

無患子木材與果實抽出物之抗黴活性¹

陳永龍² 嚴振賓² 陳啟予³ 吳志鴻⁴ 陳載永⁵

【摘要】本研究之主要目的為分析無患子 (*Sapindus mukorossi* Gaertn.) 木材與果實抽出物之抗黴活性 (Anti-mould activity)。試驗結果顯示，無患子果實甲醇及水粗萃物對青黴菌 (*Penicillium* sp.) 及木黴菌 (*Trichoderma harzianum*) 之孢子發芽以及菌絲生長有明顯之抑制效果。此外，無患子果實甲醇抽出物之乙酸乙酯 (EtOAc) 及正丁醇 (*n*-BuOH) 可溶部對青黴菌、麴菌 (*Aspergillus* sp.) 及黑黴菌 (*Aspergillus niger*) 三者之菌絲生長抑制效果較佳。而在無患子木材甲醇抽出物之各可溶部中，僅正丁醇可溶部對青黴菌之菌絲生長具有抑制效果 (IC₅₀ 值為 500 µg/mL)。綜合以上結果顯示，無患子果實之抽出物具有抗黴活性，實值得進一步針對其抗黴成分作進一步的分析與研究。

【關鍵詞】無患子、抗黴活性、青黴菌、麴菌、黑黴菌。

Anti-mould Activity of Wood and Fruit Extracts from *Sapindus mukorossi* Gaertn.¹

Yong-Long Chen², Zhen-Bin Yen², Chi-Yu Chen³, Jyh-Horng Wu⁴, Tsai-Yung Chen⁵

【Abstract】The effect of wood and fruit extracts from *Sapindus mukorossi* Gaertn. on the anti-mould activity was evaluated in this study. The experimental results revealed that methanolic and water crude extracts from fruits of *S. mukorossi* showed significant inhibition on spore germination and hypha growth of *Penicillium* sp. and *Trichoderma harzianum*. Besides, among all soluble fractions of methanolic extracts, both EtOAc and *n*-BuOH fractions exhibited a good inhibition on hypha growth of *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., and *Aspergillus niger*. As for methanolic extracts of *S. mukorossi* wood, only the *n*-BuOH fraction showed inhibition on hypha growth of *Penicillium* sp. (IC₅₀ = 500 µg/mL) among all soluble fractions. Accordingly, these results indicated that fruit extracts from *S. mukorossi* possessed significant anti-mould activity, and their bioactive phytochemicals are worth further analysis and study.

【Key words】*Sapindus mukorossi* Gaertn., Anti-mould activity, *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*.

¹ 本研究承蒙 94 年農委會林務局推廣計畫補助 (94 農發-6.1-務-18 (01-13))
This project was sponsored by the Council of Agriculture (94-AD-6.1-B-18(01-13))

² 國立中興大學森林學系研究生及碩士
Graduate Student and Master, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

³ 國立中興大學植物病理學系助理教授
Assistant Professor, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University.

⁴ 國立中興大學森林學系助理教授，通訊作者
Assistant Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.
Corresponding author, email: eric@nchu.edu.tw

⁵ 國立中興大學名譽教授
Emeritus Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

I、前言

無患子 (*Sapindus mukorossi* Gaertn. ; Chinese soap berry) 屬無患子科無患子屬，為落葉喬木，原產於長江流域以至閩、廣、台灣，並分佈於印度與日本 (劉業經等人, 1994)。無患子在台灣低海拔闊葉樹林內皆有所分佈，尤以西南部的淺山區域為其主要之分佈區域。依植被生態調查觀點而言，無患子為亞熱帶及熱帶廣佈型落葉喬木，在原始林範圍係依據森林孔隙作用的演替而呈現零星的散佈，在次生植被系列則為第一次生林以降的伴生種，而在特定區域如旱地及礫石地，則可以形成具局部優勢範圍的優勢特徵落葉林社會 (陳玉峰, 2007)。此外，無患子喜陽性，耐寒及耐旱能力強，可適應酸性、鹼性與鈣性土壤，屬深根性速生樹種，且生長期長，因此被視為優良的本土原生樹種。

本草綱目記載：無患子子皮主治澀垢、面黧洗頭去風、洗面去酣，子中仁去口臭、牙齒腫脹 (李時珍, 2001)。顯示無患子除具有清潔功效之外，亦具有醫療效果。目前無患子果實抽出物已知除含無患子皂苷 (Sapindoside A、B、C、D 及 E) 之外，亦含有芸香苷 (Rutin)、酪胺酸 (Tyrosine)、甘胺酸 (Glycine)、丙胺酸 (Alanine) 及糖類等 (Ni *et al.*, 2004 ; 2006)。Huang 等人 (2003) 的研究報告指出，無患子果實之抽出物能有效抑制黃金蘋果蝸牛 (*Pomacea canaliculata*) 的生長；而 Ibrahim 等人 (2006) 的研究報告指出，無患子果實之抽出物能有效抑制幽門桿菌 (*Helicobacter pylori*) 之生長，可降低人體罹患胃潰瘍及十二指腸潰瘍的可能性。此外，無患子果實抽出物亦具有麻醉、避孕以及抗微生物等功效 (Escalante *et al.*, 2002 ; Gupta, 2005 ; Nakayama *et al.*, 1988 ;

Ojha *et al.*, 2003 ; Saxena *et al.*, 2004)。然而，相對於無患子果實而言，則鮮少有無患子木材抽出物之相關研究，故此部分實值得加以研究與探討，以拓展無患子之利用潛力。

另一方面，木材為生物性材料，在加工製造、運輸以及使用過程當中除會受到陽光、空氣及酸雨等非生物性之危害外，亦會遭受真菌、黴菌及白蟻等生物性因子的危害 (Martinez *et al.*, 2005)。為了延長木材的使用年限，目前多利用表面塗裝、碳化、貼面以及添加防腐與防黴劑等方式進行處理，然而木材防腐或防黴劑多為毒性物質，對於環境及人體會造成危害 (Hall, 2002 ; Katz and Salem, 2005)。因此，近年來世界各國均致力於開發高效且對環境及人體無危害之木材防腐劑與防黴劑 (Schultz and Nicholas, 2000 ; 2002 ; Yang *et al.*, 2007)。本研究即針對無患子果實與木材為試驗材料，利用溶劑萃取方式得到無患子之抽出物，並利用孢子發芽及菌絲生長抑制試驗，評估無患子抽出物之抗黴能力，期能在降低對環境危害與副作用之前提下，增加無患子的利用範疇。

II、試驗材料與方法

(I) 試驗材料

1. 無患子木材

本試驗所用之無患子試材係伐採自南投縣竹山鎮，樹齡為 18 年生，生長於海拔高 700 m 之山坡地，胸高直徑 22 cm，樹高 12 m。將木材氣乾後切削成為木片，隨之進行成分之萃取與分離。

2. 無患子果實

本試驗所採用之無患子果實係取自於南投縣竹山鎮還原企業，將果實除去種子後氣乾，以磨粉機處理成細小顆粒狀，以進行成分之萃取與分離。

3. 微生物

本試驗中所使用菌種為濕封法 (Moist chamber) 處理所得之黴菌。製備方法是將尺寸為 15 cm (長) × 2 cm (寬) 之桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata)、孟宗竹 (*Phyllostachys heterocyclus* Milf) 與麻竹 (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) 試材, 以濕封方式促進竹材上附著之黴菌生長, 之後經單孢分離法 (Single spore isolation)、直接分離法 (Direct plate isolation) 與稀釋平板法 (Dilution plate method) 三種分離方式, 共純化出麴菌 (*Aspergillus* sp.)、黃麴菌 (*Aspergillus flavus*)、黑麴菌 (*Aspergillus niger*)、白黴菌 (*Mucor* sp.)、青黴菌 (*Penicillium* sp.) 以及木黴菌 (*Trichoderma harzianum*) 六株黴菌, 所得菌株經中興大學植物病理學系陳啓予博士菌種鑑定後, 做為抗黴活性試驗之菌種。

(II) 試驗方法

1. 無患子抽出物萃取及分割

無患子木材 (10.14 kg) 及果實 (9.71 kg) 分別以 100% 甲醇冷浸萃取, 7 天後萃取液以濾紙 (Whatman #1) 過濾去除雜質。一次萃取後的試材續以上述方式重複萃取一次, 之後將過濾所得到的萃取液經減壓濃縮機 (Rotatory vacuum evaporator) 濃縮, 以獲得無患子木材 (104.5 g, 收率為 1.0%) 及果實甲醇粗萃物 (135.4 g, 收率為 1.4%)。此外, 所得之甲醇粗萃物進一步以不同極性的溶劑進行液相-液相分配 (Liquid-liquid partition), 其中所使用之溶劑包括: 正己烷 (*n*-Hexane)、乙酸乙酯 (Ethyl acetate, EtOAc)、正丁醇 (*n*-Butanol, BuOH) 及水。經分割 (Fractionation) 後, 可得正

己烷可溶部 (木材 3.8 g, 收率為 3.6%; 果實 5.3 g, 收率為 3.9%)、乙酸乙酯可溶部 (木材 28.8 g, 收率為 27.6%; 果實 7.9 g, 收率為 5.8%)、正丁醇可溶部 (木材 38.0 g, 收率為 36.4%; 果實 73.2 g, 收率為 54.1%) 以及水可溶部 (木材 33.9 g, 收率為 32.4%; 果實 49.0 g, 收率為 36.2%) 共四個可溶部。另外, 無患子木材及果實亦分別利用純水進行冷浸萃取 (萃取方式同甲醇萃取), 萃取液以減壓濃縮機去除溶劑後, 可分別獲得無患子木材及果實之水粗萃物。

2. 抽出物總酚含量測定

無患子木材與果實抽出物中, 總酚含量 (Total phenolic content) 之測定係採福林-西歐卡都法 (Folin-Ciocalteu method) (Kujala *et al.*, 2000), 並以五倍子酸 (Gallic acid) 為標準品進行檢測。試驗時, 取 300 μ L Folin-Ciocalteu 試劑 (1 N) 加入等量以甲醇/水 (50:50, v/v) 調配不同濃度 (0.05、0.025、0.0125 及 0.00625 mg/mL) 之五倍子酸於微量離心管中, 混合均勻並靜置 2 min 後, 添加 600 μ L 20% Na_2CO_3 混合均勻後再靜置 10 min。之後以離心方式 (8 min, 12,000g) 將沈澱物與溶液分離, 所得上清液續利用紫外光/可見光光譜儀 (Ultraviolet-visible spectroscopy) 測量波長 730 nm 之吸收值, 並根據此吸光值與五倍子酸濃度之關係求出標準曲線之回歸式。樣品分析則以無患子木材與果實抽出物 (1 mg/mL) 取代標準品 (五倍子酸) 並依照相同方式進行反應與吸收值測量。將樣品吸光值帶入上述回歸式即可算出每克抽出物中所含五倍子酸相對量 (GAE, Gallic acid equivalent), 並以此表示抽出物中酚類化合物的總量。

3. 抗黴活性試驗

(1) 孢子發芽抑制試驗

取接種於馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基 (Potato dextrose agar, PDA) 之菌落, 以 0.08% 之 tween 80 沖下培養基內之孢子至試管內, 並以振盪器震盪, 使孢子均勻分散, 以血球計數器計量孢子數, 將此孢子懸浮液濃度稀釋至 10^5 spores/mL, 再以 1:1 等體積與馬鈴薯葡萄糖培養液混合, 即為供試孢子懸浮液 (5×10^4 spores/mL)。之後取不同濃度之無患子果實甲醇粗萃物或無患子果實水粗萃物 10 μ L, 與等體積 10 μ L 之孢子懸浮液, 於玻片上均勻混合, 將玻片放置於 9 cm 塑膠培養皿內, 以 Whatman #1 濾紙加水保溼, 靜置於室溫下 16 h 後, 取出玻片以顯微鏡觀察孢子發芽情形, 發芽管超過孢子寬度始判定為發芽, 每組樣品記錄 100 個孢子, 試驗 4 重複。並依下列式子計算試驗樣品之孢子發芽率 (Spore germination, %)。

孢子發芽率 (%) = (發芽孢子之數量 / 試驗孢子之總數) \times 100

(2) 菌絲生長抑制試驗

將調配好的馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基以滅菌釜滅菌, 待其溫度降至 60°C 時, 隨即以瓊脂注射器將 15 mL 之 PDA 注入於已滅菌的 9 cm 培養皿, 同時並將以乙酸以酯為溶劑調配不同濃度的測試液 (15 μ L) 注入培養皿中 (乙酸乙酯於培養基之濃度為 1%), 以 8 字搖法使其混合均勻, 使培養皿內樣品最終濃度分別為 125、250、500 以及 1000 μ g/mL, 靜待培養基凝固後將受測菌種接種於其上, 以石蠟膜 (Parafilm) 將培養皿密封, 靜置於 30°C、RH 70% 培養箱培養。此外, 以乙酸乙酯取代測試樣品者為對照組

(Vehicle control), 待對照組的菌絲長滿培養皿後, 量測各試驗組之菌絲生長直徑, 並依下列式子計算其抗黴活性 (Anti-mould activity, %); 式中, 抗黴活性愈大, 表示抑制黴菌菌絲生長效果愈佳。

抗黴活性 (%) = (1 - (實驗組生長直徑 / 對照組生長直徑)) \times 100

III、結果與討論

(I) 無患子木材與果實抽出物之總酚含量

越來越多的研究發現, 植物體中所含的酚類化合物具有抑菌活性與植物相剋作用 (Allelopathy) (Gould, 1995; Dey and Harborne, 1997)。例如, 桂皮酸 (Cinnamic acid) 及其衍生物等酚類化合物可造成紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 之種子發芽率及發芽勢降低 (Jensen, 1981)。而 Bullerman 等人 (1977) 則發現肉桂 (*Cinnamomum cassia*) 與丁香屬 (*Syringa*) 植物之精油對 *Aspergillus parasiticus* 之生長以及毒素之產生具有抑制效果。

無患子木材與果實甲醇粗萃物及其各可溶部之總酚含量, 經由福林-西歐卡都法所測得的結果如圖 1 所示。由圖中可以發現, 每克無患子木材甲醇粗萃物以及正己烷可溶部、乙酸乙酯可溶部、正丁醇可溶部與水可溶部中, 分別含有相當於五倍子酸 15.7、4.1、26.0、19.4 及 6.2 mg 之酚類化合物。同樣的, 每克無患子果實甲醇粗萃物及其正己烷可溶部、乙酸乙酯可溶部、正丁醇可溶部及水可溶部中, 分別含有相當於五倍子酸 6.3、3.0、7.5、2.4 及 8.0 mg 之酚類化合物。該結果顯示, 無患子木材抽出物酚類化合物含量明顯高於果實抽出物。其中, 無患子木材抽出物各可溶部中, 又以乙酸乙酯可溶部之酚類化合物含量最高。

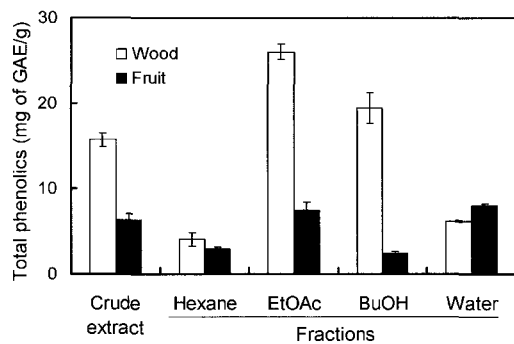


圖 1 無患子木材與果實甲醇粗萃物及其各可溶部之總酚含量。

Fig. 1 Total phenolic contents of methanolic crude extracts and its derived soluble fractions of *Sapindus mukorossi* from wood and fruit. Total phenolics are expressed as gallic acid equivalent (GAE). Results are mean \pm SD ($n = 3$).

(II) 無患子果實抽出物之抗黴活性

1. 孢子發芽抑制試驗

植物抽出物萃取時常需考慮以何種溶劑來進行萃取，一般而言，中草藥等天然物之成分萃取首先會考慮以傳統中藥操作方式為主，如以水進行熬煮，其次為方便操作之溶劑。其中，以水為溶劑主要問題在於萃取液的濃縮與純化較耗時，而相對的以醇為溶劑則較無此問題。因此，本試驗無患子果實分別以水及甲醇為溶劑進行成分萃取，並利用粗萃物先行對以濕封法所得之黴菌孢子進行發芽抑制試驗。而以濕封法促進竹材上所附著之黴菌生長，經過菌種鑑定得知，竹材主要是遭受麴菌、黃麴菌、黑麴菌、白黴菌、青黴菌以及木黴菌等六種黴菌之侵襲，其中青黴菌、麴菌與黑麴菌三種黴菌，最先出現且相較於其他菌種屬強勢之菌種；而木黴菌與白黴菌則屬較弱勢之菌種，雖於早期即出現，但試驗後期則被併滅或菌落僅佔據試材之一小部分。

無患子果實之甲醇及水粗萃物，其對上述濕封法所得黴菌之孢子發芽抑制試驗結果如圖 2 及圖 3 所示。該結果顯示，無患子果實水粗萃物（圖 2）以及無患子果實甲醇粗萃物（圖 3）對青黴菌及木黴菌之孢子發芽均有明顯之抑制效果，當粗萃物濃度達 1000 $\mu\text{g/mL}$ 時，可有效抑制其孢子發芽率，孢子發芽率低於 50%。其中，甲醇粗萃物對青黴菌、木黴菌以及水粗萃物對青黴菌之抑制率甚至可達 25% 以下。然而，無患子果實甲醇及水粗萃物對於麴菌、黑麴菌及白黴菌之孢子發芽並無抑制效果，當粗萃物濃度達 1000 $\mu\text{g/mL}$ 時，仍無法抑制其孢子之發芽。綜合上述結果可以得知，無患子果實甲醇粗萃物以及無患子果實水粗萃物對部分黴菌具有良好抑制其孢子發芽之活性，其中又以無患子果實甲醇粗萃物抑制青黴菌及木黴菌孢子發芽之效果較佳。

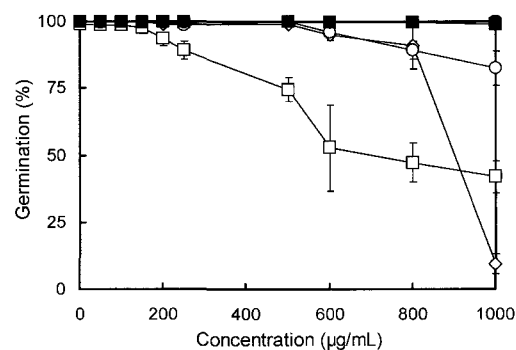


圖 2 無患子果實水粗萃物對黴菌孢子發芽率之影響（○：麴菌、◇：青黴菌、□：木黴菌、●：黑麴菌、◆：黃麴菌、■：白黴菌）。

Fig. 2 Effect of water crude extract from *Sapindus mukorossi* on spore germination of various mould strains. ○: *Aspergillus* sp.; ◇: *Penicillium* sp.; □: *Trichoderma harzianum*; ●: *Aspergillus niger*; ◆: *Aspergillus flavus*; ■: *Mucor* sp. Results are mean \pm SD ($n = 3$).

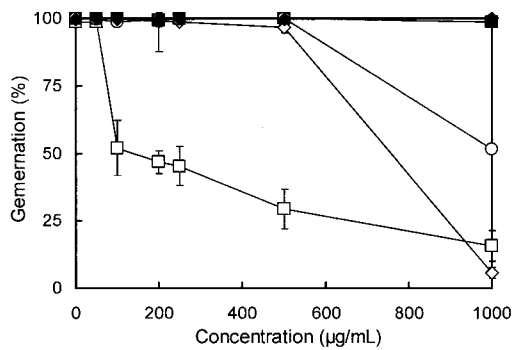


圖 3 無患子果實甲醇粗萃物對黴菌孢子發芽率之影響 (○：麴菌、◇：青黴菌、□：木黴菌、●：黑麴菌、◆：黃麴菌、■：白黴菌)。

Fig. 3 Effect of methanolic crude extract from *Sapindus mukorossi* on spore germination of various mould strains. ○: *Aspergillus* sp.; ◇: *Penicillium* sp.; □: *Trichoderma harzianum*; ●: *Aspergillus niger*; ◆: *Aspergillus flavus*; ■: *Mucor* sp. Results are mean \pm SD ($n=3$).

2. 菌絲生長抑制試驗

無患子果實甲醇及水粗萃物菌絲生長抑制試驗之結果如圖 4 及圖 5 所示。由圖可以明顯發現，無患子果實水粗萃物以及無患子果實甲醇粗萃物對青黴菌及木黴菌之菌絲有明顯之抑制效果，當粗萃物濃度達 100 $\mu\text{g/mL}$ 時，其抗黴活性均大於 50%；其中，無患子果實甲醇粗萃物濃度為 50 $\mu\text{g/mL}$ 時，其抗黴活性即高於 50%。然而，對於麴菌、黑麴菌以及白黴菌三種菌株而言，無患子果實水粗萃物以及甲醇粗萃物濃度達 1000 $\mu\text{g/mL}$ 時，仍無法有效抑制其孢子發芽，而當無患子果實水粗萃物以及甲醇粗萃物濃度僅 500 $\mu\text{g/mL}$ 時，卻具有抑制麴菌、黑麴菌以及白黴菌菌絲生長之能力，其抗黴活性均高於 25%。綜合以上結果顯示，無患子果實甲醇粗萃物以及水粗萃物均具有抑制黴菌孢子發芽及菌絲生長之活性；其中，

又以無患子果實甲醇粗萃物之抑菌效果較佳。

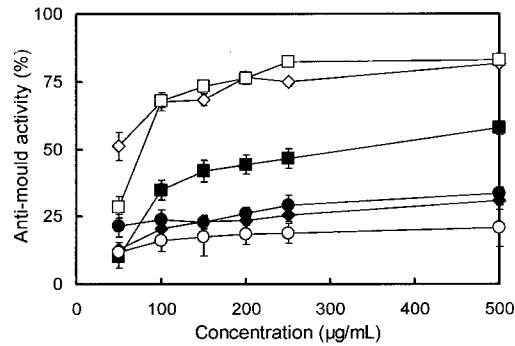


圖 4 無患子果實水粗萃物之抗黴活性 (○：麴菌、◇：青黴菌、□：木黴菌、●：黑麴菌、◆：黃麴菌、■：白黴菌)。

Fig. 4 Anti-mould activity of water crude extracts from *Sapindus mukorossi* fruit. ○: *Aspergillus* sp.; ◇: *Penicillium* sp.; □: *Trichoderma harzianum*; ●: *Aspergillus niger*; ◆: *Aspergillus flavus*; ■: *Mucor* sp. Results are mean \pm SD ($n=3$).

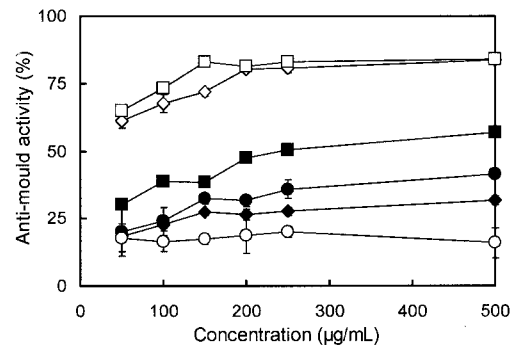


圖 5 無患子果實甲醇粗萃物之抑黴活性 (○：麴菌、◇：青黴菌、□：木黴菌、●：黑麴菌、◆：黃麴菌、■：白黴菌)。

Fig. 5 Anti-mould activity of methanolic crude extracts from *Sapindus mukorossi* fruit. ○: *Aspergillus* sp.; ◇: *Penicillium* sp.; □: *Trichoderma harzianum*; ●: *Aspergillus niger*; ◆: *Aspergillus flavus*; ■: *Mucor* sp. Results are mean \pm SD ($n=3$).

進一步測定無患子果實甲醇抽出物各可溶部之抗黴活性，其結果如表 1 所示。在無患子果實抽出物之各可溶部中，以正丁醇可溶部的抗黴活性最佳，其對青黴菌、黑黴菌及麴菌菌絲生長之抑制效果顯著，其半數抑制濃度（Inhibitory concentration 50%， IC_{50} ）分別為 250、250 及 125 $\mu\text{g/mL}$ ；而乙

酸乙酯可溶部對青黴菌、黑黴菌及麴菌菌絲生長之抑制效果次之，其對青黴菌、黑黴菌及麴菌菌絲生長之 IC_{50} 值分別為 125、1000 及 250 $\mu\text{g/mL}$ ；而正己烷之抗黴活性最差，其對青黴菌、黑黴菌及麴菌並無顯著之抑制效果（ IC_{50} 值 $\geq 1000 \mu\text{g/mL}$ ）。

表 1 無患子木材與果實甲醇抽出物抗黴活性之 IC_{50} 值

Table 1 IC_{50} values of wood and fruit methanolic extracts from *Sapindus mukorossi* for anti-mould activities.

Strains	Anti-mould index (IC_{50} , $\mu\text{g/mL}$)						Clove oil ^a	1%EtOAc ^b
	Wood extract			Fruit extract				
	<i>n</i> -Hexane	EtOAc	<i>n</i> -BuOH	<i>n</i> -Hexane	EtOAc	<i>n</i> -BuOH		
<i>Penicillium</i> sp.	>1000	>1000	500	1,000	125	250	500	>1000
<i>Aspergillus niger</i>	>1000	>1000	>1000	>1000	1,000	250	250	>1000
<i>Aspergillus</i> sp.	>1000	>1000	>1000	>1000	250	125	250	>1000

^a Positive control.

^b Vehicle control.

(III) 無患子木材抽出物之抗黴活性

目前有關無患子之研究多著重於無患子果實之抽出物（Huang *et al.*, 2003；Nakayama *et al.*, 1988；Saxena *et al.*, 2004），而無患子木材的研究多著重於木質材料的加工利用，其抽出物的研究則相對較少。因此，本試驗進一步以無患子木材甲醇抽出物進行菌絲生長抑制試驗，除探討無患子木材抽出物之抗黴活性差異之外，並比較其與果實抽出物之活性差異，以做為未來產業界及學術界之參考。試驗顯示，以無患子木材甲醇抽出物之各可溶部進行菌絲生長抑制試驗發現（表 1），無患子木材甲醇抽出物之各可溶部，對本試驗中三種黴菌（青黴菌、黑黴菌及麴菌）菌絲生長之抑制作用並不顯著；其中，僅以正丁醇可溶部對青黴菌之菌絲生長具有抑制效果，其 IC_{50} 值為 500

$\mu\text{g/mL}$ ，而對黑黴菌及麴菌之 IC_{50} 值均大於 1000 $\mu\text{g/mL}$ ；而乙酸乙酯及正己烷可溶部對青黴菌、黑黴菌及麴菌之菌絲生長之抑制作用較差，其 IC_{50} 值均大於 1000 $\mu\text{g/mL}$ 。

IV、結論

本研究利用甲醇與水萃取無患子果實及木材，所得之粗萃物及其各可溶部續以孢子發芽抑制試驗以及菌絲生長抑制試驗評估其抗黴活性。實驗結果顯示，無患子果實甲醇及水粗萃物之抗黴活性，以無患子果實甲醇粗萃物較佳，其除能有效抑制青黴菌及木黴菌孢子發芽之外，並能抑制菌絲之生長。此外，各可溶部中，又以正丁醇可溶部之抗黴活性最佳，當濃度為 250 $\mu\text{g/mL}$ 時，

即對青黴菌、黑黴菌及麴菌菌絲生長具有良好抑制作用。而無患子木材抽出物之各可溶部對青黴菌、黑黴菌及麴菌菌絲生長之抑制作用並不顯著，其 IC_{50} 值多大於 1000 $\mu\text{g/mL}$ ，僅正丁醇可溶部對青黴菌之菌絲生長具有抑制效果（ IC_{50} 值為 500 $\mu\text{g/mL}$ ）。綜合上述試驗結果得知，無患子果實之甲醇抽出物具有較佳抑制黴菌孢子發芽及其菌絲生長之活性，若能針對其抗黴活性較佳之可溶部，進一步分離與鑑定出其中的抗黴成分，並進行相關的藥理試驗，應可開發為一天然、有效且對環境友善之防黴藥劑。

V、參考文獻

- 1.李時珍(2001)本草綱目。國立中國醫藥研究所。第1158頁。
- 2.陳玉峰(2007)物種生態誌-無患子。生態台灣 16:37-40。
- 3.劉業經、呂福原、歐辰雄(1994)台灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會。第585頁。
- 4.Bullerman, L. B., F. Y. Lieu, and S. A. Seier (1977) Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and clove oils. Cinnamic aldehyde and eugenol. J. Food Sci. 43:1107-1109.
- 5.Dey, P. M. and J. B. Harborne (1997) Plant Biochemistry. Academic press. 554 pp.
- 6.Escalante, A. M., B. S. Carina, N. L. Silvia, A. G. Martha, G. R. Angel, D. M. Franco, G. S. Manuel, and A. Z. Susana (2002) Isolation of antifungal saponins from *Phytolacca tetramera*, an Argentinean species in critic risk. J. Ethnopharmacol. 82:29-34.
- 7.Gould, G. W. (1995) New methods of food preservation. London: Blackie Academic & Professional. 324 pp.
- 8.Gupta, G. (2005) Microbicidal spermicide or spermicidal microbecide? Eur. J. Contracep. Repr. 10:212-218.
- 9.Hall, A. H. (2002) Chronic arsenic poisoning. Toxicol. Letters 128:69-72.
- 10.Huang, H. C., S. C. Liao, F. R. Chang, Y. H. Kuo, and Y. C. Wu (2003) Molluscicidal Saponins from *Sapindus mukorossi*, Inhibitory Agents of Golden Apple Snails, *Pomacea canaliculata*. J. Agric. Food. Chem. 51:4916-4919.
- 11.Ibrahim, M., A. A. Khan, S. K. Tiwari, M. A. Habeeb, M. N. Khaja, and C. M. Habibullah (2006) Antimicrobial activeity of *Sapindus mukorossi* and *Rheum emodi* extract against *H. pylori*: In vitro and in vivo studies. World J. Gastroenterol. 12:7136-7142.
- 12.Jensen, E. H., B. J. Hartman, F. Lundin, S. Knapp, and B. Brookerd (1981) Autotoxicity of alfalfa. Nevada Agric. Exp. Stn. Bull. R 144.
- 13.Katz, S. A. and H. Salem (2005) Chemistry and toxicology of building timbers pressure-treated with chromated copper arsenate: a review. J. Appl. Toxicol. 25:1-7.
- 14.Kujala, T. S., J. M. Lopenen, K. D. Klika, and K. Pihlaja (2000) Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. J. Agric. Food Chem. 48:5338-5342.
- 15.Martínez, Á. T., M. S. Francisco, J. Ruiz-Dueñas, P. Ferreira, S. Camarero, F. Guillén, M. J. Martínez, A. Gutiérrez, and J. C. del Río (2005) Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. Int. Microbiol. 8:195-204.

16. Nakayama, K., H. Fujino, R. Kasai, Y. Mitoma, N. Yata, and O. Tanaka (1988) Solubilisation properties of saponins from *Sapindus mukorossi* Gaertn. Chem. Pharm. Bull 34:3279-3293.
17. Ni, W., Y. Hua, H. Y. Liu, R. W. Teng, Y. C. Kong, X. Y. Hu, and C. X. Chen (2006) Tirucallane-type triterpenoid saponins from the roots of *Sapindus mukorossi*. Chem. Pharm. Bull. 54:1443-1446.
18. Ni, W., Y. Hua, R. W. Teng, Y. C. Kong, and C. X. Chen (2004) New tirucallane-type triterpenoid saponins from *Sapindus mukorossi* Gaertn. J. Asian Nat. Prod. Res. 6:205-209.
20. Ojha, P., J. P. Maikhuri, and G. Gupta (2003) Effect of spermicides on *Lactobacillus acidophilus* in vitro-nonoxynol-9 vs. sapindus saponins. Contraception 68:135-138.
21. Saxena, D., R. Pal, A. K. Dwivedi, and S. Singh (2004) Characterisation of sapindosides in *Sapindus mukorossi* saponin (reetha saponin) and quantitative determination of sapindoside B. J. Sci. Ind. Res. 63:181-186.
22. Schultz, T. P. and D. D. Nicholas (2000) Naturally durable heartwood: evidence for a proposed dual defensive function of the extractives. Phytochemistry 54:47-52.
23. Schultz, T. P. and D. D. Nicholas (2002) Development of environmentally-benign wood preservatives based on the combination of organic biocides with antioxidants and metal chelators. Phytochemistry 61:555-560.
24. Yang, D. Q., X. M. Wang, and H. Wan (2007) Biological protection of hardwood logs destined for panel manufacturing using *Gliocladium roseum* against biodegradation. Biocontrol 52:559-571.

