

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

佳作

080809

「真鮮」還是「假鮮」

— 蔬果 50°C 水洗保鮮的真相

學校名稱：雲林縣斗六市石榴國民小學

作者： 小六 李昕宇 小六 陳冠丞 小六 陳郁玟	指導老師： 吳承典 江佩蓉
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：溫湯處理、保鮮、甜度

摘要

本研究在探討蔬果 50°C 水洗後冷藏 5~7°C，能否達到延長保鮮的效果。透過芒果「溫湯處理」文獻探討^[1]，嘗試不同溫度、冷藏天數進行蔬菜保鮮的研究。結果發現紅莧菜、芹菜、苦瓜、敏豆經過水洗 50 °C /2min後放入冰箱，真的可以保存一週以上，比不水洗及 25°C 水洗有更漂亮的外觀。但是菠菜、萵苣等葉子較大較脆弱的蔬菜，50°C 水洗反而會傷到葉子的表面。市售與自種的豆芽菜經水洗結果有很大的差異，市售豆芽菜 50°C 水洗較好，自種豆芽菜則是 25°C 水洗較佳。至於小番茄 50°C 水洗很容易破裂，最好是要吃才洗比較恰當。對於蔬果保鮮，研究證明適當水洗確實具有顯著功效，再參照老祖母把青菜包了報紙貯放的智慧，也發現保持蔬果的完整及避免水分散失，都是保鮮的重要關鍵。

壹、研究動機

食安問題在社會上造成的恐慌前所未見，愈來愈多人關注重視這個問題；而另一種在地產食、減少食物里程的概念也漸漸受到重視。身處**農業首都**自期的縣市，如何將生產的蔬果更有效地保鮮運送，進入到市場通路中供消費者選購，促成了我們想要研究「蔬菜保鮮」的秘密。

從文獻的探討中發現^[1]，我國的農業運用溫水滅菌的技術已行之有年，**溫湯處理－芒果炭疽病防治處理**，這份資料對應我們從網路上得到日本生機飲食專家，積極推動蔬果以 50°C 水洗後烹調食用的觀念有相當雷同之處^[2]。**蔬果經過 50°C 水洗後是否就真的可以殺死較多細菌，且延長在冰箱冷藏的保存時間？**這樣的理論跟我們傳統的想法有很大的差異，也觸動了我們想研究的決心，我們希望以台灣的蔬果來驗證日本學者平山一政先生的說法。

綜合上述研究發想的歷程，我們應用五上「植物世界」、五下「水溶液的性質」、六上「防鏽與防腐」等課程相關內容與知識，開始了我們的科學探索，希望對於果菜市場配送及家庭延長生鮮蔬果的保鮮上，能找出更有效的方法。

貳、研究目的與待答問題


一、研究目的

- (一) 探討 50°C 水洗對**葉菜類**延長保鮮效果的影響。
- (二) 探討 50°C 水洗後對**非葉菜類**延長保鮮效果的影響。
- (三) 探討不同**栽種過程**的生鮮蔬菜以 50°C 水洗，對保鮮效果的差異。
- (四) 探討以不同**水質**進行 50°C 水洗，對生鮮蔬菜保鮮效果的差異。
- (五) 探討 50°C 水洗對降低生鮮蔬菜**硝酸鹽**含量的效果。
- (六) 探討 50°C 水洗對提高生鮮蔬果**甜度**的效果。

二、待答問題

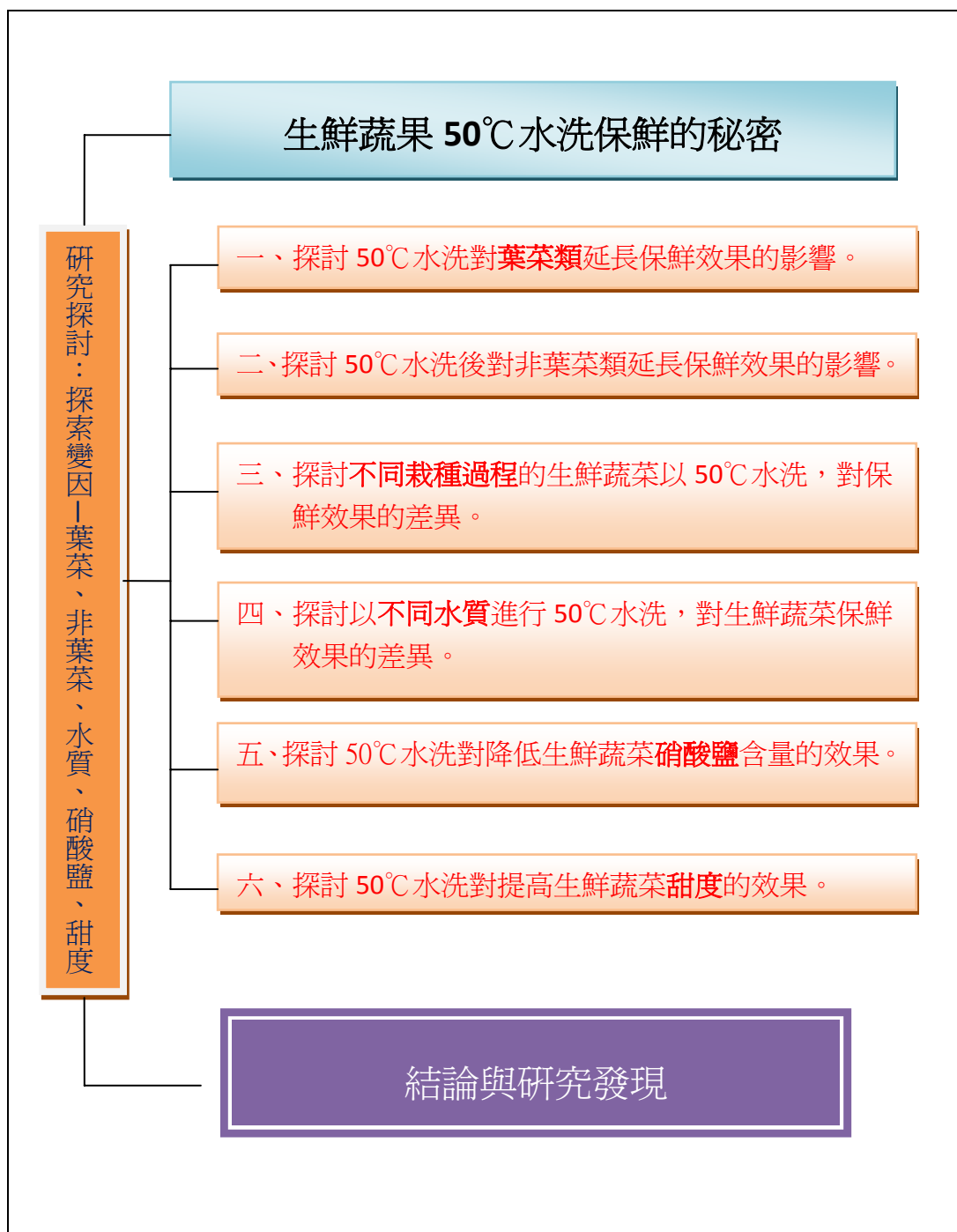
- (一) 葉菜類經過 50°C 水洗後，能否延長保鮮？
- (二) 非葉菜類經過 50°C 水洗後，能否延長保鮮？
- (三) 不同栽種方式的豆芽菜，50°C 水洗後保鮮效果的差異？
- (四) 不同水質對自種豆芽菜，50°C 水洗後保鮮效果的差異？
- (五) 50°C 水洗萵苣及菠菜，能否降低硝酸鹽含量？
- (六) 50°C 水洗玉米及番茄，能否提高甜度？

參、研究設備及器材

		
茶壺(種綠豆用)	果汁機	顯微照像機
		
控溫加熱器組	硝酸鹽測試試紙	甜度計
		
硬度計	保鮮盒數個	鍋子數個
		
磅秤	小冰箱	小冰箱冷藏 5~7°C
其他實驗材料：現採白玉米、現採番茄、芹菜、紅莧菜、市售豆芽菜、自種豆芽菜、菠菜、高麗菜、萵苣、敏豆、菜豆、苦瓜。		

肆、研究過程或方法

一、研究架構圖：



二、研究方法：

- (一) 50°C 水洗 (二) 溫度控制 (三) 硝酸鹽含量檢測法
(四) 甜度檢測法 (五) 硬度檢測法

伍、研究結果















研究(一)：探討 50°C 水洗對葉菜類延長保鮮效果的影響

(一) 研究設計與實驗方法：
















1. 購買傳統市場的芹菜、紅莧菜、萵苣、菠菜、高麗菜等葉菜類蔬菜，芹菜留葉子，紅莧菜、菠菜等切十公分備用，萵苣將葉子摘成片備用，高麗菜切大片備用。
2. 將蔬菜分不水洗及四種不同條件水洗：25°C/2min、50°C/2min、25°C/4min、50°C/4min，放入保鮮盒內蓋緊放入冰箱冷藏 7 日及 14 日，觀察冷藏 5~7°C 的保存情形。

(二) 實驗觀察結果：






A. 芹菜的實驗結果

天數/水洗法	不水洗	25°C 水洗 2 min	50°C 水洗 2 min	25°C 水洗 4 min	50°C 水洗 4min
7 日	 輕微枯萎	 微失去水分	 水分飽滿	 水分流失	 顏色變深，枯萎
10 日	 枯萎	 輕微變黃	 水分飽滿	 水分流失	 變黑有異味，枯萎
14 日	 嚴重枯萎， 失去大量水分	 變黃枯萎	 葉子還有水分， 有生命力	 變黃枯萎	 變黑有異味， 完全失去生命力











B. 紅莧菜的實驗結果

天數/水洗法	不水洗	25°C 水洗 2 min	50°C 水洗 2 min	25°C 水洗 4 min	50°C 水洗 4min
7 日	 枯萎	 失去一些水分	 葉子飽滿	 葉子還有水分	 枯萎，失去生命力
10 日	 枯萎	 失去更多水分	 葉子飽滿	 失去更多水分	 有些微異味，枯萎
14 日	 嚴重枯萎， 失去大量水分	 失去大量水分	 葉子還有水分， 有生命力	 失去大量水分	 變黑有異味， 完全失去生命力

C. 萵苣的實驗結果
















天數/水洗法	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
14 日					
	經過 14 日之後，因為萵苣塞滿保鮮盒，蒸散作用有被限制，所以葉子只有一點點變軟。葉子整體很完整。 新鮮度第一名	經過水洗後，葉子有一些受傷，但是葉子比不水洗來得飽滿有活力。 第二名	產生黃褐色汁液、葉子變黑、受傷較 25°C水洗嚴重。聞起來有異味。 第四名	有汁液產生，汁液顏色較淡，不像 50°C是深褐色。葉子比不水洗飽滿些。但葉子有受傷。 第三名	產生大量黃褐色汁液，葉子變黑，聞起來有異味。看起來已經發臭。 第五名

D. 菠菜的實驗結果

天數/水洗法	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7 日	 有點枯萎	 有精神、有生命力	 輕微受傷、沒有枯萎、有生命力	 有精神、有水分、有生命力	 有點受傷、有出汁、有生命力
14 日	 有點枯萎、沒有出汁、無臭味	 有些透明汁產生，沒有枯萎	 爛、有黏稠汁液、有臭味	 有點爛、有汁液、有臭味	 爛、有黏稠汁液、有臭味

E. 高麗菜的實驗結果

◎4 種水洗處理都能有較佳的保鮮，都很新鮮差異不大。

天數/水洗法	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7 日	 散失水分	 還有水分	 還有水分	 還有水分	 還有水分
10 日	 持續散失水份	 還有水分	 還有水分	 還有水分	 還有水分
14 日	 失去水分枯萎變軟	 還有水分	 還有水分	 還有水分	 還有水分

(三) 研究發現：

1. 我們實驗證明不同葉菜類得到的結果不相同。以芹菜和紅莧菜而言，50°C/2min 水洗之後冷藏的保存效果最好。這兩種菜葉經過十多天冷藏保存之後比不水洗、25°C/2min、25°C/4min、50°C/4min 等的效果都要好，還可以看到新鮮的樣子，蔬菜還有生命力。但是 50°C/4min 水洗對這兩種蔬菜而言，可能因為加熱時間太久了，反而是效果最不好的，感覺蔬菜已死亡，變黑腐敗。至於不水洗的條件對這兩種葉菜類而言，水份的蒸散作用持續不斷地進行，葉子的水分因保存過程中嚴重流失，所以呈現枯萎狀態。
2. 以萵苣和菠菜而言，25°C 水洗之後冷藏的保存效果比 50°C 好很多。這兩種菜葉經過十多天冷藏保存之後，50°C 的水洗條件反而會讓葉子更易腐爛。特別對萵苣而言，冷藏十多天後發現，不水洗的條件反而是最好的，這是因為萵苣放在保鮮盒中蓋緊蓋子，萵苣葉子份量很多，擠在小小的保鮮盒空間裡，葉子蒸散作用較緩慢，經過 14 天之後，葉子雖然有一點點枯萎，我們還是可以看到它新鮮的樣子。但是水洗後可能因為沒有把水分先瀝乾，水分累積在彎彎的葉子裡反而讓保存的效果打折。50°C 水洗條件完全不適合萵苣與菠菜，萵苣與菠菜葉子比紅莧菜脆弱，經不起 50°C 的折磨，剛洗完就發現有缺陷了，當然保存效果也不理想。所以對質地軟嫩的葉子，若要 50°C 的水洗可能時間要設計更短試看看。
3. 高麗菜是葉菜類實驗中 50°C 水洗最耐洗的，葉子很硬不會因為 50°C 水洗而有損壞。不水洗放久後會有枯萎現象，25°C、50°C 水洗後，不管是 2min 還是 4min，實驗後都會比不水洗的高麗菜來的有精神。但 25°C 與 50°C 兩者水洗後的差異不算太大，無法比較出來。

(四) 小結：

對芹菜和紅莧菜而言，50°C 水洗/2min 確實有很好的保存結果，但時間不能太長，若 50°C 水洗 4min 後就會得到非常差的結果。但對另一種葉菜類萵苣與菠菜就不是這麼一回事，50°C 水洗後很容易腐爛，菠菜與萵苣葉子都非常軟且脆弱，50°C 可能溫度太高了，若要進行水洗，時間可能要很短才行。對高麗菜而言，25°C、50°C 水洗感覺差異不大，就算是 50°C/4min 水洗後經過 14 天之後也不會腐爛。大部分蔬菜不水洗都會失去水分，每種葉子的堅硬強度不同，所以 50°C 水洗的時間也要設計不一樣。

研究(二)：探討 50°C 水洗後對非葉菜類延長保鮮效果之影響











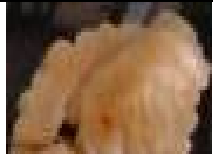




(一) 研究設計與實驗方法：

1. 到菜市場購買苦瓜、菜豆、敏豆等非葉菜類備用。
2. 將苦瓜切塊、菜豆切段，分別做不水洗、水洗 25°C/2min、50°C/2min、25°C/4min、50°C/4min 等條件，分別放入保鮮盒中，將蓋子蓋緊放入冰箱冷藏，觀察 7 日及 14 天後其外觀的改變。
3. 我們想了解整條苦瓜及整株敏豆與切塊苦瓜、切段菜豆水洗後保存的差別，想要加做實驗時卻發現苦瓜已不是產季，所以延後到過年後等到三月中產季開始再進行實驗，於是索性多做了一個不水洗不加蓋的條件，比較切塊苦瓜與整條苦瓜，切段菜豆與整株敏豆，經過各種不同水洗條件之後，放入冰箱的保存情形。











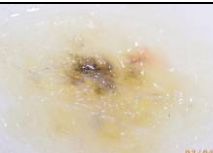




(二) 實驗觀察結果：

1. 苦瓜、菜豆的結果如下：



















A. 切塊苦瓜的實驗結果

天數/水洗法	不水洗	25°C 水洗 2 min	50°C 水洗 2 min	25°C 水洗 4 min	50°C 水洗 4min
7 日	 外表面一點點枯萎	 外表面還算可以	 外表面漂亮	 外表面漂亮	 外表面漂亮
14 日	 外表面枯萎	 外表開始枯萎	 外表尚可，質地硬	 表面有些塌陷枯萎	 表面還好，質地硬
21 日	 表面乾癟不長黴菌	 內外都爛、長黴	 外表面尚可、切面長黴	 內外都爛，黏液最多、黴菌多	 外表面尚可、切面長黴

A-1 切塊苦瓜的顯微照片結果

天數/水洗法	不水洗	25°C 水洗 2 min	50°C 水洗 2 min	25°C 水洗 4 min	50°C 水洗 4min
7 日	 表面塌陷	 外表面可	 外表面漂亮	 外表面塌陷	 外表面還好
14 日	 切面側面	 切面側面	 切面側面	 切面開始黑點發霉	 切面側面
21 日	 外表面塌陷放大圖	 產生大量黴菌	 開始長菌	 黴菌絲很長	 黴菌絲很長











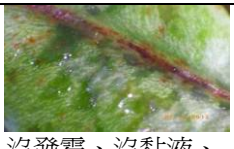




B.整條苦瓜的實驗結果(加入不水洗、不加蓋的條件)

天數	不加蓋不水洗	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7日	 外表面嚴重枯萎	 外表面漂亮	 外表面還算 ok	 外表面漂亮	 外表面漂亮	 外表面漂亮
14日	 外表面嚴重枯萎	 外表面漂亮	 外表面漂亮	 外表面漂亮	 外表面有些枯萎	 外表面漂亮
21日	 外表面多處大量腐爛黑點	 外表面少處有斑點	 外表面開始有斑點	 外表面還算漂亮	 外表面開始有多處斑點	 外表面還算漂亮

C.切段菜豆的實驗結果

天數/水洗法	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7日	 切面褐變	 切面褐變	 外觀漂亮	 切面褐變	 外觀漂亮
14日	 切面褐變	 切面褐變	 切面還算漂亮	 切面褐變	 切面還算漂亮
21日	 沒發霉、沒黏液、不臭	 發霉	 發霉黏液很臭	 太爛了、夾起來軟軟的、臭、	 夾起來爛掉了、黏液多、很臭

C-1.切段菜豆的顯微照片結果

天數/水洗法	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7 日	 切面褐變	 切面褐變	 切面漂亮	 切面褐變	 切面漂亮
14 日	 切面褐變	 切面褐變	 切面漂亮	 切面褐變	 切面還算漂亮
21 日	 沒發霉、沒黏液、 不臭	 發霉	 發霉黏液很臭	 太爛了、夾起來 軟軟的、臭	 夾起來爛掉了、 黏液多、臭











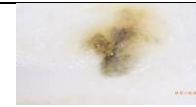

D.整株敏豆的實驗結果(加入不水洗不加蓋的條件)

天數	不加蓋不水洗	不水洗	25°C水洗 2 min	50°C水洗 2 min	25°C水洗 4 min	50°C水洗 4min
7 日	 外觀有斑點，沒 生命力	 外觀漂亮	 外觀漂亮	 外觀漂亮	 外觀漂亮	 外觀漂亮
14 日	 乾扁枯萎	 開始有斑點	 開始有斑點	 外觀大致 OK	 有斑點	 外觀還很漂亮
21 日	 嚴重脫水枯萎， 乾扁變細	 有大量斑點， 變黃	 有大量斑點， 變黃	 有大量斑點， 變黃	 有大量斑點， 變黃	 有大量斑點， 變黃

(三) 研究發現：

1. 做**切塊苦瓜**水洗實驗時，我們盡量分配每一堆的苦瓜外觀都是完美以減少實驗誤差。在冰箱七日內，不管是水洗 50°C/2min 或 50°C/4min，外表面確實非常有光澤而且漂亮，比水洗 25°C/2min 及 25°C/4min 有更完美的表面，相對地不水洗的外表面開始有乾癟的感覺。但時間到 21 日後，經過水洗條件的苦瓜內表面與切面都會長黴，明顯得知 25°C/4min 水洗後長黴最為嚴重，50°C/2min 長黴最輕微。這可證明冰箱冷藏一週，50°C 的水洗確實比 25°C 的水洗條件有抑菌的效果，且有較漂亮的外表面。但冷藏時間太久時，苦瓜切面與內表面因為組織較鬆軟，仍容易有黴菌產生。不水洗的苦瓜放久後表面雖不漂亮但是較不會長黴。
2. 做**整條苦瓜**時我們加入不水洗不加蓋的條件，整條苦瓜不水洗不加蓋在冷藏過程中水分嚴重流失，經過 21 日後表面非常乾扁枯萎，而且冒出大量斑點，看起來快要爛掉。25°C 水洗 2min 與 4min，外觀也產生黑點，但反觀 50°C 水洗 2min 或 4min，外觀並沒有黑點，整條苦瓜比其他條件都要好。實驗結果發現整條苦瓜比切塊苦瓜有較長的保存時間，符合 50°C 水洗殺菌的原則，外表面是很漂亮的。我們切開 21 日後整條苦瓜所有條件來看，內部也都是完好的，比切塊苦瓜有較長的保存效果。

冷藏 21 日後的苦瓜剖面圖。

21 日	不水洗不加蓋	不水洗	25°C 2min	50°C 2min	25°C 4min	50°C 4min
剖面圖	 外部大量斑點	 外部少量斑點	 外部一些斑點	 外部無斑點	 外部一些斑點	 外部無斑點
顯微圖	 斑點	 外觀微差	 斑點	 外觀還可	 斑點	 外觀還可

註：圖中黑色部份代表苦瓜外表面的內塌陷，是腐爛的開始。

3. 做**切段菜豆**實驗時，我們盡量分配每一小段的菜豆外觀都是完美以減少實驗的誤差。在冰箱七日內，不管是 50°C 水洗 2min 或 4min，切面表面確實非常漂亮，比 25°C 水洗 2min 及 4min 有更完美的段切面。相對地不水洗的表面開始有乾癟的感覺。到第 14 天之前，50°C 的外觀大概還可以，但是用手去摸菜豆，感覺水洗過的菜豆有濕黏感，那是發霉爛掉的開始。到了第 21 天之後，50 水洗 4min 的菜豆已經爛掉，用夾子夾起幾乎要斷掉，反而比不水洗還要糟糕。而且嚴重長黴。也就是說 50°C 水洗一星期之內很好，外觀漂亮沒有發生褐變現象^[3]，但時間太久到三星期反而是最不好的。
4. 做**整株敏豆**實驗時，水洗 50°C/4min 的條件在 14 天內冷藏後有最佳的外觀，幾乎跟剛從市場買回來的一樣漂亮。

(四) 小結：

非葉菜類的果實蔬菜，50°C 水洗確實有明顯的保存效果，當然 50°C 水洗的時間每種蔬菜可能不一樣，但一星期到十天之內還算是可以的。菜豆、敏豆 50°C 水洗明顯比 25°C 水洗好很多，而且較不會發生褐變現象。^[3] 而整株敏豆又比切段菜豆來得保存久，整條苦瓜遠比切塊苦瓜有較長的保存效果。所以蔬果最好整株保存不要裁切。

研究(三)：探討不同栽種過程之生鮮蔬菜以 50°C 水洗，對保鮮效果之差異

(一) 研究設計與實驗方法：













1. 到菜市場購買豆芽菜備用。
2. 用茶壺自種豆芽菜備用：因為市場的豆芽菜都泡過水，為了怕影響實驗結果，決定自己栽種。取一杯洗米量杯的綠豆量，洗乾淨泡後水 30min 後放入茶壺中，每天早晚澆水保持潮濕但不要讓綠豆浸在水裡，多出來的水請從壺口把水倒掉，約三、四天後豆芽菜已經長成。
3. 將兩種不同來源的豆芽菜鋪放在鋁箔紙上備用。比較兩者外觀上的差異。
4. 探討市售豆芽菜與自種豆芽菜水洗之後的保存情形。

(二) 實驗觀察結果：

1. 兩者外觀上的差異

市售自種照片	巨觀	子葉部份	顯微圖	長短	生命力
市售豆芽菜	 細長白淨、 子葉有些脫落	 有些子葉脫落， 且嫩葉萎縮變形	 只長軸根， 幾乎沒有鬚根	 豆芽莖細長，比直	 沒有生命力
自種豆芽菜	 捲曲、子葉附著佳	 子葉留在莖上， 嫩葉有朝氣	 軸根旁易長鬚根	 豆芽莖胖短易彎曲	 健康有活力

2. 市售與自種豆芽菜不同水洗條件 7 日冷藏保存後的實驗結果

	不水洗不加蓋	不水洗	25°C 2min	50°C 2min	25°C 4min	50°C 4min
市售	 嚴重枯萎變細	 很輕微枯萎	 顏色深些	 顏色白	 顏色深	 顏色白
自種	 嚴重枯萎	 輕微枯萎	 顏色淡些	 顏色微深	 顏色淡	 顏色深

(三) 研究發現

如果豆芽菜不加蓋不水洗，經兩天後嚴重枯萎，代表水份是豆芽保存的重要關鍵因素。市售豆芽菜 50°C 水洗較好；自種 25°C 水洗較佳。我們因篇幅有限沒有探討市售豆芽菜為何又白又長，但可以推測培育過程不同會造成植物體生命強度不同，經過水洗後的效果也不同。

(四) 小結

豆芽菜的水分飽和度很高，如果保存中若不加蓋 2 天之後就枯萎。而市售豆芽菜的培育過程很專業，又有美觀的考量^[4]，發現較自種的豆芽菜更耐 50°C 水洗，可能是培育過程有提供生長所需的養份、漂白劑或抑根劑，所以市售豆芽菜 50°C 水洗後看起來更美觀。











研究(四)：探討以不同水質進行 50°C 水洗，對生鮮蔬菜保鮮效果之差異

(一) 研究設計與方法

- 1.日本的水質是可以直接打開水龍頭生飲的，雖然本研究以上的水洗條件都是以桶裝蒸餾水水洗來模擬日本的實驗參數，**但是我們真的很想知道如果以台灣水龍頭的水作實驗是否跟蒸餾水有不同結果，所以決定以不同水質水洗來觀察豆芽菜在冰箱的保存情形。**
- 2.我們同時擔心市售豆芽菜會影響實驗結果，所以決定再次以**茶壺自種豆芽菜**來控制豆芽菜的品質。
- 3.將豆芽菜分成蒸餾水水質 A 組及自來水水質 B 組。水洗條件因怕 4min 過久，所以改成不水洗、25°C/1min、50°C/1min、25°C/3min、50°C/3min，紀錄豆芽菜經由不同的水質水洗後，放入冰箱冷藏的保存情形。
- 4.比較不同水質、不同水洗溫度豆芽菜在冰箱的保存情形。
- 5.**做完水洗實驗時盡量瀝乾水分以防止保鮮盒內累積水份，做到水洗讓豆芽菜有濕度但不要積水在盒內。**

(二) 實驗結果：

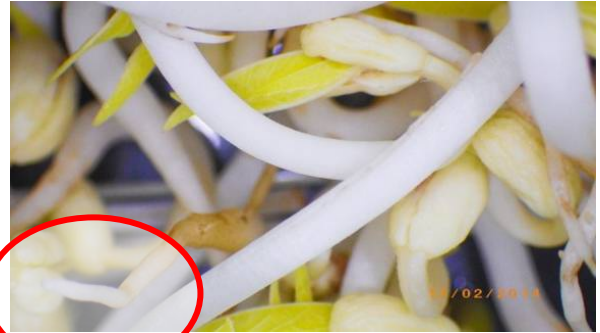
A.以自種豆芽菜做實驗，不同水質、不同水洗條件 7 日冷藏保存後的實驗結果

水質/水洗法	不水洗	25°C 水洗 1 min	50°C 水洗 1 min	25°C 水洗 3 min	50°C 水洗 3min
蒸餾水	 根部枯萎、質軟、失去水分。	 摸起來比 25°C/3min 軟，比自來水同水洗條件硬。生命力持續。	 感覺溫度過高，出現異味。	 摸起來比 25°C/1min 硬，摸起來比自來水同水洗條件硬，生命力旺盛。 特優	 感覺溫度過高，出現異味、爛掉。
自來水	 根部枯萎、質軟、失去水分。	 摸起來比 25°C/3min 軟，比蒸餾水同水洗條件軟。比較沒有生命力。	 感覺溫度過高，出現異味。	 摸起來比 25°C/1min 硬，摸起來比蒸餾水同水洗條件軟，比較沒有生命力。 優	 感覺溫度過高，出現異味、爛掉。
討論	-----	蒸餾水、自來水兩者外觀無明顯差異。	照片看起來自來水與蒸餾水差異不大。	雖然兩者外觀差不多，但蒸餾水水洗摸起來比自來水水洗質硬且有精神。	蒸餾水水洗後比自來水好，顏色比較淡，臭味比較低。

(三)研究發現

1.無論是蒸餾水或是自來水，豆芽菜經過水洗 50°C 之後都會比水洗 25°C 還要差，這代表自種的豆芽菜真的不符合 50°C 水洗的理論。50°C 水洗因為溫度過高造成表面細胞被破壞，而傷害豆芽菜的根部。在一星期冷藏之後，不管是蒸餾水或是自來水，50°C 水洗後用手摸豆芽菜感覺黏黏的，豆芽菜看起來已經停止成長而腐爛，用鼻子聞自來水比蒸餾水的臭味更重，50°C 水洗時間越久，豆芽會產生黏液，一看就知道 50°C 水洗對豆芽菜並不理想。

2.雖然外觀差不多，我們實際以手用摸豆芽菜，蒸餾水與自來水水洗還是有些差異。蒸餾水水洗 25°C/3min 的豆芽莖部比 25°C/1min 硬；且蒸餾水水洗 25°C/3min 的豆芽莖部比自來水水洗 25°C/3min 硬很多。感覺蒸餾水 25°C/3min 好像生命力旺盛，自來水 25°C/3min 就有點沒有精神。



我們推斷是否因為自來水中有氯氣、微生物讓豆芽較沒精神，蒸餾水中沒有氯氣及細菌，豆芽保有根部，在冰箱內因為 25°C/3min 水洗過後根部吸水量較多，所以在冰箱內還一直在生長。我們有看到新的鬚根在生長。

(四) 小結

水質確實會影響豆芽的保存期限，生菌數多的自來水會比蒸餾水來得差。對 25°C 水洗而言，時間 1~3min 豆芽菜的外觀看起來很接近，但 3min 水洗莖部摸起較 1min 水洗硬，且蒸餾水水洗 3min 最硬。代表 3min 吸水量較 1min 多，豆芽摸起來較硬。

研究(五)：探討 50°C 水洗對降低生鮮蔬菜之硝酸鹽含量之效果



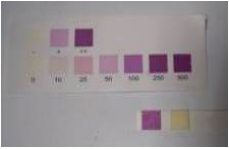




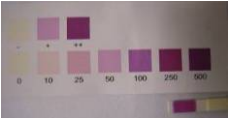
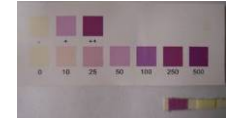

因為蔬菜的硝酸鹽含量太高容易因細菌作用轉換成亞硝酸鹽，對人體產生不良的影響^[5]，所以我們想知道 50°C 水洗可否降低硝酸鹽含量。我們到主婦聯盟有機店購買德國默克製的硝酸鹽試紙進行實驗。

(一) 研究設計與方法

- 1.分別將每種水洗條件的菠菜及萵苣秤重 50 克備用。將 50 克的菠菜加入 1450ml 的水，稀釋 30 倍後放入攪拌機攪拌 5min，以硝酸鹽試紙測試硝酸鹽的含量，再將測得的值乘以 30 倍，就是硝酸鹽真正的含量。分別測出不水洗、25°C 水洗 2min 及 4min、50°C 水洗 2min 及 4min 後硝酸鹽含量的變化。
- 2.如果顏色接近兩個區塊間就取接近的區塊，加或減 20% 做測量值來計算。例如在 100ppm 與 250ppm 之間，接近 250ppm，取 $250 * (1 - 20\%) = 200\text{ppm}$ ；若接近 100ppm，取 $100 * (1 + 20\%) = 120\text{ppm}$ ，最後乘以 30 倍。
- 3.從冰箱中取出冷藏 7 日及 14 日後的菠菜與萵苣，分別以硝酸鹽試紙測試硝酸鹽的含量。
- 4.做一對照組萵苣及菠菜，分別以 100°C 煮沸 4 分鐘後測硝酸鹽含量。

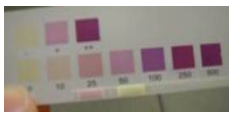




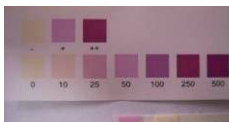


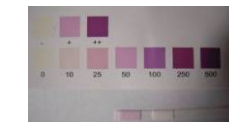

(二) 實驗結果：



1. 菠菜的硝酸鹽含量記錄

天數/硝酸鹽	不水洗	25°C 水洗 1 min	50°C 水洗 1 min	25°C 水洗 3 min	50°C 水洗 3 min
原始 ppm	3600 	3600 	3600 	3600 	3600 
馬上水洗後	-----	3600	3600	3600	3600
冷藏 7 日	7200	6000	6000	6000	6000
冷藏 14 日	7500 	6000 	6000 	7500 	7500 

原始菠菜	原始硝酸鹽含量 ppm	煮沸 4min
以 100°C 4min 煮沸法 前後對照	未川燙前測量值 3600 	川燙 4min 後測量值 2400 


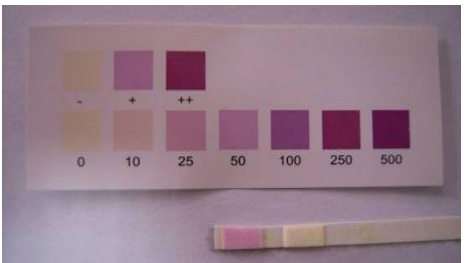
2. 萵苣的硝酸鹽含量記錄

天數/硝酸鹽	不水洗	25°C 水洗 1 min	50°C 水洗 1 min	25°C 水洗 3 min	50°C 水洗 3 min
原始 ppm	750 	750 	750 	750 	750 
馬上水洗後	-----	750	750	750	750
冷藏 7 日	1200	900	900	1050	1050
冷藏 14 日	1500 	900 	1200 	1200 	900 

原始萵苣	原始硝酸鹽含量 ppm	煮沸 4min
以 100°C 4min 煮沸法前 後對照	未川燙前測量值 750 	川燙 4min 後測量值 300 

(三) 研究發現

市場買回來的市售菠菜，硝酸鹽含量高的破表，就算 50°C 水洗後也無法讓含量降低。萵苣的硝酸鹽含量比菠菜低很多，初始菠菜硝酸鹽含量就超過 3600ppm，萵苣卻只有 750ppm，兩者經過水洗後硝酸鹽含量沒有降低，反而放久保存後硝酸鹽含量兩者都增加。以德製墨克的硝酸鹽試紙測試，其實有時很難判讀其中微量差異，顏色有時會介於兩者之間(如下圖所示)。

蔬菜	菠菜	萵苣
硝酸鹽試紙 照片圖		
討論	色塊介於 100 與 250 間	色塊介於 25 與 50 間

(四) 小結

對葉菜類進行硝酸鹽檢測，不管是 25°C 水洗還是 50°C 水洗皆無法讓硝酸鹽含量降低。菠菜比萵苣含量高很多，對高硝酸鹽含量的葉菜類蔬菜，在冰箱內冷藏越久硝酸鹽含量就越高。建議高硝酸鹽含量蔬菜買回來還是盡早食用，食用前川燙可以有效降低硝酸鹽含量。

研究(六)：探討 50°C 水洗對提高生鮮蔬菜甜度之效果

(一) 實驗設計與方法

- 1.甜度計、硬度計的使用方法介紹：甜度計(單位Brix)是利用光在不同液體濃度間折射率不同，來量測蔬果的甜度。^[6] 硬度計GS-754G Type00 則可測得軟質表面硬度，刻度 100 最硬，刻度 0 最軟，可間接得知物體的相對硬度。^[7]
- 2.番茄與玉米的取得
 - (1).透過學校旁的番茄農友協助，與另一有機農場農友熱心提供的現採白玉米^[8]，我們得以進行新鮮番茄與新鮮玉米的實驗。
 - (2).我們將番茄分成六組，每組保鮮盒約 30 顆左右，第一組條件為不水洗不加蓋，第二組不水洗加蓋，第三組 25°C 水洗 2min，第四組 50°C 水洗 2min，第五組 25°C 水洗 4min，第六組 50°C 水洗 4min，紀錄現採當天不水洗、水洗 25°C/2min、50°C /2min、25°C/4min、50°C/4min 後番茄與玉米甜度。每組番茄量隨機取 2 顆測甜度，取其平均值。
 - (3).當天甜度量測完畢後放入冰箱冷藏，每隔七天量測一次甜度值，持續一個月。
 - (4).觀察記錄一個月的冷藏時間，六組番茄甜度與外觀的變化。
 - (5).以硬度計量測每個現採番茄的硬度，經不同水洗條件冷藏後，每七天從冰箱取出，靜置兩小時待番茄回溫後量測番茄表面的硬度變化，求硬度的平均值，持續記錄一個月。

(6).同以上步驟，將番茄換成玉米，每組保鮮盒內裝兩條玉米，每次切下兩三顆玉米粒做甜度實驗，每兩天記錄玉米甜度的變化，持續一個月。

(7).觀察並記錄玉米外觀的變化。

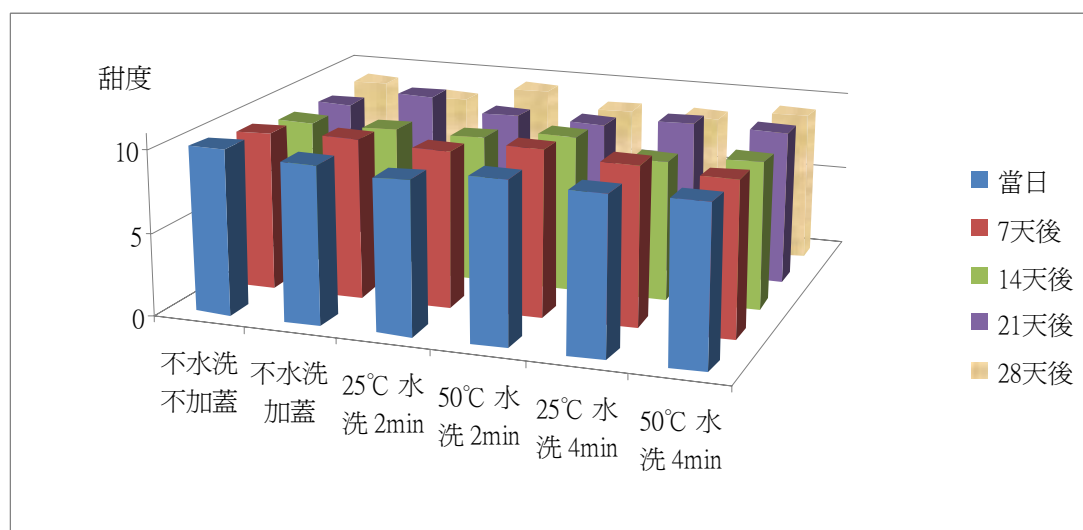
(二) 實驗觀察結果：

A. 番茄甜度與時間的變化



















時間 抽樣甜度	現採	7日後	14日後	21日後	28日後
不水洗不加蓋	10 / 10	9.2 / 10	9 / 9	8.7 / 9.2	9 / 9.4
不水洗加蓋	10 / 9.4	9.5 / 10	10 / 8	10 / 9.8	9 / 8
25°C水洗 2 min	9 / 9.4	10 / 9	9 / 9	9.2 / 9	10 / 9
50°C水洗 2 min	10 / 9.6	9.2 / 11	10 / 9	9 / 9	8 / 9.2
25°C水洗 4min	9 / 10	9.2 / 10.2	8 / 9	9 / 10	9.2 / 8
50°C水洗 4 min	10 / 9.8	9.2 / 9.5	9 / 9	9.6 / 9.2	9.2 / 9.2

番茄甜度平均值

時間 抽樣甜度	現採	7日後	14日後	21日後	28日後
不水洗不加蓋	10	9.6	9.0	8.95	9.2
不水洗加蓋	9.6	9.75	9.0	9.9	8.5
25°C水洗 2 min	9.2	9.5	9.0	9.1	9.5
50°C水洗 2 min	9.8	10.1	9.5	9.0	8.6
25°C水洗 4min	9.5	9.7	8.5	9.5	8.6
50°C水洗 4 min	9.9	9.35	9.0	9.4	9.2

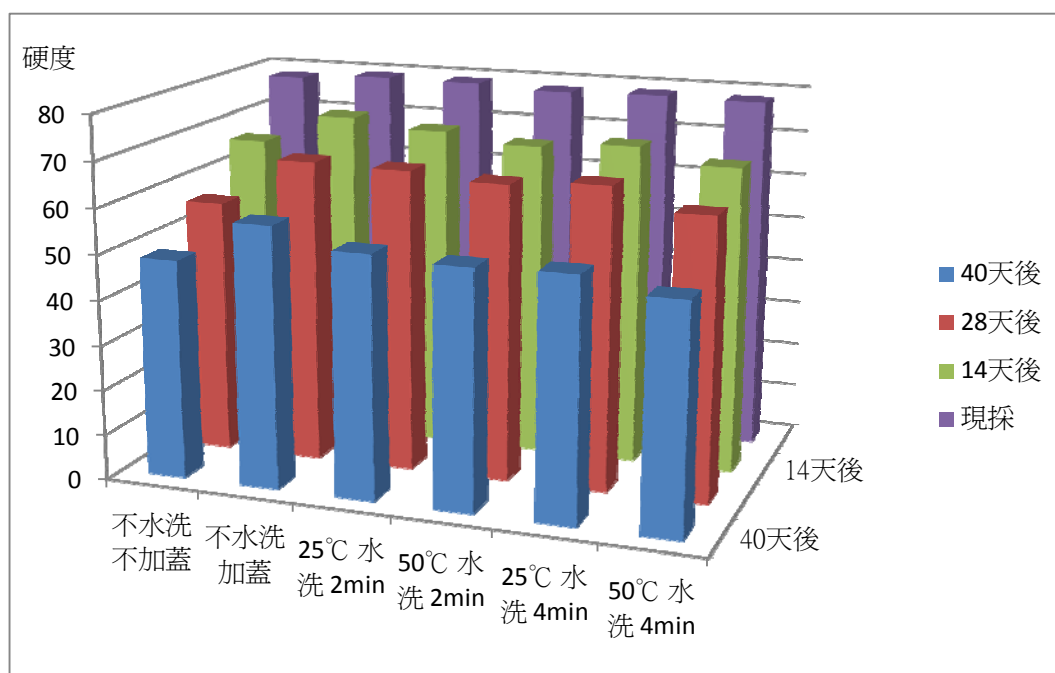


B. 番茄外觀與時間的變化(初始每組約 30 顆，慢慢取樣測甜度)

天數 水洗法	初始	21 天後	40 天後
不水洗不加蓋	 光澤度佳、硬	 失去光澤度、微軟	 表面乾癟、起皺、軟
不水洗加蓋	 光澤度佳、硬	 失去光澤度、微軟	 失去光澤、軟
25°C 水洗 2 min	 光澤度佳、硬	 失去光澤度、微軟	 失去光澤、軟
50°C 水洗 2 min	 光澤度佳、裂果、硬	 失去光澤度、裂果、微軟	 表面裂果、腐壞、軟、
25°C 水洗 4min	 光澤度佳、硬	 失去光澤度、微軟	 失去光澤、軟
50°C 水洗 4 min	 光澤度佳、裂果、硬	 失去光澤度、裂果、微軟	 表面裂果、腐壞、軟

C. 番茄硬度與時間的變化(初始每組約 30 顆，慢慢取樣測硬度求平均值)

條件 \ 硬度	現採硬度	14 天後	28 天後	40 天後
不水洗不加蓋	78	66.5	56.4	48.5
不水洗加蓋	79.1	73.2	67.0	57.8
25°C 水洗 2 min	78.9	71.4	66.6	53.6
50°C 水洗 2 min	78	69.4	65.3	52.6
25°C 水洗 4min	78.4	70.8	66.6	53.1
50°C 水洗 4 min	78.1	62.1	62.0	49.9



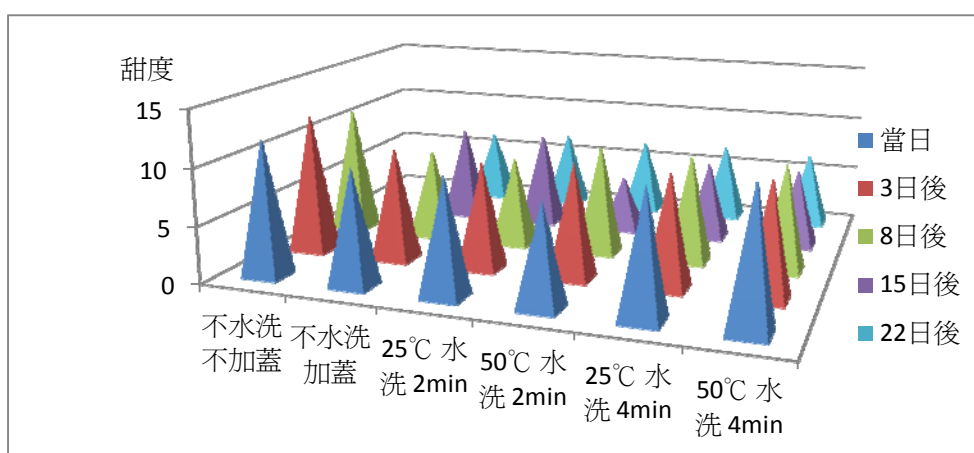
D-1. 玉米甜度與時間的變化(每組兩條玉米，每次切下三顆擠汁測甜度)

時間 \ 甜度	現採	3 日後	8 日後	15 日後	22 日後
不水洗不加蓋	12 / 12	15 / 10	13 / 10	無法擠汁	無法擠汁
不水洗加蓋	10 / 10.5	10 / 10	8 / 8	7 / 10	6 / 7
25°C 水洗 2 min	10.5 / 10	9 / 10	8 / 8	7 / 10	7 / 7
50°C 水洗 2 min	9 / 9	10 / 10.5	9.5 / 10	5 / 5	7 / 6.5
25°C 水洗 4min	11 / 11	10 / 10	9 / 10	7 / 7	7 / 7
50°C 水洗 4 min	11 / 13	10 / 10.5	10 / 9	7 / 7	7.5 / 6

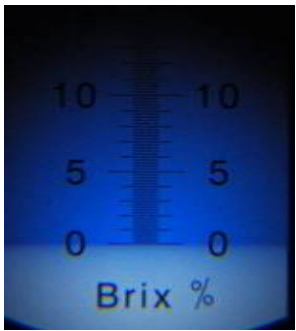
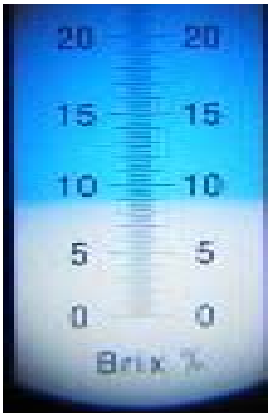

D-2.玉米甜度與時間的變化(每組兩條玉米，每次切下三顆擠汁測甜度)

時間 \ 甜度	現採	3日後	8日後	15日後	22日後
不水洗不加蓋	12.0	12.5	11.5	-----	-----
不水洗加蓋	10.25	10	8.0	8.5	6.5
25°C水洗 2 min	10.25	9.5	8.0	8.5	7.0
50°C水洗 2 min	9.0	10.25	9.75	5.0	6.75
25°C水洗 4min	11.0	10	9.5	7.0	7.0
50°C水洗 4 min	12.0	10.25	9.5	7.0	6.75

D-3.玉米甜度與時間的變化(每組兩條玉米，每次切下三顆擠汁測甜度)




E.番茄與玉米甜度計所顯示的差異

甜度計	原始校正歸零	番茄讀值	玉米讀值
圖示			
界線	明顯	明顯	模糊
說明	將適量的純水滴入甜度計上，蓋上透明塑膠蓋，校正讀值在 0 的位置。	將番茄切開，滴上適量番茄原汁，蓋上透明塑膠蓋，讀值在 8.9 的位置。	將玉米粒撥下，滴上適量汁液，蓋上透明塑膠蓋，讀值約在 8~9 的位置。

(三) 研究發現

1. 測試番茄甜度必須切開擠出汁液，一顆番茄只能測試一次，我們做了多顆番茄的甜度實驗，其實同一批番茄的初始甜度是很接近的，數據得知這批番茄甜度大概在 9~10 之間。25°C 水洗與 50°C 水洗後甜度並沒有很明顯的變化，番茄放多天之後甜度的變化也沒有趨勢。也就是說番茄並不會因為 50°C 水洗甜度增加，**這樣的結果與日本平山一政先生的實驗結果有一些出入(他認為水洗 50°C 後甜度會增加)。**
2. 番茄經過 50°C 水洗之後，不管 2min 或 4min 有些番茄馬上開裂，那是否代表水溫高時番茄內果肉的液體體積會膨脹，番茄表皮無法同步有彈性膨脹，所以 50 水洗後很容易脹破。也就是說聖女番茄皮薄，果肉的水分因為熱脹的緣故容易脹破表皮。得到裂開的結果是不理想的，這樣在後續冷藏存放的過程中也會容易滋生細菌。
2. 由實驗得知放久的番茄會變軟，冷藏時間越久越軟。**第一組不加蓋不水洗的番茄，皺皮與軟化現象最明顯，第二組加蓋不水洗變軟的程度最輕微。50°C 水洗較 25°C 水洗後軟化更為明顯，開裂與腐壞程度以第六組 50°C 水洗 4min 最嚴重。**
3. 玉米的甜度與番茄的甜度最大的差異是番茄的甜度刻度界線非常明顯，一看就確定甜度是多少。玉米的甜度測量界線非常不明顯，所以讀值時可能會因人而有誤差，這一點值得注意。**至於玉米為何界線不明顯，可能是因為澱粉含量的不均勻所致**，我們把剛採的玉米煮熟後擠出汁來測甜度，甜度刻度顯示在 10 的位置很明顯，但生的玉米測甜度界線就很不明顯。
4. 第一組玉米不水洗不加蓋的實驗中，玉米的水分在冷藏過程中因為不加蓋嚴重散失，所以放多天後甜度測得輕微上升的讀值，不代表真正很甜很好吃，反而看到的是乾癟變硬的玉米粒。至於其他組別的玉米甜度值隨時間越久則有下降趨勢。
5. 每組實驗做兩條玉米，我們發現放入冷藏一個月的時間中兩條玉米外觀不一定一致，有的玉米粒表面塌陷，有的表面飽滿，我們推論是因為玉米每條的成熟度不相同，感覺較不成熟的玉米較易產生塌陷。**但如果保鮮盒不加蓋的話，玉米顆粒間縫隙變大，感覺像脫水。**

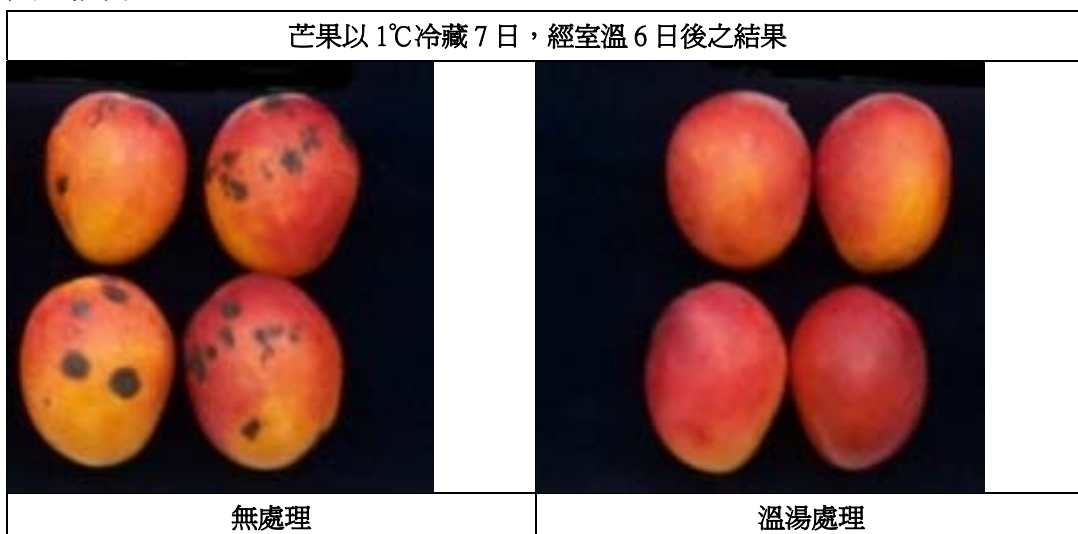
玉米顯微 照相放大圖			
說明	不加蓋久放後，縫隙變大、變乾	表面塌陷的玉米	表面飽滿的玉米

(四) 小結

不管是番茄或者是玉米，水洗 50°C 之後甜度並不會有明顯的增加，這一點跟日本平山先生所說甜度會上升的結果有很大的出入。番茄水洗 50°C 之後，容易發生裂開的情形，所以我們認為聖女小番茄不適合水洗後久放，當然 50°C 水洗可能可以洗去一些細菌，但是**番茄容易裂開，最好 50°C 水洗完馬上食用**。玉米買回來後不建議久放，最好儘早時用。若保存性不當容易乾癟失去汁液。

陸、討論

1. 對蔬果而言，水份的蒸散作用從採收那一刻起會持續不斷地進行，葉子的水分因不當保存過程中會持續地流失，呈現枯萎的狀態。我們實驗結果發現，水洗目的是讓葉子保有水分但要注意不能讓葉面浸水，有一點類似女性保養臉部時，通常是保濕做得好皮膚看起來就水嫩水嫩的，但一直浸在水裡反而讓皮膚無法呼吸，蔬果也是一樣。50°C水洗確實可以殺死細菌，由苦瓜實驗得知 50°C水洗較 25°C水洗不易長菌，讓蔬果外部接觸的細菌量變少，蔬果內部又保有一定的水含量，而且保存在低溫環境中，可以延長保鮮的效果。
2. 對於菜豆切段實驗，經過一段時間後我們明顯看到 50°C水洗後的褐變現象受到抑制，而不水洗及 25°C水洗的褐變較嚴重，這代表褐變跟溫度存在一定的關係，為何 50°C減緩褐變進行呢?我們查了資料發現果肉內含有一種多酚氧化酵素，它是褐變的觸媒，當果肉受到外力造成損傷時，果肉內的多酚類化合物遇到氧氣會氧化，形成褐變。多酚氧化酵素就是果肉褐變的觸媒，如果觸媒沒有發揮作用，那氧化褐變的情況就會受到抑制。我們推論 50°C水洗破壞了由蛋白質組成的多酚氧化酵素，也就是觸媒沒發生作用，抑制了褐變。^[3]
3. 市售豆芽菜與自種豆芽菜水洗後有不同的結果，市售 50°C水洗較好，自種則是 25°C水洗較佳。這個結果我們也很訝異，推論市售豆芽菜在培育過程含有生長激素、漂白劑、抑根劑等藥劑，本來和自種的豆芽菜控制變因就不相同，感覺自種的豆芽菜 50°C水洗後可能因為水洗溫度過高，表面細胞被破壞而傷害豆芽菜的根部，所以保存不理想。至於蒸餾水水洗後比自來水保存效果好。推斷是自來水中所含的化學氯氣或是水中雜質、細菌影響豆芽的發育。
4. 我們做這個實驗時查了網路新聞 50°C水洗，也到網路書店買了平山一政的日文食譜書來參考^[2]，感謝懂日文的志工媽媽進行日文翻譯，讓我們實驗得以順利進行。我們剛開始懷疑 50 水洗的可能性，經由農友告知“溫湯處理”的關鍵名詞，我們也查到了非常寶貴的資料：溫湯處理－芒果炭疽病防治處理。^[9]原來台灣芒果早就有溫湯處理，這跟日本人提倡的 50°C水洗有異曲同工之妙。使用溫湯處理後的果實，無化學藥劑殘留又能有效延緩芒果炭疽病斑出現，拉長儲架壽命。資料說攝氏 49°C 以上即有完全抑制炭疽病的再生長之能力。



5. 溫湯處理後的芒果果實會變得較脆弱而易腐，所以要注意運輸時減少果實碰撞及受傷，也要注意處理場的環境衛生及處理用的熱水及用來冷卻的水質衛生及消毒，處理完的果實儘量以低溫冷藏保鮮。^[9] 這個資料跟我們水洗苦瓜很類似，也得到相近的實驗結果，苦瓜若不水洗不加蓋直接放在冰箱，冰箱內兩天就會發現外觀非常醜又乾癟，我們可以推廣苦瓜要冰箱冷藏前最好進行 50°C 水洗後，再防止水分蒸散。

柒、結論

- (一) 每種蔬果的耐熱溫度與時間不相同，50°C 水洗可以保鮮應該是水分進去植物的細胞內，因為內部保濕與外部殺菌而保存較久，50°C 水洗的時間設計要與蔬果的種類作調整。
- (二) 將裁切後的苦瓜、敏豆、菜豆等水洗後放入冰箱，太多天反而長很多黴菌。所以蔬果保鮮應避免裁切後長期保存。
- (三) 各種水洗保鮮方式並不能降低硝酸鹽含量，只有用 100°C 川燙才能看出效果。
- (四) 如果想要以溫湯處理延長保鮮，選擇乾淨的蒸餾水會較能達到效果。【本實驗過程取用桶裝蒸餾水為沖洗用水。】
- (五) 番茄或玉米並不會因為 50°C 水洗而甜度上升，而且番茄 50°C 水洗後反而容易脹破，增加保存的困難度。
- (六) 蔬果放入冰箱一定要防止水分的散失，如果沒有放在密封盒內密封好，水分會因蔬果與外界接觸而大量流失水分，反而會乾枯掉。所以保存食物應該是防止水分的散失比較重要。

捌、心得感想

當縣內比賽結果我們得到優勝時真是欣喜若狂，但是我們心中依然存有疑問，我們對蔬果的口感沒有做探討，於是我們去訪問提供我們有機玉米作實驗的農友有關玉米鎖住甜度的秘訣。他說玉米要好吃一定要現採馬上煮熟後才會保有玉米的清甜，我們進一步詢問若玉米的量太多吃不完怎麼辦，他教我們把現採玉米水煮後用塑膠袋包好放入冰箱冷凍，想吃時再退冰直接蒸一蒸即可，這樣的甜度跟現採的一樣。千萬不要採了玉米卻不煮，一直冰在冰箱內，那樣的話清甜口感一定會大打折扣。這讓我想起去年在農業博覽會品嚐過煮熟真空包裝的冷藏玉米，食用時真的保留和現採時一樣的鮮甜口感。我們也經過這次實驗學習到自種豆芽菜跟市售的豆芽菜的外觀有明顯的差異，實驗結束後，我們開始鼓勵媽媽自己種豆芽菜，自己種豆芽菜 3 ~ 5 天就可以食用，也不用擔心市售豆芽菜的生長藥劑或漂白藥劑的疑慮。台灣芒果溫湯處理已經發展出一套穩定的專業技術，至於在蔬菜上的運用，我們認為在自家做生菜沙拉時應該先用 50°C 蒸餾水水洗殺死細菌後再進行料理，這樣應該可以吃到更健康衛生的食物。期待將來有機會我們能有更深入的探討，可以提供不論是貯存或是保鮮，或是提高健康、口感及營養的食用價值，這是我們未來持續努力的目標。

玖、參考資料及其他

1. 農業新知及消息：溫湯處理對臺農一號芒果採後炭疽病之防治效果（無日期）。嘉義農業試驗分所。http://www.caes.gov.tw/newknow/mango.htm
2. 平山一政（2012）。50°C洗--鮮度再生！美味up。日本東京都：凸版印刷株式會社。泉篤（2012）。50°C洗--所有事情都會明白了。日本東京都：凸版印刷株式會社。安藤照子（2012）。「50°C洗」、「50°C泡」。日本：主婦の友社。http://www.steaming-cook.com/
3. 褐變反應：科學實驗王 8--基因與遺傳。72~76 頁。三采文化。
4. 豆芽菜。http://www.uho.com.tw/hotnews.asp?aid=32246'
5. 沒「硝」息就是好消息—探討水果、大蒜、茶類對於食物中亞硝酸鹽之去除能力：第 49 屆全國中小學科展作品，農業及生物科技科。
6. 【聊生活】含糖飲料小知識_糖度計介紹甜度計的原理—愛師布落格（幼獅文化公司教學資源布落格）Nov 08 Fri 2013 什麼是甜度?是怎麼測出來的。
http://freshstork.pixnet.net/blog/post/33180850-%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AF%E7%94%9C%E5%BA%A6%EF%BC%9F%E6%98%AF%E6%80%8E%E9%BA%BC%E6%B8%AC%E5%87%BA%E4%BE%86%E7%9A%84%EF%BC%9F
7. 硬度計。http://www.1688.com/cluster/702463764.html
8. 有機玉米：茂盛有機農場提供。
9. 農業新知：溫湯處理-芒果炭疽病防治處理（2002 年 6 月 20 日）。台南區農情月刊第 72 期。
http://book.tndais.gov.tw/Newslett/news72.htm

【評語】 080809

本科展作品主旨是探討蔬菜與水果經過 50°C 水洗後，對於延長保鮮效果之研究，學生能具體的把課堂中學習的知識融入到實際生活中進行科學研究。

建議在結果的討論中，避免將原因歸咎於殺死較多的細菌，因為科展作品內無此部分的研究結果足以佐證。