

## 植物油抑制植物病原真菌孢子發芽之效果<sup>1</sup>

陳哲民<sup>2</sup>

### 摘要

供試植物油有肉桂油、丁香油、香茅油、茴香油、大蒜油、薑油、薄荷油、蓖麻油、松油、芥子油等 10 種，供試真菌則包括蔥紫斑病菌等 17 屬 28 種，結果肉桂油對所有供試真菌均具高抑制效果，丁香油除對菠菜褐斑病菌、茼蒿圓星病菌、芹菜黑斑病菌等三種尾孢霉無效外，對其他供試菌均具高抑制效果。香茅油對草莓灰黴病菌、番茄白粉病菌、大豆銹菌、菠菜露菌及菜豆銹菌具高抑制效果。茴香油對菠菜炭疽病菌、胡瓜白粉病菌、番茄白粉病菌、大豆銹菌、甘藍黑腳病菌、菠菜露菌及菜豆銹菌具高抑制效果。大蒜油對山藥葉斑病菌及菠菜炭疽病菌具高抑制效果、薑油對番茄早疫病菌、大豆銹菌、菠菜露菌及菜豆銹菌具高抑制效果。薄荷油對菠菜輪紋病菌、落花生黑澀病菌、大豆銹菌及菜豆銹菌具高抑制效果。蓖麻油對番茄早疫病菌具高抑制效果。松油對菠菜輪紋病菌、番茄早疫病菌、草莓灰黴病菌、茼蒿圓星病菌、胡瓜白粉病菌、大豆銹菌及菜豆銹菌具高抑制效果。芥子油對落花生黑澀病菌、胡瓜炭疽病菌及大豆銹菌具高抑制效果。另探討對丁香油與肉桂油有效抑制濃度，結果丁香油 2500ppm 對供試 15 屬 25 種真菌具高抑制效果，肉桂油 1,000ppm 對供試 11 屬 21 種真菌具高抑制效果。丁香油與肉桂油混合試驗結果對蔥紫斑病菌的抑制具協力作用，對辣椒炭疽病菌及玉米普通型銹菌之抑制則無協力作用。丁香酚 1,000ppm，香葉醇 500ppm 可有效抑制蔥紫斑病菌、辣椒炭疽病菌及玉米普通型銹菌。孢子經濕潤後乾燥處理對蔥紫斑病菌無顯著效果，對辣椒炭疽病菌及玉米普通型銹菌則有顯著抑制發芽的效果。乾燥後再以肉桂油處理可顯著降低肉桂油對真菌孢子發芽的有效抑制濃度。

(關鍵字：真菌、孢子、發芽、植物油、肉桂油、丁香油、香茅油、茴香油、大蒜油、薑油、薄荷油、蓖麻油、松油、芥子油、丁香酚、香葉醇、混合油、乾燥處理)

<sup>1</sup>花蓮區農業改良場研究報告第 114 號

<sup>2</sup>作物環境課 副研究員

### 前言

植物油(plant essential oil)種類繁多，其與植物病原真菌的關係具靜菌(fungistatic)或殺菌(fungicidal)作用。前人研究大多探討植物油抑制真菌菌絲(mycelium)生長或菌核(sclerotia)發芽，有關抑制真菌孢子(spore)發芽的研究甚少。大蒜油(garlic oil)可抑制菜豆殼球胞(*Macrophomina phaseolina*) (9,10)、檬果炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*) (4) 的菌絲生長，前菌菌核發芽(9)及抑制德雷疫霉(*Phytophthora drechsleri*) 游走子(zospore)發芽(5)，並應用於防治豌豆白粉病(*Erysiphe polygoni*) (29)。薑油(ginger oil)可抑制鐮胞菌(*Fusarium* sp.)、鏈格胞(*Alternaria* sp.)、齊整小核菌(*Sclerotium rolfsii*)、彎胞(*Curvularia lunata*) (8,32)等 18 種真菌

菌絲生長及防治豌豆白粉病(29)。香茅油(lemongrass oil)可抑制黑曲黴(*Aspergillus niger*)、尖鏢胞(*Fusarium oxysporum*)、青黴(*Penicillium* sp.) (14)、立枯絲核菌(*Rhizoctonia solani*) (7)、稻胡麻葉枯病菌(*Helminthosporium oryzae*)、好食叢梗胞(*Monilia sitophila*)等 9 種真菌菌絲生長(25)。香茅油中的丁香酚(eugenol)等 6 種成分經測試均能抑制立枯絲核菌、鏈格胞(*Alternaria alternata*)、齊整小核菌及腐皮鏢胞菌(*Fusarium solani*)的菌絲生長(33)。茴香油(cumin oil)可抑制甘蔗上鏢形刺盤胞(*Colletotrichum falcatum*)、蒼白彎胞(*Curvularia pallescens*)、黑團胞(*Periconia* sp.)(26)、甜椒炭疽病菌(*Colletotrichum capsici*)、串珠鏢胞霉(*Fusarium moniliformae*)、稻胡麻葉枯病菌菌絲生長(15)，並可防止玉米受曲黴(*Aspergillus* spp.)的污染(6)。蓖麻油(castor oil)可防止橡果炭疽病菌引起的腐爛(16)。薄荷油(menthe oil)可抑制毛黴(*Mucor* sp.)、曲黴、鏢胞菌、鏈格胞、齊整小核菌、彎胞(31)、稻喙胞(*Rhynchosporium oryzae*)及菜豆殼球胞的菌絲生長(19)。松油(pine oil)可抑制引起番石榴果實腐爛的棉盤多毛胞(*Pestalotia versicolor*)、立枯絲核菌(18)、大麥上的齊整小核菌(30)及菜豆殼球胞菌核發芽(9)。芥子油(mustard oil)可抑制葡萄擬莖點霉(*Phomopsis viticola*)及番石榴擬莖點霉(*P. psidii*)孢子發芽(1)。蓖麻油(castor oil)可抑制橡果炭疽病菌(4)。丁香油(clove oil)可抑制曲黴(6,21)、蒼白彎胞、鏢形刺盤胞、棉盤多毛胞、立枯絲核菌(18)、印度毛殼(*Chaetomium indicum*) (6)、立枯鏈格胞(*Alternaria solani*)、稻胡麻葉枯病菌、稻喙胞、小齊整核菌及尖鏢胞(17)等真菌菌絲生長。肉桂油可抑制多種曲黴、鏢形刺盤胞、蒼白彎胞、立枯絲核菌及印度毛殼(6,20,27)等真菌菌絲生長。本研究即為探討利用植物油防治作物病害的可行性就上述 10 種植物油進行其對植物病原真菌孢子發芽的抑制效果試驗，對具高抑制效果且抑制範圍廣泛的丁香油及肉桂油測定其有效濃度，並為減少植物油用量乃測定丁香油及肉桂油混合使用的抑制效果，探討植物油成分丁香酚及香葉醇(geraniol)的有效抑制濃度，同時為實際應用於田間，探討孢子經濕潤後乾燥對植物油抑制效果的促進作用。

## 材料與方法

### 一、供試植物病原真菌之取得及孢子懸浮液的製備

供試植物病原真菌包括甘藍黑斑病菌(*Alternaria brassicae*)等 22 屬 38 種，依學名英文字母順序排列出如表 1。自田間罹病已產胞之植物組織、葉片或果實，以無菌水洗出孢子。將孢子濃度調整到每毫升(ml)約含 100,000 個孢子備用。

表一、供本研究測試之病原真菌

Table 1. Plant pathogenic fungi tested in this study

中文名稱 Chinese name	學名 Scientific name
甘藍黑斑病菌	<i>Alternaria brassicae</i> (Berk) Sacc.
蔥紫斑病菌	<i>Alternaria porri</i> (Ellis) Cif.

菠菜輪紋病菌	<u>Alternaria spinaciae</u> Allescher and Noack
九層塔輪斑病菌	<u>Alternaria tenuis</u> Auct.
番茄早疫病菌	<u>Alternaria solani</u> (Ell. & Mart.) Sor.
豌豆褐斑病菌	<u>Ascochyta pisi</u> L. ib
草莓灰黴病菌	<u>Botrytis cinerea</u> Fr.
百合煤煙病菌	<u>Capnodium</u> sp.
芹菜黑斑病菌	<u>Cercospora apii</u> Fres.
菠菜褐斑病菌	<u>Cercospora beticola</u> Ciferri and Bruner
茼蒿圓星病菌	<u>Cercospora longissima</u> Sacc.
落花生褐斑病菌	<u>Cercospora arachidicola</u> Hori.
落花生黑澀病菌	<u>Cercospora personata</u> (B. et C.) E. et E.
山藥葉斑病菌	<u>Cercospora</u> sp.
甜椒炭疽病菌	<u>Colletotrichum capsici</u> (Sydow) Butler and Bisby.
檬果炭疽病菌	<u>Colletotrichum gloeosporioides</u> (Penz.) Sacc.
胡瓜炭疽病菌	<u>Colletotrichum lagenarium</u> (Pass.) Ellis & Halsted
菠菜炭疽病菌	<u>Colletotrichum spinaciae</u> Ellis and Halsted
薑彎胞霉	<u>Curvularia</u> sp.
胡瓜白粉病	<u>Erysiphe cichoroacearum</u> DC.
蘭花黃葉病菌	<u>Fusarium oxysporum</u>
玉米葉斑病菌	<u>Helminthosporium maydis</u> Nishik. Et Miyabe
玉米煤紋病菌	<u>Helminthosporium turcicum</u> Pass.
桃褐腐病菌	<u>Monilia fructicola</u> (G. Wint.) Honey
番茄白粉病菌	<u>Oidiopsis taurica</u> Tepper
木瓜白粉菌	<u>Oidium caricae</u> Noack
甘藍黑腳病菌	<u>Phoma lingam</u> (Tode) Desmazieres
菠菜斑點病菌	<u>Phyllosticta chenopodii</u> Sacc.
薑白星病菌	<u>Phyllosticta zingiberi</u> Hori
大豆銹菌	<u>Phakopsora pachyrhizi</u> Sydow
菠菜露菌	<u>Peronospora effusa</u> (Grev.) Tul
韭菜銹菌	<u>Puccinia alii</u> F. Rudolphi
玉米南方型銹菌	<u>Puccinia polysora</u> Underw.

玉米普通型銹菌	<i>Puccinia sorghi</i> Schw.
稻熱病菌	<i>Pyricularia oryzae</i> Cavara
番茄白星病菌	<i>Septoria lycopersici</i> Spegazzini
番茄黑黴病菌	<i>Stemphylium</i> sp.
菜豆銹菌	<i>Uromyces phaseoli</i> (Reben) Wint typica Arth.

## 二、植物油之取得及其調配

本試驗使用之植物油包括肉桂油(cinnamon oil from *Cinnamomum*)，丁香油(clove oil from *Syzygium*)、香茅油(lemongrass oil from *Cymbopogon*)、茴香油(cumin oil from *Cuminum*)、大蒜油(garlic oil from *Allium sativum*)、薑(ginger oil from *Zingiber officinale*)、薄荷(menthe oil from *Mentha*)、蓖麻(castor oil from *Ricinus communis*)、松油(pine oil from *Pinus*)、芥子(mustard oil from *Brassica juncea*)等 10 種，係市售食品級植物油。調配時先將植物油與界面活性劑 Tween 20 以 10:1 充分混合，再與蒸餾水充分混合配成所需濃度。

## 三、不同植物油抑制植物病原真菌孢子發芽效果測試

供試真菌孢子懸浮液製備後以微滴管(micropipet)取 10 微升( $\mu$ l)和等量之植物油(5,000ppm)充分混合，混合後植物油濃度為 2,500ppm，滴於凹槽玻片(cavity slide)上，置於保持濕度的培養皿中，室溫( $25\pm 3$ )下，經 20 小時後調查其發芽率。

## 四、丁香油與肉桂油不同濃度抑制植物病原真菌孢子發芽效果測定

依前項所述方法調配丁香油、肉桂油及真菌孢子懸浮液，混合後使丁香油濃度為 0、677、1,250、1,677、2,500ppm，肉桂油濃度為 0、333、400、500、677、1000ppm，再依前述方法進行試驗。

## 五、丁香酚與香葉醇抑制植物病原真菌孢子發芽效果測定

供試病原真菌為蔥紫斑病菌(*Alternaria porri*)、辣椒炭疽病菌(*Colletotrichum capsici*)的分生孢子(conidia)及玉米普通型銹菌(*Puccinia sorghi*)的夏孢子(urediospore)。自蔥葉片、辣椒果實、玉米葉片之罹病組織取得孢子後製作孢子懸浮液。依前述方法將丁香酚(eugenol)、香葉醇(geraniol)與真菌孢子懸浮液調配，使丁香酚及香葉醇的濃度成為 0、333、500、677、1,000ppm，再依前項方法進行試驗。

## 六、丁香油混合肉桂油抑制真菌孢子發芽的效果測試

供試三種真菌及來源與前項試驗相同，丁香油與肉桂油調配至需要濃度取 10 微升( $\mu$ l)與孢子懸浮液 10 微升充分混合，使丁香油最後濃度分別為 0、500、625、833、1,250、2,500ppm，肉桂油濃度為 0、250、333、400、500、667、1,000ppm。再依前述方法進行試驗。

## 七、濕潤後乾燥對肉桂油抑制真菌孢子發芽的效果

供試三種真菌及來源與前項試驗相同，肉桂油濃度為 0、250、333、500ppm，分別取 10 微升肉桂油與孢子懸浮液充分混合後，置於凹槽玻片上保持濕潤，辣椒炭疽病菌及蔥紫斑

病菌保持濕潤 1 小時，玉米銹菌保持濕潤 30 分鐘後陰乾(約需 30 分鐘)，經不同乾燥時間 1、2、3 小時後，再分別加入該處理濃度之肉桂油或蒸餾水，經 20 小時後調查其發芽率。

## 結果與討論

### 一、不同植物油抑制植物病原真菌孢子發芽的效果

肉桂油的成分隨品種、部位、季節而變化，最常見的主成分為丁香酚(eugenol)、桉樹腦(cineole)、香葉醇(geraniol)、沈香醇(linalool) (11,12,22,23)。本試驗中肉桂油 2,500ppm 對所有供試真菌均能完全抑制其孢子發芽(表 2)其抑制範圍(spectrum)相當廣泛，因此肉桂油頗具替代農藥防治作物病害的潛力。本試驗丁香油純度為 80%，主成分為丁香酚占 80%。試驗結果丁香油對大部份真菌孢子發芽均有高抑制效果，惟對菠菜褐斑病菌(*Cercospora beticola*)、芹菜黑斑病菌(*C. apii*)、茼蒿圓星病菌(*C. longissima*)等三種尾孢霉(*Cercospora* spp.)分生孢子發芽的抑制效果低。但卻對落花生黑澀病菌(*C. personata*)及山藥葉斑病菌(*Cercospora* sp.)有良好抑制效果。此現象可能係不同種類尾孢霉的孢子發芽行為有所差異所致，值得進一步探討。

報告顯示香茅油中的丁香酚(eugenol)等成分對尖鏽胞(*Fusarium oxysporum*)、腐皮鏽胞(*F. solani*)、好食叢梗胞(*Monilia sitophila*)、鏈格胞(*Alternaria alternata*)、(7,14,33)等真菌菌絲生長具抑制作用。本試驗中香茅油對鏈格胞及尖鏽胞等真菌並無良好效果，而對草莓灰黴病菌、菠菜輪紋病菌、菠菜露菌、番茄白粉病菌、菜豆銹菌等 5 種真菌孢子發芽具抑制效果。

茴香油據報告顯示對甘蔗上鏽形刺盤胞(*Colletotrichum falcatum*)、蒼白彎胞(*Curvularia pallescens*)、甜椒炭疽病菌(*Colletotrichum capsici*)、鏈格胞(*Alternaria alternata*)、串珠鏽胞(*Fusarium moniliforme*)及稻胡麻葉枯病菌(*Helminthosporium oryzae*)有抑制生長作用。在本試驗中茴香油對鏈格胞屬(*Alternaria*)無抑制效果,對檸檬、胡瓜二種炭疽病菌無效，但對菠菜炭疽病菌則有效,對薑彎胞霉抑制效果亦低。另外對甘藍黑腳病菌、菠菜露菌、番茄白粉病菌等 4 種真菌孢子發芽較具抑制效果。前人報告顯示大蒜油對檸檬炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)有效(4)，但在本試驗中對檸檬、胡瓜炭疽病菌無效，只對菠菜炭疽病菌有效，此外對山藥葉斑病菌孢子發芽有抑制效果。薑油據報告對鏽胞菌(*Fusarium*)、鏈格胞(*Alternaria*)、彎胞(*Curvularia*)、白粉菌(*Erysiphe*)有抑制效果(8,29,32)。但本試驗中對前三屬真菌抑制效果低，只對番茄早疫病(*Alternaria solani*)有效。另對菠菜露菌、菜豆銹菌、大豆銹菌等三種具高抑制效果，而對胡瓜炭疽病菌具抑制效果。薄荷油據報告對鏽胞菌(*Fusarium*)、鏈格胞(*Alternaria*)、彎胞(*Curvularia*)有效(31)，但在本試驗中皆無效果，而抑制菠菜輪斑病菌、菜豆銹菌、大豆銹菌、花生黑澀病菌孢子發芽的效果極優，對甘藍黑腳病菌亦有抑制效果。

蓖麻油 10% 據報告對檸檬炭疽病有抑制效果，本試驗測試濃度為 2,500ppm 對檸檬、胡瓜菠菜炭疽病孢子發芽無抑制作用。僅對番茄白粉病菌及大豆銹菌孢子發芽具有部份抑制效果。本試驗中松油對草莓灰黴病菌，甘藍黑腳病菌、甘藍黑斑病菌，菠菜輪斑病菌、番茄早疫病、菜豆銹菌、大豆銹菌等 7 種真菌孢子發芽具高抑制效果。芥子油對大豆銹菌、胡瓜炭疽病菌、落花生黑澀病菌等三種之抑制效果高。

表二、不同植物油對植物病原菌孢子發芽之抑制效果

Table 2. Effects of plant oils on spor egermination of plant pathogenic fungi

發芽率 germination (%)

病菌真菌 Pathogenic fungus	對照 check	肉桂 cinnamon	丁香 clove	香茅 lemongrass	茴香 cumin
甘藍黑斑病菌 ( <i>Alternaria brassicae</i> )	100*	0	0	60	33
蔥紫斑病菌 ( <i>Alternaria porri</i> )	87	0	0	70	65
番茄早疫病菌 ( <i>Alternaria solani</i> )	80	0	0	66	29
菠菜輪紋病菌 ( <i>Alternaria spinaciae</i> )	92	0	0	17	40
豌豆褐斑病菌 ( <i>Ascochyta pisi</i> )	100	0	0	100	100
草莓灰黴病菌 ( <i>Botrytis cinerea</i> )	100	0	0	2	92
芹菜黑斑病菌 ( <i>Cercospora apii</i> )	92	0	72	90	80
菠菜褐斑病菌 ( <i>Cercospora beticola</i> )	100	0	100	100	100
茼蒿圓星病菌 ( <i>Cercospora longissima</i> )	100	0	100	100	100
落花生黑澀病菌 ( <i>Cercospora personata</i> )	75	0	0	75	83
山藥葉斑病菌 ( <i>Cercospora sp.</i> )	95	0	0	35	40
檬果炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> )	100	0	8	100	100
胡瓜炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum lagenarium</i> )	60	0	0	15	32
菠菜炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum spinaciae</i> )	94	0	0	95	5
薑彎胞霉	98	0	2	38	68

( <i>Curvularia</i> sp.)					
胡瓜白粉病 ( <i>Erysiphe cichorocearum</i> )	100	0	0	100	0
蘭花黃葉病菌 ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	100	0	13	34	100
玉米葉斑病菌 ( <i>Helminthosporium maydis</i> )	100	0	5	100	100
玉米煤紋病菌 ( <i>Helminthosporium turcica</i> )	100	0	18	100	95
番茄白粉病菌 ( <i>Oidiopsis taurica</i> )	62	0	0	3	0
菠菜斑點病菌 ( <i>Phyllosticta chenopodii</i> )	100	0	0	100	100
薑白星病菌 ( <i>Phyllosticta zingiberi</i> )	100	0	0	85	80
大豆銹菌 ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> )	77	0	4	0	0
甘藍黑腳病菌 ( <i>Phoma lingam</i> )	93	0	4	58	7
菠菜露菌 ( <i>Peronospora effusa</i> )	100	0	0	2	9
玉米南方型銹菌 ( <i>Puccinia polysora</i> )	81	0	19	39	28
稻熱病菌 ( <i>Pyricularia oryzae</i> )	96	0	3	100	100
菜豆銹菌 ( <i>Uromyces phaseoli</i> )	49	0	0	0	0

表二、不同植物油對植物病原菌孢子發芽之抑制效果

Table 2. Effects of plant oils on spore germination of plant pathogenic fungi  
發芽率 germination (%)

病菌真菌 Pathogenic fungus	大蒜 garlic	薑 ginger	薄荷 mentha	蓖麻 castor	松 pine	芥子 mustard
甘藍黑斑病菌 ( <i>Alternaria brassicae</i> )	100	100	30	100	15	11

蔥紫斑病菌 ( <i>Alternaria porri</i> )	80	72	49	90	50	-
番茄早疫病菌 ( <i>Alternaria solani</i> )	68	3	100	2	0	40
菠菜輪紋病菌 ( <i>Alternaria spinaciae</i> )	93	40	6	76	4	40
豌豆褐斑病菌 ( <i>Ascochyta pisi</i> )	100	100	100	100	100	100
草莓灰黴病菌 ( <i>Botrytis cinerea</i> )	35	42	95	85	0	100
芹菜黑斑病菌 ( <i>Cercospora apii</i> )	91	87	89	90	43	95
菠菜褐斑病菌 ( <i>Cercospora beticola</i> )	100	100	100	100	100	100
茼蒿圓星病菌 ( <i>Cercospora longissima</i> )	100	100	100	100	5	100
落花生黑澀病菌 ( <i>Cercospora personata</i> )	70	30	0	-	58	0
山藥葉斑病菌 ( <i>Cercospora</i> sp.)	3	90	90	80	87	95
檬果炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> )	100	100	100	100	100	100
胡瓜炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum lagenarium</i> )	60	15	-	60	-	2
菠菜炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum spinaciae</i> )	10	89	22	34	31	100
薑彎胞霉 ( <i>Curvularia</i> sp.)	100	57	95	100	92	-
胡瓜白粉病 ( <i>Erysiphe cichorocearum</i> )	100	100	100	100	0	-
蘭花黃葉病菌 ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	100	100	100	100	100	100
玉米葉斑病菌 ( <i>Helminthosporium maydis</i> )	100	100	100	100	100	100

玉米煤紋病菌 ( <i>Helminthosporium turcica</i> )	100	100	100	95	83	100
番茄白粉病菌 ( <i>Oidiopsis taurica</i> )	38	19	23	17	28	11
菠菜斑點病菌 ( <i>Phyllosticta chenopodii</i> )	100	100	100	100	100	100
薑白星病菌 ( <i>Phyllosticta zingiberi</i> )	65	-	90	80	78	70
大豆銹菌 ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> )	75	1	1	19	0	2
甘藍黑腳病菌 ( <i>Phoma lingam</i> )	20	65	14	50	11	89
菠菜露菌 ( <i>Peronospora effusa</i> )	67	8	100	100	30	100
玉米南方型銹菌 ( <i>Puccinia polysora</i> )	87	54	67	67	53	78
稻熱病菌 ( <i>Pyricularia oryzae</i> )	100	40	71	100	100	90
菜豆銹菌 ( <i>Uromyces phaseoli</i> )	78	0	0	30	0	55

\*係四個重複之平均值,並將小數點後數值刪除。

\*mean of 4 replicates, and expressed in teger.

## 二、丁香油與肉桂油不同濃度對病原真菌孢子發芽之抑制效果

丁香油濃度 2,500ppm 可有效抑制所有供試真菌孢子的發芽(表 3), 真菌孢子發芽率在 10% 以下。而其他濃度則隨病原菌之種類不同而呈現不同抑制效果。丁香油對番茄早疫病菌、檬果炭疽病菌、薑白星病菌、番茄白星病菌孢子發芽的抑制效果較低, 在濃度 1,667ppm 時即有 36-100% 的發芽率。整體而言、丁香油對落花生黑澀病菌、山藥葉斑病菌、番茄黑黴病菌孢子發芽的抑制效果最高。肉桂油對供試真菌孢子之發芽均具極高之抑制效果(表 4)。肉桂油 677ppm 除對玉米葉斑病菌、桃褐病病菌、薑白星病菌效果較低(發芽率分別 18、20、10%) 外, 對其他真菌孢子發芽均能完全抑制。

### 表三、丁香油不同濃度對植物病原真菌孢子發芽之抑制效果

Table 3. Effect of different concentration of clove oil on spore germination of plantpathogenic fungi.

發芽率 germination (%)

病原真菌 pathogenic fungus	丁香油濃度 concentration of clove oil (ppm)					
	0	2500	1667	1250	1000	667
蔥紫斑病菌( <i>Alternaria porri</i> )	92	4	70	68	82	85
番茄早疫病菌( <i>Alternaria solani</i> )	88	0	42	100	-	-
九層塔輪斑病菌( <i>Alternaria tenuis</i> )	100	0	0	0	54	-
草莓灰黴病菌( <i>Botrytis cinerea</i> )	38	0	0	0	7	-
百合煤煙病菌( <i>Capnodium</i> sp.)	36	0	0	0	0	4
落花生褐斑病菌( <i>Cercospora arachidis</i> )	92	0	0	0	9	71
蕹菜尾胞霉( <i>Cercospora bataticola</i> )	98	0	0	36	39	-
落花生黑澀病菌( <i>Cercospora personata</i> )	68	0	0	0	0	-
山藥葉斑病菌( <i>Cercospora</i> sp.)	97	0	0	0	0	3
甜椒炭疽病菌( <i>Colletotrichum capsici</i> )	93	0	0	100	100	-
檬果炭疽病菌( <i>C. gloeosporioides</i> )	97	8	36	53	64	-
胡瓜炭疽病菌( <i>Colletotrichum lagenarium</i> )	100	0	0	100	100	100
薑彎胞霉( <i>Curvularia</i> sp.)	90	0	0	2	2	-
玉米葉斑病菌( <i>Helminthosporium maydis</i> )	75	6	10	6	27	-
玉米煤紋病菌( <i>Helminthosporium turcica</i> )	94	0	1	34	96	-
桃褐腐病菌( <i>Monilia fructicola</i> )	96	0	0	45	68	-
木瓜白粉菌( <i>Oidium caricae</i> )	30	4	5	5	-	-
甘藍黑腳病病菌( <i>Phoma lingam</i> )	85	0	0	32	60	-
薑白星病菌( <i>Phyllosticta zingiberi</i> )	100	5	78	100	100	-
韭菜銹菌( <i>Puccinia alii</i> )	53	0	6	7	-	-
玉米銹菌( <i>Puccinia polysora</i> )	92	6	13	41	82	-
玉米普通型銹菌( <i>Puccinia sorghi</i> )	73	0	0	0	-	19
稻熱病菌( <i>Pyricularia oryzae</i> )	78	0	0	0	32	-
番茄白星病菌( <i>Septoria lycopersici</i> )	100	0	100	100	100	-
番茄黑黴病菌( <i>Stemphylium</i> sp.)	91	0	0	0	0	-

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates.

表四、肉桂油不同濃度對植物病原真菌孢子發芽之抑制效果

Table 4. Effect of different concentration of cinnamom on spore germination of plant pathogenic fungi.

病原真菌 pathogenic fungus	發芽率 germination (%) 肉桂油濃度 concentration of cinnamon oil (ppm)					
	0	1000	677	500	400	333
蔥紫斑病菌 ( <i>Alternaria porri</i> )	98*	0	0	0	0	-
九層塔輪斑病菌 ( <i>Alternaria tenuis</i> )	100	0	0	0	17	-
百合煤煙病菌 ( <i>Capnodium</i> sp.)	36	0	0	0	0	-
落花生褐斑病菌 ( <i>Cercospora arachidis</i> )	92	0	0	0	0	10
蕹菜尾胞霉 ( <i>Cercospora bataticola</i> )	98	0	0	2	7	15
落花生黑澀病菌 ( <i>Cercospora personata</i> )	95	0	0	0	0	0
山藥葉斑病菌 ( <i>Cercospora</i> sp.)	80	0	0	2	0	0
甜椒炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum capsici</i> )	93	0	0	100	100	-
檬果炭疽病菌 ( <i>C. gloeosporioides</i> )	97	0	0	0	0	0
胡瓜炭疽病菌 ( <i>C. lagenarium</i> )	0	0	0	6	100	-
薑彎胞霉 ( <i>Curvularia</i> sp.)	90	0	0	0	0	-
玉米葉斑病菌 ( <i>Helminthosporium maydis</i> )	75	0	18	-	-	-
玉米煤紋病菌 ( <i>Helminthosporium turcica</i> )	94	0	0	0	0	-
桃褐腐病菌 ( <i>Monilia fructicola</i> )	96	0	20	29	35	-
甘藍黑腳病菌	75	0	0	3	12	15

( <i>Phoma lingam</i> )						
薑白星病菌 ( <i>Phyllosticta zingiberi</i> )	100	0	10	22	85	100
玉米銹菌 ( <i>Puccinia polysora</i> )	82	0	0	0	0	-
玉米普通型銹菌 ( <i>Puccinia sorghi</i> )	73	0	0	3	-	-
稻熱病菌 ( <i>Pyricularia oryzae</i> )	90	0	-	0	0	4
番茄白星病菌 ( <i>Septoria lycopersici</i> )	100	0	0	0	2	-
番茄黑黴病菌 ( <i>Stemphylium</i> sp.)	91	0	0	0	0	-

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates.

### 三、丁香油混合與肉桂油對真菌孢子發芽的抑制效果

蔥紫斑病菌(*Alternaria porri*)分生孢子在單劑丁香油 2,500ppm，單劑肉桂油 1,000ppm 下發芽率均為 0(表 5)，而其無效濃度分別為 625ppm 及 333ppm。單劑丁香油 1,250ppm 處理之發芽率為 42.5% 若加入濃度 250ppm 以上之肉桂油即可使抑制率達 100%。單劑肉桂油 500ppm 處理之發芽率為 62.5%，若加入 417ppm 之丁香油則發芽率為 42.5%，降低 20%，若加入 625ppm 丁香油則可完全抑制孢子發芽。顯示兩種由在抑制蔥紫斑病菌孢子發芽具有協力作用 (Synergistic activity)，此與 Pandey 等(1982)報告柑桔油(*Citrus aurantifolia*)，薄荷油(*Mentha arvensis*)及 *Aegle marmelos* 油混合有 4-8 倍的協力作用相似。綜合而言，對蔥紫斑病菌分生孢子發芽的抑制以丁香油 1,250ppm 混合肉桂油 250ppm 為最佳組合。辣椒炭疽病菌 (*Colletotrichum capsici*)分生孢子發芽在單劑丁香油 250ppm 及單劑肉桂油 1,000ppm 均被完全抑制(表 6)。單劑丁香油 500ppm 之抑制率為 16%，肉桂油 500ppm 之抑制率為 75%，若兩者混合之後抑制率為 94%，顯示有相加之抑制效果，而在其他低劑量肉桂油與丁香油的混合，均無顯著效果。

丁香油及肉桂油對玉米普通型銹菌(*Puccinia sorghi*)之完全抑制濃度分別為 1,250ppm 及 1,000ppm，而肉桂油在 250-500ppm 之間之抑制率均在 90%以上(表 7)。從表中可看出最低濃度的丁香油 333ppm 及肉桂油 167ppm 混合即能有效提高抑制率達 79%，其數值約相當於其未混合前個別抑制率 33%及 48%之相加，顯示兩種植物油混合後呈獨立作用而具相加效果，但無協力作用。

表五、混合丁香油與肉桂油對蔥紫斑病菌分生孢子發芽的抑制效果

Table 5. Effect of combination of clove oil and cinnamom oil on conidia germination of Alternaria porri

丁香油濃度 clove oil conc (ppm)	發芽率 germination (%) 肉桂油濃度 cinnamom oil conc. (ppm)				
	1,000	500	333	250	0
2,500	0*	0	0	0	0
1,250	0	0	0	0	42.5
625	0	0	67.5	87.5	97.5
417	0	42.5	82.5	92.0	100
0	0	62.5	100	100	100

\*係六個重複的平均值 mean of 6 replicates

表六、混合丁香油與肉桂油對辣椒炭疽病菌分生孢子發芽的抑制效果

Table 6. Effect of combination of clove oil and cinnamom oil on conidia germination of Colletotrichum capsici

丁香油濃度 clove oil conc (ppm)	發芽率 germination (%) 肉桂油濃度 cinnamom oil conc. (ppm)				
	1,000	500	333	250	0
2,500	0*(100)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)
1,250	0(100)**	0(100)	9.0(88)	20.5(74)	17.5(77)
625	0(100)	3.0(94)	27.5(43)	47.5(39)	45.0(42)
500	0(100)	5.0(96)	29.0(63)	52.5(32)	65.0(16)
0	0(100)	19.0(75)	44.0(65)	54.3(30)	77.5(-)

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates.

\*\*括弧內數字為抑制率 value in parenthesis is the inhibition percentage

表七、混合丁香油與肉桂油對玉米普通型銹菌夏孢子發芽的抑制效果

Table 7. Effect of combination of cloveoil and cinnamum oil on urediospore germination of Puccinia sorghi.

丁香油濃度 clove oil conc. (ppm)	發芽率 germination (%) 肉桂油濃度 cinnamom oil conc. (ppm)						
	1,000	500	333	250	200	167	0
2,500	0*(100)	2.5(97)	3.5(95)	0.5(99)	0(100)	0(100)	0(100)

1,250	0(100)**	1.5(98)	6.5(91)	2.5(97)	0(100)	0(100)	1.0(99)
625	0(100)	0(100)	4.4(94)	4.6(94)	5.1(93)	13.9(81)	9.2(87)
500	0(100)	3.5(95)	6.2(92)	6.5(91)	7.6(90)	13.9(81)	20.9(71)
333	0(100)	0(100)	0(100)	8.8(88)	8.8(88)	15.2(79)	49.3(33)
0	0(100)	3.2(96)	4.5(94)	6.3(31)	22.7(69)	37.9(48)	73.3(-)

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates

\*\*括弧內數字為抑制率 value in parenthesis is the inhibition percentage

#### 四、丁香酚與香葉醇抑制植物病原真菌孢子發芽的效果

丁香酚(eugenol)為丁香油、香茅油、肉桂油等多種植物油的主要成分，香葉醇(geraniol)亦為植物油中常見成分，含量較低，兩種均具靜菌或殺菌能力(2,3,23,24,40)。本試驗中丁香酚 2,000ppm 可完全抑制蔥紫斑病菌的孢子發芽，濃度 1,000、500ppm 處理發芽率分別為 4.5% 及 6.3%，當濃度 333ppm 時抑制效果較低，其發芽率達 24.0%(表 8)。丁香酚 2,000 及 1,000ppm 可完全抑制辣椒炭疽病菌及玉米普通型銹菌的孢子發芽，濃度 500ppm 時炭疽病菌發芽率為 18%，玉米銹菌仍低為 1.3%；若濃度 333ppm 時炭疽病菌發芽率與對照相近，銹菌發芽率為 14.5%。香葉醇 333 2,000ppm 可完全抑制蔥紫斑病菌孢子發芽，對辣椒炭疽病菌及玉米銹菌的抑制率亦高於 90%。

表八、丁香酚、香葉醇抑制植物病原菌分生孢子發芽的效果

Table 8. Inhibitory effect of eugenol and geraniol on sporegermination of plant pathogenic fungi

病原真菌 pathogenic fungus	植物油 plant oils	發芽率 germination (%) 濃度 concentration (ppm)				
		2,000	1,000	500	333	0
蔥紫斑病菌 ( <i>Alternaria porri</i> )	丁香酚 eugenol	0	4.5	6.3	24	99
	香葉醇 geraniol	0	0	0	0	
辣椒炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum capsici</i> )	丁香酚 eugenol	0	0	18	41.3	46
	香葉醇 geraniol	0	0	0.5	2.0	
玉米普通型銹菌 ( <i>Puccinia sorghi</i> )	丁香酚 eugenol	0	0	1.3	14.5	41.3
	香葉醇 geraniol	0	0	0	3	

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates

#### 五、濕潤後乾燥對肉桂油抑制真菌孢子發芽的效果

Suzhi 等(1981)指出瓜類炭疽病菌(*Colletotrichum lagenarium*)孢子發芽時其蛋白質(protein)係於孢子濕潤後 40 分鐘內合成完畢。Muhadam & Deshpande (1977)則指出十字花科小鏈格胞(*Alternaria brassicicola*)發芽時蛋白質及核糖核酸(RNA)係於孢子濕潤後 40-60 分鐘內合成，發芽管(germtube)在 110 分鐘後出現。因此本試驗中辣椒炭疽病菌(*Colletotrichum capsici*)及蔥

紫斑病菌(*Alternaria porri*)選定保持濕潤 1 小時，使其完成蛋白質合成後再予乾燥阻斷。玉米普通型銹菌(*Puccinia sorghi*)由先遣試驗得知其發芽在 2.5 3 小時即可完成，故其蛋白質合成時間應更早，故選定保持 30 分鐘濕潤。基於上述乃設計一系列試驗以加水處理模擬露水或雨水，乾燥代表陽光照射或低相對濕度，植物油處理為施用植物油防治病害。

第一個試驗係探討孢子經水濕潤後，經不同乾燥時間後再以肉桂油處理對孢子發芽的影響，結果如(表 9)所示，辣椒炭疽病菌以水保濕潤對照之發芽率為 68.2%，乾燥 1 3 小時後加水的發芽率降到 20%左右，顯示乾燥對本菌發芽率抑制效果極大。乾燥後再以肉桂油處理，在低濃度 250ppm 時，發芽率隨乾燥時間的增長而下降，即 16.0% 4.0%。在較高濃度 333、500ppm 則乾燥 1 3 小時均可抑制發芽率到 2.0%以下，比較丁香油混合試驗中(表 6)單劑肉桂油 333、500ppm 的發芽率 44.0 及 19%低甚多。玉米普通型銹菌經水保濕後乾燥處理亦使發芽率 61.3%降到 24 32.3%，但比較直接處理肉桂油之發芽率(表 7)則使用 250ppm 已能有效抑制本菌發芽，故未顯著增加效果。蔥紫斑病菌保濕對照發芽率 99.5%，乾燥後為 87.5 94.3%差異不大。但直接處理肉桂油之發芽率(表 5)500、333、250ppm 之發芽為 62.5、100、100%，與本試驗中經乾燥 3 小時的發芽率 0.5、9.5、18.8%差異極為顯著。顯示乾燥處理可提升低濃度肉桂油對蔥紫斑病菌孢子發芽的抑制效果。

表九、濕潤後乾燥對後加肉桂油抑制真菌孢子發芽的效果

Table 9. Effect of dryness on germination of fungal spores post-treated with cinnamom oil  
發芽率 germination (%)

病原真菌 pathogenic fungus	乾燥時數 dried duration, (hour)	肉桂油濃度 cinnamom oil conc. (ppm)			
		500	333	250	0
辣椒炭疽病菌 ( <i>Colletotrichum capsici</i> )	保濕對照(wetted check)	68.2			
	1*	2.0	1.2	16.0	22.0
	2	0	0	9.2	20.0
	3	0	0	4.0	19.2
玉米普通型銹菌 ( <i>Puccinia sorghii</i> )	保濕對照(wetted check)	61.3			
	1	2.8	10.5	8.5	32.3
	2	2.8	4.0	6.0	25.3
	3	1.5	1.5	6.3	24.0
蔥紫斑病菌 ( <i>Alternaria porri</i> )	保濕對照(wetted check)	99.5			
	1	18.8	32.3	77.5	94.3
	2	3.8	9.5	27.5	90.0
	3	0.5	9.5	18.8	87.5

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates

第二個試驗係先以肉桂油濕潤處理，經乾燥後再加水或肉桂油。辣椒炭疽病菌分生孢子經水濕潤 1 小時後乾燥處理 1 3 小時，其發芽率隨乾燥時間之增長而下降為 11 4.4%(表 10)，顯示濕潤乾燥抑制孢子發芽的效果極大。當以肉桂油 500、333、250ppm 濕潤處理其孢子發芽率分別為 4.4、27.5 及 26.4%經乾燥處理後再加水之處理經乾燥 3 小時者皆不發芽。而乾燥 1、2 小時者其發芽率稍低於不加肉桂油處理者，可能係肉桂油經乾燥後已揮發，故若乾燥後再加入該處理濃度之肉桂油即使 250ppm 低濃度肉桂油亦能完全抑制分生孢子發芽。

玉米普通型銹菌夏孢子經水濕潤 30 分鐘後乾燥 1 3 小時其發芽率亦隨乾燥時間之增長而降低，降低比率 75 86%。顯示濕潤後乾燥對玉米銹菌夏孢子發芽有極大抑制效果(表 11)。以肉桂油濕潤處理者，在 500ppm 乾燥後即使加水再濕潤亦能有效抑制夏孢子發芽，而肉桂油 300ppm 及 250ppm 處理者則其發芽率稍低於不加肉桂油之對照。不同濃度肉桂油濕潤後乾燥再加該濃度肉桂油則幾可完全抑制銹菌夏孢子之發芽。

表十、濕潤後乾燥對肉桂油抑制辣椒炭疽病菌分生孢子發芽的效果

Table 10. Effect of dryness on inhibition of conidia germination of *Colletotrichum capsici* treated with cinnamon oil

乾燥時數 dried duration, (hour)	發芽率 germination (%)						
	肉桂油濃度 cinnamon oil conc. (ppm)						
	500		333		250		0
	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	
1	0(100)**	0(100)	7.7(89)	0(100)	8.8(88)	0(100)	11.0(84)
2	0(100)	0(100)	2.2(97)	0(100)	5.5(92)	0(100)	9.9(86)
3	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)	0(100)	4.4(94)
保濕對照(wetted ck)	4.4(68)*		27.5(62)		26.4(64)		72.6(-)

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates

\*\*括弧內數字為抑制率 value in parenthesis is the inhibition percentage

表十一、濕潤後乾燥對肉桂油抑制玉米普通型銹菌夏孢子發芽的效果

Table 11. Effect of dryness on the inhibition of urediospore germination of *Puccinia sorghit* treated with cinnamon oil

乾燥時數 dried duration, (hour)	發芽率 germination (%)						
	肉桂油濃度 cinnamon oil conc.(ppm)						
	500		333		250		0
	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	

	water	oil	water	oil	water	oil	
1	0(100)**	0(100)	7.5(89)	0(100)	11.5(83)	0(100)	17.0(75)
2	1.5(98)	0(100)	2.5(96)	0(100)	12.0(83)	2.5(96)	16.0(77)
3	0(100)	1.0(99)	1.5(98)	0(100)	9.5(86)	1.0(99)	9.5(86)
保濕對照 (wetted ck)	7.5(89)*		18.5(73)		18.0(74)		69.3(-)

\*係四個重複的平均值 mean of 4 replicates

\*\*括弧內數字為抑制率 value in parenthesis is the inhibition percentage

蔥紫斑病菌分生孢子以水濕潤 1 小時後乾燥 1 3 小時，其抑制率較前二種真菌低，僅 15 30%(表 12)，顯示本菌抗乾燥之能力較強。以肉桂油 500、333、250ppm 濕潤處理而不乾燥之發芽率在 77.5 100%，其抑制發芽效果低，經乾燥後再加水則其發芽率隨乾燥時間之增長而下降，並隨著肉桂油濃度之增高而降低，但若比較高低濃度肉桂油乾燥前後發芽率降低幅度則不因濃度高低而有不同，顯示肉桂油經乾燥後揮發殆盡，並無殘遺效果。當乾燥後再加入該處理濃度之肉桂油則分生孢子之發芽率大幅降低到 17.5% 以下，顯示乾燥增強肉桂油抑制孢子發芽之效果極大。若以肉桂油 500ppm 處理，發芽率為 77.5%，而 250ppm 乾燥後再處理一次，其用量與 500ppm 相同，而其發芽率可降到 17.5% 以下。顯示乾燥阻斷濕潤對蔥紫斑病菌孢子發芽的抑制效果極為顯著。

表十二、濕潤後乾燥對肉桂油抑制蔥紫斑病菌分生孢子發芽的效果

Table 12. Effect of dryness on the inhibition of conidia germination of *Alternaria porri* treated with cinnamom oil

發芽率 germination(%)

乾燥時數 driedduration, (hour)	肉桂油濃度 cinnamom oil conc. (ppm)						
	500		333		250		0
	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	加水 water	加油 oil	
1	72.5*	0.5	85.0	10.0	71.3	17.5	85.0(75)
2	31.3	0	40.0	2.5	51.3	0	74.2
3	15.0	0.5	27.5	2.5	45.0	0.8	70.0
保濕對照 (wettedck)	77.5		97.5		100		100

\*係六個重複的平均值 mean of 6 replicates

綜合上述二個試驗結果得知濕潤後乾燥對辣椒炭疽病菌、玉米銹菌及蔥紫胞病菌孢子之發芽均具抑制效果，尤其乾燥後再加植物油處理幾可完全抑制病原真菌孢子的發芽。低濃度

肉桂油處理真菌孢子經乾燥後再處理一次，在相同植物油用量下，比高濃度肉桂油處理一次的抑制效果高出甚多。將此結果應用於田間病害之防治，可改進施用技術，即於清晨露水乾燥後噴施低濃度肉桂油，經陽光照射乾燥後，再於傍晚時噴施一次，使其孢子保持濕潤至翌晨即可預期獲至最高防治效果。

### 參考文獻

1. Arun Ara 1988. Control of Phomopsis fruit-rots of grapes and guava. *Indian Phytopathology* 41:214 -219.
2. Caccioni, D. R. L.; Guizzardi, M. 1994. Inhibition of germination and growth of fruit and vegetable postharvest pathogenic fungi by essential oil components. *Journal of Essential Oil Research* 6:173- 179.
3. Chandravadana, M. V.; Nidiry, E. S. J. 1994. Antifungal activity of essential oil of Pelargonium graveolens and its constituents against Colletotrichum gloeosporio ides. *Indian Journal of Experimental Biology* 32:908 -909.
4. Chauhan, H. L.; Joshi, H. U. 1990. Evaluation of phyto-extracts for control of mango fruit anthracnose. In *Batanical pesticides in integrated pest management: Proceedings of National Symposium held on Jan 21 -22, 1990. at Rajahmundry, India.* p. 455- 459.
5. Chauhan V. B. Singh U. P. 1991. Effect of 6 volatiles of some plant extracts on germination of zoospores of *Phytophthora drechsleri* f. sp. *cajani*. *Indian Phytopath.* 44: 197- 2006.
6. Chatterjee, D. 1990. Inhibition of fungal growth and infection in maize grains by spice oils. *Letters in Applied Microbiology* 11 :148 -151.
7. Devi, S. B.; Naseema, A.; Nair , M. C. 1982. In vitro effect of lemongrass oil on the mycelial growth of *Rhizoctonia solani*. *Indian Phytopathology* 35: 714- 716.
8. Dharendra Mishra 1990. Seed protectant property of ginger essential oil of *Zingiber officinale*. *Indian Perfumer* 34: 266- 268.
9. Dubey, R. C. 1991. Fungicidal effect of essential oils of three higher plants on sclerotia of *Macrophomina phaseolina*. *Indian Phytopathology* 44 :241 -244
- 10 .Dubey, R. C. Dwivedi 1991. Fungitoxic properties of some plant extracts against vegetative growth and sclerotial viability of *Macrophomina phaseoli na*. *Indian Phytopathology* 44 :411 -413.
- 11 .Dung N. X.; Sothy, N.; Lo V. N.; Leclercq, P. A. 1994 Chemical composition of the wood oil of Cinnamomum albiflorum Nees from Kampuchea. *Journal of Essential Oil Research* 6 :201 -202.
- 12 .Dung, N. X.; Sothy, N.; Lo, V. N.; Leclercq, P. A. 1993. Chemical composition of the essential oil of *Cinnamomum cambodianum* H. Lec. *Journal of Essential Oil Research* 5: 667- 668.

- 13 .Furusawa, I.; Nishiguchi, M.; Tani, M.; Ishida, N. 1977. Evidence of early protein synthesis essential of the spore germination of *Colletotrichum lagenarium*. *Journal of General Microbiology* 101:307 -310.
- 14 .Gangrade, S. K.; Shrivastava, R. D.; Sharma, O. P.; Jain, N. K.; Trivedi, K. C. 1991. In vitro antifungal effect of the essential oils. *Indian Perfumer* 35:46- 48.
- 15 .Garg, S. C.; Siddiqui, N. 1992. Antifungal activity of some essential oil is olates. *Pharmazie* 47:467 -468.
- 16 .Khanna, R. K.; Jouhari, J. K.; Sharma, O. S.; Singh, A. 1988. Essential oil from the fruit rind of *Cinnamomum cecidodaphne* Meissn. *Indian Perfumer* 32: 295- 300.
- 17 .Kole, C.; Pattnaik, S.; Subramanyam, V. R.; Narain, A. 1993. Antifungal efficacy of oil and its genetic variability in citronella. *Crop Research ( Hisar)* 6: 509- 512.
- 18 .Madhukar, J.; Reddy, S. M. 1989. Efficacy of certain oils in the con trol of fruit-rot of guava. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology* 19:131-132.
- 19 .Maiti, D.; Kole, C. R.; Sen, C. 1985. Antimicrobial efficacy of some essential oils. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheite nund Pflanzenschutz* 92:64- 68.
- 20 .Morozumi, S. 1978. A new antifungal agent in cinnamon. *Japanese Journal of Medical Mycology* 19:172 -180.
- 21 .Mukherjee, P. S.; Nandi, S. K.; Nandi, B. 1992. Antifungal activity of some essential oils against storage fungi. *Journal of Mycopathological Research* 30: 121- 125.
- 22 .Nath, S. C.; Hazarika, A. K.; Baruah, R. N.; Singh, R. S.; Ghosh, A. C. 1994. Major components of the leaf oil of *Cinnamomum sulphuratum* Nees. *Journal of Essential Oil Research* 6: 77 -78.
- 23 .Nath, S. C.; Baruah, A. K. S. 1994. Eugenol as the major component of the leaf oils of *Cinnamomum impressinervium* Meissn. *Journal of Essential Oil Research* 6 :211 -212.
- 24 .Pandey, D. K.; Chandra, H.; Tripathi, N. N.; Dixit, S. N. 1983. Fungitoxicity of some higher plants with special reference the synergistic activity amongst some volatile fungitoxicants. *Phytopathologische Zeitschrift* 106 :226 -232.
- 25 .Qamar, S.; Chaudhary, F. M. 1991. Antifungal activity of some essential oils from local plants. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research* 34:30 -31.
- 26 .Rao, C. P.; Singh, M.; Singh, H. N. 1992. Fugnitoxic evaluation of essential oils extracted from higher plants some sugarcane pathogens in vitro. *Tropical Science* 32:377 -382.
- 27 .Rodriguez, M.; Alvarez, M.; Zayas, M. 1991. Microbiological quality of spices consumed in Cu ba. *Revista Latinoamericana de Microbiologia* 33: 149-151.
- 28 .Singh, G.; Upadhyay, R. K. 1991. Fungitoxic activity of cumaldehyde, main constituent of the *Cuminum cyminum* oil. *Fitoterapia* 62:86.

- 29 .Singh, U. P.; Singh, H. B. 1983. Comparative efficacy of some commercial fungicides, plant extracts and oil for the control of powdery mildew (*Erysiphe polygoni* DC.) of pea (*Pisum sativum* L.). *Australasian Plant Pathology* 12:22 -24.
- 30 .Singh R. K. and Dwvedi R. S. 1987. Effect of oil son *Sclerotium rolfsii* causing foot-rot of barley. *Indian Phytopathology* 40:531-53.
- 31 .Singh, S. P.; Negi, S.; Laxmi Chand; Singh, A. K. 1992. Antibacterial and antifungal activities of *Mentha arvensis* essential oil. *Fitoterapia* 63:76-78.
- 32 .Singh, S. P.; Negi, S.; Laxmi Chand; Singh, A. K. 1992. Antimicrobial properties of essential oils from *Zingiber chrysanthum* leaves and rhizomes. *Fitoterapia* 63:73-75.
- 33 .Thakur, R. N ; Singh, P.; Khosla, M. K. 1989. In vitro studies on antifungal activities of some aromatic oils *Indian Perfumer* 33:257 -260.
- 34 .Tripathi, R. D.; Rawar, A. K. S.; Johri, J. K.; Chaurasia, R. S.; Nainon, M. O.; Balasubrahmanyam. V. R. 1985. Tolerant factor (s) of Piper betle L.cv. 'Kapoori' to some fungal pathogens. *Indian Journal of Plant Pathology* 3:128-133.