

# 美和技術學院

## 九十九年度教師產學合作計畫 結案報告

計畫名稱：鴨腱藤植物皂素之萃取及其生物活性試驗

計畫編號： [由研發處填寫]

計畫期間： 99.01.01-99.12.31

計畫主持人：廖信昌

共同主持人：趙建富

研究助理：

經費總額： 100,000 元

經費來源：達爾文國際生物科技股份有限公司

## 鴨腱藤植物皂素之萃取及其生物活性研究

### 一、摘要

生物界面活性劑之產業應用開發，包括植物皂素之萃取、生物活性如對福壽螺毒性效應及病理機制研究，及生物界面活性劑在化妝品乳化劑型之應用，及其用在美容方面之增稠與保濕效果之應用。植物皂素為天然界面活性劑，存在自然界之植物皂素較常見及含量較多之植物種類如無患子皂素、苦茶皂素及苦茶粉之乳化效果比較及這些植物皂素之生物活性試驗，無患子萃取液的濃度在 25 mg/ml，對 *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* 的抑菌活性較高，達 100%。*P. glumae* 為引起水稻細菌性穀枯病的病原菌，*X. campestris* pv. *mangiferaeindicae* 則為檬果黑斑病的病原菌。無患子水萃取液和樟芝醱酵液比例為 1：2 與 1：4 之混合物，以比例為 1：4 的混合物抑菌效果明顯優於比例為 1：2 的混合物。鴨腱藤(*Entada phaseolides*( L. ))之萃取液分別進行對福壽螺之毒效測試。結果發現鴨腱藤:水為 1:7 之萃取液，稀釋 1600 倍對福壽螺之毒效，記錄 1-2 天之死亡率，分別為 70 %及 90 %，顯示鴨腱藤之水萃取液含有某種皂素可對福壽螺造成致死效果。

**關鍵詞：**植物皂素、界面活性劑、鴨腱藤、福壽螺

## **Abstract:**

There are many natural surfactant saponins exist in plant. Some plant species contain more saponin, such as *Sapindus mukorossi* saponin, bitter tea saponin and tea saponin powder. To compare the emulsification effect for neem oil between with *Sapindus mukorossi* saponin, bitter tea saponin and tea saponin powder. The results found the hard tea powder in water of the upper layer had best of emulsified effect and more stable than the other two. The biological activity of these plant tests saponin were found *Sapindus* extract concentration of 25 mg / ml, of *X. campestris* pv. *Mangiferaeindicae* have higher antibacterial activity, up to 100%. *P. glumae* causing rice to bacterial blight pathogen of grain, *X. campestris* pv. *Mangiferaeindicae* was mango black spot pathogen. Aqueous extract of *Sapindus* and *Antrodia* broth were ratio of 1:2 and 1:4 mixture, the mixture ratio of 1:4 ratio of inhibition was superior to a mixture of 1:2. The toxicity of the *Entada phaseolides* (L.) extracts against the apple snail. Our results showed that *Entada phaseolides* (L.) extracted diluted 1600-fold for the apple snail were, 70% and 90% mortality separately, at after 1st day and 2nd day. These results indicated the *Entada phaseolides* extracted containing saponin can cause a lethal effect to apple snails.

**Keywords:** plant saponin, toxicity, *Entada* species, pest , disease, the apple snail

## 二、前言

自然界中一半的植物體中都含有皂素，至於動物到目前為止，只知海星體內有皂素。生物合成皂素主要是作為一種抵禦外侮及自我修復的工具，諸如病毒、細菌、黴菌、昆蟲、軟體動物的危害。皂素在化學結構上，被認為是荷爾蒙的前身物質，有可能扮演神經傳導，甚至各種生理調節的功能。植物皂素含量越高，苦味就越強，植物藥材的療效有很大部份是透過皂素來達成的，可見古諺「良藥苦口」是有所依據的。從生活用品、農業用品、醫療用品、食材用品、建築用品皆有皂素廣泛存在於各種植物中，無患果的果肉因含有豐富的天然植物皂素，故可以直接當作肥皂使用，它也是一種極重要的藥用植物，可做為天然的植物性界面活性劑、乳化劑、濡濕劑兼發泡劑。無患子果皮萃取出皂苷（saponin）能形成水溶液或膠固體水溶液於空氣混和後並能形成泡沫狀皂性的多環糖植物糖苷。是由皂苷元和糖、糖醛酸或其他有機酸組成的。根據已知皂苷元的分子結構，可以將皂苷分為兩大類，一類為甾體皂苷，另一類為三萜皂苷。皂苷多為白色或乳白色無定形粉末，少數為晶體，味苦而辛辣，對黏膜有刺激性。皂苷一般可溶于水、甲醇和稀乙醇，易溶於熱水、熱甲醇及熱乙醇，不溶於乙醚、氯仿及苯。皂苷是很強的表面活性劑，即使高度稀釋也能形成皂液。皂苷對心臟有刺激作用；又是很強的溶血劑。一類較複雜的苷類化合物，與水混合振搖時可生成持久性的似肥皂泡沫狀物。

在植物界分佈很廣，許多中藥例如人參、川七、知母、遠志、甘草、桔梗、柴胡等都含有皂苷；中國從前用皂莢洗衣服，就是由於其中含有皂



苷類化合物。皂苷由皂苷配基與糖、糖醛酸或其他有機酸組成。組成皂苷的糖常見的有 D-葡萄糖、L-鼠李糖、D-半乳糖、L-阿拉伯糖、L-木糖。常見的糖醛酸有葡萄糖醛酸、半乳糖醛酸，這些糖或糖醛酸往往先結合成低聚糖糖鏈，然後與皂苷配基分子中 C3—OH 相縮合，或由兩個糖鏈分別與皂苷配基分子中兩個不同位置上的 OH 相縮合，皂苷配基分子中的—COOH 也可能與糖連接，形成酯苷鍵。

皂苷按皂苷配基的結構分為兩類：甾族皂苷。其皂苷配基是螺甾烷的衍生物，多由 27 個碳原子所組成（如薯蕷皂苷）。這類皂苷多存在于百合科和薯蕷科植物中。三萜皂苷。其皂苷配基是三萜（見萜）的衍生物，大多由 30 個碳原子組成。三萜皂苷分為四環三萜和五環三萜。這類皂苷多存在於五加科和傘形科等植物中。多數皂苷能降低液體（水）的表面張力，具有起泡沫性質和乳化劑作用，能用作清潔劑，還有溶血和毒魚的作用。有許多含皂苷類成分的中藥如遠志、桔梗等有祛痰止咳的功效；有些皂苷還具有抗菌的活性或解熱、鎮靜、抗癌等有價值的生物活性。個別皂苷有特殊的生理活性，如人參皂苷能增進 DNA 和蛋白質的生物合成，提高機體的免疫能力。甘草酸具有促進腎上腺皮質激素的作用，並有止咳和治療胃潰瘍病的功效。

近年來有機蔬果之生產，符合大眾生活需要，已成為新興產業。據報告美國有機產品市場每年以 15% 左右成長，每年有 150 億美元之產值，可見有機產

品市場之潛力。有機蔬果就是運用有機農法生產所得到的健康蔬果，在田間生產過程中，不得使用任何化學肥料、農藥、殺草劑及生長調節劑等化學資材。因此唯有確實掌握有機業者之實地耕作情形，研發有效之非農藥防治資材，嚴格之檢驗及認證制度等植物健康管理的理念，方可有效杜絕農藥殘留以保障消費大眾之健康。

植物皂素為天然界面活性劑，本研究計畫擬萃取鴨腱藤皂素及比較無患子及苦茶皂素及加入其它天然成份物質以開發為天然素材之農藥，進行各種主要病蟲害之防治篩選試驗，以開發出具強效之作物病蟲害防治劑。鴨腱藤曾廣分佈於台灣低海拔之山區，現因生態之破壞已甚少發現其踪跡。鴨腱藤為一種世界最大型豆科之藤類，含有大量之皂素(Kurt 1999)指出鴨腱藤屬，全世界有30種，台灣有3種，分別為厚殼鴨腱藤, 恆春鴨腱藤及鴨腱藤, 為了保育本土特殊性之物種及瞭解其用途，有必要對1. 本土之鴨腱藤進行其生態學及分佈區域等研究, 2. 為了瞭解植物皂素如無患子、鴨腱藤等植物之用途, 將進行植物皂素無患子及鴨腱藤之純化萃取物之生物活性分析 3. 將進一步探討無患子及鴨腱藤萃取物對幾種常見病蟲害或福壽螺之防治效果。

### 三、實驗方法與步驟

#### 1. 植物皂素之快速量產:

利用破碎機將無患子與水之比例為 1:3;鴨腱藤(老荊藤)與水之比例為 1:7，煮沸 30min 或浸漬於 80°C，過夜，以果汁機打碎，然後過濾是為植物皂素萃取液。以此植物皂素萃取液做為植物保護劑配方之原料液。

#### 2. 抑菌試驗

##### (1)細菌:

試驗細菌： *Pseudomonas glumae*、*Xanthomonas campestris* pv. *Agrobacterium tumefaciens*。

試驗方法：抑菌試驗以環片擴散培養法進行 (Kim et al., 1995)。取 100  $\mu$ L 試驗菌株均勻分散在 NA 培養基上，無菌濾紙片 (Whatman No1，直徑 8mm) 平貼於含試驗菌株之培養基上，無患子萃取液經 0.45  $\mu$ m 無菌過濾膜過濾後，依序調整成濃度為 50、100、200、400 mg/mL，每種濃度各取 10  $\mu$ L 無菌萃取液加至濾紙片上，靜置 20min 後，將培養皿倒置，於 37°C 培養 20 hr 後，測其透明環 (zone) 之直徑 (mm)，以表示抗菌活性大小。每種試驗均為三重複。

##### (2)真菌:

*Aspergillus fumigatus* (薰煙色麴菌)、*Stachybotrys chartarum* (黑霉菌)、*Trichoderma reesei* (木霉菌)、*Botrytis cinerea* (灰霉菌) *Erysiphe cichoracearum* (白粉病)

試驗方法：本試驗採用 Wang 等人 (2005) 的方法。無患子萃取液經 0.45  $\mu$ m 無菌過濾膜過濾後，取適當量加入已殺菌，並降溫至 45°C 以下的 PDA 培養基中 (無患子萃取物濃度為 100 ppm)，攪拌均勻後到入塑膠培養皿，待冷卻後即可接入試驗菌株。分別在含 (試驗組) 及未含 (控制組) 無患子萃取物的培養基接菌，接菌後的培養基均於 25°C 培養，待控制組菌絲長滿培養皿即可計算抗真菌活性。每種試驗均為三重複。抗真菌活性以 Antifungal index (AI) 值表示，

計算方式如下：

$$\text{Antifungal index (AI)} = (1 - Da/Db) \times 100$$

Da：試驗組菌落的直徑

Db：控制組菌落的直徑

### (3) 鴨腱藤皂素對室內福壽螺之生物檢定試驗

自美濃-民俗村對面巷道上山採集，採回莖部以斧頭打擊為扁狀，去除皮部，陽光曝曬，取鴨腱藤莖幹部份 40 克+240 毫升浸漬 4 小時，煮沸 30 分，冷卻後以果汁機打碎，於 12000gX60min，取上層液是為鴨腱藤皂素萃取液，取鴨腱藤皂素萃取液分別稀釋 200、400、800、1600 及 3200 倍，進行室內對福壽螺之毒性試驗，總水量為 250ml，每處理接入福壽螺 10 隻，每處理 3 重複，於 1, 2, 3 天後觀察並記錄死亡螺數。

### (4) 無患子皂素萃取液對室內福壽螺之生物檢定試驗

取無患子果實 40 克+180 毫升，煮沸 30 分，冷卻後以果汁機打碎，過濾之是為無患子皂素萃取液，取無患子皂素萃取液分別稀釋 200、400、800、1600 及 3200 倍，進行室內對福壽螺之毒性試驗，總水量為 250ml，每處理接入福壽螺 10 隻，每處理 3 重複，於 1, 2, 3 天後觀察並記錄死亡螺數。

## 四、結果

### 1. 室內抑制細菌篩選試驗結果

本次試驗所使用的三株植物病原細菌分別為 *Pseudomonas glumae*、*P. syringae* pv. *mori* 和 *X. campestris* pv. *mangiferaeindicae*，以不同比例之無患子水萃取液和樟芝醱酵液之混合物進行抑制細菌活性探討(表 1)。結果顯示對 *X.*

*campestris* pv. *mangiferaeindicae*，不同比例之混合物的抑菌活性均較單獨使用無患子水萃取液或樟芝醱酵液高，此顯示無患子水萃取液和樟芝醱酵液的混合對此菌的抑制活性有加乘的作用；對 *Pseudomonas glumae* 和 *P. syringae* pv. *mori*，不同比例之混合物的抑菌活性較單獨使用樟芝醱酵液雖無明顯的加乘作用，但與單獨使用無患子水萃取液則有顯著的加乘作用。所有不同比例之混合物中，以無患子水萃取液和樟芝醱酵液為 1：2 與 1：4 的比例對此三株菌的抑菌活性最高，因此本研究將以此兩比例進行後續的試驗。

表 1 無患子水萃取液和樟芝醱酵液比例為 1：2 與 1：4 之混合物的最小抑菌濃度

1：2 比例之混合物稀釋倍數	抑菌情形					
	1/2	1/4	1/10	1/20	1/40	1/80
<i>X. campestris</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i> (野 菜黃單胞桿菌)	+	+	+	+	-	-
<i>Pseudomonas glumae</i> (假單胞菌)	+	+	+	+	-	-
<i>P. syringae</i> pv. <i>mori</i> (縮葉病菌)	+	+	+	+	-	-
1：4 比例之混合物稀釋倍數	1/2	1/4	1/10	1/20	1/40	1/80
<i>X. campestris</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i> (野 菜黃單胞桿菌)	+	+	+	+	+	-
<i>Pseudomonas glumae</i> (假單胞菌)	+	+	+	+	+	-
<i>P. syringae</i> pv. <i>mori</i> (縮葉病菌)	+	+	+	+	+	-

## 2. 混合物的最小抑菌濃度試驗

經測試結果發現，無患子水萃取液和樟芝醱酵液比例為 1：2 之混合物，對 *Pseudomonas glumae* BCRC 13179、*Pseudomonas syringae* pv. *mori* BCRC 13186、*Xanthomonas campestris* pv. *Mangiferaeindicae* BCRC 13182 的最小抑菌濃度均為稀釋 1/20 倍，而比例為 1:4 之混合物對此三株菌的最小抑菌濃度則均為稀釋 1/40

倍(表 2)。由此結果顯示，無患子水萃取液和樟芝醱酵液比例為 1：2 與 1：4 之混合物，以比例為 1：4 的混合物抑菌效果明顯優於比例為 1：2 的混合物，因此建議後續若進行田間試驗時，可採用無患子水萃取液和樟芝醱酵液比例為 1：4 的混合物。

表 2 不同比例之無患子水萃取液和樟芝醱酵液之混合物的抑制細菌活性比較

菌株	不同比例之無患子水萃取液和樟芝醱酵液之抑菌圈(mm)								
	無患子水萃取液	1:1	2:1	4:1	8:1	1:2	1:4	1:8	樟芝醱酵液
<i>X. campestris</i> pv. <i>mangiferaeindicae</i>	16.1±0.4	15.6±0.4	15.9±0.2	15.8±0.2	16.0±0.0	16.8±0.8	16.5±0.5	16.3±1.1	12.5±1.5
<i>Pseudomonas glumae</i>	13.9±0.5	19.3±0.8	18.5±1.3	16.8±0.8	15.5±0.9	20.0±0.0	20.0±0.0	20.3±0.4	20.0±0.0
<i>P. syringae</i> pv. <i>mori</i>	15.0±0.7	16.0±0.0	15.3±0.4	14.6±0.7	15.0±0.7	16.0±0.0	16.3±0.4	16.0±0.7	16.0±0.7

3. 鴨腱藤及無患子皂素萃取液稀釋不同倍數經 3 天後對福壽螺之毒殺效果：

表 3 鴨腱藤及無患子皂素萃取液稀釋不同倍數經 3 天後對福壽螺之毒殺死亡率(%)

倍數/ 天數	鴨腱藤皂素萃取液				
	200x	400x	800x	1600x	3200x
1	50	40	30	18	13
2	58	49	38	20	15
3	70	60	50	35	26
	無患子皂素萃取液				
	200x	400x	800x	1600x	3200x
1	70	60	60	60	10
2	100	100	100	90	50
3	100	100	100	100	60

由表 3. 之實驗結果發現鴨腱藤皂素萃取液稀釋不同倍數經 3 天後對福壽螺之毒殺死亡率，在第 1 及 2 天稀釋 200 倍至 3200 倍之死亡率分別介於 13-50% 及 15-58% 間，隨著天數增加至第 3 天之死亡率分別介於 26-70% 間。而無患子皂素萃取液在第 1 天稀釋 200 倍至 3200 倍之死亡率分別介於 10-70%，隨著天數增加至第 2 及 3 天之死亡率已高出鴨腱藤皂素萃取液甚多，稀釋至 1600 倍分別仍有 90 及 100 % 之死亡率，顯示鴨腱藤及無患子皂素萃取液含有大量植物皂素對福壽螺具毒殺效果。

4. 確定植物皂素最佳之乳化效果試驗

植物油如苦楝油、添加無患子植物皂素粉末、茶皂素及苦茶粉浸漬液並加以混合攪拌而形成乳化現象，分別取茶皂素 10g，無患子植物皂素粉末及苦茶粉浸漬液之上層液，取苦楝油 30ml 加以上之植物皂素 10ml 在  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  之溫度混合攪拌，靜置直到隔天觀察，發現茶皂素及無患子植物皂素粉末可完成溶解但隔天會分層，然而苦茶粉浸漬液之上層液則乳化效果最佳且無分層現象。

##### 五、參考文獻:

- Chattopadhyay, D., Maiti, K., Kundu, A.P., Chakraborty, M.S., Bhadra, R., Mandal, S.C., Mandal, A.B., 2001. Antimicrobial activity of *Alstonia macrophylla*: a folklore of bay islands. *Journal of Ethnopharmacology*. 77, 49-55.
- Chu, Y. L., Ho, W. C., and Ko, W. H. 2006. Effect of Chinese herb extracts on spore germination of *Oidium murrayae* and nature of inhibitory substance from Chinese Rhubarb. *Plant disease* 90:858-861.
- Ho, W. C., Wu, T. Y., Su, H. J., and Ko, W. H. 2006. Effect of medicinal plant extracts on spore germination of *Alternaria brassicicola* and nature of inhibitory substances from speedweed. Manuscript.
- Kim, J., Maurice, M. R., and Wei, C. I. 1995. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J. Agric. Food Chem.* 43: 2839-2845.
- Wang, S. Y., Chen, P. F., and Chang S. T. 2005. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Biores. Technol.* 96:813-818.



## (五) 參考文獻

- 林金樹 1986. 福壽螺生態及防除 台中區農推專訊 59：51-60.
- 黃恩齡 1997 福壽螺氾濫成災 中國時報 24/8/1997
- 林金樹 1986. 福壽螺生態及防除 台中區農推專訊 59：51-60.
- 黃恩齡 1997 福壽螺氾濫成災 中國時報 24/8/1997
- Abbott, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* **1925**, 18, 265-267.
- Anon. Molluscicidal screening and evaluation. *WHO Bull.* **1965**, 38, 507-581.
- Adewunmi, C. O., and Marquis, V. O. Molluscicidal evaluation of some *Jatropha* species grown in Nigeria. *Q. J. crude Drug. Res.* 1980,18(3)141-145.
- Adewunmi, C. O., and Sofowora, E. A. Preliminary screening of some plant extracts for molluscicidal activity. *Planta Med.* 1980,39,57-65.
- Ahmed, E. H. M., Bashir, A.K., and EI-kheir, Y. M. Investigation of molluscicidal activity of certain Sudanese plant used in folk medicine 4. *Planta Med.* 1994, 50,74-77.
- Albrecht, E. A.; Carreño, N. B.; Castro-Vazquez, A. A quantitative study of copulation and spawning in the South American apple-snail, *Pomacea canaliculata* (Prosobranchia: Ampullariidae). *The Veliger* **1996**, 39, 142-147.
- Alejandra L. E. and Pablo, R. M. *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) : life-history traits and their plasticity. *Biocell.* 2002, 26(1)83-89.
- Calumpang, S. M. F.; Medina, M. J. B.; Tejada, A. W.; Medina, J. R. Environmental impact of two molluscicidal: niclosamide and metaldehyde in a rice paddy ecosystem. *Bull. Environ. Contam. and Toxicol.* **1995**, 55, 494-501.
- Chu, Y. L., Ho, W. C., and Ko, W. H. 2006. Effect of Chinese herb extracts on spore germination of *Oidium murrayae* and nature of inhibitory substance from Chinese Rhubarb. *Plant disease* 90:858-861.
- Cowie, R. H. Apple snails (Ampullariidae) as agricultural pests: Their biology, impacts and management. *Molluscs as crop pests*; CABI Publishing: Oxfordshire, UK, **2002**; pp.145-192.
- Ebenso I.E., 2003 Molluscicidal effects of neem (*Azadirachta indica*) extracts on edible tropical land snails. *Pest Manag. Sci.* 60:178182-178185.

- Finney, D. J. *Probit analysis*, 3rd ed.; Cambridge University Press: London, UK, **1971**; pp. 333.
- Halwart, M. The golden apple snail *Pomacea canaliculata* in Asian rice-farming systems: Present impact and future threat. *Int. J. Pest Manage.* **1994**, *40*, 199-206.
- Ho, W. C., Wu, T. Y., Su, H. J., and Ko, W. H. 2006. Effect of medicinal plant extracts on spore germination of *Alternaria brassicicola* and nature of inhibitory substances from speedweed. Manuscript.
- Hostettmann, K.; Kizu, H.; Tomimori, T. Molluscicidal properties of various saponins. *Planta Med.* **1982**, *44*, 34-35.
- Jayasinghe, L.; Shimada, H.; Hara, N.; Fujimoto, Y. Hederagenin glycosides from *Pometia eximia*. *Phytochemistry* **1995**, *40*, 891-897.
- Kasai, R.; Fujino, H.; Kuzuki, T.; Wong, W. H.; Goto, C.; Yata, N.; Tanaka, O.; Yasuhara, F.; Yamaguchi, S. Acyclic sesquiterpene oligoglycosides from pericarps of *Sapindus mukurossi*. *Phytochemistry* **1986**, *25*, 871-876.
- Kanchanapoom, T.; Kasai, R.; Yamasaki, K. Acetylated triterpene saponins from the Thai medicinal plant, *Sapindus emarginatus*. *Chem. Pharm. Bull.* **2001**, *49*, 1195-1197.
- Kim, J., Maurice, M. R., and Wei, C. I. 1995. Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *J. Agric. Food Chem.* *43*: 2839-2845.
- Kojima, K.; Zhu, X. B.; Ogihara, Y. Saponins from *Gliricidia sepium*. *Phytochemistry* **1998**, *48*, 885-888.
- Liu, S. Y., Sporer, F., Wink, M. et al. Anthraquinones in *Rheum palmatum* and *Rumex dentatus* (Polygonaceae) and phorbol ester in *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) with molluscicidal activity against the schistosome vector snails *Oncomelania*, *Biomphalaria* and *Bulinus*. *Trop. Med. Int. Health.* **1997**, *2*(2), 179-188.
- Lum, K. A.; Kenny, J. S. The reproductive biology of the Ampullariid snail *Pomacea canaliculata* (Müller). *J. Moll. Stud.* **1989**, *55*, 53-66.
- Maraton, A.; Hostettmann, K. Plant molluscicides. *Phytochemistry* **1985**, *24*, 639-652.
- Mochida, O. Spread of freshwater *Pomacea* snails (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia. *Micronesica* **1991**, *3*, 51-62.
- Naylor, R. Invasions in agriculture: Assessing the cost of the golden apple snail in Asia. *Ambio* **1996**, *25*, 443-448.
- Nakayama, K.; Fujino, H.; Kasai, R.; Mitoma, Y.; Yata, N.; Tanaka, O. Solubilizing properties of saponins from *Sapindus mukurossi* Gaertn. *Chem. Pharm. Bull.* **1986**, *34*, 3279-3283.
- Nakayama, K.; Fujino, H.; Kasai, R.; Tanaka, O.; Zhou, J. Saponins of pericarps of Chinese *Sapindus delavayi* (Pyi-shiau-tzu), a source of natural surfactants. *Chem. Pharm. Bull.* **1986**, *34*, 2209-2213.
- Takagi, K.; Park, E. H.; Kato, H. Anti-inflammatory activities of hederagenin and crude saponin isolated from *Sapindus mukurossi* Gaertn. *Chem. Pharm. Bull.* **1980**, *28*, 1183-1188.
- Thiilborg, S. T., Christensen, S. B., Cornett, C., Olsen, C. E., and Lemmich, E. Molluscicidal saponins from *Phytolacca dodecandra*. *Phytochemistry.* **1993**, *32*(5), 1167-1171.

- Wang, S. Y., Chen, P. F., and Chang S. T. 2005. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Biores. Technol.* 96:813-818.
- Zani, C. L., Marston, A., Hamburger, M., and Hostettmann, K. Molluscicidal milliamines from *Euphorbia milli* var *Hislopii*. *Phytochemistry.* 1993, 34(1), 89-95.