中華民國第54屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生活與應用科學科

030811

馬祖地區淡菜肥瘦的檢測方法探究

學校名稱：連江縣立介壽國民中(小)學

作者：	指導老師：
國二 游翔程 國二 劉宜恩 國二 曹力豪	劉立寶

關鍵詞：馬祖、淡菜、密度

摘要

由淡菜密度與煮熟後目測肥瘦度關係圖比較，我們發現密度大者、基本上、其貝肉目測大小也較大。也就是說密度大者較肥。

看似密閉的貝殼，其實是有縫隙可以讓海水進去的。所以我們發現淡菜會沉下去的原因，是因為淡菜並不是完全密閉的。

唯一可用的方法是以保鮮膜包覆，以密度小於 0.84g/cm3 的液體，例如酒精（0.79g/cm3）或汽油（密度 0.7g/cm3）可以用。

壹、研究動機

馬祖地區養殖的淡菜（學名紫貽貝）肉質鮮美，品質優良，是馬祖地區著名的海鮮特產，每年四月到十月是淡菜最肥美的季節，地區鄉親爭相採購當做伴手禮，甚至台灣知名飯店餐廳也會訂購，烹調為高檔海鮮料理。但是往往美中不足的是品質不易控制，一批淡菜中總有幾粒的貝肉乾癟瘦小，品質良莠不齊對市場競爭的殺傷力很大。如果能在出貨前檢測出不合格的個體，售價會完全不同。但是目前地區養殖業者都沒有一套科學的檢測方法，都是憑手感經驗拿捏其肥瘦程度，誤差還是存在。所以我們就想能不能找出一種簡單方便又準確的科學檢測法，正好上學期自然第一章，老師教過密度，還講了阿基米得幫國王測出皇冠真假的故事，激起我們的興趣與好奇，也許我們也可以利用密度的特性來檢測淡菜的肥瘦。

貳、研究目的

一、是否能用量測密度大小的方法判別淡菜的肥瘦程度

二、淡菜在不同密度的液體中浮沈的情形與肥瘦之間的關連

三、找出最佳的溶液密度以判別淡菜的品質

參、研究設備及器材

食鹽水、糖水、淡菜、溢水杯、上皿天平、電子秤、計算機、圓規、比重計

肆、研究過程或方法

一、是否能用量測密度大小的方法判別淡菜的肥瘦程度

這個方法的假設是，淡菜密度（生淡菜肉與殼的整體平均密度）越大者，其肉所佔的比率越多，也就是密度越大、越肥；反之越瘦。

經過討論後，決定購買新鮮淡菜，依次採 10 粒樣本，分別編號 1~10，利用電子秤測出其質量，再用排水法測每一粒淡菜的體積，然後算出密度。

二、找出淡菜在不同密度的食鹽水中浮沉的情形

我們的假設是，越能沉入密度大的食鹽水的淡菜，一定較肥，反之越瘦。觀察淡菜在不同密度的食鹽水沉浮的情形，並與上述（一）所測密度做對照，觀察是否兩者之間成正相關。基於以上的想法，我們配置了密度不同的食鹽水數杯。依編號順序，依次將淡菜放入不同密度（比重）的食鹽水中，觀察其浮沉結果，再將其煮熟，撥開外殼，

以目測評量其肥瘦程度（評分等級從 1 最瘦到 10 滿分最肥），再用塑膠直尺及圓規量出淡菜肉直徑（最大長度）、外殼直徑，然後以電子計算機算出肉徑與殼徑的比值，比值大的應該就是肥的，若比值小的就應該算瘦的，以之跟之前測得的密度及目視肥瘦程度做比較，觀察比值大小與目測肥瘦程度及生淡菜個別密度（整顆平均密度）之間是否有正相關。操作順序及相關數據紀錄列成如下表格式以供檢視。

表一

檢測淡菜肥瘦程度記錄單										
編號	質量（g）	體積（ml）	密度（g/cm^3）	目測評分（1~10）	肉徑（cm）	殼徑（cm）	肉徑/殼徑	放入密度 1.1 食鹽水浮沉情形	放入密度 1.2 食鹽水浮沉情形	放入密度 1.3 食鹽水浮沉情形
1										
2										
3										
4										
5										

三、找出檢測淡菜肥瘦的最適合食鹽水密度

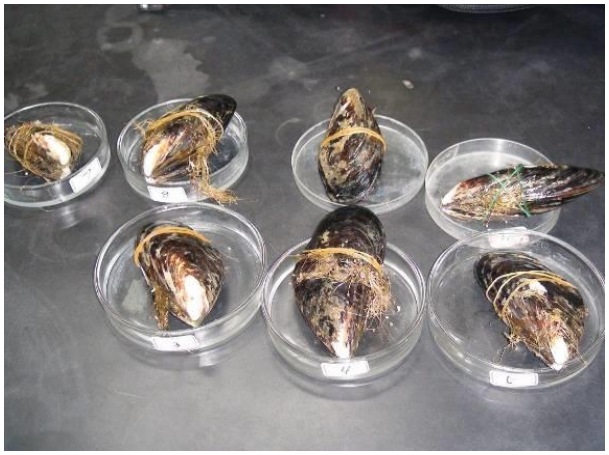
接下來，我們想要找出一種最適合密度的食鹽水來快速判斷淡菜的肥瘦。密度大的淡菜（較肥者）沉入食鹽水中，而密度小（較瘦者）會浮於食鹽水上。因此我們就可以輕易快速的看出品質不好（太瘦）的生淡菜，而加以等級分類、或繼續放養海中，既可確保品質的穩定，也不會蹧蹋了淡菜。

伍、研究結果

研究目的一、是否能用量測密度大小的方法判別淡菜的肥瘦程度。

一、研究過程

首先取 10 粒淡菜，從 1~10 予以編號（如圖一）。然後利用電子秤（精密度到 1g）依次測量淡菜質量、並用溢水杯（如圖二、圖三）利用排水法測出體積，將所得數據填入表中。



圖一：將淡菜編號。

圖二：利用電子秤稱取淡菜質量。

圖三：用溢水杯以排水法測量淡菜體積

圖四：將淡菜煮熟並目測評分其肥瘦度

經由計算機算出每粒淡菜密度如表一，然後我們將全部 10 粒放入鍋中煮熟（如圖四），待冷卻後將淡菜撥開以目測檢視其肥瘦程度，肥瘦程度以 10~1 分加以評等，結果記錄於表二。

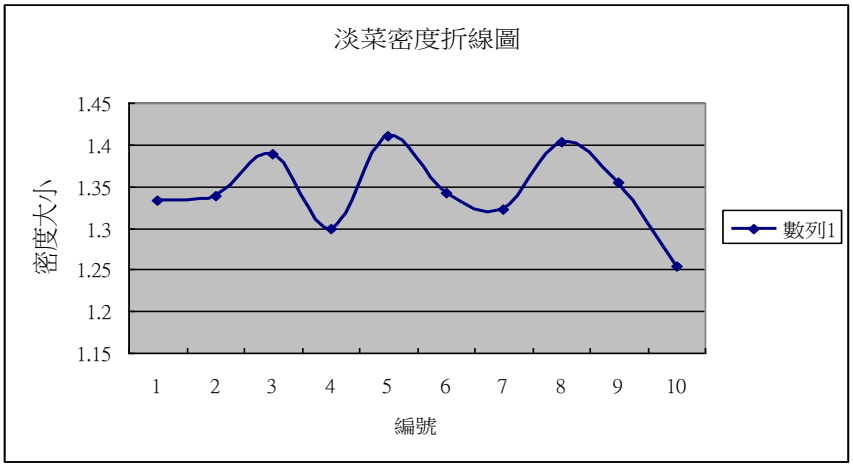
表二：目測淡菜肥瘦程度和淡菜肉與殼徑比與生淡菜密度的比較

編號	質量（g）	體積（ml）	密度（g/cm^3）	目測評分（1~10）	肉徑（cm）	殼徑（cm）	肉徑/殼徑
1	120	90	1.33	5	6.1	11.8	0.52
2	87	65	1.34	4	5.2	11	0.47
3	107	77	1.39	4	5.5	11	0.5
4	78	60	1.30	6	4.2	10.2	0.42
5	110	78	1.41	9	6.5	11	0.59
6	98	73	1.34	2	5.4	11	0.49
7	86	65	1.32	6	7	12	0.58
8	108	77	1.40	4	5.2	10.8	0.48
9	84	62	1.35	3	6	11.5	0.52
10	64	51	1.25	1	4.9	10.4	0.47

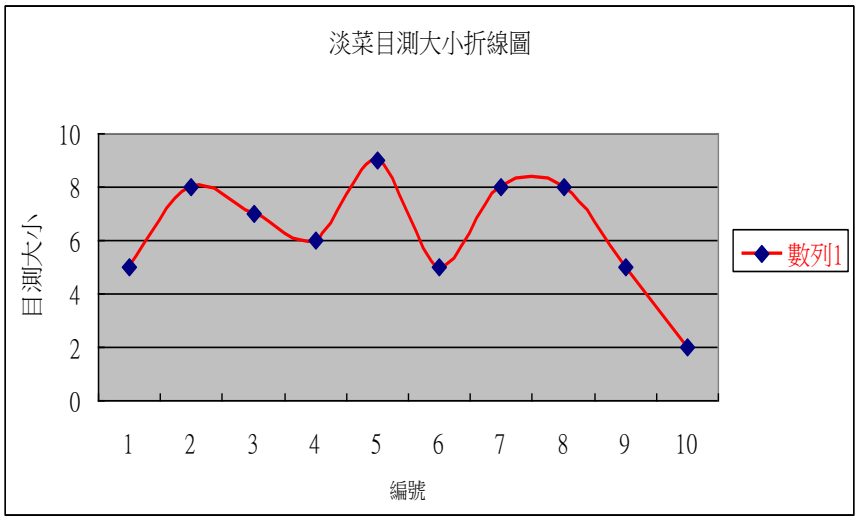
陸、討論

一、數據分析與結果討論

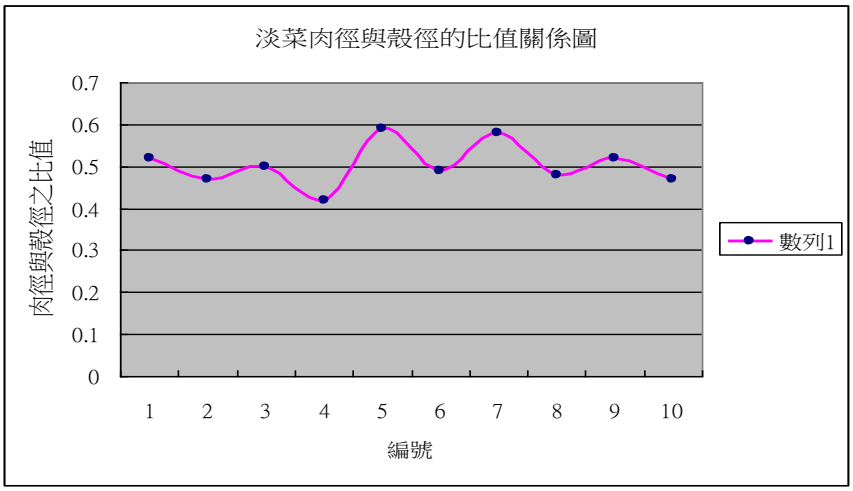
（一）數據分析圖一



（二）數據分析圖二：淡菜密度對照圖

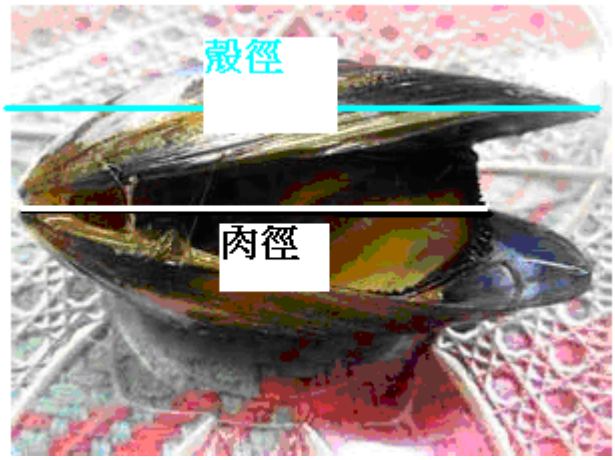


（三）數據分析圖三：淡菜煮熟後目測肥瘦度關係圖



由淡菜密度與煮熟後目測肥瘦度關係圖比較，我們發現密度大者、其貝肉目測大小也較大，但並不完全吻合，尤其是前段部份。推估其原因，目測畢竟有人為視覺上的誤差。

所以我們改變測量方法，使用圓規與直尺測量肉徑（淡菜肉最大寬度）與殼徑（淡菜殼最大的寬度）的比值當作肥瘦的依據，如（圖六）所示。重新做折線圖分析



圖六：淡菜肉徑與殼徑示意圖。

結果發現，與目測結果相似，但後段也有不吻合的部份，推究其原因，也可能用圓規量其寬度時，因為肉與殼的寬度相差很少而容易出現些微的誤差。

既然整體上兩種方法都大致符合我們的假設，即生淡菜密度較大者，其煮熟後的目測評等和淡菜肉與淡菜殼的比值都較大，也就是說密度大者較肥。

二、淡菜在不同密度的液體中浮沈的情形與肥瘦之間的關連

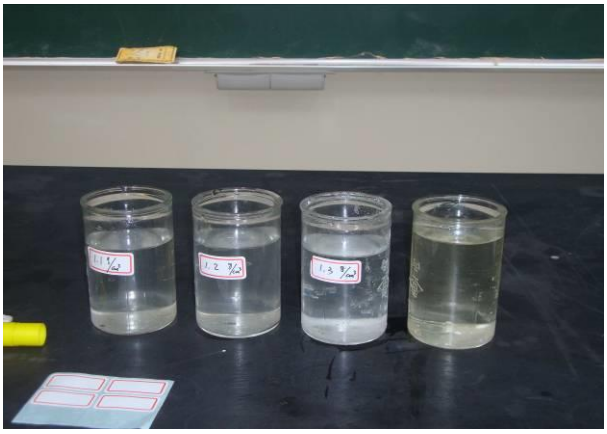
結果出人意料之外，我們的食鹽無論如何攪拌都不能完全溶解、而且未溶解的食鹽還很多。這使我們很驚訝，如果這樣我們不是前功盡棄、白費工夫了。經過我們三個臭皮匠討論的結果，覺的應該可以用我們上課學過溶解度跟溫度有關的概念、以加熱的方法來提高食鹽水的溶解度。

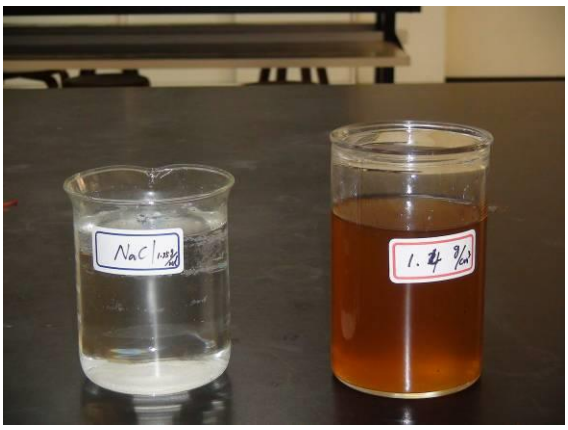
再次點燃希望、我們將食鹽水用酒精燈加熱到 20℃（因為夏天的海水溫度可以達到 20℃左右、這樣應該還不至於破壞淡菜的存活），然後拼命的攪拌。結果再次讓我們失望了，雖然好像沉澱未溶解的食鹽變少了，但是就是不能完全溶解，用比重計測量食鹽水、居然只有 1.2 不到。這下可慘了，要是配不成 1.35 以上的食鹽水，我

們的實驗就只能到此為止了。為什麼會這樣了，難道老師上課教錯了，於是我們急著找老師解答，老師建議我們去網路上打關鍵字【溶解度】三個字搜尋。

網路上的解答是這樣的，教育部數位學習網的資料顯示、20℃ 100g 的水最多可溶 37g 的 NaCl，溶解度為 37g/100g 水，也就是說 20℃的水溫，食鹽水的最高密度只能配到 1.37g/cm3，超過我們要的 1.35g/cm3，所以理論上應該還是可以的，但是經過了好幾天觀察與攪拌，始終沒法完全溶解。

於是我們想是不是自來水的關係，而影響到食鹽的溶解率，我們又換了蒸餾水來重做，結果也一樣不能完全溶解。這可急死人了，我們又上網尋找有沒有溶解度比較大的物質，結果發現蔗糖的溶解度在 20℃時、每 100g 水可以溶解最大量在 201.9 公克，10℃時也有 190.6 公克的最大溶解量，這樣至少可以作出最大比重 2.9 到 3.0 的水溶液，於是我們重新燃起希望，直接配了比重 1.4 的蔗糖溶液。

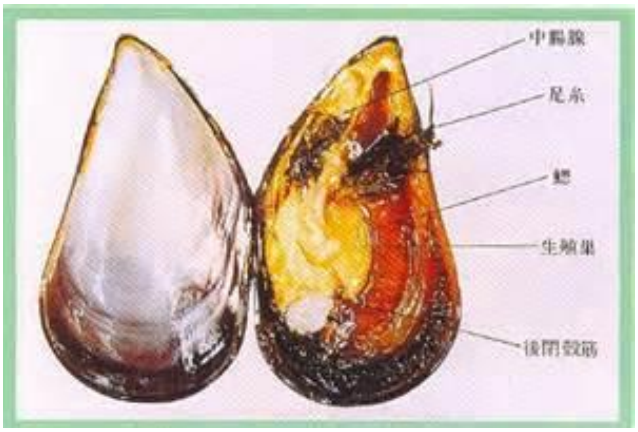




圖七：密度 1.1、1.2、1.3 的食鹽水及 1.4g/ml 的糖水。

表三：將淡菜放入不同密度的食鹽水，觀察其浮沉情形

編號	質量（g）	體積（ml）	密度（g/cm^3）	放入密度 1.3 食鹽水浮沉情形	放入密度 1.4 糖水浮沉情形
1	120	90	1.33	沉	沉
2	87	65	1.34	沉	沉
3	107	77	1.39	沉	沉
4	78	60	1.30	沉	沉
5	110	78	1.41	沉	沉
6	98	73	1.34	沉	沉
7	86	65	1.32	沉	沉
8	108	77	1.40	沉	沉
9	84	62	1.35	沉	沉
10	64	51	1.25	沉	沉



圖八：淡菜的基本構造名稱（上左）和煮熟後的淡菜側面圖（上右圖）、翻攝自網路

但是，令我們驚訝的是，就算我們配出比重 1.4 的糖水，仍然不能讓淡菜浮起來。甚至後來我們把糖水的比重增加到 1.5 甚至 1.6，都仍然無法讓淡菜浮起來。

為什麼會這樣呢？我們將注意力轉移到淡菜本身的構造。於是我們上網查資料，資料顯示「貽貝是一種海洋軟體動物，也是屬於雙殼類的一種貝類，它的身體構造跟蚶子和蚌等基本上是一樣的。但是它的左右兩個外套膜除了在背面連接以外，在後端還有一點癒合，所以在後面背方形成一個顯明的排水孔。在外套膜的後腹面的邊緣生有很多分枝狀的小觸手。通過貽貝身體的水流，就是從這些生有觸手的外套膜之間流入外套腔內，然後經過鰓到身體背部由排水孔排出來。貽貝便利用流經身體的海水進行呼吸和循環，它也利用水流帶進體內的微小生物做食料。…

貽貝有兩個閉殼肌，前面的一個很小，後面的一個很大，是屬於異柱類的。它的韌帶生在身體後背緣兩個貝殼相連的都分。貽貝也是利用閉殼肌和韌帶開啟和關閉貝殼的，**但是貽貝閉殼未能像蚶子閉得那樣緊，常常留有縫隙**」。（參考資料 3）

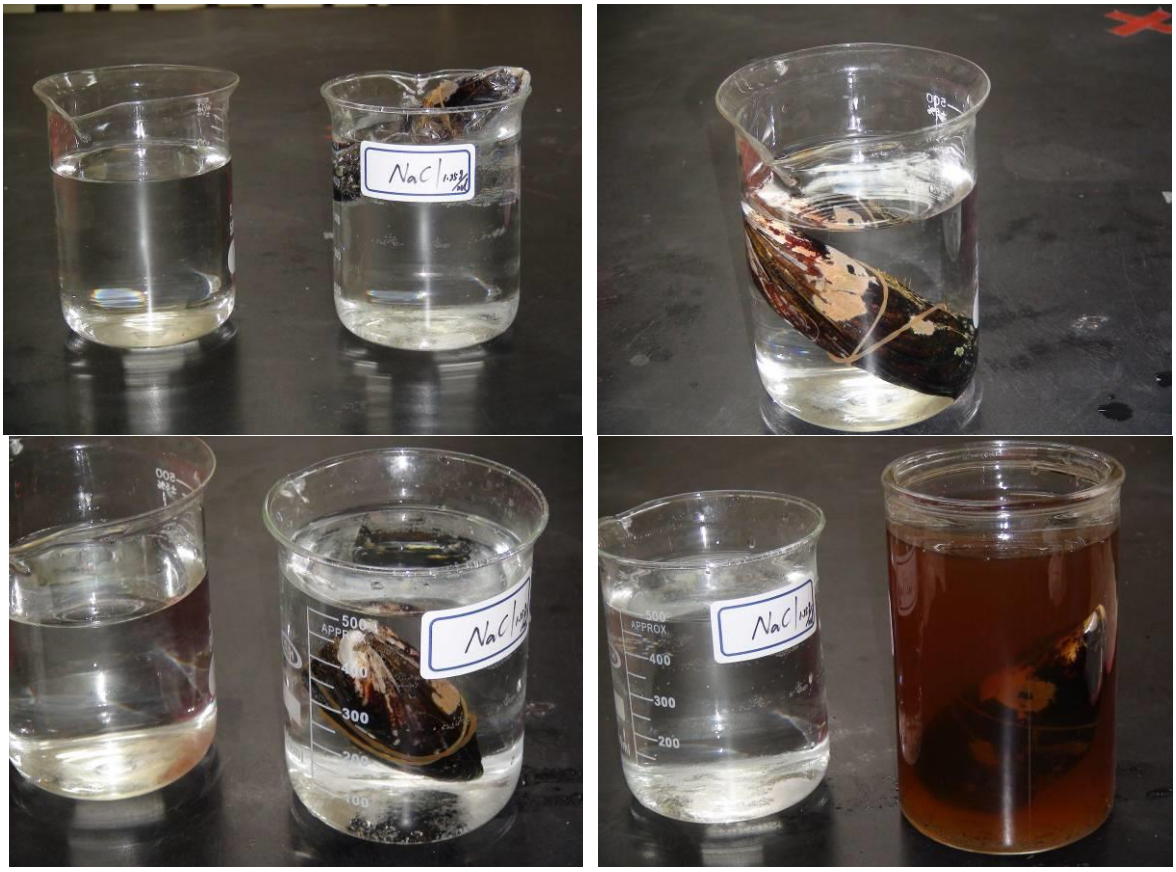
原來、淡菜的主要構造分為兩部分，外殼與貝肉（如圖八），外殼主要成分為碳酸鈣，貝肉主要成分應該跟所有動物肌肉一樣是蛋白質。所以我們將煮熟的淡菜撥開，分別測量了殼的密度大約是 2.27g/cm3，貝肉的密度大約是 0.95g/cm3。而殼佔了大部份的體積，**而且看似密閉的貝殼，其實是有縫隙可以讓海水進去的**。所以回歸到上述失敗的原因，我們大膽假設淡菜會沉下去，是因為淡菜並不是完全密閉的（至少離岸以後是如此），淡菜雖然看起來閉合，實際上是有縫隙以讓海水流進以濾食水中的有機營養物質，因此不管放在比重多大的液體中，液體流入殼內使得整體密度大於液體密度，因此而沉下去。除非液體密度接近殼的密度（2.27g/cm3）時，才有可能浮起來。

三、找出最佳的溶液密度以判別淡菜的品質

為了證明我們的想法，我們以棉花塞近兩片殼中，再以水滴入棉花直到飽和（棉花不能在吸水為止），以模擬淡菜的結構。然後以保鮮膜包覆淡菜，再捆以橡皮筋使其不進水（如圖九），以人工方式創造一個密閉空間狀態。經過天平秤重得 48g，以排水法得體積為 57ml，這樣淡菜的平均密度為 0.84g/cm3。果如我們所料，置入自來水中即可浮起，置入比重大約 1.3 的食鹽水或密度更大的糖水中更不用說了（如圖十）。

接著，我們取下保鮮膜但留下橡皮筋固定，再放入水中、食鹽水中及密度 1.6g/cm3 的糖水中，淡菜先短暫浮在液面，接著液體進入淡菜內擠出空氣，淡菜就完全下沉了。完全如我們所預料的一樣。這就像鐵殼船一旦進水就會沉沒的道理完全一樣。所以唯一可用的方法是以保鮮膜包覆，以密度小於 0.84g/cm3 的液體，例如酒精（0.79g/cm3）或汽油（密度 0.7g/cm3）可以用，但是這樣做危險性高，而且也不方便。所以、我們的結論是，並沒有一種液體是簡單、方便、安全而又可判別淡菜肥瘦的。所以後續的研究者，只能尋求其他方法，或許透過聲波（聲納或超音波）或 X 光掃描是可以考慮的研究方向判別。

圖九：以棉花沾水模擬淡菜肉並以保鮮膜包覆、秤其質量與體積



圖十：包覆與否會影響淡菜浮沉（上圖）及淡菜在比重 1.3 及 1.6 糖水中下沉情形

柒、結論

透過直接量測淡菜的質量與體積並計算出密度，以及用浮力的原理，配置不同密度的食鹽水及糖水，以淡菜是否浮沉於液體作為判別淡菜肥瘦的依據，我們獲得結論如下

一、是否能用量測密度大小的方法判別淡菜的肥瘦程度

由淡菜密度與煮熟後目測肥瘦度關係圖比較，我們發現密度大者、基本上、其貝肉目測大小也較大。使用圓規與直尺測量肉徑（淡菜肉最大寬度）與殼徑（淡菜殼最大的寬度）的比值當作肥瘦的標準。我們發現比值較大的淡菜也較肥。兩種方法都大致符合我們的假設， 即生淡菜密度較大者，其煮熟後的目測評等和淡菜肉與淡菜殼的比值都較大，也就是說密度大者較肥。

二、淡菜在不同密度的液體中浮沈的情形與肥瘦之間的關連

分別測量淡菜殼的密度大約是 2.27g/cm3，貝肉的密度大約是 0.95g/cm3。而殼佔了大部份的體積。而且看似密閉的貝殼，其實是有縫隙可以讓海水進去的。所以我們假設淡菜會沉下去的原因，是因為淡菜並不是完全密閉的（至少離岸以後是如此），淡菜雖然

看起來閉合，實際上是有縫隙以讓海水流進以濾食水中的有機營養物質，因此不管放在比重多大的液體中，液體流入殼內使得整體密度大於液體密度，因此而沉下去。除非液體密度接近殼的密度（2.27g/cm3）時，才有可能浮起來。因此目前可用的液體、例如食鹽水是不能成功的比較出淡菜的肥瘦。除非用濃度很高的糖水（至少超過 2.0g/cm3）才有可能。

三、找出最佳的溶液密度以判別淡菜的品質

唯一可用的方法是以保鮮膜包覆，以密度小於 0.84g/cm3 的液體，例如酒精（0.79g/cm3）或汽油（密度 0.7g/cm3）可以用，但是這樣做危險性高，而且也不方便。所以，並沒有一種液體是簡單、方便、安全而又可判別淡菜肥瘦的溶液。後續的研究者，可以尋求其他方法，或許透過聲波（聲納或超音波）或 X 光掃描是可以考慮的研究方向。

捌、參考資料及其他

一、國中自然與生活科技第三冊　南一版

二、網路資料　　維基百科

三、醫學百科 淡菜 http://cht.a-hospital.com/w/%E6%B7%A1%E8%8F%9C

【評語】030811

1. 本作品是利用在地的產品淡菜來探討質量、體積和密度之間的關係，應用在淡菜肥瘦判斷之依據。

2. 依本作品之研究結果，並沒有得到好的結論來判斷淡菜肥瘦之問題。但有想出其他可能方法，待以後繼續努力。