中華民國第54屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組　生物科

030303

轉生術 「青」春不老策略

－探討使蔬菜回鮮的方法及原理

學校名稱：新北市立義學國民中學

作者：	指導老師：
國二 王奕惟 國二 張珈銘 國二 林彥勳	陳又君 洪寬亮

關鍵詞：回鮮角度、果膠、親水性

摘要

研究探討如何使蔬菜由失水狀態回鮮，透過自訂量化作法，發現植物回鮮是因葉柄角質層及切口吸水、產生膨壓。此外，細胞壁及維管束鞏固程度也會影響。改變溶液成分、溫度及浸泡時間，發現這些因子會影響果酸的親水性，造成不同回鮮效果。醋可使果酸的氫離子解離程度降低，穩定果膠羧基，提高親水性；糖可保水，但必須考慮糖、酸與果膠的含量；一價、二價陽離子會破壞氫鍵、軟化果膠，不利吸水。比較各秘方，發現噴 2%醋溶液即可回鮮、若在室溫以醋水浸泡十五分鐘其挺立程度更超越原本新鮮時的狀態。當蔬菜因久置過度失水時，加長浸泡時間即可回鮮。各蔬菜回鮮效果不同，切口、角質層越大回鮮效果越佳，但蒸散也快，需以夾鏈袋放於冰箱保存。

壹、 研究動機

每每看到放置在廚房角落的蔬菜，若不小心忘記其存在，便變得不新鮮而癱軟，最終只能淪為廚餘，十分浪費食物，於是想找出作法使放置過久的蔬菜變回原本新鮮的樣貌。

網路上流傳了許多使枯萎蔬菜變新鮮的妙方，只要將蔬菜放進這些配方裡，便可回復到像剛摘採下來的蔬菜般新鮮翠綠。我們很好奇，那些配方真的有效嗎？為何這些配方可將不新鮮的蔬菜變回原本那樣的翠綠？這些配方不盡相同，我們想要探討這些配方作用的原理，並且研發出最佳的回鮮祕方。

貳、 研究目的

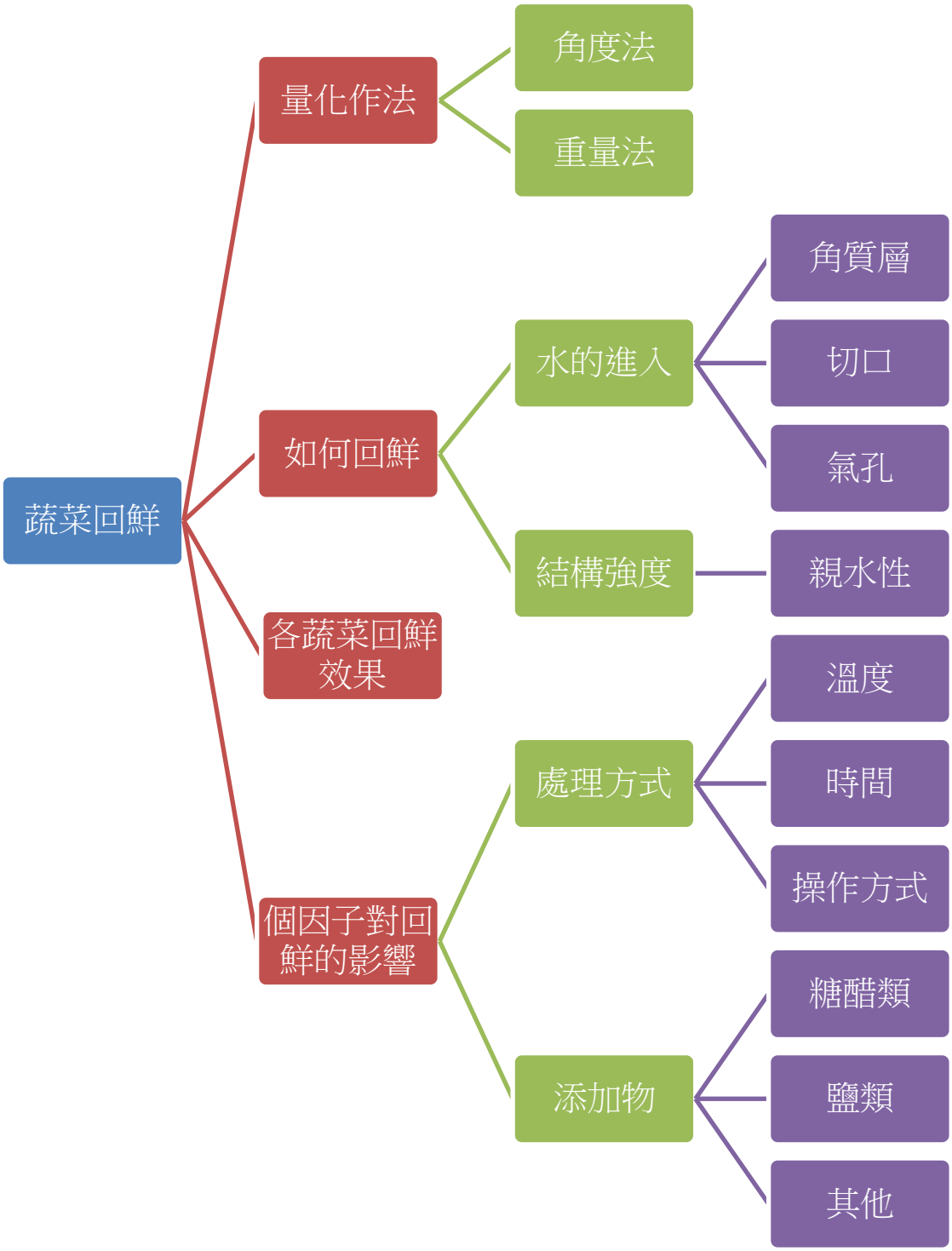
一、 研發評估回鮮能力的作法

二、 探討失水的葉片能再回鮮的原因

三、 比較各坊間秘方對回鮮的效果

四、 比較各種蔬菜回鮮的能力

五、 噴水對蔬菜回鮮的影響


蔬菜回鮮
量化作法
角度法
重量法
如何回鮮
水的進入
角質層
切口
氣孔
結構強度
親水性
各蔬菜回鮮效果
個因子對回鮮的影響
處理方式
溫度
時間
操作方式
添加物
糖醋類
鹽類
其他

圖一、科展大綱組織圖

參、 研究設備及器材

一、 研究器材：

（一）器材：電子秤、電磁爐、低溫循環水槽 SBL-210、烘箱 DO-60、顯微鏡 Hamlet；相機 DX-FC100

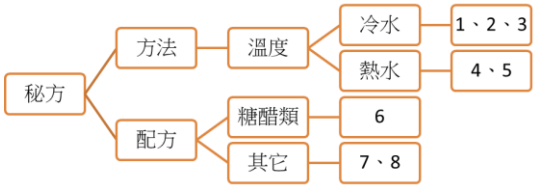
（二）藥品：糖、醋、鹽、氯化鈣、氯化鎂

（三）使用蔬菜：青江菜、地瓜葉、水白菜、菠菜

肆、 研究作法及結果

一、 文獻探討

(一)坊間秘方比較：歸納秘方如下



圖二、坊間秘方組織圖

表一、各秘方分類表

		坊間秘方	適用對象	步驟	資料來源
作法	溫度	1.冷水	大部分蔬菜	將根部朝下泡入冷水中 3-4 小時即可	參考文獻八
		2.冷水	芹菜、紅蘿蔔、生菜	將蔬菜泡入冷水中一小時即可	參考文獻五
		3.冷水	大部分蔬菜	將蔬菜泡入加冰塊的水中 15 分鐘以上即可	參考文獻九
		4.熱水	大部分蔬菜	將蔬菜泡入 50 度的熱水 1-2 分鐘即可	參考文獻四
		5.溫水加冷藏	大部分蔬菜	將蔬菜泡入溫水中冷藏 30 分鐘後，把水倒掉再放入冰箱。	參考文獻十
配方	糖醋	6.熱糖醋水加冷水	大部分蔬菜	將蔬菜泡進加了少量醋和兩塊方糖的溶液中，用熱水沖一下，立即再用冷水回沖。	參考文獻三
	其他	7.醋鹽水	大部分蔬菜	將蔬菜泡入 2.5 公升加 2 克鹽、2 克醋的水 20 分鐘即可。	參考文獻七
		8.醋鹽水	大部分蔬菜	將蔬菜泡入加一湯匙的鹽和醋即可	參考文獻十

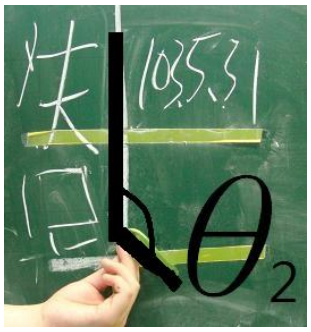
二、 研發評估回鮮能力的作法

（一）以角度評估回鮮能力

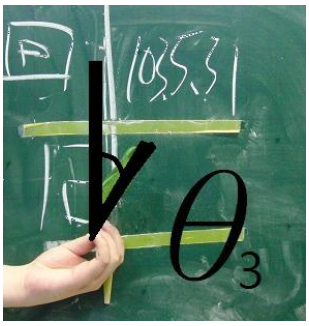
蔬菜失水後，會自然下垂，而回鮮後又會挺直，因此可以角度的改變評估，但每片葉子的失水情況不同，必須比較每片葉子，失水的角度變化和回鮮後的角度變化，才能評估該片葉子的回鮮能力

1. 將新鮮葉片的葉柄放進試管中，使其對齊黑板的鉛錘線，測量鉛錘線及試管中葉柄處和葉片頂點連線之夾角(稱$\theta 1$)
2. 葉子失水後測量其夾角(稱$\theta 2$)，$\theta 2$減$\theta 1$即為回鮮潛力
3. 回鮮後再測量一次夾角(稱$\theta 3$)
4. 回鮮角度(%)=($\theta 2-\theta 3$)/($\theta 2-\theta 1$)*100

圖三、新鮮



圖四、失水



圖五、回鮮

（二）以重量評估回鮮能力

蔬菜失水後會因水分蒸發而在重量上有所差異，回鮮後又會因吸水而變重，因此可用重量的改變評估回鮮，但每片葉子的失水情況不同，需比較失水的重量變化和回鮮後的重量變化，才能評估該片葉子的回鮮能力

1. 測量蔬菜新鮮時的重量(稱W1)，
2. 葉子失水後測量其重量（稱W2），W2減W1即為回鮮潛力
3. 回鮮後再測量一次重量(稱W3)
4. 回鮮重量(%)=(W2-W3)/(W2-W1)*100

討論

實驗先證實葉片可以回鮮，主要是因為吸水，吸水會造成膨壓的改變，使植物挺立，也使得葉片重量增加，這些特徵，可以用量化評估回鮮的程度。研究發現若以角度來評估可看出軟化程度，但是若葉梗被折到即無法呈現回鮮效果；若以重量評估，可看出吸水程度，但擦不乾或擦太乾及葉梗空心內的水無法擦乾等問題可能影響研究結果。又因為回鮮感覺以觀感為主，所以選擇回鮮較度為主要量化作法。

（三）控制實驗前的失水狀態

若將蔬菜葉片置於室溫使其自然失水，則每片葉子的失水程度將因自然因素，如天氣、氣溫、濕度影響而有所差異，進而造成實驗誤差。因此採用烘箱進行失水，使各葉片失水程度一致。其做法為將葉片放入攝氏 50 度的烘箱中，使其失水 10 分鐘，再進行實驗。

三、 探討失水的葉片能再回鮮的原因

前言

若葉片能夠回鮮的原因是因為秘方溶液藉由葉片某部分進入葉片內部，接著秘方再造成其內部構造產生改變，產生蔬菜回鮮的現象，則回鮮原理需探討的部分有：秘方溶液是否藉由破壞葉子造成回鮮現象、秘方是否改變水原本的入口、秘方如何使葉子回鮮、秘方溶液藉何處進入葉子內部產生回鮮的效果。由於此實驗主要探討葉子回鮮原理，故先以「浸泡自來水」為回鮮秘方，進行實驗。

（一）探討秘方溶液是否破壞葉子

前言

葉子在經秘方回鮮處理時，由於處於較為高溫的環境，因此可能會破壞葉子，推論若葉子被秘方破壞，則其防水性及保水性會減弱，增加葉子的蒸散量，而改變葉子原本可能的入水途徑，所以藉由蒸散實驗，可探討秘方溶液是否改變水的入口。

作法

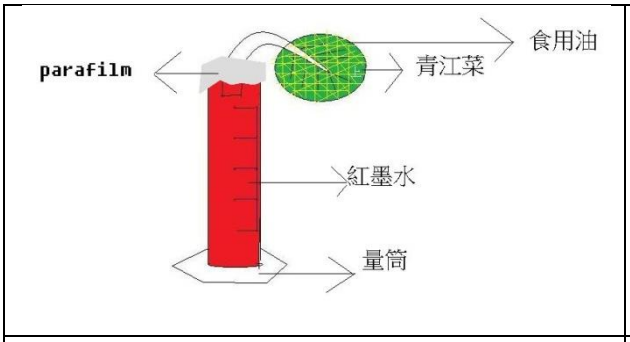
1. 取十二片葉子，分成四個組別：A.進行回鮮處理並觀察上表皮蒸散現象、B.沒有進行回鮮處理觀察上表皮蒸散現象、C.進行回鮮處理觀察整片葉子蒸散現象、D.沒有進行回鮮處理觀察整片葉片蒸散現象。
2. 只讓上表皮蒸散的作法為將其葉背部份塗上食用油以封住氣孔，用食用油的原因為

其重量較輕，且對葉子的破壞力較小。

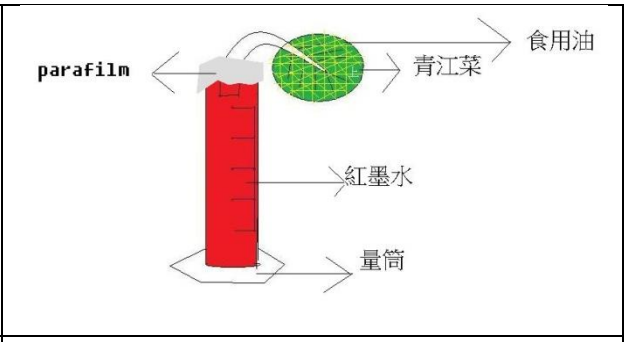
3. 將裝滿水的量筒秤重，把葉子放入後以 parafilm 封住量筒洞口，以避免水從量筒洞口蒸發，造成實驗誤差。

4. 讓此裝置自然蒸散二十四小時後，再測量量筒加水的重量，比較蒸散前後的差異。

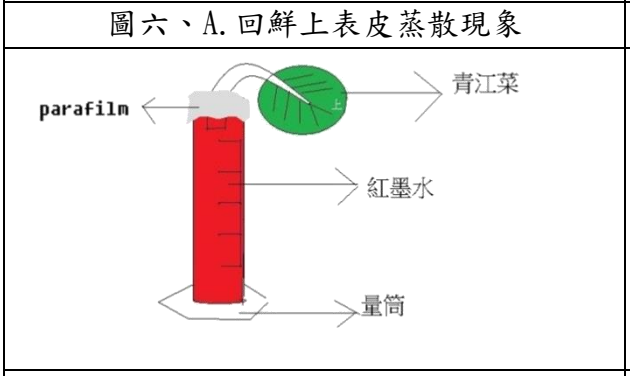
結果



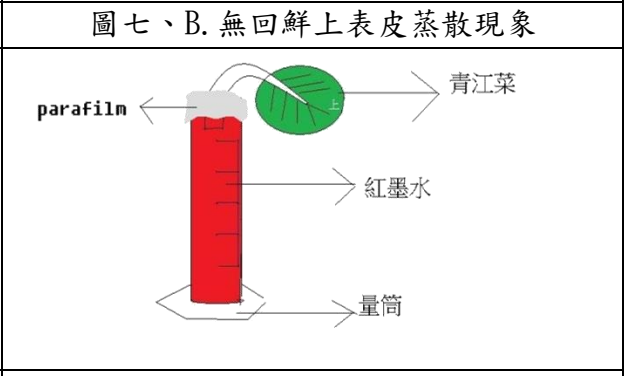
圖六、A. 回鮮上表皮蒸散現象



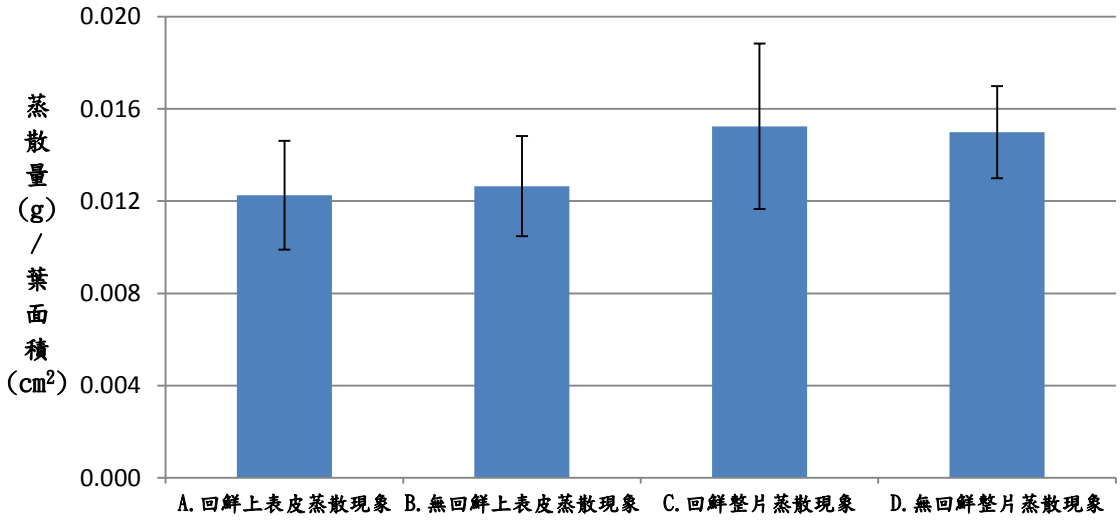
圖七、B. 無回鮮上表皮蒸散現象



圖八、C. 回鮮整片蒸散現象



圖九、D. 無回鮮整片蒸散現象



圖十、以蒸散量探討秘方是否破壞葉片

從 A 組及 B 組或 C 組及 D 組的比較中，可以發現回鮮處理並不會影響葉子的蒸散，得知祕方處理不會破壞葉子，造成水進入葉子的路徑改變。

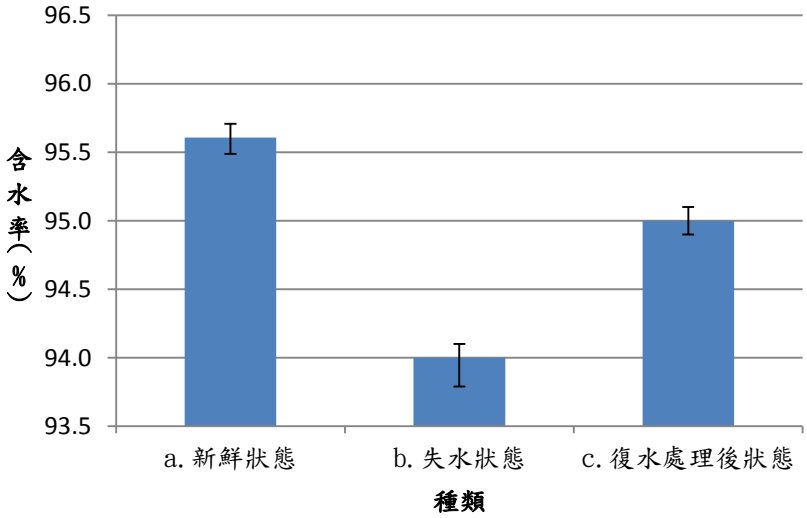
（二）探討秘方溶液如何使葉子產生回鮮的效果

秘方溶液能使葉子回鮮可能是因為葉子吸收了秘方溶液，進而改變其內部構造，故先檢測葉子在回鮮處理時是否吸水。

作法

1. 取九片葉子，分成三組，A. 葉片保持新鮮的狀態、B. 葉片進行失水處理、C. 葉片失水後進行回鮮處理，並比較其含水率。
2. 將各組別葉子進行處理後，秤其重量接著用烘箱 200℃烘至乾燥再秤其重量，以含水率公式計算其吸水效果。
3. 含水率公式為：(烘乾前重-烘乾後重)/烘乾前重*100

結果

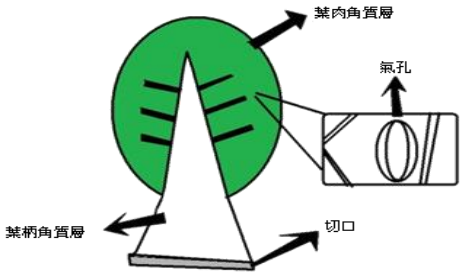


圖十一、葉片各狀態含水率

由此三組比較可得知，回鮮處理確實能使葉子吸水，但卻無法完全吸回其因失水而失去的水分。

（三）探討秘方溶液由何處進入葉子內部產生回鮮的效果

前言



圖十二、秘方溶液可能進入葉子的途徑

推測秘方溶液可能進入葉子的入口為角質層、氣孔、維管束。

1. 驗證秘方溶液是否由氣孔進入：

前言

根據平山一政(2014、參考文獻四)，蔬菜之所以會變得乾癟，是因為其細胞漸漸失去了水分，若將其泡入溫水中，則可使其氣孔打開，快速吸收水分，回鮮至剛摘採下來般的新鮮模樣。

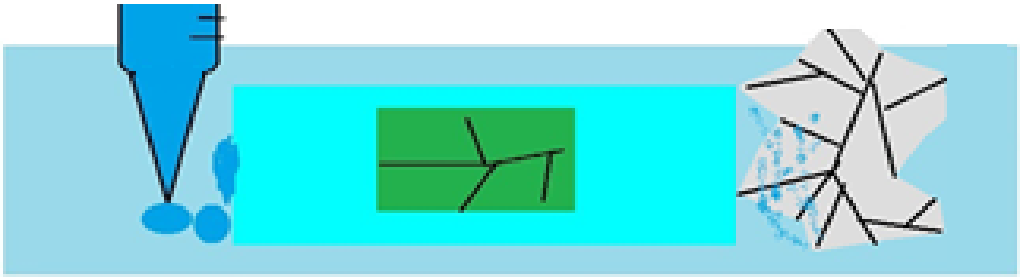
由於每一種植物都具有氣孔，若秘方溶液直接由氣孔進入，則氣孔應會在秘方溶液中開啟，為了解溫水是否使氣孔打開，因此以顯微鏡觀察，比較各種溫度處理對氣孔的影響

作法

(1) 觀察葉子的氣孔分布，並決定由葉子何處進行觀察。

(2) 觀察秘方溶液是否由氣孔進入

(3) 取六片葉子，分成六組，A.葉片在室溫下，觀察氣孔的開闔情形，另有五組葉片B.~F.分別泡在攝氏10~50度的水中，10度為一個組別，觀察氣孔的開闔情形。觀察時標本一邊用滴管滴入指定溫度的水(以水浴槽控制)，一邊以衛生紙吸出，以達到標本恆溫效果，並邊觀察邊提升溫度，直至所有組別完成，並進行比較。



圖十三、顯微鏡觀察葉子氣孔的標本

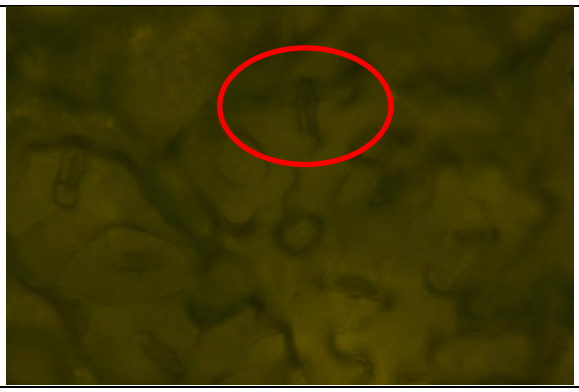
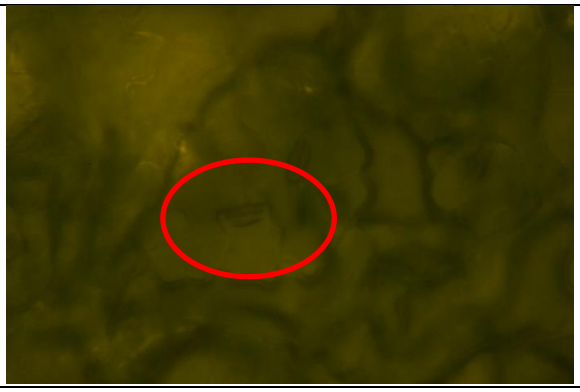
結果

(1) 觀察氣孔分布

發現青江菜上下表皮皆有氣孔，但下表皮氣孔較多，故以下表皮進行觀察。

(2) 觀察秘方溶液是否由氣孔進入

表二、比較各種溫度氣孔的開閉情形

A. 室溫氣孔	B. 10℃處理下表皮
	
C. 20℃處理下表皮	D. 30℃處理下表皮
	
E. 40℃處理下表皮	F. 50℃處理下表皮

A. 由此上表可得知，B.~F.組葉片的氣孔並未開啟，但A.組的葉片氣孔卻是開啟的，因此得知，氣孔並非秘方溶液進入葉子的入口。

B. 根據平山一政(2014、參考文獻四)所言，將蔬菜泡入五十度的熱水中，會使其氣孔開啟並吸收水分，令蔬菜恢復新鮮。藉由實驗結果得知，氣孔在有水的環境下無法開啟，發現其結果與本實驗不符。

2. 驗證秘方溶液是否由角質層進入：

前言

由於證明氣孔並非秘方溶液進入葉子內部的入口，因此進行角質層實驗時，可排除由氣孔吸收秘方溶液的疑慮，究形態觀察，可將角質層分為A.葉柄角質層及B.葉肉角質層。

藉由比較吸水的多寡，可得知哪一部份的角質層具有入水的效果，而吸水的多寡以「吸水率」進行量化。「吸水率」的定義為葉子吸水後重量的改變量除以原本滴水的重量並換算成百分比。

圖十四、葉柄角質層及葉肉角質層的示意圖

作法

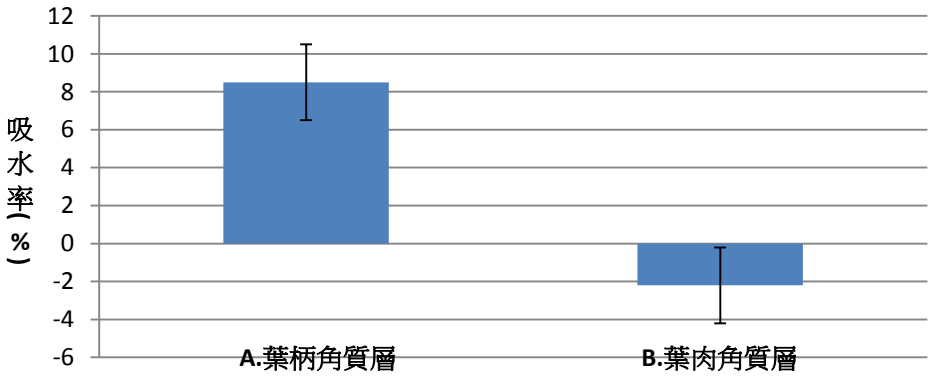
(1) 取六組葉片，分成兩組，A.觀察葉柄角質層的吸水率、B.觀察葉肉角質層的吸水率並測其重量分別以滴管滴一滴水在綠色角質層及葉柄角質層上

(2) 三十分鐘後將水擦乾，測葉子的重量，比較前後差，進而計算其吸水率

圖十五、A. 葉柄角質層吸水率

圖十六、B. 葉肉角質層吸水率

結果



圖十七、比較葉柄及葉肉角質層的吸水率

由此圖表可得知，葉柄角質層具有吸水的能力，且吸收的量很大，而葉肉角質層則無吸水的能力，估計其吸水率降低是因為葉內水分自然蒸散。

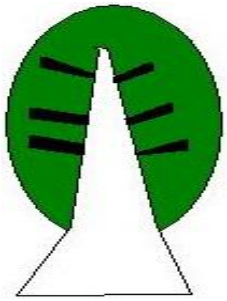
3. 驗證秘方溶液是否由切口進入

前言

葉子切下時，會產生切口，於是推測秘方溶液也有可能從此處進入葉片中，造成回鮮的現象。實驗設計以無做任何處理作為對照組、以堵塞葉子切口以外部分作為對照組，觀察其回鮮效果，以驗證秘方溶液是否由切口進入葉子。

作法

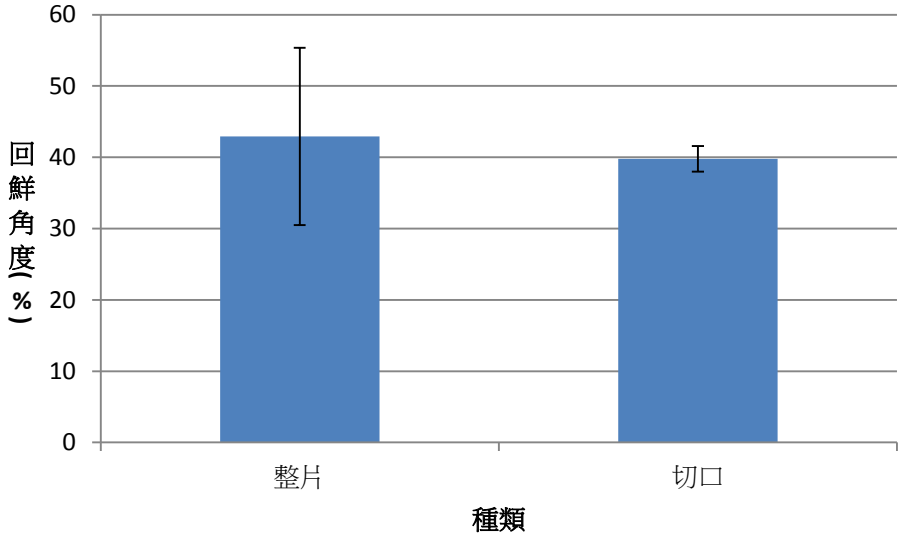
取六片葉子，分成兩組，A. 整片進行回鮮，B. 以加熱至 35℃的凡士林塗抹葉肉角質層及葉柄角質層後進行回鮮，回鮮作法為將葉子浸泡室溫水 15 分鐘，並檢測兩組的回鮮角度(%)。



圖十八、A.整片葉子回鮮

圖十九、B.切口部分回鮮

結果



圖二十、瞭解切口對回鮮的影響

由以上實驗比較可得知，整片葉子的回鮮效果較佳，但切口仍有回鮮效果。

討論

吸水是造成回鮮的主因，那葉子結構如何影響呢?葉子浸泡在溶液中，水可能由葉肉或葉柄角質層隙縫、葉柄切口或是氣孔進入，實驗發現水分最主要由葉柄切口和角質層進入。平山一政教授研究發現，用 50 度水洗後，蔬果的表面氣孔就會張開，且一口氣吸飽水份，會使蔬果潤澤。在複式顯微鏡下，滴入 10-50 度的水，持續觀察氣孔變化，氣孔都未曾開啟，因此認為水不可能從氣孔進入，導致蔬菜回鮮。

4. 比較葉柄角質層及切口的回鮮能力

前言

由以上實驗結果得知，秘方溶液進入葉子的入口為葉柄角質層及切口，因此想了解角質層及切口，是否會影響回鮮效果，所以比較整片葉子、切口、以及角質層部分的回鮮效果，以得知蔬菜各部位回鮮能力。但以單一時間觀察各部位並無法得知真實回鮮效果，因此實驗以連續時間觀察其變化。

作法

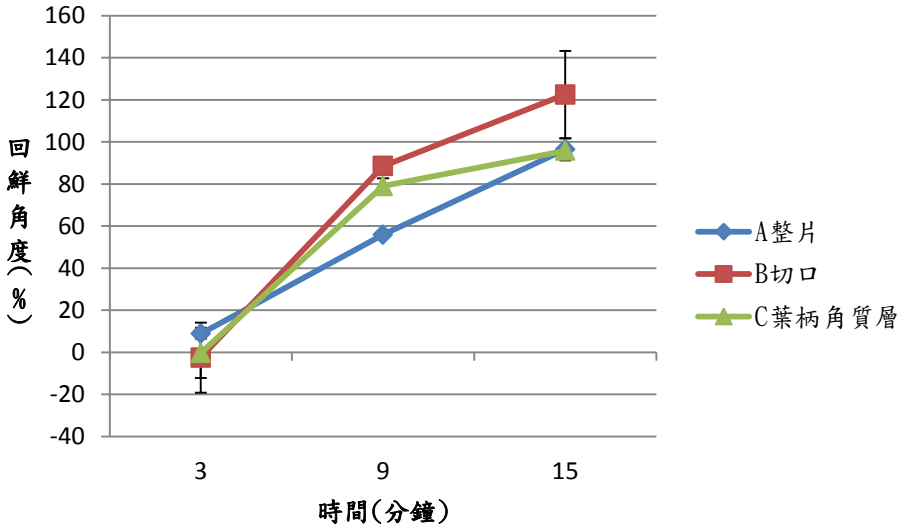
(1) 取九片葉子，其面積平均為 97.246cm^2，分三組，A 組葉子直接進行回鮮；B 組葉子以凡士林塗抹切口以外部份後進行回鮮；C 組以凡士林塗抹切口後進行回鮮；回鮮作法為以清水浸泡葉子 15 分鐘。

(2) 測量角度後比較其回鮮效果

(3) 重複以上實驗取 9 片葉子，其面積平均為 67.175cm^2

結果

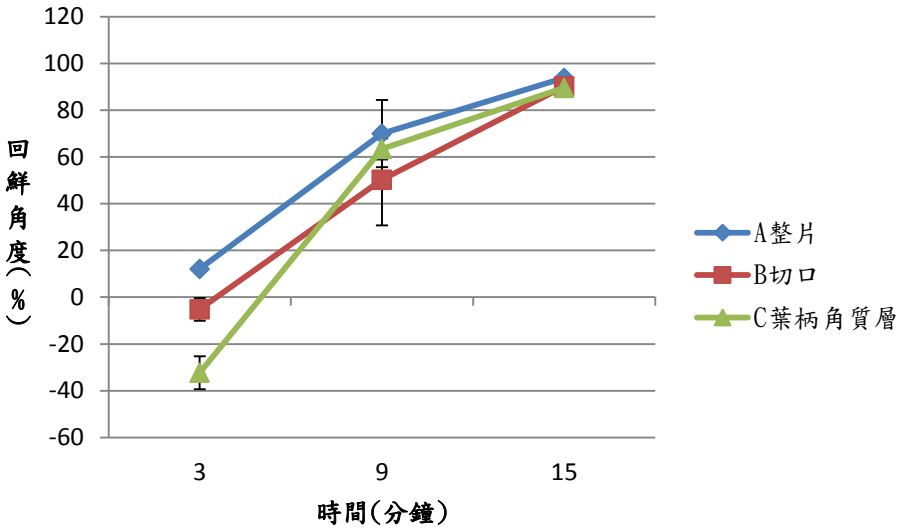
(1) 比較大葉片切口及角質層對吸水的影響



圖二十一、比較大葉片的切口以及葉柄角質層對回鮮的影響

實驗結果發現切口對回鮮的影響較大。

(2) 比較小葉片切口及角質層對吸水的影響



圖二十二、比較小葉片的切口以及葉柄角質層對回鮮的影響

由實驗結果發現切口對回鮮的影響較大。

5. 各部位大小對回鮮的影響

前言

由以上結果可知，切口對回鮮的影響較大，於是想了解不同面積及長度的各部位對回鮮是否有所影響，所以觀察各部位不同大小對回鮮的影響。

作法

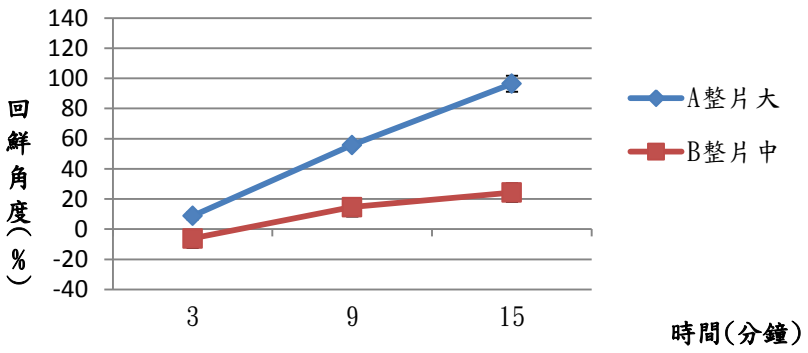
(1) 取六片葉子，分成兩組，A 組較大，B 組較小，分別測量其葉片、葉柄角質層的面積及切口的長度。

(2) 測量角度後比較其回鮮效果

結果

(1) 葉子大小對回鮮的影響

部位	面積(cm^2)
整片大	97.2
整片小	67.2

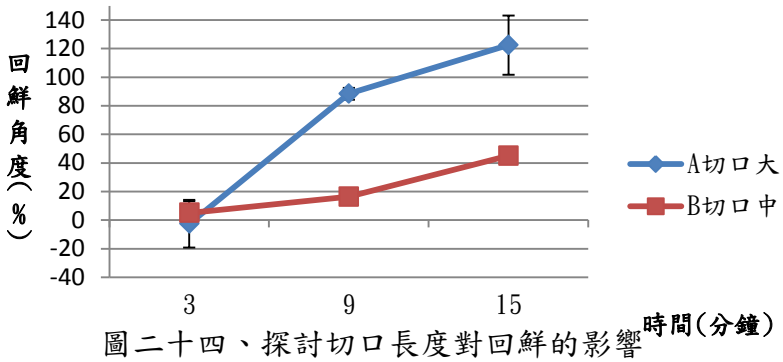


圖二十三、探討葉面積對回鮮的影響

研究結果發現葉片面積越大回鮮效果越好。

(2) 切口大小對回鮮的影響

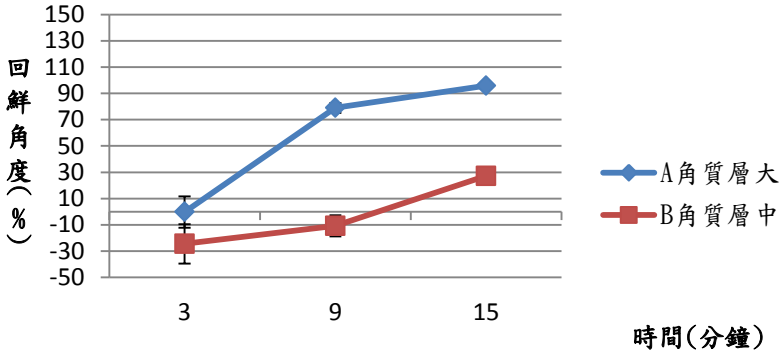
部位	長度(cm)
切口大	3.5
切口小	2.3



圖二十四、探討切口長度對回鮮的影響

研究結果發現切口面積越大回鮮效果越好。

部位	面積(cm^2)
葉柄角質層大	10.5
葉柄角質層小	8.8



圖二十五、探討角質層面積對回鮮的影響

研究結果發現葉柄角質層面積越大回鮮效果越好。

討論

切口的回鮮能力較佳是因切口進水，水會由維管束較平均的進入葉片各部位，而從葉柄角質層進入只有部分位置吸到水。

大片葉片的回鮮效果較好是因切口長度較長和葉柄角質層面積較大，吸水較多所造成；長度較長的切口吸水較多回鮮效果也較好，但在過程中，因葉片每個位子的吸水量不均，導致葉片重心不定，進而影響回鮮角度，以致浸泡 12 分鐘時回鮮角度有下降的現象。

四、 了解過度失水對回鮮的影響

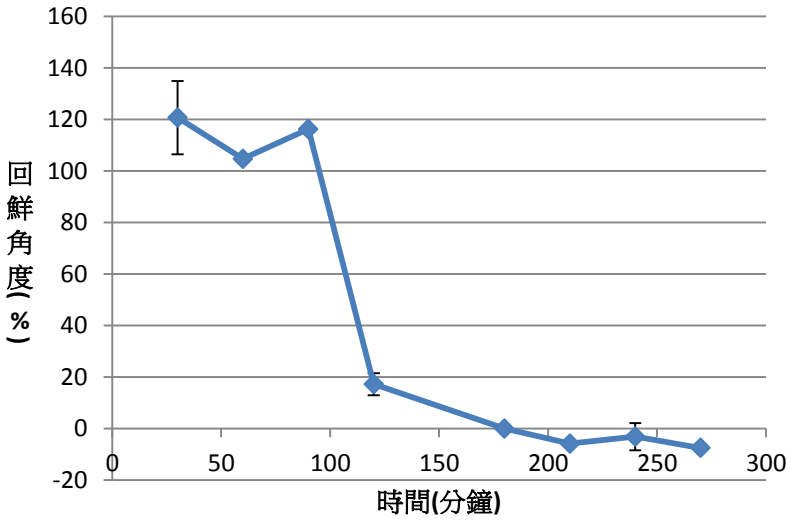
（一）葉子失水時間與回鮮的關係

前言

在偶然的一次實驗當中，發現失水過久的蔬菜，浸泡十分鐘後無法達成回鮮效果，於是想了解是否蔬菜失水到了一定的程度，就無法以一般的回鮮祕方達到回鮮效果。

作法

取而二十四片葉子，分成八組，在攝氏 30 度下將不同組別的葉子失水，回鮮十分鐘後，拍照觀察其回鮮效果。



圖二十六、探討失水時間對葉片回鮮的影響

結果

發現失水 100 內的蔬菜，仍可以產生不錯的回鮮效果，失水超過 100 分鐘時，以「清水回鮮 10 分鐘」此回鮮秘方處理便沒有回鮮效果。

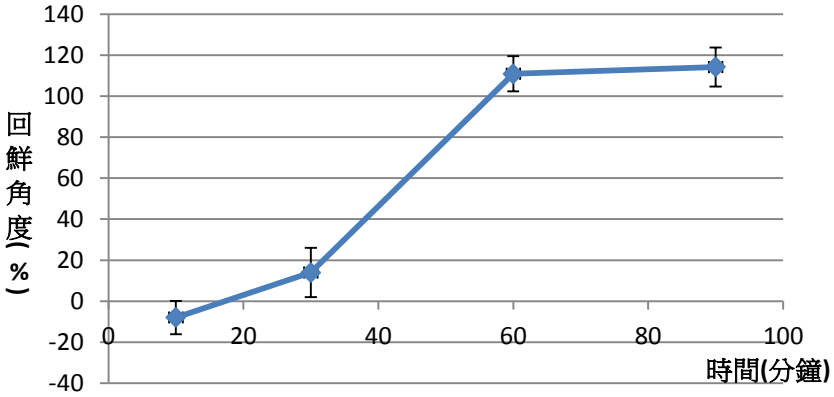
（二）過度失水的葉子如何回鮮

前言

過度失水的葉子無法以一班的回鮮秘方回鮮，因此想探討過度失水的葉子是否能隨著浸泡秘方的時間變長而回鮮。

作法

將過度失水的蔬菜(失水超過 100 分鐘)，浸泡不同時間後拍照觀察其回鮮效果。



圖二十七、探討浸泡時間對回鮮的影響

結果

蔬菜會隨著浸泡時間增加而效果越來越好，但浸泡 60 分鐘時便達回鮮上限。

討論

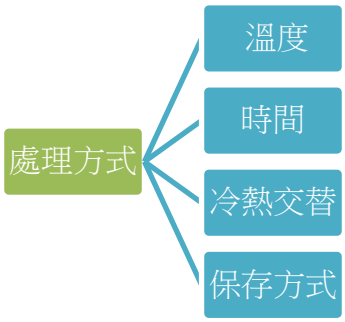
葉子失水後的放置時間若控制在一定的範圍內，則仍可以產生回鮮效果；而失水後放置的時間過長回鮮效果不佳，是因葉子失去太多水分，必須要更多時間來吸收水分。

實驗結果可知時間增加回鮮效果越好，是因過度失水的葉片需要更多的時間來吸收水分。

五、 了解各因子對回鮮效果的影響

前言

接著探討網路上的各配方是如何回鮮的，經由整理後發現回鮮祕方是由處理方式和添加物所組成，



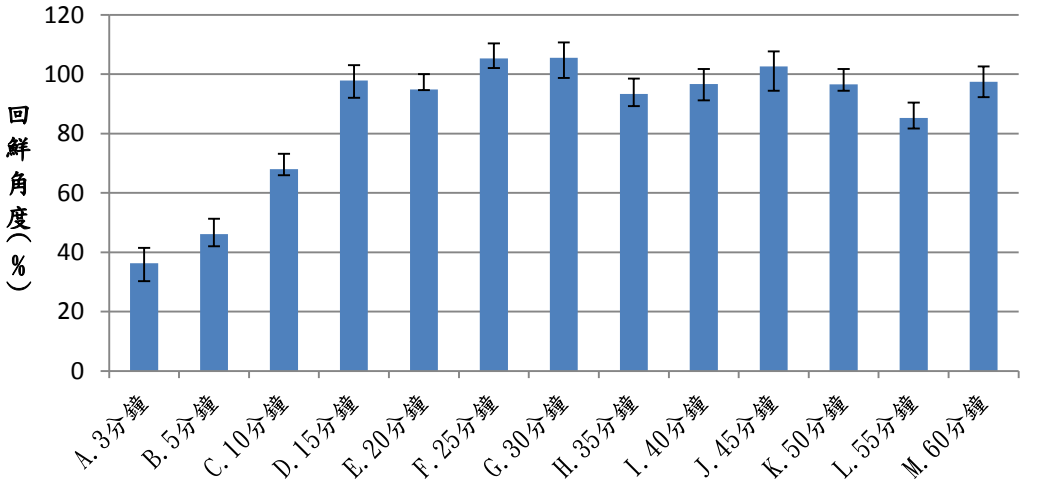
處理方式又包含時間、溫度、冷熱交替及保存作法所組成。

(一) 不同時間對葉片回鮮的效果

作法

取 39 片葉片，將葉片分成十三組，分別浸泡於室溫清水中，進行 A.三分鐘、B.五分鐘、C.十分鐘~M.六十分鐘的回鮮，並測量其回鮮角度(%)

結果



圖二十八、探討浸泡時間對回鮮的影響

研究結果發現，進行十五分鐘以上的回鮮效果皆佳，十五分鐘前則是時間越長效果越佳。

討論

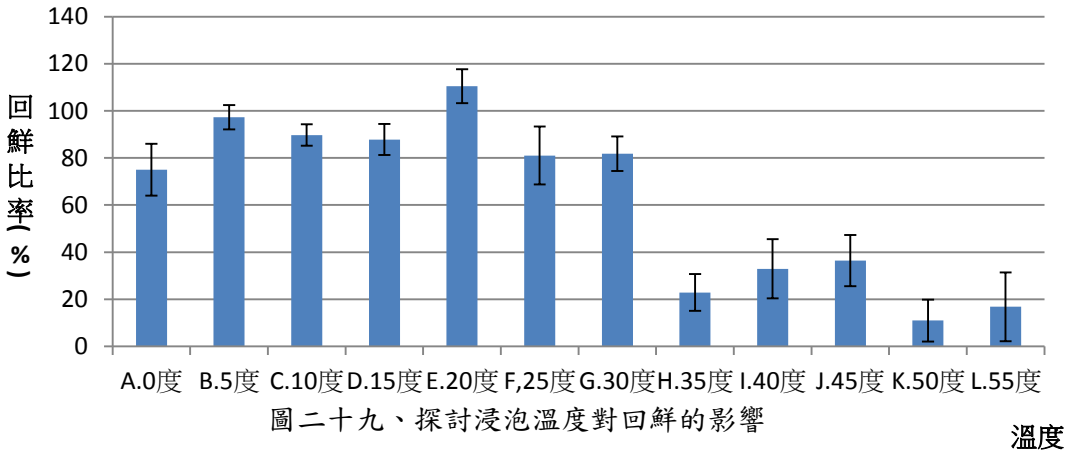
推測回鮮十五分鐘以上其回鮮效果一致，是因為回鮮十五分鐘即達到葉片之最大回鮮效果，若浸泡時間超過十五分鐘(例如；一小時)，縱使較十五分鐘長，但其回鮮效果並沒有較佳的改變。

(二) 不同溫度對葉片回鮮效果

作法

取 36 片葉片，將葉片分成十二組，分別浸泡於清水中，進行 A.0℃、B.5℃、C.10℃~L..55℃的回鮮，並測量其回鮮角度(%)

結果



圖二十九、探討浸泡溫度對回鮮的影響

研究結果發現， 0~30 度是有不錯的回鮮效果，但 35 度以上回鮮效果卻明顯下降，其中 20 度回鮮效果最佳。

討論

不同溫度的組別因為有吸水所以都有回鮮效果，但 30 度以上的溫度會軟化纖維質，造成回鮮效果不佳。

(三) 處理方式對回鮮效果的影響

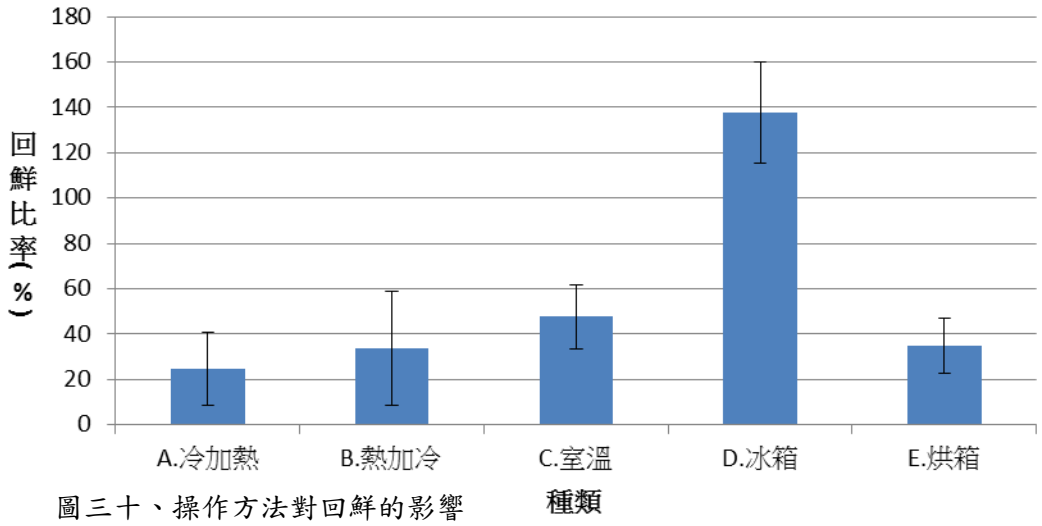
前言

了解了水溫及時間對回鮮效果的影響，接者要檢測冷熱交替及保存方式對回鮮的影響，其中冷熱交替的冷水是以攝氏 10 度之清水，熱則以攝氏 30 度之清水。

作法

取十五片葉片，分成五組，分別將葉片分成 A.冷(7.5 分鐘)+熱(7.5 分鐘)、B.熱+冷、C.回鮮十五分鐘後保存於室溫(一小時)、D. 回鮮十五分鐘後保存於冰箱、E. 回鮮十五分鐘後保存於攝氏 50 度的烘箱。

結果



圖三十、操作方法對回鮮的影響

在此實驗結果看來，冷熱交替並不會較單獨以同一個水溫回鮮的效果來的好；而在回鮮後的保存地方顯示應儲存於較冷的環境中。

討論

研究發現以模擬室溫的水、處理十五分鐘以上效果都差不多。根據此實驗結果，與 Kathy(2012、參考文獻五)以冷水一小時的回鮮作法不合。

溶液溫度與毛細現象水位高度成正比，因此水溫提高可提升水進入維管束的效果，所以熱水比冷水回鮮效果佳。

（一）不同添加物的回鮮效果

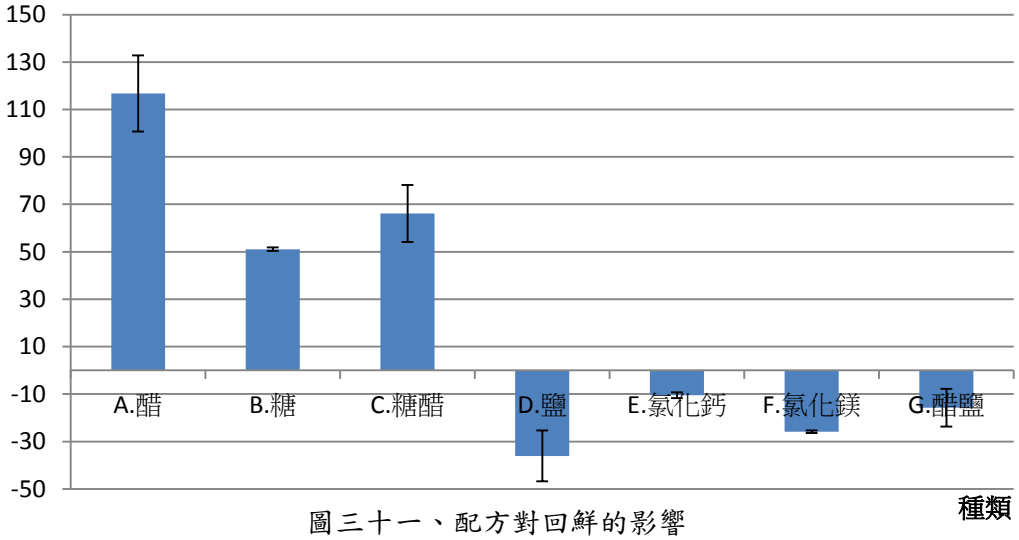
前言

雖然在上述的最佳回鮮溫度中，是以在攝氏 20 度有最佳回鮮效果，但是顧慮到配置攝氏 20 度的溶液有困難性，因此以下的實驗是以攝氏 30 度(室溫水)的水個別加入 1%的添加物，浸泡 15 分鐘，並與水做比較，觀察各種添加物對回鮮的影響。

作法

取 21 片葉片，分成七組，分別將此七組浸泡於 A.醋水、B.糖水、C.糖醋水、D.鹽水、E.氯化鈣、F.氯化鎂、G.醋鹽水中各十五分鐘。

結果



圖三十一、配方對回鮮的影響

經由實驗後發現，以糖醋類(醋、糖、糖醋)的回鮮效果最佳，其中又以醋的回鮮效果最佳；鹽類(氯化鈉、氯化鈣、氯化鎂)的回鮮效果普遍不佳，而各加入 1%醋與鹽的醋鹽回鮮效果不佳。在此實驗中，也得知最佳添加物為醋。

（二）醋濃度對回鮮的影響

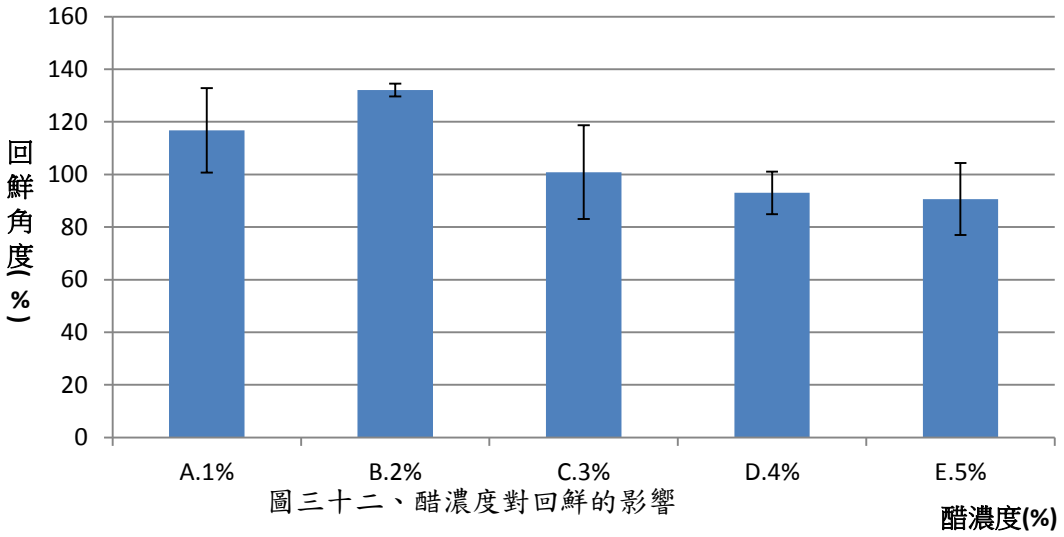
前言

經由添加物的實驗後，發現是以醋為最佳添加物，因此本實驗想繼續探討，到底多少濃度的醋會產生最佳回鮮效果。

作法

取 15 片葉片，分成五組，分別為 A. 醋 1%、B. 醋 2%、C. 醋 3%、D. 醋 4%、E. 醋 5%水溶液中浸泡十五分鐘。

結果

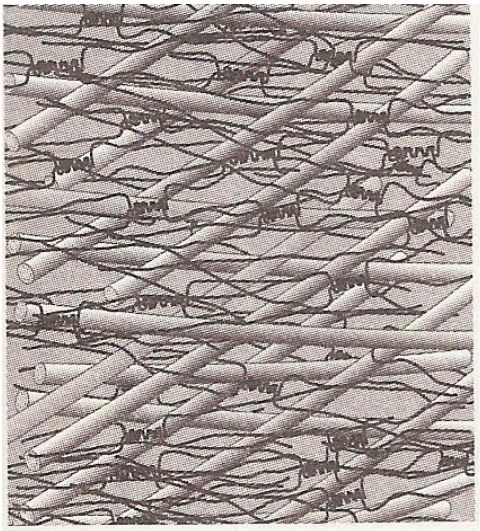


圖三十二、醋濃度對回鮮的影響

經由實驗後發現，以 2%的醋水可產生最佳回鮮效果。並且得出最佳回鮮秘方為；2%的醋水浸泡於室溫水(攝氏 30 度)中 15 分鐘以上。

討論

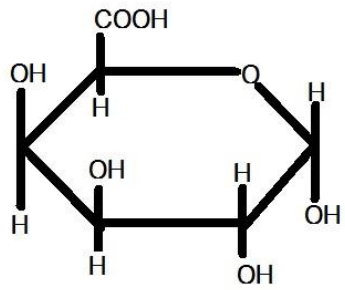
細胞壁由纖維素和半纖維素組成，半纖維素由果膠、糖組成(如圖)，各溶液的配方和會影響細胞壁的堅硬程度。溶液的溫度及其中的所含的酸、糖、離子會影響果酸分子間的連結能力，導致細胞壁堅硬度的改變，進而使蔬菜回鮮。以下一一探討各秘方對蔬菜的影響。



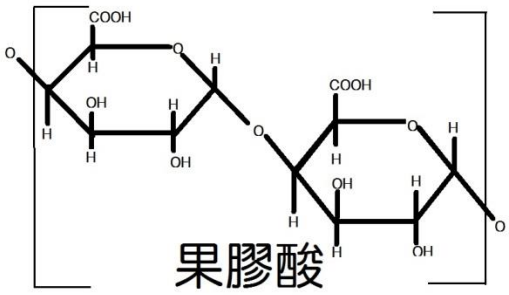
圖三十三、果膠分子纏繞在纖維結構上的情形(取自哈洛德．馬基、參考文獻二)

1. 醋對回鮮的影響

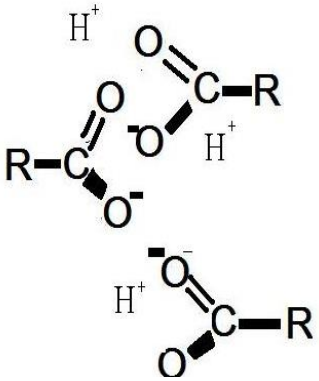
醋之所以能夠回鮮，可能是因為其降低果膠分子的解離程度，使其親水性增加，進而保水。果膠分子在酸的環境中會增加親水性，形成良好的保水效果，因而產生最佳的回鮮效果。而 2%的醋回鮮效果最佳是因為其酸性適中，可降低果膠分子的解離程度又不會使果膠水解，造成最佳的回鮮效果。



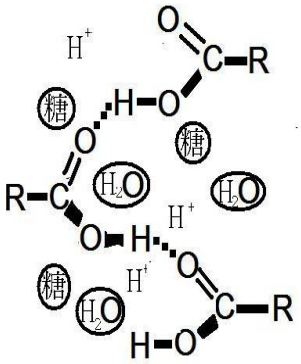
圖三十四、此為果膠酸單體-半乳醣醛酸



圖三十五、此為果膠酸單體形成聚合物時的情形



圖三十六、葉片中的果膠酸在水中解離，因此帶負電而彼此互相排斥。



圖三十七、葉片中的果膠酸在醋、糖水溶液中反應，使果膠解離情形遭到抑制

2. 糖對回鮮的影響

研究發現糖是所有組別中回鮮效果第三的組別。

糖之所以夠回鮮，是因為糖類物質能保持由氫鍵形成的果膠之凝膠結構，並充當該結構的保水劑，使得糖能不使水分流失。但回鮮效果較差的原因可能是因細胞內溶液與糖水相比濃度較低，因此水由細胞內流失，使植物軟化，且若溶液並非酸性，果膠分子仍易解離而互相排斥，降低親水性，故保水力不彰。

3. 糖醋對回鮮的影響

研究發現糖醋回鮮效果僅次於醋。

根據研究結果，生活小百科(2013、參考文獻三)的祕方其中糖醋條配比例的做法，由於無法得知蔬菜果膠含量，因此無法斷定其作法是否合理。

糖醋水結合了糖與醋的作用，但是回鮮效果遠不如糖和醋的個別效果，根據宛兒(2013、參考文獻六)，果膠含量一定時，酸多糖少會產生凝膠作用；果膠少必須糖多才能凝膠。推測是因無法了解蔬菜的果膠含量，進而無法調出最佳的糖醋比例，因而無法產生良好的回鮮效果。

4. 鹽對回鮮的影響

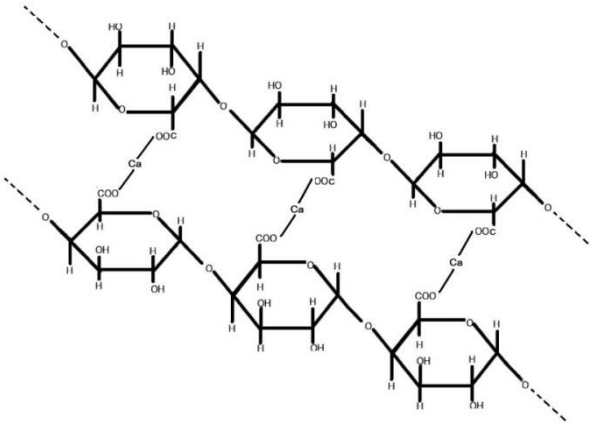
鹽無法產生回鮮效果。

在水中加入一價陽離子會與蔬菜內果膠分子形成果膠鹽類，進而降低果膠分子的親水性，而降低回鮮效果。鈉離子就是一價陽離子，所以加入鹽的回鮮效果都非常的不佳。

5. 氯化鈣對回鮮的影響

氯化鈣的回鮮程度是鹽類中最佳的，卻不比清水佳。

根據施明智(2004、參考文獻二)，二價陽離子可在可溶性果膠的羧基間形成架橋作用，可增加植物中膠層及主細胞壁的作用。但果膠分子架橋卻無法與水產生氫鍵，進而降低其親水性，使回鮮效果不彰。



圖三十八、鈣離子與可溶性果膠架橋取自施明智(2004、參考文獻二)

6. 氯化鎂對回鮮的影響

氯化鎂回鮮效果不比清水佳。

根據施明智(2004、參考文獻二)，氯化鎂所釋出的鎂離子能與可溶性果膠進行架橋。然而果膠分子架橋，會無法與水產生氫鍵，導致親水性降低，回鮮效果不佳。

7. 醋鹽對回鮮的影響

醋鹽水的回鮮效果不佳。根據實驗結果，推測百度知道(2008、參考文獻七)中，加入鹽的做法與本研究結果不符。

醋與鹽，一提升果膠保水性、另一則降低，但兩者結合下的回鮮效果普遍不佳，原因為就算酸性溶液能降低果膠分子氫離子的解離度，但仍會產生果膠鹽類，故保水能力不佳，回鮮效果下降。

六、 各蔬菜的回鮮效果及保鮮能力

(一) 各蔬菜的回鮮效果

前言

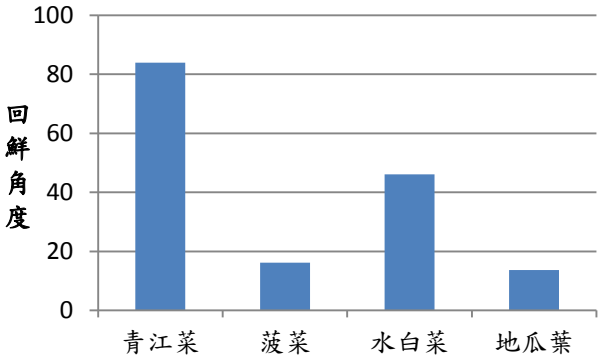
由於實驗對象只有以青江菜，於是想不同的蔬菜回鮮的效果是否會有所不同，由前面的實驗結果我們得知水主要是從切口和葉柄角質層進入，所以我們選了切口大小和葉柄面積有明顯差別的青江菜、菠菜、水白菜和地瓜葉來做回鮮比較，想知道這些差別是否會影響回鮮與保存時間。

圖三十九、由左至右依序為青江菜、菠菜、水白菜、地瓜葉(取自 google 圖片區)

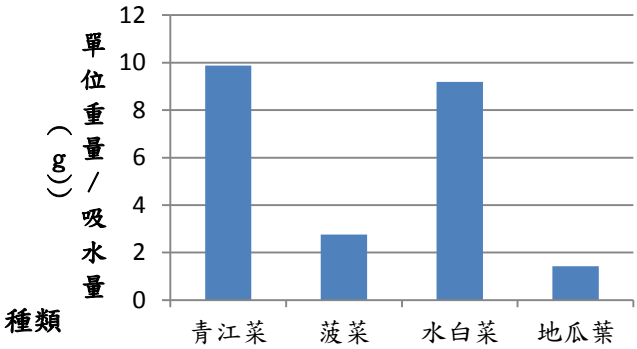
作法

實驗分為四個組別，每種青菜取三片葉子，A.觀察青江菜的回鮮能力、B.觀察菠菜的回鮮能力、C.觀察水白菜的回鮮能力、D.觀察地瓜葉的回鮮能力；回鮮作法以醋 2%水溶液浸泡十分鐘

結果



圖四十、比較不同蔬菜的回鮮能力



圖四十一、比較不同蔬菜的回鮮能力

由單位回鮮重量可看出青江菜與水白菜的吸水效果都很好，而菠菜與地瓜葉吸水效果皆不佳。

討論

研究結果看出青江菜和水白菜效果好，但菠菜和地瓜葉效果不好，可知道切口大並且葉柄角質層多的蔬菜其回鮮程度是好的。

（二）蔬菜的保鮮能力

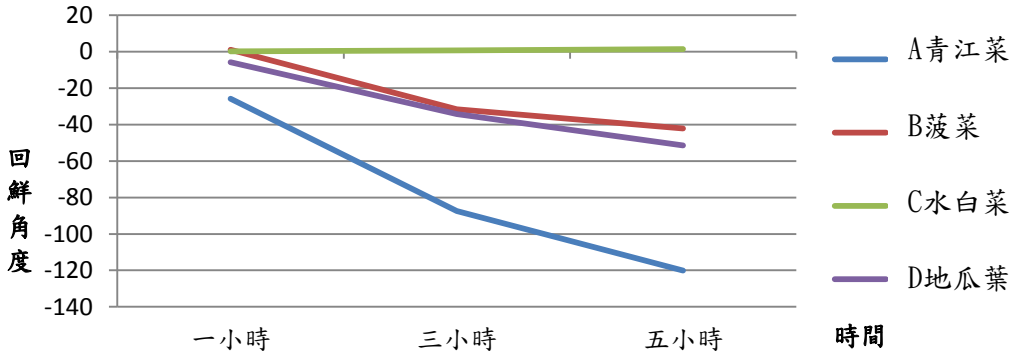
前言

回鮮能使蔬菜變得新鮮，但能不能使蔬菜保存更久呢？實驗進行各蔬菜保鮮能力的評估，將回鮮後的蔬菜放置常溫五小時觀察其變化。

作法

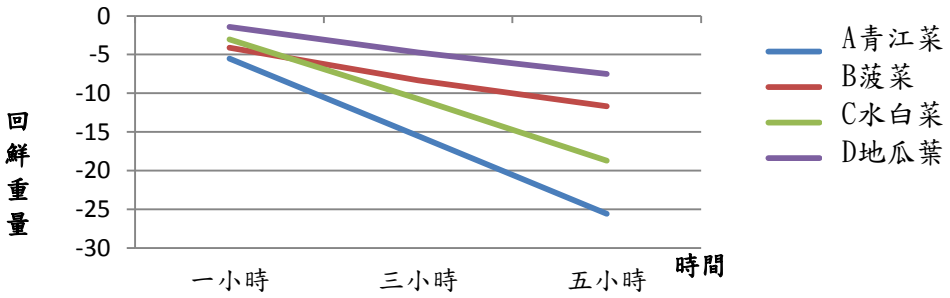
實驗分為四個組別，每種蔬菜取三片葉子，A.觀察青江菜的保鮮能力、B.觀察菠菜的保鮮能力、C.觀察水白菜的保鮮能力、D.觀察地瓜葉的保鮮能力

結果



圖四十二、比較各蔬菜的保鮮能力

由實驗結果得知，水白菜保鮮能力極佳，以青江菜的保鮮能力最差。

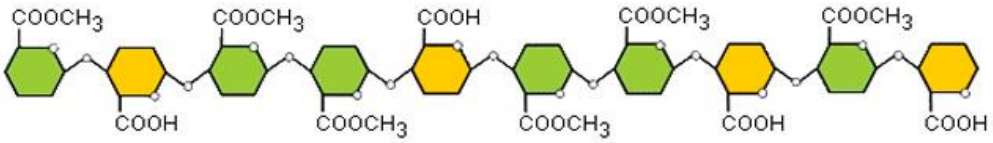


圖四十三、比較各蔬菜的保鮮能力

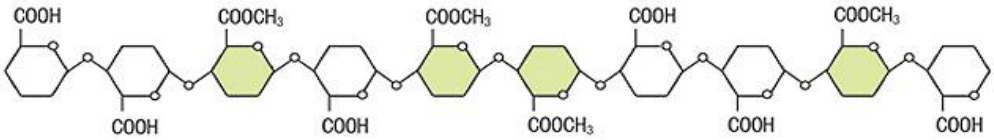
由實驗結果得知青江菜失水速率比水白菜快。

討論

研究結果以探討青江菜及小白菜此兩種回鮮效果較佳的蔬菜為主，青江菜與小白菜的保鮮力之所以會有如此巨大的差異，原因為各蔬菜因種類和成熟度的不同，果酸分子會有所差異，高甲氧基親水性差，但結構較硬，而低甲氧基親水性較佳，但結構較軟。因而推斷小白菜的果膠屬於高甲氧基，所以能保存較久。



圖四十四、高甲基果膠分子圖(取自 http://cnpectin.com/product.asp)



圖四十五、低甲基果膠分子圖(取自 http://cnpectin.com/product.asp)

七、 噴水對蔬菜回鮮的影響

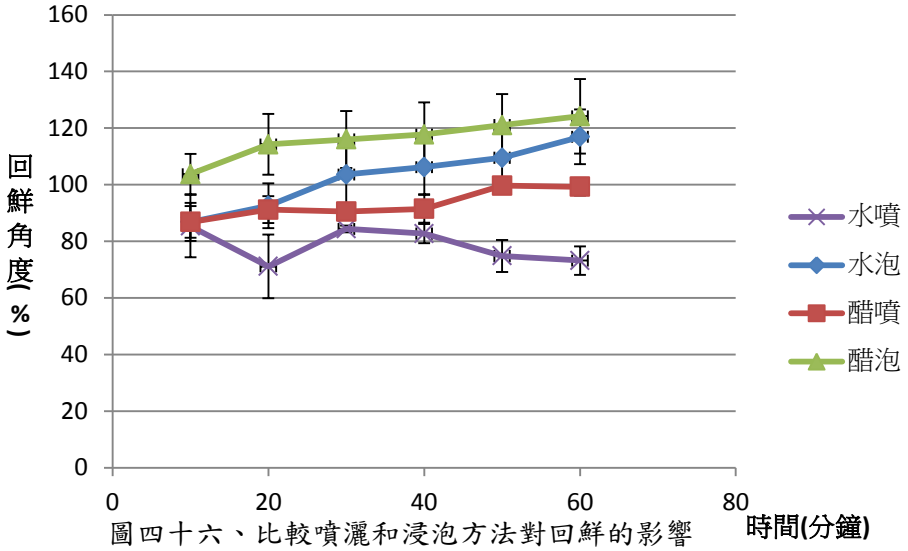
前言

由於本研究是以浸泡是否會造成回鮮進行實驗，增加此科展的應用性，因此觀察是否可以更佳方便且節省水的「噴水」方式造成回鮮。

作法

取十二片葉子，分成四組，A.將葉子噴水觀察回鮮效果、B.將葉子浸泡於清水中觀察回鮮效果、C. 將葉子噴 2%醋溶液觀察回鮮效果、D.將葉子浸泡於促 2%溶液中觀察胡鮮效果。

結果



圖四十六、比較噴灑和浸泡方法對回鮮的影響

結果發現噴水的確可以回鮮大約七成，但泡水的回鮮效果還是比噴水好，且泡水能使蔬菜挺立程度更超越原本新鮮狀態，而醋的效果則更好。

討論

根據噴水蔬菜也能回鮮是因為蔬菜的葉柄角質層會吸水，由於切口為主要的回鮮因素，而噴水時大多是葉柄角質層在吸水，因此以浸泡方式回鮮效果較佳，但噴水的方式較為便利。 而醋可能會使葉綠素形成脱鎂葉綠素而變黃，然而實驗所使用醋的濃度較低，因此並無造成變色現象。

伍、 結論

一、 秘方溶液藉由葉子的切口以及葉柄角質層進入葉子內部，影響葉子最大的回鮮因素是切口，其次為葉柄角質層，而葉子越大回鮮效果越佳。

二、 影響回鮮回鮮有兩大因素，分別是膨壓及蔬菜結構，膨壓為主要因子，纖維素以及果膠為輔助因子。各秘方因子會影響果膠分子的親水性，造成不同的保水能力以及回鮮效果。以下為各因子的影響。

(一)經由實驗後發現較攝氏 30 度以下的水皆具有回鮮效果，以上則無。

(二)醋令果膠分子不易解離，增加果膠分子親水性；糖具有作為可溶性果膠分子間的保水劑的作用，產生保水的效果。

(三)一價的鹽會與果膠形成果膠鹽類；二價的鹽能將果膠分子互相架橋，兩者皆使果膠親水性降低而回鮮效果不佳。

三、 葉柄角質層面積較大、切口長度較長的葉子，回鮮效果都較佳，因而推測較適合回鮮的蔬菜為葉柄角質層及切口較大的蔬菜。

四、 結果發現最佳回鮮祕方以醋 2%、在室溫水溶液回鮮十五分鐘以上效果最佳。

五、 噴水亦能造成回鮮效果，但效果不及泡水，泡水能使蔬菜挺立程度更超越原本新鮮狀態，而醋的效果比水更好。

陸、 參考文獻

本研究參考文獻作品說明書內文出現之順序排列

一、 書籍

(一) 哈洛德．馬基 (2009)食物與廚藝：蔬、果、香料、穀物。新北市：大家

(二) 施明智(2004)食物學原理。新北市：藝軒圖書。

(三) 進源書局年曆(2013)生活小百科：如何使凋萎的蔬菜復原

二、 網路

(四) 平山一政(2014)早稻田大學專家：50 度水洗，蔬果新鮮度多五天。2014 年 1 月 2 日，取自：http://health.businessweekly.com.tw/AArticle.aspx?id=ARTL000006912

(五) Kathy(2012) How to: Make Vegetables Crisp Again。2013 年 12 月 17 日，取自：http://bringonthebaskets.blogspot.tw/2012/07/how-to-make-vegetables-crisp-again.html

(六) 宛兒(2013) 果膠凝膠試驗(二)糖度。2014 年 2 月 26 日，取自：http://venus150106.pixnet.net/blog/post/96057456-%E6%9E%9C%E8%86%A0%E5%87%9D%E8%86%A0%E8%A9%A6%E9%A9%97(%E4%BA%8C)%E7%B3%96%E5%BA%A6

(七) 無作者(2008)蔬菜變新鮮。百度知道。2013 年 11 月 6 日，取自：http://zhidao.baidu.com/question/77541603.htm

(八) Fred Decker(2009) How to Re-Crisp Celery?2013 年 12 月 17 日，取自：
http://www.ehow.com/how_8338710_recrisp-celery.htm
(九) KristenBailey (2009)Why DoVegetablesGoLimp?2013 年 12 月 17 日，取自：
http://www.ehow.com/info_12129285_vegetables-limp.html
(十) 無作者(無日期)How to Revive Wilted Greens and Herbs 2013 年 12 月 17 日，取自：http://theherbgardener.blogspot.tw/2011/07/how-to-revive-wilted-greens-and-herbs.html
(十一) Firth K Whitehouse（無日期）問：果膠有哪些特性和用途？2014 年 2 月 16 日，取自： http://www.spgykj.com/dushow.php?id=214
(十二) 無作者(無日期)為什麼炒蔬菜時需加水應加熱水？2014 年 2 月 26 日，取自：
http://ask.kedo.gov.cn/bkwd/sgbk/361363.shtml
(十三) 黃尚銘(2011)果膠 HMP 與 LMP 之比較。2014 年 2 月 26 日，取自：
http://koulifood.blogspot.tw/2011_11_01_archive.html
(十四) P・J・薩拉馬尼姆, L・C・M・迪爾, S・A・鐘斯(2011) 脫水食用植物的生產作法以及由此得到的製品。2014 年 2 月 26 日，取自：
http://www.google.com.mx/patents/CN1073809C?cl=zh

【評語】030303

1. 蔬菜的種類很多元，包括葉菜、莖菜、根菜、花菜及果菜等，本研究僅以四神葉菜植物進行分析，不足以完全代表蔬菜總體。故建議調整標題名稱以符合實際狀況。

2. 科學研究中，「創新性」為一重要元素。本研究的內容主要在驗證網路資料對蔬菜保鮮的方法，然而網路資料通常未經公信機構的審訂而多有錯誤，故造成徒浪費同學時間的情形；再者，重複進行他人的先前實驗，也是研究的創新性較為不足，應盡量避免。

3. 本研究的變因控制亦可再加強，如同一實驗的各組葉片是否生理條件一致？圖 31 實驗的各溶液滲透層是否一致呢？