



以植物天然抽出成分防治 台灣家白蟻危害之研究



夏滄琪* 張家豪 黃崇睿 林建宗



*國立嘉義大學
林產科學暨家具工程學系副教授



嗅出褐根菌！2隻米格魯 為老樹看診

中國時報【王志宏／屏東報導】 2012年5月24日 上午5:30

米格魯犬除會緝毒、尋找登山客，又多了幫樹木看診這項絕技。屏科大工作犬「櫻桃」、「檸檬」昨天為屏東市中山公園老樹看診，兩隻犬聞到樹根有褐根菌立即坐在樹旁，等候樹木醫生治療，光是一個上午就發現五棵染病樹。

「櫻桃」、「檸檬」由獸醫師兼訓練師祈偉廉帶領前往，檢疫犬主要以紅火蟻、褐根病偵測為主，特別是「櫻桃」原是新北市萬里區流浪犬，經兩年八個月訓練，整個訓練費用每隻約五十萬至七十萬元。

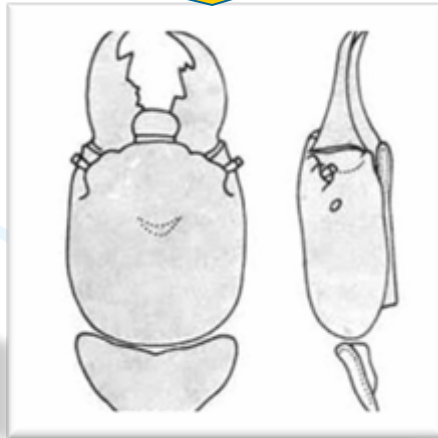


白蟻為社會性昆蟲，一個蟻巢主要**蟻后**、**蟻王**、**兵蟻**、**工蟻**以及**有翅生殖蟻**組成(徐爾烈2007)。

蟻后



工蟻



有翅生殖蟻

兵蟻

A. 台灣家白蟻 (*Coptotermes formosanus*)



工蟻



兵蟻

C. 黃肢散白蟻 (*Reticulitermes speratus*)



工蟻

兵蟻

B. 黑翅土白蟻 (*Odontotermes formosanus*)



工蟻



兵蟻



兵蟻

圖 台灣之白蟻中危害最嚴重的白蟻

A 家白蟻、B 黑翅土白蟻、C 黃肢散白蟻

50億美元



25億人民幣

1億2000萬元



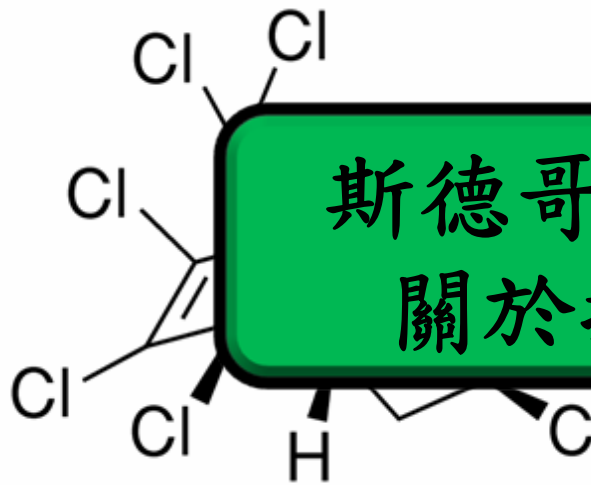
無牙

台灣家白蟻危害最嚴重(行政院農委會網站)
白蟻等之殺蟲藥劑於1980年在市場上的銷售
量達到**5000億美金**之鉅(Hall, 1986)。

白蟻為害樹木情況







斯德哥爾摩公約(POPS)：

關於

環保性

健康

有機磷類
無機鹽類

低毒性

污染

人畜健康

抗藥性

Champ and Dyte, 1976

Deidre *et al.*, 2005

環保及低毒性之白蟻防治研究

石栗堅果(石栗、倫邦樹、清漆、印度核桃、比利時核桃、山核桃)等之油脂 (Wilcox, 1916; Nakayama and Osbrink, 2009)

日本扁柏、羅漢松及樟樹等精油 (屋我嗣良，1975；淺田隆之等，1989)

台灣杉木材(Chang *et al.*, 2001ab)

柳杉精油(鄭森松、張上鎮，2001)

無患子(林勝傑、謝瑞忠，2004)



材料與方法



五種樹種甲醇抽出物抗白蟻試驗：



無患子果皮



棟樹材部



土肉桂材部

抗白蟻活性



黃蘗材部



食茱萸材部

芸香科

所得之甲醇抽出物進行抗白蟻活性篩選

樹 種	學 名	採集地	樹齡	採集日期
苦楝	<i>Melia azedarach</i> Linn.	林試所中埔 研究中心 澧水工作站	19	2009年6月
台灣黃蘗	<i>Phellodendron amurense</i>	林試所太麻里 研究中心	10	2009年7月
食茱萸	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Sieb. & Zucc.	林試所六龜 研究中心	14	2009年8月
土肉桂	<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	林試所蓮華池 研究中心	8	2009年7月
無患子 (果實)	<i>Sapindus mukorossi</i>	嘉義大學林產科 學系黃金城教授 提供	-	2009年10月

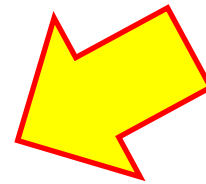
台灣棟樹、黃蘗、食朱萸、土肉桂幹材抽出物及 無患子果實之萃取及分離



打碎機



浸泡
甲醇



經減壓濃縮除去甲醇後得到甲醇抽出物。
所得之甲醇抽出物則分別對其進行抗白蟻活性試驗。



1. 試材以重物壓住
2. 放入真空乾燥皿中
3. 抽真空後注入



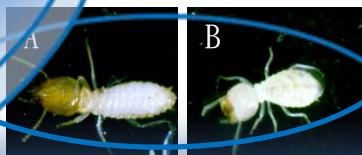
圖 本研究之真空注入裝置

抗白蟻活性之測定

(一) 濾紙法

將萃取物以其萃取溶劑
配置成濃度為
1、2.5、5及10 mg/mL之萃取液

兵蟻 3 隻
工蟻 27 隻



濾紙

培養皿加蓋並置於25°C、90%RH
生長箱中，於7天內觀察並記錄死亡數

$$\text{白蟻死亡率 (\%)} = \text{白蟻死亡數} / \text{白蟻試驗總數} \times 100$$

飼養溫度：25±5 °C、90%RH



圖 人工飼養臺灣家白蟻之蟻巢

A有翅生殖蟻



B次生殖蟻



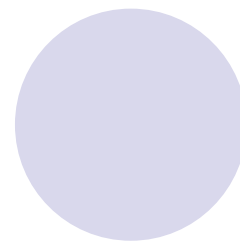
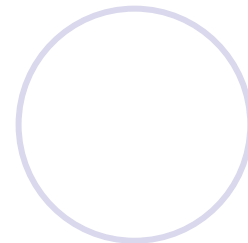
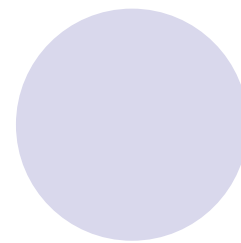
C兵蟻



D工蟻



圖 人工飼養之台灣家白蟻

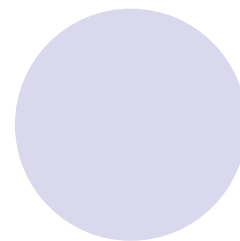
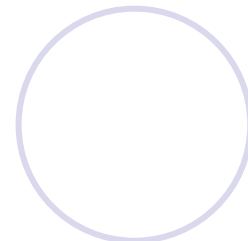
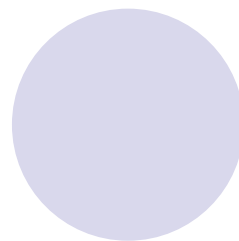


置於25℃、90%RH之生長箱中，
於7天內觀察並記錄死亡數

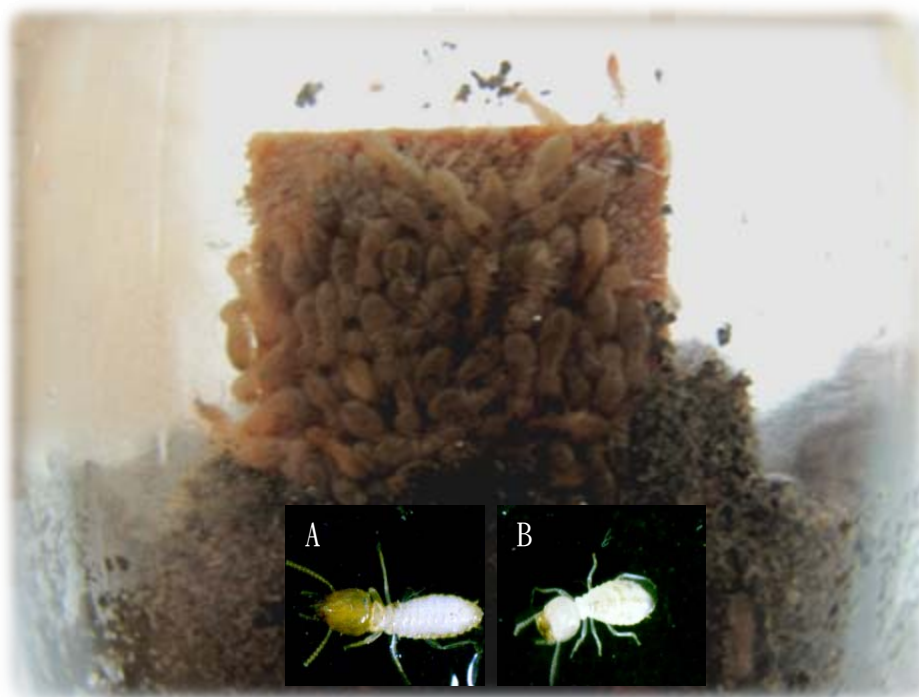
$$\text{死亡率(\%)} = (\text{白蟻死亡數}) / \text{白蟻總數} \times 100$$

抗白蟻活性之測定

(二) 砂瓶土壤木塊法 (木塊試驗法 AWPA E1)



台灣雲杉



台灣二葉松



兵蟻 : 工蟻 = 1 : 9



置於25℃、90%RH之生長箱中，
30日後稱取木塊重並計算重量損失率(%)

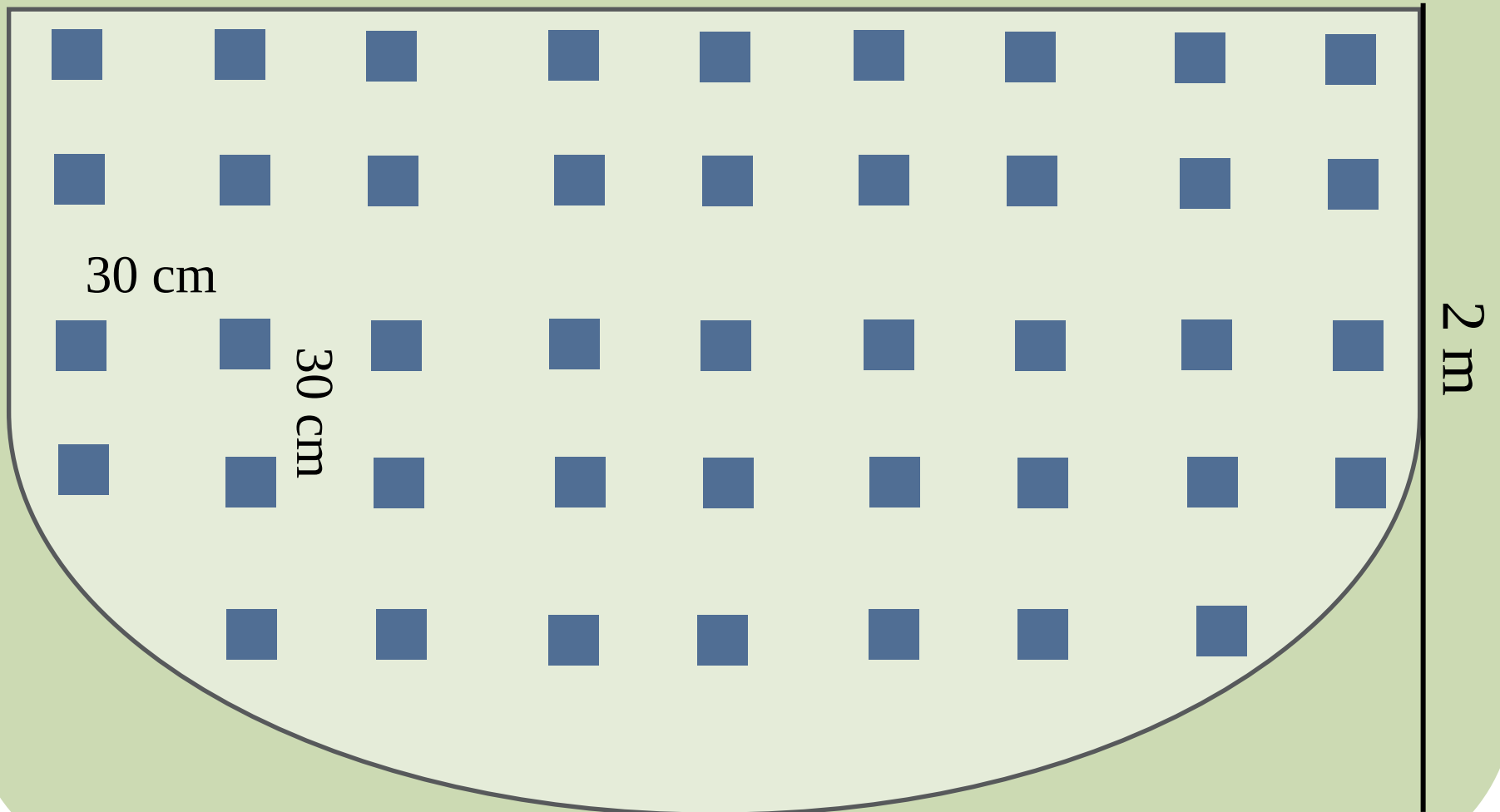
$$\text{木塊重量損失率(\%)} = \frac{(\text{試驗前木塊重} - \text{試驗後木塊重})}{\text{試驗前木塊重}} \times 100$$

抗白蟻活性之測定

(三) 野地埋置試驗法

實驗地俯视图

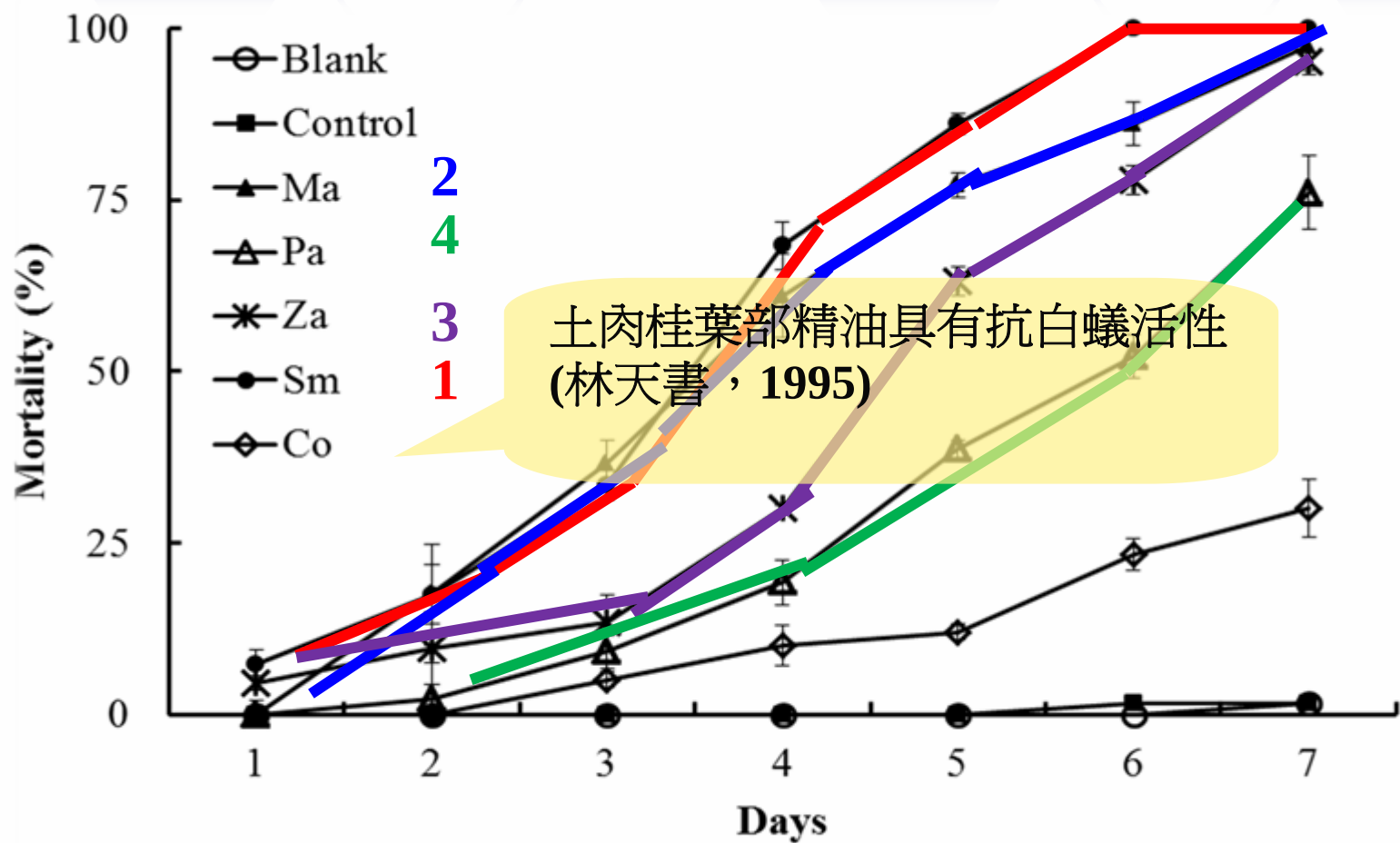
4 III





結果與討論

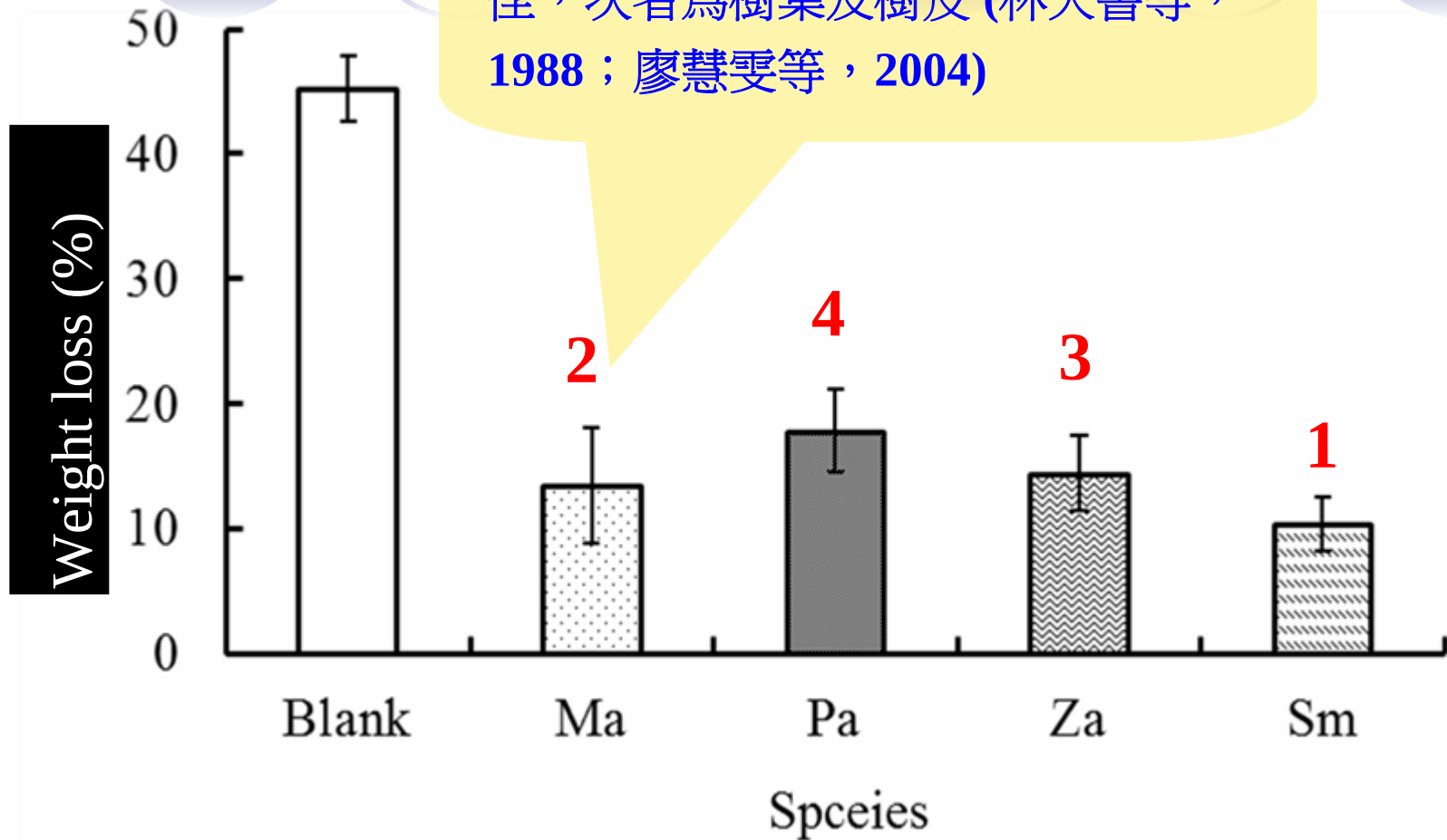
濾紙試驗法：白蟻致死率



Sm：無患子果皮，Ma：棟樹材部，Za：食茱萸材部，
Pa：黃蘗材部，Co：土肉桂

木塊試驗法：木塊重量損失率

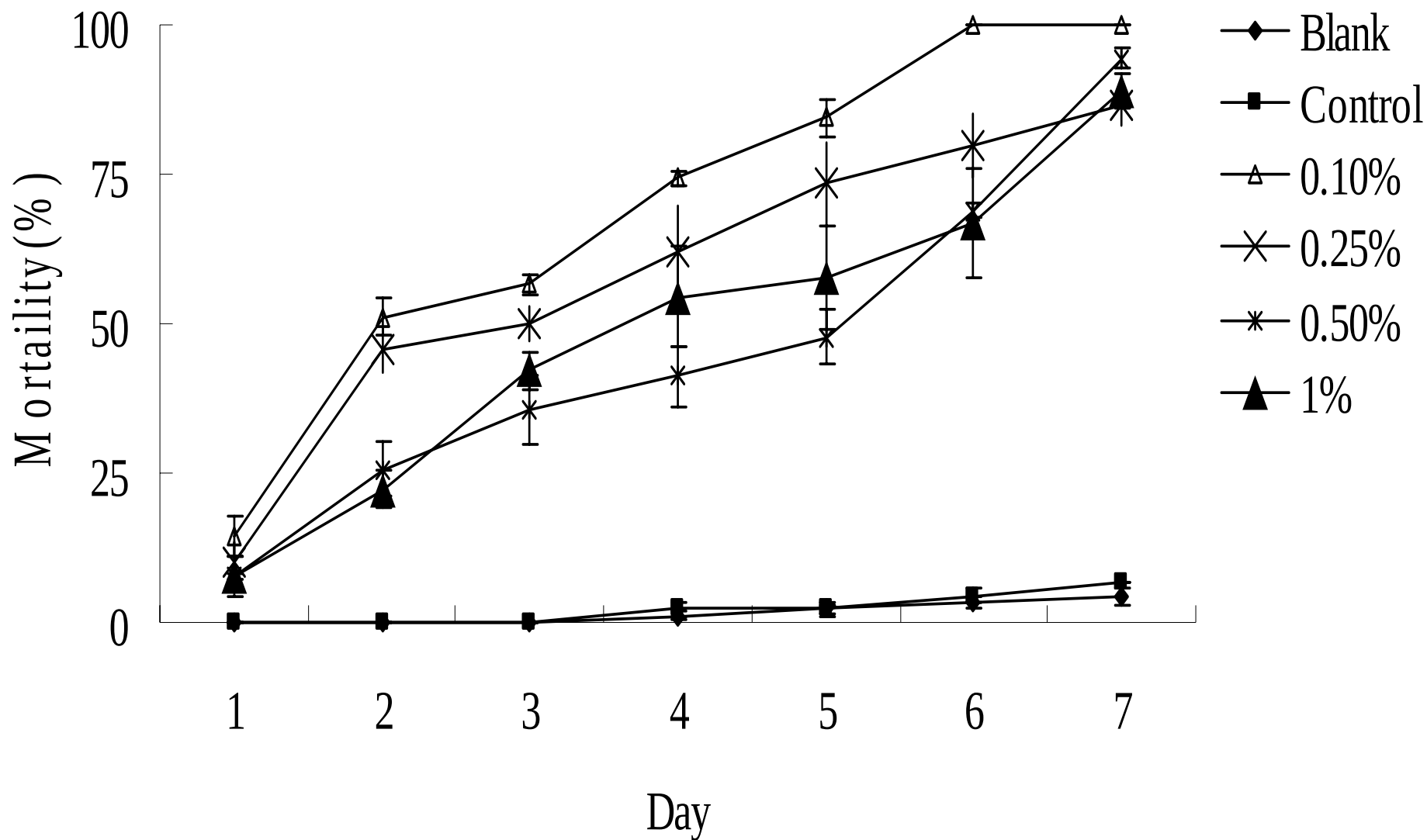
棟樹以其果實萃取物抗白蟻效果最佳，次者為樹葉及樹皮 (林天書等，1988；廖慧雯等，2004)



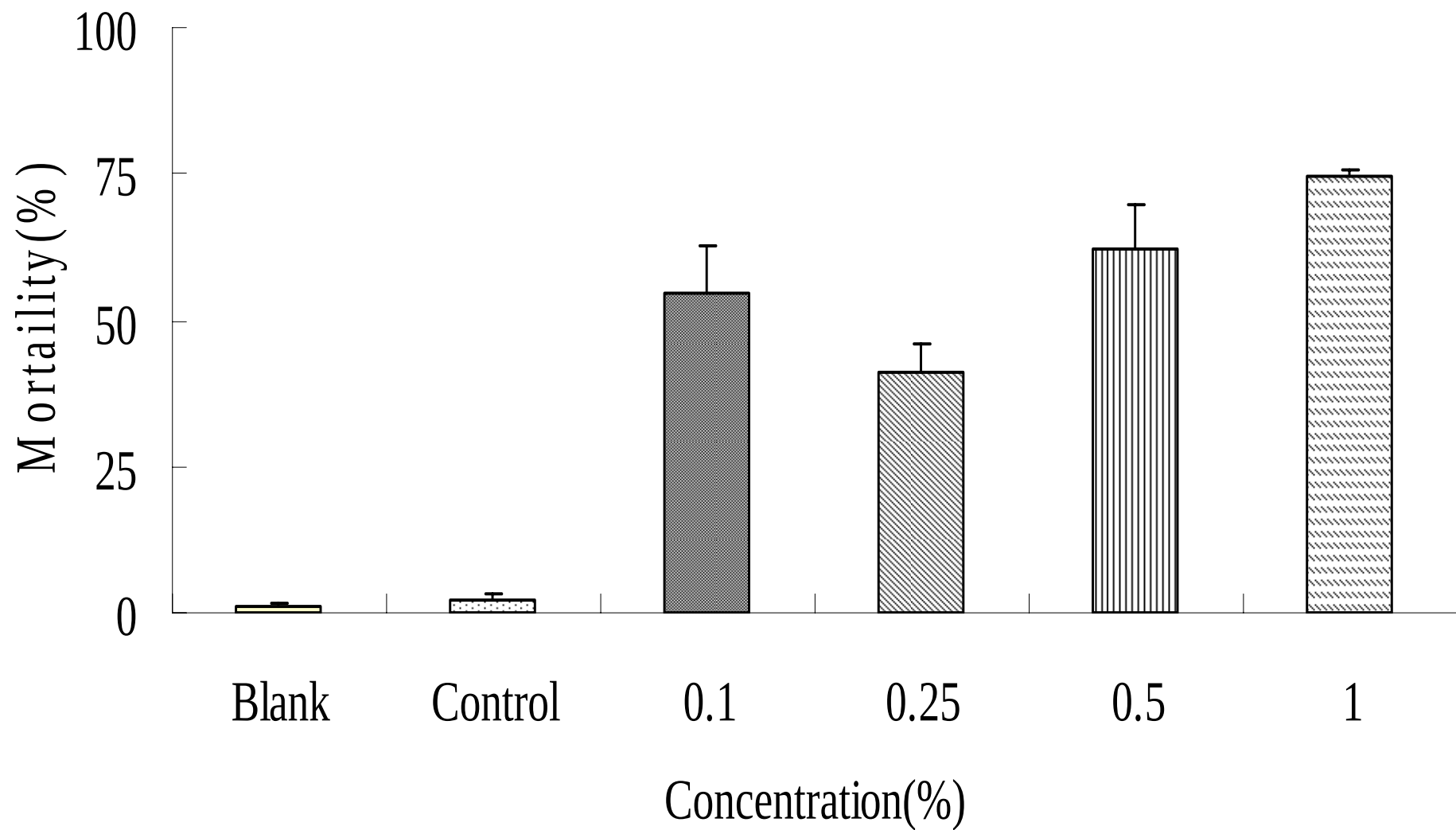
Sm：無患子果皮， **Ma**：棟樹材部， **Za**：食茱萸材部，
Pa：黃蘗材部

無患子(*Sapindus mukorossi*)





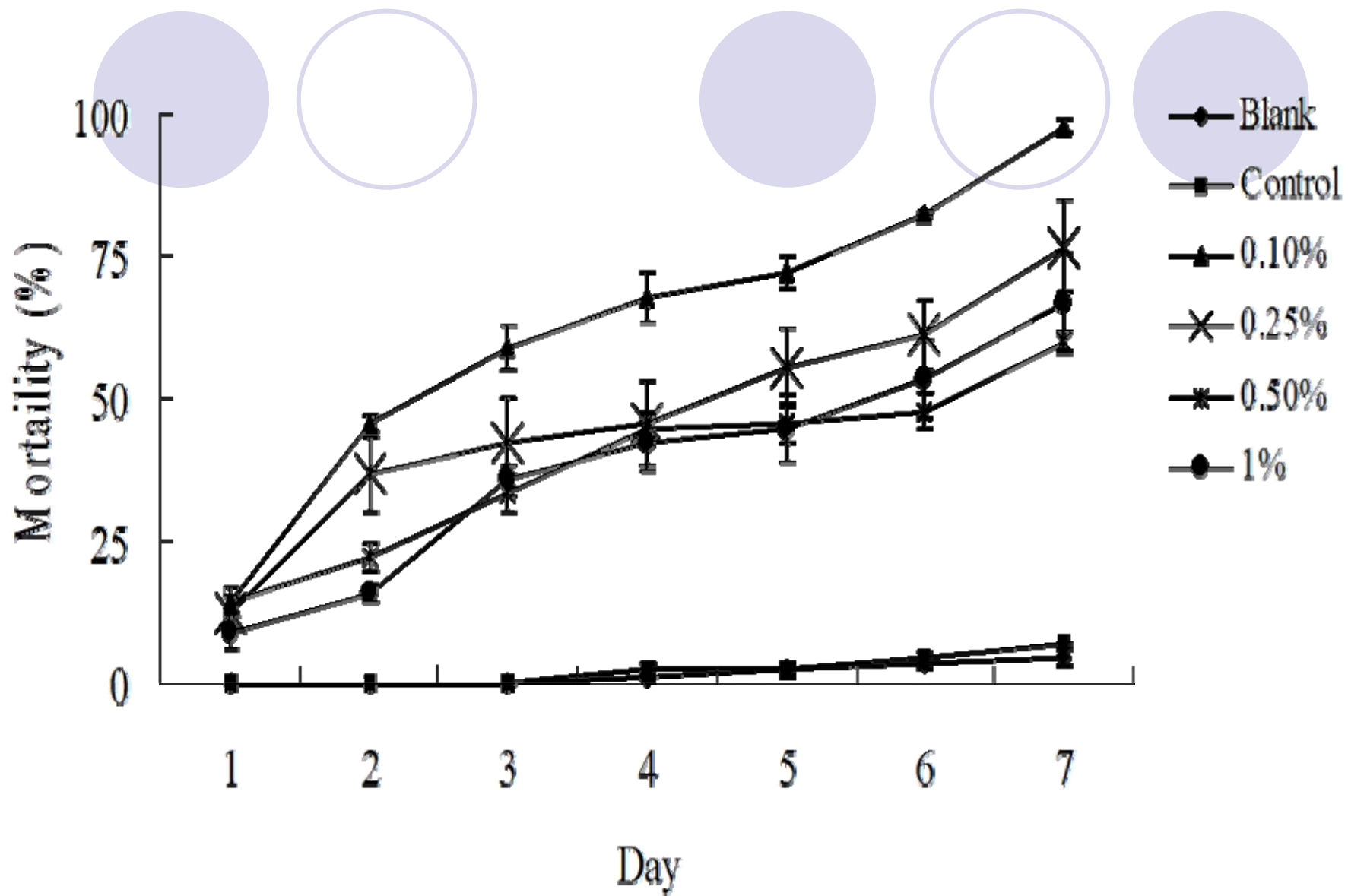
Sapindus mukorossi 不同劑量之致死率



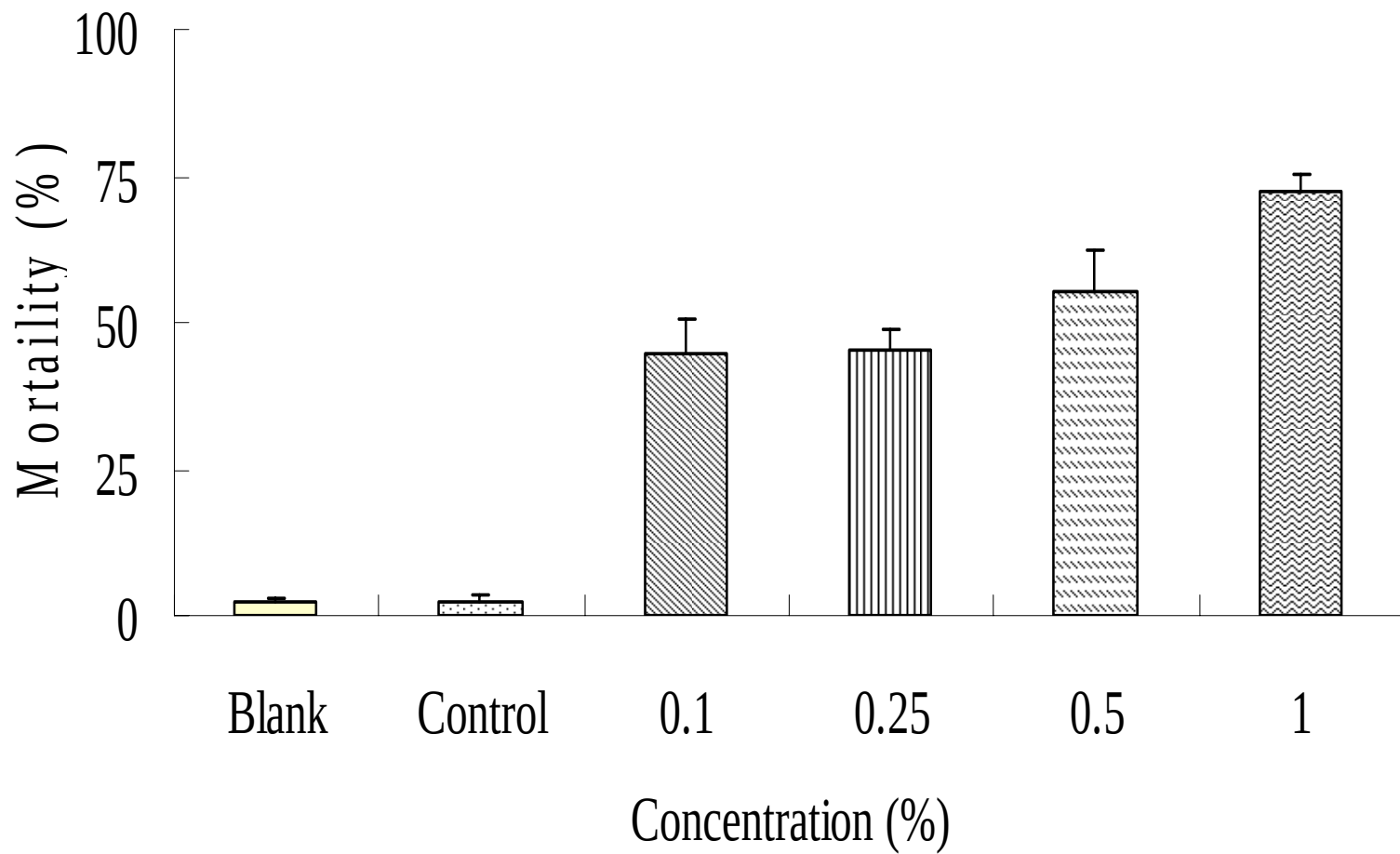
***Sapindus mukorossi*第4天之致死率比較**

苦楝(*Melia azedarach* Linn)





Melia azedarach Linn 不同劑量之致死率

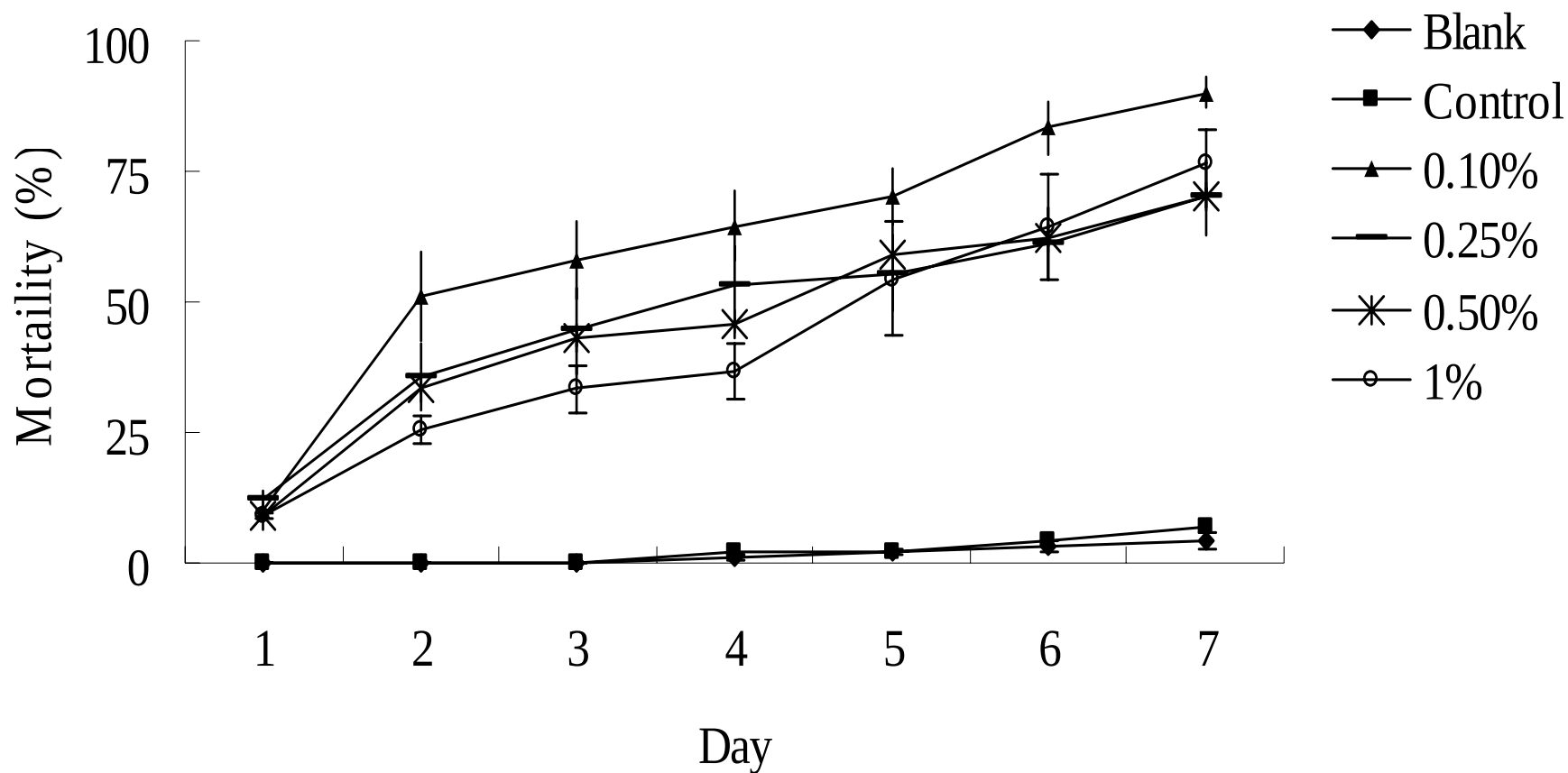


***Melia azedarach* Linn 第5天之致死率比較**

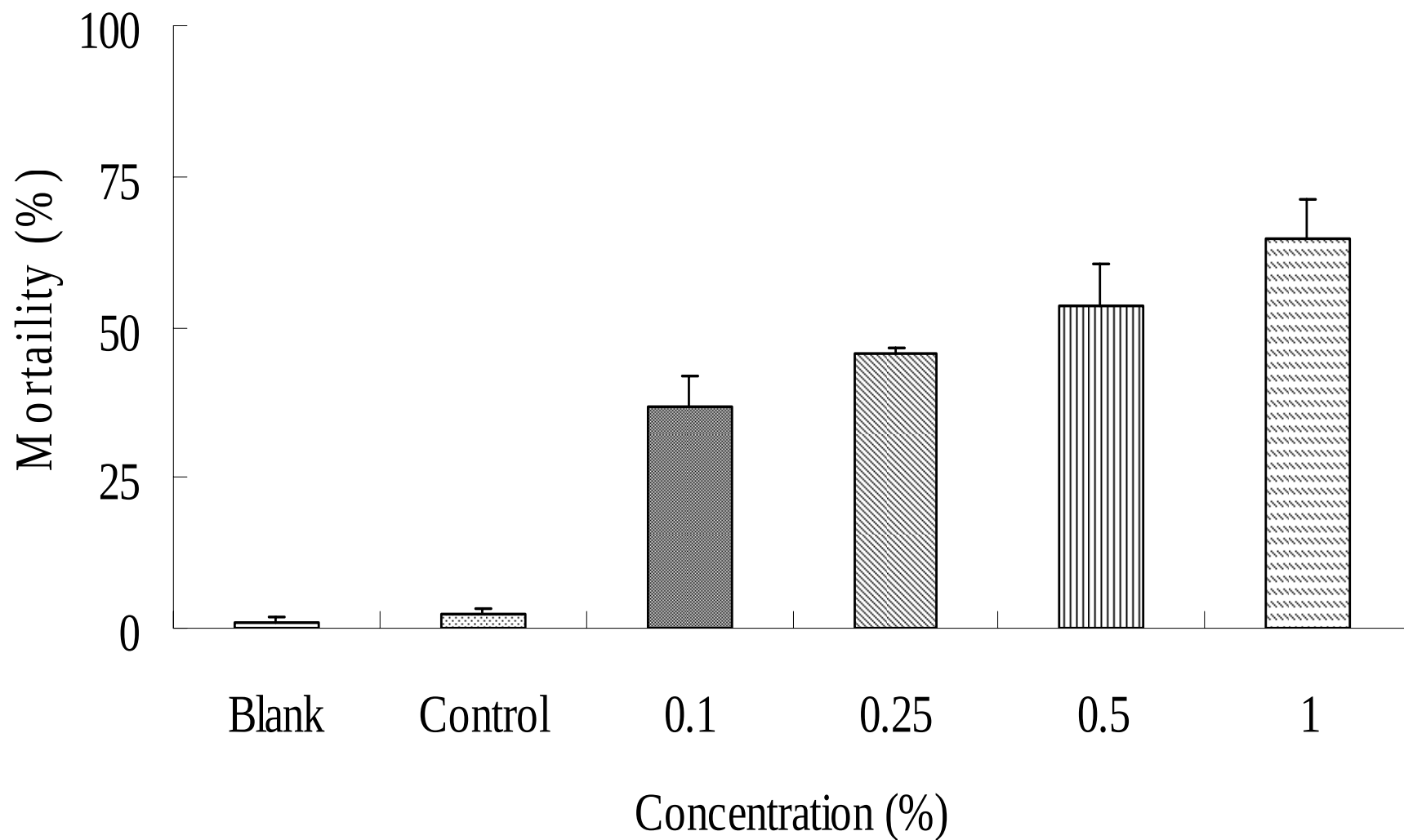
食茱萸 *Zanthoxylum ailanthoides*



Zanthoxylum ailanthoides 不同濃度之致死率



Zanthoxylum ailanthoides 第4天之致死率比較

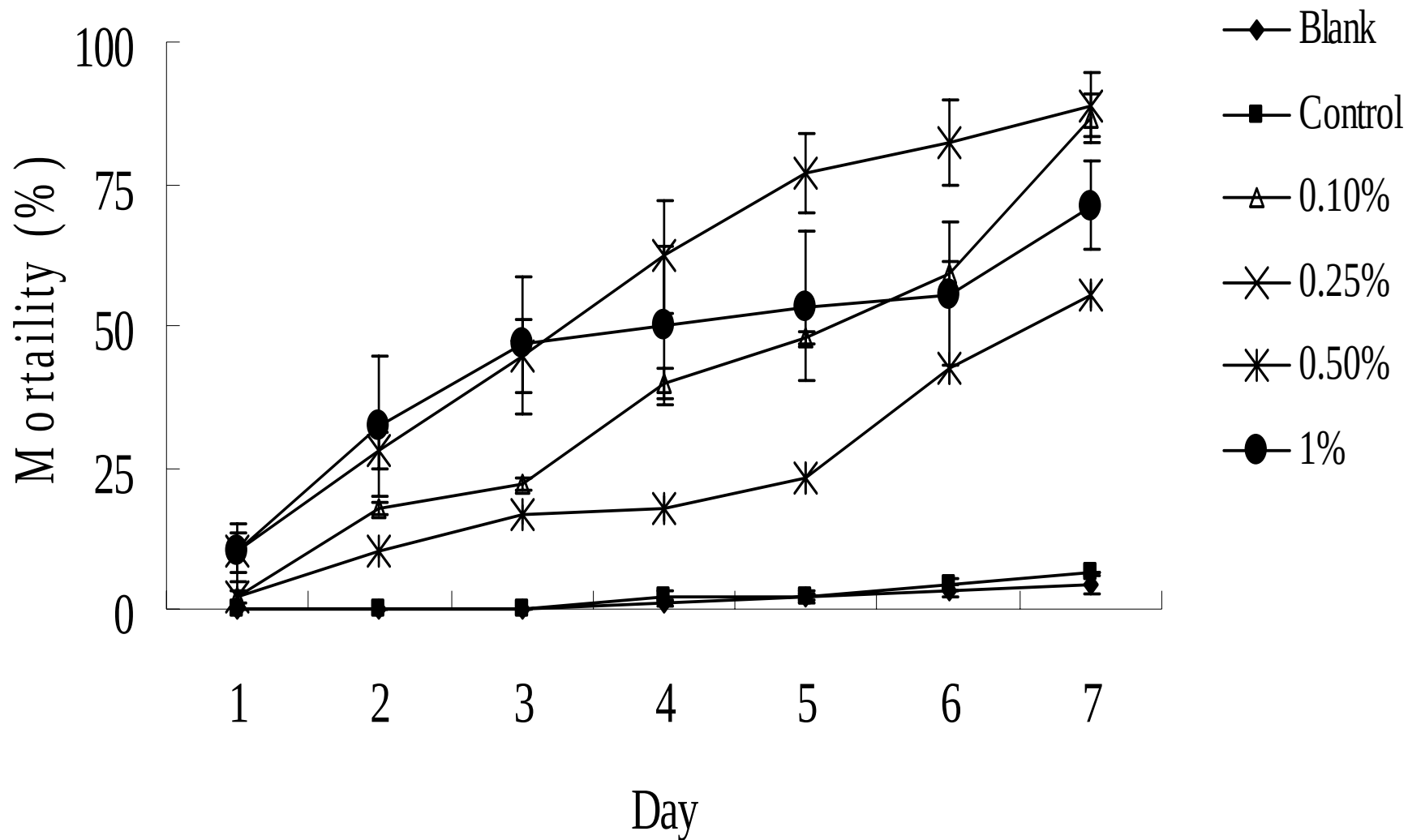




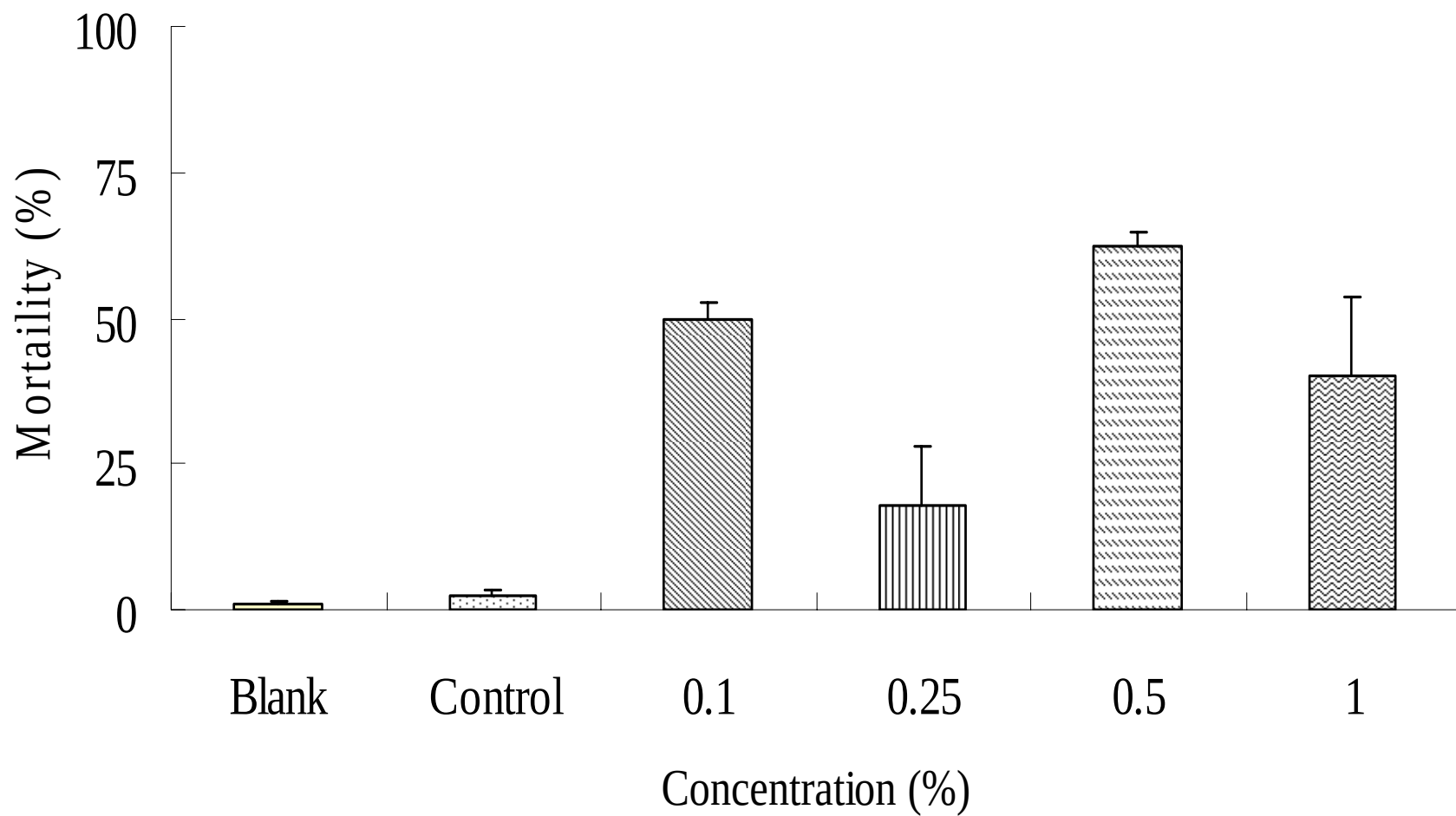
台灣黃蘗

Phellodendron amurense Rupr. var.
wilsonii (Hayata & Kanehira) Chang



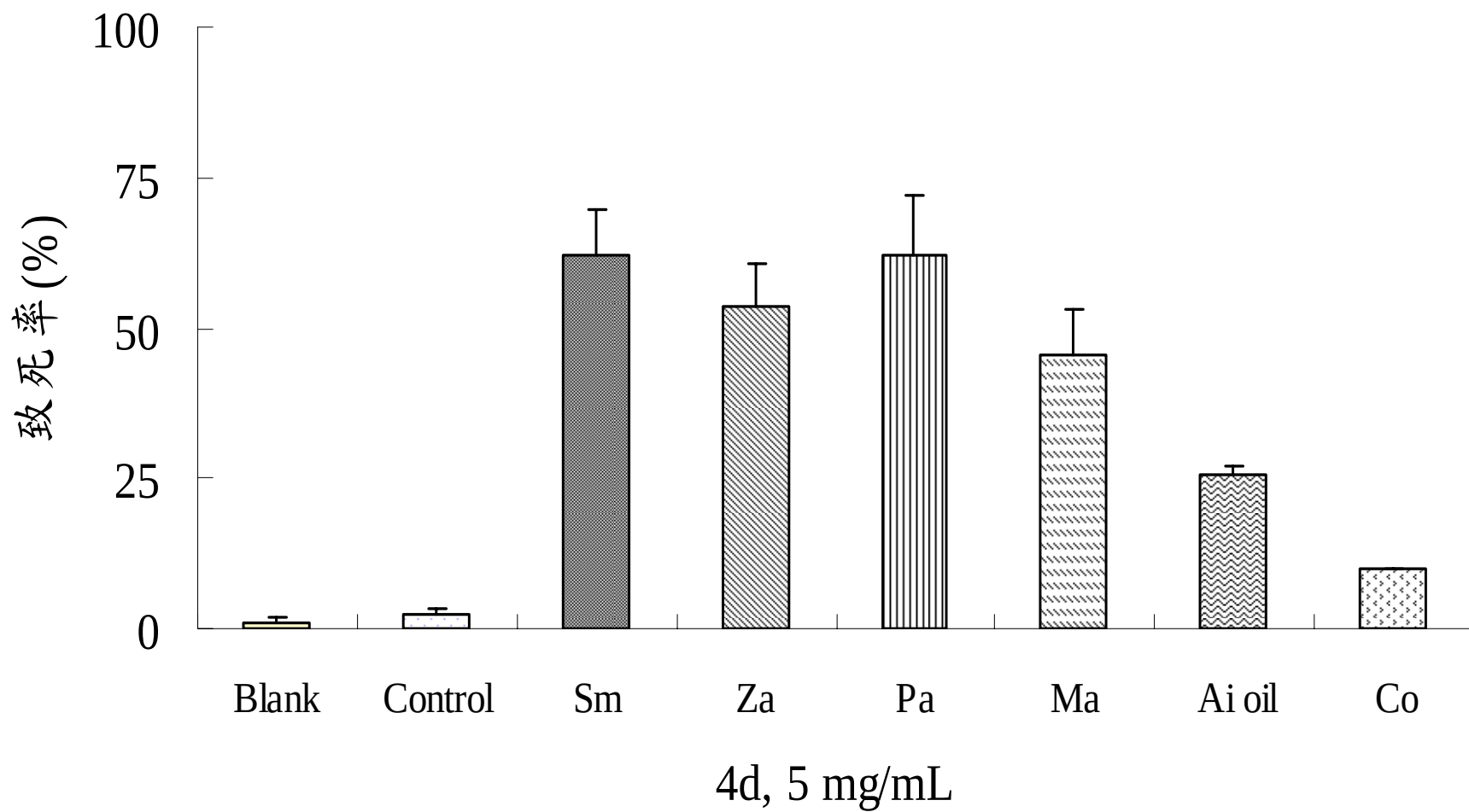


*Phellodendron amurense*不同濃度之致死率



***Phellodendron amurense* 第4天之致死率比較**

各試驗樹種甲醇抽出物對家白蟻致死活性比較





濾紙試驗達第四天時劑量0.5 % 處理之濾紙
可達50%者:

- *Sapindus mukorossi*
- *Phellodendron amurense* Rupr. var. *wilsonii*
(Hayata & Kanehira) Chang
- *Zanthoxylum ailanthoides*
- *Melia azedarach* Linn. (5 days)

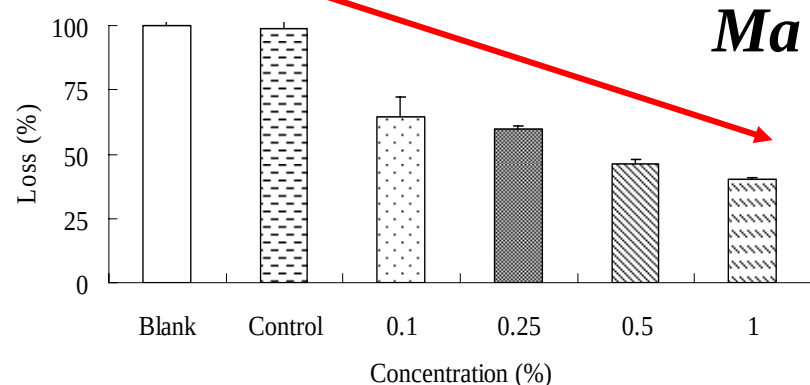
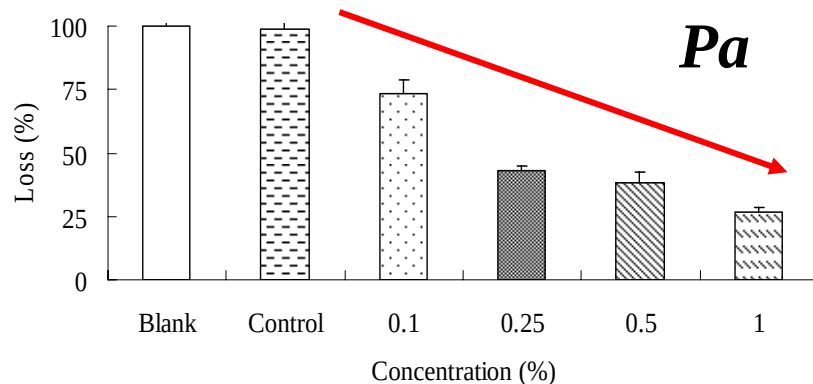
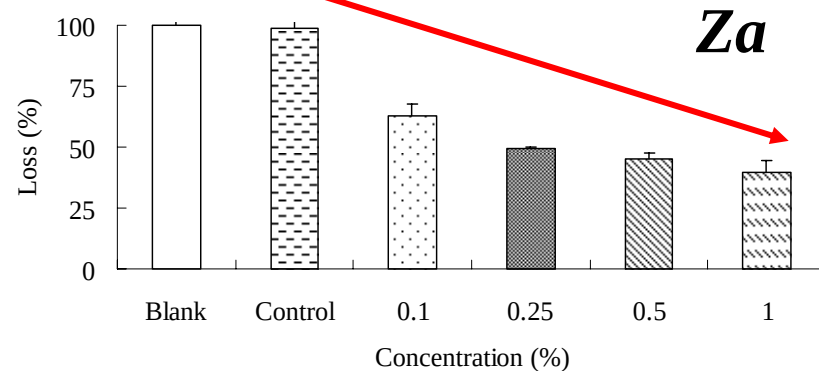
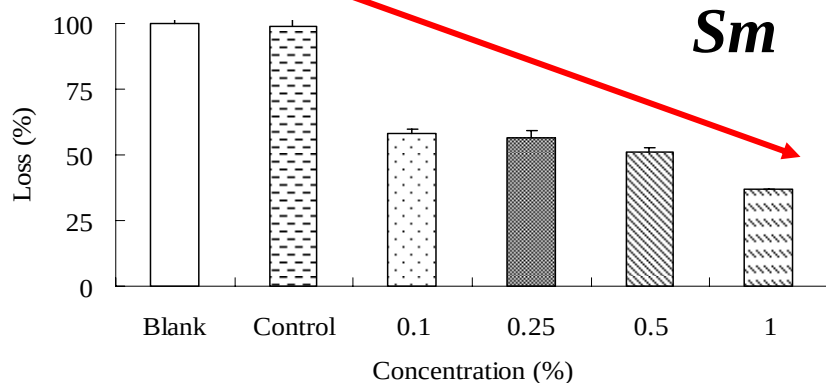


以上四種樹種在試驗時以劑量0.5 % 處理過之濾紙餵食後第四天時皆可達50 % 以上的死亡率。

台灣苦楝處理組在第四天時以達致死率45%以上而在第五天時超過50%，致死效果較溫和。

劑量0.25 % 以下之致死效果較差在第5日後才可達到50%以上，因此以5 mg/mL作為最低致死濃度。

家白蟻之濾紙啃食量趨勢評估



當處理劑量(mg/mL)越高則家白蟻之濾紙啃食量越低

綜合試驗結果比較四種有效樹種之抗白蟻效果

劑量(%)	優	良	普通
1	無患子 食茱萸	苦楝	*黃蘗
0.5	無患子	黃蘗 食茱萸	苦楝
0.25	食茱萸	無患子	苦楝
0.1	無患子	黃蘗	食茱萸

無患子 $\geq$ 食茱萸 $>$ 苦楝 $\approx$ 黃蘗

經劑量1、0.5 %試驗後可得無患子果實、食茱萸有較好抗白蟻效果。未來可選擇：

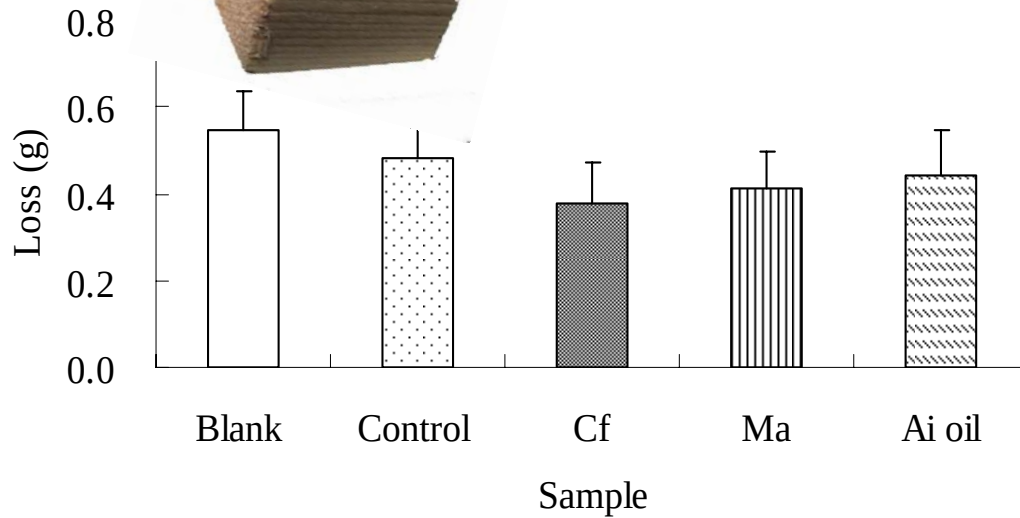
Sapindus mukorossi 、 *Zanthoxylum ailanthoides*

這兩種樹種進行更進一步的試驗。

台灣家白蟻之砂瓶木塊試驗

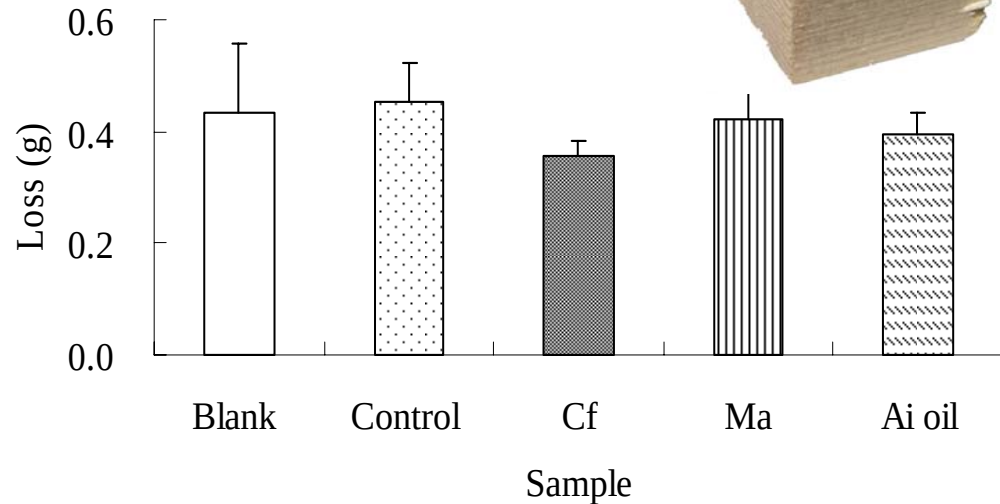


Pine



(劑量1%，白蟻30隻，工蟻:兵蟻 = 9:1)
Cf:台灣肖楠抽出物

Spruce



Pine
Blank



Pine
Cf



Pine
Ma



Pine
Ai oil



**Spruce
Blank**



**Spruce
Cf**



**Spruce
Ma**



**Spruce
Ai oil**



本次砂瓶木塊試驗初步以30隻白蟻進行一個月，結果顯示浸漬植物抽出物之組別無顯著啃食現象而空白組就顯現較嚴重之啃食情況。証明台灣肖楠、苦楝幹材抽出物及印度楝油具有防蟲效果。

野地試驗 (60日)

Concentration: 1%

打樁 2009/12/30
取出 2010/02/25



Spruce	試驗前(g)	試驗後(g)	啃食量(g)
Control	40.3	37.9	2.4
Cf	34.75	33.75	1

打樁 Spruce 木條

2010/03/09

浸漬食茱萸幹材甲醇抽出物，濃度 5%



Blank&浸漬組各40枝



野地試驗之重量

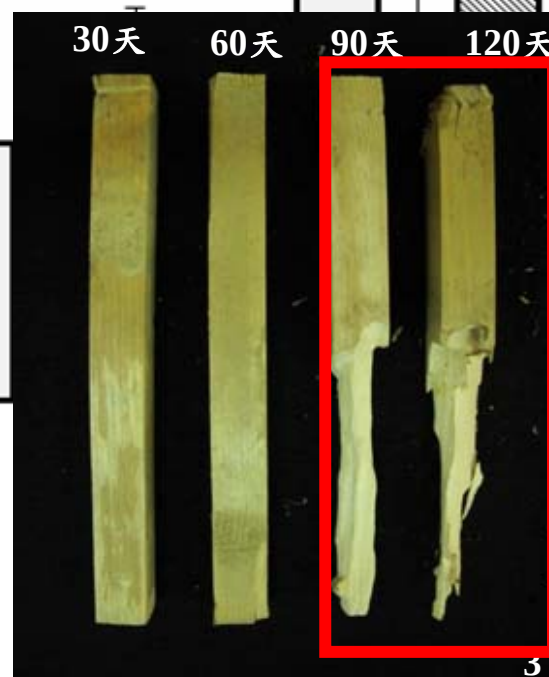
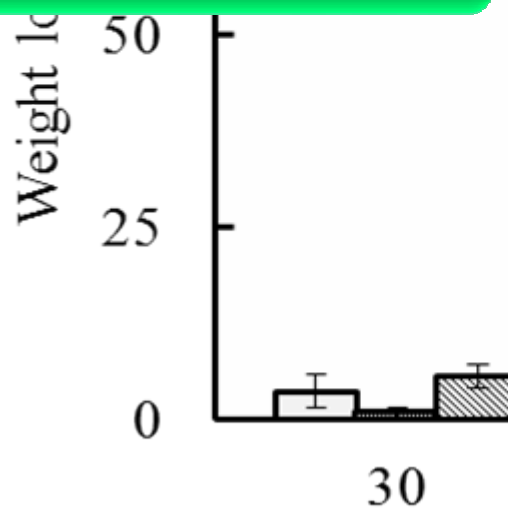
1 未浸漬

2 浸漬葉部抽出物

3 浸漬材部抽出物

試驗

浸漬後之木條



抽出物野外長期耐候試驗評估

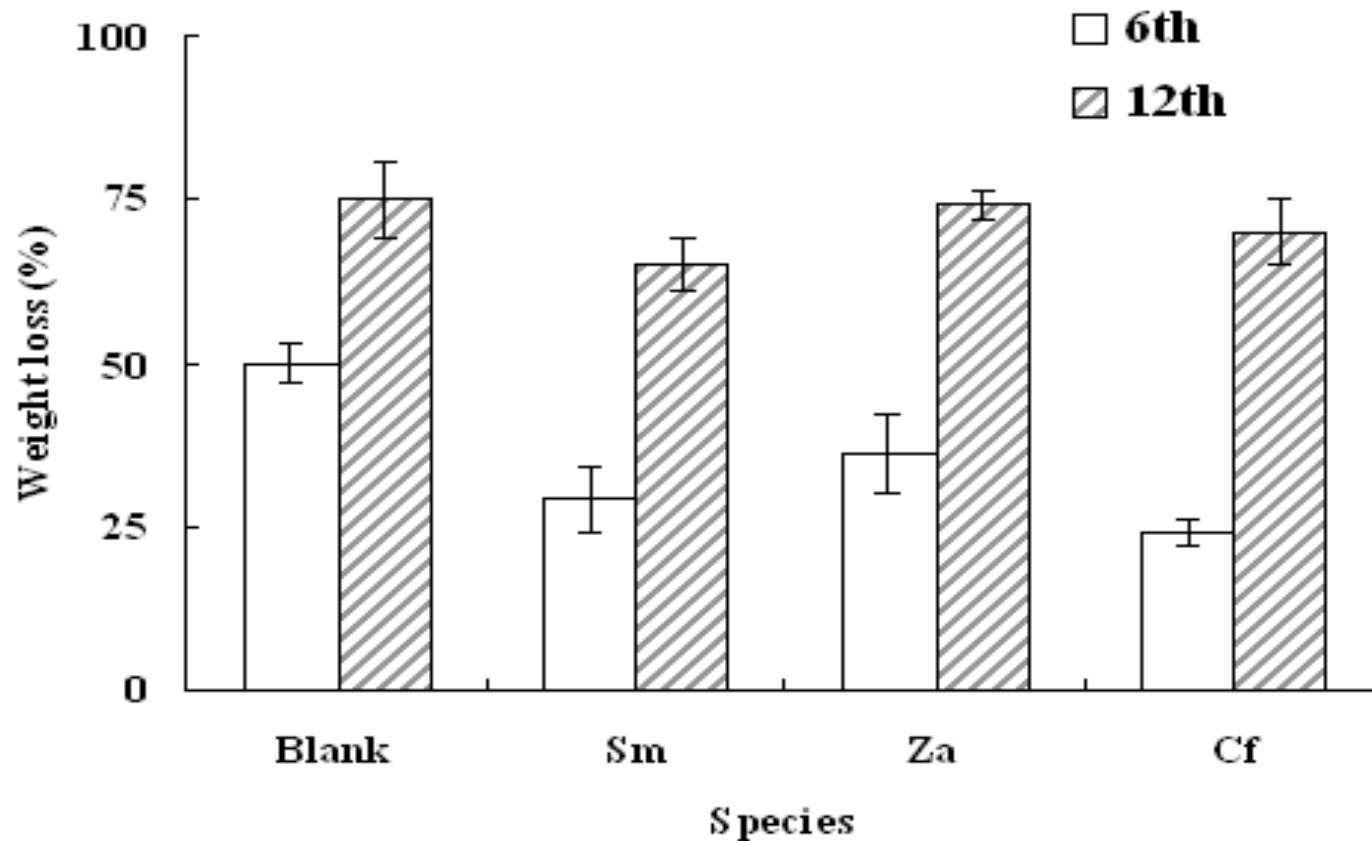
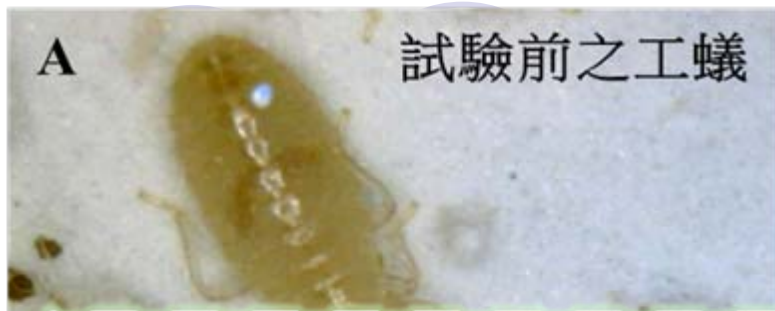


圖 野地試驗理6及12個月後之木樁重量損失率
(Sm：無患子，Za：食茱萸，Cf：肖楠)



圖 餵食浸漬食茱萸葉部精油及抽出物濾紙家白蟻之死亡外觀



以棟樹為材料進行抗白蟻之試驗

棟樹水萃取液造成家白蟻消化道、胃部萎縮
及尾部有黑色分泌物之死亡型態較相符合。

↘ (林天書、王振瀾，1988；廖慧雯，2004)



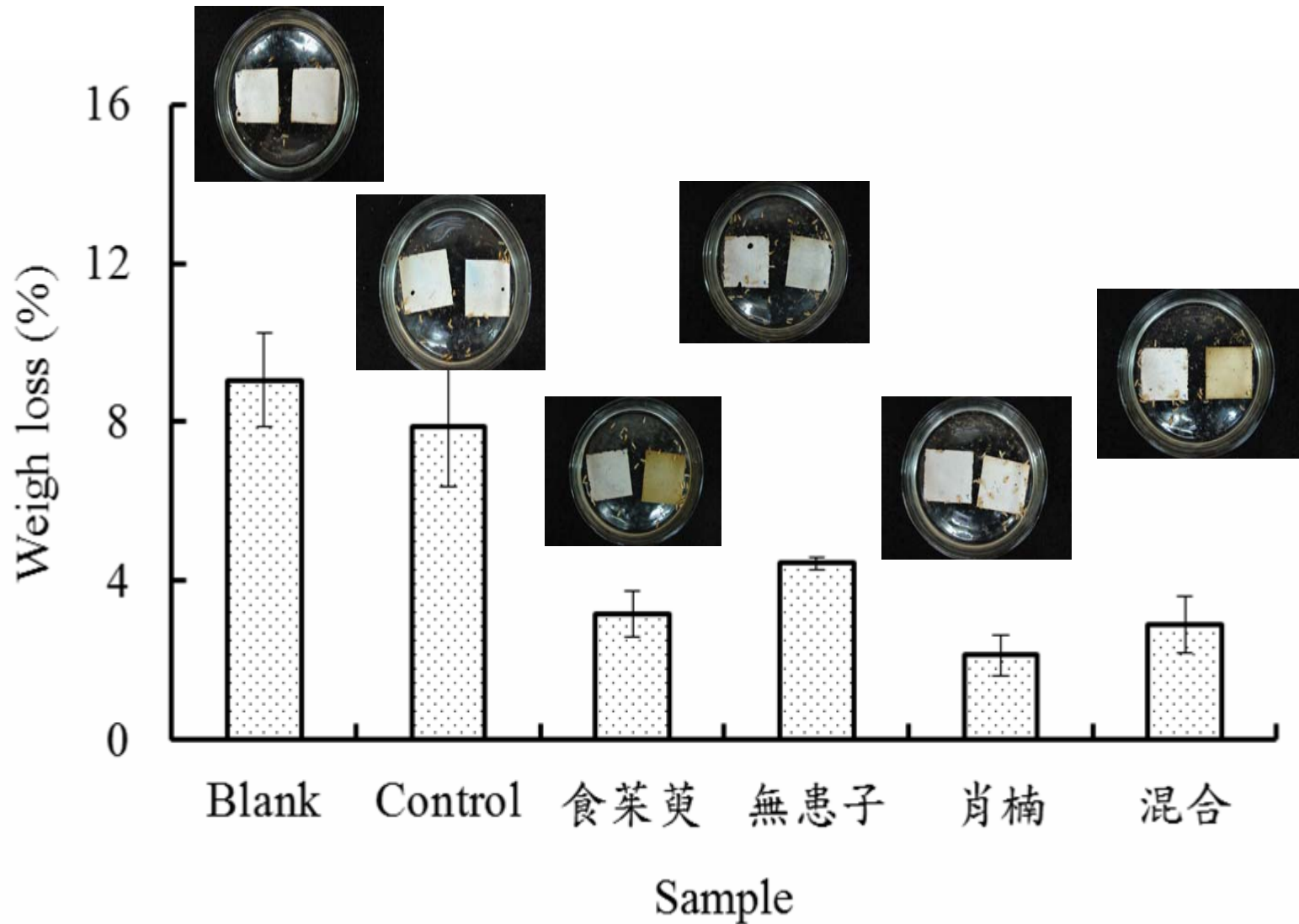
餵食食茱萸葉部精油及抽出物浸漬濾紙之家白蟻死亡型態

肖楠
苦棟
無患子
黃蘗
食茱萸



試製白蟻防治噴劑(濃度1%)

白蟻啃食含不同植物配方濾紙7天後之重量損失率



結論

結 論

1. 無患子果實、食朱萸、台灣黃蘗及苦楝材部之甲醇抽出物具有優良的家白蟻防治效果，在濾紙初篩試驗方面發現無患子果實、食茱萸及苦楝材部甲醇抽出物具有較佳抗白蟻效果。

2. 經木塊抗白蟻試驗証實，浸漬具抗白蟻之樹種抽出物能有效抑制家白蟻啃食木塊之行為，然而無患子果實和食朱萸及苦楝幹材甲醇抽出物對白蟻致死機制可能分別是經由忌食及直接接觸造成死亡，這一部分其抗白蟻之作用機制可於未來進一步探討。



結 論

3.未來之試驗則將其抗白蟻活性之抽出物成分分離，並篩選出主要抗白蟻活性成分。

4.綜合實驗結果得知食茱萸及無患子果實可以抑制台灣家白蟻之危害，而在戶外應用上尚須克服天候及時效性的問題。如能進一步開發及提升抽出物注入時效性，則可提供將來在白蟻防治上的方向及應用，將具有發展成符合環保需求的白蟻防治劑之潛力。



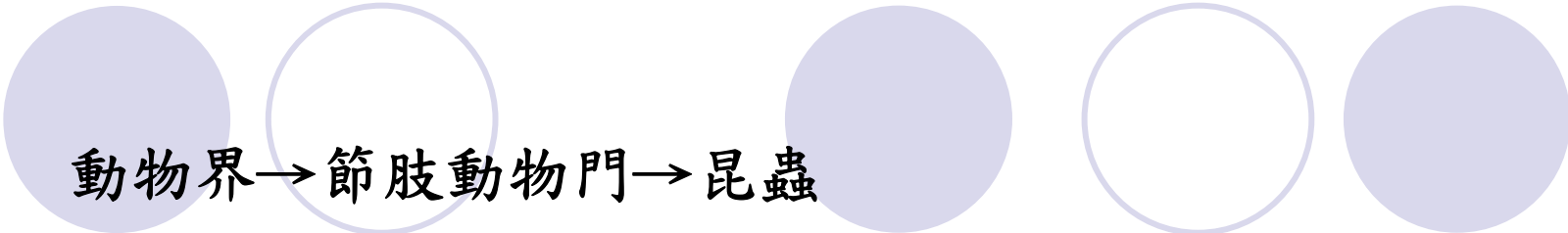
衷心感謝

財團法人福田樹木保育基金會
提供研究經費

林業試驗所游漢明博士、傅春旭
博士鼎力協助試驗。



謝謝聆聽
敬請指正



動物界→節肢動物門→昆蟲

綱→等翅目

澳白蟻科木白蟻科

原白蟻科

草白蟻科

鼻白蟻科

齒白蟻科

白蟻科

→屬

等翅目 Isoptera

白蟻 --white ant or
termite

世界：2000 種

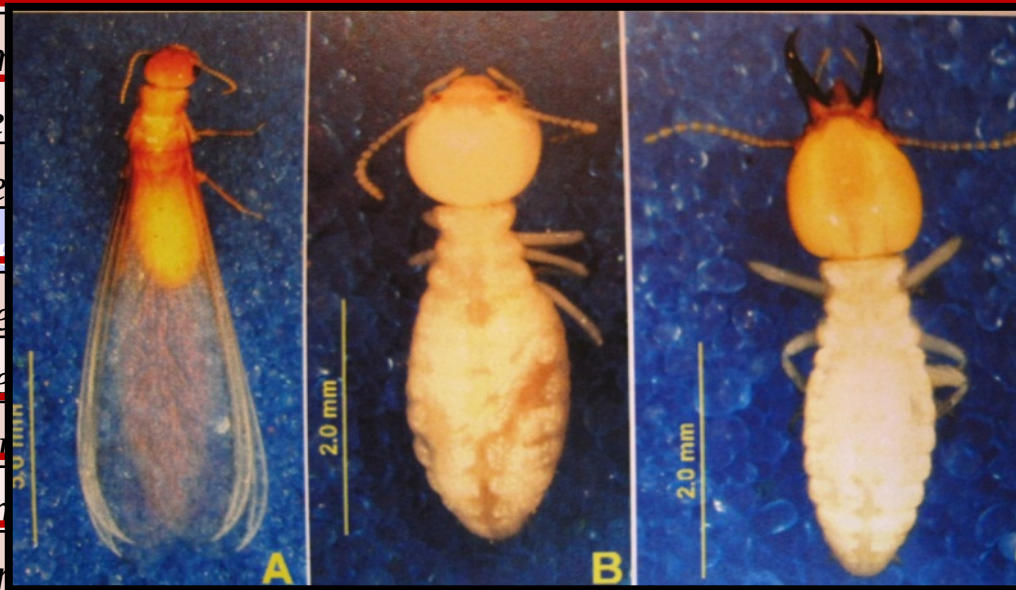
臺灣：16 種

圖 白蟻的分類地位

台灣產白蟻名錄

(李後峰, 2010)

科名、學名		中文名	形	翅	蟻	工蟻	兵
Termitidae 白蟻科							
1	? <i>Nasutitermes kinoshiae</i> (Hozawa, 1915)	木下象白蟻		O	O	O	O
2	<i>Nasutitermes parvonasutus</i> (Shiraki, 1911)	小象白蟻		O	O	O	O
3	<i>Nasutitermes takasagoensis</i> (Shiraki, 1911)	高砂象白蟻		O	O	O	O
4	<i>Odontotermes</i>			O	O	O	O
5	<i>Pericaprite</i>			O	O	O	O
6	<i>Sinocaprite</i>			O	O	O	O
Rhinotermitidae							
7	<i>Coptotermes</i>			O	O	O	O
8	<i>Coptotermes</i>			O	O	O	O
9	<i>Prorhinotermes</i>			O	O	O	O
10	<i>Reticulitermes</i>			O	O	O	O
11	? <i>Reticulitermes</i>			O	O	O	O
Kalotermitidae 木白蟻科							
12	<i>Cryptotermes domesticus</i> (Haviland, 1898)	台灣家白蟻		O	O	O	O
13	<i>Glyptotermes fuscus</i> (Oshima, 1912)	截頭堆砂白蟻 (<i>Coptotermes formosensis</i>) 黑樹白蟻		O	O	O	O
14	<i>Glyptotermes satsumensis</i> (Matsumura, 1904)	薩摩樹白蟻		O	O	O	O
15	<i>Incisitermes inamurae</i> (Oshima, 1912)	稻村楹白蟻		O	O	O	O
16	<i>Neotermes koshumensis</i> (Shiraki, 1909)	恆春新白蟻		O	O	O	O
Termopsidae 原白蟻科							
17	<i>Hodotermopsis sjoestedti</i> (Holmgren, 1911)	山林原白蟻		O	O	O	O



台灣家白蟻分布

活動溫度 10-35°C
Smythe *et al.*, 1972

適應性

1960年代中葉

流



蕭文鳳(1998)

族群

1998年4月

Edwards, R. & A. E. Hill (1987)

破壞力強

白蟻的生活史



蟻后每天產30000顆蛋，平均壽命15年
左右，所以一隻蟻后一生可產 ??? 顆蛋
 $30,000 \times 365 \times 15 = 164,250,000$ (顆)



白蟻之防治發展



物理防治法 (Physical control)



生物防治法 (Biological control)



化學防治法 (Chemical control)



物理防治法 (Physical control)



環境管理!!!

食物

水源

透光

乾燥

屏障

材料

今村祐嗣等，2000
廖國棟，2003

生物防治法 (Biological control)

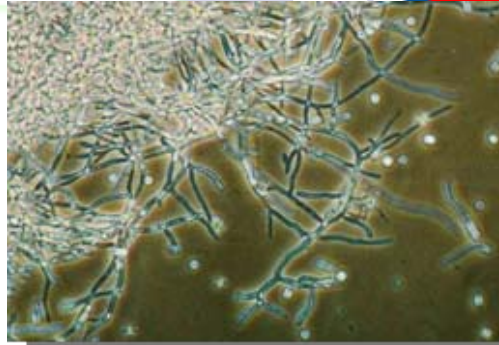
白蟻

捕食性天敵

病原微生物

魚

食物鏈



天敵

綠僵菌



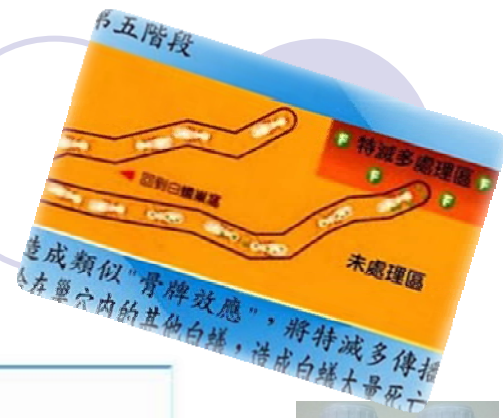
黃麴菌

化學防治法 (Chemical control)

胃毒滅蟲

接觸滅蟲

燻蒸滅蟲



木塊試驗法 AWP A E1

放入 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$, 90%RH生長箱30天



1:9

白蟻致死率

木塊重量損失率

王振瀾等(1993)

林天書等(1995)

木塊試驗法 DIN EN118

直徑2 cm



1:9

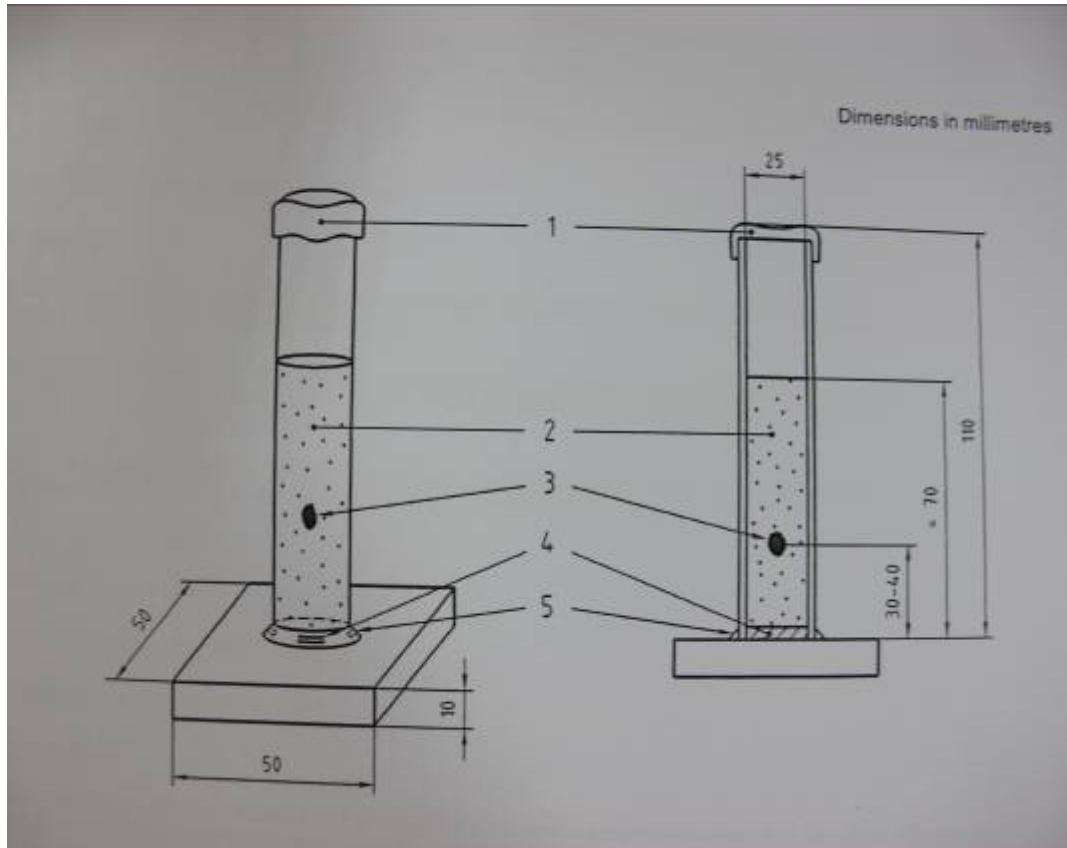
白蟻致死率

木塊重量損失率

野地木條試驗 苦楝及黃蘗幹材組，濃度5%

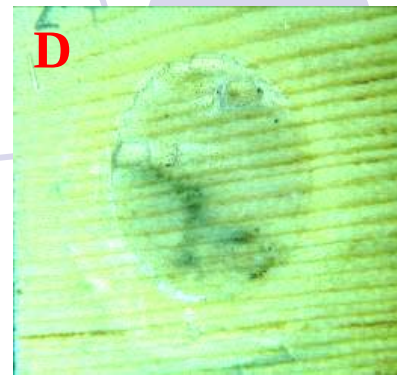
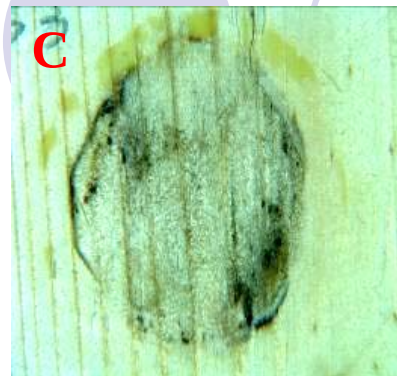
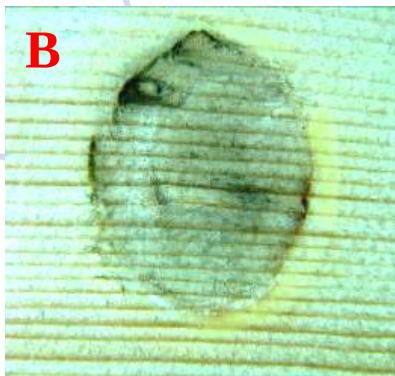
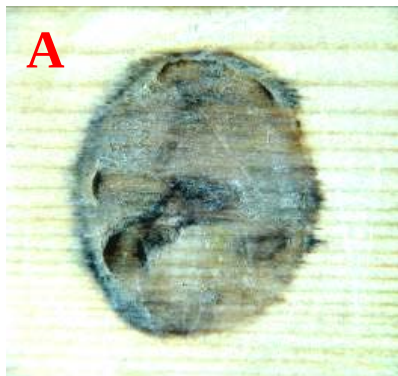
木塊試驗 砂瓶木塊法(白蟻100隻，工蟻:兵蟻 =9 : 1)

歐盟標準木塊試驗 (DIN EN 118)



1. Foil cap
2. Substrate
3. Fragment of culture wood
4. Insert disc
5. Adhesive

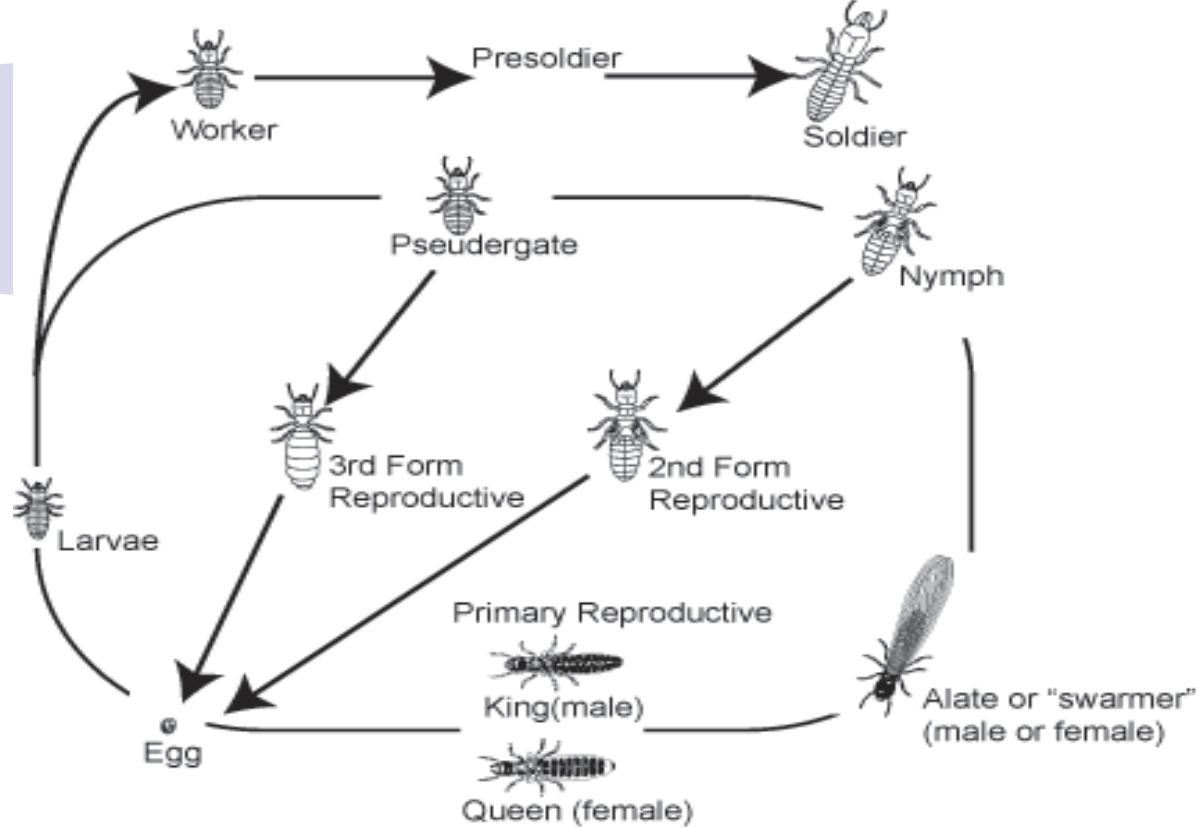
DIN EN 118法



傳統木塊法



圖 為白蟻對不同處理之木塊啃食情況 (A, E:空白對照組; B, F: 溶液控制組; C, G:無患子果實抽出物浸漬; D, H:食茱萸葉部抽出物浸漬)



平均壽命



蟻后
約為12~20年



蟻王
約為12~20年



工蟻
約為2~5年



兵蟻
約為2~3年

圖 白蟻生活史

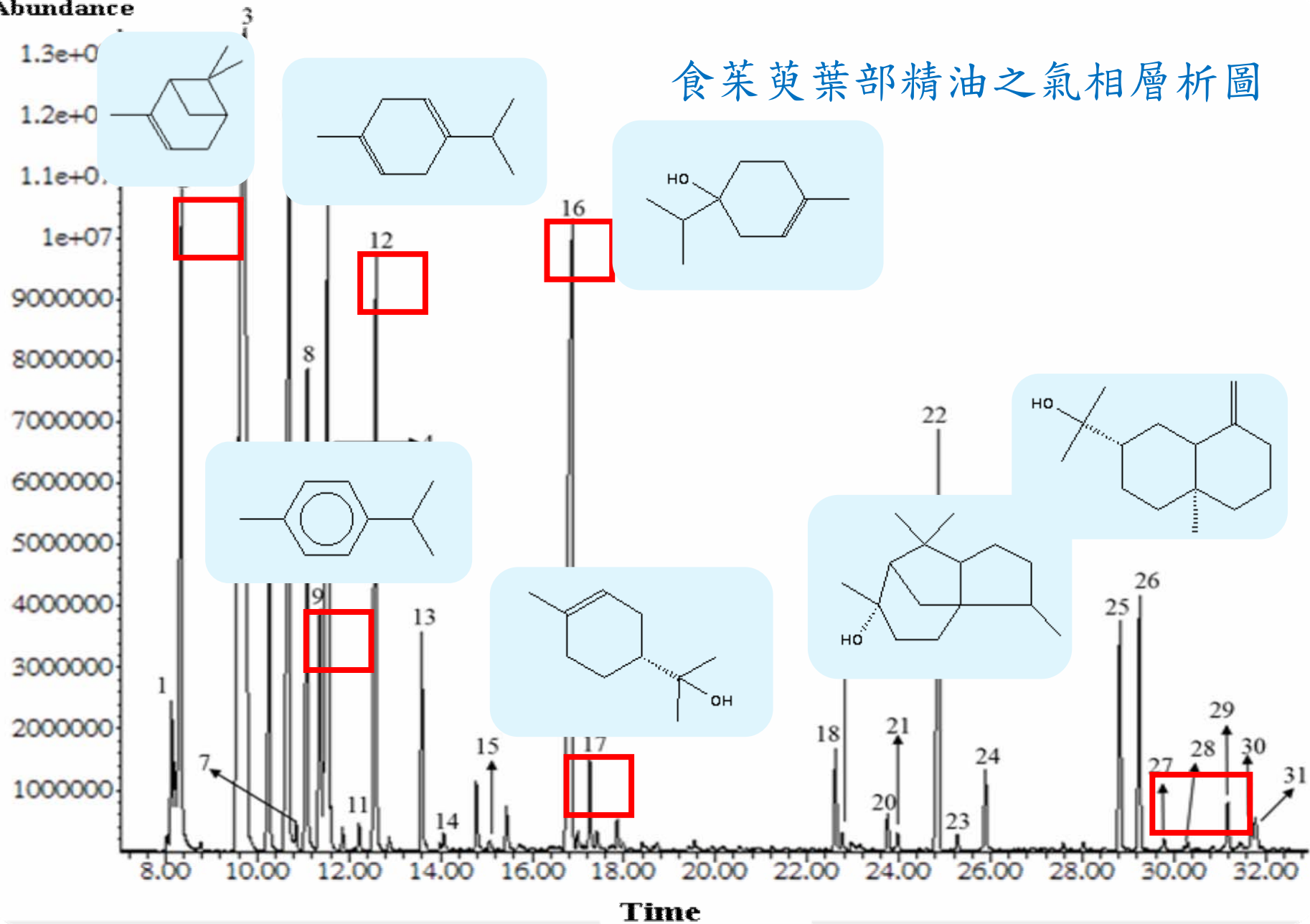
表 食茱萸葉部精油成分之離子碎裂片段數據

^dMolecular formula

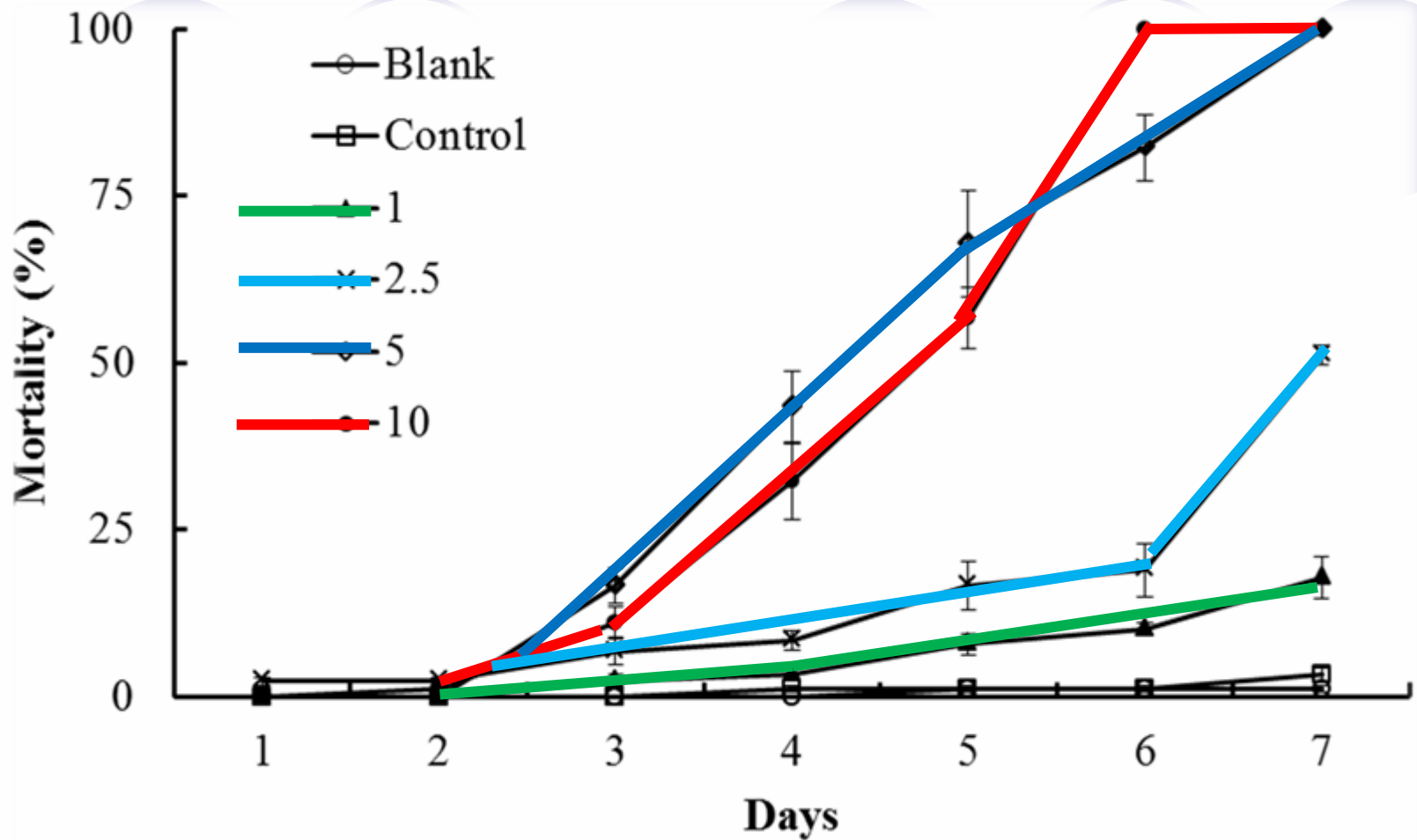
No	Compound	M.f ^d	Base peak	Ion fragments
1	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆	93	77(34), 136(15), 105(7), 65(5)
2	α -Pinene	C ₁₀ H ₁₆	93	91(41), 77(27), 121(16), 105(12), 136(12)
3	Sabinene	C ₁₀ H ₁₆	93	77(38), 136(22), 80(12), 69(8), 121(7)
4	β -Pinene	C ₁₀ H ₁₆	93	69(38), 79(22), 77(21), 121(15) ,136(14)
5	β -Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	93	69(64), 79(16), 53(8), 121(7), 136(5)
6	α -Phellanderene	C ₁₀ H ₁₆	93	77(37), 136(34), 65(5), 105(3), 51(3)
7	Carene	C ₁₀ H ₁₆	93	77(33), 136(25), 121(23), 105(16), 80(14)
8	α -Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	121	93(74), 136(55), 77(38), 105(26)
9	p-Cymene	C ₁₀ H ₁₆	121	134(32), 91(21), 117(14), 115(5), 77(4)
10	β -Phellandrene	C ₁₀ H ₁₄	119	136(40), 68(37), 77(32), 121(18), 107(12)
11	trans- β -Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	93	79(51), 105(42), 121(33), 53(22), 67(19)
12	γ -Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	93	91(49), 79(48), 77(38), 105(32), 121(19)
13	α -Terpinolene	C ₁₀ H ₁₆	121	136(90), 93(86), 91(45), 79(33), 105(25)
14	Linalool	C ₁₀ H ₁₈ O	71	93(90), 55(47), 121(32), 80(29), 67(22)
15	allo-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	121	136(45), 105(42), 91(32), 79(27)
16	4-Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	71	93(74), 121(63), 111(42), 69(42), 136(19)
17	α -Terpineol	C ₁₀ H ₁₈ O	59	111(89), 93(89), 154(82), 86(51), 136(38)
18	α -Terpinyl acetate	C ₁₀ H ₁₆	121	93(63), 136(62), 79(14), 107(12) , 67(11)
19	Cytronellyl acetate	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	95	81(97), 69(88), 123(81), 138(51) ,55(45)
20	Geraniol acetate	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	69	93(30), 121(23), 136(19), 80(11), 53(7)
21	β -Elemene	C ₁₅ H ₂₄	93	93(86), 105(73), 79(59), 133(55), 67(53)
22	Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	133	93(84), 79(63), 67(62), 105(55) ,120(44)
23	Germacrene B	C ₁₅ H ₂₄	121	93(56), 105(42), 79(45), 133(29), 147(27)
24	α -Humulene	C ₁₅ H ₂₄	93	121(42), 80(32), 147(25), 107(18), 67(12)
25	Elemol	C ₁₅ H ₂₆ O	161	93(99), 59(93), 107(66), 121(56), 81(5)
26	Nerolidol	C ₁₅ H ₂₆ O	69	93(82), 107(52), 136(36), 161(33), 81(32)
27	Caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O	79	93(90), 69(62), 109(53), 105(51), 55(42)
28	Cedrol	C ₁₅ H ₂₆ O	150	95(85), 107(33), 81(33), 135(32), 69(30)
29	γ -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	189	161(73), 204(73), 133(37), 91(29), 105(25)
30	β -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	149	59(92), 164(51), 122(42), 93(42), 109(36)
31	α -Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	149	161(88), 204(82), 189(81), 59(74), 93(38)

Abundance

食茱萸葉部精油之氣相層析圖



Time



以不同濃度(mg/mL)之Cedrol進行濾紙抗家白蟻試驗7天後之致死率