

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

第三名

091403

廢物變黃金-福壽螺天然防治之研究

國立龍潭高級農業工業職業學校

作者姓名：

職三 蔣廣元 職三 謝佩汝 職三 李佳容
職三 麥照紅

指導老師：

陳珍柳

目錄

壹、摘要.....	2
貳、研究動機.....	2
參、研究目的.....	2
肆、研究設備及器材.....	2
伍、研究過程及方法.....	3
陸、研究結果.....	4
柒、討論.....	14
捌、結論.....	16
玖、參考資料.....	23

廢物變黃金－福壽螺天然防治之研究

壹、摘要

在環保的觀念下，農藥會影響土地資源且有害人體健康，若能以農產剩餘物如黃豆渣、果皮等取代最好。因水果含有檸檬酸，故先用檸檬酸進行實驗，而黃豆渣在發酵時也會產生有機酸，經實驗發現鳳梨渣效果較佳。鳳梨渣溶液發酵產生的有機酸，在 3~5 天便將實驗中的螺全數滅亡，且滅螺後會逐漸恢復至適合水稻生長的 pH5-7 微酸性至中性。

貳、研究動機

基礎生物"福壽螺自南美引進臺灣地區，由於缺乏天敵的抑制大量繁殖"(註 7)，分布全臺灣地區，使農作物的產量大幅降低。而且在校園中的水溝中以及住家附近的農田裡也發現，因為這樣，讓我對這個外來生物相當反感，不久就和老師商討，於是達成了剋螺共識。我便積極尋找我的夥伴們，一起來研究對抗策略。因為我們對於福壽螺的了解僅有初步的認知，並沒有相當了解其之特性，於是就尋找福壽螺的資料。老師給了我們一份有關苦茶渣對福壽螺的影響資料，這時我們有了研究方針，那就是"改變其生活環境來剋螺"。為甚麼呢？我們做了很大膽的假設。福壽螺在苦茶渣溶液中會死亡，是否就是因為環境的酸鹼度所導致的？那麼，是酸的环境呢？還是鹼的环境呢？只有苦茶渣有效嗎？一定要用化學藥劑來改變酸鹼度嗎？由於使用化學藥劑會造成農作物的傷害及影響人體健康，在經濟效益上也不甚理想，所以是否能用其他天然並且環保的材料來取代，於是我們帶著想解開疑惑的心，積極的做了一連串的實驗與討論。

參、研究目的

- 一、研究福壽螺的生態習性。
- 二、研究檸檬酸對福壽螺的影響。
- 三、研究黃豆渣、鳳梨渣加水混合 pH 的變化。
- 四、黃豆渣、鳳梨渣對福壽螺的影響。
- 五、鳳梨渣、苦茶渣對田間福壽螺、泥鰱、水稻、蚯蚓和水蛭的影響。

肆、研究設備及器材

- 一、材料：1.黃豆渣（水份量 11.5% 圖一） 2.鳳梨渣（鳳梨皮乾燥，水份量 11.5% 圖一） 3.苦茶渣 4.福壽螺（含成螺與幼螺） 5.檸檬酸 6.地下水。
- 二、器材：1.量筒（1000ml） 2.燒杯（1000ml） 3.PH 測量器 4.長型鑷子 5.寶特瓶（1600ml） 6.塑膠手套 7.三臂天秤 8.口罩 9.紗網 10.漏斗 11.塑膠桶 12.橡皮筋 13.水分測定計（圖一） 14.自黏性標籤 15.捲尺 16.塑膠瓦楞板 17.乾燥機 18.數位相機。

伍、研究過程及方法

一、研究福壽螺的生態習性：

- 1.準備寶特瓶(1600ml 4 個)將瓶口切開，將水加至 1000ml，並標記對照組、A、B、C 組。
- 2.在 A 組中放入 5 隻螺、B 組放入 10 隻螺、C 組則放入 15 隻螺。
- 3.將瓶口蓋上紗網並用橡皮筋圈住固定，進行觀察，並紀錄其生態習性。

二、研究檸檬酸對於福壽螺的影響：

將檸檬酸用天平分別秤出 0.1g，0.2g，0.6g，1.0g，1.4g，1.8g，2.0g，將水加滿至 200ml（共 21 杯，包含對照組）並加以攪拌使其完全溶解於水中，產生七種不同的濃度（每種濃度各有 A 組與 B 組），之後將福壽螺置於不同濃度的燒杯中（各 5 隻），測量每一燒杯中之 pH 值，並用紗網將杯口封套住，進行觀察與紀錄（觀察與紀錄其 pH 值每天 2 次，早晚各 1 次）。

三、研究黃豆渣、鳳梨渣加水混合 pH 的變化：

將鳳梨渣與黃豆渣分別於塑膠桶中，並加水以 1:1 的比例置於陰涼處，每日測其 pH 值之變化。

四、研究黃豆渣、鳳梨渣對福壽螺的影響：

（一）、黃豆渣實驗組：

- 1.準備寶特瓶(1600ml 28 個)將瓶口切開，並在 1000ml 的高度標記紅線，將水加至 1000ml。
- 2.將黃豆渣以三臂天平秤量出 5g、6g、7g、8g、9g、10g，並將其分別加於製作好的寶特瓶中，再加入水至 1000ml 之標記處將其攪拌至豆渣均勻溶於水中，產生六種不同濃度。
每種濃度製作 4 瓶，並將其標記如: 0.5%空白、0.5%A、0.5%B、0.5%C
對照組也準備 4 瓶，並將其標記如: 對照組、0.5%A、0.5%B、0.5%C
- 3.在每一種濃度之 A 杯中置入 5 隻福壽螺，B 杯中置入 10 隻福壽螺，C 杯則置入 15 隻福壽螺(螺的選擇無特定為成螺或是幼螺，為隨機選取)。
- 4.將所有的實驗皆做一次測量 pH 值的紀錄，每天觀察其情況，並紀錄 pH 值的變化情形(觀察與紀錄每天 2 次，早晚各 1 次)。

（二）、鳳梨渣實驗組：

- 1.準備寶特瓶（1600ml 8 個）將瓶口切開，並在 1000ml 的高度標記紅線，將水加至 1000ml。
- 2.將鳳梨渣以三臂天平秤量出 0.5g、1g、2g、3g、4g、5g、6g，並將其分別加於製作好的寶特瓶中，再加入水至 1000ml 之標記處將其攪拌至鳳梨渣均勻容於水中，產生七種不同濃度。
- 3.在各濃度的瓶子上標記如：對照組、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%。
- 4.每種濃度各放入 5 隻螺(螺的選擇無特定為成螺或是幼螺，為隨機選取)。
- 5.將所有的實驗皆做一次測量 pH 值的紀錄，每天觀察其情況，並紀錄 pH 值的變化情形(觀察與紀錄每天 2 次，早晚各 1 次)。

五、鳳梨渣、苦茶渣對田間福壽螺、泥鰍、水稻、蚯蚓和水蛭的影響：

(因鳳梨渣和苦茶渣的再利用價值低於黃豆渣，故採用鳳梨渣、苦茶渣為田間實驗之材料。泥鰍在施灑鳳梨渣、苦茶渣前 2 小時放入區塊中，使其適應區塊環境。蚯蚓和水蛭在實驗前已存在區塊中。)

1. 用塑膠瓦楞板(110 cm × 30 cm 66 片)，區隔成一組 7 個區塊，共三組，隨機分散在三個地點，接縫用泥漿填補(避免實驗區塊內、外的水相互流通)，並除去區塊內的卵塊與福壽螺。
2. 分別放入 10 隻福壽螺 5 條泥鰍。(螺和泥鰍為隨機選取)。
3. 測量區塊長、寬、水高(區塊內對角線取 3 點測水高，取平均值)，計算水容積 = 區塊長×區塊寬×區塊水高。
4. 計算鳳梨渣、苦茶渣不同濃度用量 = 水容積×材料濃度百分比，秤重，均勻施灑於區塊中，插上標示牌：對照組，苦茶渣：0.05%、0.25%、0.45%，鳳梨渣：0.6%、0.8%、1.0% (苦茶渣以濃度 0.05% 是依據參考資料六，鳳梨渣依據鳳梨渣實驗組濃度 0.6% 較佳，分別再以 0.2% 增加)，作三重複。
5. 在各區塊隨機選取水稻 3 株，並用紅色塑膠繩繫上作為標記，每 5 天測量一次植株高度並紀錄。
6. 每天測量各區塊的 pH 值，觀察福壽螺、泥鰍和其他生物的情況。
7. 觀察到的死螺與死泥鰍和其他死亡的生物撿起(死螺用塑膠容器裝水測是否誤判，圖十五、圖十六)避免重複紀錄。
8. 實驗後第六天打開水源灌水於實驗區塊中，再次確認福壽螺死亡數(活螺有水會活動或產卵)。一星期後再放泥鰍觀察其情況(觀察施用鳳梨渣、苦茶渣後對泥鰍的影響)。

陸、研究結果

一、研究福壽螺的生態習性

時間 組別	開始	1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天	8 天	9 天	10 天	11 天	12 天	13 天	平均
對照組	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57	7.57
A 組	7.07	7.03	7.24	7.31	7.23	7.13	7.41	7.60	7.62	7.59	7.81	7.81	7.80	8.21	7.49
B 組	6.90	6.59	6.76	6.47	6.02	6.85	6.90	7.02	7.04	7.50	7.54	7.42	7.44	7.72	7.01
C 組	6.80	6.80	6.92	6.92	7.06	7.00	7.18	7.45	7.50	7.37	7.53	7.53	7.59	7.85	7.25

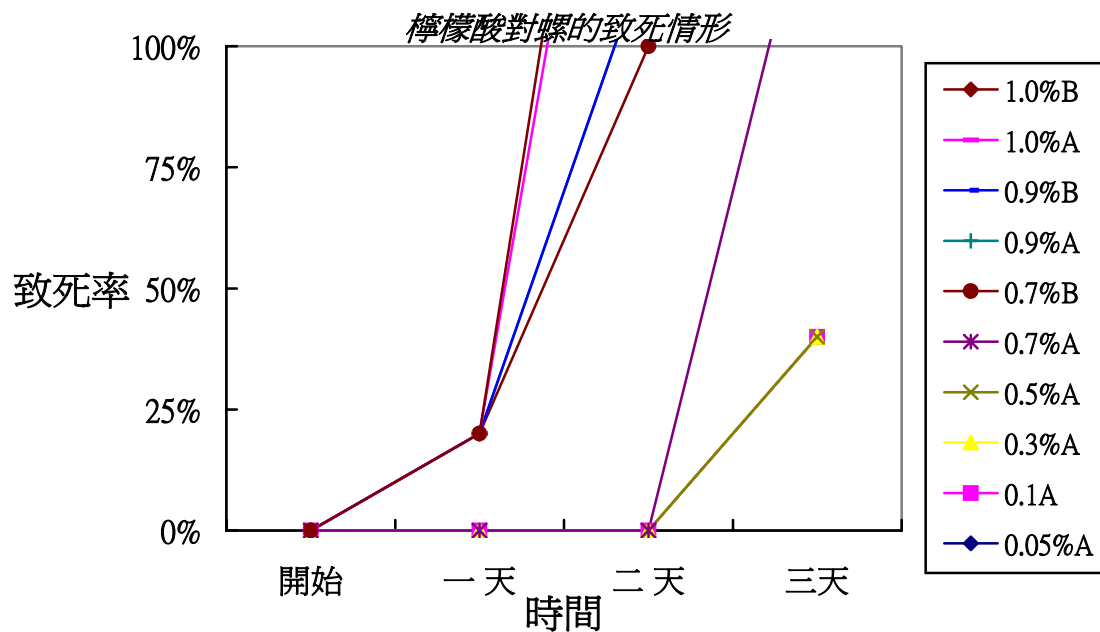
(表一)

- (一) 水的 pH 值：pH 值下降以 B>組 C>組 A 組，一星期各組 pH 值皆上升，對照組 pH 值不變。
- (二) 福壽螺的活動力：開始三組活動力佳，五天後為 A 組>B 組>C 組；十天後各組活動力皆下降。
- (三) 產卵：B 組和 C 組瓶上皆有粉紅色卵塊。
- (四) 水的混濁度：C 組>B 組>A 組>對照組(對照組清澈透明)。

二、研究檸檬酸對於福壽螺的影響

濃度	0.05%			0.1%			0.3%			0.5%			0.7%			0.9%			1.0%		
組別 時間	對照組	A	B	對照組	A	B	對照組	A	B	對照組	A	B	對照組	A	B	對照組	A	B	對照組	A	B
開始	3.02	3.00	3.07	2.99	2.98	3.00	2.72	2.71	2.71	2.60	2.59	2.60	2.52	2.52	2.51	2.49	2.50	2.49	2.44	2.43	2.44
一天	3.00	3.37	3.24	2.99	3.18	3.12	2.70	2.76	2.99	2.58	2.87	2.79	2.50	2.77	2.82 20%	2.50	2.92 殼軟化 (如圖二)	2.71 殼軟化 (如圖二)	2.44	2.74	2.70
二天	3.01	4.11	3.95	3.00	3.75	3.61	2.70	3.14	3.60	2.60	3.38	3.09	2.52	3.08	3.34 全死	2.49	3.33 20%	3.17	2.42	3.26 全死	3.13 20% 殼軟化 (如圖二)
三天	2.99	4.78 40% 殼軟化	4.61	2.98	4.08	3.92	2.70	3.52	3.97	2.60	3.68	3.41	2.51	3.23 全死	3.61 全死	2.48	3.55 (如圖三) 全死	3.35 (如圖三) 全死	2.43	3.44 全死	3.37 全死

(表二)



(圖表二)

- (一) 檸檬酸溶液的 pH 值：實驗組檸檬酸液的 pH 值每天皆上升(表二)。
- (二) 福壽螺的活動情形：福壽螺在 7 種溶液中都沒有伸出頭及觸角，。
- (三) 致死效果：0.7% > 0.9% > 1% > 0.5% 以下 (圖表二)。
- (四) 螺殼變化：0.9% 溶液中螺殼軟化 (圖三)，殼破洞，1% 殼軟化，0.05~0.5% 螺殼變薄。螺殼顏色：0.05~0.3% 變淺，0.5~1% 變微白無光澤有毛毛狀 (圖四)。
- (五) 溶液變化：0.05~0.3% 溶液呈淡黃清澈，0.5~1% 溶液稍混呈淺黃綠色。

三、研究黃豆渣，鳳梨渣加水混合 pH 的變化

黃豆渣、鳳梨渣，發酵後 pH4 回升至 pH5，一週後上升至 pH6.5。

四、黃豆渣、鳳梨渣對福壽螺的影響

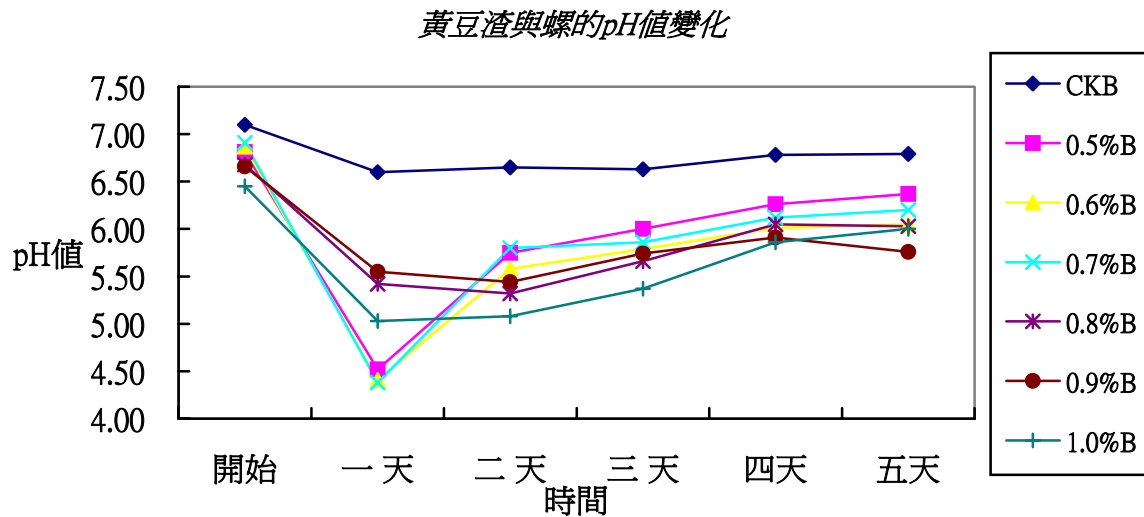
(一) 黃豆渣對福壽螺的影響

濃度	水加螺				0.5%				0.6%				0.7%			
組別 時間	對照 組	A	B	C	組對 照	A	B	C	對組 照	A	B	C	組對 照	A	B	C
開始	7.70	7.29	7.10	6.98	7.15	6.90	6.81	6.78	7.23	6.98	6.87	6.78	7.27	6.98	6.91	6.77
一 天	8.20	6.81	6.60	6.70	5.20	4.51 60%	4.52 20% (如圖 五)	4.82 20%	4.90	4.40 60%	4.41 80%	4.51 60%	4.60	4.18 60%	4.38 80%	4.30 66%
二 天	8.25	7.26	6.65	6.94	4.04	5.06 全死	5.75 90%	6.19 73%	3.90	5.03 全死	5.58 全死	5.72 全死	3.95	4.65 全死	5.80 全死	5.44 全死
三 天	8.32	7.33	6.63	6.88	4.30	5.68 全死	6.00 全死	6.36 全死	4.13	5.84	5.79	5.58	4.38	5.27	5.86	5.90

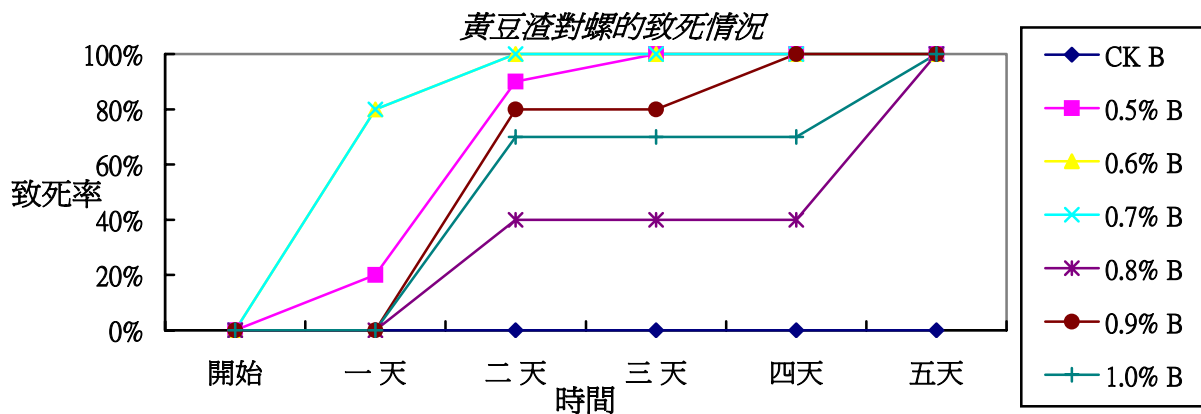
(表三)

濃度	0.8%				0.9%				1.0%			
組別 時間	對 照 組	A	B	C	對照 組	A	B	C	對照 組	A	B	C
開始	7.17	6.79	6.68	6.55	7.20	6.95	6.66	6.54	6.90	6.56	6.45	6.41
一 天	5.03	5.27	5.42	5.46	5.80	5.29	5.55	5.59	5.97	5.15	5.03	5.14
二 天	3.85	5.50	5.32 40%	5.47 80%	5.13	5.03 60%	5.44 80%	5.61 全死	5.12	4.95 40%	5.08 70%	5.40 46%
三 天	3.92	5.09	5.66	5.65	4.76	5.25	5.74	5.75	4.80	5.03	5.37	5.56
四 天	4.51	5.59	6.05	5.76	4.92	5.80 全死	5.91 全死	5.80	4.94	5.44	5.86	5.89
五 天	4.39	6.09 全死	6.03 全死	5.70 全死	4.98	6.05	5.76	5.74	5.03	5.82 全死	6.00 全死	5.78 全死

(表四)



(圖表三、四 A)



(圖表三、四 B)

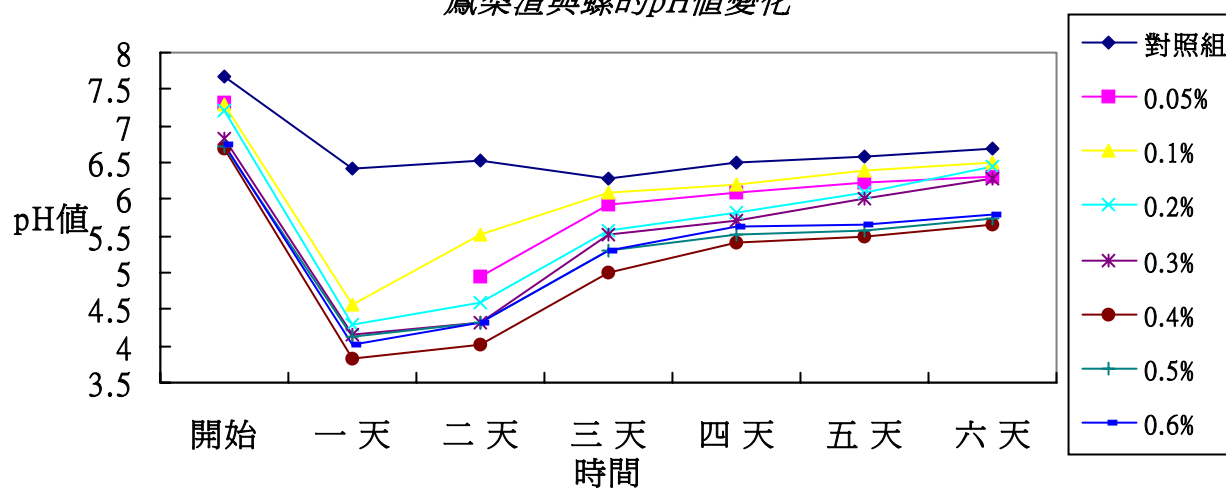
- 1.對照組（不加螺）的 pH 值變化：
pH 值由中性至酸性，較實驗組快，上升至微酸性較慢。
- 2.實驗組（加螺）的 pH 值變化：
pH 值由中性至酸性較慢，上升微酸性較快(圖表三、四 A)。
- 3.死亡情形：
對照組：水加螺（不加黃豆渣）沒有死亡。
實驗組：0.6%~0.7%二天後全死（圖表三、四 B）。
- 4.螺殼變化：
對照組：顏色沒有改變
實驗組：殼變薄，顏色變淺沒有穿孔（圖六）。
- 5.溶液顏色：
對照組：淺乳白色變成乳黃色混濁。
實驗組：乳白色變成灰色，再變成灰黑色（圖七），最後變成黑色（圖八）。

(二) 鳳梨渣對福壽螺的影響

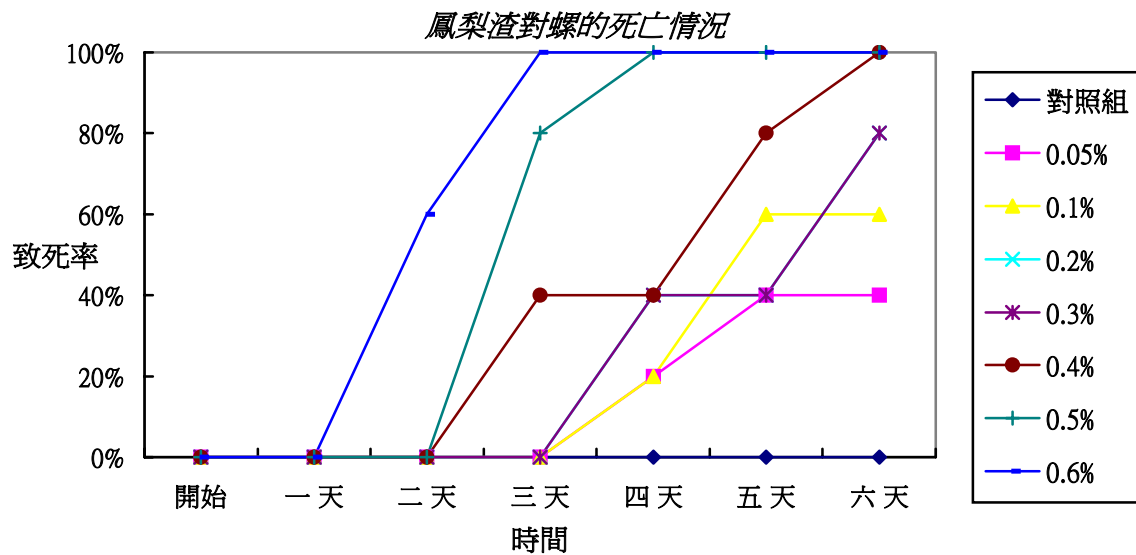
濃度 時間	對照組	0.05%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.6%
開始	7.68	7.31	7.28	7.20	6.82	6.70	6.72	6.75
一 天	6.42	缺	4.57	4.30	4.16	3.83	4.12	4.03
二 天	6.53	4.95	5.53	4.59	4.33	4.01	4.31	4.33 60%
三 天	6.29	5.92	6.08	5.56	5.51	5.00 40%	5.31 80%	5.30 全死
四 天	6.51	6.08 20%	6.20 20%	5.83 40%	5.72 40%	5.42	5.53 全死	5.62
五 天	6.58	6.24 40%	6.39 60%	6.09	6.02	5.48 80%	5.56	5.66
六 天	6.69	6.32 40%	6.50 60%	6.44 80%	6.29 80%	5.66 全死	5.74	5.78

(表五)

鳳梨渣與螺的pH值變化



(圖表五 A)



(圖表五 B)

1.pH 值的變化：

對照組：三天下降至 pH6.29，四天 pH 值上升。

實驗組：pH 值下降以：溶液 0.4% > 0.6% > 0.5% > 0.3% > 0.2% > 0.1% (圖表五 A)。

2.福壽螺的活動情形：

對照組：前三天活動力佳，一星期後螺殼緊閉停在底部。

實驗組：開始腹足、觸角伸出，在瓶壁上爬行，一天後螺殼緊閉，停在瓶底。

3.死亡情形：

對照組：沒有死亡。

實驗組：0.6%三天後全死，致死效果 0.6% > 0.5% > 0.4% 以下 (圖表五 B)。

4.螺殼變化：

對照組：沒有改變。

實驗組：殼變薄，顏色變淺，沒光澤，有穿孔現象。

5.溶液顏色：

對照組：稍微混濁。

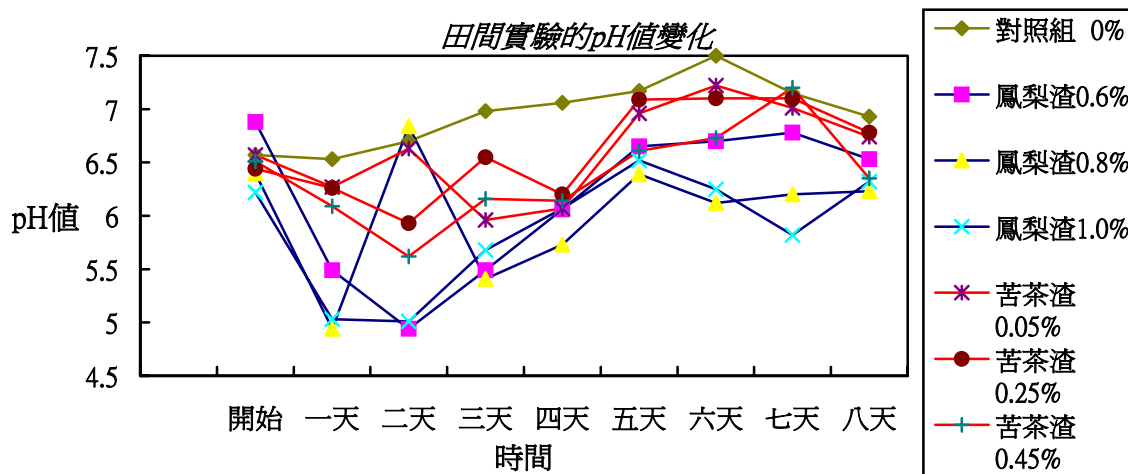
實驗組：淺乳黃色→黃褐色→墨綠色。

五、鳳梨渣、苦茶渣對田間福壽螺、泥鰱、水稻、蚯蚓和水蛭的影響：

(一)、pH 值的變化

濃度 時間	對照組 0%	鳳梨渣 0.6%	鳳梨渣 0.8%	鳳梨渣 1.0%	苦茶渣 0.05%	苦茶渣 0.25%	苦茶渣 0.45%
開始	6.57	6.88	6.4	6.22	6.57	6.47	6.51
一天	6.53	5.49	4.94	5.03	6.27	6.26	6.09
二天	6.7	4.94	6.84	5.01	6.63	5.93	5.62
三天	6.98	5.49	5.41	5.68	6.49	6.55	6.16
四天	7.06	6.06	5.73	6.07	6.07	6.2	6.14
五天	7.17	6.65	6.39	6.52	6.96	7.09	6.61
六天	7.5	6.7	6.12	6.25	7.22	7.1	6.73
七天	7.15	6.78	6.2	5.82	7.01	7.1	7.2
八天	6.93	6.53	6.23	6.32	6.74	6.78	6.35

(表六)



(圖表六)

(一)、pH 值的變化：

對照組：pH 值變化不明顯，皆在中性左右。

鳳梨渣：一天後 pH 值下降至酸性（圖表六、圖十三），pH 值下降以：濃度 0.8% > 0.6% > 1%，三天後上升至微酸性（圖表六、圖十四）。

苦茶渣：一天後 pH 值下降至微酸性，五天後上升。

(二)、活動情形：

對照組：福壽螺：活動力佳。

泥鰱：鑽入土中。

鳳梨渣：福壽螺：放入鳳梨渣開始活動力佳，經過 5 小時後有 3 隻吃鳳梨渣(圖十一)。

一天後有 24.4% (9 個區塊共 22 隻) 的螺分別爬在瓦楞板壁上和水稻植株上。二天後螺殼緊閉不活動至死亡。

泥鰱：鑽入土中，一天後開始有 20% 死亡。二天後 42.2% 死亡。三天後沒再發現死亡(圖表七 B)。

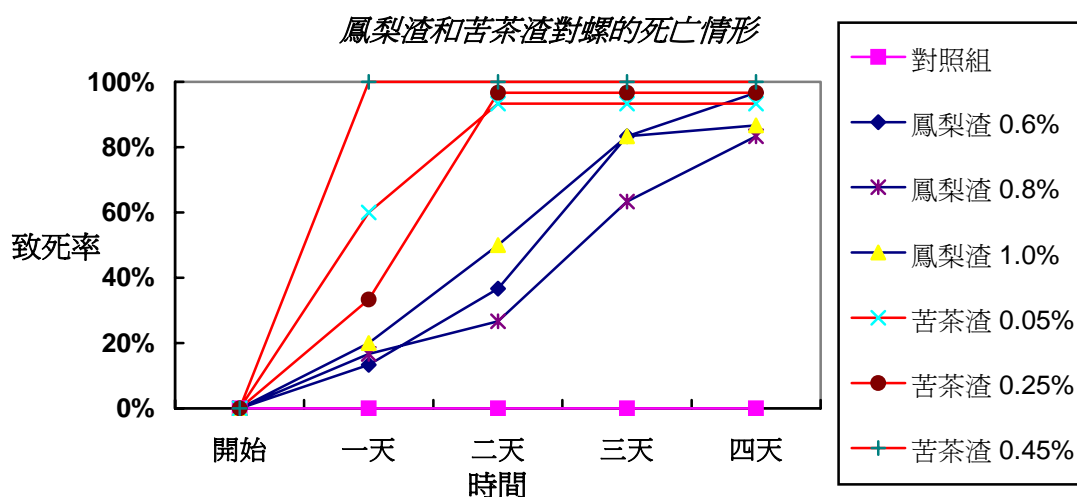
苦茶渣：福壽螺：放入苦茶渣後螺殼緊閉，二天後死亡 96.7%。

泥鰱：放入苦茶渣 30 分鐘後從土中鑽出，並往四周掙扎，5 小時內死 31.1%，一天後死 73.3%，三天後死 100% (圖表七 B)。

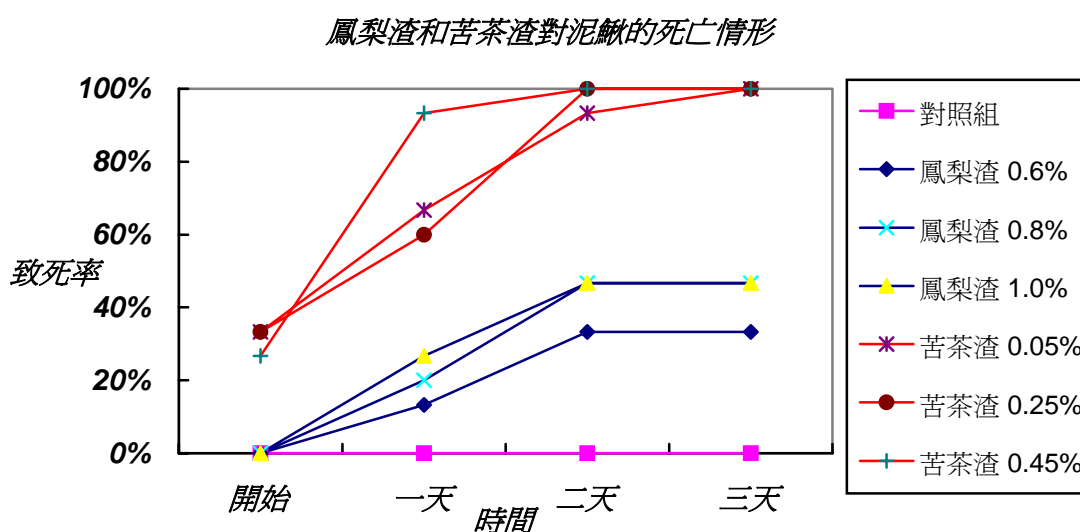
(三)、鳳梨渣和苦茶渣對田間福壽螺、泥鰱、水蛭、蚯蚓的死亡情形

濃度 時間	對照組	鳳梨渣 0.6%	鳳梨渣 0.8%	鳳梨渣 1.0%	苦茶渣 0.05%	苦茶渣 0.25%	苦茶渣 0.45%
開始					△33.3%	△33.3%	△26.7%
一天	○ 0% △ 0%	○ 13.3 % △13.3%	○16.7% △20%	○20% △26.7%	○60% △66.7%	○ 33.3 % △60% ◇ 1	○100% △93.3% ☆ 1 ◇ 4
二天	○ 0% △0%	○36.7% △33.3%	○26.7% △46.7%	○50% △46.7%	○93.3% △93.3%	○96.7% △100%	△100%
三天	○ 0% △ 0%	○83.3%	○63.3%	○83.3%	△100%		
四天	○ 0% △ 0%	○96.7%	○83.3%	○86.7%			
五天							
六天							
七天							
八天							
九天					◎卵 1	◎卵 1	
註：○—福壽螺 △—泥鰱 ◇—蚯蚓 ☆—水蛭 ◎—卵							

(表七)



(圖表七 A)



(圖表七 B)

對照組：福壽螺、泥鰱：第一、第二、第三組全活。

蚯蚓、水蛭：第一、第二、第三組皆沒發現死亡。

鳳梨渣：福壽螺：四天後死亡率分別為：濃度 0.6% 達 96.7%，0.8% 達 83.3%，1.0% 達 86.7%，平均死亡率 88.9%。致死效果 0.6% > 1.0% > 0.8% (圖表七 A)。

泥鰱：二天後死亡率分別為：濃度 0.6% 達 33.3%，0.8% 和 1.0% 達 46.7%，平均死亡率 42.2% 三天後沒再出現死亡。存活率 57.8% (圖表七 B)。

蚯蚓、水蛭：皆沒有死亡。

產卵：沒有產卵。

苦茶渣：福壽螺：二天後死亡率分別為：濃度 0.05% 達 93.3%，0.25% 達 96.7%，0.45% 達 100%，平均死亡率 96.7%。致死效果 0.45% > 0.25% > 0.05% (圖表七 A)。

泥鰱：在二天內死亡率分別為：濃度 0.25% 和 0.45% 達 100%。0.05% 在三天內死亡率為 100%，平均死亡率 100%。存活率 0% (圖表七 B)。

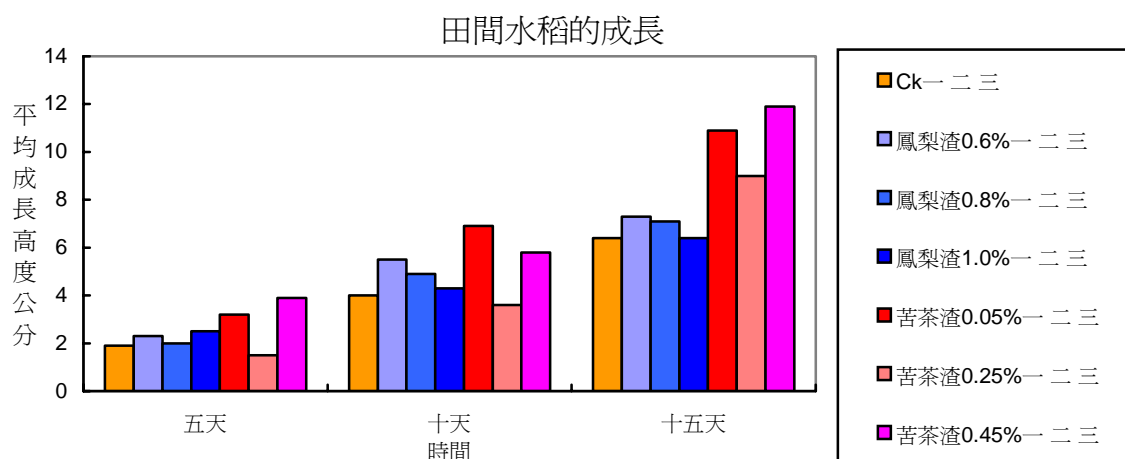
蚯蚓：一天後濃度 0.25% 死亡 1 條。濃度 0.45% 死亡 4 條，水蛭死亡 1 條。

產卵：九天後濃度 0.05% 的第一組和 0.25% 的第三組各有一個卵塊。

(四)、水稻植株成長高度：

濃度 時間		對照組			鳳梨渣 0.6%			鳳梨渣 0.8%			鳳梨渣 1.0%			苦茶渣 0.05%			苦茶渣 0.25%			苦茶渣 0.45%		
		一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三
開始	株1	86	87	85	84	82	87	81	87	87	84	90	76	87	94	88	88	82	66	85	83	75
	株2	80	89	80	91	83	84	81	83	77	86	91	70	85	84	85	86	87	89	90	68	74
	株3	89	75	82	88	81	73	87	86	80	81	87	72	82	85	74	75	85	75	82	73	71
五天	株1	88	90	85	85	87	88	84	90	87	85	94	78	91	98	92	88	85	70	88	84	76
	株2	84	92	83	91	88	86	84	87	78	87	94	72	86	90	85	86	90	89	93	68	76
	株3	89	77	83	88	88	73	88	89	80	87	91	72	83	87	81	76	86	77	84	81	82
平均 cm		2	2.6	1.3	0.3	5.6	1	2.3	3.3	0.3	2.6	3.6	1.3	2	4	3.6	0.3	2.3	2	4	3	4.6
十天	株1	92	90	85	89	87	89	90	91	87	86	95	78	82	10	92	88	87	72	92	89	76
	株2	92	95	84	91	93	87	87	90	87	87	95	80	89	2	90	88	91	93	93	72	76
	株3	89	78	84	91	90	85	92	89	80	87	92	76	91	95	86	77	90	78	87	86	84
平均 cm		6	4	2	2.7	8	5.7	6.7	4.7	3.3	3	4.7	5.3	6	7.7	7	1.7	4.7	4.3	5	7.3	5.3
十五天	株1	96	91	88	95	87	87	91	94	87	91	96	81	98	10	97	96	89	83	98	10	76
	株2	97	99	84	93	96	91	92	92	90	89	96	82	93	3	95	91	90	95	98	3	78
	株3	93	79	86	94	90	86	97	90	80	87	92	81	96	10	87	92	94	84	97	78	84
平均 cm		10.3	6	3.6	6.3	9	6.7	10.3	6.7	4.3	5.3	5.3	8.7	11	11	10.7	10	6.3	10.7	12	17.6	6

(表八)



(圖表八)

(四)、施用鳳梨渣、苦茶渣後對水稻的影響

對照組：植株平均成長高度： $(10.3 + 6 + 3.6) \div 3 = 6.6\text{cm}$ 。

鳳梨渣：植株平均成長高度：濃度 0.6% 7.3cm，0.8% 7.1cm，1.0% 6.4cm 平均長高 $(7.3 + 7.1 + 6.4) \div 3 = 6.9\text{cm}$ 。

對水稻植株成長效果：濃度 0.6% > 0.8% > 1.0% (圖表八)。

苦茶渣：植株平均成長高度：濃度 0.05% 10.9cm，0.25% 9cm，0.45% 11.9cm 平均長高 $(10.9 + 9 + 11.9) \div 3 = 10.3\text{cm}$ 。

對水稻植株成長效果：濃度 0.45% > 0.05% > 0.25% (圖表八)。

(五)、施用鳳梨渣、苦茶渣後對泥鰱的影響

對照組：二天後、七天後泥鰱皆沒有死亡。

鳳梨渣：二天後、七天後泥鰱皆沒有死亡。

苦茶渣：二天後、七天後泥鰱皆沒有死亡。

柒、討論

一、研究福壽螺的生態習性：

- 1.福壽螺的繁殖及適應能力相當好，放在無水的寶特瓶中，螺可以在無水無食物的情況下長達 3 個月，仍然活著。
- 2 福壽螺以水生植物為食，如水稻，茭白筍，尤其是新生的水稻嫩株，對作物危害甚大。
- 3.成螺產卵數大約在 150~300 粒之間居多，卵粒呈圓形，成群帶狀(如葡萄串)分布於水平面 30 公分左右之處，卵的顏色由：粉紅色→紅色→淡紫紅色→白色→孵化→幼螺（淡乳白色外殼）。
- 4.福壽螺爬行時，伸出頭部及腹足，頭部具觸角二對，前對長，後對短，後觸角的基外側，各具有眼睛一隻，左眼之後方有一支粗大的肺吸管。

二、研究檸檬酸對福壽螺的影響：

- 1.0.05%濃度的溶液即可產生 pH3 的濃度，此種酸性福壽螺無法活動呈緊閉狀態。
- 2.檸檬酸對福壽螺的螺殼有侵蝕作用，造成穿孔或是軟化螺殼的現象，檸檬酸能直接接觸其肉質部分，對福壽螺有致死效果，但其 pH 值回升的速度較為緩慢。
- 3.此實驗採用食用檸檬酸，成本較高，主要目的為求證酸對福壽螺有致死作用後，再進行黃豆渣、鳳梨渣發酵產生有機酸對福壽螺致死的實驗。

三、黃豆渣，鳳梨渣加水混合 pH 的變化：

苦茶渣是以茶鹼剋制福壽螺有效，但苦茶渣來源不多。利用取得容易的農產剩餘物鳳梨渣、黃豆渣，經過發酵產生有機酸，發酵 pH 值降到 4 左右，在第五天時開始回升到 pH5，至一週後便回到了 6.5~7.0 之間，對農作物的生長影響不大，而且能作為農作物的有機肥料。

四、黃豆渣，鳳梨渣對福壽螺的影響：

- 1.黃豆渣實驗結果（表三），對照組和實驗組的 pH 值皆由微鹼性很快下降至酸性，再上升至微酸性。pH 值上升速度以黃豆渣溶液較快，其次鳳梨渣溶液，檸檬溶液

較慢。

- 2.黃豆渣A組與鳳梨渣在 0.5~0.6%溶液變化，由實驗結果（圖表三、四 A）和（表五），得到福壽螺開始死亡到全部死亡皆發生在 pH 值呈酸性時（圖五）。
- 3.福壽螺在鳳梨渣 0.5%以上的溶液中，開始時會活動，一天後螺殼緊閉不活動，直到死亡。黃豆渣 0.5%以上的溶液中活動力好，在 pH 值呈酸性時活動力遲緩且沉在瓶底，直到死亡浮起。因此致死的效果鳳梨渣>黃豆渣。
- 4.致死效果：黃豆渣溶液 0.6%，0.7%>0.5%>0.8%以上（圖表三、四 B）。
鳳梨渣溶液 0.6%>0.5%>0.4%>0.3%以下（圖表五 B）。

五、鳳梨渣、苦茶渣對田間福壽螺、泥鰱、水稻、蚯蚓和水蛭的影響：

- 1.在秤量和施灑苦茶渣時有打噴嚏和手發癢的過敏現象發生。
- 2.由田間實驗結果（圖表六），鳳梨渣在一天後發酵產生泡沫（圖十二），pH 值明顯下降至酸性（圖十三），福壽螺開始死亡，四天後福壽螺死亡達八成以上。苦茶渣溶液在二天後，福壽螺死亡達九成以上，福壽螺致死效果：苦茶渣>鳳梨渣（表七 A）。

3.鳳梨渣：泥鰱在二天內死亡達 42.2%，三天後沒再出現死亡。也沒有蚯蚓、水蛭死亡。
苦茶渣：泥鰱在 5 小時內開始死亡，三天後死亡達 100%。蚯蚓、水蛭一天後出現死亡。
對泥鰱、蚯蚓和水蛭存活效果：鳳梨渣>苦茶渣（表七）。

4.鳳梨渣：第一組水高 5~6 cm，福壽螺致死率：90~100% 平均致死率：93.3%。
第二組最低水高：3 cm，福壽螺致死率：70% 最高水高 5 cm，致死率 90%以上，平均致死率：86.7%。
第三組最低水高：3 cm，福壽螺致死率：70% 最高水高 6 cm，致死率：100%，平均致死率：90%。
致死效果：第一組>第三組>第二組。鳳梨渣區塊水高以 5~6 cm較佳。
苦茶渣：第一組水高：3.5~5 cm福壽螺致死率：90~100% 平均致死率：96.7%。
第二組水高：2~4 cm福壽螺致死率：90~100% 平均致死率：96.7%。
第三組水高：3.5~5 cm福壽螺致死率：90~100% 平均致死率：96.7%。
致死效果一、二、三組相同，苦茶渣區塊水高以 3.5~5 cm較佳。

5.田間實驗結果得知，鳳梨渣溶液濃度 0.6%區塊水高 5~6 cm，苦茶渣溶液濃度 0.45%區塊水高 3.5 cm，對福壽螺的致死效果和水稻的成長較佳。
6.田間實驗第六天重新灌水於各區塊中，一星期後放入泥鰱觀察七天，對照組、鳳梨渣和苦茶渣等各組泥鰱都沒死亡，也沒有蚯蚓和水蛭死亡，由此結果得知鳳梨渣、苦茶渣對生態影響小。
7.施用鳳梨渣、苦茶渣於田間區塊 15 天後，水稻成長平均高度：苦茶渣 10.3 cm>鳳梨渣 6.9 cm>對照組 6.6 cm（圖表八），對水稻成長效果：苦茶渣>鳳梨渣。

捌、結論

一、由（表九）結果得知，在符合經濟效益，取得容易及致死效果的條件下，以鳳梨渣當殺螺材料較佳，其次為黃豆渣。

項目 \ 材料	鳳梨渣	黃豆渣	檸檬酸
成本（元/公斤）	1.5	1.5	111
活動情況	會活動	會活動	緊閉不動
致死效果	較佳	佳	一般
pH 值上升速度	次快	快	慢
螺殼變化	變薄穿孔	變薄	軟化破洞
備註：1.鳳梨渣、黃豆渣分別在龍潭的市場：旺來水果行與偉星麵食店免費取得。檸檬酸、苦茶渣、泥鰱分別在龍潭西藥房、德記油行、龍潭市場購買。 2.鳳梨皮、黃豆渣 10 公斤，乾燥溫度 40℃，時間 36 小時，水分含量 11.5%，所需電費 15 元，檸檬酸一包 450 克 50 元，苦茶渣 5 公斤 50 元，泥鰱 2 斤 400 元。			

（表九）

二、由（表十）田間實驗結果得知，以鳳梨渣當殺螺材料對生態影響較小，其次為苦茶渣。

項目 \ 材料	鳳梨渣	苦茶渣
成本（元/公斤）	1.5	10
導致皮膚與呼吸道過敏	不會	會
福壽螺致死所需時間（天）	4 天	2 天
作用後產卵	無	有
泥鰱存活率（%）	57.8%	0%
蚯蚓、水蛭死亡情形	沒有發現死亡	有發現死亡
螺的致死率（%）	88.9%	96.7%
水稻成長平均高度（cm）	6.9 cm	10.3 cm

（表十）

三、福壽螺一次可圈住 1~5 株秧苗分次取食，一次可取食秧苗 12 株左右（水稻植株老莖、老葉，福壽螺不取食）。北部地區第一期稻作插秧期間在 2 月底 3 月初天氣較冷，福壽螺冬眠還不需進行滅螺。第二期稻作插秧期間在 7 月中下旬，天氣較熱，福壽螺大量繁殖。依據此實驗結果，可以考慮在整地後，插秧前 3-4 天，施灑鳳梨渣或苦茶渣滅螺後再進行插秧。

四、依據此實驗結果，可以考慮用廚餘、過期的乳酸飲料，作為防治福壽螺的可行性，達到減少環境污染及資源再利用的功能。

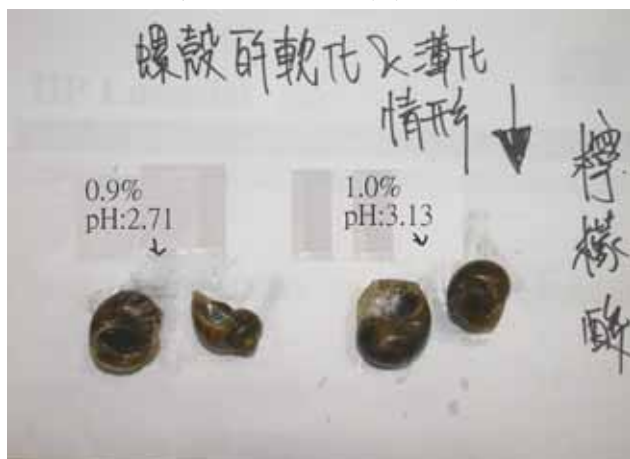
五、此次實驗非常感謝劉修凱先生提供活的福壽螺（實驗當天早上捕抓），以及借用水分測定計。旺來水果行翁萬吉老闆與偉星麵食店張裕星老闆。龍潭鄉鄉公所資源回收場提供 1600ml 寶特瓶當實驗容器。本校農場經營科借用乾燥機，及田間試驗用水稻田。因有您們熱心的幫助，讓我們的實驗能順利完成。



（圖一）鳳梨渣、黃豆渣水份測定



（圖二）福壽螺在檸檬酸溶液中死亡



（圖三）福壽螺螺殼軟化



（圖四）福壽螺在檸檬酸溶液中螺殼軟化穿孔



（圖五）福壽螺在 pH 值酸性死亡



（圖六）螺殼顏色變淺



(圖七) 黃豆渣溶液顏色變化



(圖八) 黃豆渣溶液變黑



(圖九) 福壽螺在鳳梨渣溶液死亡情形



(圖十) 福壽螺在黃豆渣溶液中產卵情形



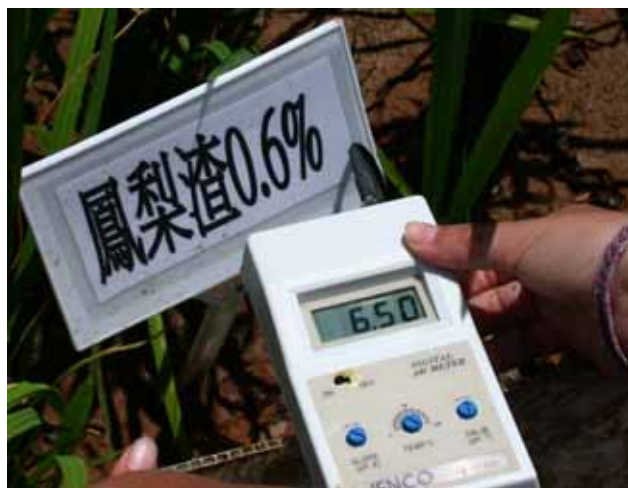
(圖十一) 田間實驗: 福壽螺吃鳳梨渣



(圖十二) 田間實驗: 鳳梨渣溶液發酵



(圖十三)田間實驗:鳳梨渣 pH 值下降



(圖十四)田間實驗:鳳梨渣 pH 值上升微酸性



(圖十五)田間實驗:發現有活的福壽螺



(圖十六)田間實驗:福壽螺死亡

附件一：第一組 pH 值的變化

濃度 時間	對照組 0%	鳳梨渣 0.6%	鳳梨渣 0.8%	鳳梨渣 1.0%	苦茶渣 0.05%	苦茶渣 0.25%	苦茶渣 0.45%
開始	6.64	6.23	6.26	6.32	6.74	6.48	6.62
一天	6.61	5.78	4.94	4.85	6.35	6.34	5.75
二天	6.73	4.8	4.77	4.80	6.21	6.17	5.10
三天	7.01	5.45	5.32	5.46	5.53	5.82	5.06
四天	7.20	5.58	5.15	5.70	5.47	6.28	5.82
五天	7.09	6.49	6.14	6.29	6.78	7.05	5.96
六天	7.75	6.77	6.32	6.30	7.17	7.17	6.02
七天	7.23	7.02	6.45	5.98	6.85	7.45	7.11
八天	7.12	6.44	6.19	6.23	6.68	6.80	5.65

第二組 pH 值的變化

濃度 時間	對照組 0%	鳳梨渣 0.6%	鳳梨渣 0.8%	鳳梨渣 1.0%	苦茶渣 0.05%	苦茶渣 0.25%	苦茶渣 0.45%
開始	6.54	6.79	6.81	6.35	6.38	6.42	6.39
一天	6.41	5.24	4.99	5.22	6.40	6.43	6.23
二天	6.74	4.89	4.90	5.28	6.75	6.36	6.83
三天	6.48	5.64	6.54	6.57	6.66	5.27	6.27
四天	6.98	7.55	7.45	7.34	7.02	7.52	7.36
五天	7.18	6.80	6.51	6.51	6.90	6.73	6.85
六天	7.55	7.07	6.26	6.26	7.27	7.10	7.17
七天	7.63	7.16	6.61	5.28	7.31	7.19	7.00
八天	6.77	6.76	6.58	6.66	6.69	6.70	6.67

第三組 pH 值的變化

濃度 時間	對照組 0%	鳳梨渣 0.6%	鳳梨渣 0.8%	鳳梨渣 1.0%	苦茶渣 0.05%	苦茶渣 0.25%	苦茶渣 0.45%
開始	6.54	6.14	6.14	5.87	6.49	6.53	6.44
一天	6.45	5.17	4.91	5.02	6.06	6.02	6.31
二天	6.63	5.13	4.85	4.97	6.93	5.26	5.94
三天	7.46	5.39	5.47	5.90	7.30	5.57	5.14
四天	7.02	6.50	7.15	6.70	7.43	5.82	6.24
五天	7.25	6.67	6.35	6.76	7.21	5.14	6.72
六天	7.20	6.26	5.79	6.36	7.43	7.13	7.02
七天	6.60	6.57	5.55	6.20	6.89	6.70	7.05
八天	6.91	6.41	5.92	6.09	6.85	6.85	6.75

附件二：鳳梨渣各組各濃度生物死亡情形

濃度 時間	對照組			0.6%			0.8%			1.0%		
	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三
水高 cm	4	3	4	5	5	6	6	5	3	5	3	4
開始	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0
一天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0		○：2 △：2	○：2	○：2 △：1	○：1	○：2 △：2	○：2	○：2 △：2	○：2 △：2
二天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：2 △：1	○：2	○：3 △：2	△：1	○：1 △：2	○：2 △：1	○：3 △：2	○：2 △：1	○：4 △：1
三天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：7	○：4	○：3	○：3	○：5	○：3	○：2	○：2	○：4
四天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0		○：2	○：2	○：4	○：2		○：2	○：1	
五天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0									
六天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○： 活 1			○： 活 1	○： 活 1	○： 活 3	○：1	○： 活 3	
九天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0									
總計	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：9 △：1	○：10 △：2	○：10 △：2	○：9 △：2	○：9 △：2	○：7 △：3	○：10 △：2	○：7 △：3	○：10 △：3
註： ○－螺 △－泥鰱 ◇－蚯蚓 ☆－水蛭												

附件三：苦茶渣各組各濃度生物死亡情形

濃度 時間	對照組			0.05%			0.25%			0.45%		
	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三
水高 cm	4	3	4	3.5	4	5	5	3.5	5	3.5	2	3.5
開始	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	△：2	△：2	△：1	△：1	△：1	△：3	△：1	△：1	△：2
一天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：4 △：2	○：9 △：3	○：5 △：1	○：1 △：1 ◇：1	○：10 △：3	○：8 △：1	○：10 △：4 ◇：2	○：10 △：4 ◇：2 ☆：1	○：10 △：2
二天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：5 △：1		○：5 △：3	○：9 △：3	△：2	○：1 △：1			△：1
三天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0									
四天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0									
五天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0									
六天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：活 1	○：活 1				○：活 1			
九天	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	◎：1					◎：1			
總計	○：0 △：0	○：0 △：0	○：0 △：0	○：9 △：5	○：9 △：5	○：10 △：5	○：10 △：5 ◇：1	○：10 △：5	○：9 △：5	○：10 △：5 ◇：2	○：10 △：5 ◇：2 ☆：1	○：10 △：5
註： ○—螺 △—泥鰱 ◇—蚯蚓 ☆—水蛭 ◎—卵												

玖、參考資料

- 一、林金樹 1986 福壽螺生態及防除 台中區農推專訊 第 59 期。
- 二、陳秀文 2004 高改型鳳梨分級，削皮機示範觀摩 行政院農業委員會高雄區農業改良場新聞稿第 93012 號 P1。
- 三、賴守正 2002 水稻福壽螺防治技術 苗栗區農業專訊 第 20 期。
- 四、廖信昌、廖蔚章 2001 天然植物皂甘成份無患子果實萃取物對害蟲及福壽螺防治藥劑之研發。
- 五、廖君達 2003 青魚在福壽螺生物防治上的應用 農政與農情 第 133 期。
- 六、鐘振華 2002 滅螺之星-苦茶渣。
- 七、楊冠政 基礎生物全 第七版 龍騰文化 P23、P153、P154 2002。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高職組 農業及生物科技科

第三名

091403

廢物變黃金-福壽螺天然防治之研究

國立龍潭高級農業工業職業學校

評語：

1. 從解決現存問題切入，利用園產廢棄物尋求替代現行方式的可能性，有其實用價值。
2. 除實驗室的試驗到田間的模擬試驗均有，增加實驗的完整性及可信性。有成本估算部分，方便各材料間比較。
3. 實驗設計的邏輯依據或理由的說明應再增加。