

# 菌核類真菌之鑑定

謝廷芳 副研究員

行政院農業委員會農業試驗所植物病理組

電子郵件：tfsieh@wufeng.tari.gov.tw；傳真：04-23302803

## 摘 要

菌核(sclerotium)主要是由真菌菌絲特化纏聚而成，是真菌在土壤中行休眠、越冬或抵抗惡劣環境的構造。可於生活史中形成菌核的植物病原真菌主要包括葡萄孢屬(*Botrytis* spp.)、麥角菌屬(*Claviceps* spp.)、絲核菌屬(*Rhizoctonia* spp.)、核盤菌屬(*Sclerotinia* spp.)及小核菌屬(*Sclerotium* spp.)等。其中絲核菌屬及小核菌屬真菌，只產生絲狀菌絲及菌核，即所謂的絲核菌類真菌(*Rhizoctonia complex fungi*)，在自然界不易產生有性世代構造，僅能依據無性世代的菌絲形態學、細胞學加以分類鑑定，造成諸多誤繆。最近相繼出版了『絲核菌的鑑定』和『絲核菌屬：分類、分子生物、生態、病原學和防治』兩本絲核菌屬的專書，使絲核菌屬真菌的分類鑑定工作有所依循。文中對絲核菌類真菌的分類研究現況有詳盡的論述，並提出本類真菌的鑑定依據。

**關鍵詞：**菌核、病原真菌、絲核菌類真菌、鑑定

## 緒 言

菌核(sclerotium)是一些真菌在土壤中行休眠、越冬或抵抗惡劣環境的構造，主要是由真菌菌絲特化纏聚而成，可以是簡單的菌絲團或腊質的原生質團(如粘菌多核的纖維質囊狀體在乾燥下結團)，可以是一分化完全的實體。一般而言，菌核表皮層之細胞結構較緊密，且含有黑色素增強其防禦能力。除粘菌外，在眾多真菌中只有少數種可形成菌核，它們分佈於子囊菌綱(Ascomycetes)、擔子菌綱(Basidiomycetes)與不完全菌綱(Deuteromycetes)中。

而植物病原真菌可於其生活史中形成菌核者包括葡萄孢屬(*Botrytis* Pers. ex Fr.)、麥角菌屬(*Claviceps* Tul.)、絲核菌屬(*Rhizoctonia* De Candolle)、核盤菌屬(*Sclerotinia* Fuck.)及小核菌屬(*Sclerotium* Tode ex Fr.)等。核盤菌屬和葡萄孢屬皆屬於盤菌綱(apothecial ascomycetes或discomycetes)中的核盤菌科(Sclerotiniaceae)

真菌，其中葡萄孢菌之有性世代不易形成，分類上以產孢方式、孢子形態和寄主為主要分類依據；而麥角菌屬則為核菌綱(perithecial ascomycetes或pyrenomycetes)、肉座菌目(Hypocreales)中的麥角菌科(Clavicipitaceae)真菌。由於絲核菌屬及小核菌屬真菌只產生絲狀菌絲及菌核，在自然界又不易形成有性世代構造，只能以無性世代的構造加以分類，造成諸多誤繆。以絲核菌屬而言，由菌絲隔膜孔構造可知它們可分屬於子囊菌、同擔子菌和異擔子菌(Moore, 1987)。

核盤菌屬、葡萄孢屬和麥角菌屬為子囊菌門(Ascomycota)之真菌，其分類與鑑定方法有專章論及，在此不予贅述。本文擬在絲核菌屬及小核菌屬等二屬所謂的絲核菌類真菌(Rhizoctonia complex fungi)之分類與鑑定上著墨，盼能提供從事該類真菌鑑定與研究者可茲參考的資料。

### 絲核菌類真菌之定義

顧名思義，所謂絲核菌類真菌是指在自然界中不易形成有性世代，而在無性世代生活史中，具有與*Rhizoctonia*類似之菌絲形態及產生菌核，並且不形成產孢構造者。此類真菌大部份是引起植物根部病害之病原菌，有些則為蘭科植物之共生菌根菌 - 蘭菌(Harley and Smith, 1983; Punter *et al.*, 1984; Sneh *et al.*, 1991; Tu and Kimbrough, 1978)。分類上以菌絲細胞核數、菌核形態、細胞化學測定、隔膜孔微細構造和擔子器形態等作為鑑定依據(Sneh *et al.*, 1991)。至目前為止，除了有些未發現有性世代而使分類地位不明者外，絲核菌類真菌，主要包含於Tulasnellales、Ceratobasidiales和Aphyllphorales三目中，其中又以角擔菌科(Ceratobasidiaceae)真菌最多。

部份絲核菌類真菌之分類地位(Tu and Kimbrough, 1978; Sneh *et al.*, 1991; Wells, 1994)如下：

Class Basidiomycetes

Subclass Heterobasidiomycetidae (Holobasidiomycetidae)

Order Tulasnellales

Family Tulasnellaceae

*Tulasnella*

Order Ceratobasidiales

Family Ceratobasidiaceae

*Aquathanatephorus*

*Ceratobasidium* (teleomorph of binucleate *Rhizoctonia*)

*Thanatephorus* (teleomorph of multinucleate *Rhizoctonia*)

*Uthobasidium*

[*Waitea* (teleomorph of *R. zea* and *R. oryzae*)]

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Aphyllophorales

Family Corticiaceae

*Botryobasidium*

*Athelia* (teleomorph of *S. rolfsii*)

Waitea 之隔膜孔具大型孔口構造，孔蓋之間質由電子密層構成，此與 Ceratobasidiaceae 之隔膜孔構造類似，而與 Corticiaceae 之典型構造不同，擔子柄短小，卻又與 Corticiaceae 相同，故分類地位界於兩者之間。其中角擔菌科真菌之分類地位常被異動，故就其分類現況加以整理，於下節說明。

### 角擔菌科之分類現況

角擔菌科(Ceratobasidiaceae)真菌之擔子(Basidium)形狀近球形至棍棒形,不分隔；擔孢子梗(sterigmata)圓柱形至擬紡錘形，不易脫落；擔孢子(basidiospore)橢圓形至卵球形，具重生性(repetitive) (McNabb and Talbot, 1973)。本科有 *Ceratobasidium*、*Thanatephorus*、*Uthatabasidium*、*Oliveonia*、*Aquathanatephorus* 與 *Ypsilonidium* 等屬(Sneh *et al.*, 1991)，其中前兩屬分布極廣，尤其 *Thanatephorus* (*Rhizoctonia solani* 之有性世代)更可引起多種植物病害。1945年Martin氏研究 *Ceratobasidium* 之分類時，將其歸併於Tulasnellaceae，隨後在1948年該氏認為此屬真菌的擔子構造介於同擔子(homobasidia)及異擔子(heterobasidia)之間，不屬於Corticiaceae及Tulasnellaceae二科，遂在Tremellales下創立Ceratobasidiaceae。至此，各分類學家都將本科真菌歸屬於Heterobasidiomycetes。1968年Lowy氏創立Metabasidiomycetidae，在該亞綱下之Metatremellales內含有Dacrymycetaceae、Tulasnellaceae和Ceratobasidiaceae等三科。然而同年Talbot氏否決了Lowy氏的提議，並按擔子有無分隔之特性建議將Basidiomycetes分成三個綱：Teliomycetes、Phragmobasidiomycetes 和 Holobasidiomycetes，且將Ceratobasidiaceae移置於Holobasidiomycetes下之Tulasnellales內。此後在Ceratobasidiaceae之分類地位上屬於Tulasnellales較無爭議。1981年Julich氏卻將本科提升為Ceratobasidiales，並置於Tulasnellomycetidae之中。然而，1994年Wells氏採用Ceratobasidiales之名稱，將其置於Heterobasidiomycetes下(表一)。

雖然本科真菌之分類地位常被更動，然而擔子之形態及桶孔隔膜(dolipore septa)之構造仍是分類的重要依據(Kimbrough and Curry, 1985; McLaughlin, 1980; Moore, 1978; Moss and Young, 1978)。在隔膜孔(septal pore)構造中，孔蓋(pore cap)之微細構造可作為區分各群真菌的依據，Tu和Kimbrough兩氏(1978)研究絲核菌類真菌(*Rhizoctonia complex fungi*)時，發現Ceratobasidiaceae各屬真菌的孔蓋由兩

層細胞膜所組成，胞膜間累積有電子層物質(electron-dense materials)，屬於一種簡單型孔蓋(simple pore cap)。Currah和Sherburne兩氏(1992)觀察*Ceratobasidium cornigerum*、*C. obscurum*和*Thanatephorus pennatus*之隔膜構造時，亦發現此類真菌之孔蓋構造類似其他Holobasidiomycetes真菌(Moore and Marchant, 1972; Lisker *et al.*, 1975)。1994年Wells氏根據Patton和Marchant兩氏(1978)測量擔子菌隔膜孔蓋上孔口之大小，將Ceratobasidiales定義為具有大型孔口者。1995年Tu氏等整理絲核菌類真菌之文獻時，將孔蓋之型式分成Auricularia type I (簡單型膜孔蓋、蓋上無通孔)、Auricularia type II (簡單型膜孔蓋、蓋上具一小通孔)、Ceratobasidium type (簡單型膜孔蓋、具大型通孔)及Homobasidium type (複雜型膜孔蓋、具通孔)等四種。並明確指出Ceratobasidiales真菌均具有Ceratobasidium type膜孔蓋，至於Tulasnellales則具Auricularia type I和II兩型膜孔蓋構造。顯然利用擔子形態及隔膜孔構造鑑定本科真菌，確為當今學者較能接受的分類依據。

### 絲核菌類真菌檢索表

由於本類真菌之有性世代不易產生，只能依無性世代之菌絲細胞形態加以鑑定。而菌絲細胞核之數目與主菌絲寬度為區別*Rhizoctonia*屬菌類之指標，一般實驗室分離所得的*Rhizoctonia*菌株，可能包括多核的*Thanatephorus*屬與*Waitea*屬和雙核的*Ceratobasidium*屬(Sneh *et al.*, 1991)。檢索表如下：

1. 尖端菌絲具二個細胞核，主菌絲寬度小於7 $\mu$ m -----雙核的*Rhizoctonia* (3)
2. 尖端菌絲具三個以上細胞核，主菌絲寬度超過7 $\mu$ m-----多核的*Rhizoctonia* (13)
3. 在PDA上菌落呈白色至乳黃色，菌絲寬度3.0-4.5 $\mu$ m，念珠狀細胞(16-22X11-15 $\mu$ m)可聚集成直徑100-300 $\mu$ m之菌絲團；菌核灰色至淡褐色，圓球形，直徑1 mm-----*R. callae*
4. 在PDA上菌落呈白色至淡褐色，不形成菌落環帶；菌絲直徑3.8-7.6 $\mu$ m；念珠狀細胞大小15-30X7-12 $\mu$ m；菌核白色至褐色，直徑小於0.5-3.0 mm  
-----*R. cerealis*  
(anamorph of *Ceratobasidium gramineum*)
5. PDA上菌落呈白色至淡黃色，菌絲寬度3-7 $\mu$ m，念珠狀細胞(18-22X9-12.5 $\mu$ m)可聚集成直徑0.5-0.75mm之菌絲團；菌核褐色，直徑2-10 mm -----*R. endophytica*  
(anamorph of *Ceratobasidium cornigerum*)
6. PDA上菌落呈白色至淡黃色，不形成菌落環帶；菌絲寬度3.6-8.7 $\mu$ m，念珠狀細胞6.9-17.7X11.1-34.5 $\mu$ m；菌核不常出現，直徑0.1-0.3 mm-----*R. fragariae*  
(anamorph of *Ceratobasidium cornigerum*)

7. PDA上菌落呈白色至黃白色；菌絲寬度4-8 $\mu$ m，念珠狀細胞7-10X10-20 $\mu$ m；菌核在水稻植株上呈褐色至灰褐色，直徑0.3-2.5 mm，在培養狀態下少有菌核出現-----*R. fumigata* (= *Sclerotium fumigatum*)  
(anamorph of *Ceratobasidium setariae*)
8. PDA上菌落呈灰橄欖至褐紫色；菌絲寬度3.7-9.9 $\mu$ m，不見念珠狀細胞與菌核-----*R. ramicola*  
(anamorph of *Ceratobasidium cornigerum*)
9. PDA上菌落呈白色至淡褐色；菌絲寬度5-7 $\mu$ m，菌核不規則球形，直徑0.5-2 mm，由13-30X13-30 $\mu$ m大小之細胞組成，念珠狀細胞21-37X6-11 $\mu$ m-----*R. oryzae-sativae*  
(= *Sclerotium oryzae-sativae*) (anamorph of *Ceratobasidium oryzae-sativae*)
10. 菌絲無色、平滑、薄壁、扭曲、不規則，寬度2-3.5 $\mu$ m，生長緩慢(<3 mm/day)，菌核稀疏，半埋生，分散；排列疏散的薄壁念珠狀細胞，無色、橢圓至近球形，大小13-18X8-17 $\mu$ m，呈短鏈狀，分枝或不分枝-----*R. repens* (= *R. globularis*)  
(anamorph of *Tulasnella calospora*)
11. 類似*R. repens*，除念珠狀細胞橢圓形至短棍狀，大小14-18X7-10 $\mu$ m，臨近細胞明顯接續鏈結，鏈生菌絲端細胞出芽性增生，形成短或長喙狀突出  
-----*R. anaticula*  
(anamorph of *Tulasnella* sp.)
12. 其他難以描述區分的雙核*Rhizoctonia*.
13. 菌絲淺黃至暗褐色；菌核不規則形，淡至暗褐色，無皮層與髓層之分化  
-----*R. solani*  
(anamorph of *Thanatephorus cucumeris*)
14. 菌絲白色至淡黃色；菌核小、規則球形、呈紅色-----*R. zeae*  
(WAG-Z; anamorph of *Waitea circinata*)
15. 菌絲白色至淡黃色；菌核通常呈不規則形、肉鮭色-----*R. oryzae*  
(WAG-O; anamorph of *Waitea circinata*)

### 立枯絲核菌(*R. solani*)之分類及鑑定

無性世代：

Class：Deuteromycetes (不完全菌綱)

Order：Agonomycetales (不育菌目)

Family：Mycelial sterilia (無孢子菌科)

Genus：Rhizoctonia De Candolle(絲核菌屬)

有性世代：

Class : Basidiomycetes (擔子菌綱)

Order : Ceratobasidiales (角擔菌目)

Family : Ceratobasidiaceae (角擔菌科)

Genus : Thanatephorus Donk (亡革菌屬)

早在180年前絲核菌屬(*Rhizoctonia* De Candolle)即已被記載，而立枯絲核菌(*R. solani* Kuhn)是其中最主要且重要之一種(species)，雖然30年前定義本菌無性世代之特性，並將之歸屬於不完全菌類之無孢子菌目(Order Mycelia sterilia)，其有性世代為擔子菌類(Basidiomycetes)中之*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk.，但是本菌到底是單一種或是為複合種，至目前為止尚無定論，一般認為其應是複合種(complex species)。

Parmeter和Whitney(1970)認為*R. solani*應具備下列幾項特徵：(1)營養菌絲細胞多核，(2)菌絲隔板具有擔子菌特有之隔膜孔構造(dolipore septum)，(3)菌絲分枝經常發生於主軸菌絲前端之隔板附近，(4)分枝菌絲基部會縊縮，並距主軸菌絲不遠處有隔板，和(5)菌叢呈現褐色。*R. solani*之無性世代屬於無孢子菌科(Mycelia sterilia)，不產生無性孢子，僅以菌絲和菌核繁殖。菌絲含多個細胞核。在電子顯微鏡下觀察*R. solani*菌絲的微細構造，細胞壁分內外二層，內層是薄層(lamella)構造；隔膜由二片隔膜板(septal plate)構成，中央有隔膜腫體(septal swelling)和隔膜孔，被隔膜孔帽(pore cap)所覆蓋；原生質膜由單位膜(unit membrane)構成；細胞內有細胞核、粒腺體、核糖體和脂肪等。菌絲培養時生長快速，初期為白色，或有些氣生菌絲，而後快速轉變為褐色，菌絲寬度為6-12 $\mu\text{m}$ ，缺少扣子體(clamp connection)，分枝菌絲常與原菌絲呈很大角度。

菌核由念珠狀細胞(monilioid cells)構成，其內部經常有營養菌絲存在。菌核結構上沒有皮質(rind)和髓質(medulla)之分，菌核顏色常為褐色，形狀變異甚大，圓形至不定形，表面為平滑或毛絨狀，大小依培養條件及不同菌株而有所差異(Butler & Bracker,1970)。水稻紋枯病菌菌核初期由寬5 $\mu\text{m}$ 、細胞壁厚約0.09 $\mu\text{m}$ 的菌絲結集成團而形成，菌核慢慢增大，至30小時以後即達最大，定形後變成褐色，外層細胞中空，中部細胞寬度迅速變成15 $\mu\text{m}$ ，40小時後褐化完成。細胞壁厚度隨時間而增加，培養15天之菌核細胞壁厚約0.51 $\mu\text{m}$ ，外層由中空細胞所圍繞，內層為活細胞。

有性世代*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk，屬於擔子菌綱。擔子器(Basidia)呈桶形，具有四枚擔子柄 (Sterigmata)，每一小柄上著生一個淚滴形之擔孢子(Basidiospore)。擔子器在自然界鮮少發生，因此不易以有性世代之特性做為分類依據。

本菌可依菌株間之菌絲融合現象(anastomosis)歸類成數個菌絲融合群(anastomosis group簡稱AG)，目前已發現AG-1至AG-11及AG-BI等十二個群，且有些群內又可細分成幾個亞群。另最近許多研究人員更積極以生化及分生之方法來驗證以菌絲融合現象分群之可信度，結果證明多種生化(如蛋白質電泳、

isoenzymes、脂肪酸分析及抗血清等)及分子生物學(如DNA鹽基相同性、RFLPs、PCR及RAPDs等)之方法可支持其分群之正確性，且更可進一步了解其間之差異性及演化上之同源性。除了*R. solani*以外，有些菌株之菌絲在形態上類似本菌，然其菌絲具有兩個細胞核者，其有性世代被歸為*Ceratobasidium* spp.，菌株間亦以菌絲融合現象分成十九個群(CAG-A至CAG-S)。其他近似*Rhizoctonia*之菌分屬於*Aquathanatephorus*、*Uthatabasidium*、*Waitea*、*Athelia*和*Botryobasidium*等屬真菌，這方面之分類主要還是以形態學及細胞學為主，往後應可在分生學領域上發揮。

## 其他絲核菌類真菌之分類與鑑定

其他在寄主植物上或培養基上產生菌核者，在無法歸類時皆以 *Sclerotium* 命名，而歸為小核菌屬之一員。有些以前屬於本菌屬者今已被改隸他屬，如 *Sclerotium oryzicola* 改為 *Rhizoctonia oryzae*、*S. irregulare* 改為 *R. solani* AG 1-IA、*S. fumigatum* 改為 *R. fumigata* (AG-Ba)以及 *S. oryzae-sativae* 改為 *R. oryzae-sativae* (AG-Bb)。其餘小核菌屬真菌之分類鑑定說明如下：

### 1. *Sclerotium rolfsii* Sacc.

本菌之無性世代屬不完全菌綱(Deuteromycetes)、無孢子菌目(Agonomycetales)、無孢子菌科(Mycelial sterilia)、小核菌屬(*Sclerotium*)真菌。有性世代屬擔子菌綱(Basidiomycetes)、非褶菌目(Aphyllorphorales)、膏藥菌科(Corticaceae)、*Athelia*屬真菌。無性世代*S. rolfsii* Sacc.之菌絲外觀呈白色，具隔膜孔構造，有大小二型菌絲，大菌絲直線生長，每節細胞約 $5.7 \times 60 - 100\mu\text{m}$ ，有扣子體，含2個細胞核；小菌絲寬約 $2.5\mu\text{m}$ ，生長較不規則，平均含4個細胞核。適合菌絲生長溫度 $20-35^\circ\text{C}$ 。細小菌絲交織後形成圓形之褐色菌核，直徑約 $0.5 - 1.5\text{mm}$ 。成熟菌核有外皮、皮層及髓部之分，皮層則由4-10層細胞構成，皮層與髓層界線明顯。外皮含可抵抗惡劣環境之黑色素，是本菌存活於土壤或有機殘體中之主要構造。有性世代為*Athelia rolfsii* (Curzi) Tu & Kimbrough，於自然界不易產生，以植物葉片誘生法則可快速有效地誘導其子實層之產生(Tu *et al.*, 1992)。擔子器棍棒狀，形成於分枝菌絲的頂端，上生2-4個擔子柄，其上著生擔孢子。擔孢子梨形或橢圓形，無色、單胞、平滑。有性世代曾於本省鳶尾(艾麗斯)、蝴蝶蘭及寒蘭病株上發現。本菌為重要的作物土媒病原菌，引起作物白絹病，寄主超過500種。

### 2. *Sclerotium coffeicola* Stahel

本菌未發現有性世代，無性世代分類地位據信與白絹病菌同。菌絲外觀呈白色，具桶孔隔膜構造，應屬於擔子菌，每節菌絲含1-18個細胞核，平均4-5個。菌

絲有扣子體，寬約8-10 $\mu\text{m}$ 。適合菌絲生長溫度為25-30 $^{\circ}\text{C}$ 。菌絲交織後形成球形至近球形之菌核，顏色由白至淡黃再轉成橘色，菌核表面常可見分泌的小水珠，菌核大型，直徑約3.5-9.2mm。成熟菌核有外皮、皮層及髓部之分，外皮由2-3層細胞壁略加厚之細胞構成，皮層則由15-20層細胞構成，皮層與髓層界線不明顯。本菌主要為害咖啡和其他木本植物的葉片和果實，造成葉斑(target leaf spot) (Hanlin and Tortolero, 1989)。

### 3. *Sclerotium delphinii* Welch

本菌未發現有性世代，無性世代分類地位亦與白絹病菌同。菌絲外觀呈白色，具桶孔隔膜構造，屬於擔子菌。主菌絲有扣子體，寬約8-10 $\mu\text{m}$ ，每節菌絲含1-6個細胞核，平均2個。菌絲適合生長範圍為20-30 $^{\circ}\text{C}$ 。菌絲交織後形成球形至近球形之菌核，菌核著生於似柄狀之菌絲束上，與*S. rolfsii*和*S. coffeicola*不同，顏色由白至淡黃再轉成褐色，菌核表面可見小水珠泌出，成熟後表面有小凹痕，菌核中型，直徑約1.4-3.7mm。成熟菌核有外皮、皮層及髓部之分，外皮由2-4層細胞壁略加厚之細胞緊密排列構成，皮層則由5-10層細胞構成，皮層與髓層界線明顯(Punja and Damiani, 1996; Stevens, 1931)。以上三種*Sclerotium* spp.以ITS-RFLP技術分析，發現其DNA限制酶圖譜與親緣關係相近，應歸為同種下之變種(subspecific varieties) (Harlton *et al.*, 1995)。

### 4. *Sclerotium hydrophilum* Sacc.

本菌未發現有性世代，菌絲雙核，具與*R. solani*相似的隔膜孔構造，有人建議將其有性世代歸屬於*Ceratobasidium cornigerum* (Patton and Marchant, 1978)。本菌菌絲呈乳白色，寬4.2-6.8 $\mu\text{m}$ 。菌核由菌絲束結集而成，圓球形，初呈白色，後轉呈暗褐色至黑色，大小0.3-0.6X0.3-0.5 $\mu\text{m}$ 。菌核分表皮及髓部兩層，表皮由寬4-5 $\mu\text{m}$ 之膨大細胞構成，髓部則由寬2.5-6.0 $\mu\text{m}$ 之菌絲交織而成(Punter *et al.*, 1984)。本菌主要為害水稻及其他水生植物等九科19種植物，其病原性不強。

### 5. *Sclerotium cepivorum* Berk.

本菌菌核直徑小於0.5mm，主要為害洋蔥，造成球莖白腐。未見有性世代構造，Whetzel氏(1945)鑑於本菌之菌核與*Stromatinia gladioli* (造成唐菖蒲球莖腐敗病)類似，而將其定名為*Stromatinia cepivorum* (Berk.) Whetzel，屬於盤菌綱真菌，與*Sclerotinia sclerotiorum*和*Botryotinia fuckeliana* (*Botrytis cinerea*之有性世代)同為柔膜菌目(Helotiales)真菌。

## 結 論

對植物病理學者而言，絲核菌類真菌是重要的一群植物病原真菌，造成嚴重的土壤傳播性病害或其他地上部病害；然而對真菌學者而言，它們只是眾多真菌中弱勢的一小群，投注心力於分類研究者不多。一般而言，本類真菌之分類研究工作多仰賴植物病理學者的參與。最近幾年相繼出版了兩本絲核菌屬的專書，一為 1991 年由美國植物病理學會出版，Sneh 等人編著的『絲核菌的鑑定』(Sneh *et al.*, 1991)；一為 1996 年由 Sneh 等人於荷蘭舉行的 1995 年國際絲核菌研討會後整理編著的『絲核菌屬：分類、分子生物、生態、病原學和防治』(Sneh *et al.*, 1996)。前者以分類鑑定為主，將多年資料重新作系統性的整理，使絲核菌屬真菌的鑑定有所依循。後者則在研討會後有規劃地邀請專家學者謄寫，將新近利用分子生物技術佐證傳統分類之可靠性，以及在生態與防治研究方面的進展作完整的論述。在小核菌屬的分類鑑定上，則有待研究加強。

## 引用文獻

1. Butler, E. E., and Bracker, C. E. 1970. Morphology and cytology of *Rhizoctonia solani*. Pages 32-53 in: J. R. Parmeter Jr., ed. Biology and Pathology of *Rhizoctonia solani*. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
2. Currah, R. S., and Sherburne, R. 1992. Septal ultrastructure of some fungal endophytes from boreal orchid mycorrhizas. Mycol. Res. 96:583-587.
3. Hanlin, R. T., and Tortolero, O. 1989. Morphology of *Sclerotium coffeicola*, a tropical foliar pathogen. Can. J. Bot. 67: 1852-1860.
4. Harley, J. L., and Smith, S. E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
5. Harlton, C. E., Levesque, C. A., and Punja, Z. K. 1995. Genetic diversity in *Sclerotium (Athelia) rolfsii* and related species. Phytopathology 85: 1269-1281.
6. Julich, W. 1981. Higher Taxa of Basidiomycetes. J. Cramer, Vaduz, Liechtenstein. 485pp.
7. Kimbrough, J. W., and Curry, K. J. 1985. Septal ultrastructure in the Ascobolaceae (Pezzales, Discomycetes). Mycologia 77:219-229.
8. Lisker, N., Katan, J., and Henis, Y. 1975. Scanning electron microscopy of the septal pore apparatus of *Rhizoctonia solani*. Can. J. Bot. 53:1801-1804.
9. Lowy, B. 1968. Taxonomic problems in the Heterobasidiomycetes. Taxon 17:118-127
10. Martin, G. W. 1945. The classification of the Tremellales. Mycologia 37:527-542.
11. Martin, G. W. 1948. New or noteworthy tropical fungi. IV. Lloydia 11:111-122.

12. McLaughlin, D. J. 1980. Ultrastructure of the metabasidium of *Auricularia fuscosuccinea*. *Amer. J. Bot.* 67:1225-1235.
13. McNabb, R. F. R., and Talbot, P. H. B. 1973. Holobasidiomycetidae: Exobasidiales, Brachybasidiales, Dacrymycetales, Tulasnellales. pages 317-325 *In: The Fungi*. Vol. 4B. G. C. Ainsworth, F. K. Sparrow, and A. S. Sussman. eds., Academic Press, New York.
14. Moore, R. T. 1978. Taxonomic significance of septal ultrastructure with particular reference to the jelly fungi. *Mycologia* 70:1007-1024.
15. Moore, R. T. 1987. The genera of *Rhizoctonia*-like fungi: *Ascorhizoctonia*, *Ceratorhiza* gen. nov., *Epulorhiza* gen. nov., *Moniliopsis*, and *Rhizoctonia*. *Mycotaxon* 29: 91-99.
16. Moore, R. T., and Marchant, R. 1972. Ultrastructural characterization of the basidiomycete septum of *Polyporus biennis*. *Can. J. Bot.* 50:2463-2469.
17. Moss, S. T., and Young, T. W. K. 1978. Phyletic considerations of the Harpellales and Asellariales (Trichomycetes, Zygomycotina) and the Kickxellales (Zygomycetes, Zygomycotina). *Mycologia* 70:944-963.
18. Parmeter, J. R., Jr. and Whitney, H. S. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. Pages 7-19 in: J. R. Parmeter Jr., ed. *Biology and Pathology of Rhizoctonia solani*. University of California Press, Berkeley. 255 pp.
19. Patton, A. M., Marchant, R. 1978. A mathematical analysis of dolipore/parenthesome structure in basidiomycetes. *J. Gen. Microbiol.* 109:335-349.
20. Punja, Z. K., and Damiani, A. 1996. Comparative growth, morphology, and physiology of three *Sclerotium* species. *Mycologia* 88: 694-706.
21. Punter, D., Reid, J., and Hopkin, A. 1984. Notes on sclerotium-forming fungi from *Zizania aquatica* (wildrice) and other hosts. *Mycologia* 76: 722-732.
22. Sneh, B., Burpee, L., and Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 133pp.
23. Sneh, B., Jabaji-Hare, S., Neate, S., and Dijst, G. 1996. *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Control. Kluwer academic publishers, the Netherlands.
24. Stevens, F. L. 1931. A comparative study of *Sclerotium rolfsii* and *Sclerotium delphinii*. *Mycologia* 23: 204-222.
25. Talbot, P. H. B. 1968. Fossilized pre-Patouillardian taxonomy. *Taxon* 17:620-628.
26. Tu, C. C., Hsieh, T. F., Tsai, W. H., and Kimbrough, J. W. 1992. Induction of basidia and morphological comparison among isolates of *Athelia (Sclerotium) rolfsii*. *Mycologia* 84: 695-704.

27. Tu, C. C., Hsieh, T. F., and Chang, Y. C. 1995. Other *Rhizoctonia*'s and related species: Taxonomy, pathogenicity and control. Page 67 *In*: International Symposium on *Rhizoctonia*, Facts and challenges in pathology, taxonomy, ecology and disease control. Misset publishers, Noordwijkerhout, the Netherlands.
28. Tu, C. C., and Kimbrough, J. W. 1978. Systematics and phylogeny of fungi in the *Rhizoctonia* complex. *Bot. Gaz.* 139:454-466.
29. Wells, K. 1994. Jelly fungi, then and now. *Mycologia* 86(1):18-48.
30. Whetzel, H. H. 1945. A synopsis of the genera and species of the Sclerotiniaceae. *Mycologia* 37: 648-714.

表一、角擔菌科真菌之分類演進過程

Martin, G. W. (1945-1957)	Lowy, B. (1968)
Subclass Heterobasidiomycetidae	Subclass Heterobasidiomycetidae
Order Tremellales	Subclass Metabasidiomycetidae
Family Ceratobasidiaceae	Order Metatremellales
Tulasnellaceae	Family Dacrymycetaceae
Dacrymycetaceae	Tulasnellaceae
Auriculariaceae	Ceratobasidiaceae
Septobasidiaceae	Subclass Homobasidiomycetidae
Hyaloriaceae	
Phleogenaceae	
Talbot, P. H. B. (1968-1973)	Julich, W. (1981)
Class Teliomycetes	Class Heterobasidiomycetes
Class Phragmobasidiomycetes	Subclass Auriculariomycetidae
Class Holobasidiomycetes	Ustilaginomycetidae
Order Dacrymycetales	Exobasidiomycetidae
Brachybasidiales	Dacrymycetidae
Exobasidiales	Tulasnellomycetidae
Tulasnellales	Order Tulasnellales
Family Tulasnellaceae	Ceratobasidiales
Ceratobasidiaceae	
Wells, K. (1994)	Hawksworth <i>et al.</i> (1995)
Class Heterobasidiomycetes	Class Basidiomycetes
Subclass Heterobasidiomycetidae	Subclass Holobasidiomycetidae
Order Dacrymycetales	Order Tulasnellales
Auriculariales	Family Tulasnellaceae
Tulanellales	Order Ceratobasidiales
Ceratobasidiales	Family Ceratobasidiaceae
Family Ceratobasidiaceae	