

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生物科

030318

『殺手』終結者—超音波快速萃取無患子皂苷及  
應用於殺滅福壽螺之效果評估

學校名稱：臺南市立崇明國民中學

作者： 國二 陳維欣 國二 方莘雅	指導老師： 程旭煬 吳寶如
-------------------------	---------------------

關鍵詞：無患子皂苷、超音波、福壽螺

## 壹、摘要

本研究利用超音波設備，快速從無患子果皮中萃取有效成份—皂苷，並針對會影響萃取產率的因素進行研究。結果得知—利用超音波，確實可加速皂苷成份的溶出，且在乙醇濃度 95%、溫度 70°C、萃取時間 1hr、固液比 1：25 時，皂苷產率最高。

再者，將皂苷萃取液應用於殺滅福壽螺之效果探討。結果得知—利用誘餌之添加，來吸引螺，確實可在短時間內，即可明確且快速判斷螺之存活情形。且在皂苷濃度 4ppm 以上，即可有效的將螺殺死。若先行加入發酵過的鳳梨皮，使螺覓食，可將皂苷濃度再降低，對螺亦有相同之致死效果。

經由一連串的實驗結果，以天然無患子皂苷取代化學防治藥劑（含環境賀爾蒙）來殺螺，確實是可行之環保殺螺方法。讓我們一起「寶貝台灣、珍愛地球」！

## 貳、研究動機

去官田旅遊時，無意間看到菱角田內滿佈福壽螺，並聽農民們訴說著有關福壽螺的點點滴滴。哇！原來在自然與生活科技課本中提及的外來物種，有如此強的適應力，且尚無天敵。真是可怕的生態殺手！農民曾嘗試過生物防治—在稻田內放青魚和鴨子，雖然有效果，卻無法完全有效防治，且鴨子和青魚都不容易受控制，常常造成農民困擾。因此，農民還是選擇使用化學農藥來除之，以降低其對菱角的損害。基於上述原因，不但讓我們有興趣想了解福壽螺的習性及生態。更進一步，想找到一個既天然又可將其殺滅的方法，為農民提供一個環保的選擇方案。

農民所使用的農藥，其成份大都含有環境荷爾蒙，不但對土地有害，而且因「生物累積作用」，亦對人體健康產生傷害。於是，我們尋找相關文獻及上網查詢資料得知，老祖母最愛的天然無患子之皂苷成份，可有效讓福壽螺致死，但礙於傳統萃取技術之耗時久、成本貴，引發我們想找到更快速萃取皂苷之方法。更想一探究竟—在何種皂苷濃度下，可在極短的時間內，就可有效殺死福壽螺。且進一步想知道—利用發酵過的鳳梨皮來誘食，在福壽螺張開殼蓋、用口器覓食的同時，是否能快速吸入皂苷？而在降低皂苷濃度下，亦可有相同之致死效果。進而節省皂苷之用量，來降低成本，更加符合農民省錢又有效率的經濟原則。

## 叁、研究目的

### 一、無患子皂苷之萃取與不同變因對產率之影響

- 包括
- (一) 無患子果皮粉末製作
  - (二) 無患子皂苷標準曲線之製作
  - (三) 探討乙醇濃度對萃取皂苷產率之影響
  - (四) 探討不同溫度對萃取皂苷產率之影響
  - (五) 探討萃取時間對萃取皂苷產率之影響
  - (六) 探討固（無患子果皮粉末）液（乙醇）比對萃取皂苷產率之影響

### 二、探討無患子皂苷萃取液應用於殺滅福壽螺之效果評估

- 包括
- (一) 福壽螺之觀察與簡介
  - (二) 判別福壽螺死亡與否所需時間之探究
  - (三) 找出對福壽螺可致死之濃度
  - (四) 找出對福壽螺短時間的最低致死濃度
  - (五) 探討放入鳳梨皮之時間先後皂苷對福壽螺致死率之影響
  - (六) 先放入鳳梨皮再找出皂苷對福壽螺的有效致死濃度

### 三、市售殺螺產品之成本分析

## 肆、研究器材

1. 無患子：果實、種子。
2. 福壽螺：取自官田水菱有機農場。
3. 化學藥劑：乙醇、香草醛冰醋酸溶液、高氯酸、冰醋酸。
4. 器材：烘乾箱、中藥研磨機、30-60目過濾篩、濾紙（40mm）、燒杯、漏斗、  
PIPET（吸萃取液用）、定量瓶、具塞口試管。
5. 測量工具：電子天秤、手錶、碼錶。
6. 記錄工具：電腦、隨身碟、印表機、數位相機、標籤紙、筆記本、筆。
7. 其他器材：超音波、分光光度計。

## 伍、研究過程與方法

### 一、無患子皂苷之萃取與不同變因對產率之影響

#### (一) 無患子果皮粉末製作

##### 實驗步驟

1. 無患子果實，去除核仁，取其果皮，水洗乾淨。
2. 放入烘乾箱中（恆溫 80°C）乾燥。
3. 放入中藥研磨機中攪碎，並過篩 30-60 目。
4. 放置瓶中存放。

#### (二) 無患子皂苷標準曲線之製作

##### 實驗步驟

1. 以電子天平精秤（0.1g、0.2g、0.3g、0.4g、0.5g）之純皂苷粉末分，別放入 5 個錐形瓶中。加入乙醇 100 ml 搖勻。（如圖【1】）
2. 取 1 ml 純皂苷稀釋液，滴入試管中，放入烘乾箱（80°C）烘乾（如圖【2】）



▲圖【1】



▲圖【2】

3. 將 0.4 ml 香草醛冰醋酸溶液（5g 香草醛加冰醋酸定量至 100ml）及 1.6ml 高氯酸，滴入各試管中。（如圖【3】【4】）
4. 將試管瓶蓋拴緊，放入 70°C 水浴 15min，使其顯色。（如圖【5】-a）
5. 放入冷水中冷卻 2~3min 後，加入冰醋酸 10ml。
6. 放入分光光度計測量皂苷，以蒸餾水做分光光度計之歸 0 動作。  
參考文獻，以波長 478nm 掃描，並記錄其吸光值，而後，畫出標準曲線。（如圖【5】-b）



▲圖【3】



▲圖【4】



▲圖【5】-a



圖【5】-b

### (三) 探討乙醇濃度對萃取皂苷產率之影響

#### 實驗步驟

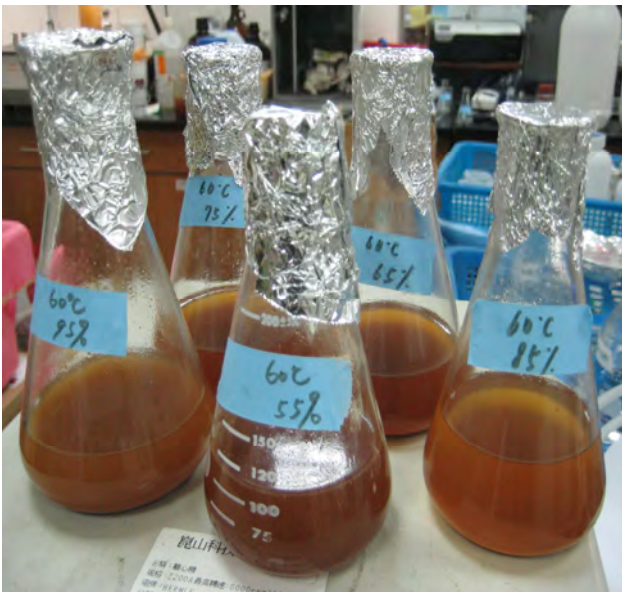
1. 以電子天平精秤 4g 無患子果皮粉末為單位，分別放入 5 個錐形瓶中。  
(如圖【6】)
2. 每組各加入蒸餾水及乙醇 (55ml、65ml、75ml、85ml、95ml) 定量至 100 ml 並搖勻、貼上標籤。(此時濃度分別為 55%、65%、75%、85%、95%)  
圖【7】-a-b)
3. 放入超音波 (溫度 60°C、時間 60min)。(如圖【8】)
4. 取出，用濾紙過濾，去除沉澱物。(如圖【9】)
5. 放入烘乾箱 (80°C) 烘乾，去除乙醇。(如圖【10】)
6. 取出，加入乙醇 100 ml，溶出皂苷。其餘步驟同標準曲線製作 2~6。



▲圖【6】



▲圖【7】-a



▲圖【7】-b



▲圖【8】



▲圖【9】



▲圖【10】

#### (四) 探討不同溫度對萃取皂苷產率之影響

##### 實驗步驟

1. 以電子天平精秤 4g 無患子果皮粉末為單位，分別放入 5 個錐形瓶中。
2. 每組各加入乙醇 95ml 及蒸餾水 5ml，並搖勻。
3. 放入超音波（溫度分別訂在 30°C、40°C、50°C、60°C、70°C、時間皆為 1 小時），並貼上標籤。
4. 取出，用濾紙過濾，去除沉澱物。
5. 放入烘乾箱（80°C）烘乾，去除乙醇。
6. 取出，加入乙醇 100 ml，溶出皂苷。其餘步驟同標準曲線製作 2~6。

#### (五) 探討萃取時間對萃取皂苷產率之影響

##### 實驗步驟

1. 以電子天平精秤 4g 無患子果皮粉末為單位，分別放入 5 個錐形瓶中。
2. 每組各加入蒸餾水 5ml 及乙醇 95ml，並搖勻。
3. 放入超音波（溫度 70°C）。於 20min、30min、40min、50min、60min 各取出一組，並貼上標籤。
4. 取出後，用濾紙過濾，去除沉澱物。
5. 放入烘乾箱（80°C）烘乾，去除乙醇。
6. 取出，加入乙醇 100 ml，溶出皂苷。其餘步驟同標準曲線製作 2~6。

#### (六) 固（無患子果皮粉末）液（乙醇）比對萃取皂苷產率之影響

### 實驗步驟

1. 以電子天平精秤 4g 無患子果皮粉末為單位，分別放入 5 個錐形瓶中。
2. 每組各加入乙醇 40ml、60ml、80ml、100ml、120ml，並搖勻，貼上標籤。
3. 放入超音波（溫度 70°C、時間 1 小時）。
4. 取出，用濾紙過濾，去除沉澱物。
5. 放入烘乾箱（80°C）烘乾，去除乙醇。
6. 取出，加入乙醇 100 ml，溶出皂苷。其餘步驟同標準曲線製作 2~6。

## 二、探討無患子皂苷萃取液應用於殺滅福壽螺之效果評估

### （一）福壽螺之觀察與簡介

1. 食性甚雜，喜食綠色植物，尤其是幼嫩部份。
2. 對生活環境適應力極強。遇惡烈環境時，會緊閉殼蓋。
3. 卵塊有如葡萄串，顏色為粉紅色（剛產下）（如圖【11】-a-b）→鮮紅色（產下 2~3 天）→灰黑色（有受精的卵，孵化前 3~4 天）；無受精的卵則保持鮮紅色。
4. 殼口有殼蓋，頭部有觸角 2 對（前對觸角短，後對觸角長），後對觸角基部外側，各有單眼一隻。（如圖【12】）左眼左後邊，有一隻粗大的肺吸管（兼具肺和腮的功能）。（如圖【13】）
5. 取食時，先以腹足抱住食物，在以口器之顎片切碎吞下。（如圖【14】-a-b）
6. 外觀如何分出雌雄眾說紛紛。（如表【一】）

表一、不同文獻對雌雄的判別

參 考 文 獻	殼 蓋 特 徵	
	雌螺	雄螺
朝陽科大（碩論） 蘇利菌防制水稻田探討	向外凸	向內凹
互動百科、明誠中學（台灣的福壽螺）	向內凹	向外凸

我們經由（1）分開正在交配的福壽螺—殼蓋向外凸，有陰莖鞘；  
殼蓋向內凹，則無。（如圖【15】-a-b）

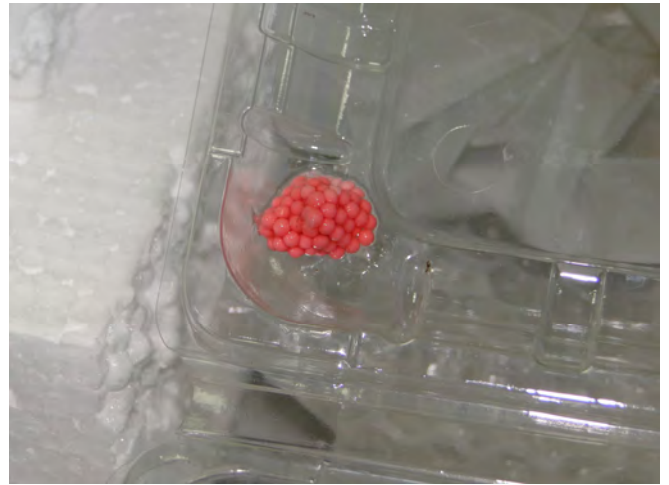
（2）將兩隻福壽螺踩碎—殼蓋向外凸，無蛋白腺；  
殼蓋向內凹，則有蛋白腺。（如圖【16】）

綜合上述（1）（2）得知—殼蓋向外凸為雄福壽螺；  
殼蓋向內凹為雌福壽螺。（如圖【17】）

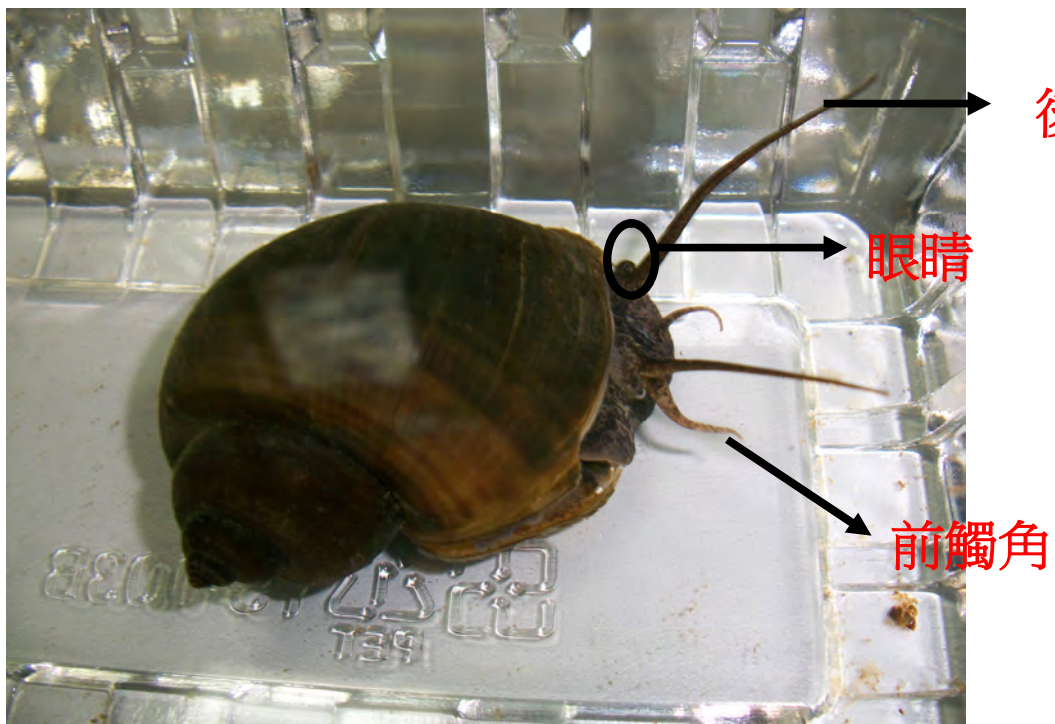




▲圖【11】-a 正在產卵



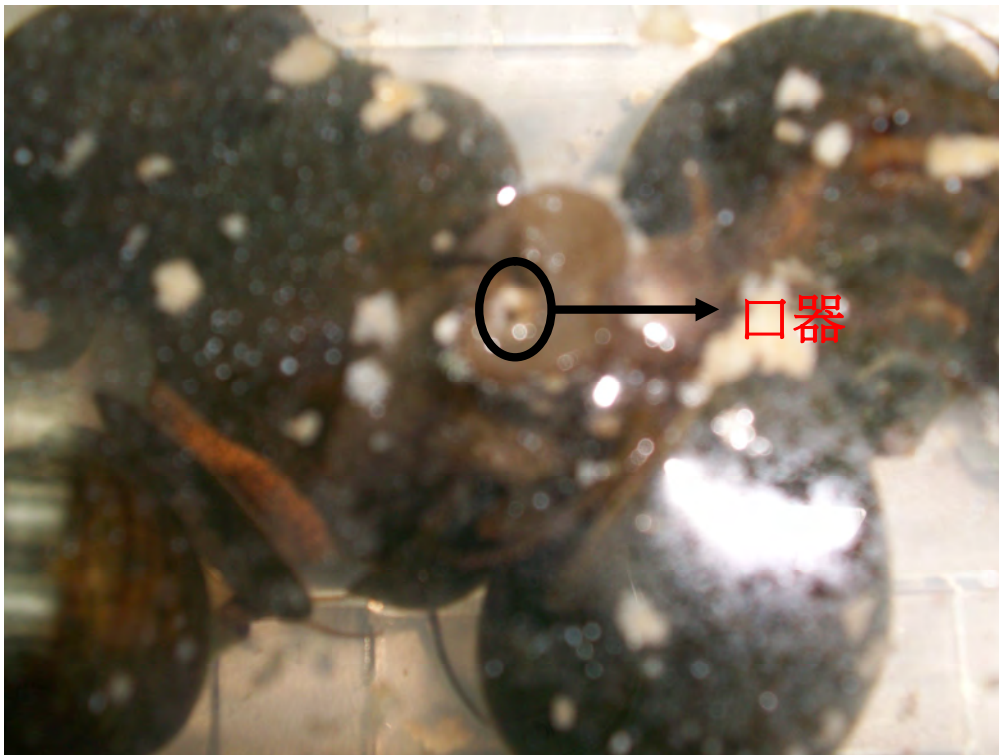
▲圖【11】-b 剛產下的卵



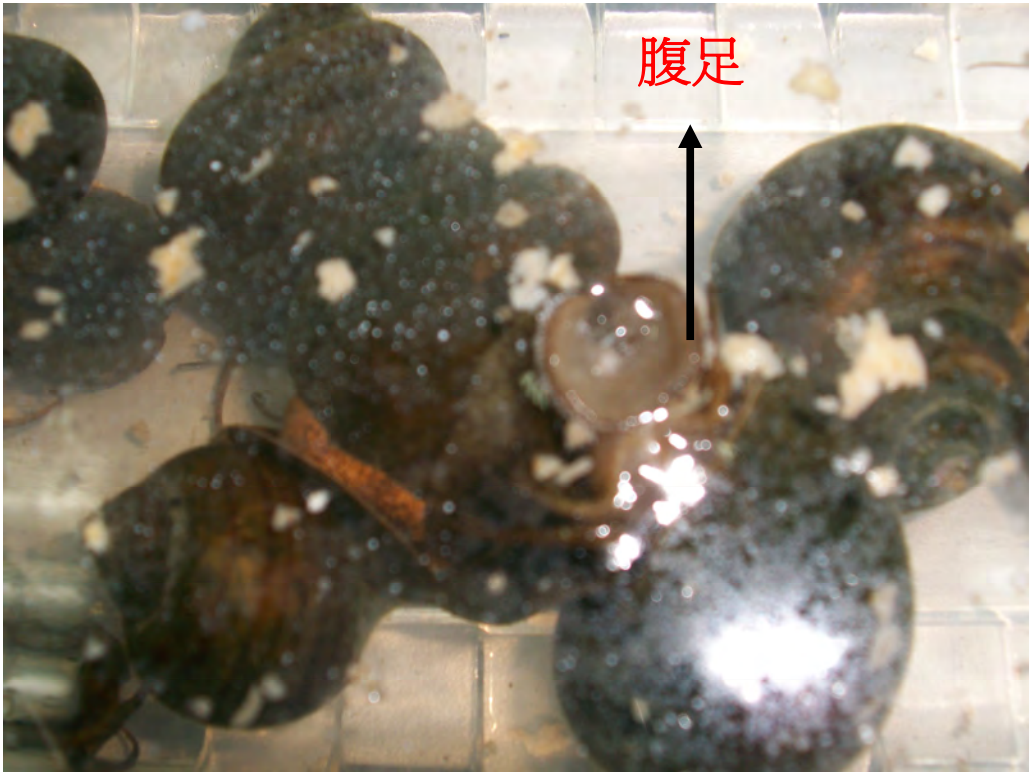
▲圖【12】觸角 2 對（前對觸角短，後對觸角長）



▲圖【13】粗大的肺吸管



▲圖【14】-a 以口器之顎片切碎吞下



▲ 圖【14】-b 以腹足抱住食物



▲ 圖【15】-a



▲ 圖【15】-b



▲ 圖【16】



▲圖【17】左邊為雌性、右邊為雄性

## (二) 判別福壽螺死亡與否所需時間之探究 (第三組燕麥片之實驗進行三重複)

福壽螺之耐受性強，當環境不佳時，會緊閉殼蓋。故用目視和觸碰，究竟應花多長的時間觀察，才能正確的判定牠「死亡」或「存活」，甚為膠著。

參考網路上之發表文獻，對於觀察存活與否之時間，有 24 小時者，亦有 15min 者，差異頗大。故集思廣益並和老師討論，希望經由試驗找出明確方法，且此方法是可以有把握的確定存活與否，進而找出最適當之觀察時間範圍，作為接下來之實驗依據。

### 實驗步驟

1. 以 10 隻福壽螺為單位，分成 3 組 (每組總重量  $160\text{g}\pm 10\text{g}$ )。
2. 每組加入 500ml 之清水，並分別滴入萃取液量 0.125ml (相當濃度 0.8ppm)，並放置 24 小時。
3. 24 小時後，將各組福壽螺取出，分別放入清水中。
4. 於 2 組中，分別加入燕麥片 (桂格)、米糠，另一組不加。在加入誘餌之同時，按下碼錶計時，並紀錄福壽螺依序伸出觸角之時間。
5. 若有一組溶液中之福壽螺全數伸出觸角時，即結束觀察。

### (三) 找出對福壽螺可致死之濃度 (3.2ppm 之實驗進行三重複)

參考網路上之文獻，有關苦茶粕對福壽螺致死濃度之記載，故將本次實驗萃取液量定為 0.5ml、0.25ml、0.167ml、0.125ml、0.0625ml (相當濃度 3.2ppm、1.6ppm、1.06ppm、0.8ppm、0.4ppm)。

#### 實驗步驟

1. 以 10 隻福壽螺為單位，分成 6 組 (每組總重量  $160\text{g}\pm 10\text{g}$ )。(如 圖【18】)
2. 每組加入 500ml 之清水，5 組分別滴入萃取液量 0.5ml、0.25ml、0.167ml、0.125ml、0.0625ml (相當濃度 3.2ppm、1.6ppm、1.06ppm、0.8ppm、0.4ppm)，另一組不加 (對照組)。放置 24 小時。(如 圖【19】)
3. 24 小時後，將各組福壽螺取出，分別放入清水中、
4. 於各組中，分別加入燕麥片 (桂格)，開始觀察其活動，並將殼蓋張開、觸角伸出 (確定存活) 的福壽螺取出，放回原濃度溶液中。(如 圖【20】-a-b)
5. 由判別福壽螺死亡與否所需時間之探究的實驗結果顯示一原則上在 20min 之內，福壽螺皆可全數伸出觸角。故將判別福壽螺存活之觀察時間定為 20min。
6. 紀錄各組之福壽螺死亡的隻數。(如 圖【21】)
7. 將存活之福壽螺於原溶液中，再放置 24 小時後，重覆進行步驟 (3~6)
8. 連續觀察數日。在觀察期間，當有一組溶液中之福壽螺死亡率達 100% 時，即結束實驗。



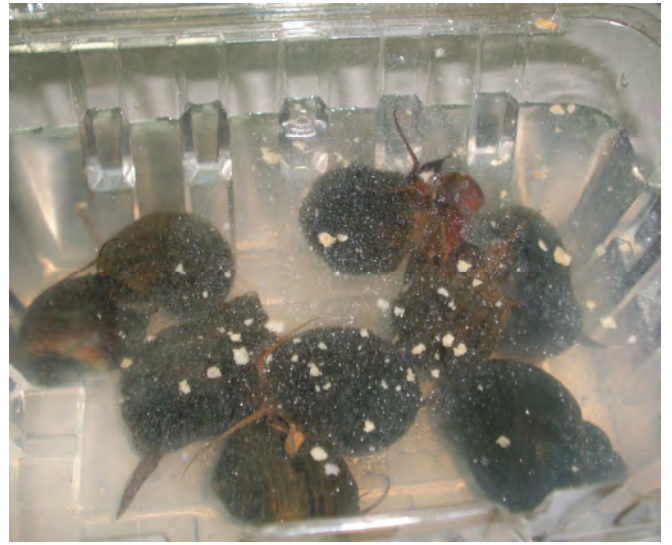
▲圖【18】六組福壽螺 (含對照組)



▲圖【19】倒入 500ml 清水



▲圖【20】-a



▲圖【20】-b



▲圖【21】死亡的福壽螺

#### (四) 找出對福壽螺短時間的最低致死濃度 (4ppm 之實驗進行三重複)

由訪談的農民口中得知，他們之所以習慣使用三本醋錫之禁藥，來防治福壽螺。一方面是因為它使用方便 (由入水口藉灌溉水帶進即可)，另一方面則是在短時間內，即可很有效率的殺死福壽螺。

由上實驗 (三) 結果顯示，在萃取液量 0.5ml (相當濃度 3.2ppm) 時，雖然可對福壽螺產生不錯之致死效果，但時間 (6 天) 似乎較長。若能於 2~3 天，即可有 100% 之致死率，當可成為農民使用環境賀爾蒙 (三本醋錫) 時之替代方案。

基於上述原因，故將各組萃取液量增加 10 倍，希望能在短時間內將福壽螺致死。

##### 實驗步驟

1. 以 10 隻福壽螺為單位，分成 5 組 (每組總重量 160g±10g)。
2. 每組加入 500ml 之清水，並分別滴入萃取液量 5ml、2.5ml、1.67ml、1.25ml、0.625ml (相當濃度 32ppm、16ppm、10.6ppm、8ppm、4ppm)，放置 24 小時。
3. 其餘步驟開始與可致死濃度實驗 3~8 步驟相同。

#### (五) 探討放入鳳梨皮之時間先後，皂苷對福壽螺致死率之影響

從訪談的農夫口中得知，一些強調維護自然生態之耕耘者，已嘗試使用鳳梨皮當誘餌，來誘補福壽螺。故突發奇想：若使用鳳梨皮，讓福壽螺先伸出觸角，而後，再滴入萃取液，是否能在降低皂苷濃度之使用下，亦能達到相同之致死效果。

由上實驗 (四) 之結果顯示，在萃取液量 0.625ml (相當濃度 4ppm) 時，即可在第 2 天，達到 100% 之致死率。故本實驗將萃取液量調降成 0.125ml、0.0625ml (相當濃度 0.8ppm、0.4ppm，為原來的 1/5、1/10)。

##### 實驗步驟

1. 以 10 隻福壽螺為單位，分成 4 組 (每組總重量 160g±10g)。
2. 每組分別加入 500ml 之清水。
3. 取 2 組，先行放入已發酵之鳳梨皮 14g。
4. 當 (3) 之 2 組中之福壽螺全數都伸出觸角時，即分別滴入萃取液 0.125ml、0.0625ml (相當濃度 0.8ppm、0.4ppm)，放置 24 小時。(如圖【22】)
5. 將已發酵之鳳梨皮與萃取液 0.125ml、0.0625ml (相當濃度 0.8ppm、0.4ppm) 同時加入另 2 組中，亦放置 24 小時。(如圖【22】)
6. 其餘步驟開始與可致死濃度實驗 3~7 步驟相同。
7. 連續觀察 3 日。在觀察期間，當有一組溶液中之福壽螺死亡率達 100% 時，即結束實驗。





▲圖【22】 2 組放鳳梨皮、2 組無鳳梨皮

## (六) 先放入鳳梨皮，再找出皂苷對福壽螺的有效致死濃度

### (實驗進行三重複)

因在探討放入鳳梨皮之時間先後差異對福壽螺致死率之影響，實驗結果得知，先放置鳳梨皮，讓其打開殼蓋、伸出觸角之致死效果確實優於同時放置者。但因結果未達 100% 的致死率，故本實驗將萃取液量調升成 0.208ml、0.3125ml (相當濃度 1.33ppm、2ppm)。希望能找出致死率為 100% 的之皂苷濃度。

### 實驗步驟

1. 以 10 隻福壽螺為單位，分成 6 組 (每組總重量  $160g \pm 10g$ )。(如 圖【23】)
2. 每組分別加入 500ml 之清水。
3. 6 組，先行放入已發酵之鳳梨皮 14g。
4. 當(3)之福壽螺全數都伸出觸角時，取三組，滴入萃取液 0.208ml (相當濃度 1.33ppm) 其餘三組，滴入萃取液 0.3125ml (相當濃度 2ppm)，放置 24 小時。
5. 其餘步驟開始與與可致死濃度實驗 3~7 步驟相同。
6. 連續觀察數日。在觀察期間，當有一濃度中之福壽螺死亡率達 100% 時，即結束實驗。



▲圖【23】

### 三、市售殺螺產品之成本分析

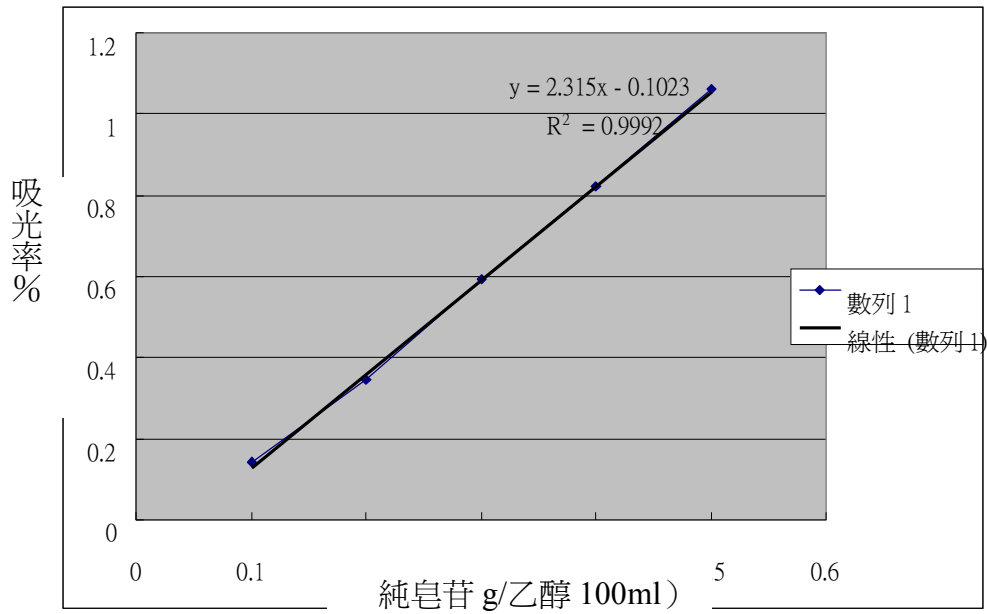
表二、市售殺螺產品之價格

研發及生產單位	產品內容	1分地(約970平方公尺)建議用量	價格
興農	耐克螺可濕性粉劑	100克 * 1.5包	130 * 1.5 = 195元
農藥行	苦茶粕	10公斤 * 2包	300 * 2 = 600元
美和技術學院	天然無患子粒劑	3公斤 * 5包 (皂苷成分未知)	150 * 5 = 750元
本實驗	天然無患子	原料成本(皂苷成分 100%)	
(1) 純皂苷殺福壽螺短時間的最低致死濃度為 4ppm		原料成本估算如下： <b>580元</b>	
(2) 先放鳳梨皮，再加入純皂苷來殺螺，可降低濃度至 2ppm		原料成本估算如下： <b>290元</b>	

## 陸、研究結果與討論

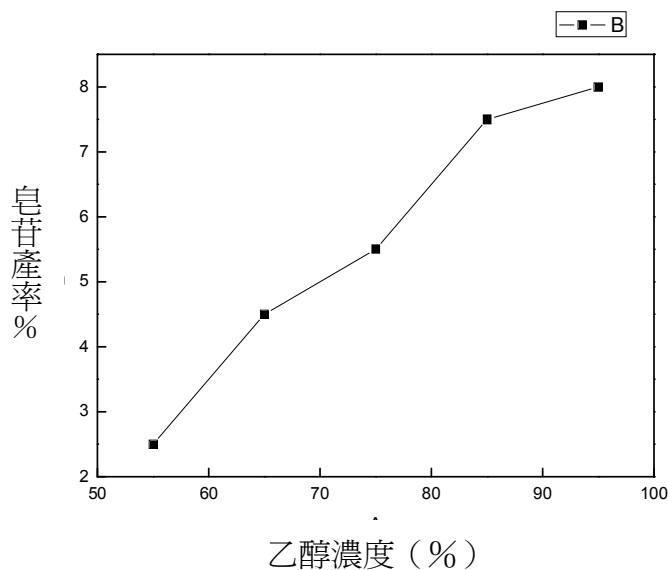
### 一、無患子皂苷之萃取與不同變因對產率之影響

#### (一) 無患子皂苷標準曲線之製作



▲圖【24】無患子皂苷標準曲線

## (二) 探討乙醇濃度對萃取皂苷產率之影響



▲圖【25】乙醇濃度對皂苷產率的影響

### 實驗結果

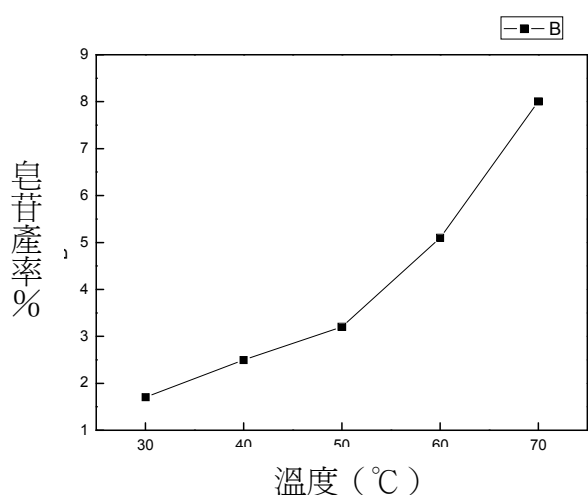
1. 由（圖【25】）顯示，乙醇濃度較低時，由於水的比例較多，容易萃取出較多的雜質，而隨著濃度的提高，雜質萃出量降低，無患子皂苷萃取量也隨之提高。

### 結果討論

1. 在濃度 95% 時，無患子皂苷有最佳的產率。

★公式：萃取皂苷量 (g) = (吸光值 + 0.123) / 2.315    皂苷產率 = 萃取皂苷量 / 4g (皂苷量) \* 100

## (三) 探討不同溫度對萃取皂苷產率之影響



▲圖【26】不同溫度對萃取皂苷產率之影響

### 實驗結果

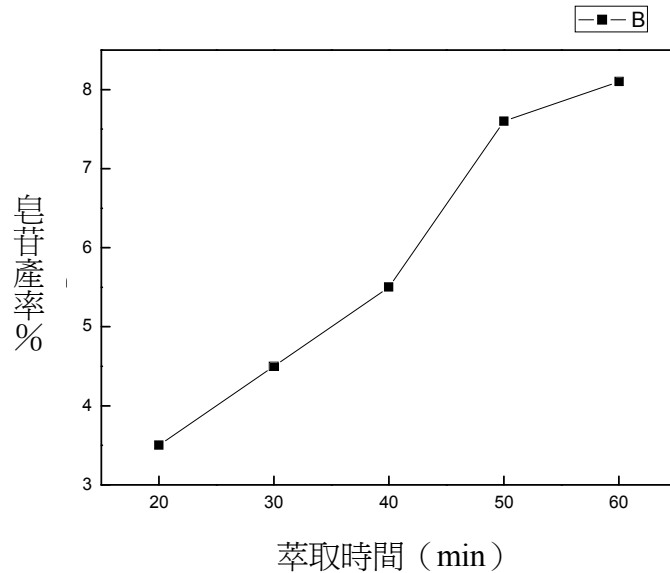
1. 由（圖【26】）可以看出，由於一開始溫度太低，導致皂苷難以萃取出來，所以產率不

佳，而隨著溫度增加，產率也漸漸增加，到 70°C 時產率最高。

#### 結果討論

1. 超音波溫度在 70°C 時，無患子皂苷之產率最高。

### (四) 探討萃取時間對萃取皂苷產率之影響



▲圖【27】 萃取時間對無患子皂苷產率之影響

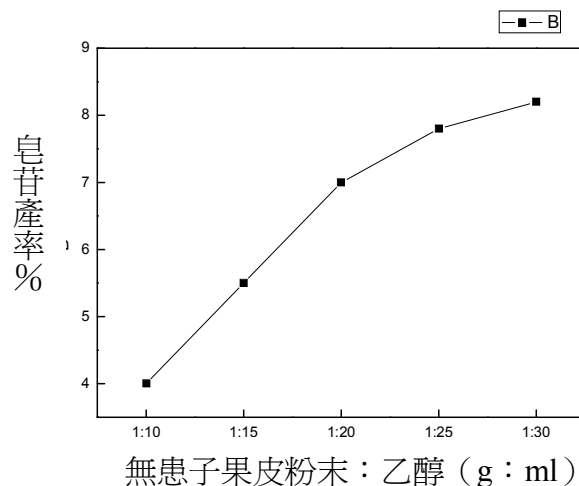
#### 實驗結果

1. 由（圖【27】）可以看出 20min、30min 所得產率較 40min 低，可能是萃取時間較短，有部份皂苷尚未被萃取出來；到 60min 時，皂苷產率為最多。

#### 結果討論

1. 超音波萃取時間為 60min 時，無患子皂苷之產率最佳。

### (五) 固（無患子果皮粉末）液（乙醇）比對萃取皂苷產率之影響



▲圖【28】 固液比對萃取皂苷產率之影響

### 實驗結果

1. 由（圖【28】）可以看出，隨著固液比的增加，皂苷產率也隨之提高，而在固液比 1：25 時，已達穩定值，固液比於 1：30 時，產率相差不多。

### 結果討論

1. 若考慮到節省溶劑消耗，則固液比最佳條件為 1：25。

## 二、探討無患子皂苷萃取液，應用於殺滅福壽螺之效果評估

### （一）判別福壽螺死亡與否所需時間之探究

表三、福壽螺在不同誘餌下觸角伸出之時間（第三組燕麥片之實驗進行三重複）

	第一組（清水）	第二組（米糠）	第三組（燕麥片）
第 1 隻	5 : 23	3 : 17	2 : 00
第 2 隻	7 : 41	3 : 56	2 : 34
第 3 隻	9 : 45	5 : 27	3 : 16
第 4 隻	12 : 30	12 : 08	4 : 25
第 5 隻	—	14 : 05	5 : 02
第 6 隻		—	7 : 31
第 7 隻			8 : 31
第 8 隻			9 : 06
第 9 隻			15 : 28
第 10 隻			19 : 02

實驗結果以表【三】顯示出：

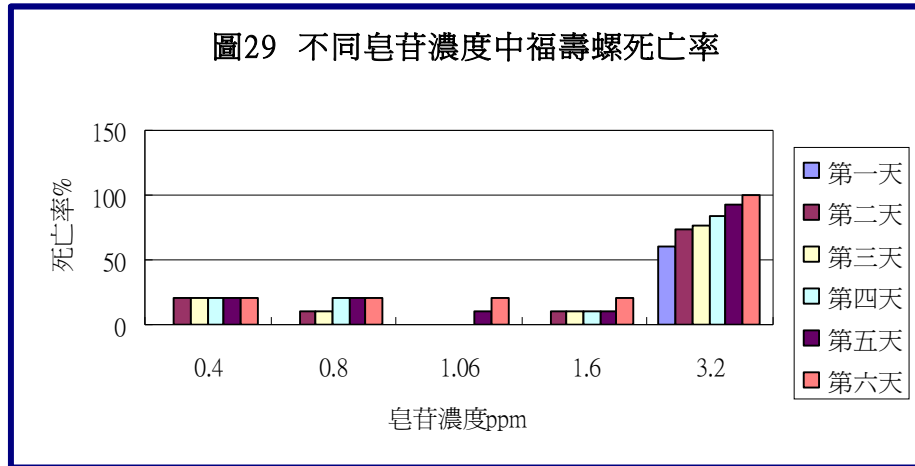
2. 第一隻福壽螺伸出觸角之時間為清水（5：23）米糠（3：17）燕麥片（2：00），以燕麥片最為快速。
2. 到第四隻時，仍是燕麥片中之福壽螺特別快速，而且是遙遙領先。
3. 在 20min 內，清水（4 隻）、米糠（5 隻）、燕麥片（10 隻），亦是以燕麥片（全

數伸出) 效果特別好，故原則上在 20min 之內，皆可全數伸出觸角。

### 結果討論

誘餌之不同，對福壽螺之吸引力亦不相同，吸引力為（燕麥片>米糠>清水），其中以燕麥片之吸引力最為勝出。

## （二）找出對福壽螺可致死之濃度（3.2ppm 之實驗進行三重複）



▲圖【29】

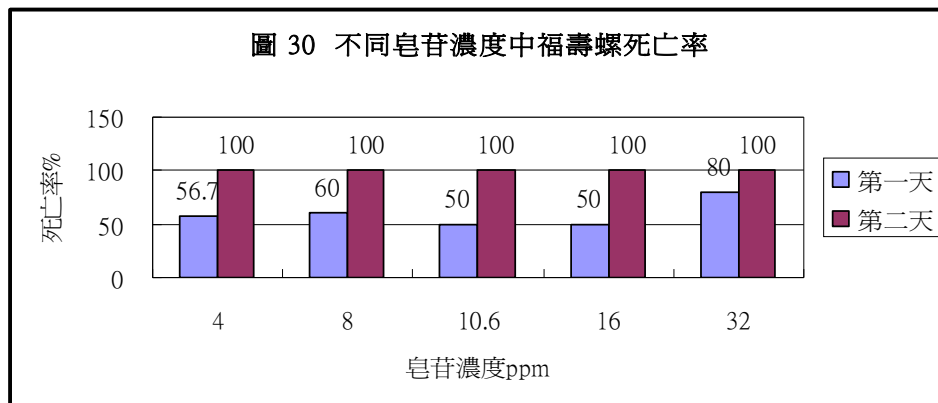
實驗結果以（圖【29】）顯示出：

1. 第一天時，在萃取液 0.5ml（相當濃度 3.2ppm）之溶液中，福壽螺死亡率可達 60%，其餘各組死亡率皆為 0。故以萃取液 0.5ml（相當濃度 3.2ppm）效果特別好。
2. 第六天時，於萃取液 0.5ml（相當濃度 3.2ppm）之溶液中，福壽螺死亡率即可達到 100%。其餘各組致死率皆偏低，且差異不大。

### 結果討論

在萃取液 0.5ml（相當濃度 3.2ppm），才可對福壽螺產生不錯致死效果。

## （三）找出對福壽螺短時間的最低致死濃度（4ppm 之實驗進行三重複）



▲圖【30】

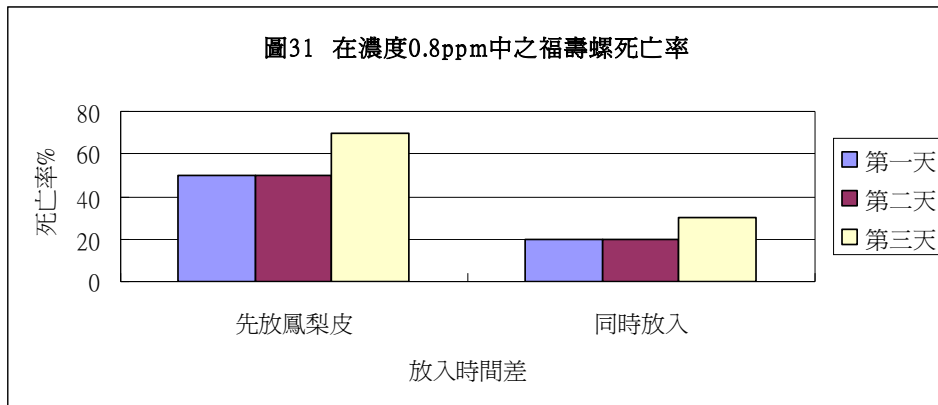
**實驗結果**由（圖【30】）顯示出：

在萃取液 0.625ml、1.25ml、1.67ml、2.5ml、5ml（相當濃度 4ppm、8ppm、10.6ppm、16ppm、32ppm）皆可在第 2 天，將福壽螺全數殺死，達到 100% 致死率。

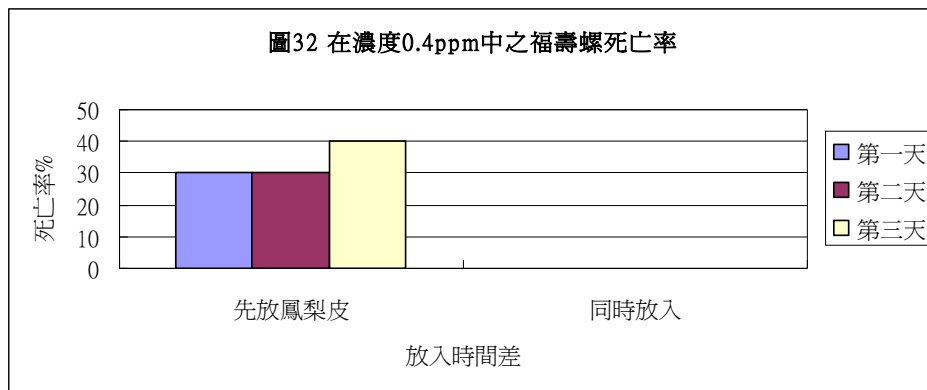
**結果討論**

在萃取液 0.625ml（相當濃度 4ppm）以上，皆可有效的將福壽螺殺死，故對福壽螺短時間的最低致死萃取液為 0.625ml（相當濃度 4ppm）。

#### （四）放入鳳梨皮之時間先後皂苷對福壽螺致死率之影響



▲圖【31】



▲圖【32】

**實驗結果**由（圖【31】【32】）顯示出：

1. 第三天，於萃取液 0.125ml（相當濃度 0.8ppm）溶液中，先置放鳳梨皮之死亡率為 70%，同時置放之死亡率為 30%。以先置放鳳梨皮之死亡率較高。
2. 第三天，於萃取液 0.0625ml（相當濃度 0.4ppm）中，先置放鳳梨皮之死亡率為 40%，同時置放死亡率為 0，亦以先置放鳳梨皮之死亡率較勝出。

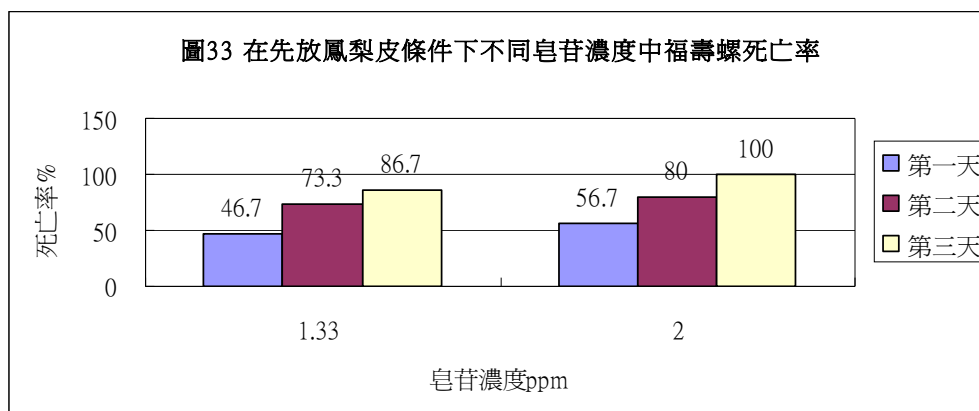
**結果討論**

1. 先放置鳳梨皮，讓其打開殼蓋、伸出觸角之致死效果確實優於同時放置者。
2. 在萃取液 0.125ml（相當濃度 0.8ppm）之低濃度下，亦有（70%）致死效果。如此，不但能節省無患子皂苷之用量，且用來當誘餌之發酵鳳梨皮，除了能讓農作物肥沃，也能成為其他生物之食物。可說是“一兼二顧”，既環保又有效。



## (五) 先放入鳳梨皮，再找出皂苷對福壽螺的有效致死濃度

(實驗進行三重複)



▲圖【33】

**實驗結果**由(圖【33】)顯示出：

第三天，在萃取液 0.208ml、0.3125ml (相當濃度 1.33ppm、2ppm) 之濃度下，對福壽螺之致死率為 (86.7%、100%)。

**結果討論**

故在萃取液 0.3125ml (相當濃度 2ppm) 之濃度下，可達到 100%致死率。

## 三、市售殺螺產品之成本分析

**結果討論**以表【二】顯示出

1. 和同是使用無患子的美和技術學院研發之粒劑比較，本法經由快速萃取皂苷，可節省 5/6 之時間；且加入鳳梨皮來誘食，更可節省皂苷的使用量，故將更具競爭力。
2. 現在農民常用之耐克螺，雖然價格較低，但台灣目前正朝有機產業大力推廣，故雖然成本稍高，本法仍應有相當之潛力。

## 柒、結論

### 一、無患子皂苷之萃取與不同變因對產率之影響

1. 用超音波所產生之空化效應 (產生氣泡，且氣泡會一直形成、擠壓和爆破，而產生巨大的撞擊能量)，確實可加速皂苷成分的溶出 (時間 1hr)，較傳統提取皂苷的方法 (萃取時間 6~8hr) 更為快速，且皂苷之產率(約為 8%) 和傳統相當。
2. 綜合比較各種因素對皂苷產率的影響後，得到在乙醇濃度 95%、溫度 70°C、萃取時間 1hr、固液比 1:25 時，皂苷產率為最高。

## 二、探討無患子皂苷萃取液應用於殺滅福壽螺之效果評估

1. 添加燕麥片誘餌確實可吸引福壽螺，在 20min 內，即可快速且明確的判斷其存活之情形。
2. 無患子之皂苷確實可讓福壽螺致死。其短時間的最低致死皂苷萃取液量為 0.625ml（相當濃度為 4ppm）。
3. 發酵過的鳳梨皮（含果酸之香味）對福壽螺特別具有吸引力，使其在覓食之同時，亦會吸入皂苷，進而加速其死亡，其萃取液量可降至 0.3125ml（相當濃度為 2ppm）。如此，不但能節省無患子皂苷之用量，亦符合農民經濟原則。

### 捌、未來展望

希望經由我們的實驗結果，能提供農民一些具體可行之方法—若能在同區域之農田（因福壽螺有越域的行爲），皆以鳳梨皮(廢物再利用)為誘餌，搭配天然無患子之皂苷（濃度為 2ppm），並進行關水，將可施行環保之殺螺防治，讓地球永續發展。

除此之外，農民若再加上防疫局的建議—採撿福壽螺卵塊及螺體；或於田區的入水口加裝鐵絲網，以阻止福壽螺入侵，進而減少皂苷的使用量；或於枯水期，清除灌溉溝渠底，泥土中的福壽螺。更可在冬季時，利用翻耕，將已遁入土壤休眠的螺體翻出，使其無法越冬，並加以清除。深深相信—將各種方法齊頭並進，必可有效降低福壽螺的為害，做到真正的『綠色農村』。讓我們一起「寶貝台灣、珍愛地球」！

### 玖、參考文獻

1. 台灣石油枯竭論談: <http://blog.yam.com>
2. 台灣微測公司: <http://blog.sina.com.tw>
3. 「益無螺」粒劑之開發: <http://www.tari.gov.tw>
4. 陳哲民，水稻有機栽培病蟲害管理技術 <http://organic.hdais.gov.tw>
5. 碩士論文：朝陽科技大學（應用化學系）中山大學（海洋生物研究所）
6. 魏鳳玉，（2007）天然無患子皂苷提取分離。
7. 余錦城，（2007）天然無患子皂苷提取分離及測試的研究。

## 【評語】 030318

1. 主題切合鄉土及實用性，對環境關懷有所著墨，表達能力佳。
2. 實驗數據宜加強統計分析，實驗紀錄本之記載應再詳細登錄。
3. 皂苷成分宜再檢定分析。