

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物科

第三名

030309

「螺」密歐與諸綠「葉」

--以台灣欒樹 (*Koelreuteria henryi* Dummer)

防治福壽螺之研究--

學校名稱：臺中縣立新光國民中學

作者： 國二 陳綺雯 國二 謝孟蓉 國二 李韋德 國二 董澤民	指導老師： 李志堅
---	------------------

關鍵詞：福壽螺、台灣欒樹、生物防治

「螺」密歐與諸綠「葉」

---以台灣欒樹(*Koelreuteria henryi Dummer*)防治福壽螺之研究---

摘要

本研究尋找有效的植物以生物防治法的方式降低福壽螺的危害。結果發現 16 種植物中，台灣欒樹、馬櫻丹、大葉桃花心木、黑板樹、青楓及水黃皮 0.5%水浸液第五天時皆有九成以上福壽螺的致死率。我們以台灣特有種植物、數量較多的台灣欒樹做進一步探究，發現其不同部位毒性強弱依序為枯葉>新鮮葉>果實>莖>種子；而 0.5%新鮮葉及 0.1%枯葉水浸液可於兩天內完全毒殺福壽螺。欒樹新鮮葉殘效，在 11 至 15 天時毒性(66.7%)約為苦茶粉(23.3%)的三倍；16 至 20 天時，仍有近五成(48.9%)的死亡率，苦茶粉則已全然無效。在 10~35°C 內，新鮮葉 0.5%水浸液第三天時皆達 100%的致死率。

戶外實驗 (溝渠 93.3%，田間枯葉 65.6%，乾燥葉 20%)證實亦有成效後，我們評估於鄉間廣植台灣欒樹，應可有效降低福壽螺的危害。

壹、研究動機

夏天時，福壽螺總會在親戚的農田、溝渠裡猖獗，啃食農作物，令人十分困擾。如今，校園的溝渠中亦出現牠的蹤跡！在校園中掃著修剪過的滿地枝條落葉時，我們忽然想起自然課的「生物防治法」。這些植物當中，是否有些可用來防治福壽螺？我們決定一探究竟。

貳、研究目的

福壽螺不但繁殖能力強，還會啃食大量農作物，再加上防治困難，令農民很頭痛。早期防治的農藥如三苯醋錫、耐克螺等，對人體及生態影響甚鉅。而近期使用的苦茶粉，不但會刺激農夫的鼻腔黏膜與皮膚(文獻三)，且毒殺效用持續不久，須重覆施作，若考慮製程中的碳足跡，亦顯不夠環保。我們想找出是否有更符合天然環保、方便有效的植物，以「生物防治法」的方式來防治福壽螺(文獻二、四)，進一步探究其對福壽螺的致死原因為何？據此，我們擬訂出以下幾個研究目的：

- 一、社區常見植物葉水浸液對福壽螺之毒殺效果評估
- 二、台灣欒樹不同部位水浸液對福壽螺的毒殺效果比較
 - (一)台灣欒樹不同部位死亡率
 - (二)新鮮葉與枯葉不同濃度死亡率
- 三、台灣欒樹與苦茶粉水浸液之殘效(殘餘毒性效果)比較
 - (一)苦茶粉不同濃度死亡率
 - (二)6~10 天、11~15 天、16~20 天，苦茶粉與台灣欒樹葉殘效比較
- 四、探討溫度對台灣欒樹葉水浸液毒性之影響
 - (一)溫度對福壽螺存活之影響
 - (二)溫度對台灣欒樹毒性之影響

五、模擬戶外田間溝渠實驗

(一)模擬戶外溝渠實驗

(二)模擬戶外田間實驗

六、初步探討台灣欒樹對福壽螺的致死原因

(一)福壽螺死亡顯微近照

(二)福壽螺死亡後體重變化

參、研究設備及材料

一、研究設備：

1.燒杯(1000ml) 2.透明塑膠箱(6L) 3.大型收納箱(90L) 4.精密電子天平(Hengx-HXB Series)
5.電子天平(GM-600) 6.光學顯微鏡 7.顯微接物鏡(Dino-Lite) 8.植物生長箱 9.加溫調節器
10.烘箱 11.活性炭 12.照相機(Canon-EOS)

二、研究材料

1. 福壽螺(*Pomacea canaliculata*)取材自水湳附近稻田之溝渠，並飼養在實驗室大型水箱內，每天餵食生菜（如圖一）。
2. 16種植物(阿勃勒、火筒木、大葉桃心木、馬拉巴栗、水黃皮、黑板樹、小葉欖仁、大葉欖仁、春不老、榕樹、馬櫻丹、土肉桂、羅漢松、木麻黃、青楓、台灣欒樹) 取材自校園。
3. 苦茶粉購於超市，耐克螺購自農藥行。



圖一 上：稻田中的福壽螺取回飼養並餵食生菜；下：福壽螺卵、苦茶粉及耐克螺

肆、研究過程、結果及討論

一、社區常見植物葉水浸液對福壽螺之毒殺效果評估

(一)研究過程

1. 取 240 隻福壽螺，分成 16 組，每組 3 個 1000ml 燒杯中分別放入 5 隻螺（體長 > 8mm），用兩層網袋及橡皮筋套住，以防逃逸。
2. 採集校園內 16 種數量最多的植物新鮮葉(如圖二)，拭淨後稱重，分別置入燒杯中。注入清水，製成一公升 0.5% 水浸液及 0% 控制組，放入溫度設定 30°C 之植物生長箱中。
3. 每天取出以牙籤輕戳，無反應則判定為死亡，記錄螺死亡數，共計 5 天。



表一 16 種植物學名及科名

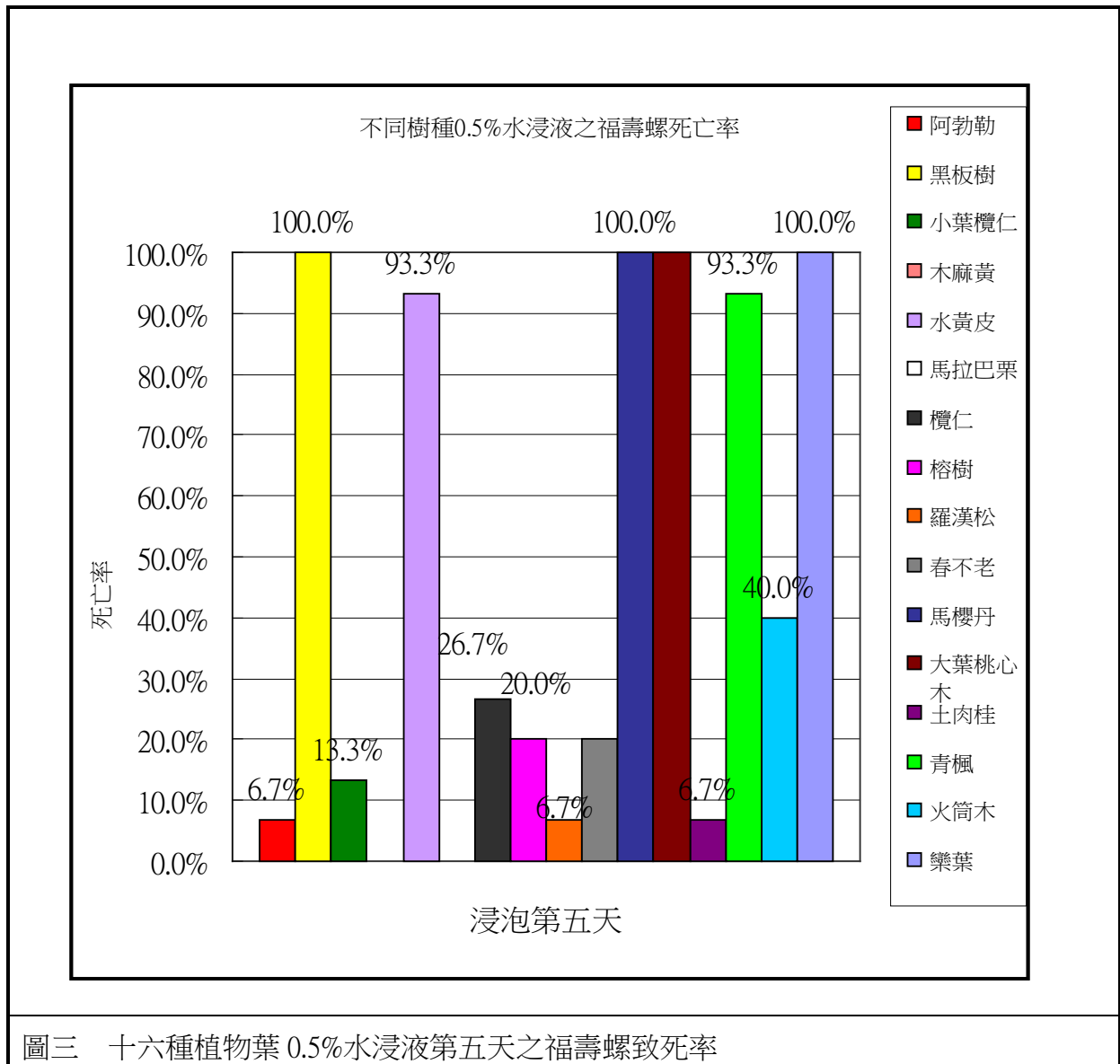
俗名	阿勃勒	火筒木	大葉桃花心木
學名	(<i>Cassia fistula</i>)	(<i>Leea guineensis</i> G. Don)	(<i>Swietenia macrophylla</i> King)
科	(豆科 <i>Fabaceae</i>)	(火筒樹科 <i>Leeaceae</i>)	(棟科 <i>Meliaceae</i>)
俗名	黑板樹	小葉欖仁	大葉欖仁
學名	(<i>Alstonia scholaris</i>)	(<i>Terminalia mantalyi</i> H. Perrier.)	(<i>Terminalia catappa</i>)
科	(夾竹桃科)	(使君子科 <i>Combretaceae</i>)	(使君子科 <i>Combretaceae</i>)

	<i>Apocynaceae</i>				
俗名	馬櫻丹			土肉桂	羅漢松
學名	<i>(Lantana camara)</i>			<i>(Cinnamomum osmophloeum)</i>	<i>(Podocarpus macrophyllus (Thunb.) Sweet)</i>
科	(馬鞭草科 <i>Verbenaceae</i>)			(樟科 <i>Lauraceae</i>)	(羅漢松科 <i>Podocarpaceae</i>)
俗名	春不老			榕樹	青楓
學名	<i>(Brassica juncea var. crispifolia)</i>			<i>(Ficus benghalensis)</i>	<i>(Acer serrulatum Hayata)</i>
科	(十字花科 <i>Brassicaceae</i>)			(桑科 <i>Moraceae</i>)	(楓樹科 <i>Aceraceae</i>)
俗名	馬拉巴栗			水黃皮	木麻黃
學名	<i>(Pachira aquatica)</i>			<i>(Pongamia pinnata)</i>	<i>(Casuarina equisetifolia)</i>
科	(木棉科 <i>Bombacaceae</i>)			(豆科 <i>Leguminosae</i>)	(木麻黃科 <i>Casuarinaceae</i>)
俗名	台灣欒樹				
學名	<i>(Koelreuteria henryi Dummer)</i>				
科	(無患子科 <i>Sapindaceae</i>)				

(二)結果

表二 16種植物新鮮葉 0.5%水浸液滅螺效果															
控制組 0%						阿勃勒					火筒木				
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第2天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	1	0	1	6.7%
第3天	0	0	0	0	0.0%	1	0	0	1	6.7%	0	1	0	1	6.7%
第4天	0	0	0	0	0.0%	1	0	0	1	6.7%	1	2	1	4	26.7%
第5天	0	0	0	0	0.0%	1	0	0	1	6.7%	1	3	2	6	40.0%
大葉桃花心木						黑板樹					小葉欖仁				
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	0	2	0	2	13.3%	0	0	0	0	0.0%
第2天	0	3	0	3	20.0%	4	5	1	10	66.7%	0	0	0	0	0.0%
第3天	4	4	3	11	73.3%	5	5	4	14	93.3%	0	0	0	0	0.0%
第4天	5	5	5	15	100.0%	5	5	5	15	100.0%	0	1	1	2	13.3%
第5天	5	5	5	15	100.0%	5	5	5	15	100.0%	0	1	1	2	13.3%

大葉欖仁					馬櫻丹					土肉桂					
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	4	3	4	11	73.3%	0	0	0	0	0.0%
第2天	1	0	0	1	6.7%	5	5	5	15	100.0%	0	0	0	0	0.0%
第3天	1	2	0	3	20.0%	5	5	5	15	100.0%	0	0	0	0	0.0%
第4天	1	2	0	3	20.0%	5	5	5	15	100.0%	0	1	0	1	6.7%
第5天	1	2	1	4	26.7%	5	5	5	15	100.0%	0	1	0	1	6.7%
羅漢松					春不老					榕樹					
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第2天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	2	0	1	3	20.0%
第3天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	2	0	1	3	20.0%
第4天	0	0	1	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%	2	0	1	3	20.0%
第5天	0	0	1	1	6.7%	1	1	1	3	20.0%	2	0	1	3	20.0%
青楓					馬拉巴栗					水黃皮					
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	1	0	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第2天	2	1	0	3	20.0%	0	0	0	0	0.0%	2	4	3	9	60.0%
第3天	3	1	2	6	40.0%	0	0	0	0	0.0%	3	4	4	11	73.3%
第4天	5	4	5	14	93.3%	0	0	0	0	0.0%	5	5	4	14	93.3%
第5天	5	4	5	14	93.3%	0	0	0	0	0.0%	5	5	4	14	93.3%
木麻黃					台灣樂樹										
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率					
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)							
第1天	0	0	0	0	0.0%	0	3	2	5	33.3%					
第2天	0	0	0	0	0.0%	4	5	5	14	93.3%					
第3天	0	0	0	0	0.0%	5	5	5	15	100.0%					
第4天	0	0	0	0	0.0%	5	5	5	15	100.0%					
第5天	0	0	0	0	0.0%	5	5	5	15	100.0%					



(三)討論

1. 由圖三結果顯示 16 種植物中，台灣欖樹、馬櫻丹、青楓、黑板樹、大葉桃花心木、水黃皮等 6 種植物在第 5 天致死率皆可達 9 成以上。
2. 黑板樹屬夾竹桃科（表一），馬櫻丹含馬櫻丹烯 A **【Lantadene A】**，水黃皮(豆科)(文獻十、十一)，皆對人體有害。評估對人體毒性、取樣數量，我們選擇以台灣特有種植物，無患子科（含有皂素）的台灣欖樹作為進一步研究的材料(文獻二、八)。
3. 青楓(93.3%)及大葉桃花心木(100%)亦有極高的致死率，可做為未來進一步研究的樹種。

二、台灣欖樹不同部位水浸液對福壽螺的毒殺效果比較

(一) 台灣欖樹不同部位毒性測試

1. 研究過程

- (1)進一步採集校園內台灣欖樹的莖枝、果實、種子、新鮮葉及凋落的枯葉（如圖四）製成 0.5 %水浸液，其餘步驟如研究一。每實驗三重複，每日計算螺死亡數，共計五日。

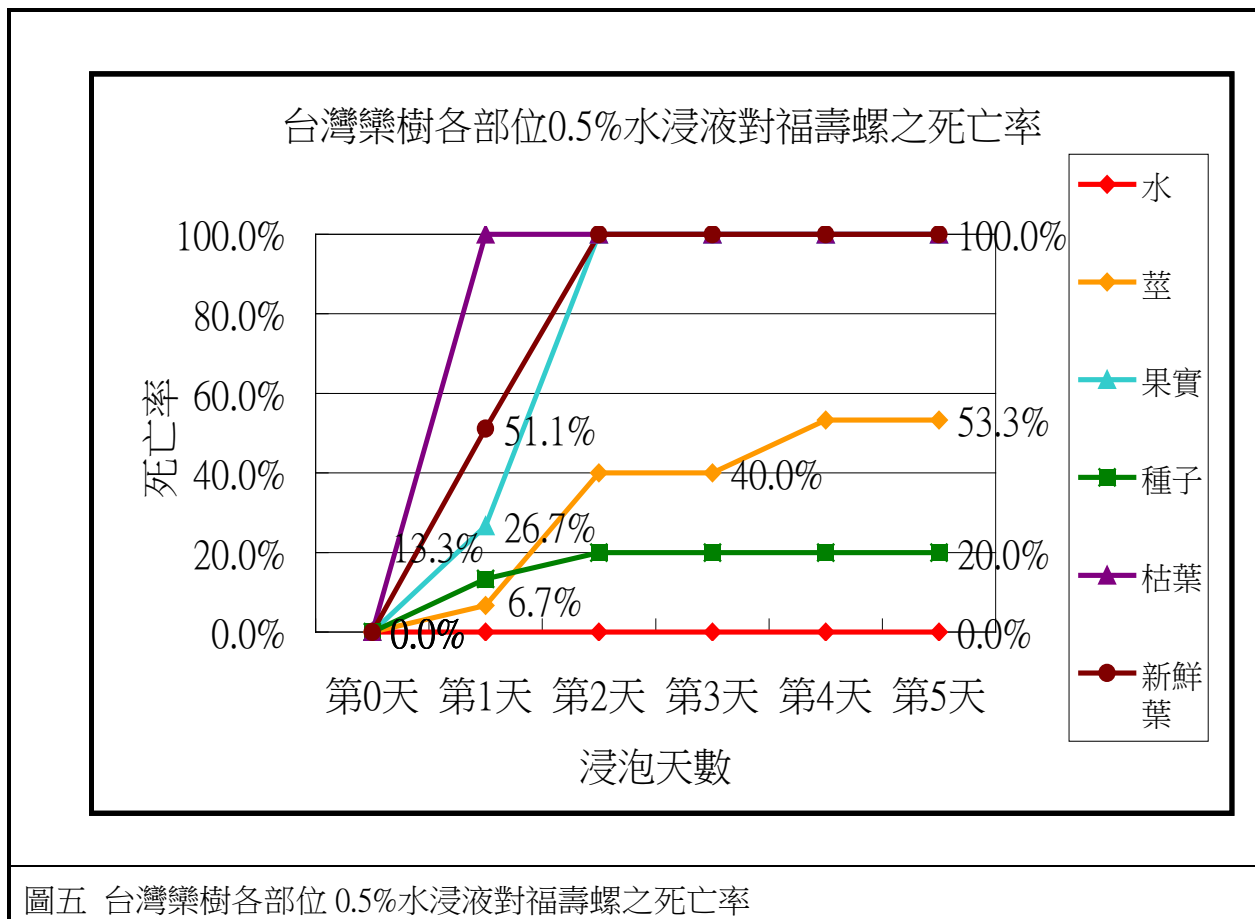


圖四 台灣藥樹不同部位，由左至右依序為：新鮮葉、枯葉、果實、莖枝及種子

2. 結果與討論

表三 台灣藥樹各部位 0.5%水浸液對螺之死亡率

表三 台灣藥樹各部位 0.5%水浸液對螺之死亡率															
控制組 0%						莖					果實				
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	1	0	0	1	6.7%	1	0	3	4	26.7%
第2天	0	0	0	0	0.0%	5	0	1	6	40.0%	5	5	5	15	100.0%
第3天	0	0	0	0	0.0%	5	0	1	6	40.0%	5	5	5	15	100.0%
第4天	0	0	0	0	0.0%	5	1	2	8	53.3%	5	5	5	15	100.0%
第5天	0	0	0	0	0.0%	5	1	2	8	53.3%	5	5	5	15	100.0%
種子						枯葉									
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率					
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)							
第1天	0	0	0	0	0.0%	5	5	5	15	100.0%					
第2天	2	0	0	2	13.3%	5	5	5	15	100.0%					
第3天	2	1	0	3	20.0%	5	5	5	15	100.0%					
第4天	2	1	0	3	20.0%	5	5	5	15	100.0%					
第5天	2	1	0	3	20.0%	5	5	5	15	100.0%					



(1) 由(表二)及(表三)數據顯示台灣欒樹葉不同部位毒性大小依序為：枯葉 > 新鮮葉 > 果實 > 莖 > 種子。其中除種子外，其餘部位第五天時皆有五成以上的致死率。我們取毒性最高、數量最多的枯葉及新鮮葉做進一步測試。

(二) 不同濃度新鮮葉及枯葉水浸液毒性比較

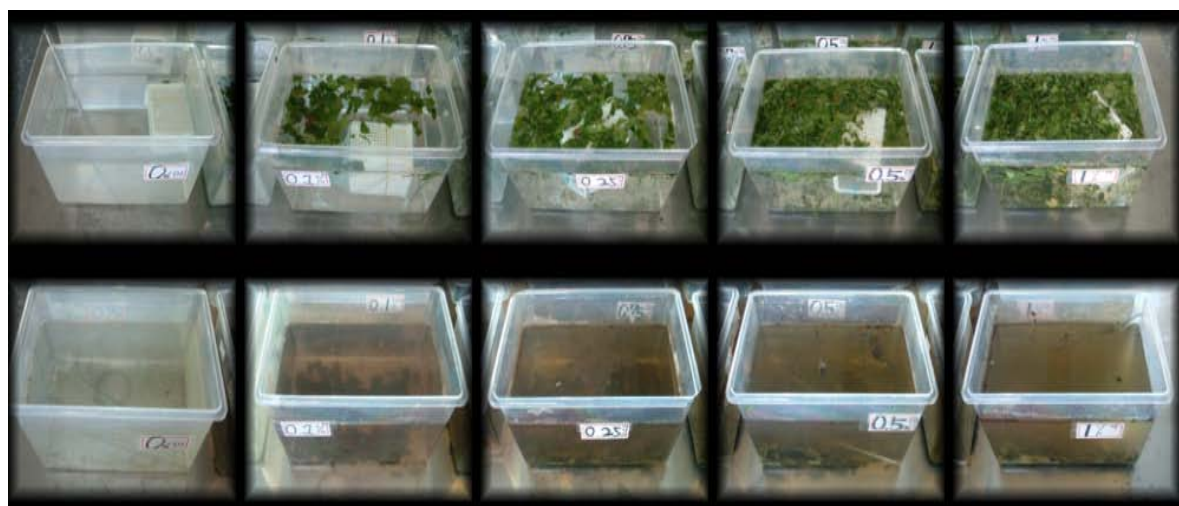
1. 研究過程

- (1) 採集校園內台灣欒樹新鮮葉，拭淨稱重後放入 15 個透明水箱中分成五組，分別加入清水，製成 5 公升新鮮葉 0%、0.1%、0.25%、0.5%及 1%水浸液(文獻四、五)。
- (2) 取 15 個透水塑膠盒，每個放進 5 隻福壽螺，用兩層網袋及橡皮筋套住後泡入上述水浸液中(如圖六)，最後移入 30°C 生長箱中，每天記錄螺死亡數共 5 天。每個濃度 3 箱，實驗 3 重複共 45 隻，總計 5 個濃度共用 45x5=225 隻福壽螺。
- (3) 另取台灣欒樹枯葉，調製成 5 公升 0%、0.01%、0.05%、0.1%、0.5%、1%水浸液，每一濃度 15 隻螺共計 90 隻，餘實驗步驟同上。



圖六 不同濃度（0%、0.1%、0.25%、0.5%、1%）新鮮葉水浸液實驗裝置

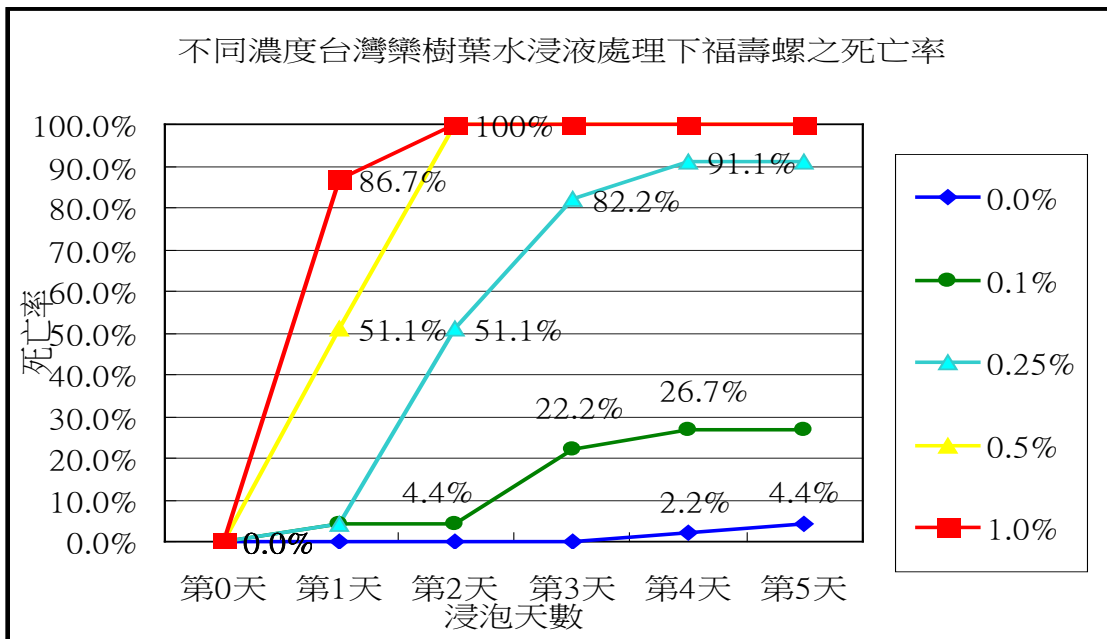
2.結果與討論



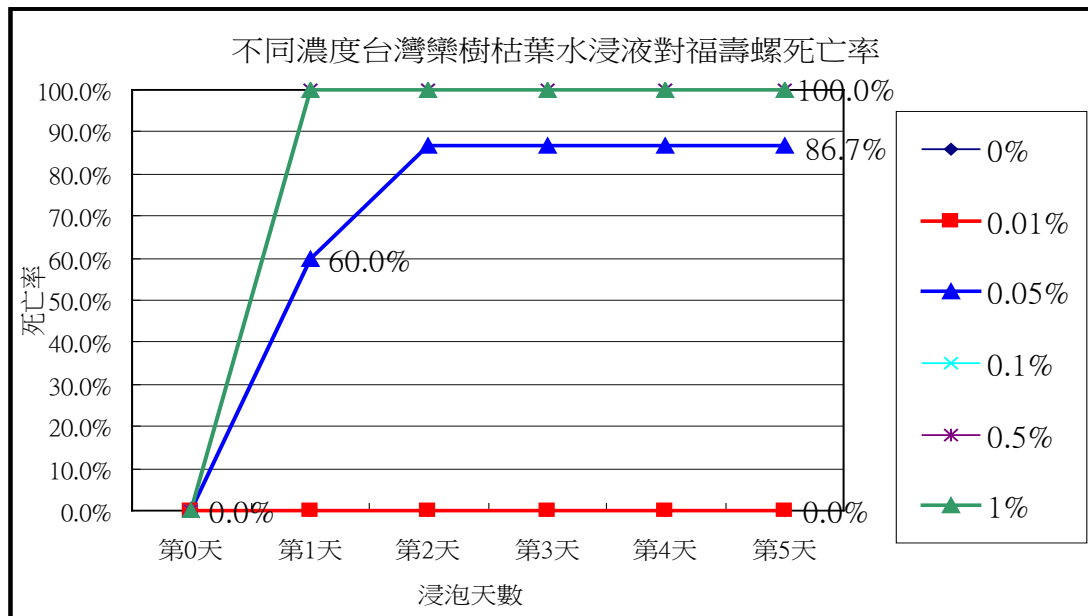
圖七 福壽螺浸於不同濃度台灣藥樹新鮮葉水浸液中（上：第0天；下：第5天）

表四 不同濃度台灣欖樹新鮮葉水浸液對螺之死亡率															
控制組 0%					0.1%					0.25%					
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	4.4%	1	0	1	2	4.4%
第 2 天	0	0	0	0	0.0%	1	1	0	2	4.4%	14	5	4	23	51.1%
第 3 天	0	0	0	0	0.0%	3	6	1	10	22.2%	15	10	12	37	82.2%
第 4 天	1	0	0	1	2.2%	5	6	1	12	26.7%	15	12	14	41	91.1%
第 5 天	2	0	0	2	4.4%	5	6	1	12	26.7%	15	12	14	41	91.1%
0.5%					1%										
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率					
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)							
第 1 天	8	7	8	23	51.1%	13	15	11	39	86.7%					
第 2 天	15	15	15	45	100.0%	15	15	15	45	100.0%					
第 3 天	15	15	15	45	100.0%	15	15	15	45	100.0%					
第 4 天	15	15	15	45	100.0%	15	15	15	45	100.0%					
第 5 天	15	15	15	45	100.0%	15	15	15	45	100.0%					

表五 不同濃度台灣欖樹枯葉水浸液對螺之死亡率															
控制組 0%					0.01%					0.05%					
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	3	4	2	9	60.0%
第 2 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	5	5	3	13	86.7%
第 3 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	5	5	3	13	86.7%
第 4 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	5	5	3	13	86.7%
第 5 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	5	5	3	13	86.7%
0.1%					0.5%					1%					
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第 2 天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第 3 天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第 4 天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第 5 天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%



圖八 不同濃度台灣欒樹新鮮葉水浸液浸泡 1~5 天之福壽螺死亡率



圖九 不同濃度台灣欒樹枯葉水浸液浸泡 1~5 天之福壽螺致死率

(1) 新鮮葉隨著濃度越高，死亡率亦越高。0.25%在 5 天內死亡率即達 9 成以上，0.5%以上第 2 天即全部死亡。

(2) 原假設凋落後的枯葉所含毒性物質會被自然分解以致減弱，但結果卻顯示毒性較新鮮葉為強，0.1%在第一天即可將螺全數殺死。推測枯葉毒性物質仍在，凋落後脫水使毒性更加濃縮，且較易溶解，故毒性較新鮮葉為強。

(3) 綜合評估 5 天內 100%致死最低有效濃度，新鮮葉為 0.5%，枯葉為 0.1%。兩者分別以此濃度進行下列殘效試驗。

三、台灣欒樹與苦茶粉水浸液之殘效（殘餘毒性效果）比較

目前最常使用的非農藥除螺方式為播灑苦茶粉，我們想進一步比較其與台灣欒樹之滅螺效果與殘效性。此結果可做為農民是否選擇以欒葉來滅螺的重要參考。

(一)研究過程

1. 苦茶粉不同濃度死亡率

(1) 調製 5 公升苦茶粉水浸液濃度分別為 0%、0.01%、0.001%、0.0001%，再取 120 隻螺分成 4 組（每組 6 箱，每箱 5 隻）放入上述水箱中，其餘步驟同研究二，以評估苦茶粉 5 天內 100%致死最低有效滅螺濃度。

2. 第 6~10 天、11~15 天、16~20 天苦茶粉與台灣欒樹葉殘效比較

(1) 分別調製台灣欒樹新鮮葉、枯葉及苦茶粉 5 天內 100%致死最低濃度之水浸液，在第 5 天、第 10 天、第 15 天分別將螺放入水浸液中，進行第 6~10 天、第 11~15 天及第 16~20 天之殘效性。

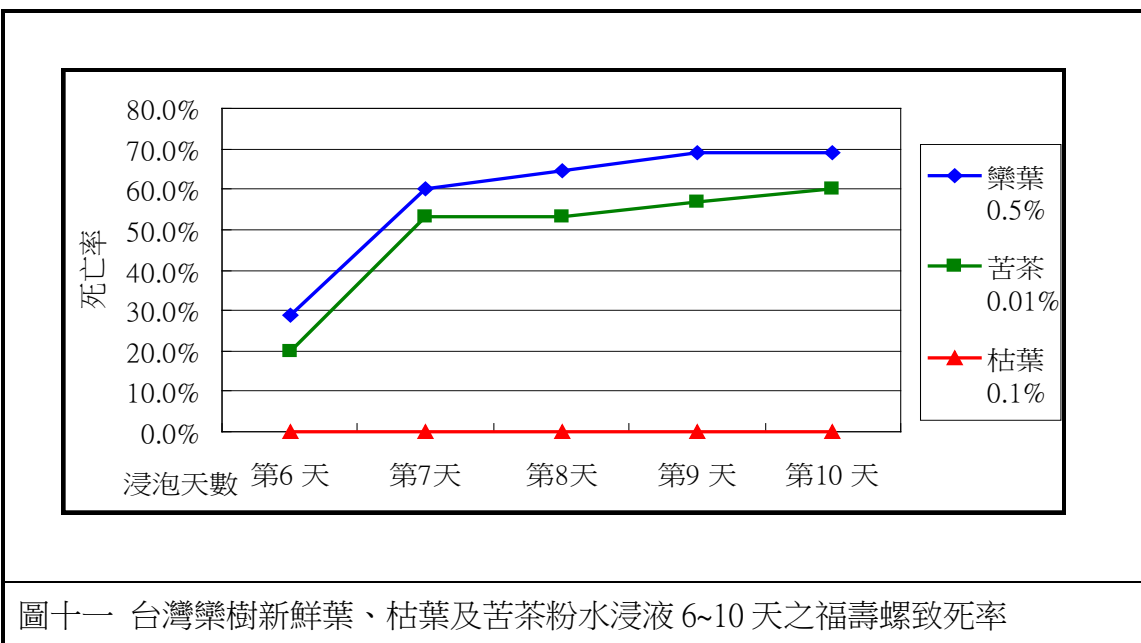
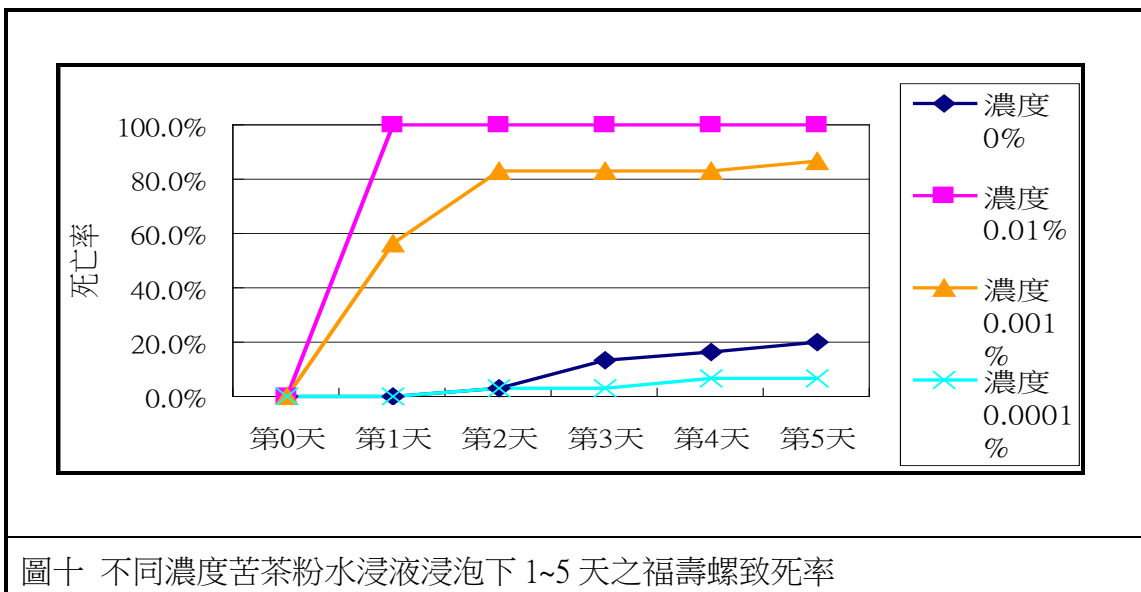
(二)結果與討論

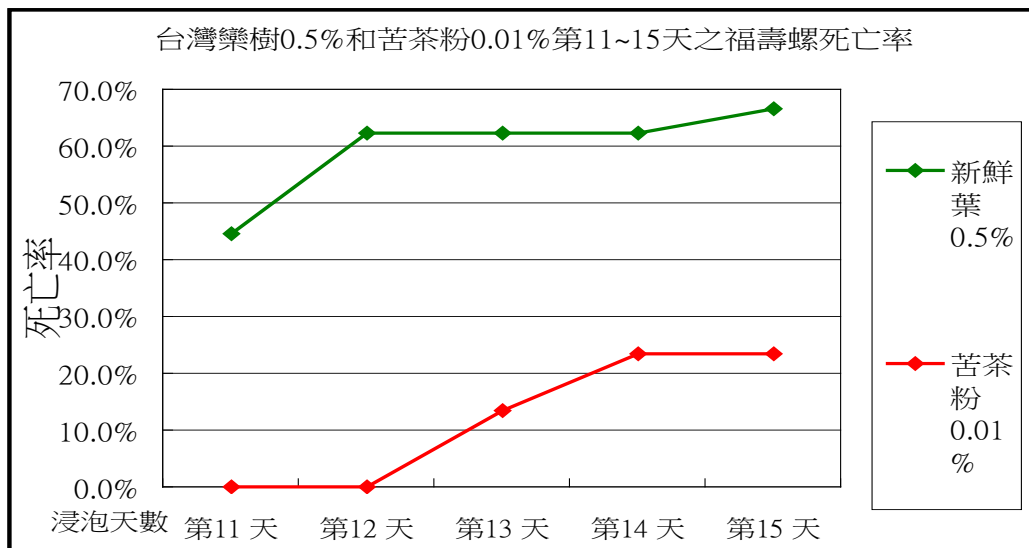
表六 不同濃度苦茶粉水浸液對螺之死亡率																
控制組 0%									0.01%							
天數	次數						總數	死亡 率	次數						總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
第1天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%	5	5	5	5	5	5	30	100%
第2天	0	0	0	0	0	1	1	3.3%	5	5	5	5	5	5	30	100%
第3天	0	1	1	0	1	1	4	13.3%	5	5	5	5	5	5	30	100%
第4天	0	1	1	0	1	2	5	16.7%	5	5	5	5	5	5	30	100%
第5天	0	1	1	0	2	2	6	20.0%	5	5	5	5	5	5	30	100%
0.001%									0.0001%							
天數	次數						總數	死亡 率	次數						總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
第1天	5	1	1	1	5	4	17	56.7%	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
第2天	5	5	4	2	5	4	25	83.3%	1	0	0	0	0	0	1	3.3%
第3天	5	5	4	2	5	4	25	83.3%	1	0	0	0	0	0	1	3.3%
第4天	5	5	4	2	5	4	25	83.3%	1	0	0	0	0	1	2	6.7%
第5天	5	5	4	2	5	5	26	86.7%	1	0	0	0	0	1	2	6.7%

表七 苦茶粉 0.01%水浸液對福壽螺之殘效性																	
6~10 天									11~15 天								
天數	次數						總數	死亡率	天數	次數						總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
第 6 天	1	5	0	0	0	0	6	20.0%	第 11 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
第 7 天	5	5	5	0	0	1	16	53.3%	第 12 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
第 8 天	5	5	5	0	0	1	16	53.3%	第 13 天	1	0	3	0	0	0	4	13.3%
第 9 天	5	5	5	0	1	1	17	56.7%	第 14 天	1	0	5	1	0	0	7	23.3%
第 10 天	5	5	5	0	2	1	18	60.0%	第 15 天	1	0	5	1	0	0	7	23.3%
16~20 天																	
天數	次數						總數	死亡率									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)											
第 16 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%									
第 17 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%									
第 18 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%									
第 19 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%									
第 20 天	0	0	0	0	0	0	0	0.0%									

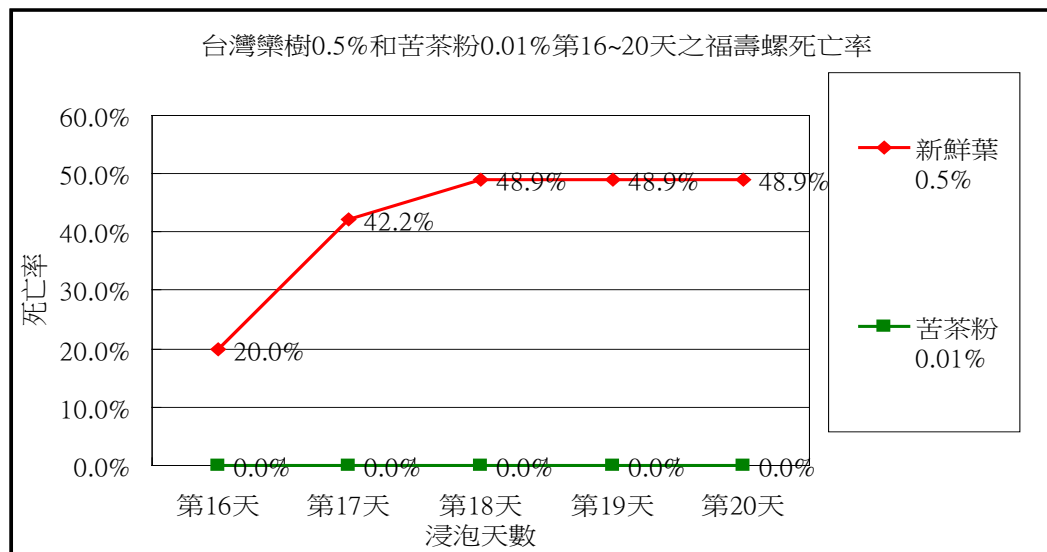
表八 台灣欒樹葉水浸液對福壽螺殘效性 (6~10 天)											
新鮮葉 0.5%						枯葉 0.1%					
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			
第 6 天	4	8	1	13	28.9%	0	0	0	0	0.0%	
第 7 天	12	12	3	27	60.0%	0	0	0	0	0.0%	
第 8 天	13	13	3	29	64.4%	0	0	0	0	0.0%	
第 9 天	13	13	5	31	68.9%	0	0	0	0	0.0%	
第 10 天	13	13	5	31	68.9%	0	0	0	0	0.0%	

表九 台灣欒樹新鮮葉 0.5%水浸液對福壽螺殘效性 (11~15 天, 16~20 天)											
11~15 天						16~20 天					
天數	次數			總數	死亡率	天數	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)				(1)	(2)	(3)		
第 11 天	10	6	4	20	44.4%	第 16 天	5	1	3	9	20.0%
第 12 天	11	12	5	28	62.2%	第 17 天	7	5	7	19	42.2%
第 13 天	11	12	5	28	62.2%	第 18 天	7	6	9	22	48.9%
第 14 天	11	12	5	28	62.2%	第 19 天	7	6	9	22	48.9%
第 15 天	11	13	6	30	66.7%	第 20 天	7	6	9	22	48.9%





圖十二 台灣欒樹新鮮葉 0.5%及苦茶粉 0.01%水浸液 11~15 天之福壽螺致死率



圖十三 台灣欒樹新鮮葉 0.5%和苦茶粉 0.01%水浸液 16~20 天之福壽螺致死率

1. 苦茶粉 0.01%第一天即達 100%死亡率，0.001%第五天達 86.7%，評估 5 天內 100%最低有效致死濃度介於 0.01%~0.001%之間，曾試過中間值 0.005%水浸液死亡率有時亦未達 100%，故苦茶粉仍取 0.01%，而新鮮葉和枯葉分別為 0.5%和 0.1%進行殘效比較。
2. 由圖十一顯示 0.1%枯葉 6~10 天對螺已無毒性 (0%)，而 0.5%新鮮葉仍有近 7 成 (68.9%) 死亡率。顯見枯葉毒性雖較新鮮葉為強，但有毒物質被自然分解的也越快，殘效反較新

鮮葉為差。

3. 第 6~10 天新鮮葉殘效（第 10 天，68.9%）已逐漸優於苦茶（第 10 天，60%），但差距不大。第 11~15 天開始有明顯的差異，新鮮葉殘效（第 15 天，66.7%）約為苦茶（第 15 天，23.3%）的 3 倍之多。
4. 第 16~20 天苦茶粉已全然無效，但新鮮葉第 20 天還有約 5 成（48.9%）的死亡率。綜合以上結果，顯示台灣欒樹新鮮葉殘效遠較苦茶粉為佳。

四、探討溫度對台灣欒樹葉水浸液毒性之影響

我們評估台灣欒樹在戶外實際施作時，影響效用最主要的因素為氣溫。因此針對台灣一年四季氣溫的範圍（10°C~35°C）進一步探究。

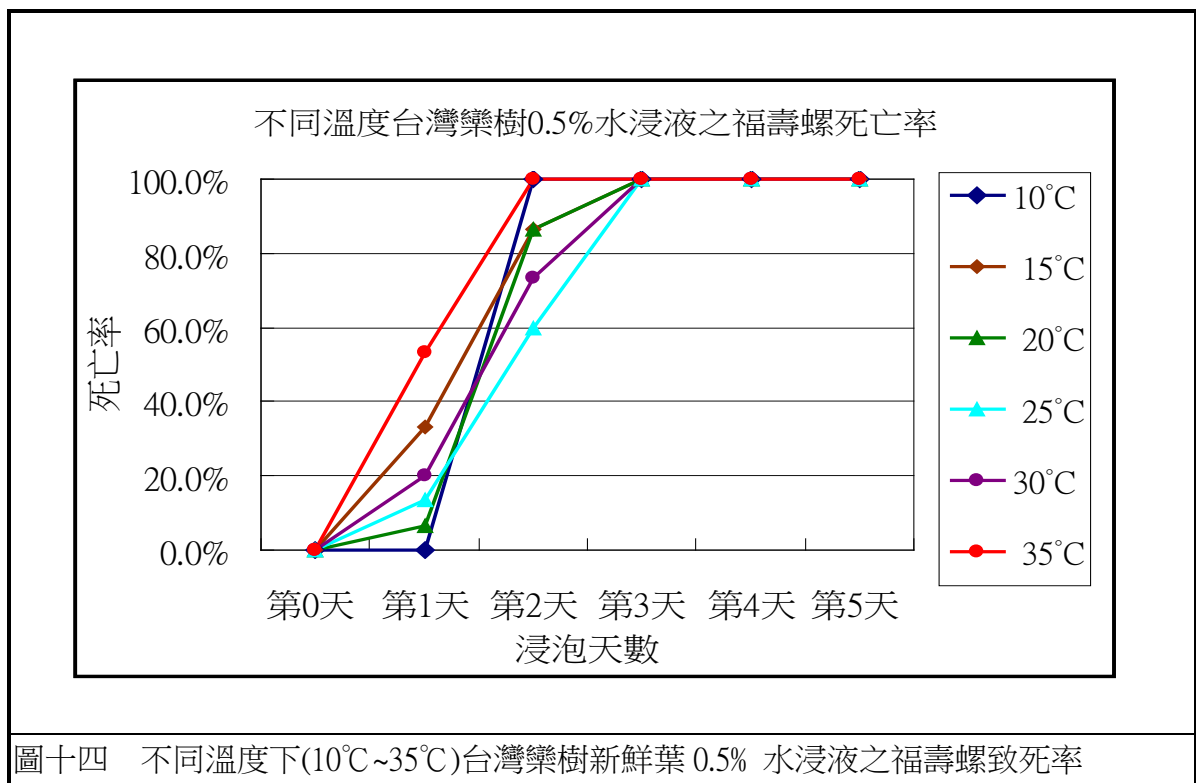
(一)研究過程

取 6 個透明水箱分成兩組，分別製成 0%控制組及欒樹新鮮葉 0.5%水浸液。每組 30 隻螺置入水箱後移至植物生長箱中，分別進行 10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、35°C 共 6 組溫度實驗。每天計算死亡率，共計 5 天。

(二)結果與討論

表十 控制組 0%在不同溫度下福壽螺之死亡率															
10°C						15°C					20°C				
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第 2 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第 3 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第 4 天	2	1	1	4	26.7%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第 5 天	2	2	2	6	40.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
25°C						30°C					35°C				
天數	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率	次數			總數	死亡率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%	0	0	0	0	0.0%
第 2 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	1	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%
第 3 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	1	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%
第 4 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	1	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%
第 5 天	0	0	0	0	0.0%	0	0	1	1	6.7%	0	0	0	0	0.0%

表十一 台灣欒樹新鮮葉 0.5%水浸液在不同溫度下福壽螺之死亡率															
10°C						15°C					20°C				
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	0	0	0	0	0.0%	3	0	2	5	33.3%	1	0	0	1	6.7%
第2天	5	5	5	15	100%	4	4	5	13	86.7%	3	5	5	13	86.7%
第3天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第4天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第5天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
25°C						30°C					35°C				
天數	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率	次數			總數	死亡 率
	(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第1天	2	0	0	2	13.3%	1	0	2	3	20.0%	5	3	0	8	53.3%
第2天	4	2	3	9	60.0%	1	5	5	11	73.3%	5	5	5	15	100%
第3天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第4天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%
第5天	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%	5	5	5	15	100%



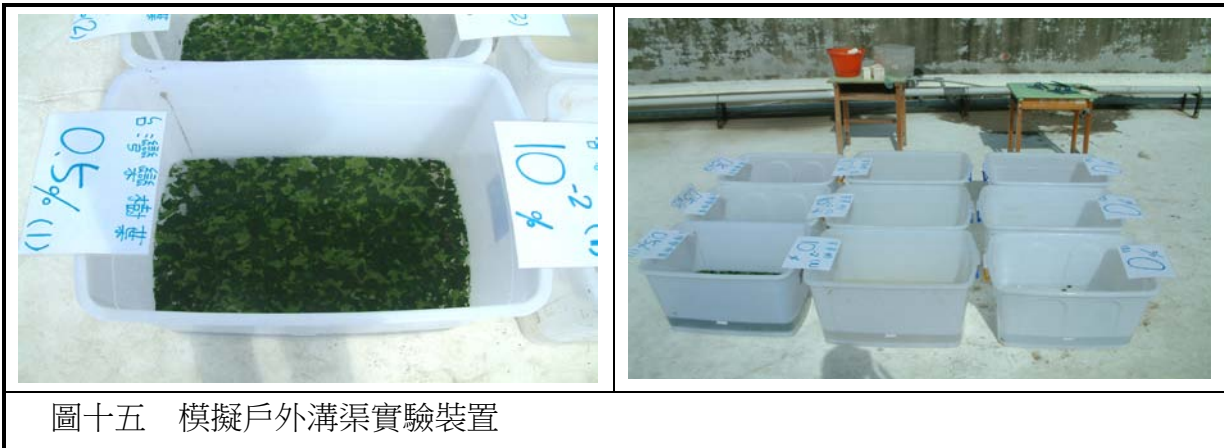
1. 對照組在低溫 10°C 下，第四天亦有 40% 之致死率。顯見冬季的低溫對防治福壽螺亦有相當的貢獻。
2. 由圖十四推論藥葉 0.5% 水浸液在最高溫 (35°C) 時溶解速率最快，故第一天死亡率最高 (53.3%)。
3. 在 10°C~35°C 溫度下，皆可在第三天達到 100% 之致死率。推測可能藥葉在低溫下的溶解度雖然降低，但福壽螺的代謝作用、分泌黏液保護的能力也下降，故滅螺效果仍佳。以台灣的氣溫而言，我們評估台灣藥樹一年四季皆可用於防治福壽螺。

五、模擬戶外田間溝渠實驗

(一) 研究過程

1. 模擬戶外溝渠實驗

- (1) 在學校頂樓準備 9 個大型收納箱 (90cm x 75cm x 60cm) 分別裝入 12 公升清水，分成 3 組最後製成 控制組、藥樹新鮮葉 0.5%、苦茶粉 0.01% 水浸液。
- (2) 每箱放入 30 隻螺，每組 3 箱共 90 隻。每天記錄死亡數，共計 5 天。



圖十五 模擬戶外溝渠實驗裝置

2. 模擬戶外田間實驗

選擇校園一角挖出三個 1 平方公尺土坑，周圍以塑膠透明布圈圍。每坑加入清水 20 公升後分別調製成乾燥葉 0.5%，枯葉 0.1% 及控制組。每坑放入 30 隻螺，5 天後測其死亡率，共重複 3 次。



土坑以塑膠布圈圍，以防福壽螺逃逸

每坑加入清水 20 公升



分別加入乾燥葉及枯葉

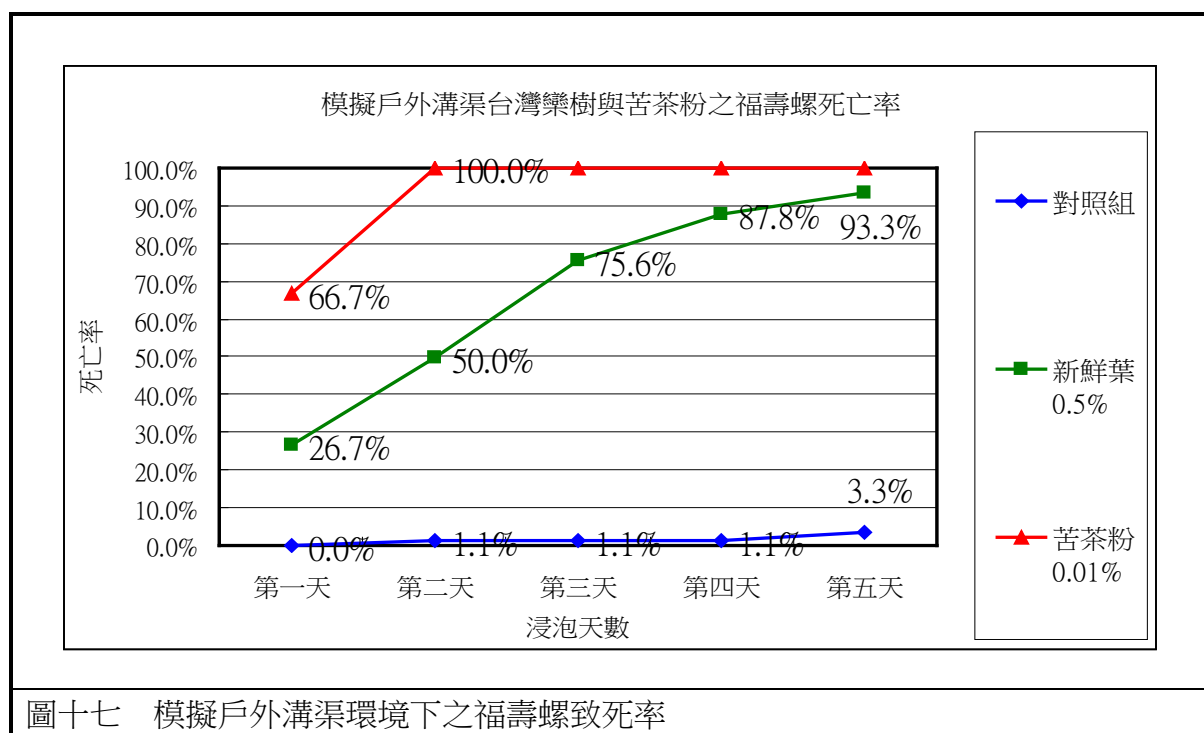
每坑放入 30 隻福壽螺

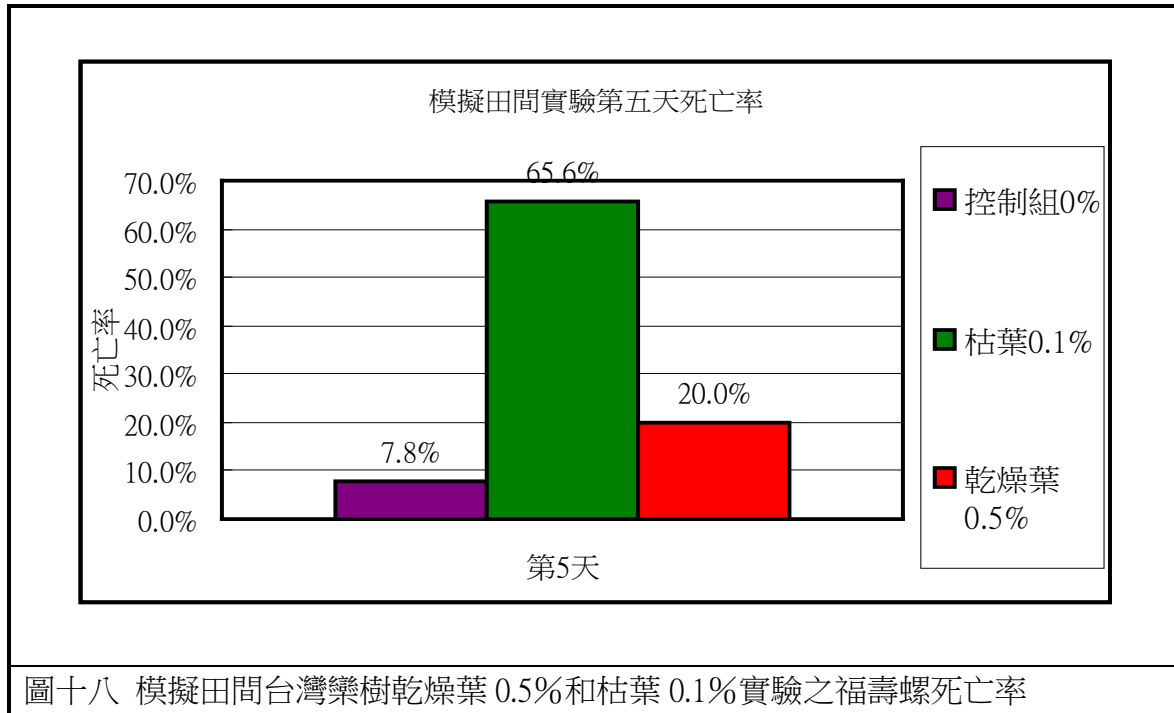
圖十六 模擬戶外田間實驗裝置及步驟

(二) 結果與討論

表十二 模擬戶外溝渠環境下福壽螺之死亡率

天數	螺總數	控制組 0%					台灣欒樹新鮮葉 0.5%					苦茶粉 0.01%				
		實驗次數			死亡總數	死亡率	實驗次數			死亡總數	死亡率	實驗次數			死亡總數	死亡率
		(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)			(1)	(2)	(3)		
第 1 天	90	0	0	0	0	0.0%	16	3	5	24	26.7%	30	19	11	60	66.7%
第 2 天	90	0	1	0	1	0.0%	20	10	15	45	50.0%	30	30	30	90	100%
第 3 天	90	0	1	0	1	0.0%	30	19	19	68	75.6%	30	30	30	90	100%
第 4 天	90	0	1	0	1	0.0%	30	28	21	79	87.8%	30	30	30	90	100%
第 5 天	90	2	1	0	3	4.4%	30	29	25	84	93.3%	30	30	30	90	100%



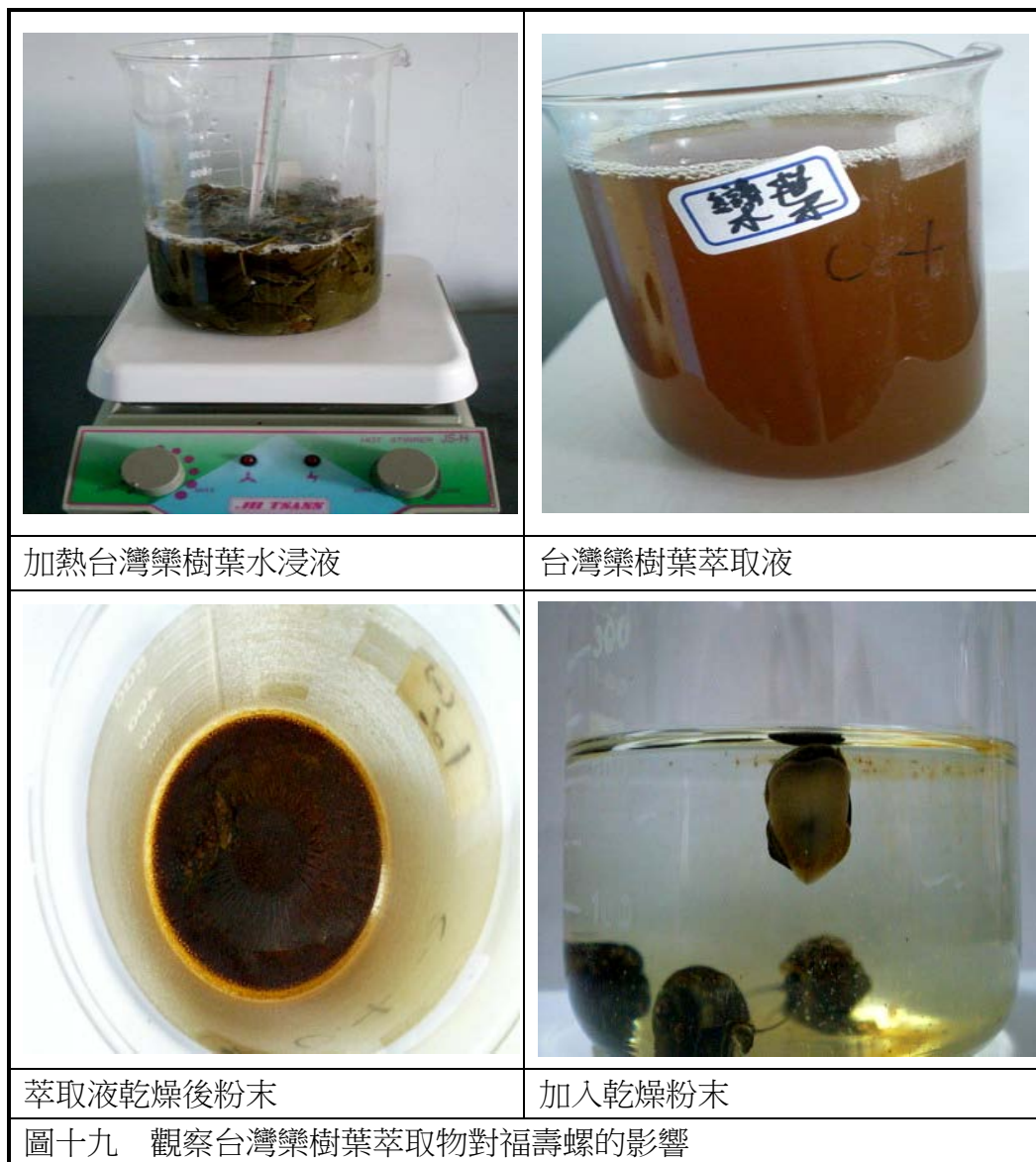


1. 原先假設戶外變因較多：溫度及光線強弱不同可能影響台灣欒樹分解情形；氣候變化可能導致箱內水量不同，影響水浸液濃度；沒有塑膠盒及網套套住的福壽螺可能因此逃逸，所以我們認為台灣欒樹毒殺福壽螺的效用應較室內差。
2. 模擬戶外溝渠後發現：苦茶粉效用較室內延遲一天，但在第二天時亦可達 100%死亡率；欒樹新鮮葉在室內第二天時即達 100%死亡率，而戶外第二天時只有 50.0%死亡率，之後則逐步爬升，至第五天時達 93.3%死亡率。顯示台灣欒樹在溝渠中仍可有效殺福壽螺。
3. 初步模擬田間實驗中，新鮮葉效果欠佳(死亡率 13.3%)，由先前枯葉實驗推測將其曬乾後效果應更佳，所以我們將新鮮葉(100g)擺放一個月後所得之乾燥葉(43.2g)與枯葉進行此項實驗。實驗結果顯示：乾燥葉(20.0%)較新鮮葉效果提升，而枯葉則有 65.6%死亡率。
4. 綜合以上實驗評估：在溝渠中投以新鮮葉，田間則以枯葉與乾燥葉兩者合併使用，應可達一定的滅螺效果。

六、初步探討台灣欒樹對福壽螺的致死原因

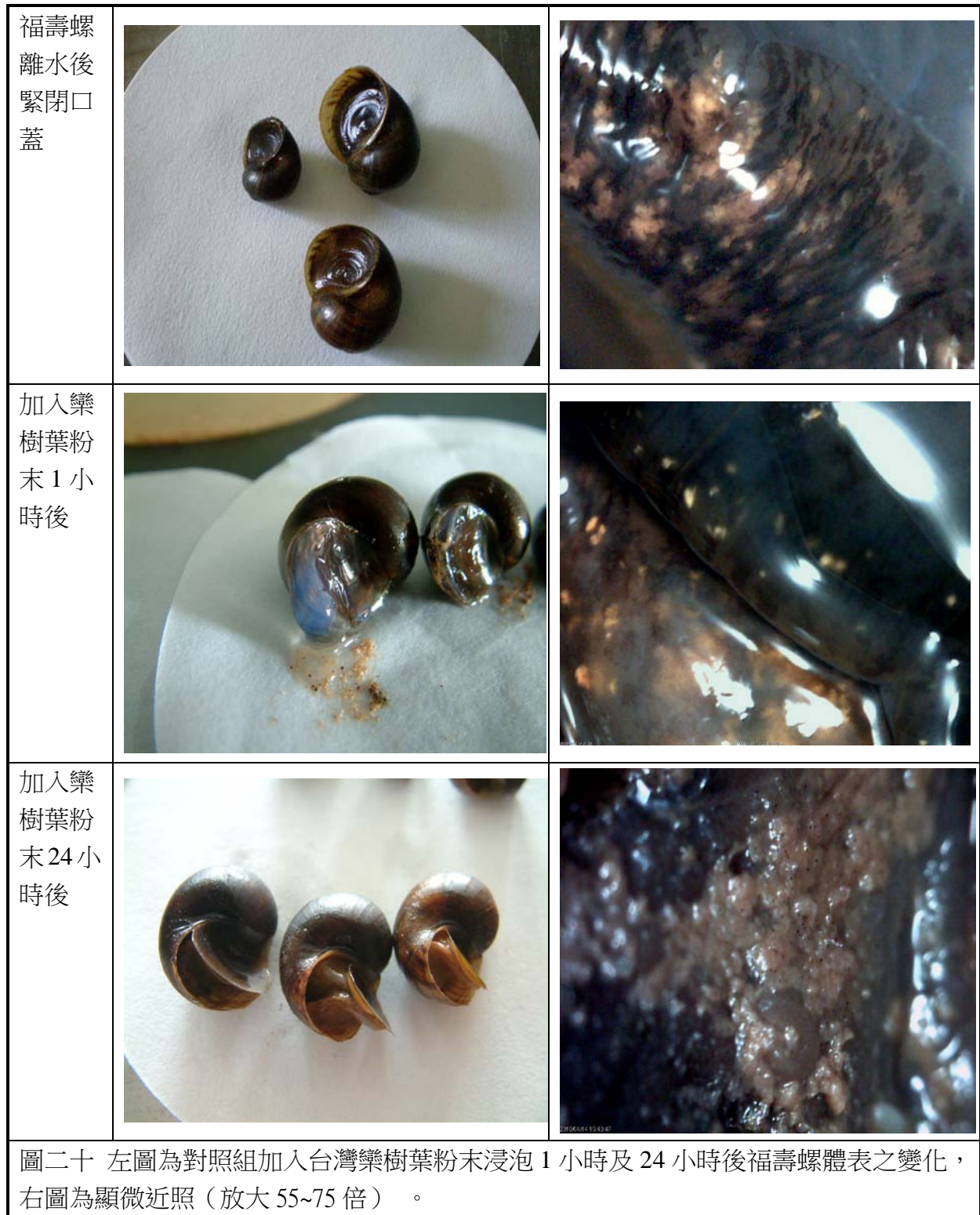
(一)研究過程

1. 將 100 克欒樹葉加入 900ml 清水，以 80°C 加熱 6 小時後倒出萃取液。再放入烘箱中 80 °C、24 小時得乾燥濃縮粉末，以此粉末加入裝有福壽螺的燒杯中，1 小時及 24 小時後觀察其變化。(如圖 二十)



- 將 15 隻福壽螺體表擦乾並秤重，各放入 15 個裝有 100ml 清水燒杯中分成 3 組，分別調製成欒樹乾燥葉 0.5%、苦茶粉 1% 及對照組，移入 30°C 植物生長箱中，48 小時後取出擦乾秤重，分別計算其體重減少比率。

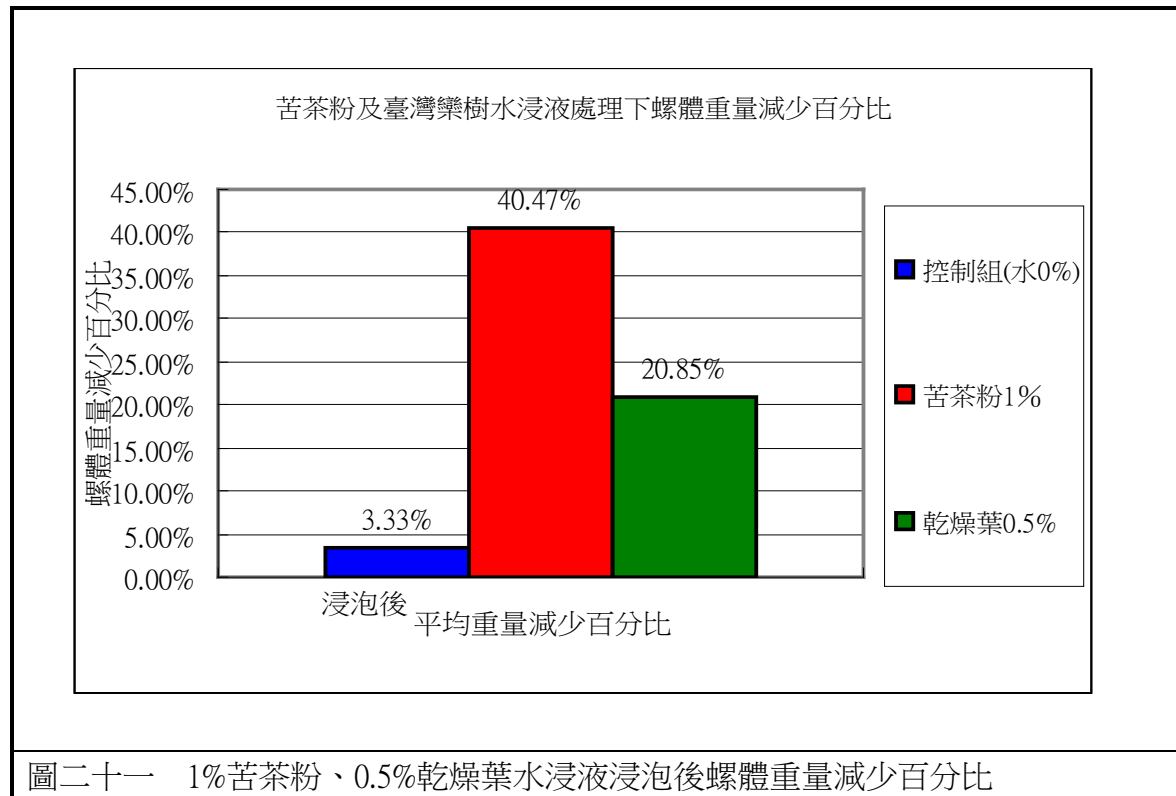
(二) 結果與討論



圖二十 左圖為對照組加入台灣欖樹葉粉末浸泡 1 小時及 24 小時後福壽螺體表之變化，右圖為顯微近照（放大 55~75 倍）。

表十四 福壽螺浸泡台灣欒樹葉乾燥粉末及苦茶粉後體重變化

	螺編號	螺體重			重量減少百分比	平均重量減少百分比
		浸泡前	浸泡後	減輕重		
控制組	1	1.204	1.12	0.084	6.98%	3.33%
	2	1.604	1.542	0.062	3.87%	
	3	1.51	1.496	0.014	0.93%	
	4	1.316	1.308	0.008	0.61%	
	5	1.352	1.294	0.058	4.29%	
苦茶粉 1%	1	1.194	0.814	0.38	31.83%	40.47%
	2	1.386	0.722	0.664	47.91%	
	3	0.85	0.478	0.372	43.76%	
	4	1.67	0.878	0.792	47.43%	
	5	0.948	0.65	0.298	31.43%	
乾燥葉 0.5%	1	2.076	1.784	0.292	14.07%	20.85%
	2	1.064	0.568	0.496	46.62%	
	3	1.334	1.206	0.128	9.60%	
	4	1.23	1.032	0.198	16.10%	
	5	1.242	1.02	0.222	17.87%	



圖二十一 1%苦茶粉、0.5%乾燥葉水浸液浸泡後螺體重量減少百分比

1. 由圖二十顯示，台灣欒樹葉乾燥萃取物與苦茶粉近似，皆會刺激福壽螺分泌大量黏液，二十四小時後黏液被大量溶解洗去，應導致福壽螺重量減輕。浸泡台灣欒樹與苦茶粉水浸液四十八小時後，證實體重分別減輕 20.85% 及 40.47%。
2. 蒐集資料顯示苦茶粉及無患子果實可有效毒殺福壽螺(文獻二、六、八)，但詳細的毒性分子機理並不清楚。目前認為主要原因極可能是其所含皂素會刺激福壽螺分泌大量黏液，且具有清潔劑功能，將黏液溶解，使福壽螺失去黏液的保護，皂素及其它有毒物質進一步進入體內，最後導致福壽螺的死亡。台灣欒樹同屬無患子科，推論其毒性極可能與無患子相似，實驗毒殺照片亦證實我們的推論。

伍、結論

- 一、測試 16 種植物葉水浸液，第五天時台灣欒樹、黑板樹、馬櫻丹、大葉桃花心木、青楓及水黃皮共六種植物，死亡率均達九成以上。
- 二、台灣欒樹不同部位水浸液五天內毒性依序為枯葉 > 新鮮葉 > 果實 > 莖 > 種子，其中數量最多的枯葉及新鮮葉兩天內可完全毒殺福壽螺。
- 三、台灣欒樹新鮮葉水浸液隨著濃度增加，死亡率亦相對增加。0.25% 第五天時死亡率達 9 成以上(91.1%)，0.5% 以上之濃度第二天即可達 100%。
- 四、台灣欒樹枯葉較新鮮葉更具毒殺效果。其中枯葉五天內 100% 致死最低劑量為 0.1%，新鮮葉則為 0.5%。
- 五、枯葉殘效較新鮮葉為差。枯葉 0.1% 水浸液第五天後即失去效用，但新鮮葉 0.5% 水浸液仍有約 7 成(68.9%)的死亡率。
- 六、新鮮葉六至十天的殘效(68.9%)已較苦茶粉(60.0%)為佳，但差距不大。十一至十五天時，新鮮葉仍維持約六成的殘效(66.7%)，苦茶粉殘效則明顯降低至只剩兩成(23.3%)。十六至二十天時，新鮮葉尚有 48.9% 之死亡率，而苦茶粉卻已全然無效。
- 七、溫度對台灣欒樹新鮮葉水浸液毒性影響並不顯著。在 10~35°C 中，第三天死亡率均達 100%。
- 八、模擬戶外溝渠實驗中，台灣欒樹新鮮葉毒性釋放較為緩慢，但仍可有效殺死福壽螺(第五天達 93.3%)。模擬田間實驗，欒樹枯葉效用 (65.6%) 遠較乾燥葉 (20.0%) 為佳。
- 九、台灣欒樹葉可刺激福壽螺分泌大量黏液，並進一步溶解，使其體表失去保護；皂素等有毒物質進入體內，最後導致福壽螺死亡。
- 十、若能確認台灣欒樹毒性物質對人體無害，即能進一步擴大田野測試，評估對生態的影響。相信未來在福壽螺的生態防治上，台灣欒樹應極具參考的價值。

陸、參考文獻

- 一、余志儒(2005)。植物抽取液防治蟲害研究現況。行政院農業委員會農業試驗所。
- 二、余志儒、吳德忠、陳炳輝、林俊義、柯文雄(2006)。「益無螺」粒劑之開發，65，26-28。
- 三、林金樹(1986)。福壽螺之生態觀察。臺中區農業改良場研究彙報。13，59-66。
- 四、秦昌華, 李曉宇, 王宏, 王萬賢, 楊毅, 馬安寧(2000)。楓楊(*Pterocarya stenoptera*)滅螺效果實驗研究。3，15-19。
- 五、陳建明、俞曉平、陳列忠(2009)。夾竹桃不同溶劑提取物對福壽螺的毒殺作用評價。中國浙江農業學報，2，154-158。
- 六、黃慧琦，張麗杰，吳永昌，郭悅雄，郭曜豪(2009)。皂素的生物活性與化學成份之探討。化學，67(1)，1-12。
- 七、塗貽然、李苡柔、陳毓婷(2005)。福壽螺，來杯咖啡吧。中華民國 45 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 八、廖信昌、廖蔚章(2001)。天然植物皂甘成分無患子果實萃取物對害蟲及福壽螺防治藥劑之研發。行政院農委會高雄區農業改良場九十年度年報，1146-1147。
- 九、賴景陽。台灣貝類圖鑑。初版。台北市。貓頭鷹出版社。第 99 頁。2005。
- 十、台灣欒樹。維基百科，取自：
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E6%AC%92%E6%A8%B9>
- 十一、台灣野生植物資料庫。特有生物研究保育中心，取自：<http://plant.tesri.gov.tw/plant/>。

柒、附錄



社區及校園內每年都會定期修剪樹木，堆積大量的植物枝葉，應有不少可供生物防治之用的素材。



台灣欒樹為台灣特有種植物，生性強健，生長十分快速，每年大量的枝葉恰可提供防治福壽螺之用。



台灣欒樹一年四季展現不同的風貌，夏天的綠葉，秋天的黃花，冬季的紅褐果實，曾被票選為世界十大奇樹之一。

【評語】 030309

- 1.本研究自校園植物中發現台灣欒樹葉具有防治福壽螺的作用。此研究有創意且有應用價值，若仍進一步萃取台灣欒樹葉的成分並與目前使用的苔茶粉做比較，應更具實用價值。
- 2.此研究模擬野外環境，進行實驗，相當可取，惟直接使用樹葉碎片恐不易直接於田野使用，可考慮改進的方法。