

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

生活與應用科學科

科別：生活與應用科學

組別：國小組

作品名稱：奇妙的保存劑“食鹽”

關鍵詞：食鹽、溶解度、保存劑

編號：080802

學校名稱：

桃園縣龍潭鄉龍源國民小學

作者姓名：

林熾婷、范竺松

指導老師：

曾名佑、黃惟新



摘要

本研究在探討溶解度與溶解速率的影響因素，經實驗發現物質種類、溫度與溶劑種類會影響溶解度，而且溶解度會隨著溫度的增加而增加；物質種類、溫度、攪拌速率、顆粒大小與溶劑種類等因素也會影響溶解速率，而且溫度愈高、攪拌愈快、顆粒愈小，均會增加溶解速率。另外，以大腸膜水球或去殼雞蛋來模擬細胞或細菌在環境中，水分子的進出情形，得知無論大腸膜水球在飽和食鹽水中，或去殼雞蛋在飽和糖水中，體積均會縮小，因此推論高濃度的食鹽水或糖水，均能讓大腸膜水球、去殼雞蛋、細胞與細菌產生脫水現象。所以只要在蘿蔔與芥菜中加鹽揉搓靜置，就能幫助蘿蔔與芥菜順利達成脫水步驟；加入適量食鹽，使蘿蔔與芥菜外面的食鹽濃度明顯高於細胞內細胞質的濃度，也能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，因此可達到儲存蘿蔔與芥菜等蔬菜之目的。

壹、研究動機

又要上有趣好玩的自然課了，今天老師帶我們拜訪校園裡的大樹、野花與野草，觀察校園植物的特徵，讓我們透過調查，瞭解動物與植物之間相互依存的關係，正當大家專注地觀察時，同學突然大叫：「這棵木棉花的樹幹怎麼發霉了，它是不是生病了？」老師：「你問得很好，如果樹木生病了，就要看醫生了，那老師就介紹臺灣唯一有『執照』的樹醫生，楊爺爺的故事（2002年，王美芬等。）」。楊爺爺為了照顧樹木，首創為樹木「吊點滴」，注射營養劑與藥品，之後又發明了「植物氧氣筒」的裝置。同學好奇的問：「要如何配製營養劑呢？」老師：「首先這些營養劑必須能溶解在水中，然後調製成固定的濃度後，才能打進樹幹裡。」同學：「什麼物質才可以溶於水中？溶在水中的速度是不是都一樣快？」老師：「不一定哦！如果有興趣的話，我們可以一起來做實驗。加油！」

貳、研究目的

- 一、探討物質種類對溶解度與溶解速率的影響？
- 二、探討溫度對溶解度與溶解速率的影響？
- 三、探討攪拌速率（或靜置）對溶解度與溶解速率的影響？

- 四、探討顆粒大小對溶解度與溶解速率的影響？
- 五、探討溶劑種類對溶解度與溶解速率的影響？
- 六、探討水與飽和食鹽水兩杯同時在密壁容器中，放置一段時間後，其杯內液面高度的變化情形？
- 七、模擬細胞與細菌在環境系統中，水分子在膜間的進出情形。
- 八、探討去蛋殼雞蛋在純水與飽和糖水中靜置後，雞蛋體積的變化情形。
- 九、製作涼拌大頭菜、蘿蔔乾、福菜、梅乾菜。

參、研究設備及器材

食鹽、粉筆灰、砂糖、粗鹽、酒精（95%）、料理米酒（20%）、沙拉油、大腸腸膜、食用醋、雞蛋、大頭菜、蘿蔔、芥菜、量筒、三角錐瓶、燒杯、錐形瓶、乾燥器、溫度計、電子碼錶、電子天平、電磁攪拌器、攪拌子、數位照相機、記事本。

肆、研究過程或方法

- 一、20℃下、100 毫升水、500 rpm 下，加入各種物質（食鹽、砂糖、粉筆灰）測定最多可溶解的克數。在相同條件下取 20 克各種物質，測定完全溶解時所需的時間。（如圖 1 至 5）



圖 1：量體積



圖 2：稱重



圖 3：倒入三角錐瓶中
時

圖 4：攪拌

圖 5：計

- 二、100 毫升水、500 rpm 下，在不同溫度下（20℃ 至 80℃）測定最多可溶解食鹽克數。在相同條件下取 20 克食鹽，測定完全溶解時所需的時間。
- 三、20℃ 下、100 毫升水，靜置或以不同攪拌速率（200 rpm 至 700 rpm）測定最多可溶解食鹽克數。在相同條件下取 20 克食鹽，測定完全溶解時所需的時間。
- 四、20℃ 下、100 毫升水、500 rpm 下，以不同顆粒大小食鹽（粉末、食鹽、粗鹽）測定最多可溶解食鹽克數。在相同條件下取 20 克食鹽，測定完全溶解時所需的時間。
- 五、20℃ 下、500 rpm 下，以 100 毫升不同溶劑【自來水、酒精（95%）、料理米酒（20%）（含 0.5% 食鹽）與沙拉油】測定最多可溶解食鹽克數。在相同條件下取 20 克食鹽，測定完全溶解時所需的時間。
- 六、將水與飽和食鹽水同時在密壁容器中（如圖 6），放置 20 天後觀察其杯內液面高度的變化情形。
- 七、大腸膜裝入 10 毫升飽和食鹽水，置入水中，靜置 20 分鐘後，觀察並測量大腸膜食鹽水球體積的變化情形。大腸膜裝入 20 毫升水（如圖 7），置入飽和食鹽水中，靜置 20 分鐘後，觀察並測量大腸膜水球體積的變化情形。



圖 6：置入密壁容器中



圖 7：將水注入大腸

中

- 八、在燒杯中放置一個生雞蛋，再加入食用醋後在杯口包上保鮮膜，並在保鮮膜上打些小洞靜置 3 天，小心地取出去殼雞蛋，將去殼雞蛋置入另一杯裝水的燒杯中靜置 1 天後，

觀察並測量雞蛋膨漲的情形。再將同一顆去殼雞蛋置入另一杯裝飽和糖水的燒杯中靜置 4 天，而且每 12 小時更換一次飽和糖水，觀察並測量雞蛋收縮的情形。

九、製作涼拌大頭菜、蘿蔔乾、福菜、梅乾菜。

(一) 涼拌大頭菜：將大頭菜洗淨、削皮、切成薄片，加食鹽混和均勻靜置 2 小時後，將鹽水除去並加入香油、糖、醬油均勻混和後冷藏（如圖 8 至 10）。



圖 8：切成薄片



圖 9：加鹽



圖 10：加

調味料

(二) 蘿蔔乾：將白蘿蔔洗淨、切塊、日曬一天，加鹽揉搓然後鹽醃儲藏（如圖 11 至 14）。



圖 11：洗淨



圖 12：切塊



圖 13：日曬



圖 14：鹽醃

(三) 福菜：將芥菜洗淨、日曬一天、加鹽揉搓，然後在上

面壓重物
鹽醃發酵，最後裝入玻璃瓶中（如圖 15 至 17）。



圖 15：芥菜



圖 16：日曬一天



圖 17：

鹽醃

（四）梅乾菜：將芥菜洗淨、日曬一天、加鹽揉搓，然後在上面壓重物鹽醃發酵，然後取出曬乾、洗淨後，再加以裁切陰乾，最後將梅乾菜綁成一捆(如圖 18 至 20)。



圖 18：曬乾



圖 19：梅乾菜



圖 20：綁

成一捆

伍、結果與討論

實驗一：探討物質種類對溶解度與溶解速率的影響？

物質	食鹽	粉筆灰	砂糖
溶解度	35.9 克	0.1 克	172 克
溶解速率	56 秒	—————	2 分 16 秒

溶質粒子均勻分散在溶劑中形成溶液，溶質在溶劑的溶解過程中，溶質粒子的濃度逐漸增加，當溶解速率與結晶速率相等時，溶質溶解之量不再增加，此時溶液與溶劑即達到「動力平衡」，則稱為「飽和溶液」。在特定的條件下，飽和溶液的濃度為特定值，亦即在特定溫度和壓力下，溶質溶解在一定量的溶劑中形成飽和溶液的質量，稱為溶質的溶解度，通常以每 100 克溶劑能溶解溶質的最多克數表示之。

由上表我們得知，砂糖的溶解度最大（100 克水可溶解 172 克砂糖）、其次為食鹽（35.9 克），但粉筆灰幾乎不溶解。因此得知溶解度大小會因為不同的物質而不同。另外，在食鹽的溶解過程中發現，三角錐瓶外部有許多結晶水，而且瓶子的溫度也明顯下降，但溶解砂糖與粉筆灰就無此現象，所以推論食鹽在溶解時必需吸收大量熱量，但砂糖與粉筆灰則不需吸收大量熱量。

由上表得知，100 克水溶解 20 克食鹽需 56 秒、溶解砂糖需 2 分 16 秒，所以食鹽溶解所需時間比較短。原因可能是食鹽的顆粒比砂糖小（食鹽的顆粒大小約為邊長 0.05 公分的正立方體，砂糖的顆粒大小約為邊長 0.1 公分的正立方體），因此雖然重量相同但食鹽的接觸面積比較大，與水接觸的機會比較多，所以溶解速度比較快；另外不同物質種類也影響物質的溶解速率。

實驗二：探討溫度對溶解度與溶解速率的影響？

溫度	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃
溶解度	35.9 克	36.2	36.5 克	36.7	37 克	37.3	37.5 克
溶解速率	56 秒	48 秒	42 秒	34.8 秒	27.2 秒	22.4 秒	18.3 秒

為了探討溫度是否會影響溶解度，我們分別從 20℃ 至 80℃，每隔 10℃ 測量食鹽的溶解度，結果發現 20℃ 時可溶解食鹽 35.9 克，而且溶解度隨著溫度的增加而增加，當溫度提高至 80

℃時可溶解食鹽 37.5 克，所以食鹽的溶解度會隨著溫度升高而增加，老師說：「其原因可能是食鹽本身為離子固體，要溶解在溶劑中必須提供足夠的能量才能打破結晶格子，讓食鹽變成可自由游動的離子而溶解在水中，所以在溶解的過程中必須吸收外界的熱量，導致食鹽水的溫度下降，因此燒杯外部會產生凝結的水滴，所以提高溫度才能提供足夠的能量，故溫度愈高溶解度愈大。」

另外，我們分別從 20℃ 至 80℃，每隔 10℃ 測量一次食鹽的溶解速率，結果發現溫度 20℃ 時溶解 20 克食鹽所需時間為 56 秒，而且溶解所需時間會隨著溫度的增加而減少，當溫度至 80℃ 時溶解所需時間為 18.3 秒，所以食鹽的溶解速率會隨著溫度升高而加快，原因可能是增加溫度可以提供足夠的能量、增加反應速率，讓食鹽更容易進行溶解反應，因此能夠增加食鹽的溶解速率。

實驗三：探討攪拌速率（不攪拌）對溶解度與溶解速率的影響？

轉速	靜置	200 rpm	300 rpm	400 rpm	500 rpm	600 rpm	700 rpm
溶解度	35.9 克	35.9 克	35.9 克	35.9 克	35.9 克	35.9 克	35.9 克
溶解速率	2 天 9 時	1 時 39 分	10 分 27 秒	2 分 50 秒	56 秒	37 秒	25 秒

早上泡奶粉時總是不斷的攪拌，讓奶粉快一點溶解，所以為了探討攪拌速率是否能影響溶解度，我們以不同的攪拌速度，測定食鹽的溶解度，結果發現靜置狀態或攪拌速度從 200 rpm 至 700 rpm，100 克水都可溶解食鹽 35.9 克，所以推論無論攪拌轉速多快、甚至不攪拌，都不會影響食鹽的溶解度。

另外，在 20℃ 下將 20 克食鹽靜置於水中，結果發現需要約 2 天 9 小時食鹽才能完全溶解，所以需要耗費很長的時間，若分別以 200 rpm 至 700 rpm 的攪拌速度，測量 20 克食鹽完全溶解所需時間，結果 200 rpm 攪拌速度需 1 時 39 分，而且所需時間會隨著攪拌速度的增加而縮短，當攪拌速度達 700 rpm 只需 25 秒，由此可知攪拌速度愈快，所需時間愈短，原因可能是因為

攪拌速度愈快，能增加食鹽接觸水分子的機會，幫助食鹽加速溶解，使得溶解速率加快。此外我們也發現一個有趣的現象，當靜置或轉速為 200 rpm 時，結果發現食鹽溶液會明顯分成兩層，原因可能是食鹽溶解時，會造成下層溶液的濃度比較高，而無法浮上去產生對流的現象，所以溶液系統無法藉對流現象而充分混和，又因為 200 rpm 轉速太慢，無法將密度大的下層溶液送到上面，所以大部分只能藉擴散作用達到溶液均勻的混和，因此轉速 200rpm 完全溶解食鹽所需時間，明顯大於轉速 300rpm 完全溶解食鹽所需時間。

實驗四：探討顆粒大小對溶解度與溶解速率的影響？

顆粒大小	粉末	食鹽	粗鹽
溶解度	35.9 克	35.9 克	35.9 克
溶解速率	37 秒	56 秒	4 分 48 秒

為了探討顆粒大小是否能影響溶解度，我們分別以食鹽粉末、食鹽（食鹽的顆粒大小約為邊長 0.05 公分的正立方體）與粗鹽（約為邊長 0.4 公分的正立方體），結果發現其溶解度均為 35.9 克，所以顆粒大小並不會影響溶解度的大小，因此無論顆粒多小，其溶解度都固定不變的。但是測定溶解速率，發現食鹽粉末、食鹽與粗鹽所需的時間分別為 37 秒、56 秒與 4 分 48 秒，所以顆粒愈小所需的時間愈少，顆粒愈大所需的時間愈多，其可能原因是相同重量的食鹽，顆粒愈小其表面積就愈大，在溶於水的過程中，食鹽的接觸面積因此就比較大，所以顆粒愈小溶解所需時間愈短，因此溶解速率愈大。

實驗五：探討溶劑種類對溶解度與溶解速率的影響？

溶劑種類	水	酒精（95%）	料理米酒（20%）	沙拉油
溶解度	35.9 克	0.3 克	23.9 克	_____
溶解速率	56 秒	_____	3 分 37 秒	_____

為了探討溶劑種類是否能影響溶解度，我們分別以水、酒精（95%）、料理米酒（20%）與沙拉油為溶劑來溶解食鹽，結

果發現水的溶解度最大，其次為料理米酒，而酒精只能溶解微量的食鹽，至於沙拉油則無法讓食鹽溶解於其中。老師曾說：「溶質與溶劑的性質要相似才能互相溶解，『極性溶質溶於極性溶劑中，非極性溶質溶於非極性溶劑中』」，所以酒精（95%）只含 5% 水分，因此只能溶解 0.3 克食鹽，而料理米酒（20%）雖然本身就含有 0.5% 食鹽，但含 80% 水分所以可溶解較多的食鹽（23.9 克）。食鹽無法溶於沙拉油中，其原因可能是沙拉油為非極性的有機物質，所以無法溶解食鹽，所以不同的溶劑種類也會影響對食鹽的溶解度。

實驗六：探討水與飽和食鹽水同時在密壁容器中，放置 20 天後觀察其杯內液面高度的變化情形？

為了探討食鹽是否能夠吸收水分，我們將兩杯水高度相等的水與飽和食鹽水同時在密壁容器中放置 20 天，結果發現水杯內的水面高度會下降，而食鹽水杯內的水面高度則上升了（如圖 21、22），因此推論食鹽確實能夠抓住並吸收水分，老師告訴我們說：「在密閉容器中，水會慢慢變成水蒸氣，當然水蒸氣也會不斷變為水，但是食鹽水溶液中的水較不容易變成水蒸氣，而且食鹽水也比較喜歡將水蒸氣抓下來變為水，所以將兩杯液面高度相等的水與飽和食鹽水同時放置於密壁容器一段時間，水就會慢慢跑到食鹽水的杯子中。」

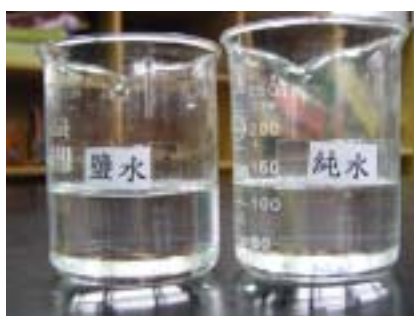


圖 21：二杯高度一樣

了



圖 22：食鹽水高度上升

實驗七：模擬細胞與細菌在環境系統中，水分子在膜間的進出情形。

大腸膜裝入 10 毫升飽和食鹽水，置入水中，因為飽和食鹽水的密度比較大，所以大腸膜食鹽水球會沉入杯底（如圖 23）。

然後靜置 20 分鐘後，發現大腸膜食鹽水球體積變大了，從 10 毫升變為 13 毫升（如圖 24），原因是因為水分子能自由通過大腸膜，但食鹽分子比較難自由通過大腸膜，而且食鹽分子會抓水分子，所以環境系統中的水分子就會進入大腸膜食鹽水球中，因此食鹽水球體積就會變大。



圖 23：食鹽水球沉入杯底



圖 24：體積變大

大腸膜裝入 20 毫升水，置入飽和食鹽水中，因為水的密度比飽和食鹽水小，所以大腸膜水球會浮在上面（如圖 25）。然後靜置 20 分鐘後，發現大腸膜水球體積變小了，從 20 毫升變成 9 毫升（如圖 26），原因可能為水分子能自由通過大腸膜，但食鹽分子比較難自由通過大腸膜，而且食鹽分子會抓水分子，所以大腸膜水球的水分子就會進入飽和食鹽水之環境系統中，因此水球體積就會變小。由大腸膜模擬細胞與細菌在環境系統中，水分子在膜間的進出情形可推論，高濃度的食鹽水，能讓細胞與細菌產生脫水現象。所以只要在蔬菜中加鹽揉搓靜置，就能幫助蘿蔔與芥菜順利達成脫水步驟；加入適量食鹽，使蔬菜外面的溶液濃度明顯高於細胞內細胞質的濃度，也能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，因此可達到儲存蘿蔔與芥菜等蔬菜之目的。



圖 25：水球浮在食鹽水面上



圖 26：體積縮小

實驗八：探討去殼雞蛋在水與飽和糖水中靜置後，雞蛋體積的變化情形。

將新鮮的蛋以食用醋泡製 3 天後，可將蛋殼溶掉而使蛋膜暴露在外，呈現柔軟的蛋膜外部（如圖 27）。其原理是運用酸與蛋殼的成分（碳酸鈣）反應將蛋殼溶解去除，因為反應時會產生二氧化碳，所以在蛋殼周圍可觀察到氣泡（如圖 28）。將此脫去蛋殼的雞蛋置入另一杯裝水的燒杯中靜置 1 天後，結果發現整個雞蛋都漲起來，雞蛋的體積由原來 52 毫升漲大變為 70 毫升（如圖 29），其原因可能是蛋膜具有半透膜作用，只能讓小分子（水分子）通過，無法讓雞蛋內的其它物質通過，當雞蛋放入水中，由於雞蛋內的濃度比較高，因此水就以滲透的方式，從外面經由蛋膜進入雞蛋內部，因此雞蛋的體積就會增加。

然後再將同一顆去殼雞蛋（體積 70 毫升）置入裝有糖水的燒杯中靜置 4 天，而且每 12 小時更換一次飽和糖水，結果發現雞蛋的體積從原來 70 毫升縮小為 42 毫升（如圖 30），收縮後的體積甚至比原來雞蛋（52 毫升）的體積小，其原因可能是蛋膜只能讓小分子（水分子）通過，無法讓雞蛋內的其它物質或糖分子自由進出，而且糖水的濃度比雞蛋內的濃度高，因此雞蛋內部的水就經由蛋膜向外移動，造成雞蛋體積的縮小。由去殼雞蛋模擬細胞與細菌在環境系統中，水分子在膜間的進出情形可推論，高濃度的糖水，能讓細胞與細菌產生脫水現象，所以加入適量糖，能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，因此可達到儲存食物之目的。



圖 27：去殼雞蛋



圖 28：蛋殼周圍有氣泡

泡

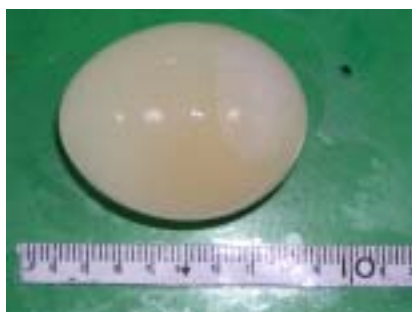


圖 29：體積變大

圖 30：體積縮小

實驗九：製作涼拌大頭菜、蘿蔔乾、福菜與梅乾菜。

每到冬天，就是芥菜的採收季節，田裡盛產的芥菜除了清炒上桌外，剩下的，媽媽就會將芥菜擺在田裡曬一、二天，然後將芥菜一棵棵疊在木桶裡，每鋪上一層芥菜就會灑上厚厚的粗鹽，疊滿後就以塑膠布蓋上，最上面以石頭壓緊密封，經過一個多月即製成酸味撲鼻的酸菜，然後將多餘的酸菜曬七、八分乾即可做成福菜，曬乾的就是梅乾菜，將它加入排骨中煮成排骨湯或加入絞肉中做成肉丸，都是我心中的上等佳餚，而且媽媽說：「福菜與梅乾菜是客家傳統的菜餚，更是客家人的主食。」，但是當時我不明白為什麼在製做過程中必需加入許多粗鹽？所以就問老師添加食鹽有什麼作用，老師說：「植物細胞與生活在環境中的細菌，其細胞膜也具有半透膜的特性，只能讓小分子（例如水分子）自由進出，所以只要環境中食鹽水濃度比植物細胞或細菌高許多，則植物細胞或細菌裡面的水就比較容易向外移動，所以只要在蔬菜中加鹽揉搓靜置，就能幫助蘿蔔與芥菜順利達成脫水步驟；加入適量食鹽，使蔬菜外面的溶液濃度明顯高於細胞內細胞質的濃度，也能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，因此可達到儲存蘿蔔與芥菜等蔬菜之目的，所以食鹽可以做為食品的保存劑。既然我們已經知道食鹽的功用，不如利用這個寒假，老師教大家一起來醃製大頭菜、蘿蔔乾、福菜與梅乾菜吧。」

製做涼拌大頭菜只要將大頭菜削皮、切成薄片，加入食鹽靜置 2 小時，結果發現大頭菜會產生一些水，其原因可能是大頭菜的細胞也具有半透膜的特性，其細胞膜只能讓小分子（例如水分子）自由進出，所以只要環境中食鹽濃度比大頭菜的細胞高許多，則水分子就比較容易向外移動，產生脫水現象。因為涼拌大頭菜必須將鹽水除去，所以鹽含量並不高，無法有效抑制細菌繼續生長與繁殖，因此必須置於冰箱冷藏（如圖 31）。

製做蘿蔔乾時，加鹽揉搓靜置後，結果發現也會產生一些

水，因此加鹽也會產生脫水現象，然後再加入適量的食鹽鹽醃，不須冷藏也不會發霉腐敗，其原因可能是蘿蔔乾的食鹽濃度高於細菌內細胞質的濃度，能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，因此可達到儲存蘿蔔之目的（如圖 32）。

製做福菜與梅乾菜，加鹽揉搓靜置後，結果發現也會產生脫水現象，

酸菜在盒子裡雖然有許多汁液，但因為鹽水濃度高，可以抑制部份細菌繼續生長與繁殖，所以在常溫下不會腐敗，然後經過一個多月即製成酸菜，接著將酸菜曬七、八分乾即可做成福菜，就可以將福菜裝入玻璃罐中，若將它曬乾就可做成梅乾菜（如圖 33-34）。



圖 31：涼拌大頭菜



圖 32：蘿蔔乾



圖 33：福菜



圖 34：梅乾菜

陸、結論

- 一、影響溶解度的因素有物質種類、溫度與溶劑種類。
- 二、影響溶解速率的因素有物質種類、溫度、攪拌速率、顆粒大小與溶劑種類。
- 三、水與飽和食鹽水同時在密壁容器中，放置 20 天後，水杯內水面高度降低，飽和食鹽水杯內水面高度則升高。
- 四、大腸膜食鹽水球在水中體積會變大，大腸膜水球在飽和食

鹽水中，體積會縮小。

五、蛋殼可溶於醋酸中，去殼雞蛋置於水中體積會增加，置於飽和糖水中體積會縮小。

六、在蔬菜中加入適量食鹽，能抑制部份細菌繼續生長與繁殖，使蘿蔔乾、福菜與梅乾菜等蔬菜達到儲存之目的。

柒、參考資料

一、王美芬等。國小自然與生活科技課本第三冊。臺北。康軒文教事業。2002。

二、張為憲等。食品化學。臺北。華香園出版社。1996。

三、賴滋漢、金安兒。食品加工學（製品篇）。臺中。精華出版社。1991。

四、續光清。食品化學。臺北。徐氏基金會。1988。

五、M. Windholz, *The Merck Index (ninth edition)*, 3811 大學書圖，台北，1976。

評語

- 1 作者從事食鹽、糖之溶於水，探討其溶解度及溶解性，並研究食品醃製之道理，具創新性。
- 2 改變溶解度，溶解速率並探研溶液濃度與細胞滲透，進行系統性的觀測，科學方法優良。
- 3 作者對作品之瞭解透澈，演講說明十分生動，主題具教學與應用之實用性。

