

中臺科技大學生物科技暨醫學工程研究所  
Graduate Institute of Biotechnology and Biomedical Engineering  
Central Taiwan University of Science and Technology

碩士論文

Master Thesis

天然精油複合微膠囊應用於台灣鋏蠓之趨避效果  
及其效益評估

Repellent Effects of Applying Microencapsulation of  
Natural Essential Oils to *Forcipomyia taiwana*

指 導 教 授：呂 兆 倉 博 士

共 同 指 導 教 授：樓 靜 文 博 士

研究生：許博揚 撰

Graduate Student: Po-Yang Hsu

中華民國 一 百 零 六 年 七 月

(2017)

中臺科技大學生物科技暨醫學工程研究所

碩士論文指導教授推薦書

中臺科技大學生物科技暨醫學工程暨材料研究所 許博揚

君所提之碩士論文天然精油複合微膠囊應用於台灣缺蠓之趨

避效果及其效益評估，係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授：呂兆倉 (簽章)

共同指導教授：樓靜文 (簽章)

中華民國 一百零六 年 七 月(國字)

中臺科技大學生物科技暨醫學工程研究所

碩士班研究生論文考試委員審定書

中臺科技大學生物科技暨醫學工程研究所，許博揚君所提之  
碩士論文天然精油複合微膠囊應用於台灣缺蠓之趨避效果及  
其效益評估，經本委員會審議，認為符合碩士資格標準。

論文考試委員

委員：林佳弘 (簽章)

呂兆倉 (簽章)

程昭甫 (簽章)

樓靜文 (簽章)

黃建霖 (簽章)

所長：謝玲鈴 (簽章)

中華民國 一百零六年 七 月(國字)

## 作者簡介與誌謝

作者許博揚中華民國雲林人，民國一百零四年六月畢業於中臺科技大學牙體技術暨材料系，同年考取中臺科技大學醫學工程暨材料研究所碩士班，於隔年民國一百零五年更名為生物科技暨醫學工程研究所，攻讀至今。

本論文之實驗與撰寫期間，承蒙恩師呂教授兆倉、樓教授靜文及林教授佳弘悉心指導及提供不虞匱乏的研究資源及經費，也感謝林教授孟娟、李教授憲明、林教授志郎諸位師長之諄諄教誨，給予本論文許多寶貴的意見與指導，使學生結合醫用高分子材料與天然植物精油應用於台灣缺蠓的趨避，本論文得以順利完成，師恩難忘，在此深表感謝之意。

在此亦感謝中臺科技大學的學長姊：陳憶鈞、林鑫葦與同窗羅立達、林建宏，學弟王俊憲以及逢甲大學的學長姊：謝明純、吳宗翰、許炳銓、林政彥、施英輝、呂柏青、黃詩育、莊瑀琿、林孟辰、林美辰、林展毅、邢雅嵐、歐睿仁、譚學仁、黃思傑、董宇傑、林威任與同窗好友傅文佑、黃翎瑋以及學弟妹：林庭如、張家綺、魏群諭，逢甲助理譚秀梅小姐在實驗及論文上的諸多協助，謹致上無限感激。

最後謹以此論文獻給我的父母，感謝父母的教誨與養育之恩，在最艱苦的時候給我鼓勵，同時也感謝教會的弟兄姊妹在我為難時給我空

間扶持我，因著你們的支持鼓勵使我在這段過程中能夠更加的成長  
茁壯。

作者 許博揚 謹誌

於中臺科技大學 生物科技暨醫學工程研究所碩士班

中華民國一百零六年七月



## 摘要

台灣缺蠓(*Forcipomyia taiwana*)是台灣常見的騷擾性吸血昆蟲之一，台灣缺蠓尚未被證實會傳播疾病，但其在各地盛行已造成嚴重危害而導致民眾的不便，居住在台灣缺蠓盛行地區的居民生活深受其擾。精油的使用為近幾年來調查的主要材料，文獻指出精油具有的揮發性成分廣泛被運用於人類疾病的預防和治療。並指出精油對蚊蟲能夠產生一定的抑制性，然而精油的高揮發性會造成趨避時間較短進而導致無法達到長時間的趨避效果。

本研究針對 8 種市售天然精油:沒藥(*Myrrh*)、廣藿香(*Pogostemon*)、快樂鼠尾草(*Salvia*)、迷迭香(*Rosmarinus*)、乳香(*Frankincense*)、百里香(*Thymus*)、大茴香(*Illicium*)、安息香(*Benzoin*)，進行台灣缺蠓之 Y 型管嗅覺器趨避測試，取得三種測試效果最為有效的精油以各樣的方式及不同比例進行精油混合之 Y 型管嗅覺器趨避測試，得到之最佳趨避參數，最後以幾丁聚糖作為殼材製備成微膠囊，評估其對釋放時間之影響以及包封後對其趨避之果效之影響進行探討。本研究將所製備之微膠囊以紅外線水分平衡儀(IMDB)，以確定膠囊的熱重損失、熱穩定性、包覆精油的重量及其控制釋放等性能。材料內在的化學結構則以傅立葉轉換紅外線光譜儀(FTIR)進行觀測，藉此得知膠囊是否成功將精油進行包覆。經由上述評估，以研究結果證實複合精油微膠囊是否具有更

長效與更良好之趨避效果。

在本研究第一階段測試中我們得到八種天然植物精油針對台灣缺蠓所進行之趨避測試中得到三個最佳的趨避精油分別為迷迭香(78.33%)、沒藥(78.67%)、及快樂鼠尾草(63.33%)。並在第一階段中發現迷迭香具有比趨避效果更進一步的降低活性效果。並將此前三佳之天然植物精油進行混和測試得到最佳精油比為 RM 沒藥及迷迭香等比例之混和。RM 的混和效果可加強迷迭香所具有的降低台灣缺蠓活性的效果。此階段可看見，當精油劑量相同材料濃度在劑量中進行最高比例之濃度提升，其效果會提高。並藉著網籠測試顯示其趨避率可達  $98.61 \pm 1.13\%$  的趨避效果。最後藉著 FTIR 測試發發現這些具有台灣缺蠓趨避效果之植物精油，其原因是因其含有萜烯類此種成分，所以本研究之精油作為台灣缺蠓之趨避劑是可行的。微膠囊的應用方面，由 OM 圖可得知幾丁聚醣/精油微膠囊是能正常成形的。並可發現當幾丁聚醣濃度越高，其粒徑越小，更可得到  $1.23 \pm 0.31 \mu\text{m}$  趨近於奈米等級的微粒。藉著 ATR-FTIR 找出幾丁聚醣及精油官能基更進一步應證精油被正確包覆於幾丁聚醣微膠囊中。而精油包覆率及載藥量的部分，可得知當濃度越高載藥量包覆率也就越高。藉著細胞相容性及細胞毒性 MTT 測試更進一步證明殼材濃度越高會因殼材的保護而增加其生物活性。最終台灣缺蠓網籠測試可得知 2.5 wt % 幾丁聚醣/精油微膠囊平均趨避率仍達 87.26 %。測試結果表明本測試材料作為台灣缺蠓趨避劑

是可行的。

**關鍵字:**台灣缺蠓、天然植物精油、微膠囊、趨避



## ABSTRACT

*Forcipomyia taiwana* (*F. taiwana*) is a common harassing haematophagous insect in Taiwan. It has not proven that *F. taiwana* does not spread insect-borne diseases, but the prevalence of this insect causes people inconvenience and harassment. Previous studies show that essential oils have volatile component and are thus extensively used to cure or prevent diseases. In addition, essential oils have inhibition against insects to a certain extent. The use of microcapsules further extends the release span of essential oils. Therefore, in this study, eight natural vegetation essential oils, including Myrrh, Pogostemon, Salvia, Rosmarinus, Frankincense, Thymus, Illicium, and Benzoin, are evaluated for the repellent test against *F. taiwana* using a Y-shaped tube of olfactory device. The top most effective essential oils are then mixed at different ratios and tested again for their repellent efficacy, thereby determining the optimal manufacturing parameters. Next, chitosan is used as the shell material of microcapsules that enwrap the essential oils. The release span of essential oils and the repellent effect of the microcapsules containing essential oils are examined. The microcapsules are measured in terms of wrapping rate, load rate, and release efficiency using an infrared moisture determination balance (IMDB). The interior chemical structure of microcapsules is evaluated using a Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), examining whether the essential oils are successfully encapsulated. The tests are performed in order to examine whether the encapsulated essential oils have a long acting and more efficient repellent efficacy.

According to the test results in the first stage, out of the eight essential oils, the top three ones with corresponding repellent efficacy are ranked from highest to lowest as Rosmarinus (78.33%), Myrrh (78.67%), and Salvia (63.33%); Rosmarinus is surprisingly found to have a lethal effect. In addition, the optimal essential oil blend is the Rosmarinus and Myrrh (RM) blend, which has the best repellent efficacy against *F. taiwana*. In this case, Rosmarinus has a strengthened effect to decrease the activity of *F. taiwana*. Therefore, the repellent efficacy of the blends is improved when the amount of single essential oil increases. The cage test results indicate that the maximum repellent efficacy of the blends reaches  $98.61 \pm 1.13\%$ . Moreover, the FTIR test results show that the essential oils have a repellent efficacy against *F. taiwana* because they are composed of terpenyl, and using essential oils as a repellent is thus feasible.

On the other hand, OM chart confirms that the essential oil is encapsulated in chitosan microcapsules. A high concentration of chitosan results in a small particle size, which can reach  $1.23 \pm 0.31 \mu\text{m}$  and close to nano-grade particles. Moreover, ATR-FTIR spectrum confirms the functional groups of chitosan and essential oils, indicating that essential oils are enwrapped in chitosan microcapsules. The higher the concentration of chitosan, the higher the loading capacity and the higher the oil content. As far as cell biocompatibility and cytotoxicity are concerned, MTT assay proves that the shell material with a high concentration, the microcapsules exhibit greater biocompatibility. The essential oil microcapsules that are composed of 2.5 wt % chitosan have an average repellent rate of 87.26. The test results show that the combination of essential oils and chitosan microcapsules are qualified repellents against *F. taiwana*.

**Keywords:** *Forcipomyia taiwana* , natural vegetation essential oils ,  
microcapsules , repellent



# 目錄

摘要 .....	I
ABSTRACT.....	IV
目錄 .....	VII
圖目錄 .....	X
表目錄 .....	XII
第一章 緒論 .....	1
1.1 前言 .....	1
1.2 研究背景 .....	2
1.2.1 台灣缺蠓介紹 .....	2
1.2.2 天然植物精油 .....	6
1.2.3 微膠囊介紹 .....	10
1.3 文獻回顧 .....	16
1.4 國內外專利 .....	21
1.5 研究動機 .....	35
1.6 研究目的 .....	37
第二章 原理 .....	39
2.1 蚊蟲感知外界原理 .....	39
2.2 Y型管嗅覺器原理 .....	39

2.3 交聯原理 .....	40
2.4 微膠囊原理 .....	41
2.5 均質攪拌原理 .....	42
2.6 專有名詞解釋 .....	43
第三章 材料與方法 .....	44
3.1 實驗流程 .....	44
3.3 實驗室設備與儀器 .....	51
3.4 分析測試方式 .....	52
3.4.1 趨避測試-Y型管嗅覺器 .....	52
3.4.2 傅立葉紅外線轉換光譜儀 .....	52
3.4.3 網籠測試 .....	53
3.4.4 紅外線水分測定儀 .....	54
3.5 生物性評估 .....	55
3.5.1 細胞相容性 .....	55
3.5.2 細胞毒性測試(MTT Assay) .....	56
第四章 結果與討論 .....	58
4.1 台灣缺蠓單方精油 Y 型管嗅覺器趨避測試 .....	58
4.2 台灣缺蠓複方精油 Y 型管嗅覺器趨避測試 .....	60
4.3 台灣缺蠓網籠趨避測試 .....	62
4.4 傅立葉紅外線光譜儀測試 .....	64

4.5 微膠囊粒徑分析 .....	66
4.6 幾丁聚醣/精油微膠囊官能基測定 .....	70
4.7 微膠囊包覆率及載藥率 .....	72
4.8 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞相容性測試 .....	74
4.8.1 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞共培養 24 小時 .....	74
4.8.2 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞共培養 72 小時 .....	81
幾丁聚醣/精油微膠囊細胞 MTT 測試 .....	88
4.9 幾丁聚醣/精油微膠囊-台灣鈹蠟網籠測試 .....	90
4.10 本論文研究成果在工業製品的應用 .....	93
第五章 結論 .....	94
第六章 建議 .....	96
參考文獻 .....	98

# 圖目錄

圖 1.1 台灣缺蠓叮咬所慘生之過敏反應 .....	3
圖 1.2 雌性台灣缺蠓形態特徵(A)；雄性台灣缺蠓形態特徵(B).....	5
圖 1.3 台灣缺蠓生活史 .....	6
圖 1.4 幾丁質及幾丁聚醣化學式 .....	14
圖 2.1 Y 型管嗅覺器示意圖 .....	40
圖 2.2 微膠囊示意圖 .....	41
圖 2.3 錠子轉子示意圖 .....	42
圖 3.1 最佳趨避精油參數取得流程圖 .....	44
圖 3.2 幾丁聚醣微膠囊製備及測試流程圖 .....	47
圖 3.3 網籠實體圖 .....	53
圖 4.1 台灣缺蠓單方精油趨避百分比 .....	59
圖 4.2 台灣缺蠓精油混和趨避百分比 .....	61
圖 4.3 趨避效果前三佳天然植物精油 FTIR 指紋圖譜 .....	65
圖 4.4 幾丁聚醣/精油微膠囊 OM 圖(1000×)及粒徑分佈圖 .....	69
圖 4.5 幾丁聚醣/精油微膠囊 FTIR 指紋圖譜 .....	71
圖 4.6 幾丁聚醣/精油微膠囊與 L929 細胞共培養 24 小時光學顯微鏡 觀測圖 .....	80
圖 4.7 幾丁聚醣/精油微膠囊與 L929 細胞共培養 72 小時光學顯微鏡	

觀測圖 .....87

圖 4.8 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞存活率 .....89

圖 4.9 隨時間變化之台灣缺蠓叮咬率變化圖 .....92



## 表目錄

表 4.1 迷迭香/沒藥精油混合針對台灣缺蠓時效性測試之叮咬次數、 叮咬率及趨避率。 .....	63
表 4.2 幾丁聚醣/精油微膠囊平均粒徑 .....	66
表 4.3 幾丁聚醣/精油微膠囊濃度變化之包覆率及載藥量 .....	73
表 4.4 幾丁聚醣/精油微膠囊台灣缺蠓網籠測試叮咬率及趨避率 .....	91



# 第一章 緒論

## 1.1 前言

台灣鈹蠓(*Forcipomyia taiwana*)又稱為小黑蚊，是近年來台灣重要騷擾性吸血昆蟲之一，在 1913 年，日本昆蟲學家 Shiraki 於台中縣發現小黑蚊，至 1990 年除苗栗、高雄、屏東及台東地區未發現外，台灣其餘地區皆有台灣鈹蠓分佈。台灣地區的蠓蠓亞屬種類有 24 種，其中只有台灣鈹蠓及三地鈹蠓會吸食人血。小黑蚊尚未被證實會傳播疾病，但其在各地盛行已造成嚴重危害而導致民眾的不便，居住在台灣鈹蠓盛行地區的居民生活深受其擾。所以我們需要有一種針對台灣鈹蠓具有趨避效果之趨避劑[1, 2]。

趨避劑在蚊蟲防止上扮演了極為重要的角色，大幅減少人類被蚊蟲叮咬的機率；市面上常見的 DEET(*N,N*-diethyl-3-methylbenzamide)，使用含量上成人不超過 35%，兒童則不超過 10%，但它具有的氣味會讓人感到刺鼻，並給對人造成油膩感和皮膚滲透等問題，對人體所產生之副作用從輕微到重度有皮膚出疹、抽蓄及昏迷等，因著其高的皮膚滲透性對人體造成神經毒。所以目前需要的是有效、安全又環保的驅避劑[2-4]。

近幾年來針對天然植物精油所進行的研究變得非常廣泛，文獻指出

精油具有的揮發性成分，廣泛被運用於人類疾病的預防和治療。並指出精油對蚊蟲能夠產生一定的抑制性[5-7]，然而精油的高揮發性會造成趨避時間及效果有限等問題進而在長時間的情況下其趨避效果無法延續。所以需要有一種方法將台灣缺蠓趨避的時間延長持久的功效。而文獻指出將精油進行微膠囊的製備可延長精油釋放時間，進而達到趨避效果延長的目的[8-10]。

本研究將針對 8 種市售純天然精油(沒藥、廣藿香、快樂鼠尾草、迷迭香、乳香、百里香、大茴香、安息香)對其進行台灣缺蠓之趨避測試，取得三種測試效果最為有效的精油進行混和、分開混和及將所得之最佳趨避參數進行微膠囊包覆作業，本研究將以不同殼材(幾丁聚醣、海藻酸鈉、明膠)對台灣缺蠓趨避時間之延長、細胞相容性、細胞毒性、包覆率等進行比較，進而取得最佳效果之微膠囊。而另一面當所得之最佳趨避精油，另外進行進一步提純萃取的行為，目的是為了測定當精油純度提高時，是否仍具備其一定的趨避效果。

## 1.2 研究背景

### 1.2.1 台灣缺蠓介紹

台灣缺蠓，俗稱小黑蚊、黑微仔或小金剛，是屬於節肢動物門、昆蟲綱雙翅目、蠓科、缺蠓屬、蟻蠓亞屬於衛生害蟲。其分布已遍布台灣各縣市。台灣缺蠓自早上 8 點開始活動，12 至 15 點達到活躍期，

16 至 18 點則完全消失。關於台灣缺蠓習性調查中發現，雨量及溫度對台灣缺蠓族群密度具有可觀的影響性。雄蟲不吸食血液以居住地之露水或花蜜為食；雌蟲須吸食血液才能繁殖後代，此外只有雌成蟲才會吸食人血。台灣缺蠓與蚊子雖有類似之處但相較之下仍有所差異，因雌蠓只吸食人血而不吸其他動物的血，吸血後 3-4 天即可產卵，雌蟲平均可產 35 粒卵左右，多把卵產於陰暗潮濕處的藍綠藻上或長有青苔的土壤表層，並且台灣缺蠓是日行性生物而蚊子多半是夜間行動，比起蚊子更容易對人類造成危害。從臨床觀察，台灣缺蠓所產生的叮咬反應通常比蚊子所產生的反應更強烈，叮咬所產生之過敏症對部分患者會有嚴重的過敏反應(如圖 1.1)。其習性常飛行約離地 1 公尺以下之距離，，並對人體小腿及腳踝等未經衣物遮蔽之處為主要叮咬部分[2, 11-13]。

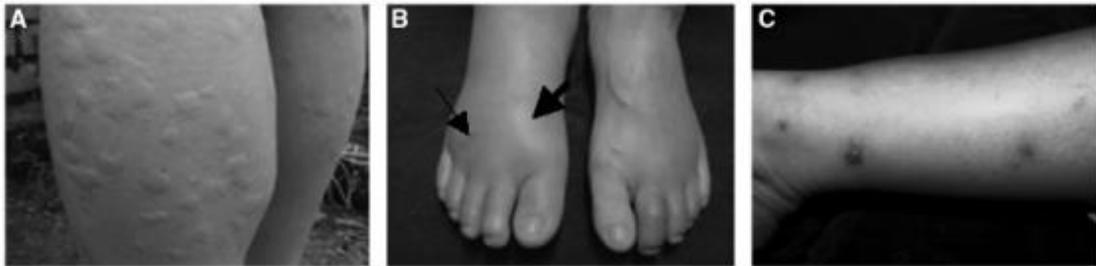


圖 1.1 台灣缺蠓叮咬所產生之過敏反應 A.為台灣缺蠓叮咬後所產生之及時反應-風疹。B.C.則是延遲反應:局部腫脹，丘疹及水皰[14]。

### 台灣缺蠓形態特徵

小黑蚊頭部呈黑色，觸角及口器為深褐色，胸腹部呈黑褐色，成

蟲大小約 1.4 mm；觸角有十四節，基節較大，而二至九節為念珠狀，十至十四節較長。雌蟲和雄蟲在外觀上之區別差為雌成蟲的觸角上長有稀疏的短毛呈念珠狀，而雄蟲的觸角上生有鑲毛狀之長毛(如圖 1.2)[11]。

## 台灣缺蠓生命週期

台灣缺蠓屬於完全變態的雙翅目昆蟲，其生活史又分為:卵期、幼蟲期、蛹期以及成蟲期四個生長時期。(參照圖 1.3)

1. 卵期:雌蟲在吸血後 3~5 天會在陰暗潮濕長有青苔或藍綠藻的土壤表層產卵，每隻吸飽血的雌蟲約可產出 30~35 粒卵。而約在 3~5 天可孵化成幼蟲。卵的長度約 0.3 毫米，其形態為橢圓形，一側微彎曲並呈紡錘型態[11, 15]。

2. 幼蟲期:台灣缺蠓幼蟲期共四期，初齡幼蟲至第四期幼蟲所經之過程約 9~16 天，第四期幼蟲便會爬到土表、草莖部、等水份較少之處化蛹，而第四期幼蟲蛻下的皮仍會黏附在蛹的末端以固定蛹體，若沒有幼蟲的蛻下的皮支持，蛹會難以羽化。初齡幼蟲頭部是呈現深褐色，體色淡黃、略為透明。第四期的幼蟲身體則呈黃褐色，體長約 2.7 毫米，在背部長有火炬狀的刺毛，身體的最後兩節背部呈號角狀突起[11, 15]。

3. 蛹期:約 3~5 天就可羽化成為成蟲，蛹體長約 2 毫米，剛形成的蛹是淡褐色，羽化時則慢慢變成深褐色。蛹在前胸兩側有一對呼吸管，並

且在蛹體背部長有許多小突起[11, 15]。

4. 成蟲期: 剛羽化的成蟲是淺褐色，經過 1 ~ 2 小時後就轉變為深褐色，而成蟲的壽命約 2 ~ 6 週[11, 15]。

所以統整起來終其一生由卵到成蟲所需的時間約 3 ~ 4 週，而成蟲到死亡約 2~6 週的壽命，共約 5~10 週的生命週期—在這段時間中，其繁殖量極為驚人，進而對人們在生活上的影響也就變得不可忽視。

昆蟲感知環境變化主樣方式有嗅覺、味覺等方式來感應外界物質，如觸角、口氣、跗節或是全身各處的化學刺等相關感覺器來感應外界環境中的氣味分子，進而調整生理或行為，此過程稱之為化學溝通 (Chemical communication)。而這些感知的器官在昆蟲身上所扮演的角色就是尋找宿主、躲避天敵、覓食、求偶甚至產卵地點等；而謝等人以植物萃取液 Y 型管嗅覺器對台灣缺蠓進行趨避測試發現台灣缺蠓對氣味是具有反應的[16]。

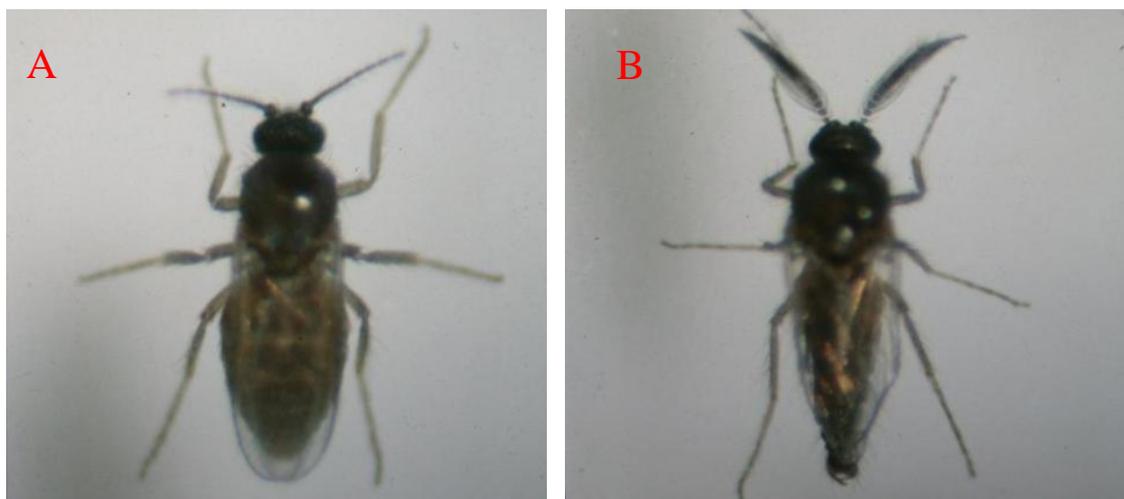


圖 1.2 雌性台灣缺蠓形態特徵(A)；雄性台灣缺蠓形態特徵(B)[11]

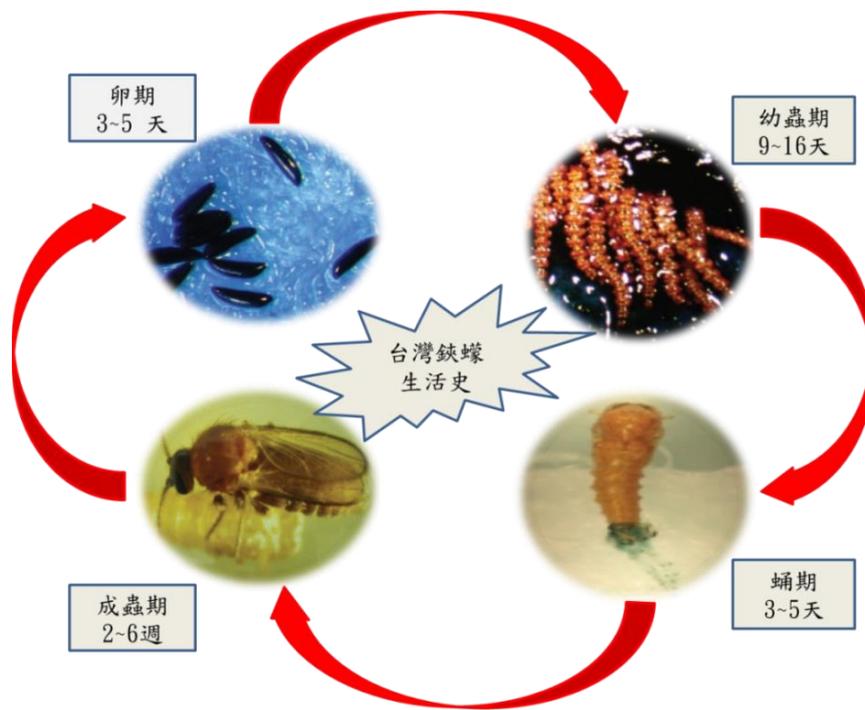


圖 1.3 台灣鉅蠓生活史[11]

## 1.2.2 天然植物精油

植物行光合作用後，藉由酵素將養分轉為芳香分子型態的液態精油，儲存在不同部位的腺囊中。精油能調節植物的溫度，並保護植物免於病菌及昆蟲之侵害，因此人們會利用精油的此項特質做成香水、調味料、趨避劑等產品。精油是藉由植物上的不同部位，如：葉子、樹幹、種子及花等部分取得。取得方法共有六種：冷壓榨法、水蒸餾法、蒸氣蒸餾法、溶劑萃取法、脂吸法及超臨界流體萃取法[17, 18]。本研究將市售精油沒藥、快樂鼠尾草、迷迭香、乳香、大茴香、廣藿香及百里香等植物精油利用水蒸餾法取得；而安息香是以溶劑萃取法取得。在使用精油針對台灣鉅蠓的趨避上許多材料之選取都是新興的如：針對其附加特性，或是針對文獻中對蚊子具有趨避效果之精油進行選取，

本研究所選取的精油，將綜合以上選取要點對材料進行選取。

### **沒藥(*Myrrh*)**

沒藥是一種含油的樹脂膠是由沒藥屬的樹木中得到的芳香族樹脂膠，是由生長在東北非洲和阿拉伯半島的一棵樹的主幹所取得的。在以色列沒藥是作為香和香膏在使用的，自古以來它也有許多藥用的能力、清潔傷口和潰瘍，是一種具有鎮痛效果的植物。在近期它經常在牙膏和漱口水中使用而沒藥還可以提供血吸蟲病的治療[19-21]。此材料在人體的應用上具有多重的效果，若此材料測得其具有台灣缺蠓趨避效果，則可更多方應用於人體，使之具有更多附加的功能。

### **迷迭香(*Rosmarinus*)**

迷迭香是一種眾所皆知的灌木，其具有特徵性的芳香氣味。迷迭香葉子是一種很常見的香料在香精行業中常進行芳香療法或是其他醫學上的功效如:抗氧化性、抗菌、抗腫瘤的性質、草藥補品、消炎等。有文獻指出其具有一定的殺蟲效果，如:蝻、米象和鋸谷盜或蚊子的幼蟲等[22-24]。

### **快樂鼠尾草(*Salvia sclarea*)**

快樂鼠尾草（鼠尾草屬）是屬於唇形科旱生植物。分散於歐洲地中海盆地和非洲到大西洋。它被廣泛種植在法國保加利亞、俄羅斯、美國以及中國中西部等地，屬於全草型植物，具有強烈的芳香氣味常被製成精油。在香料行業中可以說是常見的原料且因著其獨特的氣味

而有了聖人馬斯喀特的稱號。在香水和化妝品的運用上都是很普遍的。其提取物具有鎮痛劑、消炎、抗真菌、抗氧化作用和抗菌等效果[25, 26]。雖此產品被廣泛地利用，卻在蚊蟲趨避這個區塊並沒明顯發展，所以可藉著本研究對其進行趨避測試以更深入的探討。

### 乳香(*Frankincense*)

乳香樹的果實是乳香取得的主要來源。其治療效果具有顯著的成效，所以被廣泛用於潰瘍、關節痛、跌打損傷和中國傳統醫藥(TCM)。並且還具有消炎、鎮痛、抗腫瘤、抗菌活性以及抑制血小板聚集等功用。而在歐洲藥品管理局(EMA)也批准乳香膠樹脂的提取物作為腫瘤周圍腦水腫的治療的“罕用藥品”[27, 28]。乳香優點甚多，但其趨避效果在所找尋到文獻中，都沒有被指出是否具有趨避效果，更可藉著本研究提供給未來的研究者關於乳香在蚊蟲趨避此區塊得到一些參考。

### 大茴香(*Illicium*)

大茴香又稱八角被歸類於木蘭門，木蘭綱，木蘭藤目，八角屬。在中國，稱八角和八角茴香，在法國又稱為阿尼斯德拉茅根，八角星形，巴迪阿尼等。主要分布在東亞、北美東南部，用於治療風濕病的，他的皮及根則被作為祛寒及止痛的傳統藥物[29-31]。文獻指出此材料具有倍半萜類的化合物而在另一篇文獻中提到萜類化合物是具有趨避蚊的效果，但在所得文獻中其被應用於趨避的測試上卻不多，於是本

研究將針對此部分進行測試，以取得大茴香的趨避效果。

### **安息香(*Benzoin*)**

安息香來自安南、波斯等國，是一種樹脂。作為香能使人得到安穩平息的感覺所以稱之為安息香。安息香是可食用的植物，並且芳香無毒。在本草便讀一文中提到:其可入心脾二經。開竅辟惡。其芳香溫散之性。能使氣血宣行。通身通泰。則鬼疰蠱毒(心臟刺痛、精神混亂等疾病)。卒中暴厥。心腹諸痛等病症皆可治癒的功用[32]。因著市售趨避劑許多具有較濃厚的味道，常讓人感到不適，而安息香則具有氣味溫和的效果，並且安息香在蚊蟲趨避的領域中也無太多文獻有深入的探討，更可藉此次研究進行探討。

### **廣藿香(*Pogostemon*)**

一般生長在印度，孟加拉國和尼泊爾等地。廣藿香可成長到 2 米高的灌木並且其莖的部分具有綠色或紫色的毫毛。葉子具有香味，形態橢圓形並具有脊狀的邊緣。花的顏色是白色混著粉紅色，在終端含有突刺的花序。葉子可用於治療皮膚的疾病，所以被廣泛應用在醫學用藥上。在古印度主要作為驅蟲劑，對昆蟲有趨避等功效[33, 34]。

### **百里香(*Thymus*)**

百里香是常見的芳香藥用植物，原產於地中海國家，其廣泛應用於醫藥和烹飪上。具有抗菌性能，在抗氧化方面也具有一定之功效。有文獻指出其具有對幼蟲致死的效果，無論在醫學、食品甚至蚊蟲防

護上都具有一定的效益，但在蚊蟲氣味的測試上在所得文獻中是非常稀少的[5, 35, 36]。

### 1.2.3 微膠囊介紹

微膠囊(Microcapsules) 技術通常是利用高分子材料作為殼材，將微小的蕊材包覆起來形成微膠囊的一種技術。具保護、傳遞、緩慢釋放之載體技術,能將精油等揮發性物質經由微膠囊包覆，提高其儲存和釋放時間。學者將囊壁物質稱為載體(carrier)，即具有攜帶、具流動性，覆蓋在核心物質當做保護的材質。此技術在早期被應用於非碳複寫紙(carbonless paper)的製造，再漸漸發展到其它方面，如醫藥、農藥、食品、相變傳熱及化妝品等方面之應用。而微膠囊結構主要有兩個部分：核心物質就是蕊材以及囊壁物質也就是殼材。

1. 殼材:可以是天然物、半合成聚合物或合成聚合物等，通常為大分子，其性質會受到殼材的化學組成及特性的影響；而使用的殼材若具有半透性，則其內部所包覆的物質可藉擴散或滲透的方式進行釋放，殼材的厚度、硬度、孔隙數量及大小，則進一步影響釋放的速度。常使用的殼材，包含有醣類、纖維素、膠、油脂和蛋白質等，例如：噴霧乾燥操作時，醣類常是作為主要囊壁物質的材質，膠通常用來當做質地成分，安定乳化，控制結晶化(crystallization)和抑制合成(syneresis)，藉以改善包覆性質，脂肪通常使用於水溶性成分的微膠

囊化；蛋白質也會常被使用作為微膠囊的成分，其中明膠是以相分離法製備微膠囊時常用的載體。

2. 蕊材:可以是液滴、固體的粒子或氣體，由於蕊材被包覆於膠囊殼材內部的緣故，可降低蕊材與外界接觸所產生的影響如:溫度、濕度及陽光的照射等等，除此之外還能解決部分材料所具有的揮發性問題，並延長其使用期限[10, 16, 37]。

微膠囊在使用上可照著微膠囊之功能，選擇適當之囊壁物質包覆核心物質使其免受外在因素影響，且可控制條件將核心物質釋出。如果核心物質是親水性物質，則囊壁材料選擇水不溶性之合成聚合物，如果核心物質是親油性物質，則膠囊壁材料就要選擇親水性材料，微粒包覆技術之所以會被重視，主要原因有殼材的包覆可保護敏感或易氧化物質及可以達到控制釋放作用。

## 微膠囊製備方式

微膠囊包覆的製備方法不同及選用包覆材質不同，會造成所製備的微膠囊大小、形狀及強度也會有所不同。製備方法大致可分為以下三類：(1)物理化學(2)化學(3)機械法

1. 物理化學方法:分五種方法，分別為凝膠-相分離法 (coacervation-phase separation)、液中乾燥法 (drying in liquid process)、熔融分散冷卻法 (cooling meltable dispersion)、核物質交換法 (exchangement of core method)以及粉床法 (powder bed method)；凝

膠-相分離法為蕊材分散均勻之高分子溶液中，加入如電解質或有機溶劑等物質，使原來的溶液分離成高稠度溶液及極稀薄溶液兩相，藉此將蕊材進行包埋。

2. 化學方法:分為三種，分別為界面縮合聚合法 (interfacial polycondensation)、原位聚合法 (in-situ polymerization)及液中硬化被覆法 (orifice method)等。界面縮和聚合法在兩不相容之液體(水相及油相中)所含之單體，在兩液相之介面中進行聚縮合反應，並形成高分子壁殼，用以包覆蕊材。
3. 機械方法:共分四種方法，分別為噴霧乾燥法 (spray drying)、氣中懸浮乾燥法 (air suspension)、真空蒸鍍被覆法 (vacuum deposition)以及靜電合體法 (electrostatic method)等四種;以噴霧乾燥法為例:首先將蕊材分散溶於殼材之溶液中，並以一標準噴霧乾燥裝置，包含空氣加熱器、分霧氣、乾燥室、風扇等，將上述之容易分霧置乾燥室內，此法我們稱之為噴霧乾燥法[10, 16, 37, 38]。

## 微膠囊殼材

作為微膠囊殼材的材料有許多種類，如:幾丁聚醣、海藻酸鈉、澱粉、纖維素和蛋白質被廣泛使用，因為它們有結合香味化合物的能力(不懂)，加上其可生物降解性和成本低廉，因此它們多被用於生產食品和製藥領域[39-41]。以下將介紹本次研究使用的殼材:

## 幾丁聚醣(Chitosan)

幾丁聚醣是幾丁質去乙醯化後的衍生物。因幾丁聚醣的氨基使其成為陽離子聚電解質，所以具有生物相容性、抗菌性、凝膠形成性、親水性及重金屬離子螯合能力。由於其化學結構和豐富的特點，如：毒性低、疏水性、生物降解性、生物相容性和抗微生物活性，使幾丁聚醣被應用於薄膜、凝膠、微球和微膠囊的製備[10]。而幾丁質(Chitin)廣泛存在於自然界中，在昆蟲外骨骼、蝦蟹殼、魷魚鞘、鞭毛菌類和子囊菌類的細胞壁中均含有其成分，在自然界的蘊含量僅次於纖維素，估計每年的合成產量可達 $1 \times 10^{11}$ 噸。幾丁質不溶於一般的弱無機酸或有機溶劑，且不溶於鹼性溶液中只溶於強無機酸。因其是由生物中所製取的天然高分子，並在主鏈上比纖維素多了氮原子，所以與生物體細胞之間具有良好的組織相容性無毒性，生物可分解性，又具生物活性所以在生醫材料的應用上是具有發展性的。而幾丁質再經過脫乙醯基反應(Deacetylation)後可製成具有高加工性與生物可分解性之幾丁聚醣[38, 42, 43]。將所得之乾燥的殼廢棄物使用自來水洗滌，並用NaOH將外殼中除去殘留的蛋白質進行脫蛋白質處理，在利用鹽酸完成脫鈣處理，爾後將樣品收集、洗滌並且乾燥。之後利用NaOH溶液在約 $90^{\circ}\text{C}$ 的溫度下2小時的時間進行去乙醯化處理得到去乙醯化幾丁聚醣。而幾丁質的結構是由N-乙酰基葡糖胺重複由一個 $\beta$ - (1-4) 鍵連接在一起的單位。這些重複單元結合起來所形成的就是幾丁質的長鏈。幾丁聚醣作

為幾丁質藉著 (1-4) 所鏈結的2-氨基-2-脫氧 $\beta$ -D-葡聚糖進行鹼性去乙酰化所得到的結果，因此幾丁聚醣是由N-乙醯葡糖胺組成的共聚物。

(參照圖1.4)

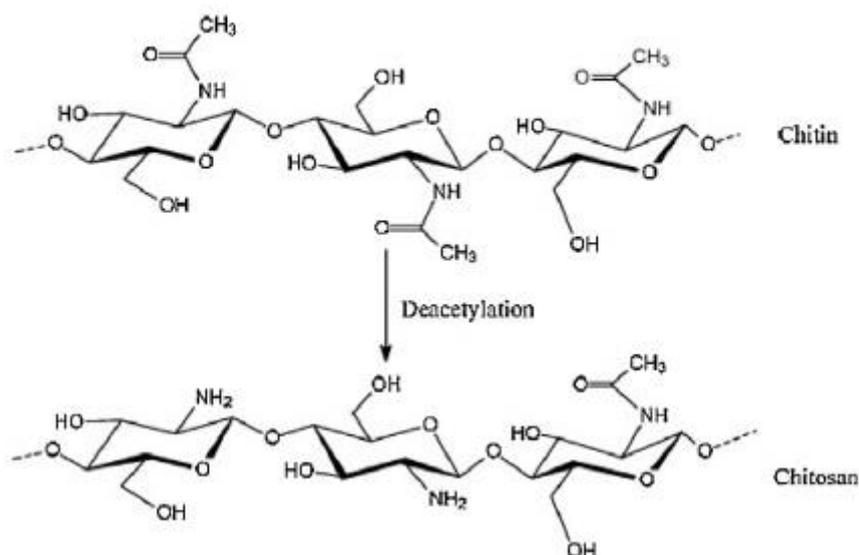


圖 1.4 幾丁質及幾丁聚醣化學式[43]

幾丁質和幾丁聚醣呈現白色無味，一些常見的功能，包含了在不同的介質中的溶解度、黏度、光學特性、溶液形成、聚氧生成鹽、金屬螯合和成膜等能力。幾丁聚醣在抗菌活性上的果效良好，所以在燒傷、傷口敷料及生物醫學上常被廣泛應用。並各樣的文獻中，也記載了其藉著與NaOH的交聯反應所形成之薄膜可做為微膠囊的表面殼材[42, 43]。

## 界面活性劑

人類最早使用之界面活性劑稱之為肥皂，其化學簡式為RCOOM(R:

長鏈烷基，M:鹼鹽)。界面活性劑是一個分子中同時含有長鏈烷基(EX:脂肪酸等)的親油基，使油性部分在水中分散或溶解的親水基(鹼鹽:如鉀、鈉、銨...等)所組合而成之化學物質的總稱。

界面活性劑可分為親油基、連接基以及親水基三個部分，溶於水後，親油部分將會解離成陰離子、陽離子及兩性離子或不解離成離子，並以此解離過程進行分類。而界面活性劑須具備以下基本性質:(1)表面吸附性。(2)表面膜形成性及排列性。(3)表面張力降低性。(4)微胞形成性[44]。

## 乳化劑

乳化劑具有吸附性、配向性、造膜性、微胞形成性以及表面張力降低性等性能。而所謂的乳化現象是指兩種難以互溶之液體被放置在一起時，一種稱外相(連續相)，另一種稱內相(分散相)，形成較安定之狀態。而其又分O/W型(水包油)乳化及W/O型(油包水)乳化，所以當油分散於水中時稱為O/W型反之亦然。一般乳化液粒徑大小介於1~100 $\mu\text{m}$ 之間，若小於1 $\mu\text{m}$ 則為溶化現象[44]。

### 1.3 文獻回顧

2003年Chih Pong Chang等人通過界面不溶化的反應(亦及材料與材料之間不會產生化學鍵結)製備含有尤加利精油的海藻酸鈉微膠囊並對其控制釋放特性進行觀測。當製劑參數都達臨界值1.0 w/v%的海藻酸鈉、2.0 w/v%氯化鈣或20分鐘的交聯時間時，膠囊壁在37 °C的溫度下經過20分鐘精會從精油不可滲透的微膠囊，開始崩解釋放。在此條件下的微膠囊精油含量可達到90~92 % [45]。

Hong-Zheng Chen等人在2004年時提出由明膠和苯乙烯 - 馬來酸酐共聚物(SMA)通過複合凝聚法所製成具有緻密膜結構的微膠囊，此項研究成功引入水解的SMA在製備明膠微膠囊作為分散劑以及陰離子聚電解質。其結果表明，微膠囊的壁膜是從明膠所得納米尺寸凝聚滴形成和水解的SMA，產生了緊密的膠囊壁膜結構。明膠/ SMA微囊與緊密壁膜結構表現出優異的性能，如耐用的膠囊壁，表面形態非常光滑，和良好的耐熱性能等 [46]。

於2005年陳怡行等人進行了台灣缺蠓過敏原及過敏反應的相關研究，此項研究針對在台中大坑地區被台灣缺蠓叮咬後所產生之過敏反應進行普查及更深入一步進行其過敏原的鑑定。研究指出其具有國際衛生組織(WHO)編號T1、T2及T3之過敏原，並發現台灣缺蠓叮咬所產生的過敏症有48%的人具有即時反應，其紅腫輕微約2cm嚴重則可達10

cm不等的紅腫。而有少數約10 %的人會出現其他如發燒等延遲性過敏反應。因此對台灣缺蠓的防範是極其重要的[14]。

2007年Maji, Tarun Kumar等人分別通過凝聚技術製備含有花椒精油(ZLO)的戊二醛(GA)交聯明膠(G)微膠囊。並對各種參數進行研究如: 精油製程所產生的變異、明膠濃度及精油交聯後所釋放的數率等。並使用掃描式電子顯微鏡 (SEM) 來了解微膠囊的表面特徵。FTIR測試的結果表明聚合物和精油之間的彼此之間的化學結構並不受任何影響繼續存在。花椒精油可以成功地與明膠進行交聯的而形成微膠囊進行封裝。而其釋放速率則是依賴於油含量, 交聯密度和封裝聚合物濃度 [8]。

2009年由Roman Pavela, 從22種芳香的植物種類精油對家蚊(*Culex quinquefasciatus*)的幼蟲進行了死亡率的測試。實驗過程中銀斑百里香 (*Thymus vulgaris*), 香薄荷屬波羅菊 (*Satureja hortensis*), 龍腦百里香 (*Thymus satureioides*)的植物精油獲得了最佳的效果。GC-MS分析顯示, 銀斑百里香大多數的主成分有百里香酚(麝香草酚)和對異丙基甲苯(分別為60.3 %與10.1 %), 香芹酚、 $\gamma$ -松油烯則為薄荷屬波羅菊之主成分(分別為48.1 %及36.7 %)而龍腦及百里香酚為龍腦百里香的主成分(分別為30.3 %和32.5 %)。所選擇的精油在水中短期接觸後其致死率及成蟲羽化後沾染致死劑量百分比都有非常好的效果。所選擇的精油也發現了其所具有的高抗產卵的效果。而精油濃度在0.02 %的時候既可達到100

%的抗產卵效果。其趨避效果的顯著差異主要出現在0.01和0.005 %的測試濃度，其中銀斑百里香精油被證明為最有效的(趨避分別約99.8和62.3%) [5]。

2010年I-Chun Chen利用聚電解質複合反應(polyelectrolyte complex reaction)將含精油之海藻酸鈉(sodium alginate)高分子膠體溶液滴入二氯化鈣水溶液中進行離子交聯(ionic cross-linking)反應生成三度空間網狀(3-dimension network)結構的 Tween85/薰衣草精油/SA/Ca<sup>2+</sup>之微膠囊。改變二氯化鈣、海藻酸鈉、Tween85 與精油之添加量等操作變因，並依據上述變因探討不同製備條件下對精油微膠囊之重量平均粒徑、包埋率、負載率及釋放模式之影響。結果發現:(1)薰衣草精油微膠囊的重量平均粒徑決定其包埋率、負載率與釋放速率,因此藉由調整微膠囊的製備參數控制微膠囊粒徑大小,進而支配精油的釋放速率;(2)薰衣草精油微膠囊於酒精水溶液中的釋放行為與 T. Higuchi 之動力模式相符,而 TGA中的釋放模式則為 Zero-order，因此釋放的條件與環境會影響薰衣草精油微膠囊的釋放模式[10]。

2010年由王瑋龍等人對台灣缺蠓在南投埔里桃米社區的密度與藻類的相對關係進行研究調查小黑蚊棲地的藻類相是否與成蟲密度有相關。結果發現樣區各採樣點小黑蚊成蟲密度等級介於第3級至第5級，其中採樣點在稻湘村民宿及水溝2個地點中為第5級，成蟲平均個數分別占18.03 %與16.70 %。發現小黑蚊密度與特定的藻類呈現特定的關係，

與矽藻(*Nitzschia sp.*)呈現明顯的正相關( $r=0.71$ )，與2種藍綠藻*Nostoc sp.*和*Raphidiopsis sp.*有正相關的趨勢( $r>0.5$ )，另與2種藍綠藻*Borzia sp.*和*Merismopedia sp.*呈現負相關的關係( $r<-0.45$ ) [12]。

2010年由Thichanee Jiamrungraksa等人使用海藻酸鈉及氯化鈣水溶液固化後的微膠囊製備及特徵進行研究，而FTIR的光譜數據證實高良薑精油所製備之微膠囊的存在。海藻酸鈉濃度的增加及精油含量對微膠囊的尺寸變化範圍產生一個明顯較高的平均尺寸位於750~1000 $\mu\text{m}$ 。海藻酸鈉濃度1%(w/v)時，型態趨勢會以團聚現象為主。紅外線水分平衡測定儀數據表明，微膠囊最高油含量為40%。高良薑精油的釋放表明，高良薑精油的熱穩定性小於高良薑精油/藻酸鈉的微膠囊。因此可以預期海藻酸鈉微膠囊可以用於改善精油在膠囊中的停留時間[9]。

2011年由謝芸軒等人為了降低台灣鋏蠓在台灣造成的肆虐及危害，所以針對其幼蟲食物(藻類)進行研究，採用不同濃度殺菌劑於野外進行抑制藻類生長的測試。當殺菌劑濃度20 ppm時對藍綠藻的抑制達到顯著差異。並進行戶外測試，結果發現殺菌劑須達400 ppm以上濃度以及連續4天以上施灑藥劑，即可達到有效的抑制效果[15]。

Jefferson M. Souzaa等人在2014年提出了使用幾丁聚醣包覆檸檬油之性能及與控制釋放，文中其統整了歷年許多關於幾丁聚醣微膠囊參數方便讀者參考。其統整資料顯示幾丁聚醣包覆在0.5~1 wt%，NaOH濃度在0.1M~0.25M時其平均粒徑可達1~20  $\mu\text{m}$ 是可作為本篇研究之

參考及對照之依據。而其研究本身在氫氧化鈉1.45 wt%濃度下所製備的微膠囊能清楚顯示微膠囊的尺寸、形態以及精油釋放波動皆具最佳效果。而其平均粒徑藉著NaOH濃度的變化從4  $\mu\text{m}$ 增大到7  $\mu\text{m}$ 。固定化的微膠囊在SEM分析中呈現粗糙的表面和有缺失的球面形狀，與幾丁聚醣壁孔形成，此型態有利的減緩了檸檬精油的在不織布上的釋放，從而增加了香味的持久性。ATR-FTIR和EDS分析證實在不織布纖維的表面上存在高濃度幾丁聚醣微膠囊[38]。

2015年Das, Nani Gopal等人進行了薑黃、廣藿香、花椒精油之協同蚊蟲趨避性能的研究，研究指出以植物為來源的蚊蟲趨避劑之選用是取決於對非目標物及環境不會造成傷害並且可以使用在皮膚及衣服上等條件。許多精油是高揮發性如烷烴，醇類，醛類，時間從15分鐘到5小時都有；雖然精油可當作蚊蟲趨避劑的代替來源，其趨避功效在使用上因單方精油的持久性是有限的；此研究的結果指出精油使用時效可經由多種精油之增加混和而增加其持久性[34]。

## 1.4 國內外專利

(1) 臺灣，溫育德，日行性昆蟲捕捉裝置，溫育德，I528897，  
2016/04/11

摘要：本發明係關於一種日行性昆蟲捕捉裝置，其採用現地組裝式之模組化設計，不僅具有便於組裝設置及拆解收納之優點，且收合時不佔空間，亦於收藏且便於攜帶，可廣泛應用於各種環境中，充分利用日行性昆蟲日間趨光之習性以不影響現地生態、土壤及作物之方式有效捕捉目標昆蟲。

(2) 臺灣，黃吉金，防蟲裝置，I522038，2016/02/21

摘要：一種防蟲裝置，包含：一殼體，具有複數個相互樞設的殼板，使複數個殼板之間可選擇性地開啟呈現出一展開狀態，或閉合呈現出一蓋合狀態，且每一個殼板表面分別設有至少一第一開口；至少一網體，含有揮發性的防蟲藥劑，並且覆蓋於上述第一開口；以及至少一固定手段，將上述網體裝設固定於上述殼板的第一開口一側；藉此，所述防蟲裝置使用時，其殼板可開啟呈現出一展開狀態，以大幅增加網體與空氣的接觸面積而能夠達到提昇防蟲藥劑之使用效率且利於進行更換作業之實用進步性。

(3) 臺灣，趙玉盞等人，防蚊微膠囊材用組成物、防蚊微膠囊材、防蚊噴霧劑及防蚊乳液，I504347，2015/10/21

摘要:一種防蚊微膠囊材用組成物，包含：形成微膠囊用組份；親水性溶劑；聚氧乙烯山梨糖醇酐單油酸酯系化合物；及防蚊精油組份。其中，該形成微膠囊用組份包括幾丁聚醣、海藻酸鹽、1wt%至2wt%的玻璃尿酸及固化劑；該防蚊精油組份包括主劑精油及副劑精油，該主劑精油是擇自於薄荷精油或尤加利精油，且該副劑精油包括香茅精油、檸檬精油及酸渣樹油。本發明透過形成微膠囊用組份的設計，可使得所形成的防蚊微膠囊材具有長效防蚊性及改善肌膚的保濕性，同時具有結構穩定性。

(4) 臺灣，蘇盈嘉，多種害蟲的誘捕裝置，M506467，2015/08/11

摘要:一種多種害蟲的誘捕裝置，主要是包括一網籠的上、下兩端分別結合一頂蓋與一底盤，並令底盤中間凹呈一盛水槽、以及稍上方裝設一其上設有發光元件與加熱器的餌盤，且設一粘網的上、下兩邊勾掛在頂蓋與底盤周圍所設的掛網勾上，讓粘網包圍在網籠的外側、並保持預定的間隔距離，因此當餌盤內的誘餌在加熱器的加熱下，令誘餌氣味散發的效果更好而吸引以外，對於趨光性的害蟲也有誘引的效果，且加熱器本身可模擬人體的體溫，更能吸引小黑蚊的飛入，進而令上述的害蟲受吸引而朝本新型誘捕裝置撲飛時，即會遭到粘網粘住而無法脫逃死亡，故本新型誘捕裝置為四周完全開放、且捕捉的面積範圍又廣，進而令誘殺的效果更佳。

(5) 臺灣，謝昌衛等人，具有防曬防蚊劑之微膠囊結構，M505302，

2015/07/21

摘要:本創作揭露一種具有防曬防蚊劑之微膠囊結構，包含中空殼層以及乳狀液核。乳狀液核可包含複數個植物精油及防曬劑，複數個植物精油可包含濃度介於重量百分比0.1%至2%的山胡椒精油。中空殼層之材質可為具有聚乙烯醇之共聚物形成之容室，且中空殼層的殼體上具有複數個孔隙，乳狀液核係容置於容室中，且孔隙係使乳狀液核中之成份於溫度範圍時通過，並釋放至中空殼層外。

(6) 臺灣，蘇盈嘉，環境害蟲撲滅器，201422154，2014/06/16

摘要：本創作係一環境害蟲撲滅器，可在籠子內放置一誘餌物品可用來，捕捉蒼蠅、果蠅、蚊子、鈹蠓(俗稱小黑蚊)這一類的害蟲，目前有不少害蟲對人類造成許多困擾也帶來不少的疾病，因此可藉由環境害蟲撲滅器來減少害蟲的滋生也可減少一些害蟲帶來的病媒源。在害蟲撲殺網內部設置有一放置誘餌機，誘餌機內放置添加殺蟲餌料可引來害蟲進食，害蟲進食後再飛出時會因塗在環境害蟲撲滅器上，的黏膠漆而留在網內以達到害蟲撲殺又環保。

(7) 臺灣，楊得志，具有幹細胞條件培養基促進表皮細胞再生、血管新生和表皮細胞損傷修復功能之微膠囊結構及其製造方法，201338810，2013/10/01

摘要:本發明係有關於一種具有幹細胞條件培養基促進表皮細胞再生、血管新生和表皮細胞損傷修復功能之微膠囊結構及其製造方法，此微

膠囊結構係至少包括有一間質幹細胞條件培養基與一囊體；其中該囊體係由低溫溶解蠟所構成且呈中空狀並形成一容置空間以容置該間質幹細胞條件培養基，以避免該間質幹細胞條件培養基內含之活性成分變質；藉此，該微膠囊結構可應用於促進肺部損傷、角膜損傷、皮膚傷口、肝臟損傷、腎臟損傷以及骨質疏鬆之修復或皮膚保養。

(8) 臺灣，林詠凱，誘捕昆蟲裝置，M451829，2013/05/01

摘要：一種昆蟲誘捕裝置，包括有一引誘劑與一容器，該引誘劑由碳酸化合物、碳水化合物、乾燥動物血液與酸溶液所組成。該容器具有一反應槽，以及至少一非直形但連續延伸而貫通至該反應槽的通道，該通道具有一開口，所述引誘劑被投入該反應槽內產生誘引氣味，可導引昆蟲由該開口進入如迷宮的容器內而無法逃脫，形成一環保之昆蟲誘捕裝置，該裝置適用於誘捕蚊蟲、蒼蠅、鈇蠓(小黑蚊)及蟑螂等昆蟲。

(9) 臺灣，賴孟宏等人，鈇蠓誘捕器，M448906，2013/03/21

摘要：一種鈇蠓(小金剛)誘捕器，其係包括一具備中空流道的框架及一設置於該框架且可驅動空氣快速流動的送風裝置，該框架於中空流道的兩側端分別形成一入風口及一出風口，於該入風口設有一具備含血配方的揮發性誘引件，於該出風口罩蓋設有一捕集網。本創作的誘引件能夠持續散發出血液的味道，利用鈇蠓(小金剛)的嗜血特性，將鈇蠓誘引靠近入風口，再以送風裝置強制捕捉，有效提高對鈇蠓(小金剛)的誘捕及滅殺效果。

(10) 臺灣，林宗岐等人，小黑蚊誘集黏網，201125486，2011/08/01

摘要：本發明為小黑蚊誘集黏網，該黏網係包含一網狀結構，該網狀結構上附著有黏性物質，該黏網具有可誘引蚊蟲棲生之環境色澤。該環境色澤為可引誘小黑蚊棲息產卵之色澤，採物理性黏捕手段，可有效捕捉小黑蚊。

(11) 臺灣，李憲明等人，防蚊精油乳液配方及其應用，201014526，2010/04/16

摘要：本發明是一種防蚊精油乳液配方，其至少包含一精油混合劑與一乳液基材，該精油混合劑內含萃取之花梨木，而該乳液基材內則含有二氧化鈦微粒。利用重量百分比佔 1%~5% 的精油混合劑，配合指定之附加成份混合而成防蚊精油乳液配方；另一方面，本發明防蚊精油乳液配方能緩解小黑蚊之叮咬症狀，且兼具驅蚊與防曬美白的效果。

(12) 臺灣，謝雲虎，用以驅防缺蠓之皮膚外用劑，200914036，2009/04/01

摘要：一種有效驅防缺蠓之皮膚外用劑，主要包含有六神草萃取物，以及一種以上選自到手香萃取物與澳洲茶樹萃取物所組成之群組作為有效成分。本發明塗抹在皮膚時，可具有優異之驅防缺蠓的效果，同時也能止癢、消腫。

(13) 臺灣，李安東，捕蟲燈，D113984，2006/11/21

摘要：本創作係一種利用有害昆蟲之向光性，以經設計之燈具之光源來

引誘有害昆蟲被黏捕之捕蟲燈。本創作係關於一種「捕蟲燈」之新式樣設計，尤指一種以光源來引誘向光性之有害昆蟲被黏捕之捕蟲燈，整體造形清新、流線，為一外觀新穎之新式樣物品。本創作為一呈長半圓弧罩體之燈具，由長半圓弧罩體及平面底座所構成，可掛置於平面之牆壁上，該半圓弧罩體前面之中間設有上下二波浪狀透光槽使捕蟲燈管所發出之燈光由該波浪狀槽孔射出，並藉以引誘向光性之有害昆蟲(如果實蠅、瓜實蠅、薊馬、小黑蚊、黃條葉蚤、粉蝨等)由該波浪狀透光槽孔進入，而被黏捕於黏膠板上，而底座為一倒梯形之平面掛板，內部組裝有兩平行設置之捕蟲燈管，捕蟲燈管之內面於底座壁面上掛置有捕蟲之黏膠板，底座之後上方兩邊設有掛孔，而上方設有開關，本創作掛置後具有裝飾及捕捉有害昆蟲之雙重效果。整體外觀具獨特性，除完全符合使用之功能外，並充分顯示出一種特異造形，應已符合新式樣專利之要件，爰依法提出新式樣專利之申請。

(14) 臺灣，防治飛行昆蟲之昆蟲防治用物品以及方法，085104173，2000/05/21

摘要: 本案揭示一種防治飛行昆蟲之昆蟲防治用物品，其包含有一個選自於下列群中的基質:紙板、開孔形纖維材料、盤繞式波狀紙張、由任何適合的纖維所構成之織布與不織墊或氈、凝膠、吸附性固態多孔發泡體以及由非孔洞性塑膠模製的細密分割或呈通道狀或是呈蜂巢狀結構，該基質被浸漬以一可自由地用於被動蒸發之活性昆蟲防治成份，

其中該活性昆蟲防治成份係選自於下列群中：傳斯弗如斯靈

(transfluthrin)、普萊蘭斯靈(prallethrin)、泰弗如斯靈(tefluthrin)、愛斯拜歐斯靈(esbiothrin)及其等之組合。亦揭示一種使用此種昆蟲防治用物品來防治飛行昆蟲之方法。

(15) 臺灣，王順清，遙控式超微粒害蟲噴藥飛行器，194768，1992/11/11

摘要：本創作係有關於一種遙控式超微粒害蟲噴藥飛行器之設計，尤指一種針對蚊、繩、小黑蚊等防治用而由空中向地面噴灑超微粒除蟲藥劑之噴灑飛行器之裝置所施予的創新設計，其主要乃是藉由一遙控飛行器上所承載的引擎帶動一小型空氣壓縮機，將空氣壓縮經管路輸入蓄壓器內，並利用一電磁閥控制其蓄電器內壓縮空氣之釋放，當壓縮空氣釋放出時，經管路由噴嘴噴向外異，在此同時，亦因為噴嘴壓縮空氣高速流通，造成與噴嘴銜接之供藥管路形成低壓，如此即因柏努力定理及文氏管原理，使藥劑自藥劑容器壓出至噴嘴與高速流通之空氣混合，以超微粒霧狀噴向外界，如此之設計，可有效快速大面積的噴灑散佈超微粒霧狀藥劑，節省人工花費降低成本，貼地噴灑功能強，適用範圍大，為一符合實用功效者。

(16) 歐洲，Gutsmann, Volker，含殺蟲劑-蠟顆粒之組成物，201230956，2011/04/14

摘要：本發明係關於用於防治害蟲之組成物，更特別為殺蟲劑，製備彼

等之方法，及此等調配物於各種表面持續防治動物害蟲(節肢動物)之用途。本發明進一步係關於活性組成份-蠟顆粒，其中至少一種活性殺蟲組成份係分散在蠟中。

(17) 美國 Crouse, Gary D 殺蟲組成物及與其相關之方法，201311642，  
2011/07/12

摘要: 於本文件揭露之分子係有關於製造可作為殺蟲劑(例如，殺蟎劑、殺昆蟲劑、殺螺劑，及殺線蟲劑)之分子的方法、此等分子，及使用此等分子控制害蟲之領域。

(18) 日本，浮田涼子，飛翔害蟲忌避製品、及飛翔害蟲忌避方法，  
I478666，2015/04/01

摘要: 提供一種善用矽氧橡膠的特性，同時對飛翔害蟲的忌避效果優良的飛翔害蟲忌避製品、及飛翔害蟲忌避方法。一種飛翔害蟲忌避製品，使含有飛翔害蟲忌避香料成分的飛翔害蟲忌避香料組成物保持於含有矽氧橡膠的硬度50度以下的橡膠成形體而成，橡膠成形體為包含插入或裝設有人體的一部分或物體的可伸縮的環部之環狀橡膠成形體，在將人體的一部分或物體插入或裝設於環部的狀態下，由環狀橡膠成形體的表面飛翔害蟲忌避香料成分持續揮發5~15小時。

(19) 美國，Barnett David，殺蟲紡織品、製造方法及使用方法，I411717，  
2013/10/11

摘要: 提供一種微膠囊化殺蟲劑處理過的織物以及一種以包含至少一

微膠囊化殺蟲劑以及至少一聚合性黏合劑的組成物處理織物之方法。  
被塗佈或部分被塗佈的織物維持了足量微膠囊化殺蟲劑在織物表面上來殺或驅除昆蟲，特別是蚊子，即使在重複洗滌後。該織物可製成網、衣物、以及類似者，以免於得到昆蟲傳播的疾病，例如瘧疾。亦提供一種織物處理組成物，其含有適量的至少一微膠囊化殺蟲劑以及至少一聚合性黏合劑。

(20) 美國，Mapelli, Luigi，菲索特芬那定 (Fexofenadine) 微膠囊及包含其之組合物，I471146，2015/02/01

摘要：本發明提供一種包括遮蔽味道立即釋放微膠囊之醫藥組合物，該遮蔽味道立即釋放微膠囊包含菲索特芬那定(fexofenadine)及水不溶性聚合物包衣。此等微膠囊及包含其等之醫藥組合物具有適宜藥物含量及所需醫藥性質，包括併有遮蔽味道效果的菲索特芬那定之快速溶解速度。

(21) 美國，布藤智康，緩釋性組成物及其製法，I481424，2015/04/21

摘要：本發明係有關一種緩釋性組成物，其中水溶性生理活性肽實質上係均勻地分散於由乳酸聚合物或其鹽構成之微膠囊中，該生理活性物質所含之量佔總微膠囊之15至35重量/重量%，及該乳酸聚合物之重量平均分子量(Mw)為約11,000至約27,000；其特徵為具有高含量之生理活性物質，且抑制投藥後一天內之初始過量釋放及維持長時期穩定之藥物緩釋性；本發明亦有關彼等之製法。

(22) 中國大陸，張學樑，一種驅蚊風扇，M502091，2015/06/01

摘要: 本新型在於提供一種驅蚊風扇，包括：夾座、燈柱、扇葉頭以及扇葉組，燈柱下端固定連接夾座，燈柱上端固定連接扇葉頭，扇葉頭內設有電機，電機傳動連接扇葉組，夾座內設置有超聲波驅蚊器。本新型一種驅蚊風扇，不僅可以在炎炎夏日給人們帶來清涼，同時風扇上的驅蚊裝置會驅趕蚊蟲，由於驅蚊裝置為超聲波驅蚊器，不會帶來化學物質的污染，較傳統驅蚊裝置更為安全，此外風扇底座為可夾式底座，可夾于桌邊、床邊等地方，方便使用。

(23) 日本，栗橋澄朋，蚊子引誘捕獲裝置，201536176，2015/10/01

摘要: 本發明之蚊子引誘捕獲裝置(10; 10A)包括：殼體(50)；紫外線照射部(80)，其可對收納於該殼體(50)內之光觸媒(111)照射紫外線；抽吸部(70)，其自殼體(50)之一端部(50d)抽吸外部氣體；及回收部(40)，其面向殼體(50)之另一端部(50c)，且可回收藉由抽吸部(70)而與外部氣體一併被抽吸之蚊子(M)。於殼體(50)設置有抑制紫外線自殼體(50)洩漏之遮光機構(100, 120; 120A)。回收部(40)係可相對於殼體(50)滑動地安裝。

(24) 美國，Holyoke, Caleb William, JR, 中離子殺蟲劑混合物, I508658, 2015/11/21

摘要: 本發明揭露之組合物包含(a)至少一化合物，選自式1化合物、其N-氧化物及其鹽類，1其中R1係視情況以至多5個分別選自R3的取代基

所取代的苯基，或視情況以至多4個分別選自R3的取代基所取代的吡啶基；R2為C1-C4鹵烷基；或噻唑基、吡啶基或嘧啶基，各視情況以至多2個分別選自於由鹵素及C1-C4烷基所組成的群組之取代基所取代；各R3分別為鹵素、氰基、C1-C4烷基、C1-C4鹵烷基、C1-C4烷氧基、C1-C4鹵烷氧基、C(R4)=NOR4或Q；各R4分別為C1-C4烷基；Z為CH=CH或S；以及各Q分別為苯基或吡啶基，各視情況以至多3個分別選自於由鹵素、氰基、C1-C4烷基、C1-C4鹵烷基、C1-C4烷氧基及C1-C4鹵烷氧基所組成的群組之取代基所取代；以及(b)至少一無脊椎動物害蟲控制劑。

本發明亦揭露控制一無脊椎動物害蟲的方法，包含以本發明之生物有效量組合物接觸該無脊椎動物害蟲或其環境。

(25) 日本，森田弘幸，熱膨脹性微膠囊、熱膨脹性微膠囊之製造方法、發泡性母料及發泡成形體，I520775，2016/02/11

摘要：本發明之目的在於提供一種耐熱性及耐久性優異，且於自低溫至高溫之廣泛的溫度範圍中顯示出優異之發泡性之熱膨脹性微膠囊。本發明之熱膨脹性微膠囊，其係於含有共聚物之殼內，包有揮發性液體作為核劑；且上述共聚物係將含有單體A與單體B之單體混合物聚合而獲得，其中，單體A係選自由含有腈基之丙烯酸單體及含有醯胺基之丙烯酸單體所組成之群中之至少一種，單體B係選自由含有羧基之丙烯酸單體及含有酯基之丙烯酸單體所組成之群中之至少一種；且上述單體A及上述單體B之含量合計為上述單體混合物之70重量%以上，上述單體

A與上述單體B之含量之重量比為5:5~9:1。

(26) 日本，山內博史，熱膨脹性微膠囊及熱膨脹性微膠囊之製造方法，  
I526247，2016/03/21

摘要：本發明之目的在於提供一種耐熱性及耐久性優異之熱膨脹性微膠囊。本發明之熱膨脹性微膠囊，其係於含有共聚物之殼內，包有揮發性液體作為核劑；且上述共聚物係藉由使含有單體A與單體B之單體混合物聚合而獲得，其中，單體A係選自由含有腈基之甲基丙烯酸單體及含有醯胺基之甲基丙烯酸單體所組成之群中之至少一種，單體B係選自由含有羧基之甲基丙烯酸單體及含有酯基之甲基丙烯酸單體所組成之群中之至少一種；且上述單體A及上述單體B之含量合計為上述單體混合物之70重量%以上，上述單體A與上述單體B之含量之重量比為5:5~9:1，於上述單體混合物中，甲基丙烯腈及甲基丙烯酸之含量合計為70重量%以下。

(27) 美國，Knueppel Daniel I，殺蟲組成物及相關方法，201623302，  
2016/07/01

摘要：此揭示係有關於下列領域：具有抗節肢動物門、軟體動物門及/或圓形動物門之害蟲之殺蟲效果的分子、生產此等分子之方法、用於此方法之中間產物、含有此等分子之殺蟲組成物，以及使用此等殺蟲組成物抗此等害蟲之方法。此等殺蟲組成物可使用作為，例如，殺蟬蟎劑、殺昆蟲劑、殺蟎劑、殺軟體動物劑及/或殺線蟲劑。此文件揭示

具有下列式I之分子，或其任一農業上可接受的鹽類，其中R 1、R 2、R 3、R 4、R 5、R 6、R 7、R 8、R 9、X 1、Q及n係如本文中所述。

(28) 中國大陸，周青竹，具有粗糙表面結構之中空有機矽烷微球及其製備方法，I558745，2016/11/21

摘要: 本發明提供了一種具有粗糙表面結構之中空有機矽烷微球，其包含提供pH值為10~13的鹼性溶液，混合至少兩種有機矽烷而得到有機矽烷混合物，將所述有機矽烷混合物加入到所述鹼性溶液中，進行水解縮聚反應後，靜置陳化，形成表面具有皺褶、內部中空的微球顆粒。該等顆粒的粒徑具有高均勻性。本發明另提供上述中空有機矽烷微球的製備方法。

(29) 歐洲，Sonneck, Rainer，含殺昆蟲劑之網狀織物，I580353，2017/05/01

摘要: 本發明有關一種含殺昆蟲劑之織物，含有至少一種嵌埋殺蟲活性成分於聚合物基質且具有優異耐洗性，及亦有關由此織物製造之產品，及其等於保護人類、動物與植物免受節肢動物之用途，特別於控制昆蟲之用途。

(30) 日本，板野太亮，害蟲防除製品及害蟲防除方法，I586274，2017/06/11

摘要: 提供一種可適用於可長時間持續發揮穩定的性能之水性殺蟲劑組成物之害蟲防除製品。一種害蟲防除製品，包含用以使含有如下的成

分之水性殺蟲劑組成物蒸散的加熱蒸散用吸液芯：30°C下的蒸氣壓為 $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-2}$  mmHg之擬除蟲菊酯系殺蟲成分，與沸點為150~300°C之乙二醇醚系化合物，與水，在分別將加熱蒸散用吸液芯的下部浸漬於由二乙二醇單丁醚40質量%水溶液構成的水性處方液或由碳數14的流動石蠟構成的油性處方液的情形下，水性處方液在加熱蒸散用吸液芯上升的速度(V1)，油性處方液在加熱蒸散用吸液芯上升的速度(V2)，加熱蒸散用吸液芯的水性/油性吸液比率(V1/V2)為0.55~1.0的範圍。



## 1.5 研究動機

如前所述台灣銜蠓是台灣常見的騷擾性吸血昆蟲之一，其體型極小不易被發現，且繁殖速度極快，因此臺灣個處皆有台灣銜蠓存在的蹤跡，雖然台灣銜蠓尚未被證實會傳播疾病，但其在各地盛行已造成嚴重危害而導致民眾的不便，居住在台灣銜蠓盛行地區的居民生活深受其擾[1, 2, 13]。而精油的使用為近幾年來調查的主要材料，文獻指出精油具有的揮發性成分廣泛被運用於人類疾病的預防和治療。並指出精油對蚊蟲能夠產生一定的抑制性[5]，然而精油的高揮發性會造成趨避時間較短進而導致無法達到長時間的趨避效果。

現今研究中主要針對台灣銜蠓幼蟲生長抑制，例如抑制小黑蚊的食物(藻類)生長而防止其繁殖[15, 47]，但直接防止人與台灣銜蠓接觸的相關研究卻相對較少。此外市售產品主要使用化學趨避劑如DEET、DEPA及DMP等，這些化學藥劑對蚊蟲趨避具有顯著之效果，但對環境是會有負面影響的。此外化學趨避劑在規範上有濃度限制，但仍有報導指出其具有刺鼻的氣味、極重的油膩感以及高的皮膚滲透性。這些化學趨避劑若長期使用會對人體皮膚成危害，如過敏、發炎，嚴重則會有神經中毒、致癌以及肌肉麻痺...等[1, 2, 34, 48]。

根據眾多文獻以及上述原因，而萌生本研究使用天然植物萃取精油作為趨避劑。因為其具有溫和的氣味、鎮痛消炎效果、抗氧化性、抗

菌性以及抗腫瘤之特性等等諸多之優點[19-36]，加上近幾年環保意識的提升，天然植物的相關產品開始逐漸被重視，並被認定為蚊蟲趨避劑重要的成份之一[24, 34, 49]。若能以天然精油做為台灣缺蠓之趨避劑，不但具有上述之優點，相信對天然植物之相關產品的開發與應用會有一定的貢獻。但精油的高揮發性導致其趨避時效有限，依前者研究可發現兩種增長精油使用時效之方法首先是藉著精油的堆加可增長精油的趨避時效[34]。並使用微膠囊包覆技術，此技術具有保護蕊材、傳遞、緩釋...等功用，藉著此技術可有效的增長蕊材的使用時效[8, 9, 38, 45, 50]。

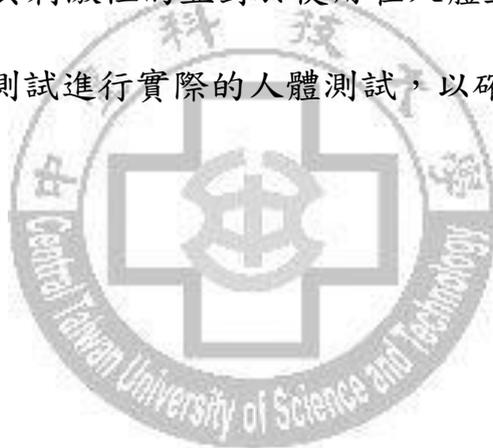
所以本研究取得八種天然植物精油:廣藿香、迷迭香、沒藥、乳香、安息香、百里香、快樂鼠尾草、大茴香等進行台灣缺蠓趨避測試。再將植物精油製備成微膠囊，以Y型管嗅覺器、趨避用網籠、傅立葉紅外線光譜儀(FTIR)、紅外線水分測定儀(IMDB)、熱重分析儀(TGA)，細胞相容性及細胞毒性等測試，評估其趨避效果、包覆率、載藥量、釋放性能以及對生物的刺激性等，達到長效趨避蚊蟲之功效，並且對人體有最低傷害。

## 1.6 研究目的

有鑒於近年台灣缺蠓數量的倍增及遍佈，對人們在外出遊玩及生活上造成許多的不便，而在現有的研究中多屬控制其生長環境，或是對其生長環境及對人所造成的危害居多，在關於防止台灣缺蠓對人類進行叮咬的趨避測試相關文獻實屬有限，此外直接使用精油又具有使用時效性的問題。因此本研究欲製備一延長其時效性、對人體不具刺激性、之高分子包覆天然精油微膠囊。

本研究分兩大階段，第一階段為取得趨避效果前三佳的精油並將其混和取得最佳精油混和比例。第二階段則是使用微膠囊化技術將精油進行包覆使之達到緩釋之效果。所以本研究首先將廣藿香、迷迭香、沒藥、乳香、安息香、百里香、快樂鼠尾草、大茴香等天然植物精油，以Y型管嗅覺器對台灣缺蠓進行測試，觀測其趨避效果，進而取得最佳趨避精油及趨避濃度。將取得趨避效果最佳之三種精油進行成分分析，並以不同比例之精油混和趨避測試得到最佳化精油混和比例。並對最佳比例進行網籠測試以取得其實際應用於人體的趨避效果。第二階段將最佳化之精油比例與幾丁聚醣進行微膠囊化製備，並以均質機進行均質攪拌，利用其定轉子之間的相互作用製備成小微粒之微膠囊。取得精油複合微膠囊後將其進行台灣缺蠓趨避測試、釋放性能評估、包覆率、載藥量、表面型態觀察、化學結構分析等測試。評估精油微膠

囊化，是否能達到所期望之釋放時間以及趨避效果。所以本研究使用紅外線水分平衡儀及熱重分析儀，使微膠囊藉著高溫快速乾燥將內含之精油揮發，將其熱重損失換算以確定其包覆率及載藥量藉此得知其精油的含量，並將材料以37 °C進行釋放性能的評估取得其釋放曲線等。本研究為了觀察精油是否正確地被包覆在微膠囊中，將使用光學顯微鏡(OM)與傅立葉紅外線光譜儀(ATR-FTIR)對其主要的官能基及表面型態進行觀測及比較。並進行細胞相容性及細胞毒性等測試以確認其在人體上是否具刺激性的並對於使用在人體上是否可行的。最後進行台灣缺蠓網籠測試進行實際的人體測試，以確定使用上的效果。



## 第二章 原理

### 2.1 蚊蟲感知外界原理

昆蟲感知環境變化主樣方式有嗅覺、味覺等方式來感應外界物質，如觸角、口氣、跗節或是全身各處的化學刺等相關感覺器來感應外界環境中的氣味分子，進而調整生理或行為，此過程稱之為化學溝通 (Chemical communication)。而這些感知的器官在昆蟲身上所扮演的角色就是尋找宿主、躲避天敵、覓食、求偶甚至產卵地點等；而謝等人以植物萃取液 Y 型管嗅覺器對台灣缺蠓進行趨避測試發現台灣缺蠓對氣味是具有反應的。

### 2.2 Y 型管嗅覺器原理

Y型管嗅覺器是用來觀察昆蟲對揮發性化學物質的行為與反應。Y型管嗅覺器在觀察昆蟲雙向選擇的偏好測試中被廣泛使用。其原理為：在Y型管中，一端透過氣流帶入揮發性物質，另一端則吹入純淨的空氣。在管中設定一些指標，觀察昆蟲對氣味的反應(參照圖2.1氣味由氣味流通端進入，蚊蟲便從起飛端起飛進行判別)。

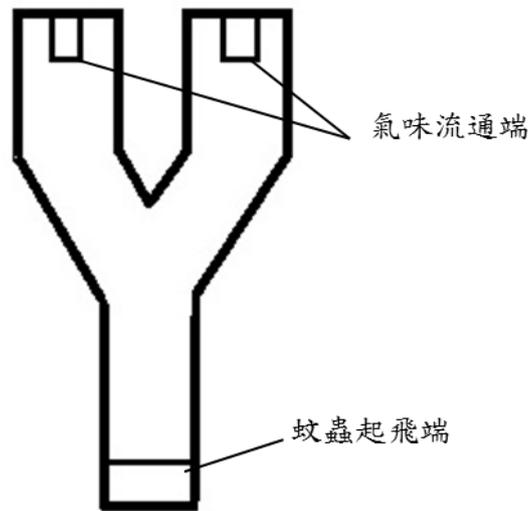


圖 2.1Y 型管嗅覺器示意圖

### 2.3 交聯原理

交聯後的聚合物是三維網狀結構的聚合物。不溶解，不熔融。交聯聚合物中常存在網路缺陷，如未反應的官能團或鏈末端的閉合環、套環等。製備途徑主要有兩種：一、有三官能度單體參與的均聚或共聚及易發生鏈轉移單體的聚合；二、是線型聚合物通過交聯反應生成。

交聯是指在聚合物大分子鏈之間產生化學反應，從而形成化學鍵的過程。聚合物交聯后，其力學性能、熱穩定性、耐磨性、耐溶劑性及抗蠕變性都有不同程度的提高。如果交聯反應發生在不同聚合物上，尤其是互不相容的聚合物之間，可大大提高兩種聚合物的相容性，甚至使不相容組分變為相容組分。交聯主要可以分為化學交聯和輻射交聯兩種。此外還有光交聯、熱交聯及鹽交聯等。

## 2.4 微膠囊原理

微膠囊(Microcapsules) 技術是利用高分子材料或是其它材料為殼物質，將微小的核物質包覆起來形成微膠囊的一種技術。具保護、傳遞、緩慢釋放之載體技術，能將精油等揮發性物質經由微膠囊的包覆，提高其儲存和釋放的時間。也有學者把囊壁物質稱為載體(carrier)，即具有攜帶、具流動性，覆蓋在核心物質當做保護的材質。而微膠囊結構主要有兩個部分：核心物質就是蕊材以及囊壁物質也就是殼材(如圖 2.2)。

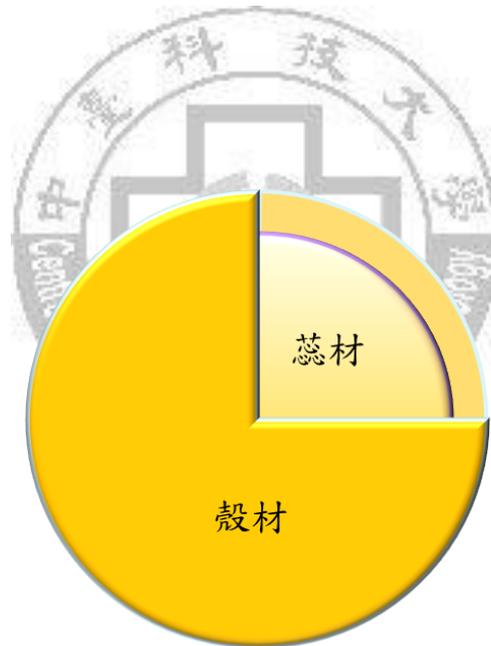


圖2.2微膠囊示意圖

## 2.5 均質攪拌原理

轉子和錠子的精密配合，於工作頭（轉子和錠子鍛件製造）所具備的爪式結構，雙向吸料，剪下效率高(如圖2.3)。間歇式高剪下分散乳

化均質機是通過轉子高速平穩的旋轉，形成高頻、強烈的圓周切線速度、角向速度等綜合動能 效能；在錠子的作用下，錠、轉子合理狹窄的間隙中形成強烈、往復的液力剪下、摩擦、離心擠壓、液流碰撞等綜合效應，物料在容器中迴圈往復以上工作過程，最終獲得產品。利用刀頭快速的把乳液剪下成小的水包油或油包水液滴，小到一定程度，液滴間作用力增大，難以聚合，以此形成相對穩定的乳液並採用此方式製作微膠囊[51, 52]。



圖 2.3 錠子轉子示意圖

## 2.6 專有名詞解釋

(1)生物可降解性：事只在自然環境條件下能被微生物(如細菌、真菌和藻類等)完全分解變成低分子化合物。

(2)生物相容性：不會引起血栓現象、無毒性、無過敏反應、與酵素不會發生變化、無致癌性。

(3)過敏反應：過敏是指個體對於環境中的某些物質，產生過度的免疫反應，因而造成組織發炎或器官功能異常。

(4)風疹：指因感染風疹病毒，以輕度發熱，咳嗽，全身皮膚出現細沙樣玫瑰色癩丘疹，耳后及枕部淋巴結腫大為主要表現的出疹性兒科時行病。

(5)水腫：又稱浮腫，是指人體皮下空腔因體液異常堆積所產生的腫大症狀。

(6)丘疹：是一種在皮膚表面隆起的皮損，用手觸摸可感覺其突出。

(7)水皰：水皰,為高出皮膚的皰疹，內含有水液。水皰的形成大多是由於炎症反應的結果，如細菌、病毒、寄生蟲(疥蟲)或變態反應引起的炎症，常見有天皰瘡、皰疹樣皮炎、帶狀皰疹等。

### 第三章 材料與方法

#### 3.1 實驗流程

第一階段流程：最佳趨避精油之製備流程圖

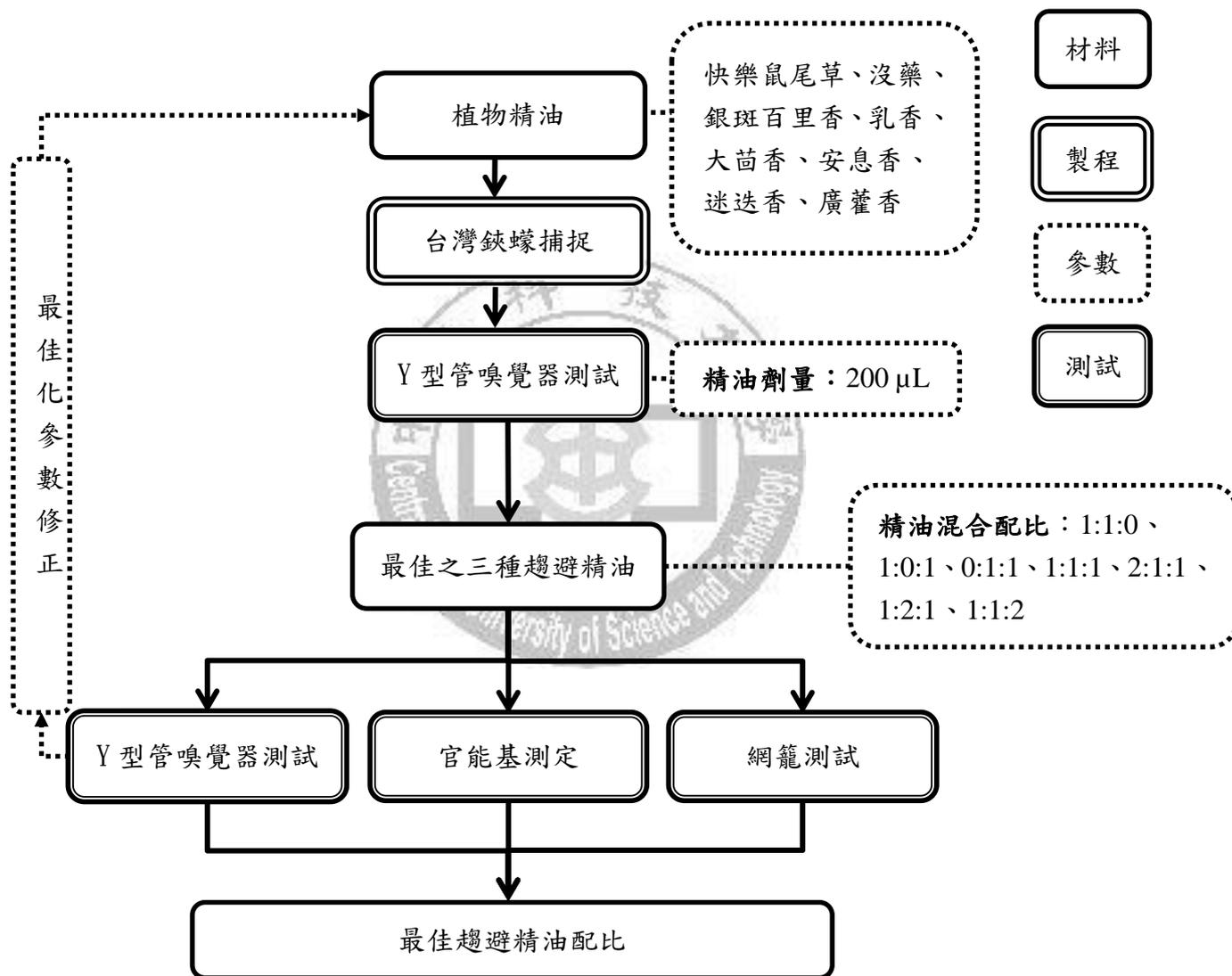


圖 3.1 最佳趨避精油參數取得流程圖

## 實驗流程說明

本階段我們可分為兩部分，第一部份取得精油之趨避效果。第二部分使用趨避效果前三名之精油進行混和的測試，本測試之目的是為了觀測精油混和後其趨避效果是否能夠被加強，之後取得最佳參數進行第二階段之流程製作，為確保其氣味濃度足夠使台灣缺蠓清楚辨別本階段測試皆以200  $\mu\text{L}$ 之劑量進行測試。最終將最佳精油混和參數進行網籠測試並提高到300  $\mu\text{L}$ 應用於人體進行實際的測試取得在特定時間內之趨避功效。

- (1) 台灣缺蠓捕捉：當人體被叮咬時利用收集器將台灣缺蠓進行收集。收集完畢後將其放入4 $^{\circ}\text{C}$ 冷室中降低活性。
- (2) Y型管嗅覺器測試：將台灣缺蠓置於Y型管嗅覺器的起飛端並放置於生長箱中進行測試，生長箱內部溫度及光度分別為28  $^{\circ}\text{C}$ 及1480 Lux。
- (3) 取直徑55 mm 濾紙加入200  $\mu\text{L}$ 精油，放置在氣味端的其中一側而另一側則放入空白濾紙進行Y型管嗅覺器的測試。
- (4) 爾後將兩端閥門打開使氣味流通即可測試，而氣味流通時間為10分鐘。之後將台灣缺蠓起飛端閥門打開放出，開始5分鐘測試，使其對氣味進行選擇是否遠離精油端，進而確認在Y型管嗅覺器中所分布的情形進行計算，共重複3次相同測試取得平均值與所有精油進行比較。
- (5) 將前三佳的趨避精油進行官能基的測定，分析其內部所具有的化學成分並嘗試找出三者共通的官能基進行分析。

- (6) 精油混和之Y型管嗅覺器測試比例分別為1:1:0、1:0:1、0:1:1、1:1:1、2:1:1、1:2:1及1:1:2等比例，將趨避效果前三名之精油進行測試，取得最佳趨避參數比例。
- (7) 將所得之最佳趨避參數進行網籠測試，觀察其在特定時間內的趨避功效。



## 第二階段：幾丁聚醣微膠囊製備流程圖

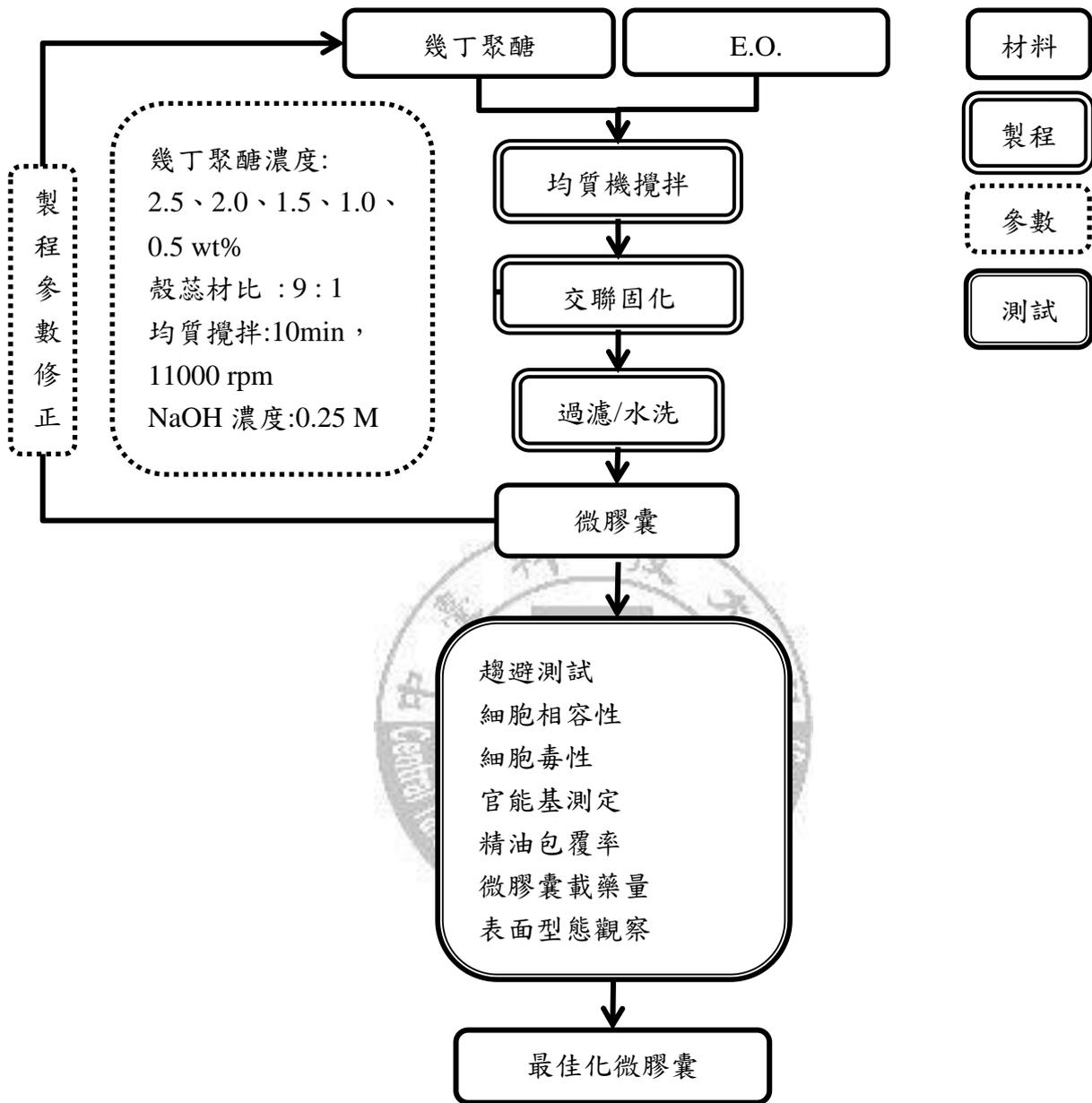


圖 3.2 幾丁聚醣微膠囊製備及測試流程圖

## 實驗流程說明

此階段將進行天然植物精油的微膠囊化動作，本階段採用的殼材：幾丁聚醣，對精油進行包覆。為了確定膠囊在人體上使用不具刺激性於是對其進行細胞相容性、細胞毒性等測試。為驗證精油的包覆本階段也會針對膠囊進行FTIR的測定，觀察其特徵峰以對照並已得知精油是否被包覆在所選定之殼材中，並使用紅外線水分平衡測定儀及熱重分析儀對其及釋放前後之濃度進行換算取得其包覆率載藥量及釋放性能。膠囊之表面型態則使用OM進行觀測，最終對其進行網籠測試取得最佳化的微膠囊參數。

- (1) 首先，將取得殼材調配成2.5 wt%、2.0 wt%、1.5 wt%、1.0 wt%、0.5wt%的溶液。
- (2) 將精油以10:1的比例與界面活性劑進行磁石攪拌。
- (3) 以9:1的比例使用均質機將幾丁聚醣水溶液與精油/界面活性劑溶液均質攪拌10分鐘以進行乳化，轉數為11000 rpm。
- (4) 將所得精油幾丁聚醣乳化液滴入含0.25莫耳的NaOH，並以均質機攪拌10 min，轉數為11000 rpm，製成微膠囊。
- (5) 所製成之微膠囊進行過濾水洗動作至少3次，重複過濾兩次原微膠囊液體後，在以去離子水清洗過濾2次將殘餘的精油清洗。
- (6) 過濾後將微膠囊至於室溫中乾燥一天
- (7) 乾燥後的微膠囊將進行各樣的測試，細胞相容性、細胞毒性測試、以

證明精油微膠囊化後在人體上是不會有刺激性的。傅立葉紅外線光譜儀進行材料官能基的分析以證明經由被正確包覆在微膠囊內部，將紅外線水分平衡儀所得到的熱重損失進行分析，所得之結果緩算為其包覆率、載藥量及釋放率等。

(8) 進行台灣缺蠓趨避測試，將所得參數條件進行比較取得最佳化的微膠囊參數。



### 3.2 實驗材料

- (1) 百里香、廣藿香、安息香、乳香、沒藥、大茴香、快樂鼠尾草、迷迭香等天然植物精油：歐丹尼芳療精品，台灣。
- (2) 幾丁聚醣：去乙醯化80%，全球生物科技有限公司，台灣。
- (3) 醋酸：99~100%，島九藥品株式會社，日本。
- (4) 磷酸鹽緩衝溶液：Sigma，友和股份有限公司代理。
- (5) 纖維母細胞：新竹食品工業研究所，台灣。
- (6) 濾紙：55 mm，孔徑6  $\mu\text{m}$ 、ADAANTEC、伸球股份有限公司代理，日本。
- (7) 濾紙：90 mm，孔徑5  $\mu\text{m}$ 、ADAANTEC、伸球股份有限公司代理，日本。
- (7) 馬血清：Hyclone，美國。
- (8) Minimum Essential Medium：GIBCO，美國。
- (9) NaOH：CHONETE PURE CHEMICALS，純度99.5%，台灣。
- (10) 去離子水：中臺科技大學提供。

### 3.3 實驗室設備與儀器

- (1) Y 型管嗅覺器：豐陽壓克力有限公司，中臺科技大學提供。
- (2) 電子天平：JADEVER(JS-60)，擁立儀器有限公司，中臺科技大學提供。
- (3) 恆溫震盪槽：SB-9D，台灣海博特股份有限公司，中臺科技大學提供。
- (4) 生長箱：DB，詠欣有限公司，中臺科技大學提供。
- (5) 二氧化碳培養箱：RCO300T，造鑫企業有限公司，中臺科技大學提供。
- (6) 無菌操作臺：造鑫企業有限公司，中臺科技大學提供。
- (7) 光學顯微鏡：中臺科技大學提供。
- (8) 離心機：Z2300K，造鑫企業有限公司，中臺科技大學提供。
- (9) 磁石攪拌機：Corning Laboratory Stirrer/Hot Plate，中臺科技大學提供。
- (10) 傅立葉紅外線光譜儀：IR Affinity-1(jaoan)，中臺科技大學提供。
- (11) 均質攪拌機：PT2100，造鑫企業有限公司，中臺科技大學提供。

### 3.4 分析測試方式

#### 3.4.1 趨避測試-Y型管嗅覺器

測試方式是將 $20 \pm 3$ 隻的台灣缺蠔放置起飛端(如圖2.1)，將測試精油滴200  $\mu\text{L}$ 在55 mm的濾紙上，放置氣味端的其中一次，而另一側則放入空白之濾紙與之進行比較測試。濾紙放置完畢後則將氣味端之閥門打開，等待空氣流通10分鐘後開啟起飛端閥門進行5分鐘的趨避測試，若台灣缺蠔集中於空白濾紙端為多，那證明了此精油具有台灣缺蠔的趨避效果，反之則為具有誘引效果。

#### 3.4.2 傅立葉紅外線轉換光譜儀

利用傅立葉數學轉換將干擾譜(interferogram)換成與傳統紅外光譜相同之頻譜圖(frequency domain spectrum)。FTIR最大之特徵在於其快速掃描能力，僅數十秒鐘即可作多達三十餘次全光譜掃描。對訊雜比之改善有很大之助益，同時由於使用高能脈波光源，在儀器偵測靈敏度及解析度方面亦有大幅之提昇。本研究利用其穿透波對測試材料進行測試，其測試範圍為 $650 \text{ cm}^{-1} \sim 4000 \text{ cm}^{-1}$ ，進而取得圖譜以進行測試材料的對照，確認具有趨避效果之精油是否具有共通官能基，並且確認膠囊是否正確的包覆精油。

### 3.4.3 網籠測試

測試方式將  $120 \pm 10$  隻的台灣缺蠓放置於  $60 \times 60 \times 60$  的網籠中進行測試，將測試精油以  $300 \mu\text{L}$  之劑量均勻塗布在手上，以 15 分鐘為一個單位進行測試，前三分鐘將手伸進去並計算叮咬數目三分鐘後將手移出，待 12 分後繼續計算，以此方式測試共測試兩小時。測試完畢將叮咬數字總和換算成百分比，即可取得其 2 小時內之趨避率。每次測試皆重複三次。

公式:叮咬次數/總缺蠓數  $\times 100\%$  = 叮咬百分率

$100\% - \text{叮咬百分率} = \text{趨避率}$



圖 3.3 網籠實體圖

### 3.4.4 紅外線水分測定儀

紅外線水分測定儀，採用熱解重量原理設計的，是一種新型快速水分檢測儀器，紅外線加熱可以最短時間內達到最大加熱功率，在高溫下樣品快速被乾燥，其檢測結果與國際標準烘箱法具有良好的一致性，具有可替代性，且檢測效率遠遠高於烘箱法。一般樣品只需幾分鐘即可完成測定。水分測定儀在測量樣品重量的同時，紅外線加熱單元和水蒸發通道快速乾燥樣品，在乾燥過程中，水分儀持續測量並即時顯示樣品丟失的水分含量%，乾燥程序完成後，最終測定的水分含量值被測定顯示。以計算出殼材與精油的重量進而取得微膠囊的包覆率及載藥量。

包覆率及載藥率公式如下：

$$(W_m - W_0) / \text{測試加入之精油量} \times 100 \% = \text{所包覆之精油量} (\%)$$

$$(W_m - W_0) / W_m \times 100 \% = \text{殼材載藥率} (\%)$$

$W_m$  為原微膠囊重(經過水洗過濾室溫乾燥後之微膠囊重)； $W_0$  為乾燥後殼材重(測試烘乾後之微膠囊重)

## 3.5 生物性評估

### 3.5.1 細胞相容性

#### (1)細胞培養

將纖維母細胞(L929)冷凍管至於37 °C水浴中迅速解凍，以70 %酒精擦拭管壁及管口，在無菌操作臺內用無菌為量吸管，將細胞容易放入5~10 mL 新鮮培養液(MEM)，為了使細胞均勻混和於MEM中需要以畫圈或是八字方式搖晃，放入細胞培養箱內培養，在解凍培養後24時候換MEM，以降低DMSO所帶來的毒性。

培養2-3天後更換MEM，當細胞長滿於培養皿後，移除MEM，加入10 mL之磷酸鹽緩衝溶液(PBS)洗滌細胞後移除PBS。加入1 mL 之0.25 %的trypsin-EDTA，使貼附在培養皿上的細胞懸浮起來，放置於培養箱中3-5分鐘。確認細胞與培養皿分離後使用1 mL之PBS中和其毒性並將所需之細胞液用pipet取出放入新細胞培養皿在加入MEM搖晃均勻，放置於37 °C細胞培養箱生長。

#### (2)細胞數目測定

將培養的細胞從培養箱取出，使用巴斯特吸管吸除MEM，用PBS緩衝溶液洗去培養皿中的血清，之後吸取乾淨後，加入1 mL之0.25%的trypsin-EDTA放置培養箱3-5分鐘，待細胞分離後以等量之PBS中和毒性，之後取少量細胞懸浮液滴至血球記數盤上的凹槽內，利用到力士

顯微鏡進行觀察，並用記數器記數，細胞記數盤內有九宮格，每隔大小1 mm乘1 mm，蓋上蓋玻片後液體體積約0.1 mm厚，液體總量為1/10的4次方(1/10000 cc)，記述部分為四個黑色粗線框框部分，完畢後計算出實驗所需的細胞量，即可將細胞種於每個細胞孔目中。

### (3)材料與細胞共培養

將滅菌後的樣本，置於24-well盤中，在取先前培養的L929將細胞濃調整至 $2 \times 10^4$  cell/mL後，再以每孔細胞液與樣本比為9:1之比例進行測試，在培養箱中進行(37 °C、5 %二氧化碳)，經24 hr培養後，以倒立式顯微鏡觀察材料周圍細胞生長狀況。

### 3.5.2 細胞毒性測試(MTT Assay)

本研究中材料L929之毒性測試是利用MTT Assay。實驗方式為在96 well盤中之培養盤內分別種入本研究之樣本浸泡液加上L929細胞懸浮液，所需細胞數為 $5 \times 10^3$  cell/cm<sup>2</sup>，將每孔養好L929，此時，將培養盤放入二化培養箱24小時，之後取出放入無菌操作臺，使用巴斯特吸管吸除培養基，之後為避免培養基會影響MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide)試劑之反應，故添加培養基需使用PBS沖洗乾淨在將其吸除，吸除後再加入試劑，避光作用4小時，時間達到後先吸除MTT試劑之後每孔在加入70 μL之DMSO溶劑，使結晶溶解，再利用ELISA reader分別在波長570 nm

測定吸光值，可由吸光值評估細胞存活率和增生率。計算公式如下：

$$\text{細胞存活率} = (\text{經過處理後之吸光值} / \text{未處理之吸光值}) \times 100\%$$



## 第四章 結果與討論

### 4.1 台灣缺蠓單方精油 Y 型管嗅覺器趨避測試

因著測試時開啟蚊蟲起飛端之閥門使台灣缺蠓開始辨別氣味爾後進行台灣缺蠓計數，我們會發現台灣缺蠓會有所揀選若是台灣缺蠓喜愛精油之氣味便會往精油端飛，此效果稱之為誘引效果。反之若是其厭惡精油的味道便會往對照端飛，所以當台灣缺蠓往對照端飛時即代表精油氣味具有趨避效果。所以當對照端數量越高，其趨避效果越高。由第一階段測試所得之台灣缺蠓趨避百分比(圖 4.1)看見本研究所選用之八種天然植物精油針對台灣缺蠓具有的趨避效果。依對照端效果由高至低排序分別為沒藥(78.67%)、快樂鼠尾草(63.33%)、百里香(60.33%)、安息香(57.33%)、廣藿香(55.00%)、乳香(48.33%)、大茴香(38.00%)迷迭香(13.33%)。由此我們可看見沒藥、快樂鼠尾草及百里香對台灣缺蠓皆具有高的趨避效果。但在本階段測試中在迷迭香這個材料中得到一意外的效果，台灣缺蠓在氣味混和端中具有極高的數量(78.33%)並且皆不具活性。所以由此可得知迷迭香此一材料與其他材料之趨避效果相比更進一步具有降低台灣缺蠓活性的效果。

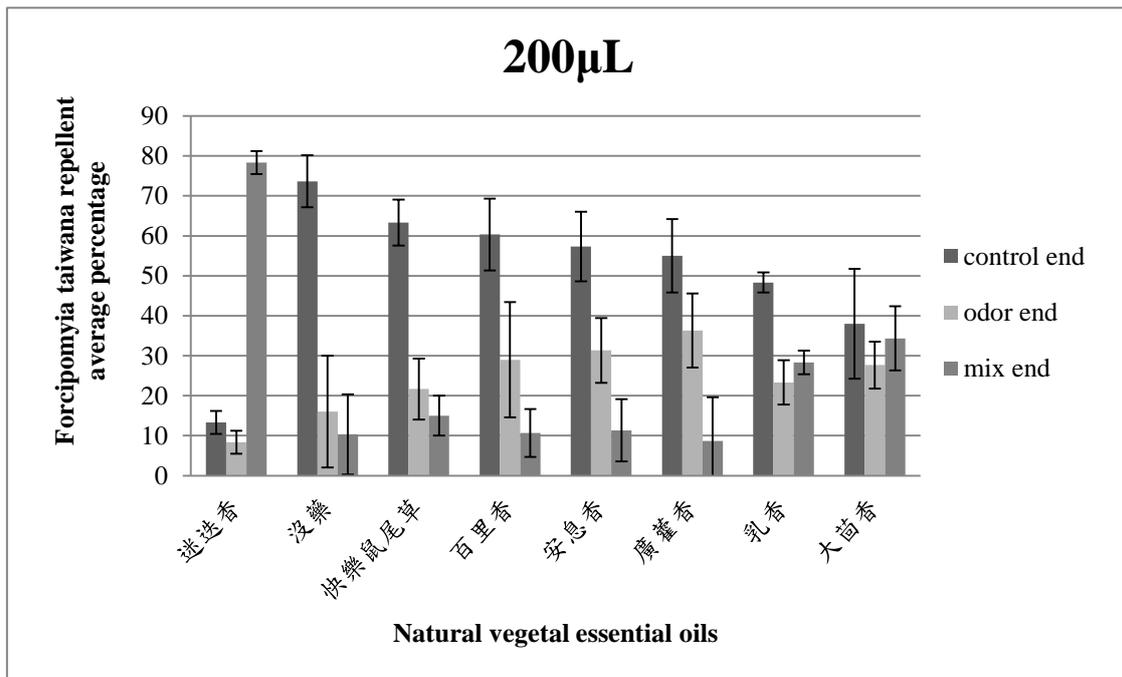


圖 4.1 台灣缺蠓單方精油趨避百分比分別為迷迭香、沒藥、快樂鼠尾草、百里香、安息香、廣藿香、乳香、大茴香

註：

精油量：200 $\mu$ L

Y 型管嗅覺器氣味流通時間：10 分鐘

台灣缺蠓起飛時間：5 分鐘

台灣缺蠓隻數：20  $\pm$  3 隻

## 4.2 台灣缺蠓複方精油 Y 型管嗅覺器趨避測試

在上階段的測試中得到本研究趨避效果前三佳之天然植物精油依序分別為迷迭香(R)、沒藥(M)、快樂鼠尾草(C)。在本階段測試中將進一步將此三種精油以 1:1:0(CM)、1:0:1(RM)、0:1:1(RC)、1:1:1(RMC)、2:1:1(R)、1:2:1(C)、1:1:2(M)等比例進行測試。研究結果得知依其效果由高至低分別為:RM、RC、R、RMC、MC、C、M。由圖 4.2 可得知 RM、RC、RMC、R 等精油混比與其他比例相比是明顯具有降低台灣缺蠓活性的效果。我們從而發現在混和的精油中所具有的共通性，當這些混和精油含有迷迭香精油時都具有降低台灣缺蠓活性的效果，並且比單一精油時的效果更佳。在這些比例中我們可以發現而當兩種精油進行 1:1 混和時發現其效果是最佳的，其次則是在比例 2:1:1 中迷迭香精油量相對較高的混和比例，然後才是三種精油比例平均。而其效果會以  $RM > RC > R > RMC$  的原因是沒藥趨避效果高於快樂鼠尾草，所以  $RM > RC$ ，而 R 及 RMC 之所以會小於 RM 及 RC 原因可能是因為在 R 及 RMC 中沒藥及快樂鼠尾草之劑量相對較 RM 及 RC 低。而 RM 及 RC 之效果會高於其餘的比例，則可由 M 及 C 的趨避效果進行證明，除了含迷迭香所具有的降低活性效果外另一共通點，就是沒藥及快樂鼠尾草在複方時其趨避效果看似低於單方時的趨避效果其實是因為在氣味混和端具有零星失去活性的台灣缺蠓，所以藉此可證明其趨避效

果是可藉著精油堆加提升的。所以當精油在同一劑量下精油協同比例提高其效果則會提升，而這就可解釋為何 RM 及 RC 等比例之效果高於其餘的比例。

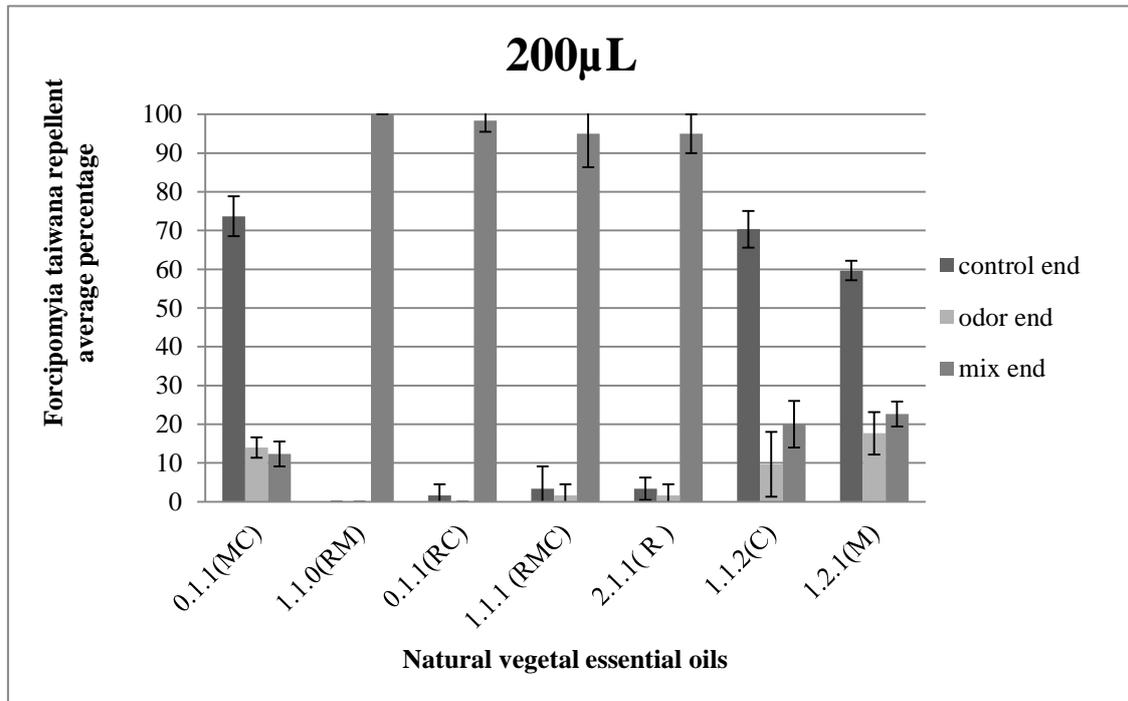


圖 4.2 台灣缺蠓精油混和趨避百分比，劑量皆為 200  $\mu$ L 以不同比例混和。MC 為沒藥、快樂鼠尾草 1:1 混和，RM 為迷迭香、沒藥 1:1 混和，RC 為迷迭香、快樂鼠尾草 1:1 混和；RMC 為三種精油 1:1:1 混和，R、M、C 為三種精油混和提高其中一種精油濃度以 2:1:1 的比例混和。

註：

精油量：200 $\mu$ L

Y 型管嗅覺器氣味流通時間：10 分鐘

台灣缺蠓起飛時間：5 分鐘

台灣缺蠓隻數：20  $\pm$  3 隻

### 4.3 台灣鈹蠓網籠趨避測試

在本階段測試中我們將網籠測試與 Y 型管嗅覺器進行對照時會發現網籠測試之結果並沒有像在 Y 型管嗅覺器中所具有的降低蚊蟲活性功效，而原因在於測試環境的不同，所得結果相對也不同，在網籠中其密度相對低於 y 型管嗅覺器，所以蚊蟲能夠遠離氣味的距離更為廣泛。在加上網籠是一開放式空間，氣味將散失於空氣中並被空氣稀釋，並且當趨避劑實際的塗佈在手上時其接觸的表面積也就相對擴大了，所以揮發速度也就相對滴在濾紙上來的快速，所以由網籠測試所得的效果，自然與 y 型管嗅覺器不同。但這不代表 Y 型管嗅覺器所得結果不可考，由 Y 型管嗅覺器測試所得結果可證明材料所具備之最佳效果，而網籠測試所得結果則為實際應用時所得到的效果更能貼近真人在趨避劑使用上的實際需求。而由表一我們仍可確定迷迭香沒藥混和之高趨避功效。表一顯示迷迭香/沒藥精油在三次兩小時的測試中趨避效果無論最高最低，效果都具有 98% 以上的趨避效果。可得知三次的測試結果非常穩定。並且由三次測試的平均值仍保有  $98.61 \pm 1.13\%$  的趨避率可證明迷迭香及沒藥的混和在台灣鈹蠓的趨避應用中是具有效果的，並藉此可證明此一比例之趨避精油可作為台灣鈹蠓趨避劑來使用。

表 4.1 迷迭香/沒藥精油混合針對台灣缺蠓時效性測試之叮咬次數、叮咬率及趨避率。

測試次數	時間	叮咬次數/次	叮咬率	趨避率
第一次	2 hr	1.25	1.04 %	98.96 %
第二次	2 hr	2.00	1.67 %	98.33 %
第三次	2 hr	1.70	1.46 %	98.54 %
平均	2 hr	1.67 ± 0.38	1.39 ± 1.06 %	98.61 ± 1.13 %

精油量：300 $\mu$ L

測試時間:3 分鐘

等待時間:12 分鐘

一次完整測試時間 15 分鐘總測試時間 2 小時

台灣缺蠓隻數：120 ± 10 隻



#### 4.4 傅立葉紅外線光譜儀測試

有文獻指出在植物中具有的一種成分-萜類可進行人蟲接觸的防治，此成分可由 FTIR 測得。此成分之官能基名為萜烯基，其蚊蟲的趨避及致死上是具有一定效果，可作為蚊蟲趨避劑使用。[53, 54]由圖五可看見三個最佳精油皆具有萜烯基之特徵峰，位於  $3080\text{cm}^{-1}$ 、 $3018\text{cm}^{-1}$  及  $1610\sim 1680\text{cm}^{-1}$  的位置，所以本研究所得之三種精油在蚊蟲的趨避上可藉此測試得到印證前幾項的實驗上天然植物精油針對台灣缺蠓具有趨避上的效果。由特徵峰的強度快樂鼠尾草 < 沒藥 < 迷迭香，因此更與前面的趨避測試相呼應，因此可應證快樂鼠尾草趨避效果 < 沒藥 < 迷迭香。也證明了當萜烯類官能基含量越高，其趨避效果越佳，甚至可降低台灣缺蠓活性。所以從而可見本次最佳三種精油在台灣缺蠓的趨避上是具有一定效果的。

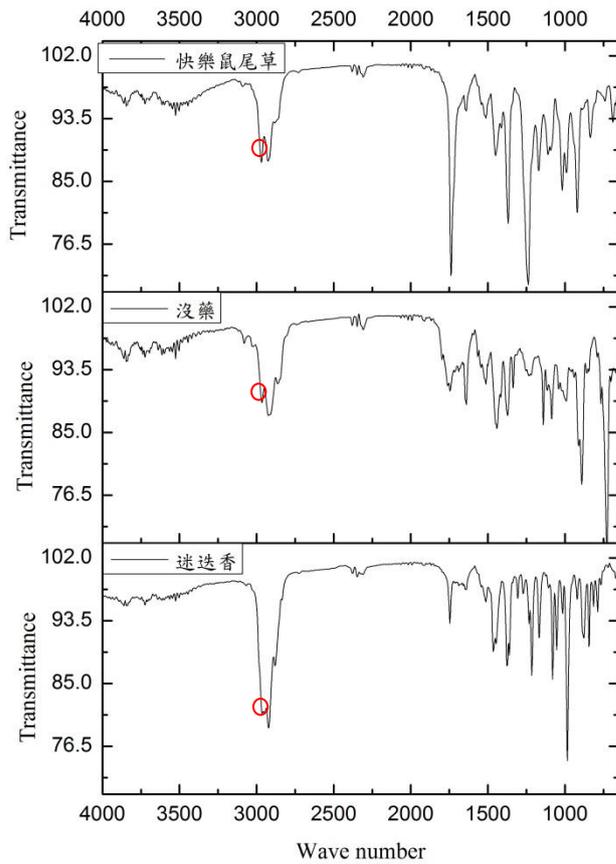


圖 4.3 趨避效果前三佳天然植物精油 FTIR 指紋圖譜

波峰範圍： $4000\text{cm}^{-1}\sim 650\text{cm}^{-1}$

測量模式：穿透波

測試材料：迷迭香、沒藥、快樂鼠尾草

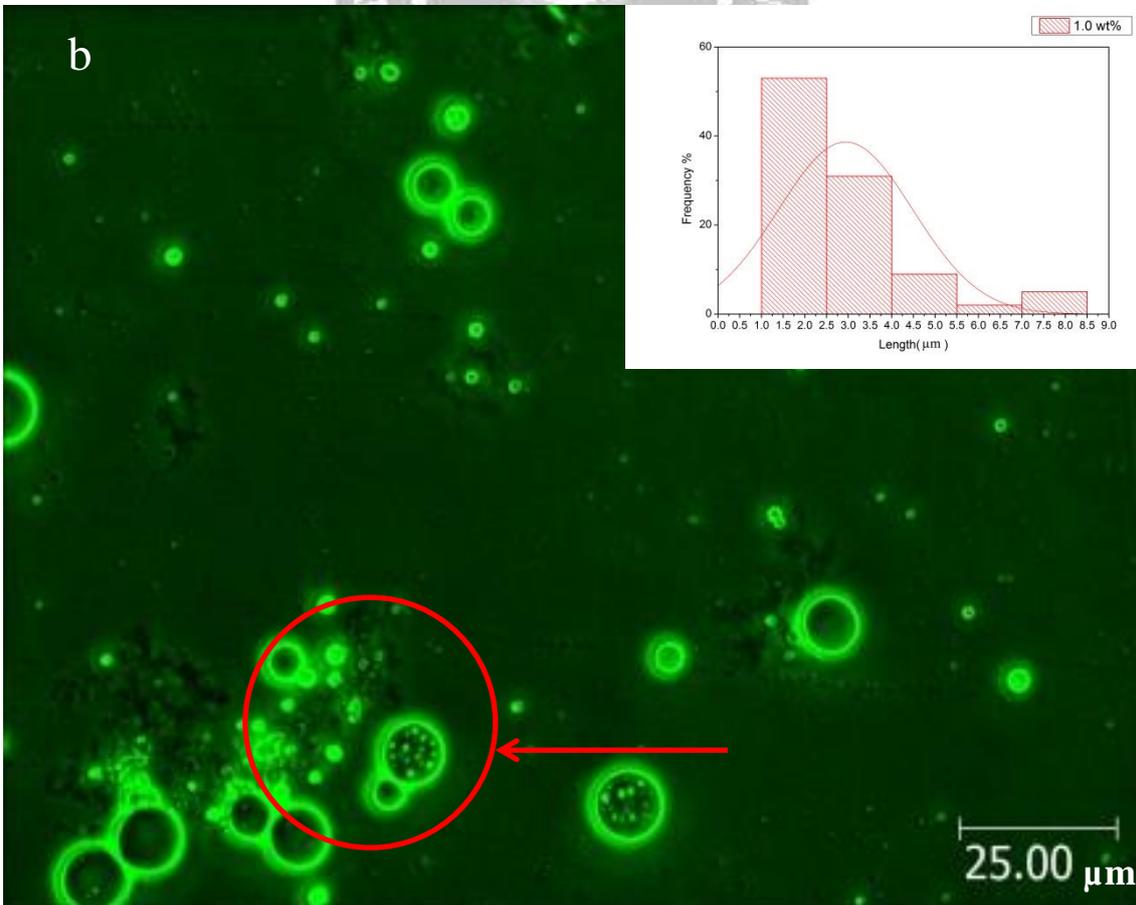
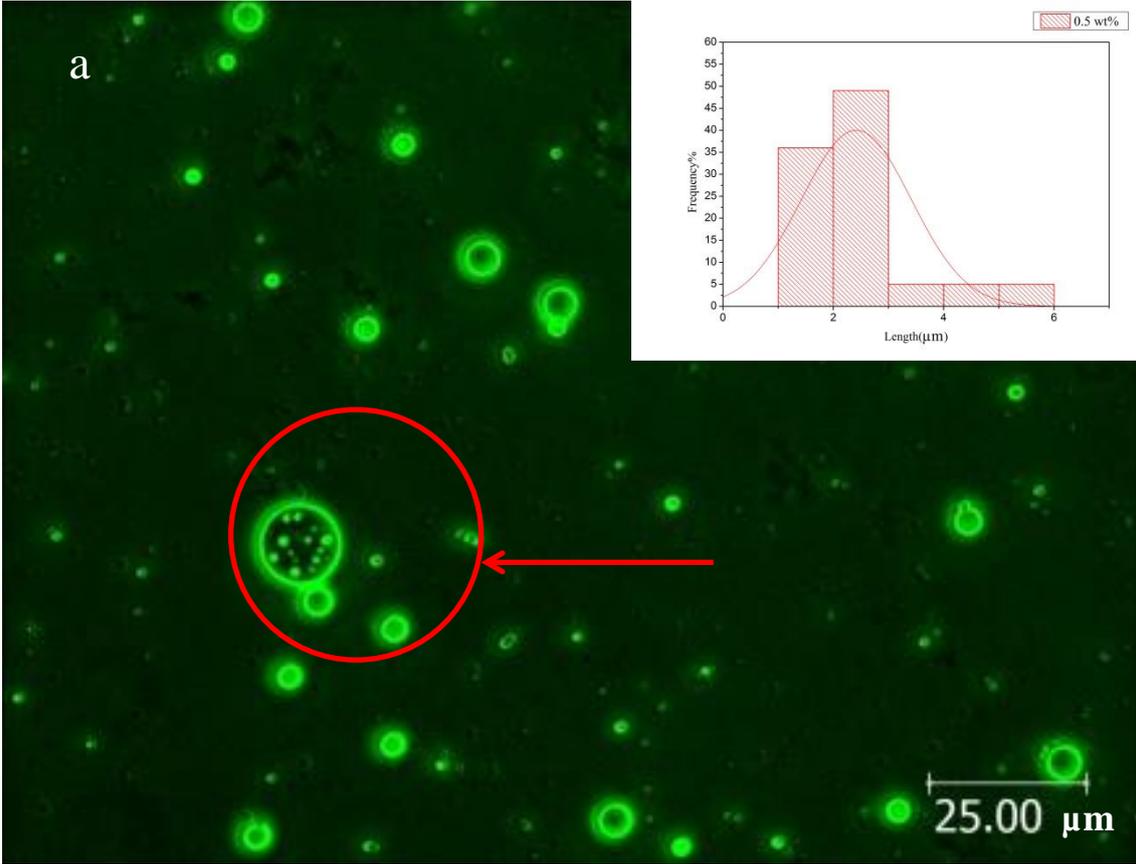
## 4.5 微膠囊粒徑分析

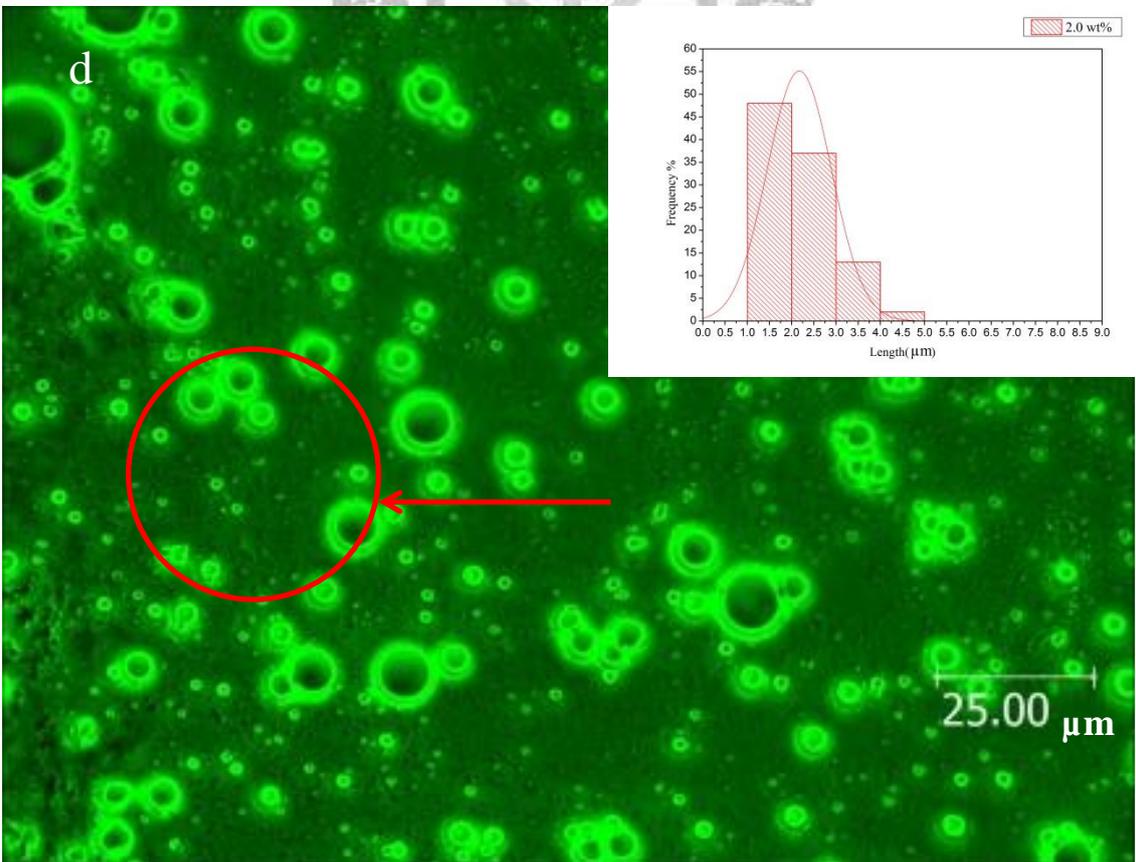
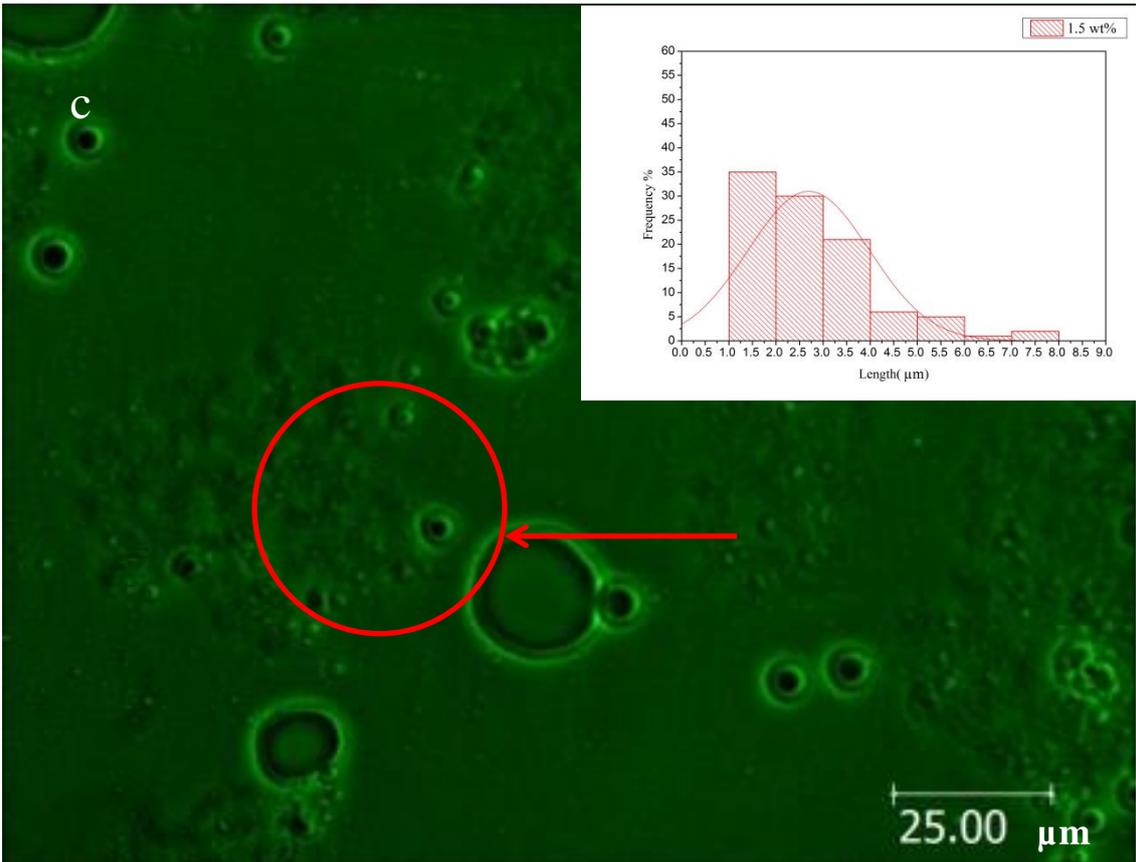
本階段研究由表 4.2 可看見幾丁聚醣各個濃度所得到的粒徑由濃度低到濃度高(0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 wt%)分別為:  $2.42 \pm 1.00 \mu\text{m}$ 、 $2.94 \pm 1.55 \mu\text{m}$ 、 $2.70 \pm 1.29 \mu\text{m}$ 、 $2.17 \pm 0.72 \mu\text{m}$ 、 $1.23 \pm 0.31 \mu\text{m}$ 。由此本階段的結果可看見，當濃度逐漸提高到 2.5 wt% 時其平均粒徑則明顯降低了  $1 \mu\text{m}$  的大小。更藉著圖 4.4 微膠囊在光學顯微鏡下的形態及粒徑分佈圖中我們可清楚得知當幾丁聚醣濃度提高其粒徑有明顯降低的趨勢。而在本階段研究中較為值得一提的是微膠囊的粒徑由圖七的微膠囊粒徑分佈圖顯示最低可達到  $0.79 \mu\text{m}$ 。其原因是藉著均質機轉子錠子間微小的間隙，經由轉子的高轉速，使其在間隙中產生極高的剪切速率，微膠囊的粒徑藉著這樣的模式可達到  $1.23 \mu\text{m}$  大小的微粒。

能夠順利成型為  $1.23 \mu\text{m}$  的微粒，還在於幾丁聚醣濃度的變化，固化劑的數量不變，濃度越高幾丁聚醣內與固化劑反應的基團相對提高，而固化劑反應基團數量不變時，幾丁聚醣能與之反應的速率就降低增加了  $1.23 \mu\text{m}$  大小之微粒成型的可能性。

表 4.2 幾丁聚醣/精油微膠囊平均粒徑

濃度	0.5 wt%	1.0 wt%	1.5 wt%	2.0 wt%	2.5 wt%
平均粒徑	$2.42 \pm 1.00 \mu\text{m}$	$2.94 \pm 1.55 \mu\text{m}$	$2.70 \pm 1.29 \mu\text{m}$	$2.17 \pm 0.72 \mu\text{m}$	$1.23 \pm 0.31 \mu\text{m}$





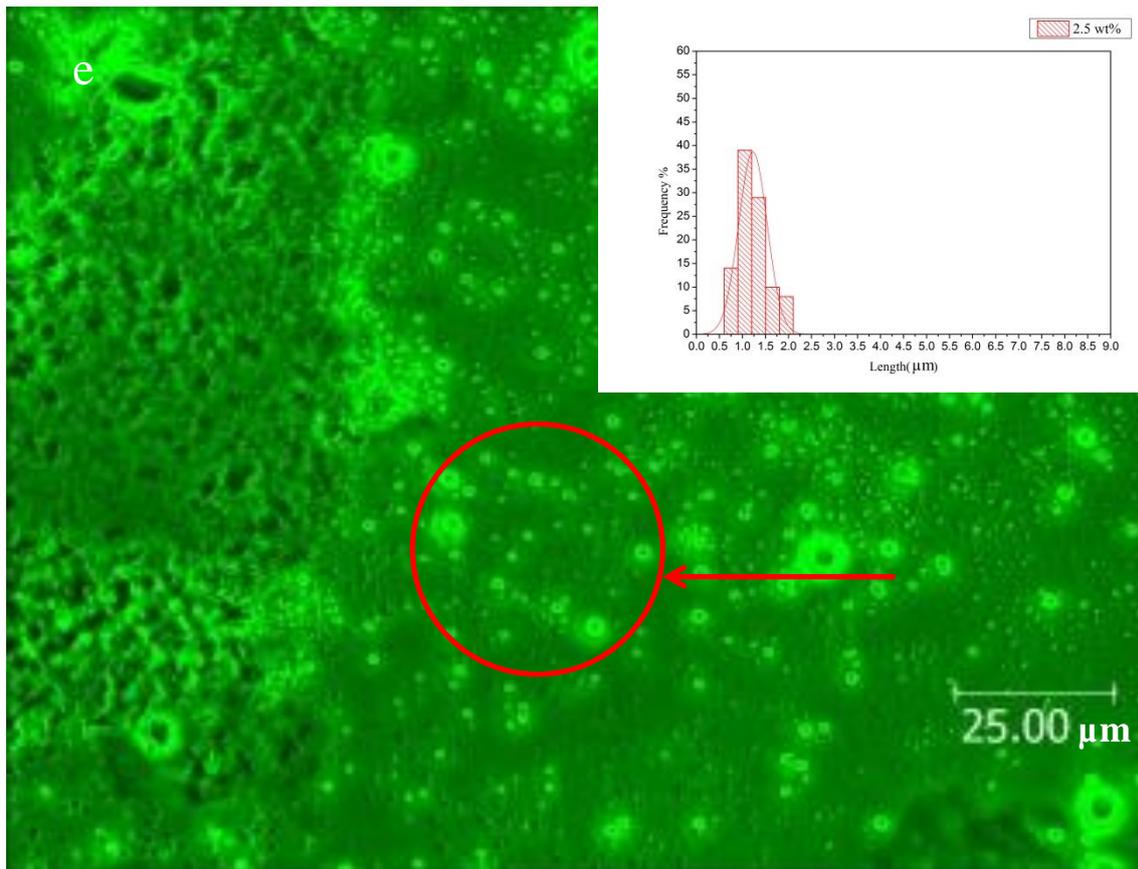


圖 4.4 幾丁聚醣/精油微膠囊 OM 圖(1000 $\times$ )及粒徑分佈圖, a. 0.5 wt% ,  
b. 1.0 wt% , c. 1.5 wt% , d. 2.0 wt% , e. 2.5 wt%

幾丁聚醣濃度 : 0.5 wt% 、 1.0 wt% 、 1.5 wt% 、 2.0 wt% 、 2.5 wt%

幾丁聚醣精油比 : 9 : 1

均質機轉速: 11000 rpm

光學顯微鏡倍率: 1000 倍

## 4.6 幾丁聚醣/精油微膠囊官能基測定

首先藉著光學顯微鏡我們可以看見其形態正確成形，但並不能肯定精油是否被包覆在膠囊中，於是本階段我們使用傅立葉紅外線光譜儀進行測試證明精油是否正確被包覆在幾丁聚醣中，由圖 4.5 FTIR 指紋圖可以看見幾丁聚醣/精油微膠囊在不濃濃度下，其在相對波峰位置  $3400\sim 3500\text{ cm}^{-1}$  具有都幾丁聚醣  $\text{NH}^{2+}$  的波峰位置，並且藉著圖 4.5 也可看見五個濃度在  $2250\sim 2260\text{ cm}^{-1}$  處我們可看見與前階段純精油 FTIR 測試之迷迭香沒藥精油相對官能基皆有重疊處。並且幾丁聚醣濃度越高其峰值越明顯，其原因在於幾丁聚醣濃度越高載藥量越高，載藥量高，被幾丁聚醣所包覆之精油既更容易被在 FTIR 指紋圖譜中所找出來。本論點在包覆率及載藥量之部分會有更進一步的探討。

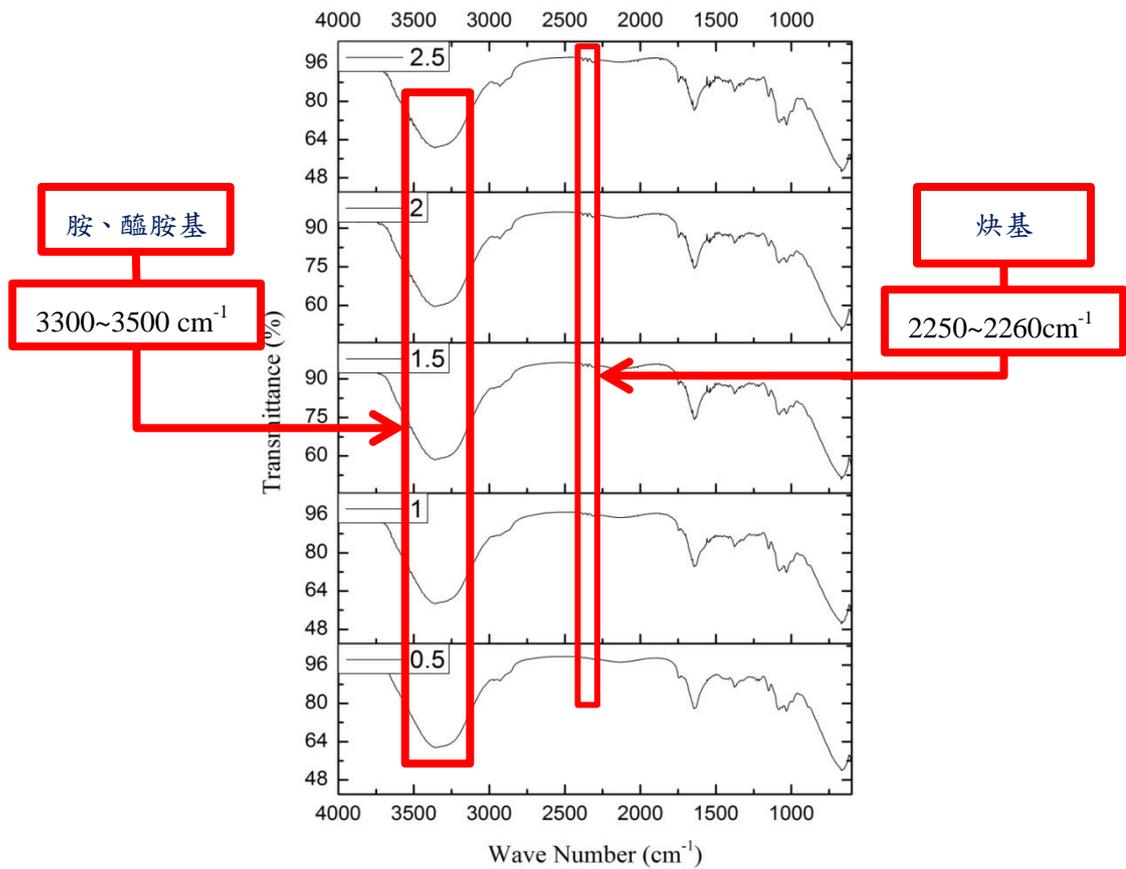


圖 4.5 幾丁聚醣/精油微膠囊 FTIR 指紋圖譜

波峰範圍： $4000\text{ cm}^{-1}\sim 650\text{ cm}^{-1}$

測量模式：穿透波

測試材料：精油/幾丁聚醣微膠囊

測試殼材濃度:2.5 wt%、2.0 wt%、1.5 wt%、1.0 wt%、0.5 wt%

## 4.7 微膠囊包覆率及載藥率

由表 4.3 可清楚看見當幾丁聚醣濃度與精油包覆率的相對關係，幾丁聚醣濃度由高到低所得包覆率參數為下：87 %、62.43 %、18.40 %、17.17 %、12.47 %。由此可見當幾丁聚醣濃度越高包覆率越高。原因在於幾丁聚醣與 NaOH 之固化原理，去乙醯化之後的幾丁質粉末會產生  $-NH^2$  基團，而去乙醯化度達到某一程度之後可將之溶解於有機酸中形成膠狀體，其原因為  $-NH^{2+}$  自醋酸中取得一個  $-H^+$  使之形成  $-NH^{3+}$ ，而成為游離態。當  $-NH^{3+}$  膠狀游離態之幾丁聚醣滴入氫氧化鈉溶液中，其中氫氧化鈉的  $-Na^+$  會被游離態  $-NH^{3+}$  的  $H^+$  所取代，而將幾丁聚醣還原為  $-NH^2$ ，轉為固體。[55] 所以當幾丁聚醣濃度提升，其與  $Na^+$  反應的  $-NH^{3+}$  基團越多，而所能包覆精油的幾丁聚醣含量也會增多進而增加微膠囊包覆精油的包覆量。

由表 4.3 可以得知幾丁聚醣濃度由高到低其載藥率分別為：85%、84.30%、87.25%、88.33%、84.00%。所以從微膠囊的載藥率來看幾丁聚醣作為殼材時濃度的變化所得到的結果，而若純粹以載藥率來觀察在其濃度的變化中並無有顯著的差異，若是由幾丁聚醣濃度變化深入討論幾丁聚醣載藥率即會發現幾丁聚醣溶液濃度越高，代表幾丁聚醣在溶液中的含量越高，而含量越高載藥率並無顯著性的變化在 84~88%

之間，但實質上是可以發現其明顯的差異，載藥率代表著殼材所平均能覆載的蕊材量。所以當濃度越高載藥率不變時，可得知，蕊材量是相對提高的。所以更間接與精油的包覆率成了明顯的對比印證

，所以本研究所得的幾丁聚醣微膠囊幾丁聚醣濃度越高，蕊材(精油)含量(精油被包覆量)越高。更與精油/幾丁聚醣微膠囊 FTIR 測試中 2250~2260  $\text{cm}^{-1}$  處之官能基相呼應，濃度越高其波峰越明顯。所以更可證明幾丁聚醣濃度越高精油含量就越高。並且有研究指出當精油濃度越濃其趨避效果穩定性越高，並且趨避效果越好[56]，所以蕊材含量越高，相對趨避效果就越高，越能還原原精油濃度的趨避效果。

**表 4.3 幾丁聚醣/精油微膠囊濃度變化之包覆率及載藥量**

濃度	殼材	蕊材	精油包覆率	殼材載藥量
2.5 wt%	9	1	87.00%	85.00%
2.0 wt%	9	1	62.43%	84.30%
1.5 wt%	9	1	18.40%	87.25%
1.0 wt%	9	1	17.17%	88.33%
0.5 wt%	9	1	12.47%	84.00%

幾丁聚醣濃度：0.5 wt%、1.0 wt%、1.5 wt%、2.0 wt%、2.5 wt%

幾丁聚醣精油比：9:1

均質機轉速: 11000 rpm

乾燥溫度:150 度

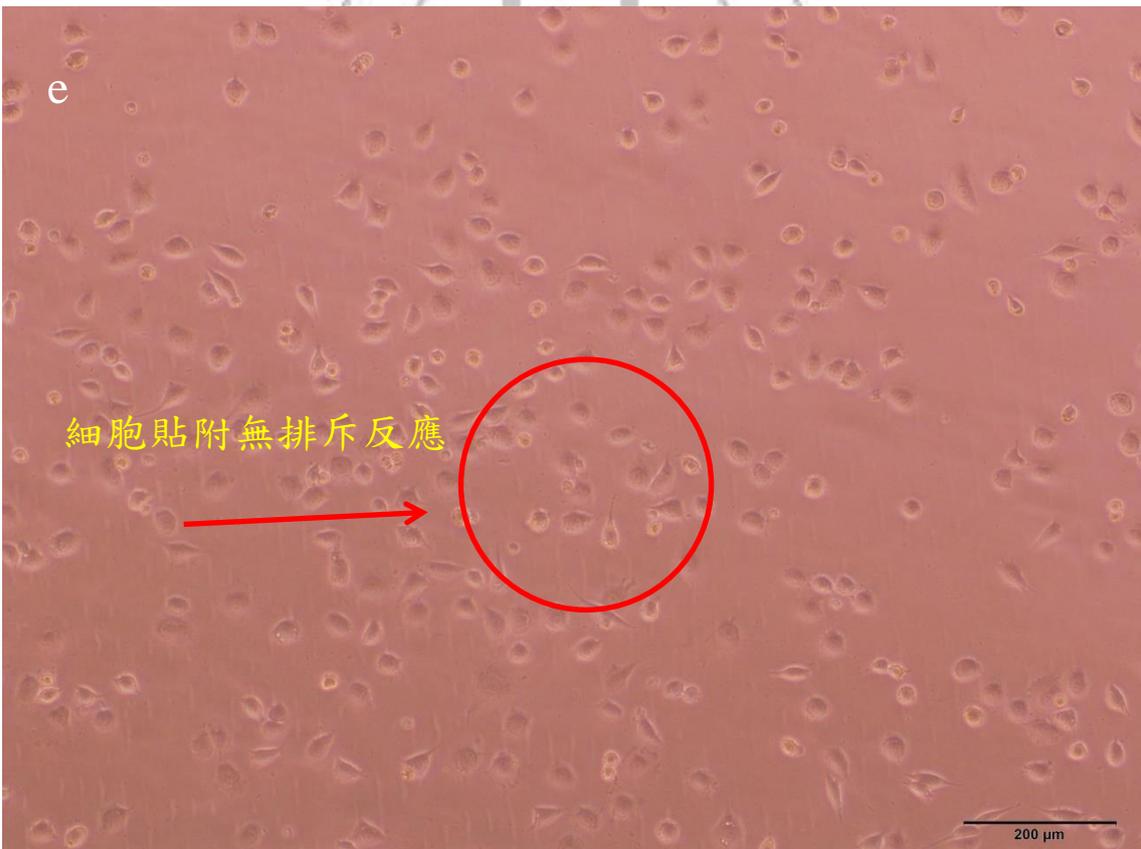
## 4.8 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞相容性測試

### 4.8.1 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞共培養 24 小時

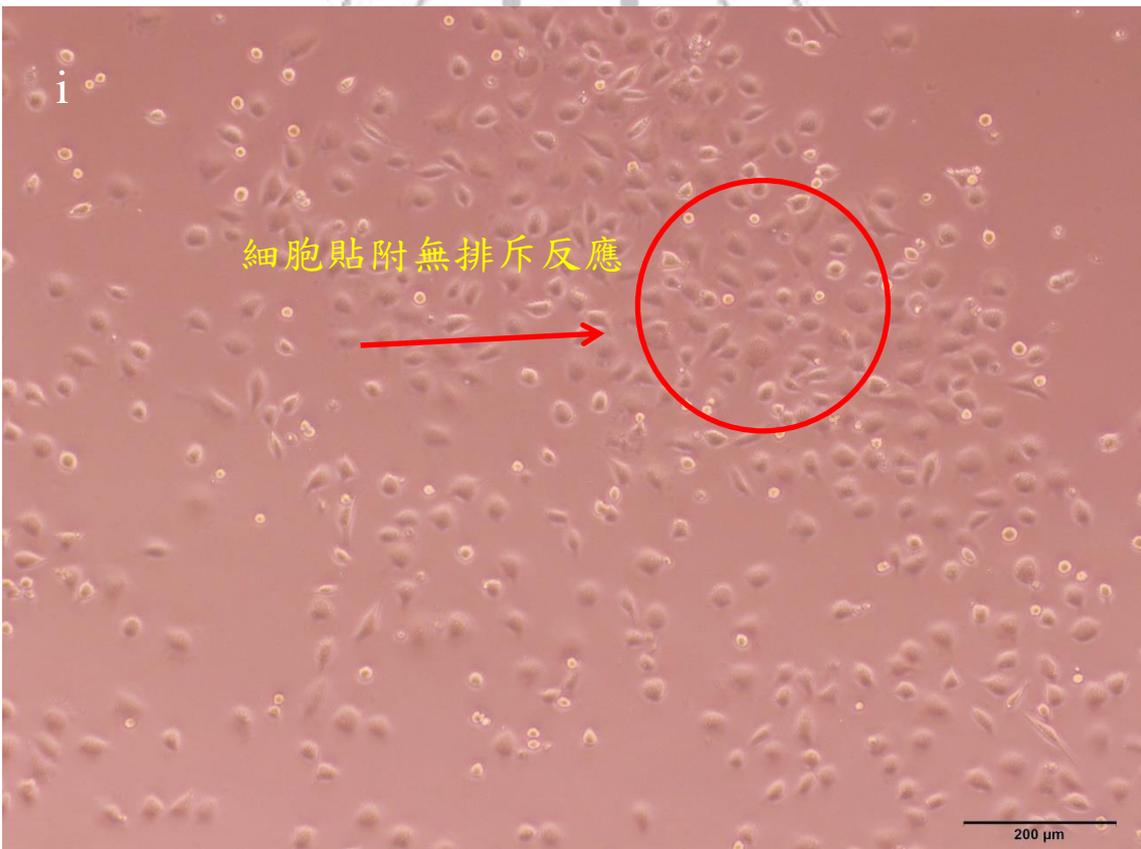
由圖 4.6 顯示在光學顯微鏡下觀測幾丁聚醣/精油微膠囊與纖維母細胞(L929)進行細胞共培養 24 小時可以看見(control 組、0.5 wt %、1.0 wt %、1.5 wt %、2.0 wt %、2.5 wt %)不同幾丁聚醣濃度下的細胞相容效果；在細胞生長方面可以看見在細胞上皆有偽足生長(圈起來之部分)並呈現纖維母細胞正確型態紡錘狀，證明幾丁聚醣/精油微膠囊在 24 小時得時間內對纖維母細胞(L929)並不會造成顯著性的傷害能與之共同培養。











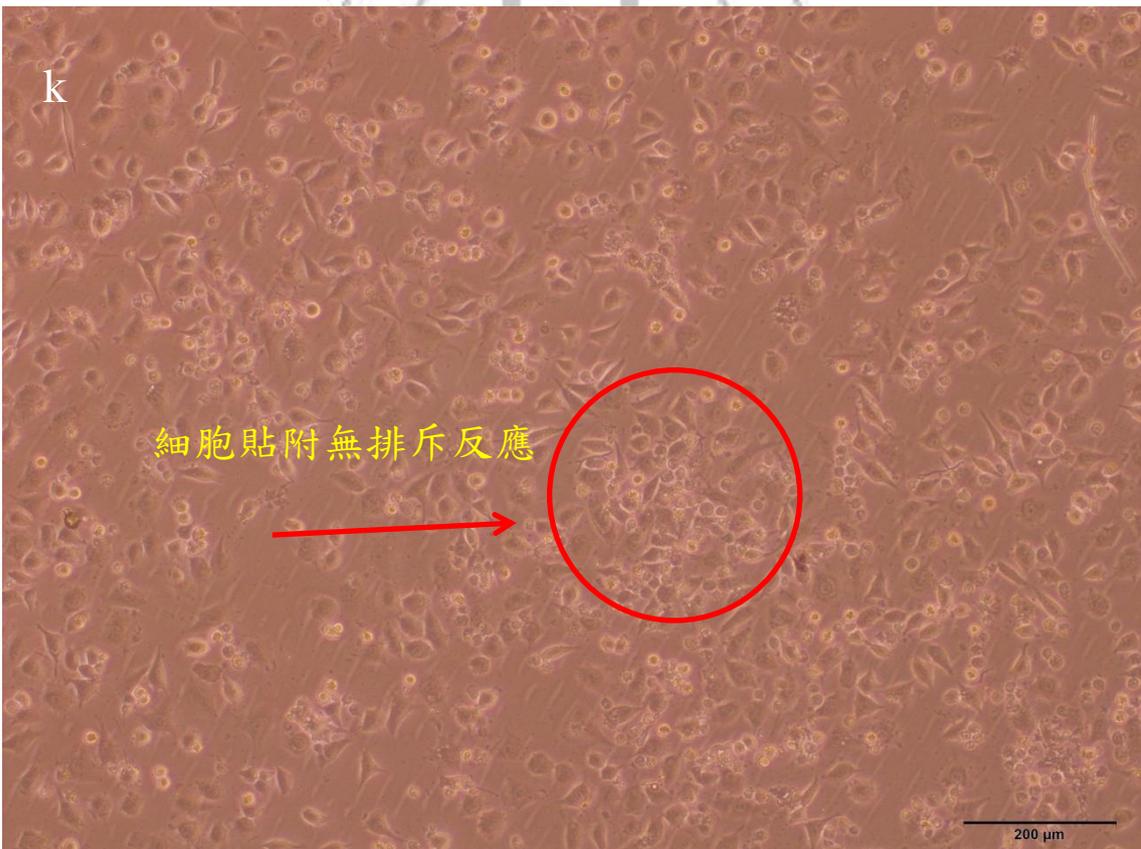




圖 4.6 幾丁聚醣/精油微膠囊與 L929 細胞共培養 24 小時光學顯微鏡觀測圖：a.b 為 control 為 100 倍及 200 倍，c.d 為 0.5 wt%，100 倍及 200 倍，e.f 為 1.0 wt%，100 倍及 200 倍，g.h 為 1.5 wt%，100 倍及 200 倍，i.j 為 2.0 wt%，100 倍及 200 倍，k.l 為 2.5 wt%，100 倍及 200 倍。

幾丁聚醣濃度:2.5 wt%、2.0 wt%、1.5 wt%、1.0 wt%、0.5 wt%

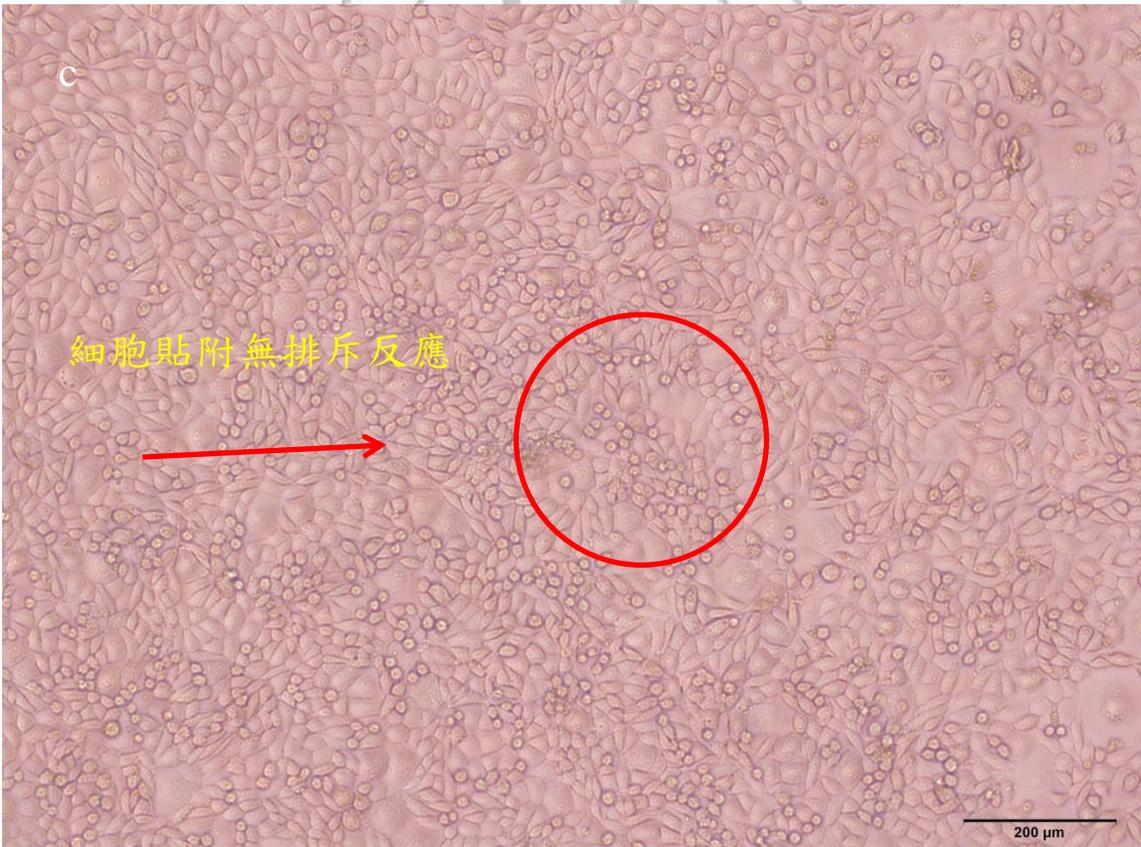
細胞密度: $2 \times 10^4$  cell/mL

共培養時間:24 小時

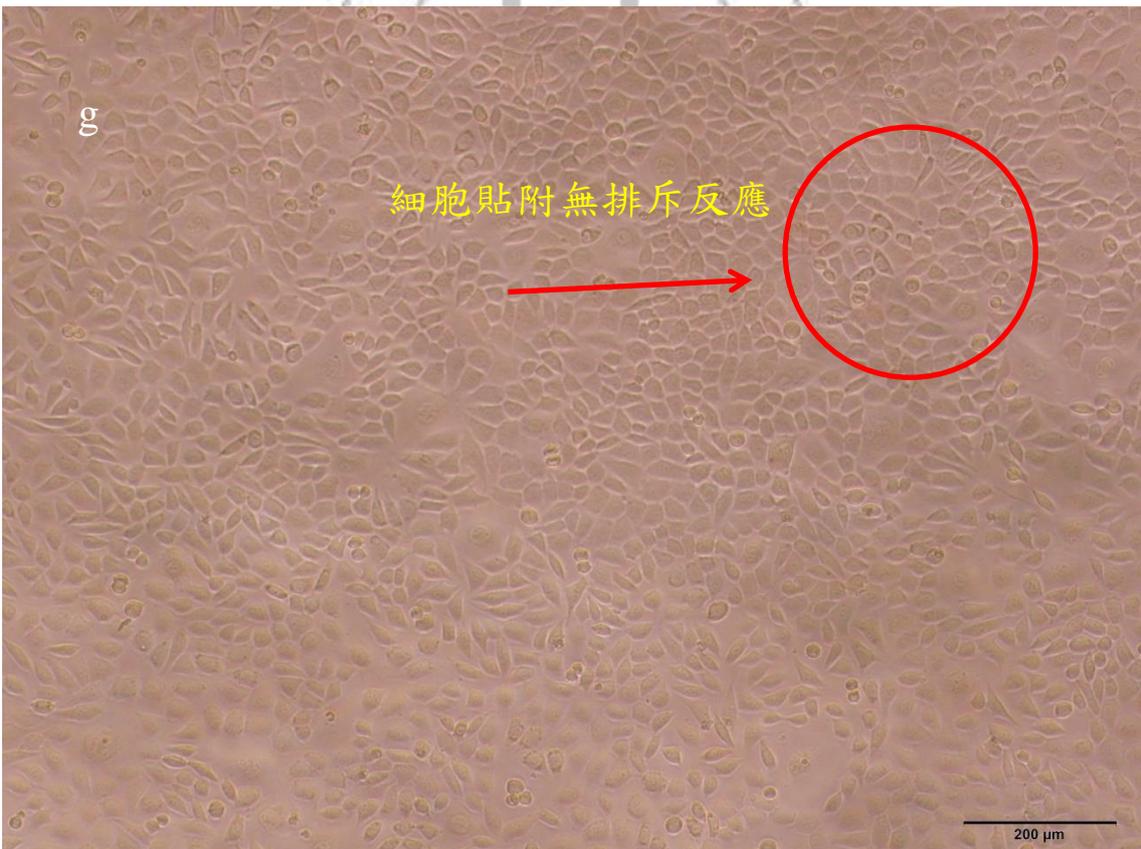
#### 4.8.2 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞共培養 72 小時

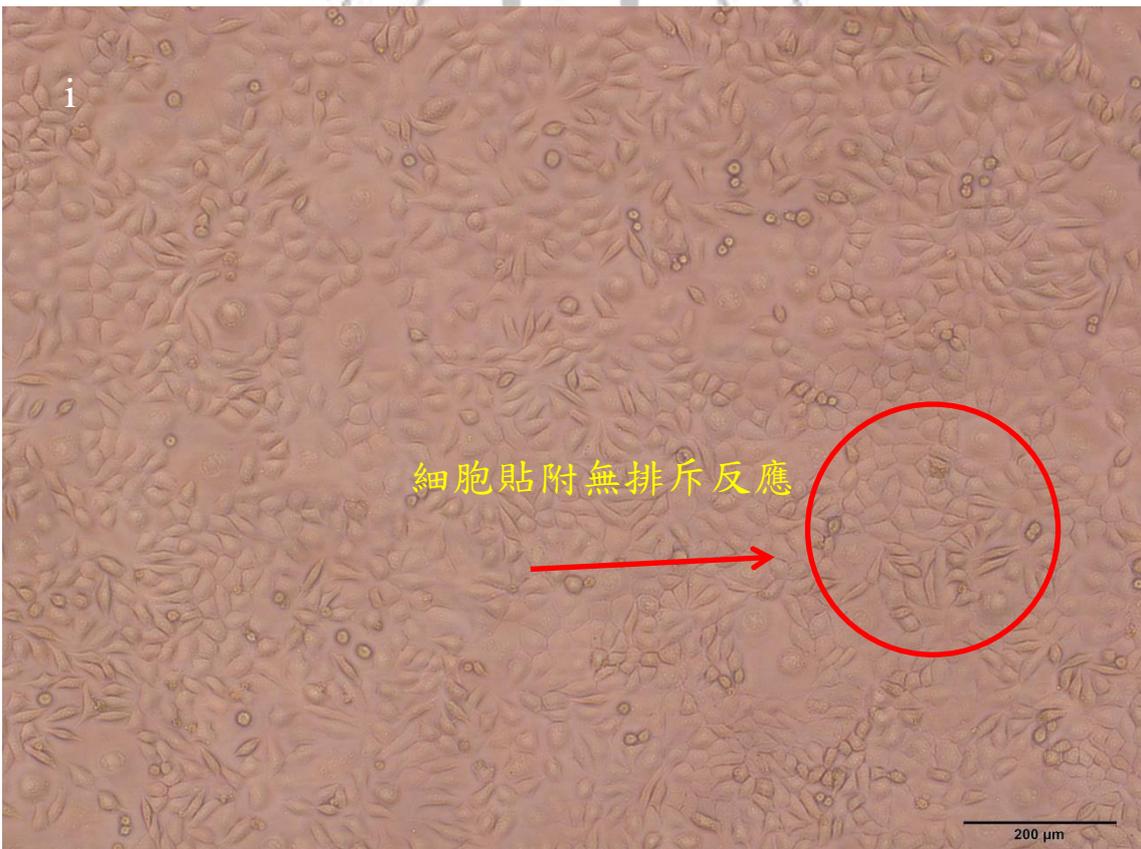
呈上階段細胞相容性測試幾丁聚醣與纖維母細胞(L929)共培養 24 小時，本研究繼續培養至 72 小時，如圖 4.7 所顯示我們可以看到在各個濃度(0.5 wt%、1.0 wt%、1.5 wt%、2.0 wt%、2.5 wt%)下纖維母細胞的形態及生長狀況都與 control 組相似不僅具紡錘狀及具有偽足更長滿了整個培養盤，所以由本階段細胞相容性的測試中我們可得知幾丁聚醣/精油微膠囊與纖維母細胞並無任何排斥反應。













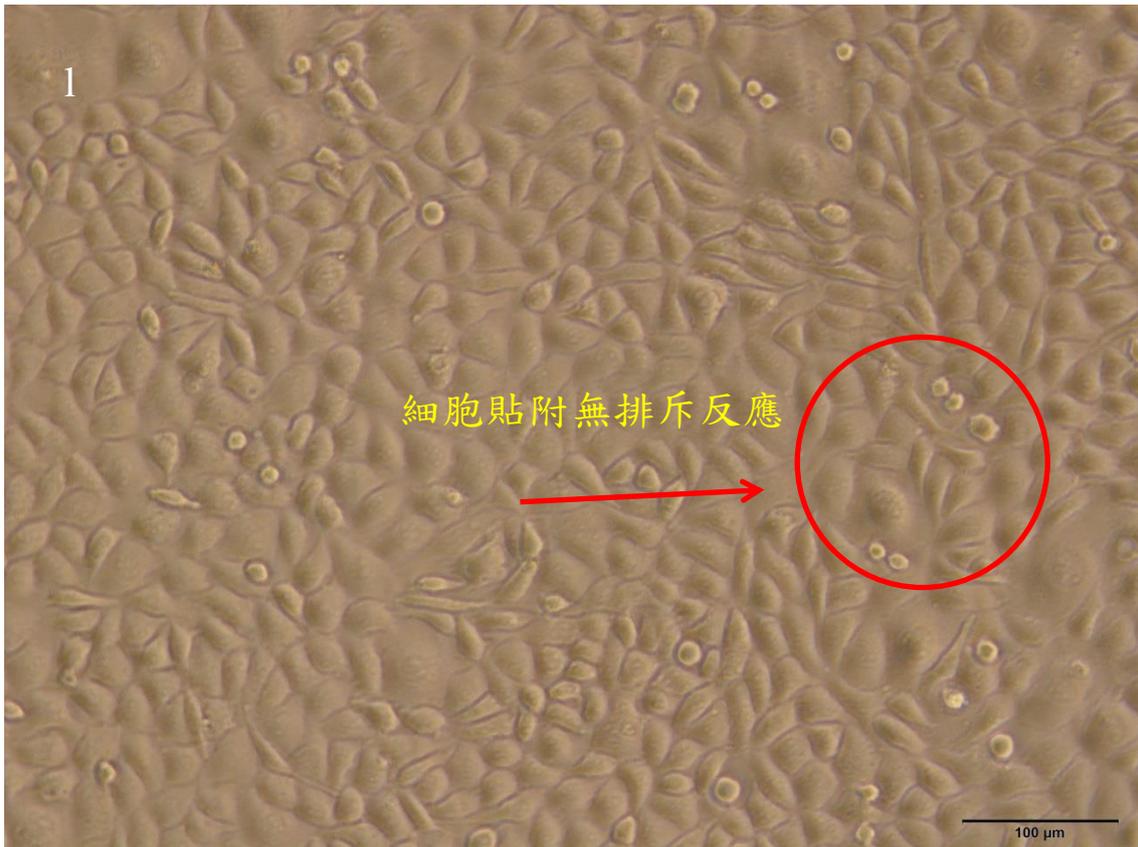


圖 4.7 幾丁聚醣/精油微膠囊與 L929 細胞共培養 72 小時光學顯微鏡觀測圖：a.b 為 control 為 100 倍及 200 倍，c.d 為 0.5 wt%，100 倍及 200 倍，e.f 為 1.0 wt%，100 倍及 200 倍，g.h 為 1.5 wt%，100 倍及 200 倍，i.j 為 2.0 wt%，100 倍及 200 倍，k.l 為 2.5 wt%，100 倍及 200 倍

幾丁聚醣濃度:2.5 wt%、2.0 wt%、1.5 wt%、1.0 wt%、0.5 wt%

細胞密度: $2 \times 10^4$  cell/mL

共培養時間:72 小時

## 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞 MTT 測試

從研究結果(圖 4.8)得知，在第一天時幾丁聚醣/精油微膠囊被包覆時，既可發現幾丁聚醣濃度越高材料細胞存活率越高的明顯趨勢。當我們更進一步觀察經過時間的變化到了第三天時，幾丁聚醣濃度 2.5 wt% 之細胞存活率並無太大的差異，原因在於幾丁聚醣濃度越高其包覆蕊材的效果越高，所以相對的精油釋放速率會放慢便降低降低精油釋放後對細胞所造成的傷害也就相對降低。而當我們看 2.0 wt% 在時間上細胞存活率的變化，我們可以發現 2.0 wt% 的濃度有明顯將低的趨勢，原因就如上述當濃度降低自然包覆效率降低釋放率則提高，所以在第三天時才會導致細胞存活率下降。而第一天存活率與 2.5 wt% 相同是因為其釋放特性效果釋放速率高於 2.5 wt% 但低於 1.5~0.5 wt%，所以第一天看不出顯著性的差異，到了第三天即可看見細胞存活率的降低。所以相對 1.5~0.5 wt% 的濃度之所以沒有如 2.0 wt% 的變化，就是因著包覆效果降低導致殼材表面越薄精油釋放時間就加速，所以細胞存活貼附的時間就相對 2.0 wt% 下降。精油的刺激性及不舒適性的確會比市售的化學趨避劑來的低，雖能使用於人體，但仍具有些許刺激性，所以當精油從微膠囊中釋出時則可能導致細胞活純活率降低的可能性。所始釋放出的精油濃度高相對細胞存活率也就會下降。

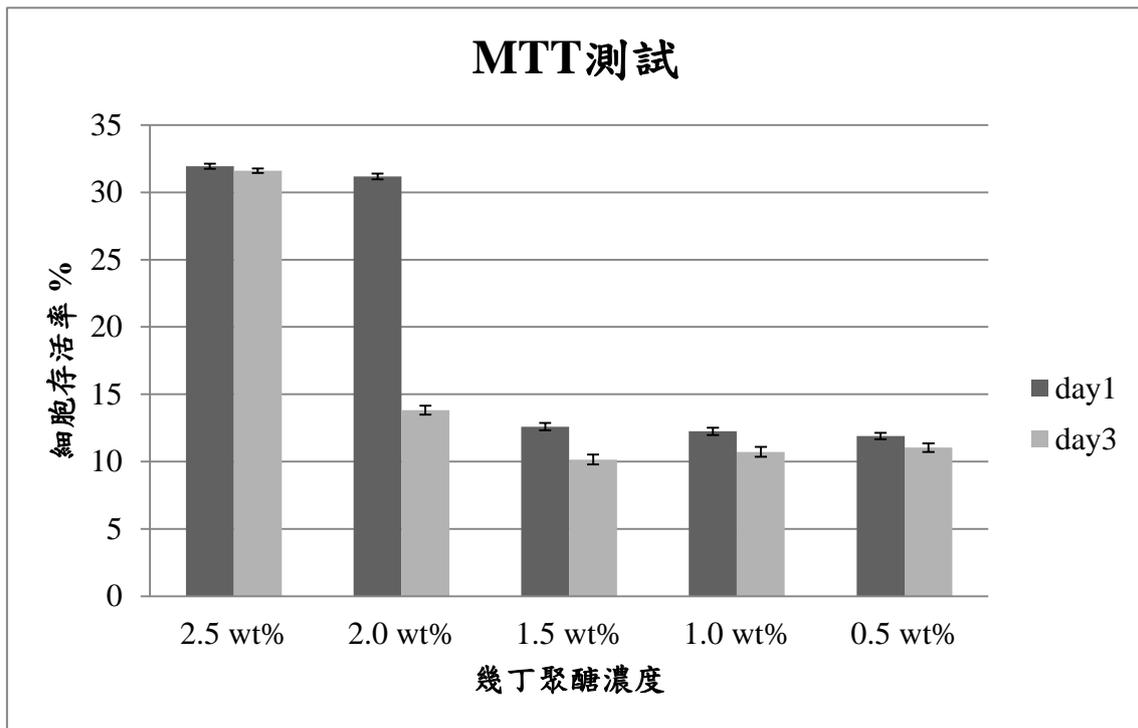


圖 4.8 幾丁聚醣/精油微膠囊細胞存活率

幾丁聚醣濃度:2.5 wt%、2.0 wt%、1.5 wt%、1.0 wt%、0.5 wt%

細胞密度: $5 \times 10^3$  cell/mL

#### 4.9 幾丁聚醣/精油微膠囊-台灣缺蠓網籠測試

本階段測試為幾丁聚醣/精油微膠囊之最後階段測試，藉前面個階段測試中篩選出一濃度進行台灣缺蠓網籠測試，塞選條件必須是對人體刺激性能降至最低者，並且精油包覆量高於所以者，再加上使用在人體上能不易被察覺，所以本階段測試則使用濃度為 2.5 wt% 的幾丁聚醣微膠囊進行測試。表 4.4 指出既丁聚醣/精油微膠囊對台灣缺蠓的趨避果效，我們可以看見台灣缺蠓的平均叮咬率為 12.74 %，趨避率為 87.26 %，與純精油相比本階段的幾丁聚醣/精油微膠囊雖然效果並無純精油顯著，但由圖 4.9 我們可以看見其叮咬率有逐漸降低之趨勢，亦即趨避率隨時間逐漸提高。降低的原因在於精油被包覆在微膠囊中，並且包覆率還原 87 % 的精油量，所以其效果相對會降低。趨避效果之所以降低原因就在於精油濃度的減少，如前所述包覆率越高時載藥量就越高，載藥量越高精油濃度就越高，而相對的趨避效果就會提高。所以若是以包覆率來與純精油相較時，會發現純精油的趨避率與微膠囊的趨避率的比例關係會與包覆率相近。這也間接證明了本研究之幾丁聚醣/精油微膠囊的趨避效果仍然存在。

表 4.4 幾丁聚醣/精油微膠囊台灣缺蠓網籠測試叮咬率及趨避率

測試次數	時間	叮咬次數	叮咬率	趨避率
第一次	2hr	13.78	12.81 %	87.19 %
第二次	2hr	11.56	10.63 %	89.38 %
第三次	2hr	16.11	14.79%	85.21 %
平均	2hr	13.81 ± 2.28	12.74 ± 2.08 %	87.26 ± 2.08 %



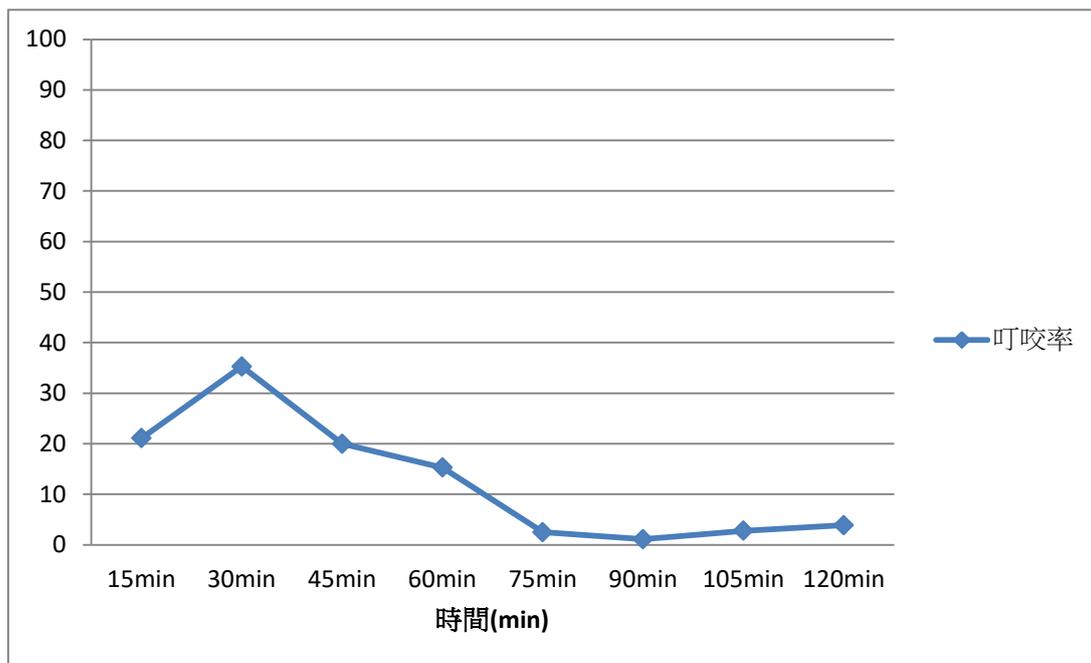


圖 4.9 隨時間變化之台灣缺蠓叮咬率變化曲線圖

幾丁聚醣濃度:2.5 wt%

殼蕊材比:9:1

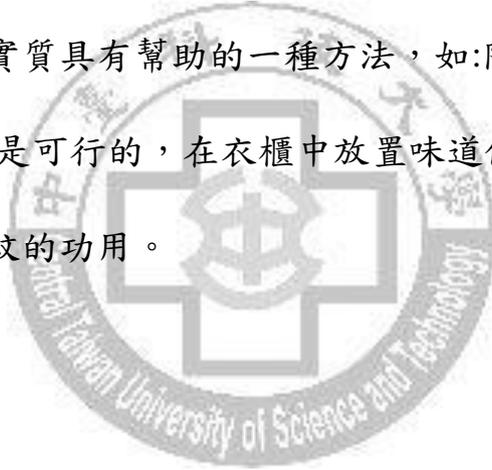
實際殼蕊材比:2.43 g : 0.27 g

測試時間:一次完整測試時間 15 分鐘總測試時間 2 小時

台灣缺蠓數量:120 ± 10 隻

#### 4.10 本論文研究成果在工業製品的應用

1. 在前者研究中，曾將微膠囊應用於乳液中，第一可減緩高刺激性精油所帶來的刺激，第二更可有其他附加的效果，如:潤膚。
2. 也可將微膠囊應用於防曬乳中，在人們外出時，不僅能防曬更能防蚊蟲叮咬，大大增加人們應用上的方便性也降低了外出旅行時背包的重量。
3. 將微膠囊鑲嵌於織物上，織物與人屬於長期接觸，所以應用於織物上，對人們來說是實質具有幫助的一種方法，如:防蚊貼片。
4. 應用於香袋上也是可行的，在衣櫃中放置味道便會附著於衣物上，在外出時即可有防蚊的功用。



## 第五章 結論

1. 在本研究測試中我們得到八種天然植物精油針對台灣缺蠓的趨避效果由高至低排序分別為沒藥(78.67 %)、快樂鼠尾草(63.33 %)、百里香(60.33 %)、安息香(57.33 %)、廣藿香(55.00 %)、乳香(48.33 %)、大茴香(38.00 %)迷迭香(13.33 %)。
2. 在此階段中發現迷迭香具有比趨避效果更進一步的具有降低台灣缺蠓活性的效果其比例為 78.33 %。
3. 將前三佳之天然植物精油迷迭香、沒藥、快樂鼠尾草進行混和測試得到最佳精油比為 RM 沒藥及迷迭香等比例之混和。
4. RM 的混和效果可加強迷迭香所具有的降低台灣缺蠓活性的效果。
5. 再精油混和比例測試中可看見，當精油劑量相同材料濃度在劑量中進行最高比例之濃度提升，其效果會提高。
6. 由網籠測試顯示其趨避率可達  $98.61 \pm 1.13\%$  的趨避效果。
7. 由網籠測試可知，精油的效果會因著外在環境而有所改變，從 100% 降低活性的效果成了 98.61 % 的趨避效果。
8. 藉著 ATR-FTIR 測試發現具有最佳化趨避效果之天然植物精油之所以具有此效果之原因是因其含有萜烯類此種成分所以本研究所得之天然植物精油在台灣缺蠓的趨避效果上藉此而得以應證。
9. 在微膠囊的應用方面，由圖 4.4 可得知幾丁聚醣/精油微膠囊是能正

常成形的。

10. 由粒徑分析圖可發現當幾丁聚醣濃度越高，其粒徑越小，隨濃度提高最低平均粒徑可得到  $0.84 \pm 0.18 \mu\text{m}$ 。在使用上更能降低人們使用上的異物感。
11. 藉著 ATR-FTIR 找出幾丁聚醣及精油官能基  $\text{NH}^{2+}$  及烯基  $\text{C}=\text{C}$  的結構，因此更進一步應證精油被正確包覆於幾丁聚醣微膠囊中。
12. 由精油包覆率及載藥量的部分，可得知當濃度越高載藥量包覆率也就越高，在研究中可能到 87% 的精油包覆率及 85% 幾丁聚醣載藥量。
13. 藉著細胞相容性及細胞毒性 MTT 測試更進一步證明殼材濃度越高會因殼材的保護而增加其生物活性。
14. 最終台灣缺蠓網籠測試可得知 2.5 wt % 幾丁聚醣/精油微膠囊在兩小時內的平均趨避率仍達 87.26 %。
15. 由網籠測試可發現純精油與幾丁聚醣/精油微膠囊的趨避效果更是與包覆率相互呼應，純精油混和比例趨避效果(98.61 %)的 85 % 極為接近幾丁聚醣/精油微膠囊以同劑量包覆的趨避效果(87.26 %)。
16. 最終測試結果表明本測試精油/幾丁聚醣微膠囊作為台灣缺蠓趨避劑是可行的。

## 第六章 建議

本研究製備之天然精油複合微膠囊應用於台灣缺蠓之趨避效果實驗設計與分析數據皆有發展空間，故給於後續研究之建議與方向：

1. 快樂鼠尾草與迷迭香之混和仍是具與沒藥迷迭香精油有相對的趨避效果，可針對此精油混合作後續研究。
2. 可進一步去析出萜稀類的官能基，看是否能就此官能基針對台灣缺蠓進行趨避的實際測試，甚至製成趨避劑。
3. 趨避測試進行中常會因著天氣的不穩定而影響台灣缺蠓的捕捉，在後續研究中見也可考找出台灣缺蠓室內飼養之方式，以利相關研究。
4. 在微膠囊包覆的過程本研究針對殼材濃度進行改變，但並未針對其他藥劑進行參數改變測試如：NaOH 抑或是介面活性劑等濃度進行改變，進而觀察微膠囊因各種參數的改變型態、包覆率及載藥量的變化。
5. 在包覆率、載藥量測試中，本研究是重量損失的方式進行量測，但在這一測試中，仍有許多不穩定因素可突破，如水量的扣除是否完全，便在此建議若後續之研究能針對此處進行更深入的測試及探討。

6. 在本測試中使用網籠進行了室內測試，相較於 Y 型管嗅覺器，更接近實際在人體應用時的環境，但本次研究並無進行戶外測試，建議若後續之研究者能針對此問題進行進一步的測試。
7. 微膠囊為了拍攝 SEM 進行觀測需要以乾燥的方式進行，但本研究在乾燥成為顆粒的部分仍有所缺乏，所以只能使用光學顯微鏡在濕式的狀態下觀測，所以若有後續研究者，建議可在此問題上進一步的探討。
8. 在測試的過程中主體針對其粒徑變化作為包覆量及載藥量探討，而釋放則使用如紅外線水分平衡儀、TGA 進行測試及網籠測試等方式進行量測，對於微膠囊本身之孔徑大小並無多作深入探討原因有以下幾點建議後續研究者可進行相關研究
  - a. 微膠囊乾燥後如第 7 點所述成為顆粒的技術仍有所缺乏所以無法進行觀測。
  - b. 在所得之相關文獻中並無進行微膠囊孔徑大小探討之文獻，所以相關知識仍顯不足。後續可更多搜尋是否有類似之文獻可參考之。

## 參考文獻

- [1] 李學進, 小黑蚊, 科學與發展月刊, (2007) 40-45.
- [2] 傅令嫻, 小黑蚊-台灣缺蠓之實用知識, 臺灣兒童過敏氣喘及免疫學會學會通訊, 8 (2007) 18-19.
- [3] M. Soonwera, S. Phasomkusolsil, Efficacy of Thai herbal essential oils as green repellent against mosquito vectors, *Acta tropica*, 142 (2015) 127-130.
- [4] T.M. El-Sheikh, Z.I. Al-Fifi, M.A. Alabboud, Larvicidal and repellent effect of some *Tribulus terrestris* L.(Zygophyllaceae) extracts against the dengue fever mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), *Journal of Saudi Chemical Society*, 20 (2016) 13-19.
- [5] R. Pavela, Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae), *Industrial Crops and Products*, 30 (2009) 311-315.
- [6] E. Mavundza, R. Maharaj, J. Chukwujekwu, J. Finnie, J. Van Staden, Larvicidal activity against *Anopheles arabiensis* of 10 South African plants that are traditionally used as mosquito repellents, *South African journal of botany*, 88 (2013) 86-89.
- [7] K. Karunamoorthi, A. Girmay, S.F. Hayleeyesus, Mosquito repellent activity of essential oil of Ethiopian ethnomedicinal plant against Afro-tropical malarial vector *Anopheles arabiensis*, *Journal of King Saud University-Science*, 26 (2014) 305-310.
- [8] T. Maji, I. Baruah, S. Dube, M. Hussain, Microencapsulation of *Zanthoxylum limonella* oil (ZLO) in glutaraldehyde crosslinked gelatin for mosquito repellent application, *Bioresource Technology*, 98 (2007) 840-844.
- [9] T. Jiamrungraksa, S. Charuchinda, Preparation and characteristics of galangal essential oil/alginate microcapsules, *J Met, Mater Miner*, 20 (2010) 89-92.
- [10] 陳怡君, 海藻酸鈉包覆薰衣草精油微膠囊的製備及其制放性之研究, 校內校外均不公開, 學年度: 98, (2010).

- [11] 李學進, 小黑蚊, 科學發展月刊, (2007) 40-45.
- [12] 林宗岐, 李苡柔, 潘彥儒, 馮旭正, 劉淑敏, 王瑋龍, 南投埔里桃米社區小黑蚊密度與藻類之關係, (2008).
- [13] J.-H. Lin, M.-C. Hsieh, C.-T. Lu, M.-C. Lee, C.-Y. Chang, C.-W. Lou, A Study on the Repellent Efficacy of Essential Oils Against Forcipomyia Taiwana, DEStech Transactions on Engineering and Technology Research, (2017).
- [14] Y.H. Chen, M.F. Lee, J.L. Lan, C.S. Chen, H.L. Wang, G.Y. Hwang, C.H. Wu, Hypersensitivity to Forcipomyia taiwana (biting midge): clinical analysis and identification of major For t 1, For t 2 and For t 3 allergens, Allergy, 60 (2005) 1518-1523.
- [15] 謝芸軒, 林宗岐, 溫育德, 王瑋龍, 殺菌劑在室內及應用在野外滅除小黑蚊 (雙翅目: 蠓科) 幼蟲之食物來源 (藍綠藻和小球藻) 以評估其抑制效果, 生物科學, 53 (2011) 65-78.
- [16] 謝明純, 含植物萃取物微膠囊對台灣缺蠓之趨避效果及其效益評估, (2014).
- [17] 歐明秋, 林麗雲, 游銅錫, 精油化學, 華杏 2009.
- [18] 易光輝, 化學, 王曉芬, 家政, 李依倩, 衛生學, 精油之化學基礎與實務應用, 華杏 2014.
- [19] R. Wiendl, B. Müller, G. Franz, Proteoglycans from the gum exudate of myrrh, Carbohydrate polymers, 28 (1995) 217-226.
- [20] H. Edwards, M. Falk, Fourier-transform Raman spectroscopic study of frankincense and myrrh, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 53 (1997) 2393-2401.
- [21] H.L. Guyatt, Medicinal merits of myrrh, Trends in Parasitology, 18 (2002) 202.
- [22] B.-H. Lee, W.-S. Choi, S.-E. Lee, B.-S. Park, Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil,

- Sitophilus oryzae* (L.), *Crop Protection*, 20 (2001) 317-320.
- [23] B. Gurbuz, R.B. Bagdat, M. Uyanik, K.A.P. Rezaeieh, Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) cultivation studies under Ankara ecological conditions, *Industrial Crops and Products*, (2015).
- [24] S. Kiran, B. Prakash, Toxicity and biochemical efficacy of chemically characterized *Rosmarinus officinalis* essential oil against *Sitophilus oryzae* and *Oryzaephilus surinamensis*, *Industrial Crops and Products*, 74 (2015) 817-823.
- [25] J. Cai, P. Lin, X. Zhu, Q. Su, Comparative analysis of clary sage (*S. sclarea* L.) oil volatiles by GC-FTIR and GC-MS, *Food chemistry*, 99 (2006) 401-407.
- [26] M.B. Taârit, K. Msaada, K. Hosni, B. Marzouk, Fatty acids, phenolic changes and antioxidant activity of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves grown under saline conditions, *Industrial Crops and Products*, 38 (2012) 58-63.
- [27] Y.-N. Pan, X.-X. Liang, L.-Y. Niu, Y.-N. Wang, X. Tong, H.-M. Hua, J. Zheng, D.-Y. Meng, X.-Q. Liu, Comparative studies of pharmacokinetics and anticoagulatory effect in rats after oral administration of Frankincense and its processed products, *Journal of ethnopharmacology*, 172 (2015) 118-123.
- [28] M. Tolera, U. Sass-Klaassen, A. Eshete, F. Bongers, F. Sterck, Frankincense yield is related to tree size and resin-canal characteristics, *Forest Ecology and Management*, 353 (2015) 41-48.
- [29] G.-W. Wang, W.-T. Hu, B.-K. Huang, L.-P. Qin, *Illicium verum*: a review on its botany, traditional use, chemistry and pharmacology, *Journal of ethnopharmacology*, 136 (2011) 10-20.
- [30] L. Ji-Feng, L. Hui-Juan, J.-M. ZHANG, W. Li-Xia, W. Ya-Feng, L. Meng-Qi, B. Yue-Feng, Y.-B. ZHANG, A new sesquiterpene lactone from the fruits of *Illicium henryi*, *Chinese journal of natural medicines*, 12 (2014) 477-480.
- [31] P.-Y. Zhuang, G.-J. Zhang, X.-J. Wang, Y. Zhang, S.-S. Yu, Sesquiterpenes and prenylated C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub> compounds from the stems of *Illicium henryi*, *Chinese Chemical Letters*, 26 (2015) 1538-1541.
- [32] 張秉成, 安息香, 本草便讀, (1644-1911).
- [33] P. Suganya, K. Jeyaprakash, G.R. Mallavarapu, R. Murugan, Comparison of the chemical composition, tyrosinase inhibitory and anti-inflammatory activities of the essential oils of *Pogostemon plectranthoides* from India, *Industrial Crops and Products*, 69 (2015)

300-307.

[34] N. Das, S. Dhiman, P. Talukdar, B. Rabha, D. Goswami, V. Veer, Synergistic mosquito-repellent activity of *Curcuma longa*, *Pogostemon heyneanus* and *Zanthoxylum limonella* essential oils, *Journal of infection and public health*, 8 (2015) 323-328.

[35] K. Kozics, V. Klusová, A. Srančíková, P. Mučaji, D. Slameňová, Ľ. Hunáková, B. Kusznierevicz, E. Horváthová, Effects of *Salvia officinalis* and *Thymus vulgaris* on oxidant-induced DNA damage and antioxidant status in HepG2 cells, *Food chemistry*, 141 (2013) 2198-2206.

[36] M. Lacroix, W. Smoragiewicz, L. Pazdernik, M. Kone, K. Krzystyniak, Prevention of lipid radiolysis by natural antioxidants from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.), *Food research international*, 30 (1997) 457-462.

[37] 林智浩, 以魚皮明膠為載體製備耐熱性微膠囊, (2006).

[38] J.M. Souza, A.L. Caldas, S.D. Tohidi, J. Molina, A.P. Souto, R. Figueiro, A. Zille, Properties and controlled release of chitosan microencapsulated limonene oil, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24 (2014) 691-698.

[39] Y. Zhou, K. Hu, Z. Guo, K. Fang, X. Wang, F. Yang, N. Gu, PLLA microcapsules combined with silver nanoparticles and chlorhexidine acetate showing improved antibacterial effect, *Materials Science and Engineering: C*, 78 (2017) 349-353.

[40] Z. Li, P. Chen, X. Xu, X. Ye, J. Wang, Preparation of chitosan–sodium alginate microcapsules containing ZnS nanoparticles and its effect on the drug release, *Materials Science and Engineering: C*, 29 (2009) 2250-2253.

[41] V. Sanna, A.M. Roggio, N. Pala, S. Marceddu, G. Lubinu, A. Mariani, M. Sechi, Effect of chitosan concentration on PLGA microcapsules for controlled release and stability of resveratrol, *International journal of biological macromolecules*, 72 (2015) 531-536.

[42] A. Rafique, K.M. Zia, M. Zuber, S. Tabasum, S. Rehman, Chitosan functionalized poly (vinyl alcohol) for prospects biomedical and industrial applications: A review, *International journal of biological macromolecules*, 87 (2016) 141-154.

[43] E. Takara, J. Marchese, N. Ochoa, NaOH treatment of chitosan films: Impact on macromolecular structure and film properties, *Carbohydrate polymers*, 132 (2015) 25-30.

[44] 孝. 刘米, 界面活性劑的原理與應用, (2003).

- [45] C.P. Chang, T. Dobashi, Preparation of alginate complex capsules containing eucalyptus essential oil and its controlled release, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 32 (2003) 257-262.
- [46] Y. Rong, H.-Z. Chen, D.-C. Wei, J.-Z. Sun, M. Wang, Microcapsules with compact membrane structure from gelatin and styrene–maleic anhydride copolymer by complex coacervation, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 242 (2004) 17-20.
- [47] 廖癸閔, 賴佳妤, 杜武俊, 李筱萍, 陳錦坤, 謝勝國, 許明晃, 吳柏龍, 黃冬梨, 小油桐 (麻瘋樹) 種油及籽粕萃取物於綠色驅 (殺) 蟲劑之應用, *石油季刊*, 49 (2013) 87-101.
- [48] E. Mavundza, R. Maharaj, J. Finnie, G. Kabera, J. Van Staden, An ethnobotanical survey of mosquito repellent plants in uMkhanyakude district, KwaZulu-Natal province, South Africa, *Journal of ethnopharmacology*, 137 (2011) 1516-1520.
- [49] J.L. Duarte, J.R. Amado, A.E. Oliveira, R.A. Cruz, A.M. Ferreira, R.N. Souto, D.Q. Falcão, J.C. Carvalho, C.P. Fernandes, Evaluation of larvicidal activity of a nanoemulsion of *Rosmarinus officinalis* essential oil, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25 (2015) 189-192.
- [50] B.J. Klotz, D. Gawlitta, A.J. Rosenberg, J. Malda, F.P. Melchels, Gelatin-Methacryloyl Hydrogels: Towards Biofabrication-Based Tissue Repair, *Trends in biotechnology*, 34 (2016) 394-407.
- [51] C. Liu, M. Li, C. Liang, W. Wang, Measurement and analysis of bimodal drop size distribution in a rotor–stator homogenizer, *Chemical Engineering Science*, 102 (2013) 622-631.
- [52] M. Yourdkhani, A.A. Leme-Kraus, B. Aydin, A.K. Bedran-Russo, S.R. White, Encapsulation of grape seed extract in polylactide microcapsules for sustained bioactivity and time-dependent release in dental material applications, *Dental Materials*, 33 (2017) 630-636.
- [53] A. Khani, M. Heydarian, Fumigant and repellent properties of sesquiterpene-rich essential oil from *Teucrium polium* subsp. *capitatum* (L.), *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 7 (2014) 956-961.
- [54] J. Song, Z. Wang, A. Findlater, Z. Han, Z. Jiang, J. Chen, W. Zheng, S. Hyde, Terpenoid mosquito repellents: A combined DFT and QSAR study, *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 23 (2013) 1245-1248.
- [55] 邱佩琪, 張志鵬, 不同濃度交鏈劑及熱處理對幾丁聚醣微膠囊包

覆檸檬精油之影響, 2013 綠色科技工程與應用研討會, (2013).

[56] P.H. Ching-Wen Lou, Chao-Tsang Lu, Mong-Chuan Lee and Jia-Horng Lin, Repellent Effects of Different Essential Oils against Forcipomyia Taiwana, Proceedings of 14th Asian Textile Conference (ATC-14) (2017).

