

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國 中 組

作品名稱：化腐朽為神奇 - - 蝦兵蟹將立大功

關 鍵 詞：甲殼質、淨水除氯、抑 菌

編 號：030805

學校名稱：

臺北縣立中山國民中學

作者姓名：

江秉恒、吳元君、陶常欣、馬尚甫

指導老師：

徐稚宣



壹、 摘要

由蝦蟹外殼廢棄物以鹽酸及氫氧化鈉處理，可以萃取幾丁質(Chitin)，作為多種用途，其中一項為淨水。由於自來水中含有氯，清洗蔬菜水果時，氯會被蔬果吸附，食用後對身體不好，若能加入蝦蟹殼先行吸走氯，則食用蔬果就很安心。

幾丁質對抑制細菌功能良好，因此在野外求生時，野外水源可以用幾丁質來淨化，而後飲用。以蝦蟹殼廢棄物可以自製日常生活用淨水器，達廢棄物再利用的目的，值得推廣。

貳、 研究動機

今年中秋節，我們全家歡聚在一起烤肉，媽媽準備燒烤「海鮮全餐」，全家人雀躍不已，當大家飽餐一頓之際，突然看到有許多的蒼蠅在丟棄的蝦蟹殼上成群飛舞，使大家的興致大減，何況又會造成環境污染。

十月初，一篇有趣的報導吸引了我，原來經常被當作垃圾丟棄的蝦蟹殼可以萃取出一種生化物質，叫「幾丁質 俗稱甲殼質」，據說此種生物科技產品具有抗菌保鮮、促進身體健康、保濕防晒，還能製成減肥食品，無公害農藥以及有淨化水質作用，可見蝦蟹殼廢棄物藏有許多奧秘呢！

既然甲殼質是這般神奇，蝦蟹殼又是容易取得，那麼拿它來作研究，或許可將廢棄物再利用，並進一步用在日常生活，推廣給社會大眾。

所以我們尋求幾位有興趣的同學，展開了這項「化腐朽為神奇、垃圾變黃金」的實驗。本實驗與生物下冊第十章第六節動物界 - 節肢動物具有堅硬的外骨骼（幾丁質）及生活科技第二冊第四單元——材料的特性與用途相關。

參、 研究目的

- 一、從蝦、蟹殼中萃取幾丁質，並計算產率。
- 二、檢測各種常吃蔬果及幾丁質吸附自來水中的氯之功效，並測定各類水源之水質（氯、礦物質、酸鹼值、生菌數等）。
- 三、測定幾丁質可否有抑菌的功能。
- 四、「廢棄物再利用，化腐朽為神奇」的理念推廣 - 日常生活中以廢棄蝦蟹殼清洗蔬果之應用以及自備簡易式淨水器。

肆、 研究設備器材

蝦殼、蟹殼
蒸餾水
藥用酒精（75%）
鹽酸
氫氧化鈉

滴管和微量滴管

燒杯

錐形瓶

培養皿

大腸桿菌

枯草桿菌

酒精燈

瓦斯燈

石綿心網

三腳架

刮勺

冰箱

量筒

上皿天秤、微量天秤

尺 (15cm)

恆溫箱 (海山高中提供)

高壓蒸氣滅菌器 (本校保健室支援)

無菌操作箱

活性碳

麥飯石

O.T 試劑(Residual Chloride Test Reagent)

E.B.T 試劑(mineral Test Reagent)

B.T.B 試劑(Acid Alkali Test Reagent)

玻棒

LB 培養基：10g NaCl

10g tryptone

5g yeast extract

15g agar (8g agar 為軟性培養基)

含有枯草桿菌或大腸桿菌的塑膠培養基(台大植物系微生物實驗室提供)

試管 (50c.c.,100c.c.)

醋酸

恆溫水浴槽 (台灣生物科技開發基金會提供)

L 型棒

鋁箔紙

針筒

壓力鍋

家用濾水器

棉花

照相機、數位相機

打洞器

伍、研究過程和方法

一、從蝦蟹殼中萃取幾丁質、並計算產率

(一) 收集餐廳和家庭丟棄之蝦蟹殼，洗淨、曬乾。

(二) 鹽酸脫灰。

20g 蝦蟹殼。

↓

加入 2N 鹽酸 1 公升 浸漬。

↓

室溫下浸漬 24 小時(初期反應會起泡，同時用玻棒攪拌，使浮起的蝦蟹殼下沉)。

↓

換新的鹽酸。

↓

室溫下再浸漬 24 小時。

↓

撈起固體物。

↓

以蒸餾水洗淨多次使其呈中性。

↓

乾燥(陽光曝曬 2 天)。

(三) 去除蛋白質

脫灰後的乾燥蝦、蟹殼。

↓

放入 1N 氫氧化鈉 1 公升 浸漬。

↓

放入恆溫水浴，(有時候攪拌之，如果水分蒸發，可用蒸餾水補充，使液面保持一定)。

↓

煮沸後 6 小時，更換新的氫氧化鈉 (NaOH) 溶液。

↓

繼續放入恆溫水浴 30 小時。

↓

收集處理過的蝦蟹殼。

↓

以蒸餾水洗淨多次，使其呈中性。

↓

乾燥(以 60℃ 在烤箱中烘乾，得到蝦蟹殼) (其成分為幾丁質)。

(四) 每種蝦、蟹殼重覆實驗 3 次，求取平均值。

因蝦蟹殼中主要成分為礦物質、蛋白質和幾丁質，其比例各為 1/3，所以經脫灰及去蛋白質步驟後所得到的蝦蟹殼其成分為幾丁質。

二、檢測各種常吃蔬果及幾丁質吸附自來水中的氯之功效，並測定各種水源之水質

(一) 檢測學校自來水及市售飲用水之水質：

1. 以 O.T 試劑測餘氯。
2. 以 E.B.T 試劑測礦物質(鈣、鎂)含量。
3. 以 B.T.B 試劑測酸鹼值。
4. 測生菌數。

(1) 實驗當天取各處水源：

- A. 土城山泉水。
- B. 三重地下水。
- C. 教室飲水機的水。
- D. 學校自來水。
- E. 辦公室開飲機冷水。
- F. 板新自來水。
- G. 藍泉蒸餾水。

(2) 取 1ml(A)土城山泉水，放入(約 12ml)小試管內：

(3) 分別稀釋成 1 、 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 五種不同濃度的水，置於小試管內。

(4) 取 0.2ml 的(A)水，滴在培養基上，用滅菌 L 型玻棒均勻塗在培養基上，並在培養皿外寫上編號，分別作三個培養皿。

(5) B、C、D、E、F、G 的水，依相同步驟，同樣稀釋成不同濃度的水。

(6) 總計 105 個培養皿，移入 37℃ 恆溫箱中、倒置培養 12 小時後，計算菌落數。

(二) 檢測常吃蔬果之吸氯速度

1. 以蔬菜/自來水 = 1g/20ml 的比例，將蔬果稱重、自來水量好。
2. 每種蔬果準備 2 份，一份去蒂切塊、切段；另一份保留蒂頭，不切段。
3. 自來水加入 3 滴 O.T 試劑(呈現黃色則表示含氯，含氯愈少，顏色愈淡)。
4. 將蔬果放入自來水中清洗。
5. 紀錄自來水褪色的時間。

(三) 比較各種蝦、蟹殼和幾丁質之吸氯速度

1. 以蝦、蟹殼/自來水 = 1g/20ml 之比例，測各種市售蝦、蟹殼和幾丁質的吸氯速度【方法同 2】。
2. 同一種蝦、蟹殼重覆吸氯 6 次，記錄其吸氯速度之變化。

三、檢測幾丁質之抑菌能力

(一) 方法一：

1. 以不含幾丁質的 0.2N、10ml 醋酸當【A】對照組，另以微量天秤稱 0.10g、0.15g、0.20g、0.25g、0.30g 幾丁質，溶解在 0.2N、10ml 醋酸中(需震盪攪拌)，製成【B】1.0%、【C】1.5%、【D】2.0%、【E】2.5%、【F】3.0%不同濃度的幾丁質溶液。
2. 三小時後以滅菌鑷子夾取直徑 0.6 公分的濾紙錠放入【A】—【F】溶液中吸取不同濃度的幾丁質。
3. 待濾紙錠吸滿幾丁質(約 10 分鐘)，把濾紙錠夾起放在無菌培養皿上，讓濾紙錠乾燥。
4. 將濾紙錠粘貼於含有大腸桿菌(E.coli)的 3 個培養基上。

5. 同上法，將濾紙錠粘貼於含有枯草桿菌(B. subtilis)的 3 個培養基上。
6. 移入 37℃ 恆溫箱中，倒置培養 12 小時後測量抑菌圈直徑。

(二) 方法二：

1. 將活性碳以蒸餾水洗 5 次，再以無菌水洗 5 次。
2. 將洗過的活性碳放入 30ml 的無菌針筒內。
3. 再以無菌水過濾 5 次(把菌沖掉)。
4. 把土城山泉水通過裝有活性碳的針筒，從針筒下方接取過濾水。
5. 將過濾水稀釋成 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 五種不同濃度。
6. 將不同濃度稀釋的水分別塗抹在培養基上。
7. 移入 37℃ 恆溫箱中，倒置培養 12 小時後觀察菌落生長情形。
8. 將麥飯石，依 1-7 相同步驟操作。
9. 將幾丁質，依 1-7 相同步驟操作。
10. 土城山泉水不經濾材過濾，依 5-7 步驟操作，作為對照組。
11. 重覆做 3 次。

四、自製簡易濾水器

陸、結果與討論

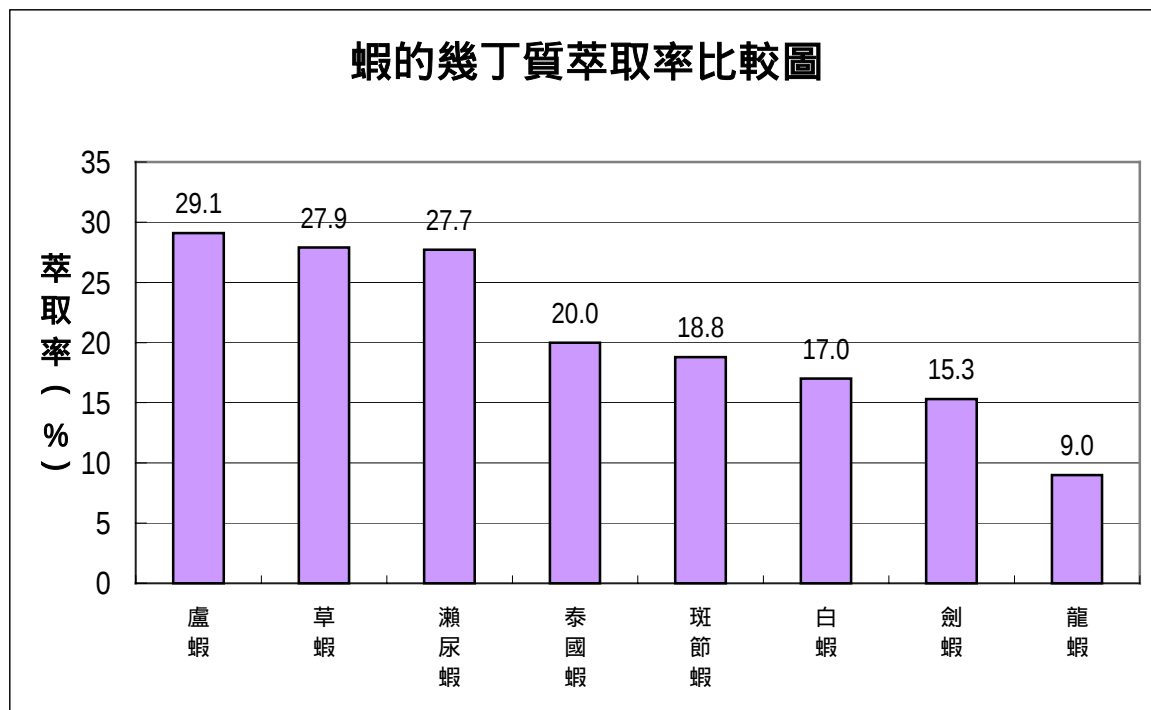
一、甲殼質之萃取

實驗所用材料有多種甲殼類動物，結果如表一所示：

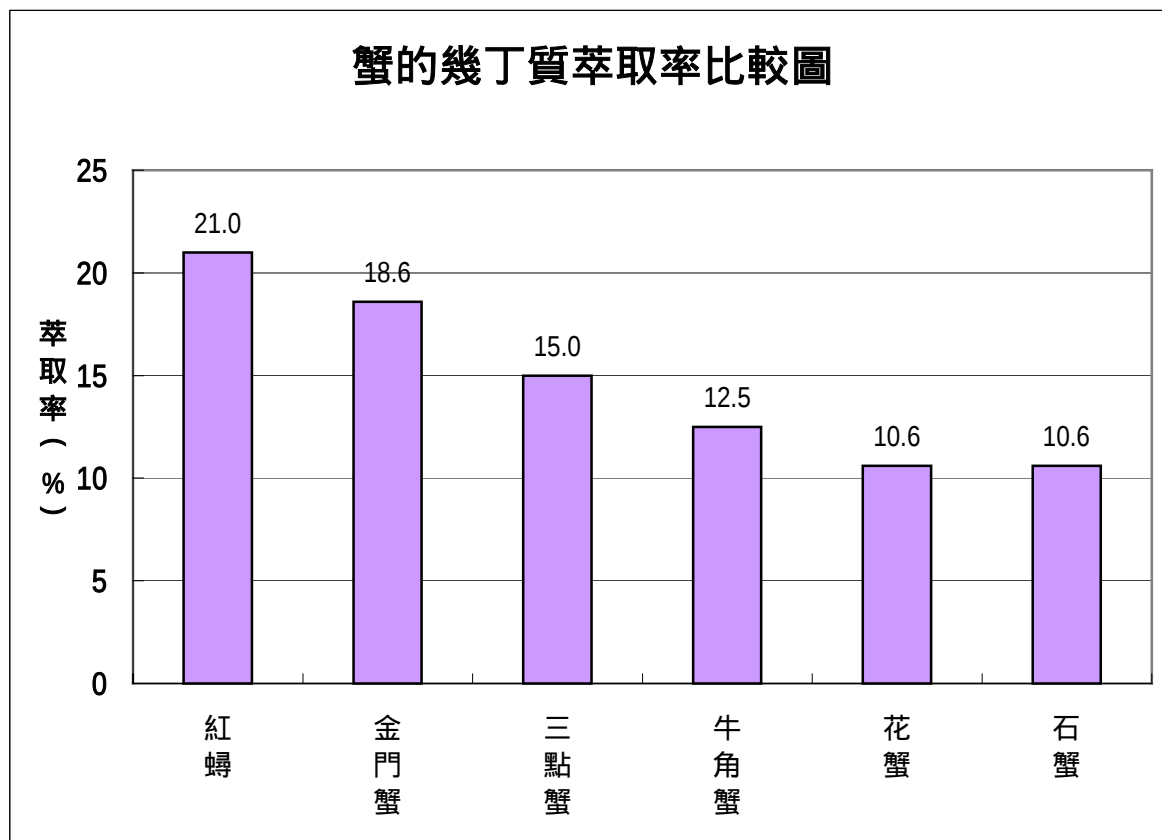
表一：各種不同甲殼類抽取幾丁質結果

材料名稱	使用重量(公克)				幾丁質乾重(公克)				萃取率(%)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值	
盧蝦	20	15	16	17.0	5.8	4.4	4.6	5.0	29.1
草蝦	17	9	20	15.3	4.7	2.5	5.6	4.3	27.9
瀨尿蝦	9	10	15	11.3	2.52	2.8	4.1	3.1	27.7
泰國蝦	15	15	20	16.7	3.0	3.0	4.0	3.3	20.0
斑節蝦	10	4	4	6.0	1.9	0.7	0.8	1.1	18.8
白蝦	5	4	5	4.7	0.9	0.7	0.9	0.8	17.0
劍蝦	20	15	18	17.7	3.06	2.3	2.7	2.7	15.3
龍蝦	10	15	10	11.7	0.9	1.3	0.9	1.1	9.0
紅蟳	20	20	19	19.7	4.4	4.2	3.7	4.1	21.0
金門蟹	7	13	9	9.7	1.4	2.3	1.8	1.8	18.6
三點蟹	10	20	20	16.7	1.6	3.0	2.9	2.5	15.0
牛角蟹	10	20	11	13.6	1.3	2.5	1.2	1.7	12.5
花蟹	18	20	13	17.0	1.9	2.1	1.5	1.8	10.6
石蟹	15	20	13	16.0	1.6	2.1	1.4	1.7	10.6

(圖一)



(圖二)



依實驗結果來看，萃取率較高的蝦是瀨尿蝦 27.7%、草蝦 27.9%及盧蝦為 29.1%，萃取率較高的蟹是紅蟳。由於草蝦和紅蟳在台灣的一般市場上，比較容易購得，所以我們建議：欲萃取幾丁質，可採用草蝦或紅蟳。

所得到的幾丁質乾燥後，就不會像新鮮的蝦蟹殼般腐爛，因而可以永久保存。

二、檢測各種常吃蔬果及幾丁質吸附自來水中氯的功效，並測定各種水源之水質(氯含量、礦物質、酸鹼質、生菌數)。

(一) 檢測學校自來水及市售飲用水之水質：

由於幾丁質可以應用到水質淨化方面，所以我們先測定各種不同來源飲用水的水質，分別測定其酸鹼值，含氯量以及礦物質含量，部分生菌數資料則由消費者文教基金會提供。(表二)。

表二：各種飲用水水質分析

代號	測試市售礦泉水水質	PH 值	含氯量	礦物質	表菌落數
A	清境好水 (地下水)	弱酸、綠偏黃	無	少、青紫	○ ○ ○
B	蘆山飲用水 (地下水)	酸性、黃	無	多、桃紅	○ ○ ○
C	波爾天然水 (地下水)	弱鹼、淡藍	無	多、桃紅	○ ○ ○
D	大西洋蒸餾水 (蒸餾水)	酸、黃	無	無、青	○ ○
E	泰山純水 (地面水)	酸、黃	無	無、青	○ ○ ○
F	統一 H2O 純水 (地下水)	酸、黃	無	無、青	○ ○ ○
G	水森活礦物質水 (自來水)	酸、黃	無	多、桃紅	○ ○ ○
H	味丹多喝水 (地面水)	弱酸、綠偏黃	無	多、桃紅	○ ○ ○
I	還泉天然水 (地面水)	酸、黃	無	少、青紫	○ ○ ○
J	富維克天然礦泉水 (天然水)	中性、綠偏藍	無	多、桃紅	○ ○ ○
K	寶力士雪山礦泉水 (天然水)	弱酸、綠偏黃	無	多、桃紅	○ ○ ○
L	愛維養天然礦泉水 (天然水)	弱鹼、淡藍	無	多、桃紅	○ ○ ○
M	佳格兀點滴然礦泉水 (地下水)	酸、黃	無	中偏多(次多) 紫紅	
N	藍泉蒸餾水 (蒸餾水)	中性、綠偏藍	無	無、青	○ ○ ○
O	加拿大冰川水 (天然水)	弱酸、綠偏黃	無	多、桃紅	○ ○ ○
P	多元水 (地下水)	弱鹼、淡藍	無	多、桃紅	-
Q	埔里天生好水 (地下水)	鹼酸、黃	無	次多、紫紅	○ ○ ○
R	泊泉純水 (自來水)	弱酸、綠偏黃	無	無、青	-
S	黑松天霖純水 (自來水)	酸、黃	微量	次少、紫	○ ○ ○

代號	測試市售礦泉水水質	PH 值	含氯量	礦物質	表菌落數
T	山內的水 (地下水)	中性、綠	無	多、桃紅	-
U	新竹五指山山泉水 (天然水)	弱酸、綠偏黃	無	多、桃紅	-
V	統一麥飯石礦泉水 (天然水)	弱鹼、淡藍	無	多、桃紅	○ ○ ○
W	水管你礦泉水 (地面水)	酸、黃	無	無、青	-
X	悅氏礦泉水 (地面水)	弱鹼、淡藍	無	多、桃紅	○ ○ ○
代號	測試各種水源水質	PH 值	含氯量	礦物質	表菌落數
甲	土城山泉水	弱酸、綠偏黃	無	多、桃紅	○
乙	三重地下水	弱鹼、藍	微量	多、桃紅	○
丙	教室飲水機的水	酸、黃	無	次多、紫紅	○ ○
丁	學校自來水	中性、綠	無	多、桃紅	○ ○ ○
戊	辦公室開飲機冷水	中性、綠	無	次多、紫紅	○ ○ ○
己	板新自來水	中性、綠	無	多、桃紅	○ ○

由表二得知市售的飲用水很少是符合人體健康標準，不含氯、弱鹼性含適量礦物質以及沒有活細菌是最基本條件，所以如何以廢棄物幾丁質來協助淨化水質是相當有意義的。

註：「○ ○ ○」表示未檢出，「○ ○」表示菌數每毫升在 0 200 個，「○」表示菌數每毫升在 201 10000 個，「」表示每毫升生菌數在 10001 個以上，「-」表示未測定。

(二) 檢測常吃蔬果之吸氯速度

由於自來水公司在淨化自來水過程中要加氯以殺菌，所以自來水中都含有殘餘氯，當生飲自來水時會將氯一併喝下，對身體會產生不良影響，加熱煮沸雖能讓一部分去除，但氯與有機污染物所生成的致癌物質三氯甲烷的濃度反會因煮沸而增加，因此如何讓氯由自來水去除是很重要的。

當我們以各種蔬果做實驗時發現以自來水清洗蔬果時，氯因被蔬果迅速吸附(表三)，所以蔬果清洗後食用時，氯將會一併吞下肚子。

表三：各種常吃蔬果之吸氯功效

蔬果名稱	重量 / 自來水量(5%)	沒切、沒去蒂的吸氯速率(秒)	切、去蒂的吸氯速率(秒)
空心菜	50/1000	73	63
高麗菜	50/1000	141	97
青江菜	32/640	90	31
A 菜	40/800	79	78
小白菜	30/600	90	24
茼蒿菜	34.5/690	86	67
紅辣椒	3.5/70	480	14
蔥	31.9/638	127	37
青椒	109.8/2196	341	67
芭樂	214/4280	551	343
蘋果	161.5/3230	505	481
小蕃茄	50/1000	337	337
葡萄	73/1460	808	780
馬鈴薯	280/5600	379	247

由表三得知：不同蔬果及處理法(去蒂與否)對吸附水中氯雖有快慢，但大致而言，比較需要用水清洗的葉菜類，吸氯速率都很快速，大約在二分鐘左右，若將各種不同的蝦、蟹殼加入自來水中，則可在較短時間內吸附氯(表四)。

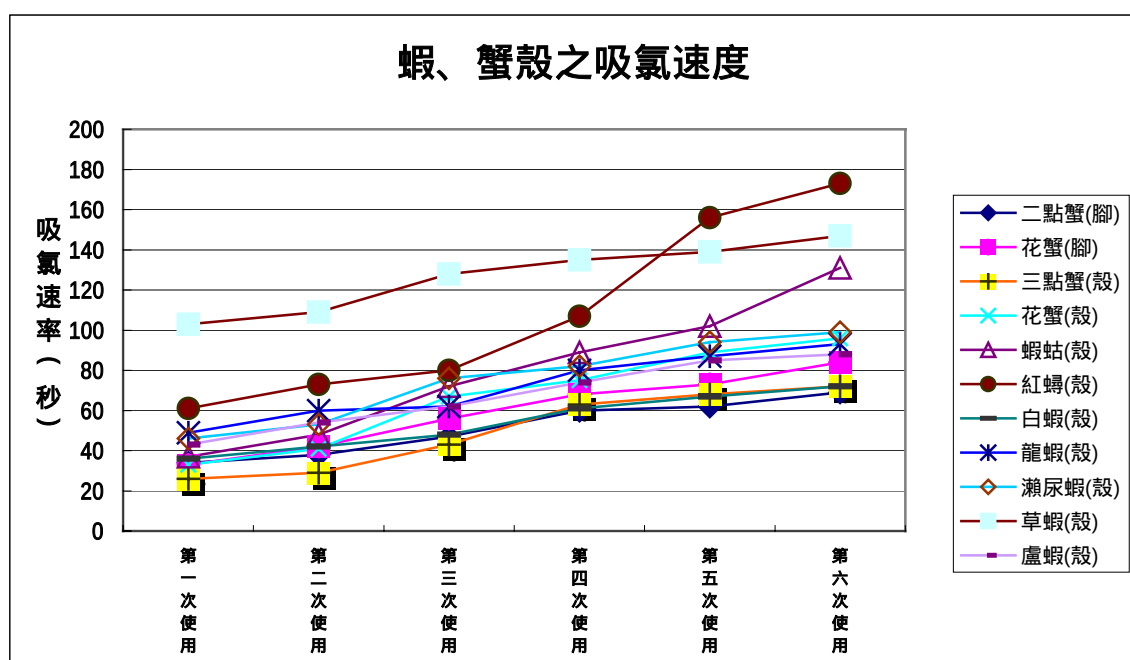
(三) 比較各種蝦、蟹殼之吸氯速度

表四：蝦、蟹殼之吸氯速度

蝦、蟹名稱	重量(g) / 自來水量(ml) (5%)	吸氯速率(秒)					
		第一次使用	第二次使用	第三次使用	第四次使用	第五次使用	第六次使用
三點蟹(腳)	10.0/200	34	38	47	60	62	69
花蟹(腳)	9.0/180	33	42	56	68	73	84
三點蟹(殼)	10.0/200	26	29	43	63	68	72
花蟹(殼)	10.5/210	33	41	67	75	89	96
蝦蛄(殼)	10.0/200	37	48	72	89	102	131
紅蟳(殼)	10.0/200	61	73	80	107	156	173

蝦、蟹名稱	重量(g) / 自來水量(ml) (5%)	吸氯速率(秒)					
		第一次使用	第二次使用	第三次使用	第四次使用	第五次使用	第六次使用
白蝦(殼)	10.0/200	36	42	48	61	67	72
龍蝦(殼)	10.0/200	49	60	62	80	87	93
瀨尿蝦(殼)	10.0/200	46	53	76	82	94	99
草蝦(殼)	10.0/200	103	109	128	135	139	147
盧蝦(殼)	10.0/200	43	54	62	74	85	88
萃取的幾丁質	5.0/100	103	121	142	148	168	181

圖三：蝦蟹殼之吸氯速率



我

們得到重要的結果：如果大家日常生活吃蝦蟹殼後，不要丟棄將它曬乾後保存，當清洗蔬果時先在水中放入蝦蟹殼吸附氯之後再清洗食用的蔬果，這樣一來便能免除吃進氯的疑慮！蝦蟹殼廢棄物可轉變為有用物質！

三、幾丁質抑菌實驗

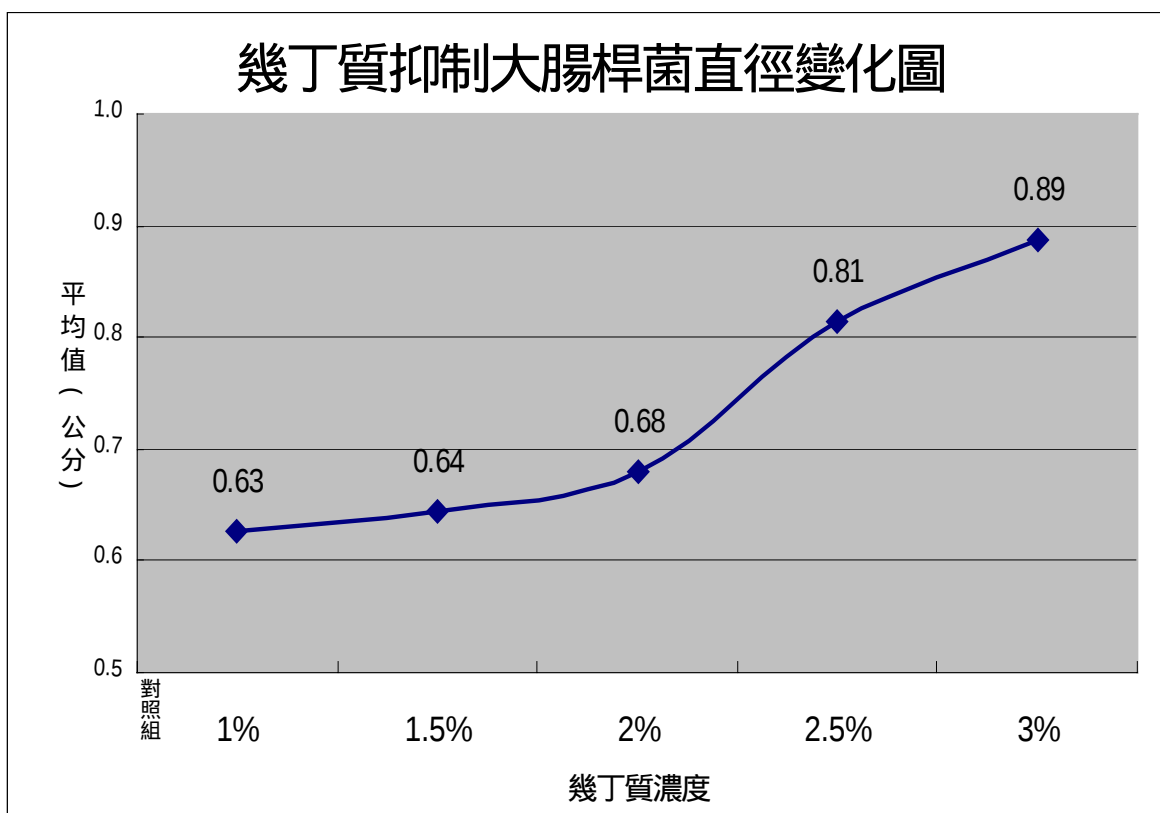
- (一) 以直徑 0.6 公分濾紙錠作抑菌實驗，結果如表六所示。透明圈直徑愈大表示抑菌果愈好。(圖【四】、圖【五】)

表五：幾丁質對枯草桿菌及大腸桿菌抑制效果

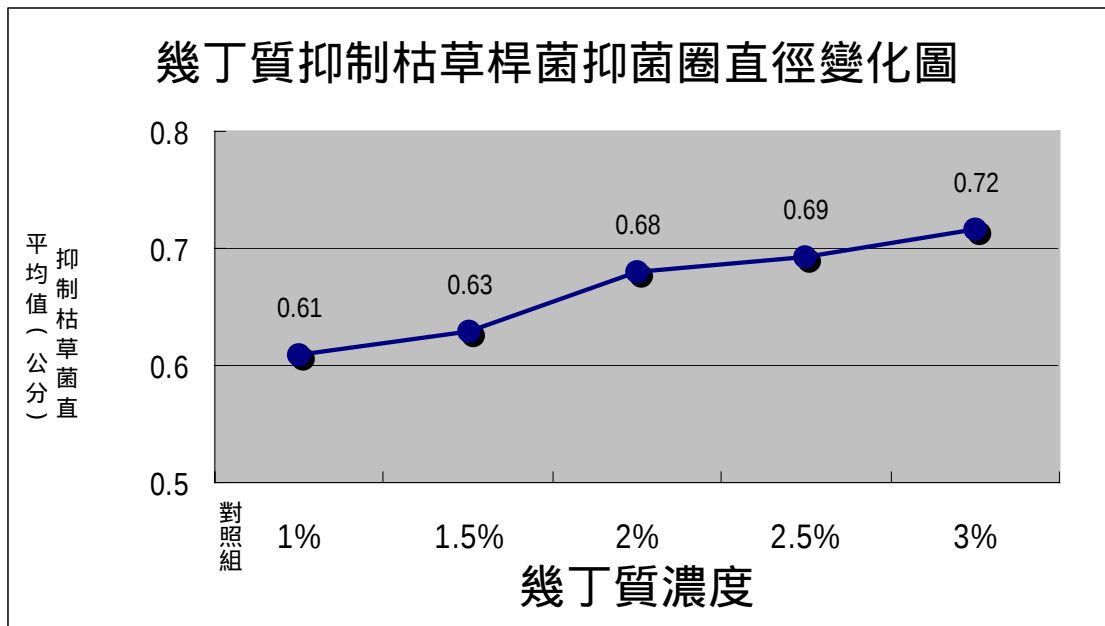
單位：公分

幾丁質濃度	大 腸 桿 菌				枯 草 桿 菌			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均
1%	0.63	0.62	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61	0.61
1.5%	0.63	0.69	0.61	0.64	0.65	0.62	0.62	0.63
2.0%	0.65	0.78	0.61	0.68	0.66	0.70	0.68	0.68
2.5%	0.80	0.90	0.74	0.81	0.68	0.69	0.71	0.70
3.0%	0.90	0.96	0.80	0.89	0.70	0.80	0.65	0.72
對照組	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

(圖四) 幾丁質抑制大腸桿菌抑菌圈直徑變化



(圖五) 幾丁質抑制枯草桿菌抑菌圈直徑變化



幾丁質對枯草桿菌及大腸桿菌均有抑制效果，唯由於幾丁質不易溶於水，所以在此種實驗，濃度低時較不容易有明顯結果，但實際應用情況，應可發揮抑菌功效。

(二) 另以常用濾水器材料麥飯石及活性碳分別與幾丁質比較抑菌實驗結果如表六所示。

選用土城山泉水之原因：

1. 土城、板橋地區老百姓喜歡利用假日到土城某寺廟，取其山泉水回家飲用。
2. 由表二知土城山泉水之細菌含量不少。

表六：幾丁質、活性碳、麥飯石過濾土城山泉水後之水中生菌菌落數。

種類	菌落數(個)	菌落數平均值(個)
幾丁質	5	7
	9	
	7	
活性碳	231	251
	265	
	257	
麥飯石	>300	多於 300
	290	
	>300	
土城山泉水	>300	多於 300
	>300	
	>300	

可見在實際淨水情況下，幾丁質抑菌效果十分良好。

四、以幾丁質為材料自製濾水器 - 「廢棄物再利用，化腐朽為神奇」的理念推廣

由以上實驗，我們由丟棄的寶特瓶自己製作淨水器，內部裝入幾丁質、活性炭、麥飯石、或單用幾丁質，此種廢棄物再利用，不但可以降低汙染，又能得到良好水質，常保身體健康。

柒、結論

- 一、甲殼質是一種多醣類的高分子碳水化合物，它屬於天然物質而不是藥物。越來越多的研究發現有關其功能及療效包羅萬象、不勝枚舉。
- 二、在我們收集的各類蝦、蟹殼中，幾丁質萃取率高又容易在市場購得的蝦是草蝦，而蟹的幾丁質萃取率最高則是紅蟳。
- 三、蝦、蟹殼具有吸氯作用，如果大家在吃完海鮮後，不要丟棄蝦蟹殼，將它曬乾後保存，當清洗蔬果時先在水中放入蝦蟹殼吸附氯之後再清洗食用的蔬果。
- 四、幾丁質具有抑菌作用，可做為淨水材料，尤以在戶外需要用水時，或家庭尚未購置濾水器時，可充當淨水及抑菌的材料。
- 五、依據實驗結果，我們建議：學校、家庭、餐館在清洗蔬菜的同時，先將乾燥蝦、蟹殼放入水中，不但能去除水中殘氯，還能減少生菌數。台灣目前氣候失調，腸病毒等流行病入侵，上述方法亦可降低疾病感染率。
- 六、化腐朽為神奇，丟棄的蝦、蟹殼再利用，淨水和抑菌是其中一項功能；期盼大家動動腦，將其它廢棄物也進行利用，共同珍惜有限資源，永續經營美好的地球村。
- 七、此次研究的實驗過程中，歷經無數次的失敗和挫折，且利用課餘時間、放棄假期，只為追求一分客觀數據和結果。由於蝦、蟹殼所含幾丁質功能特性及適用範圍很廣，希望有機會深入探討，再和大家分享。

捌、參考資料及其他

- 一、江晃榮、林玉媛著 科技的奇蹟－甲殼質的強效 初版 台北縣新店市 世茂出版社 P.74、127、128 1998。
- 二、江晃榮、林玉媛著 生物技術的健康結晶 - 甲殼質的療效 初版 台北新店市 世茂出版社 P49~50,82~84,96~100 2000。
- 三、江晃榮著 不可思議的生物科技 初版 台北縣新店市 世茂出版社 P168~171 2001。
- 四、江晃榮、林玉媛著 飲水正確觀 - 喝好水保健康 初版 台北市新店市 世茂出版社 P1~157 2001。
- 五、楊美桂、陳淵銓編著 普通微生物學實驗 第一版 台北市 藝軒圖書出版社 P19~57 1995。
- 六、IT IS DCB - 0267 - S104(87) 生體高分子(幾丁質膠原蛋白)產業現況與展望 財團法人生物技術開發中心。
- 七、消費者報導(2001、243 期) 中華民國消費者文教基金會出版 P30~48。

(第三名)

利用最生活化的材料，實驗設計詳實簡單可行，應用在水質過濾頗具創意，兼具環保與應用的價值。若能對幾丁質的特性有更深入的探討，則作品更完整。