

# 草本植物作為殺螺劑之潛力

袁秋英\*、謝玉貞、林芳妘、林李昌、蔣慕琰

農委會農業藥物毒物試驗所公害防治組

## 摘要

福壽螺為臺灣水生作物的重要害物，常嚴重影響水稻幼苗之生長及造成產量降低。植物性殺螺劑因具有易代謝分解及生態環境安全性高之特性，目前成為福壽螺生物防治之一重要資材。本研究針對禾本科、菊科、蓼科及莧科等 101 科 633 種植物，進行福壽螺取食習性測試，結果顯示福壽螺喜食的植物有 128 種、忌食的植物有 174 種，中間型植物有 174 種，其中喜食性植物再進一步篩選出具誘引效果者，忌食性植物則以篩選具低萃取濃度而高致死率的殺螺潛力植物。初步篩選出具誘引及忌食效果者包括莧科、繖形花科、蓼科、菊科及茄科等 20 種植物，其中以  $0.025 \text{ mg mL}^{-1}$  即可造成福壽螺致死之莧科植物，後續將進一步分離純化及鑑定其代謝物，此植物具有研發為植物性殺螺劑之潛力。

**關鍵詞：**福壽螺、植物性殺螺劑、草本植物、生物檢定。

## Potential of herb plants used as a golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) killer

C. I. Yuan\*, Y. C. Hsieh, I. Y. Lin, L. C. Lin, and M. Y. Chiang

Division of Plant Toxicology, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Council of Agriculture, 413 Taichung, Taiwan.

## Abstract

Golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) is a serious pest of aquatic crops in Taiwan. This snail infests rice paddy fields, affects seedling growth of rice, and decreases rice yield. Molluscicides derived from plants are currently receiving considerable attentions in their relatively harmless and biodegradable properties. In this

---

\* 通訊作者。E-mail: yci@tactri.gov.tw

study, we have screened 633 herbs based on feeding preference of apple snail. Preliminary tests showed that herbs belong to preferred, intermediate and disgust feeding food for apple snail were 128, 174 and 174 species, respectively. Twenty candidates among Amaranthaceae, Umbelliferae, Polygonaceae, Compositae and Solanaceae spp. plants were selected for secondary screening. Lethal effect on apple snail with  $0.025 \text{ mg mL}^{-1}$  aqueous extracts of some Amaranthaceae species were observed in the feeding assay. It could be suggested that aqueous extracts of these plants had the potential for developing a phyto-molluscicide.

**Key words:** Apple snail, plant molluscicides, herbs, bioassay.

## 前言

福壽螺 (*Pomacea canaliculata* Lamarck) 原產於南美洲亞馬遜河流域，約於 70 年代被引進臺灣，大量飼養做為食材之用，後因市場接受度低，經棄養或由溝渠釋出，目前遍佈池塘、湖泊、稻田等水域。福壽螺屬雜食性軟體動物，且繁殖力極強，擴散速度快，常造成秧苗被食斷、分蘖數減少、生育緩慢，以及水稻減產約 10-40% 等問題，已成為多種水生經濟作物的重要有害生物 (翁等，2006)。

目前防治福壽螺的方法以化學防治為主，過去三苯醋錫殺螺劑對福壽螺有良好毒殺效果，但對水生生物毒性亦強，易造成農作生態系的嚴重衝擊，此外，農民施用三苯醋錫時對皮膚及視力均易傷害，此藥劑已於 1999 年公告禁用。現有 70% 耐克螺 (Niclosamide) 可濕性粉劑、80% 聚乙醛 (Metaldehyde) 可濕性粉劑及 6% 聚乙醛餌劑 3 種殺螺劑，分別有魚毒強、低溫藥效不佳及價格昂貴等問題，此外化學性藥劑對非目標生物的毒性、抗藥性及對環境安全性的影響漸受關注。

近年政府積極提倡農藥減量及非農藥防治的重要性。目前生物性農藥的研發以微生物製劑為主，如蘇力菌防治鱗翅目害蟲最具成效。一般而言，植物性藥劑具有便宜、易操作、適於區域性防治及易分解代謝等特質，因此由植物成份中尋找抑菌、抗蟲及除草等抗生物質，或是具保護功能胜肽之研發亦日漸重要，全球已篩選至少 7,000 種以上具特異性抗生的植物 (駱等，2005; Camara et al., 2008; Clark et al., 1997; Hammami and Ayadi, 2008; Marston and Hostettmann, 1985; Silva et al., 2007)。有關植物性殺螺劑之研究顯示：金腰箭 (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaert) (章等，2001)、夾竹桃 (*Nerium indicum* Mill) (董等，2009) 及吉祥草 (*Reineckea carnea* Kunth) (馮等，2006) 的代謝產物對福壽螺有初步控制的效果，欲開發為具應用價值的殺螺劑，仍需進一步探討代謝物之結構、劑型及機制等論證。因此如

何運用適種植物二次代謝物的活性物質，且對非目標生物毒性低的植物性農藥，將是福壽螺生物防治的重要研究課題。

本研究篩選 633 種草本植物，區別福壽螺喜食或忌食的植物，進而分別以水萃液測試對福壽螺具誘引或毒殺潛力的植物，做為後續開發為對福壽螺有效防治的生物性資材。

## 材料與方法

### 一、福壽螺及草本植物之採集及培育

於水田、茭白筍田及溝渠旁收集福壽螺，置於含田土約 10 公分深的塑膠桶內，適度澆水保持潮溼，於測試前 1 日選重量約為 1.2-1.5 g 的福壽螺移至水箱中，次日再選用具移行性或吸附於壁邊的健康福壽螺進行試驗。禾本科、菊科、蓼科及荳科等 633 種植物，以 15 吋盆栽種於溫網室，定期澆水及施肥，維持植株正常生長。

### 二、福壽螺對 633 種草本植物取食習性之測定

取 101 種科別的 633 種植物 (表 1)，各稱取 1-2 葉位的幼葉約 0.5 g 地上部，放置於直徑約 7 公分的培養盒，加入 50 mL 去離子水，再各選取 3 隻重量約 1.2-1.5 g 的幼螺，置於培養盒，加蓋後置於 28°C 生長箱進行取食習性測試。於餵食 4 及 24 小時後觀察及記錄植物葉片取食率 (%)，利用目測法將取食率區分為 0、<5、5-20、21-40、41-80、81-100 及 100% (4 小時內) (表 2)，推測福壽螺對植物的取食之好惡習性，再依據福壽螺頭部與腹足的活動力及對外力的反應記錄死亡螺數。

### 三、忌食植物水萃液對福壽螺之致死反應測定

經由取食習性調查結果，篩選出福壽螺忌食植物種類，取 1 g 植材葉片添加 1,000 mL 去離子水打碎，再稀釋為 0.025、0.05 及 0.1 mg mL<sup>-1</sup> 之 3 種劑量，進行致死反應初步測定，每處理螺數為 6 隻；再以低劑量仍具 100% 死亡率者進行降低濃度的進階測定。處理後調查螺的移行性，48 小時後更換為去離子水，並以甘藍葉片餵食，觀察螺之取食及移行性，共重覆 3 次試驗，記錄平均死亡螺數。

### 四、喜食植物水萃液對福壽螺之誘引反應測定

篩選出福壽螺喜食植物種類，取 1 g 植材葉片添加 1,000 mL 去離子水打碎，混合適量瓊脂使成固態，置於補魚籃中，再放置 20 隻福壽螺於對角線處，分別於處理後 1、2、3 及 4 小時，共重覆 3 次試驗，記錄進入補魚籃內福壽螺的平均數量。

表 1. 本研究使用之主要植物科別及數量

| Family           | No. of species | Family           | No. of species | Family          | No. of species |
|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Compositae       | 73             | Urticaceae       | 7              | Alismataceae    | 2              |
| Leguminosae      | 54             | Lythraceae       | 6              | Asclepiadaceae  | 2              |
| Gramineae        | 43             | Caryophyllaceae  | 6              | Basellaceae     | 2              |
| Labiatae         | 29             | Cucurbitaceae    | 6              | Buxaceae        | 2              |
| Euphorbiaceae    | 25             | Chenopodiaceae   | 6              | Celastraceae    | 2              |
| Polygonaceae     | 24             | Ranunculaceae    | 5              | Dioscoreaceae   | 2              |
| Cyperaceae       | 22             | Tiliaceae        | 5              | Aizoaceae       | 2              |
| Solanaceae       | 21             | Onagraceae       | 5              | Guttiferae      | 2              |
| Acanthaceae      | 18             | Boraginaceae     | 5              | Lauraceae       | 2              |
| Scrophulariaceae | 13             | Oleaceae         | 3              | Loganiaceae     | 2              |
| Rubiaceae        | 13             | Apocynaceae      | 3              | Nyctaginaceae   | 2              |
| Convolvulaceae   | 13             | Menispermaceae   | 3              | Ophioglossaceae | 2              |
| Verbenaceae      | 12             | Aquifoliaceae    | 3              | Oxalidaceae     | 2              |
| Umbelliferae     | 12             | Aristolochiaceae | 3              | Palmae          | 2              |
| Amaranthaceae    | 11             | Campanulaceae    | 3              | Plantaginaceae  | 2              |
| Malvaceae        | 11             | Portulacaceae    | 3              | Plumbaginaceae  | 2              |
| Crassulaceae     | 10             | Saxifragaceae    | 3              | Oxalidaceae     | 2              |
| Araceae          | 9              | Violaceae        | 3              | Orchidaceae     | 2              |
| Liliaceae        | 9              | Melastomataceae  | 3              | Rhamnaceae      | 2              |
| Rosaceae         | 9              | Saururaceae      | 2              | Berberidaceae   | 1              |
| Cruciferae       | 8              | Passifloraceae   | 2              | Caprifoliaceae  | 1              |
| Moraceae         | 8              | Capparaceae      | 2              | Stemonaceae     | 1              |
| Commelinaceae    | 8              | Cactaceae        | 2              | Caprifoliaceae  | 1              |
| Rutaceae         | 7              | Araliaceae       | 2              | Pontederiaceae  | 1              |
| Vitaceae         | 7              | Amaryllidaceae   | 2              | Stemonaceae     | 1              |

表 2. 福壽螺對 633 種植物取食量之評估

| Feeding ratio (%) | No. of species |
|-------------------|----------------|
| 0                 | 114            |
| <5                | 60             |
| 5-20              | 29             |
| 21-40             | 65             |
| 41-80             | 80             |
| 81-100            | 105            |
| 100 (within 4 h)  | 23             |

## 結果與討論

### 一、福壽螺對 633 種草本植物取食習性之測定

測試之 633 種植物，主要為菊科、豆科、禾本科、唇形科、大戟科、蓼科、莎草科、茄科、爵床科及玄參科，分別有 73、54、43、29、25、24、22、21、18

及 13 種植物，共 322 種(50%) (表 1)。其次為茜草科、旋花科、馬鞭草科、繖形科、莧科、錦葵科及景天科，分別有 10-13 種植物，其餘 129 種植物分屬 84 科別。經稱取約 0.5 g 葉片，餵食 3 隻約 1.2-1.5 g 的幼螺，置於培養盒，加蓋後進行取食率測試。於餵食後 4 及 24 小時觀察及記錄植物葉片減少百分率(%)，結果福壽螺完全不取食者(0%)有 114 種植物 (表 2)，僅少量取食者(<5%) 有 60 種植物，而福壽螺喜食(81-100%) 的植物有 105 種，於 4 小時內快速取食完畢者有 23 種植物。其餘屬於中間型者有 174 種。

將福壽螺完全不取食及僅少量取食者歸納為忌食植物，主要包括禾本科、莎草科、豆科、大戟科、蓼科、茄科及薔薇科等，分別有 25、20、14、11、10、7 及 7 種植物 (表 3)，其中可能有因為細胞壁的纖維質、木質素含量高或富含矽細胞而不取食，或可能有忌避的揮發性物質，亦或有對福壽螺具毒性之二次代謝物質，因此進一步針對此等植物進行水萃液對福壽螺之致死反應測定。

表 3. 福壽螺忌食之主要植物科別及數量

| Family*          | No. of species    |    |      |
|------------------|-------------------|----|------|
|                  | Feeding ratio (%) |    |      |
|                  | 0                 | <5 | Sum. |
| Gramineae        | 22                | 3  | 25   |
| Cyperaceae       | 17                | 3  | 20   |
| Leguminosae      | 10                | 4  | 14   |
| Euphorbiaceae    | 8                 | 3  | 11   |
| Polygonaceae     | 10                | 0  | 10   |
| Solanaceae       | 4                 | 3  | 7    |
| Rosaceae         | 4                 | 3  | 7    |
| Compositae       | 12                | 6  | 6    |
| Lythraceae       | 2                 | 3  | 5    |
| Labiatae         | 4                 | 0  | 4    |
| Umbelliferae     | 3                 | 1  | 4    |
| Scrophulariaceae | 0                 | 4  | 4    |
| Rutaceae         | 2                 | 2  | 4    |
| Malvaceae        | 1                 | 3  | 4    |
| Melastomataceae  | 1                 | 0  | 3    |
| Rubiaceae        | 1                 | 2  | 3    |
| Convolvulaceae   | 2                 | 0  | 3    |
| Verbenaceae      | 1                 | 2  | 3    |
| Onagraceae       | 3                 | 0  | 3    |
| Liliaceae        | 1                 | 1  | 2    |
| Oleaceae         | 2                 | 0  | 2    |
| Aquifoliaceae    | 2                 | 0  | 2    |
| Passifloraceae   | 2                 | 0  | 2    |
| Sterculiaceae    | 0                 | 2  | 2    |

\*以忌食強弱排序

另將福壽螺高取食量及快速取食的植物歸納為喜食植物，主要包括菊科、景天科、鴨跖草科、茄科、唇形科、百合科及爵床科等，分別有 5-21 種植物 (表 4)。其中可能有因為組織鬆軟的適口特性，或有喜食的揮發性物質，因此進一步針對此等植物進行水萃液對福壽螺之誘引反應測定。

表 4. 福壽螺喜食之主要植物科別及數量

| Family*          | No. of species    |       |      |
|------------------|-------------------|-------|------|
|                  | Feeding ratio (%) |       |      |
|                  | 81-100            | 100** | Sum. |
| Compositae       | 21                | 0     | 21   |
| Crassulaceae     | 7                 | 0     | 7    |
| Commelinaceae    | 3                 | 4     | 7    |
| Solanaceae       | 5                 | 0     | 5    |
| Labiatae         | 5                 | 0     | 5    |
| Liliaceae        | 4                 | 1     | 5    |
| Acanthaceae      | 5                 | 0     | 5    |
| Araceae          | 1                 | 4     | 5    |
| Umbelliferae     | 4                 | 0     | 4    |
| Melastomataceae  | 1                 | 0     | 4    |
| Cruciferae       | 4                 | 0     | 4    |
| Amaranthaceae    | 4                 | 0     | 4    |
| Chenopodiaceae   | 4                 | 0     | 4    |
| Leguminosae      | 3                 | 0     | 3    |
| Euphorbiaceae    | 3                 | 0     | 3    |
| Rubiaceae        | 3                 | 0     | 3    |
| Caryophyllaceae  | 3                 | 0     | 3    |
| Moraceae         | 3                 | 0     | 3    |
| Portulacaceae    | 3                 | 0     | 3    |
| Polygonaceae     | 2                 | 0     | 2    |
| Scrophulariaceae | 2                 | 0     | 2    |
| Convolvulaceae   | 2                 | 0     | 2    |
| Cucurbitaceae    | 1                 | 1     | 2    |
| Plantaginaceae   | 2                 | 0     | 2    |
| Aizoaceae        | 2                 | 0     | 2    |
| Basellaceae      | 2                 | 0     | 2    |

\*以喜食強弱排序

\*\* within 4 h

## 二、忌食植物水溶萃取液對福壽螺之致死反應測定

經由取食習性調查結果，篩選出福壽螺忌食植物種類，取 1 g 植材葉片添加 1000 mL 去離子水打碎，再稀釋為 3 種劑量，進行致死反應測定，由福壽螺之懸浮、吐白泡、螺肉外露及水混濁具腐臭味判別螺之死亡。結果光果龍葵、野苋菜、臺灣何首烏及天門冬等植物於  $0.025 \text{ mg mL}^{-1}$  之水萃液，即可造成福壽螺全部死亡 (表 5)，而小葉冷水麻、珠子草及飛揚草於  $0.10 \text{ g mL}^{-1}$  高濃度之水萃液，對福壽螺的致死率低於 10%。後續將進一步配合活性分析，進行高致死植物之純化分離與有效成分鑑定。

表 5. 忌食性植物水萃液對福壽螺之致死率

| Plant species*   | Family         | Lethality (%)                            |           |           |
|--|----------------|--|-----------|-----------|
|  |                | Aqueous extracts ( $\text{mg mL}^{-1}$ ) |           |           |
|  |                | 0.025                                    | 0.05      | 0.10      |
| <i>Solanum americanum</i> 光果龍葵                               | Solanaceae     | 100.0±0.0                                | 100.0±0.0 | 100.0±0.0 |
| <i>Amaranthus viridis</i> 野苋                                 | Amaranthaceae  | 100.0±0.0                                | 100.0±0.0 | 100.0±0.0 |
| <i>Polygonum multiflorum</i> var. <i>hypoleucum</i><br>台灣何首烏 | Polygonaceae   | 100.0±0.0                                | 100.0±0.0 | 100.0±0.0 |
| <i>Asparagus cochinchinensis</i> 天門冬                         | Liliaceae      | 100.0±0.0                                | 100.0±0.0 | 100.0±0.0 |
| <i>Hedyotis corymbosa</i> 繖花龍吐珠                              | Rubiaceae      | 41.2±5.2                                 | 81.5±8.8  | 100.0±0.0 |
| <i>Rubia lanceolata</i> 金劍草                                  | Rubiaceae      | 82.2±4.1                                 | 80.4±5.2  | 91.6±9.3  |
| <i>Polygonum glabrum</i> 紅辣蓼                                 | Polygonaceae   | 12.4±2.2                                 | 20.6±2.8  | 90.0±9.8  |
| <i>Lycianthes biflora</i> 雙花龍葵                               | Solanaceae     | 71.6±6.8                                 | 83.6±9.2  | 81.2±11.3 |
| <i>Patrinia formosana</i> 台灣敗醬                               | Valerianaceae  | 30.4±5.5                                 | 41.8±6.1  | 82.8±12.0 |
| <i>Ammannia multiflora</i> 多花水苋菜                             | Lythraceae     | 11.8±1.2                                 | 33.4±3.6  | 50.4±5.6  |
| <i>Lantana camara</i> 馬櫻丹                                    | Verbenaceae    | 12.3±4.6                                 | 28.1±5.4  | 72.6±8.7  |
| <i>Passiflora suberosa</i> 三角葉西番蓮                            | Passifloraceae | 0.0±0.0                                  | 19.8±3.2  | 40.6±4.3  |
| <i>Macroptilium lathyroides</i> 寬翼豆                          | Leguminosae    | 0.0±0.0                                  | 11.2±1.1  | 52.3±7.3  |
| <i>Lepidium virginicum</i> 獨行菜                               | Cruciferae     | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 31.4±2.6  |
| <i>Cardiospermum halicacabum</i> 倒地鈴                         | Sapindaceae    | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 31.6±3.2  |
| <i>Acalypha angatensis</i> 台灣鐵苋                              | Euphorbiaceae  | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 18.4±3.8  |
| <i>Chamaesyce maculate</i> 斑地錦                               | Euphorbiaceae  | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 22.2±4.6  |
| <i>Pilea microphylla</i> 小葉冷水麻                               | Urticaceae     | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 10.3±2.3  |
| <i>Hedyotis diffusa</i> 珠子草                                  | Rubiaceae      | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 11.7±3.2  |
| <i>Chamaesyce hirta</i> 飛揚草                                  | Euphorbiaceae  | 0.0±0.0                                  | 0.0±0.0   | 0.0±0.0   |

\*以致死率排序

一般而言，植物性藥劑具有便宜、易操作、適於區域性防治及易分解代謝等特性，因此自 1930 年代起即有相關研究，中國、南非、印度及巴西等國已針對 2,000 種以上植物進行篩選，其中以茜草科、蓼科、山羊百科、五加科、忍冬科、山茶萹科及菊科等植物對螺有較強的毒殺效果 (駱等, 2005; Abdel and Hassan, 2008; Camara et al., 2008; Clark et al., 1997; Hammami and Ayadi, 2008; Marston and Hostettmann, 1985; Silva et al., 2007)，如油菜、山茶、赤胺、煙梗、黃薑、癩瘋樹等，其中殺螺有效成分多為 triterpenoid、saponins、spirostanol、steroid glycoalkaloids 等類別。另由 16 種植物以乙醇萃取液測試對福壽螺之毒殺效果，以 4 mg mL<sup>-1</sup> 的博落回 (*Macleaya cordata*) (罌粟科植物) 具有 83.2% 毒殺率 (關等, 2011)。100 mg L<sup>-1</sup> 的夾竹桃乙醇萃取液對福壽螺有 100% 致死率 (董等, 2009)。而金腰箭以 50 µg mL<sup>-1</sup> 甲醇萃取即具有對福壽螺幼螺 100% 致死率 (章等, 2001)。

WHO(1983)訂定植物殺螺劑之標準為粗抽取液的 LD90≤100 mg L<sup>-1</sup> (ppm)、水溶液及溶劑萃取液的 LD90≤20 mg L<sup>-1</sup> (ppm)。由於殺螺植物的藥效緩慢、資源分佈地域性、有效成分低、萃取費用高、選擇毒性差異大等多種因素，因此目前中國僅百合科吉祥草屬的吉祥草的環己六醇 (cyclohexane-1,2,3,4,5,6-hexao) 以 5 mg L<sup>-1</sup> 於 72 小時具 100% 死亡率之效果 (馮等, 2006)，為符合 WHO 要求的殺螺植物；南非則有 26 種植物符合 WHO 要求 (Marston and Hostettmann, 1985)。高雄醫學大學曾針對無患子 (*Sapindus mukorossi*) 葉片的 hederagenin-based acetylated saponin 成分，進行福壽螺活性測定，結果顯示僅 10 ppm 即可對福壽螺具有 70-100% 致死率。

### 三、喜食性植物水溶液對福壽螺之誘引測定

本試驗經由取食習性調查結果，篩選出福壽螺喜食植物種類，取 1 g 植材葉片添加 1,000 mL 去離子水打碎，混合瓊脂使成固態，置於補魚籃中，再放置 20 隻福壽螺於對角線處，經 1-4 小時觀察進入補魚籃內的福壽螺。初步篩選出具誘引效果佳者包括雷公根、乞食碗、臺灣蒲公英、刀傷草、空心蓮子草及假千日紅等繖形花科、菊科及莧科等植物 (表 6)，誘引之螺數介於 50-75% 之間。

理想的植物性殺螺劑除了需具有低劑量的毒殺效果以外，另有多種商品化實際運用的考量因子，包括對非目標生物的低毒性、單株植材的生物量 (biomass)、不同生長季節的有效成分含量之變化、有效成分之理化安定性、加工過程中代謝物的毒性、生態環境中的半衰期等 (吳等, 2007)，因此有關植物性殺螺劑的開發仍持續在進展中。



表 6. 喜食性植物水萃液對福壽螺之誘引效果

| Plant species*                            | Family        | No. of apple snail |          |          |          |
|---|---------------|--------------------|----------|----------|----------|
|   |               | Timing (HAT**)     |          |          |          |
|   |               | 1                  | 2        | 3        | 4        |
| <i>Centella asiatica</i> 雷公根              | Umbelliferae  | 2.3±0.3            | 7.6±0.4  | 11.0±0.8 | 15.6±4.3 |
| <i>Hydrocotyle nepalensis</i> 乞食碗         | Umbelliferae  | 7.6±0.4            | 12.3±1.6 | 14.3±2.9 | 14.3±2.9 |
| <i>Taraxacum formosanum</i> 台灣蒲公英         | Compositae    | 3.3±0.7            | 6.3±0.6  | 12.3±1.6 | 12.3±1.6 |
| <i>Ixeridium laevigatum</i> 刀傷草           | Compositae    | 4.6±0.5            | 4.6±0.3  | 6.3±0.6  | 11.0±0.8 |
| <i>Gomphrena celosioides</i> 假千日紅         | Amaranthaceae | 2.6±0.2            | 3.3±0.6  | 5.2±1.4  | 11.0±1.6 |
| <i>Alternanthera philoxeroides</i> 空心蓮子草  | Amaranthaceae | 1.3±0.2            | 4.6±0.5  | 10.3±2.3 | 10.3±1.6 |
| <i>Ixeris chinensis</i> 兔仔菜               | Compositae    | 0.6±0.1            | 3.3±0.6  | 6.3±0.6  | 10.3±1.6 |
| <i>Taraxacum officinale</i> 西洋蒲公英         | Compositae    | 0.6±0.1            | 6.6±0.6  | 6.6±0.6  | 10.3±1.6 |
| <i>Commelina benghalensis</i> 圓葉鴨跖草       | Commelinaceae | 0.0±0.0            | 4.6±0.5  | 9.4±1.3  | 9.4±1.3  |
| <i>Alternanthera paronychioides</i> 匙葉蓮子草 | Amaranthaceae | 1.3±0.2            | 3.6±0.5  | 7.6±0.4  | 7.6±0.4  |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> 寬葉迷迭香       | Labiatae      | 0.0±0.0            | 3.6±0.5  | 6.3±0.6  | 6.3±0.6  |
| <i>Pterocypsela indica</i> 鵝仔菜            | Compositae    | 0.0±0.0            | 2.6±0.3  | 4.6±0.5  | 5.2±1.4  |
| <i>Eryngium foetidum</i> 美國刺芫荽            | Umbelliferae  | 0.0±0.0            | 3.3±0.6  | 3.3±0.6  | 4.6±0.5  |
| <i>Alternanthera bettzickiana</i> 毛蓮子草    | Amaranthaceae | 0.0±0.0            | 2.3±0.3  | 2.3±0.3  | 3.3±0.7  |
| <i>Perilla frutescens</i> 紫蘇              | Cruciferae    | 0.0±0.0            | 2.3±0.3  | 2.3±0.3  | 3.3±0.7  |

\*以致死率排序

\*\* HAT: hour after treatment

本研究證實對福壽螺具有喜食性的植物有 128 種、忌食性植物有 174 種，中間型植物有 174 種，初步篩選出具誘引效果佳者包括蕁科、繖形花科、菊科、鴨跖草科、及爵床科等 10 種植物。另篩選出蕁科、茄科、冬青科、大戟科及芸香科等 10 種植物，約於  $0.025 \text{ mg mL}^{-1}$  即可致死之候選植物，將進一步配合活性分析，進行純化分離其中有效成分。

## 引用文獻

- 吳亮、陳盛霞、楊小明。2007。植物殺螺劑及其殺螺機理的研究進展。江蘇大學學報。17：87-90。
- 馮玉文。李文新。劉實。鄧靈福。阿不來提。祁超。2006。吉祥草中殺滅釘螺化

- 合物的提取分離。中國血吸蟲病防治雜誌。8：178-181。
- 翁麗青、陳亞雄。2006。茭白田福壽螺生物學特性、危害及防治現狀。浙江農業科學。1:76-77。
- 章玉蘋、黃炳球、陳霞。2001。金腰箭提取物對福壽螺的藥效試驗。廣東農業科學。1:43-45。
- 閔小紅、周兵、鄒有、蔣平、許冬梅。2011。16 種植物提取物對福壽螺殺螺效果的研究。廣東農業科學。4：81-84。
- 董道青、陳建明、俞曉平。2009。夾竹桃葉提取物對福壽螺的殺螺活性。農藥學學報。11:109-113。
- 駱悅、曾鑫年、居建華。2005。40 種植物甲醇提取物的殺螺活性研究。植物保護。31:31-34。
- Camara CA, Silva TM, da-Silva TG, Martins RM, Barbosa TP, Pinto AC, and MD Vargas (2008) Molluscicidal activity of 2-hydroxy-[1,4] naphthoquinone and derivatives. An Acad. Bras. Cienc. 80(2): 329-34.
- Clark TE, Appleton CC. and SE Drewes (1997) A semi-quantitative approach to the selection of appropriate candidate plant molluscicides-a South African application. J Ethnopharmacol. 56: 1-13.
- Marston A, and K Hostettmann (1985) Plant molluscicides. Phytochemistry 24(4): 639- 652.
- Silva TM, Da Silva TG, Martins RM, Maia GL, Cabral AG, Camara CA, Agra MF, and JM Barbosa-Filho (2007) Molluscicidal activities of six species of Bignoniaceae from north-eastern Brazil, as measured against *Biomphalaria glabrata* under laboratory conditions . Ann. Trop. Med. Parasitol. 101(4): 359-65.
- WHO (1983) Report of the Scientific Working Group on Plant Molluscicides. UNDP/World Bank/WHO specific programme for research and training. WHO Document, TDR/SCH-SWG (4)/83.3.