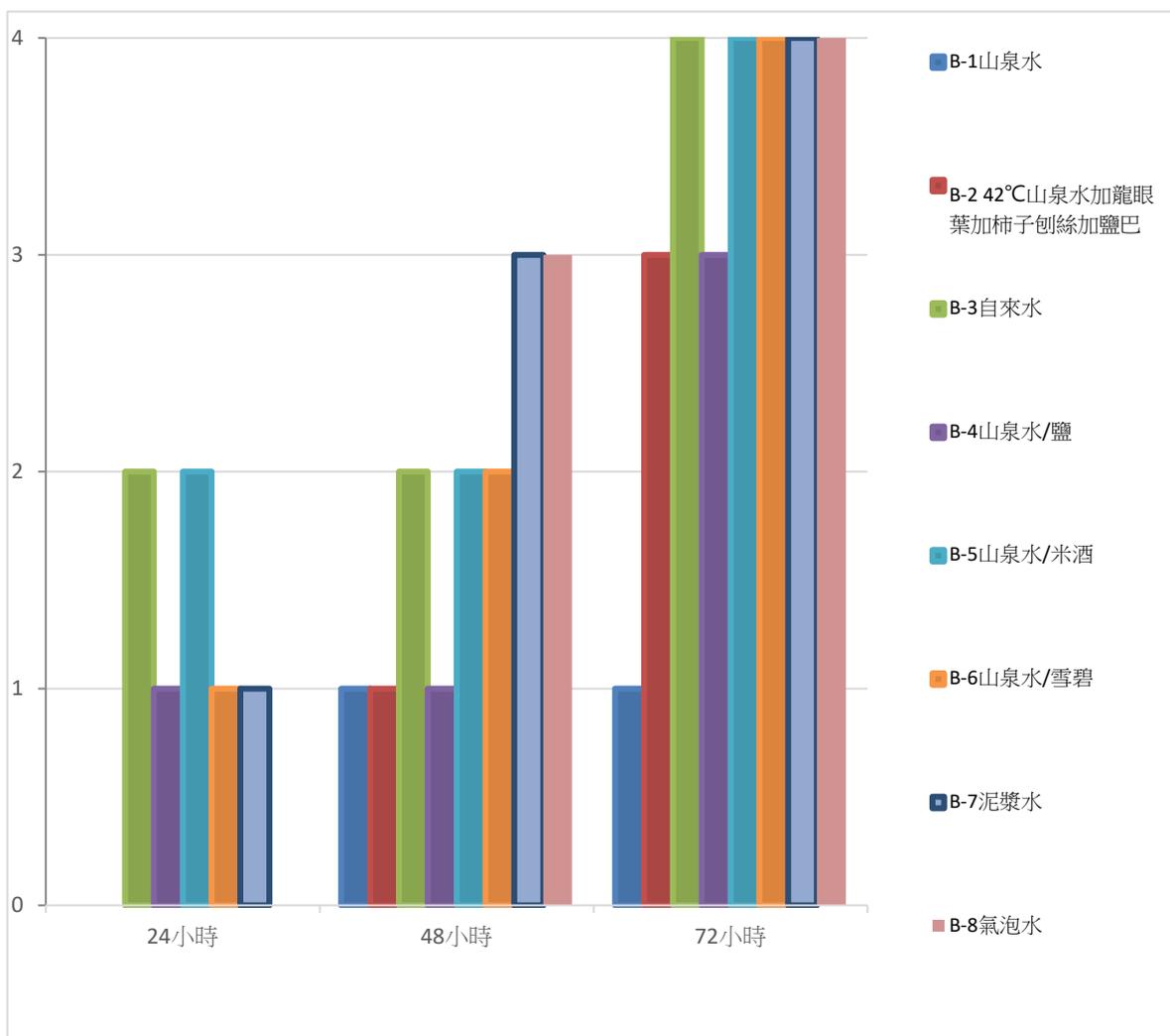
(二)用泥漿水(B-7)或自來水添加雪碧(B-6)浸泡牛心柿，雖然第一天脫澀效果不明顯，但 48 小時暨 72 小時的檢測中有明顯脫澀效果。

(三)自來水添加雪碧(B-6)浸泡牛心柿，除了發現其脫澀效果佳，品嚐浸泡的牛心柿，風味奇佳。為了辨識脫澀效果來自於二氧化碳或是糖分，於是增加 B-8 氣泡水組，發現對牛心柿的脫澀效果最佳。

(四)B-1、B-2、B-4 相較而言脫澀效果較不明顯。

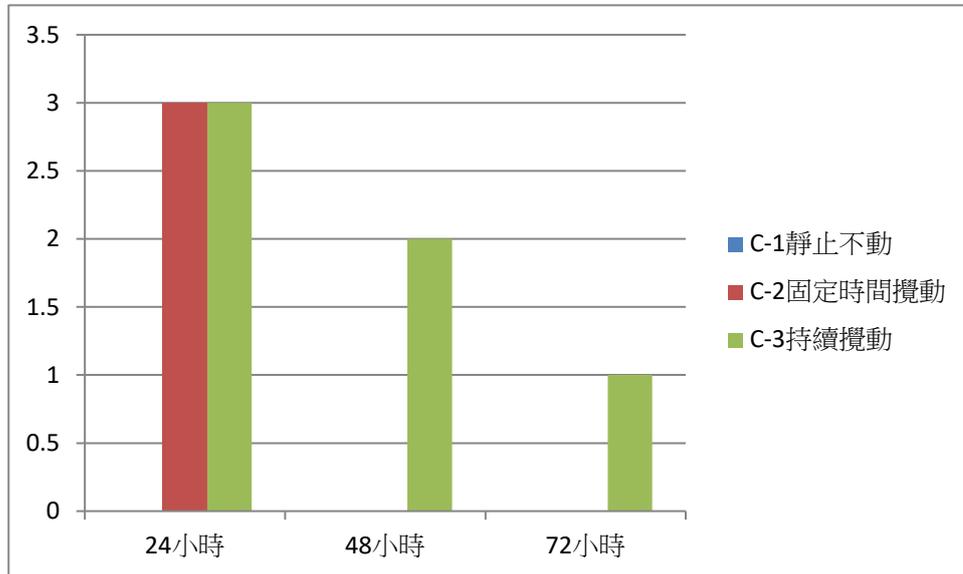
(五)綜合以上觀察結果，不同浸泡液的脫澀效果比較：

氣泡水=泥漿水>自來水=雪碧=米酒>山泉水加龍眼葉等祖傳配方。



### 三、探究浸泡液攪動頻率對於牛心柿脫澀的效果

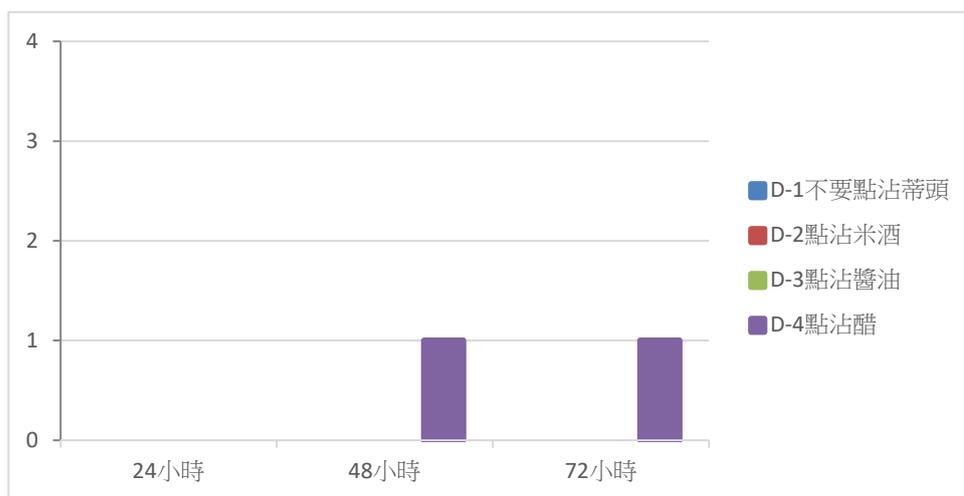
(一)由圖三可見常溫下的自來水在不攪動下(C-1)脫澀效果最佳，攪動頻率愈大，脫澀效果越不明顯。



圖(三) 浸泡液不同攪動頻率對牛心柿脫澀的效果

### 四、探究不同溶液點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果

由圖四可見在牛心柿蒂頭沾點米酒、醬油或醋，對於牛心柿脫澀幾乎都沒有幫助。



圖(四)不同溶液點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果

### 五、探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果

(一)由圖五發現用劃傷的蘋果與牛心柿混置，對於牛心柿脫澀幾乎沒有幫助。

(二)實驗過程中發現，這個方法是將牛心柿催熟的好方法，無論是 24、48、72 小時後取出的牛心柿都呈現橘黃色很軟熟的狀態。

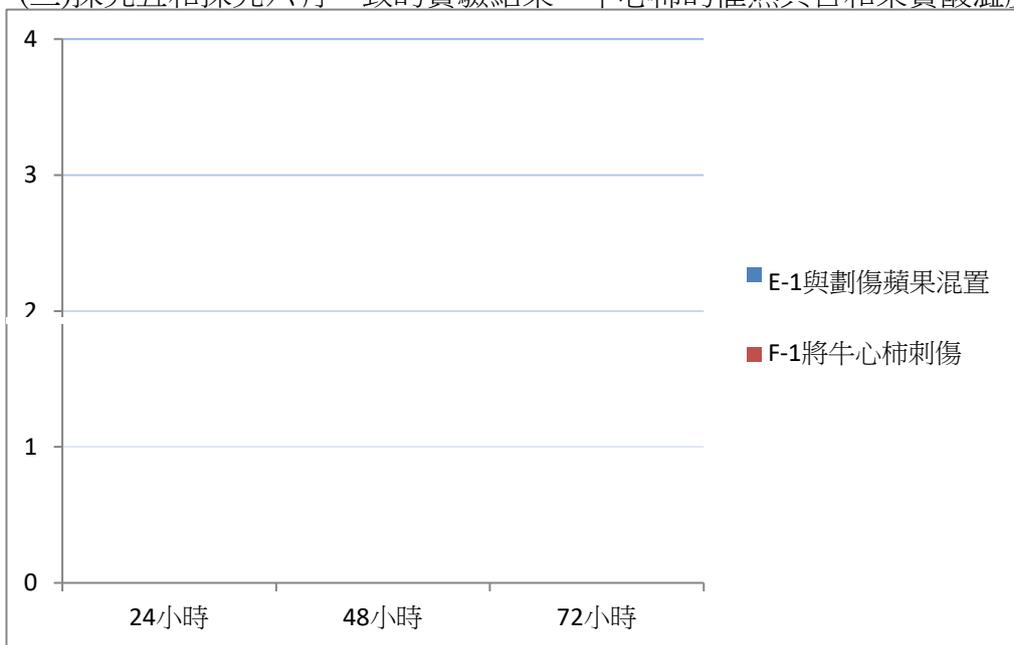
(三)由上面實驗結果來看，牛心柿的催熟與否和果實的酸澀度並沒有相關。

#### 六、探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果

(一)由圖五發現將牛心柿刺傷，對於脫澀幾乎沒有幫助。

(二)實驗過程中發現，這個方法是將牛心柿催熟的好方法，無論是 24、48、72 小時後取出的牛心柿都都呈現橘黃色很軟熟的狀態。

(三)探究五和探究六有一致的實驗結果：牛心柿的催熟與否和果實酸澀度並不相關。



## 伍、討論

一、探究不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果。

(一)網路資料中有所謂的溫水脫澀法，將柿子浸泡於 40 多度溫水下 10-13 小時即可脫澀，所以將溫度列為操作變因觀察。

(二)實驗結果不同浸泡液溫度的脫澀效果：常溫下的自來水 > 8°C 冰水 > 42°C 的溫水。

(三)承接這個實驗結果，接下來的研究皆採用常溫的浸泡液。

二、探究不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果。

(一) 進行第一次實驗中，我們測量所有溶液對牛心柿的脫澀效果，但怕實驗不準確，所以我們進行第二次的實驗，在每次每組的實驗中，我們一次用三顆柿子來做比照(大小相似)，柿子採同一區塊及向陽一致性的果實，讓實驗更加準確。

(二)由長輩的經驗以及網路資料中，我們選擇了七種不同的浸泡液，包括山泉水、龍眼葉液+鹽巴+刨絲柿子(祖傳方式)、自來水、山泉水+鹽巴、山泉水+米酒、山泉水+雪碧、泥漿水，共 7 組。

(三)與探究一的實驗結果一致，常溫下的自來水對牛心柿有快而明顯的脫澀效果；山泉水添加米酒、與自來水脫澀效果不相上下。

(四)用泥漿水或山泉水添加雪碧浸泡牛心柿，雖然第一天脫澀效果不明顯，但 48 小時暨 72 小時的檢測中有明顯脫澀效果。

(五)山泉水添加雪碧除了發現脫澀效果佳，品嚐浸泡的牛心柿，風味奇佳。為了辨識脫澀效果來自於二氧化碳或是糖分，於是增加第八種浸泡液-氣泡水組，發現對脫澀效果最佳。

(六)山泉水、龍眼葉液+鹽巴+刨絲柿子(祖傳方式)、山泉水+鹽巴等三種浸泡液脫澀效果不佳。

(七)綜合以上觀察結果，不同浸泡液的脫澀效果比較：

氣泡水=泥漿水 > 自來水 = 雪碧 = 米酒 > 山泉水加龍眼葉或加鹽等祖傳配方。

三、探究浸泡液攪動頻率對於牛心柿脫澀的效果。

(一)長輩在浸泡牛心柿前都會再三提醒，不可因為好奇去擾動浸泡液，攪動會降低脫澀效果，因此設計三種頻率觀察攪動的影響。

(二)不同攪動頻率的脫澀效果比較：不攪動 > 每天攪動三次 > 持續攪動浸泡液。

四、探究不同液體點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果。

(一)網路資料中有所謂的沾點蒂頭脫澀法，資料中有柿農以醬油或米酒沾點蒂頭以進行脫澀，我們比較了點沾米酒、醬油以及醋對於脫澀的影響。

(二)用三種液體處理過蒂頭的牛心柿，經過三天沒有脫澀效果。

五、探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果。

(一)搜尋的資料中提到將澀柿與成熟的蘋果、梨等混放置於密閉室內，果實釋放的乙烯等氣體能促進柿子的酶活性及呼吸作用，從而脫澀。我們因此將混果列為柿子脫澀的觀察條件中。

(二)將蘋果切片後和 9 顆牛心柿混放在密封箱中，每一天隨機取 3 顆做單寧的檢測。明顯發現柿子逐日有明顯顏色變橘黃的情形，硬度也很明顯地發生變化。唯一沒有太大的改變的是單寧試紙檢驗的結果。柿子外表明顯催熟，澀度卻沒有下降。

六、探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果。

(一)搜尋的資料中提及可以利用機械傷害，加速果實進行分子間的內呼吸，促進後熟。方法是在柿蒂附近插入一小段乾燥的芝麻或竹籤、松針等，幾天以後就變軟不澀。我們因此將刺傷列為柿子脫澀的觀察條件。

(二)挑選條件及來源相同牛心柿 12 顆，將牛心柿用竹籤刺在蒂頭旁邊繞一圈，一顆柿子大約插 5 支。每一天隨機取 4 顆做單寧的檢測。與混果的研究結果相似，明顯發現柿子逐日有明顯顏色變橘黃的情形，硬度也很明顯地發生變化。唯一沒有太大的改變的是單寧試紙檢驗的結果。顯示「刺傷」會造成柿子被催熟，但無法脫澀。

## 陸、結論

- 一、感謝中興大學園藝系教授提供利用氯化鐵溶液製作單寧試紙的方法。實驗過程中有徵求幾位志願者，針對每個實驗樣本用舌頭品嚐牛心柿，確認舌頭所嘗到柿子的澀味與我們所設計的單寧試紙比色值相符。
- 二、在不同溫度浸泡液脫澀情形探究結果，出乎我們的意料外，與先人所提供的經驗傳承並不相符。就查得的資料中有些柿農以石灰水為浸泡液脫澀，氧化鈣溶於水過程中會放熱導致溫度上升，柿農很有可能認為是水溫造成脫澀，並因此就容易取得的龍眼葉覆蓋在浸泡液上以保持溫度。但實驗結果為常溫浸泡的脫澀效果優於 42°C 的溫水，覆蓋龍眼葉對於脫澀也並無幫助。我們因此猜想或許是石灰水的成分或弱鹼導致單寧酸的變化。可惜的是牛心柿的產季已過，來不及驗證我們的假設。  
此外，山上的資源有所限制，如前人在山上取得山泉水易於自來水的取得，更不用說雪碧或氣泡水，所以才會與長輩的經驗值有落差，要柿子脫澀並不需要辛苦的去取用山泉水浸泡。
- 三、在不同浸泡液脫澀情形探究結果中，自來水與泥漿水的脫澀效果佳，搜尋資料發現自來水中的總溶解固體(水中所溶解的成分，縮寫 TDS)，主要包括碳酸氫根離子、氯鹽、硫酸鹽、鈣、鎂、鈉、鉀等無機鹽與有機物兩者的加總。而泥漿水的成分會隨著各地水質不同有不同的碳酸鹽，硫酸鹽，酸性碳酸鹽，氯化物，硫化物及硝酸鹽等雜質。下一次的研究設計可以將水中的礦物質成分設為操作變因，討論浸泡液組成對於脫澀效果的影響。
- 四、實驗告一段落後，我們再回顧研究前所找尋的資料，與實驗結果互相比對進行印證，發現有些有趣之處。如:
  - (一)有些人利用二氧化碳進行脫澀，將柿果置於密閉容器內，注入二氧化碳氣體脫澀，囿於材料，我們改用氣泡水，脫澀效果十分明顯。或許接下來可以直接用二氧化碳氣體進行探究。
  - (二)有些人利用酒精脫澀，將柿子一層層排列在密閉容器內，再將酒精置於頂上，利用電加熱產生蒸氣與酒精作用達到脫澀的效果。我們則是直接將米酒混於浸泡液中，

也可見其效果。但是，當我們直接將酒精沾點於柿子蒂頭時，對於脫澀沒有絲毫幫助。是否因為酒精的濃度不足，抑或是蒂頭需要特別的處理方式，才能幫助酒精的深入柿果作用？這些是我們未來可以探究的題目。

(三)網路上有些人所建議的混果脫澀法，將澀柿與成熟的蘋果、梨等混放置於密閉室內，認為果實所釋放的乙烯等氣體能促進柿子的酶活性及呼吸作用，從而脫澀。這與我們的研究結果完全不符，不論是混果或將柿子刺傷實驗，都明顯地告訴我們，已被有效催熟的柿子仍舊澀度爆表，而且柿子變軟不易保存，失去脆柿的口感。

我們認為，因為許多更年性水果如香蕉、木瓜、芒果等作物，採收後會產生後熟的現象，成熟過程中，呼吸作用的速率與乙烯的產生量會突然上升，乙烯可以刺激更年性水果中的許多生化反應，使水果變軟、產生香氣，並將貯存的澱粉分解成糖分，改變口感，而柿子又屬於更年性水果。所以這或許是網路上有人的過度推論，認為柿子在熟成過程中的口感也會同步改變，提出催熟也能脫澀的謬誤方法。

五、民以食為天，我們到現在還是對於帶有雪碧風味的柿子念念不忘。只是無論是雪碧或是氣泡水，用它們對大量柿子進行脫澀，需要的成本太高，我們希望未來能夠找到更方便的方法幫柿子脫澀，在受限於柿子產季時，我們也可以研究芭樂或香蕉等其他水果脫澀的方法。

#### 柒、參考文獻資料

資料來源:

- 一、廖萬正,2000,柿之脫澀,台中區農業改良場八十九年度試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要特刊第 49 號。
- 二、蔡平里,林宗賢,謝慶昌,林慧玲,1997,澀柿脫澀及處理方法之改良,園產品採後處理與運銷技術研討會專刊 81~84。
- 三、林慧玲、阮雅蘭,2004,甜柿果實澀味之變化及影響因子,甜柿栽培技術與經營管理研討會專集 185~193。
- 四、行政院農委會農業主題館,2012,牛心柿,<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=29748>.

## 【評語】 032903

能夠自製單寧酸試紙，值得鼓勵；在研究步驟的敘述中已有結果紀錄，建議應將結果紀錄放置下一節的結果與討論中。本作品的研究主題立意佳、實驗設計的科學適切性佳、實驗數據展示及寫作表達能力優、成果具有農產品產銷與推廣價值。另作品說明中提及有請同學試吃給予回饋，因涉及到人體試驗，應有受試者同意書的簽署。

## 作品簡報

科 別：生活與應用科學科(二)  
組 別：國中組  
作品名稱：國中生的清澀柿件



# 研究動機與文獻探討

## 《研究動機》

- 牛心柿在童時留下酸澀的記憶與阿公經驗的傳承。
- 用科學的方法驗證祖傳脫澀法與網路流傳脫澀法。

## 《文獻探討》

- |            |   |
|------------|---|
| □ 柿子會澀的原因。 | □ 常見的脫澀法。<br>1.傳統脫澀法<br>2.石灰水浸漬法<br>3.酒精脫澀法<br>4.二氧化碳脫澀法<br>5.混果脫澀法 |
| □ 柿子的種類。   |   |
| □ 檢驗單寧的方法。 |   |

## 研究目的

- (一) 探究不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果。
- (二) 探究不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果。
- (三) 探究浸泡液攪動頻率對於牛心柿脫澀的效果。
- (四) 探究不同液體點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果。
- (五) 探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果。
- (六) 探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果。

# 研究過程與方法

## 《自製單寧檢測試紙》

### (一) 試紙製作

配置濃度5%  
氯化鐵溶液

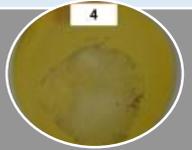
將濾紙浸泡  
氯化鐵溶液中

將濾紙陰乾

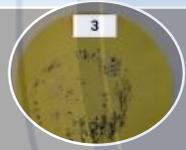
試紙可用來檢測  
觀察單寧濃度

### (二) 試紙的比色表

用嚐試的方式與試紙呈現的顏色表現相互比較結果，制定比色表，並用 0-4 數字代表柿子的口感澀度。



澀度值4-完全不澀



澀度值3-微澀



澀度值2-澀



澀度值1-很澀



澀度值0-超級澀



# 研究過程與方法

## 一.探究不同溫度的自來水浸泡液，對於牛心柿脫澀的效果

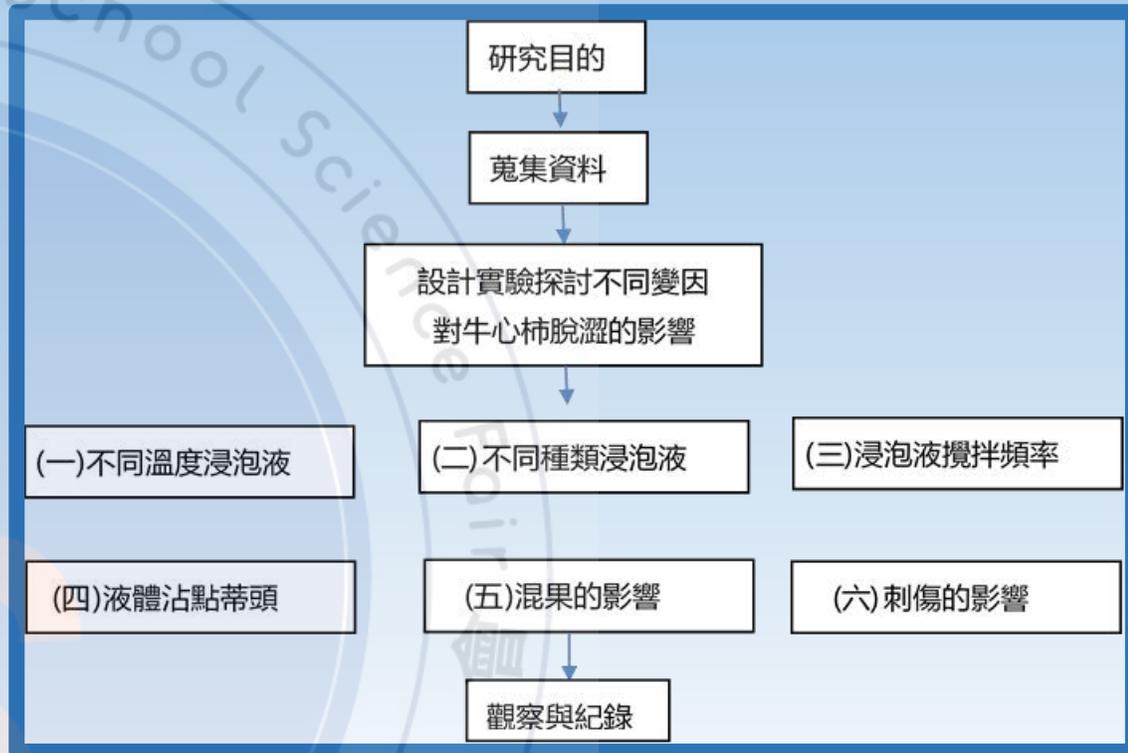
表1-1 不同溫度自來水浸泡

組別	A-1	A-2	A-3
方式	常溫自來水浸泡	8°C冰水浸泡	42°C自來水浸泡

## 二.探究不同浸泡液，對於牛心柿脫澀的效果

表2-1 不同浸泡液進行脫澀表(室溫)

組別	B-1	B-2	B-3	B-4
方式	山泉水 (4500ml)	山泉水加龍眼葉 柿子刨絲加鹽巴	自來水 (4500ml)	山泉水/鹽 (4500ml/5g)
組別	B-5	B-6	B-7	B-8
方式	山泉水/米酒 (4500ml/300ml)	山泉水/雪碧 (4500ml/1000ml)	泥漿水 (4500ml)	氣泡水 (4500ml)



研究架構圖

### 每個變項探究重複步驟

- 1.挑選條件及來源相同牛心柿  
隨機每9顆一組，進行編組。
- 2.各組處理方式如表所述。
- 3.在24小時、48小時、72小時時各取出牛心柿  
3顆，進行單寧測試，比對單寧比色表，紀錄  
柿子的單寧程度。

# 研究過程與方法

## 三.探究浸泡液攪動頻率，對於牛心柿脫澀的效果

表3-1 浸泡液不同攪動頻率

組別	C-1	C-2	C-3
浸泡液	保持靜止	每天攪動3次	持續攪動

## 五.探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果

表5-1 混果研究

組別	E-1
方式	牛心柿與劃傷蘋果混合放置

## 四.探究不同液體點蒂頭對牛心柿脫澀的效果

表4-1 不同液體點沾牛心柿蒂頭

組別	D-1	D-2	D-3	D-4
方式	不要點沾蒂頭	點沾米酒	點沾醬油	點沾醋

## 六.探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果

表6-1 刺傷研究

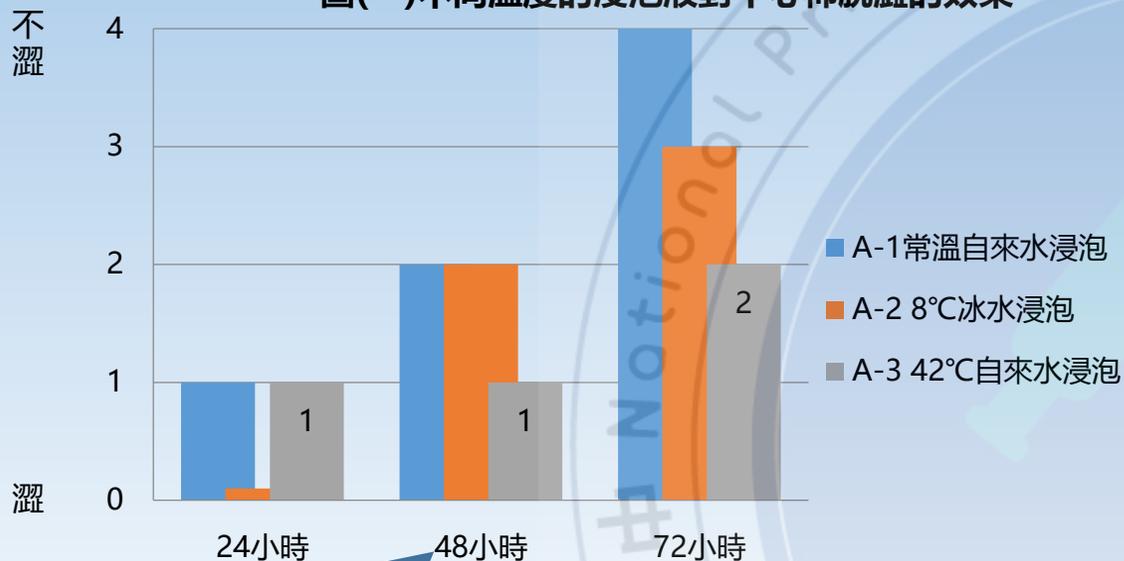
組別	F-1
方式	刺傷



# 研究結果

## 一. 探究不同溫度的自來水浸泡液

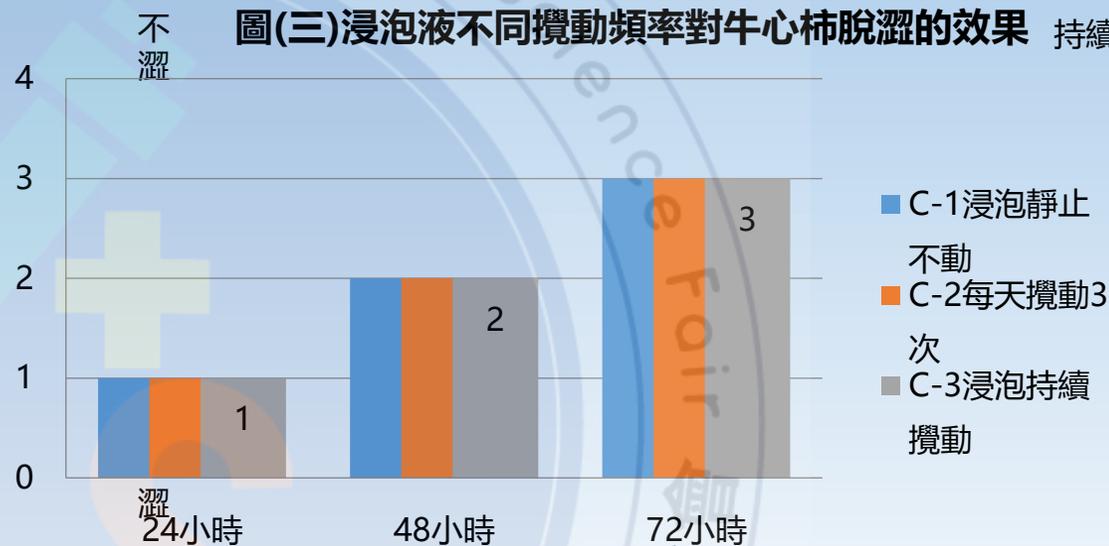
圖(一)不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果



常溫下的自來水對牛心柿的脫澀效果最佳，傳統經驗中以42°C的溫水浸泡對牛心柿的脫澀效果最為不明顯。

## 三. 探究浸泡液攪動頻率

圖(三)浸泡液不同攪動頻率對牛心柿脫澀的效果 持續攪拌



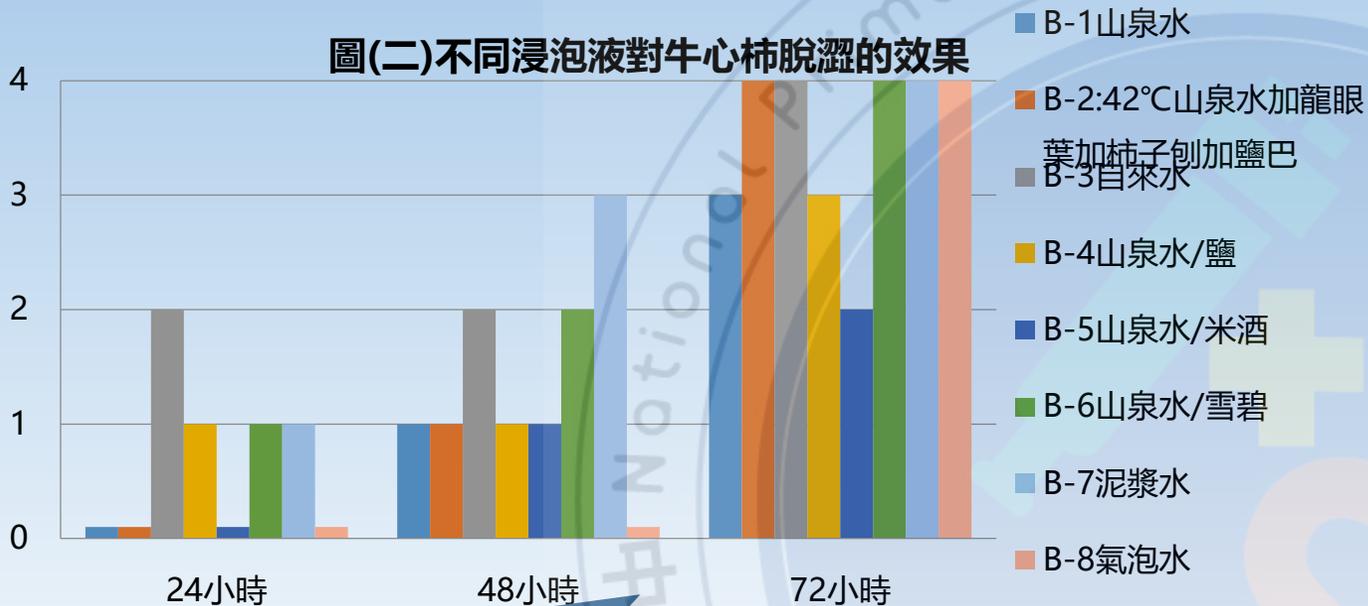
常溫下的自來水在不同的攪拌頻率下對牛心柿的脫澀效果沒有明顯差異。



# 研究結果

## 二.探究不同浸泡液的脫澀效果

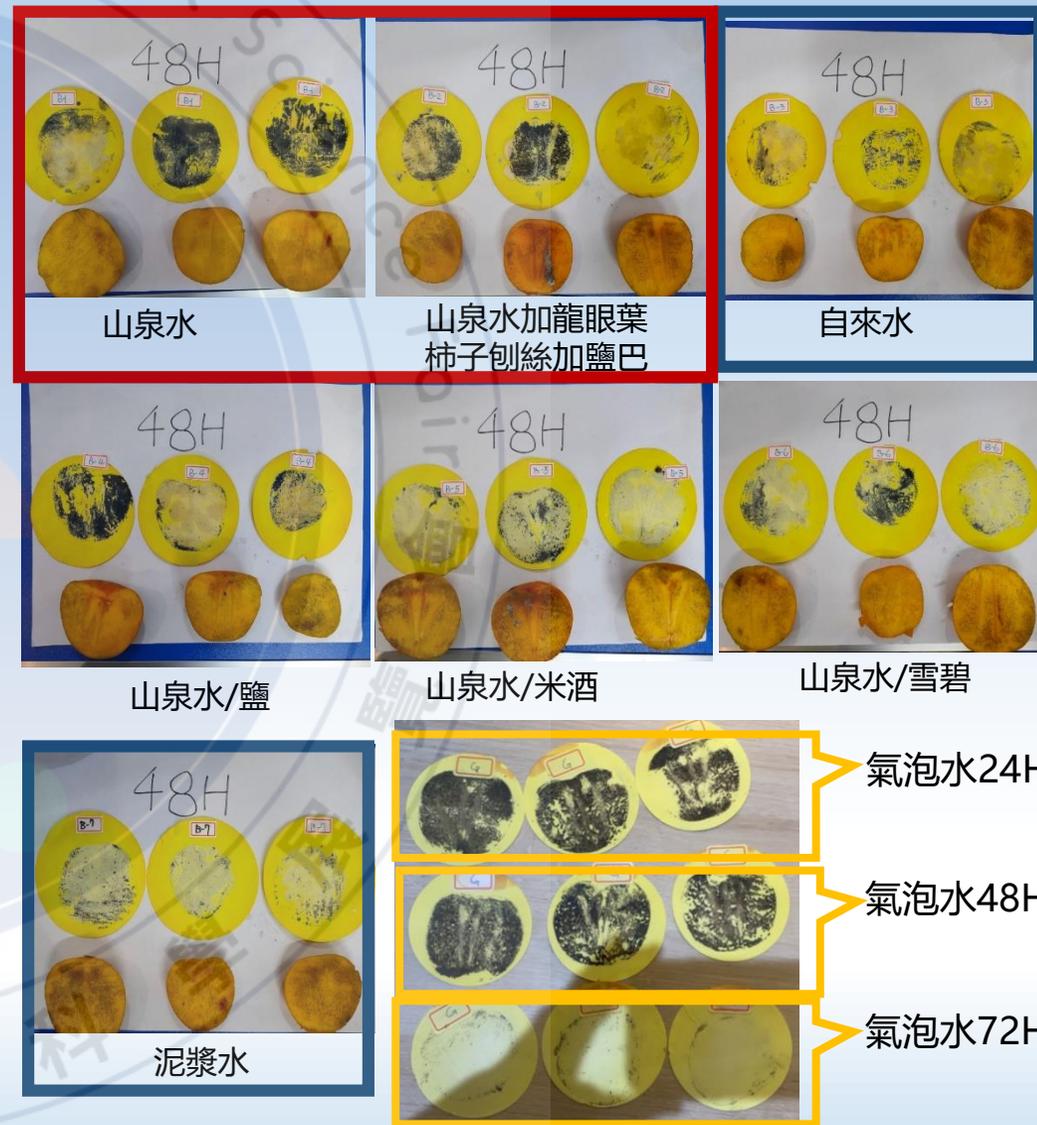
圖(二)不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果



1.常溫下自來水(B-3)與用泥漿水(B-7)有明顯脫澀效果。

**傳統脫澀法脫澀效果不明顯。**

2.第一次實驗發現山泉水添加雪碧的脫澀後風味甚佳，為了辨識脫澀效果來自於二氧化碳或是糖分，於是增加B-8氣泡水，發現72小時後牛心柿的口感絕佳。



# 研究結果

## 四.探究不同溶液點沾蒂頭

圖(四)不同溶液點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果

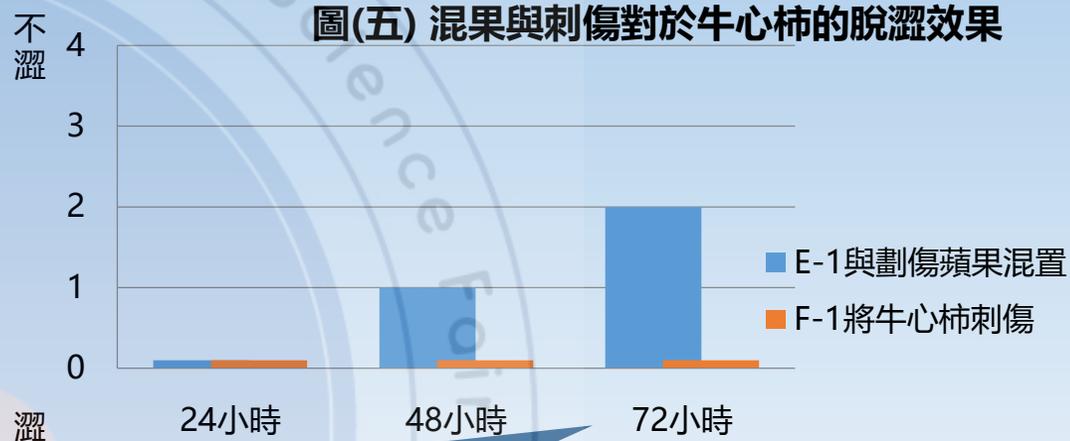


牛心柿蒂頭沾點米酒.醬油或醋，對於牛心柿脫澀幾乎都沒有效果。

## 五.探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果

## 六.探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果

圖(五) 混果與刺傷對於牛心柿的脫澀效果



- 1.劃傷的蘋果與牛心柿混置(E-1)，對於脫澀幫助效果有限。
- 2.發現將牛心柿刺傷(F-1)，對於脫澀幾乎沒有幫助。
- 3.混果與刺傷能有效將牛心柿催熟，無論是24、48、72小時後取出的牛心柿都很橘黃很軟熟。
- 4.由1-3推論牛心柿催熟(顏色.硬度)與否和果實酸澀度沒有明顯的相關。



# 研究結論與未來展望

## 一、探究不同溫度的浸泡液對牛心柿脫澀的效果。

- (一)網路資料有所謂的溫水脫澀法，長輩的經驗傳承也認為將柿子浸泡於40多度溫水下可加速脫澀，所以將溫度列為操作變因。
- (二)實驗結果不同浸泡液溫度的脫澀效果：[常溫下的自來水 > 8°C冰水 > 42°C的溫水](#)。
- (三)承接這個實驗結果，接下來的研究皆採用常溫的浸泡液。

### 推測與可延續研究

柿農常以石灰水為浸泡液脫澀，氧化鈣溶於水過程中會放熱導致溫度上升，柿農很有可能認為是水溫造成脫澀，並因此就容易取得的龍眼葉覆蓋在浸泡液上以保持溫度。但實驗結果為常溫浸泡的脫澀效果優於42°C的溫水，覆蓋龍眼葉對於脫澀也並無幫助。未來研究：[石灰水的成分或浸泡液pH值對於脫澀的影響](#)。

## 二、探究不同浸泡液對牛心柿脫澀的效果。

- (一) 實驗重複進行，每組每次都檢測三顆生長在同區塊、大小相似的柿子，增加實驗可信度。
- (二) 根據長輩的經驗傳承，認為用龍眼葉液+鹽巴+刨絲柿子、泥漿水浸泡牛心柿可以脫澀，網路上提及酒精脫澀，我們因此設計8種浸泡液進行脫澀實驗。實驗結果浸泡液脫澀效果：[泥漿水、自來水有明顯的脫澀效果](#)。相對而言，[山泉水、龍眼葉液+鹽巴+刨絲柿子、山泉水+鹽巴](#)等三種浸泡液脫澀效果不佳。
- (三)浸泡過山泉水添加雪碧或氣泡水的牛心柿，品嚐起來風味奇佳。

### 推測與可延續研究

山上的資源有所限制，如前人在山上取得山泉水易於自來水的取得，更不用說雪碧或氣泡水，所以才會與長輩的經驗值有落差，要柿子脫澀並不需要辛苦的去取用山泉水浸泡。未來研究：[將水中的礦物質成分設為操作變因，討論浸泡液組成對於脫澀效果的影響](#)。

# 研究結論與未來展望

## 三、探究浸泡液攪動頻率，對於牛心柿脫澀的效果

- (一)長輩在浸泡牛心柿前都會再三提醒，不可因為好奇去擾動浸泡液，攪動會降低脫澀效果，因此將攪動頻率列為操作變因。
- (二)實驗結果脫澀效果：不攪動 = 每天攪動三次 = 持續攪動浸泡液。

## 四、探究不同液體點沾蒂頭對於牛心柿脫澀的效果。

- (一)網路資料中有所謂的沾點蒂頭脫澀法，資料中有柿農以醬油或米酒沾點蒂頭以進行脫澀，我們比較了點沾米酒、醬油以及醋對於脫澀的影響。用三種液體處理過蒂頭的牛心柿，經過三天幾乎沒有脫澀效果。

### 推測與可延續研究

有些人利用酒精脫澀，將柿子一層層排列在密閉容器內，再將酒精置於頂上，利用電加熱產生蒸氣與酒精作用達到脫澀的效果。我們直接將米酒混於浸泡液中，也可見其效果。但當我們直接將酒精沾點於柿子蒂頭時，對於脫澀沒有絲毫幫助。  
未來研究：酒精的濃度對脫澀效果的影響。蒂頭如何處理，才能幫助酒精深入柿果作用？

# 研究結論與未來展望

## 五、探究混果(蘋果)對於牛心柿脫澀的效果。

- (一)搜尋的資料中提到將澀柿與成熟的蘋果、梨等混放置於密閉室內，果實釋放的乙烯等氣體能促進柿子的酶活性及呼吸作用，從而脫澀。我們因此將混果列為柿子脫澀的觀察條件中。
- (二)將蘋果切片後和9顆牛心柿混放在密封箱中，每一天隨機取3顆做單寧的檢測。明顯發現柿子逐日有明顯顏色變橘黃的情形，硬度也很明顯地發生變化。而單寧試紙檢驗的結果發現柿子外表明顯催熟，澀度僅略微下降。

## 六、探究刺傷對於牛心柿脫澀的效果。

- (一)搜尋的資料中提及可以利用機械傷害，加速果實進行分子間的內呼吸，促進後熟。方法是在柿蒂附近插入一小段乾燥的芝麻或竹籤、松針等，幾天以後就變軟不澀。我們因此將刺傷列為柿子脫澀的觀察條件。
- (二)與混果的研究結果相似，明顯發現柿子逐日有明顯顏色變橘黃的情形，硬度也很明顯地發生變化。唯一沒有太大的改變的是單寧試紙檢驗的結果。顯示「刺傷」會造成柿子被催熟，但無法脫澀。

## 推測與可延續研究

許多更年性水果如香蕉、木瓜、芒果等作物，採收後會產生後熟的現象，成熟過程中，呼吸作用的速率與乙烯的產生量會突然上升，乙烯可以刺激更年性水果中的許多生化反應，使水果變軟、產生香氣，並將貯存的澱粉分解成糖分，改變口感，而柿子又屬於更年性水果。所以這或許是網路上有人的過度推論，認為柿子在熟成過程中的口感也會同步改變，提出催熟也能脫澀的謬誤。

未來研究：找到更方便的方法幫柿子脫澀；在受限於柿子產季時，也可以利用芭樂或香蕉等其他水果研究脫澀的機制。

# 參考文獻資料

- 一、廖萬正,2000,柿之脫澀,台中區農業改良場八十九年度試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要特刊第49號。
- 二、蔡平里,林宗賢,謝慶昌,林慧玲,1997,澀柿脫澀及處理方法之改良,園產品採後處理與運銷技術研討會專刊 81~84。
- 三、林慧玲、阮雅蘭,2004,甜柿果實澀味之變化及影響因子,甜柿栽培技術與經營管理研討會專集 185~193。
- 四、行政院農委會農業主題館,2012,牛心柿,<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/subject.php?id=29748>。
- 五、柿子澀怎麼辦 8個柿子去澀最快的方法, <https://kknews.cc/agriculture/4643982.html>,2017