台灣笄黴菌(*C. cucurbitarum*)以及親緣種關係之研究

Morphological and physiological Studies of *Choanephora cucurbitarum* and Its Related Species in Taiwan

吳 美 麗 簡 秋 源

摘 要

臺灣笄黴菌的初步調查之結果顯示有四種是為：*Choanephora conjuncta*，*C. cucurbitarum*分布較多，又*C. circinas*及*C. infundibulifera*亦有分布，但較少。除了*C. circinas*由土壤中分離獲得而外，其他三種皆由錦葵科及瓜科植物的花瓣分離而得者。

從生理學實驗顯示，在25°C CMA培養,都可產生分生孢子及孢子囊孢子，但孢子囊孢子除了*C. circinas*可以在連續四天照光下產生以外，其他三種都必須有黑暗處理，但分生孢子在連續黑暗的時間比孢子囊孢子似乎要長些。在移植多次之後孢子囊孢子比分生孢子還要容易產生。

由交配實驗結果顯示，除了*C. circinas*不與另三種交配產生接合孢子之外，其他三種則可以彼此互相交配，因它們的外部形態都差異甚小，此被認為是其對環境的適應性勝過其遺傳之重要性。故作者認為*C. conjuncta*及*C. infundibulifera*為*C. cucurbitarum*之變異種。

緒 言

過去澤田兼吉氏（*Sawada Kaneyashi*），（26，27）曾對台灣的眞菌類做有系統的研究，但是他的重點在植病方面的研究，低等菌類研究得較少。因此筆者於1974及1975年間著手做低等菌類之一笄黴菌的研究。

雖然笄黴菌屬（Choanephora）在台灣無詳細報導，但過去幾年印度的學者（22，23，25）及歐美各國的研究人員（3，6，9，11，14，17，18，32，33，34，38）曾對該屬的菌類有過地域性的報導，尤以最近幾年，在該種類菌種的有性生值時產生菌類荷爾蒙和胡蘿蔔素增加的相互關係的研究，已在生化學上創下研究的新里程（4，5，13，15，19，20，29，30，32）。

筆者經多次實驗，包括採集菌種、分離、培養、觀察、鑑定和異菌種的交配等實驗，找出四菌種但只七菌株的笄黴菌種。研究台灣這類菌種在地域上分布的情形及形態學和種的變異問題。更進一步做了溫度方面的控制促進孢子生殖的生理實驗，藉以瞭解它們的生理。

實驗材料及方法

1.材料：分爲落花、爛果、土壤三大類。所用材料、種類、採集地點、採集號碼和日期，請見「表一」。

2.分離方法：分離方法有兩種。第一：利用濾紙濕皿分離法（37），將材料直接放在含有滅過菌的濾紙的培養皿內，加少許蒸餾水，以保持濕度後加蓋，置於28°C～32°C夏季室溫，培養2～3

表一 實驗的材料

種類	中文名稱	學名	採集號碼	採集地	採集日期
落花	南美朱槿（大紅袍）	*Malvaviscus aborans*	(031)-(031-3),(032)-(032-1),036,(034)-(034-2),(038)-(038-3),(036-1)	台北 後龍	Sep. 1, 1974 Sep. 8, 1974
	重瓣朱槿	*Hibiscus rosasinesis* Var., *rubroplenus*	(040)-(040-3) (041)-(041-3)	後龍	Sep. 1, 1974 Sep. 8, 1974
	裂瓣朱槿	*Hibiscus Schizopetalus*	(039)-(039-3)	後龍	Sep. 1, 1974 Sep. 8, 1974
	黃槿	*Hibiscus tiliaceus*	(042)-(042-3)	淡水 後龍	Apr. 3, 1975 Sep. 8, 1974
	絲瓜	*Luffa cylindrica*	(030)-(030-3),(047),(033)-(033-2) (035)-(035-2)((037)-(037-1)	台北 後龍	Sep. 1, 1974 Sep. 26, 1974
	南瓜	*Cucurbita moschata*	(051-1)-(051-2)	水里	Sep. 19, 1974
	苦瓜	*Homordica charantia*	(043)-(043-2)	後龍	Sep. 8, 1974
	五爪牽牛	*Ipormoea congesta*	(050-1)-(050-2)	水里	Sep. 8, 1974 Sep. 19, 1974
	野菊花	*Coreopsis* spp.	(046-046-3)	後龍	Sep. 1, 1974 Sep. 8, 1974
	蓮蕉	*Canna flaceida*	(045)-(045-3)	後龍	Sep. 8, 1974
爛果	香瓜	*Cucumis melo* Var. *makuwa*	(044)-(044-3)	後龍	Sep. 8, 1974
土壤	泡桐	*Paulownia fortunei*	0323	南投鹽大苗圃	Aug. 3, 1974
	荔枝	*Litchi chinesis*	060	後龍	Sep. 8, 1974 Feb. 17, 1975
	紅檜	*Chamaecyparis formosensis*	018	花蓮茂五田圃	Aug. 3, 1974

天後，利用解剖顯微鏡來觀察，並且做孢子器官的單孢子分離。此法適用於落花和爛果等材料。第二：培養基分離法（37），以培養基代替濾紙，按第一項方法分離，此法適用於任何材料。

3. 培養及觀察方法：利用各種不同的培養基如MA, SMA, CMA, PDA, 及MPG，等培養不同材料所分離得的弄黴菌的菌絲或單孢子，再加以比較菌絲和無性生殖器官的生長情形。利用描繪器和顯微照相設備（*Wild M20 microscope with camera lucida & Wild M20 autophotographic mic-*

roscope ）作形態學研究。培養基配方參考附錄及眞菌培養基一書（31）。

附錄

培養基之配製

1. CMA（ *Corn Meal Agar* ）
   Corn Meal Extract ……20g
   Agar ……20g
   Distilled Water …… 1 liter
2. PDA（ *Potato Dextrose Agar* ）
   Peeled Potato …… 200g
   Dextrose ……20g
   Agar ……20g
   Distilled Water ……1 liter
3. SMA（ *Synthetic Mucor Agar* ）
   Dextrose ……40g
   Asparagine …… 2g
   KH_2PO_4 …… 0.5g
   $MgSO_4$ ……0.25g
   Thiamine Chloride …… 0.005g
   Agar ……20g
   Distilled Water …… 1 liter
4. MA（ *Malt Extract Agar* ）
   Malt Extract ……25g
   Agar ……20g
   Distilled Water …… 1 liter
5. MPG（ *Maltose Peptone Glucose Agar* ）
   Malt Extract ……20g
   Peptone …… 5g
   Glucose ……20g
   Agar ……20g
   Distilled Water …… 1 liter

4.雌雄兩菌株人工交配生成接合孢子的方法：形態學的實驗結果可以找出幾類不同的菌種，同類的菌種兩兩交配如產生接合孢子，便可視爲外形相同，但生理上有雌、雄之分的菌種。菌種確定後再依不同的方法（包括SMA液體培養五天後測乾重量或在固體培養基上生長速率的快慢），依Blakesles的方法擬定同一類菌的正菌株（亦即雌菌株）和負菌株（即雄菌株）（6）。由自然界分離的許多同類菌株乃是依數學上概率性的分配原則，作人工交配以尋找其雌、雄菌株；如Fig S所示乃將不同菌株接種在培養皿的兩邊，置於黑暗情況且溫度控制在30°C，於MA培養基內培養三天至五天後，利用解剖顯微鏡檢查有無接合孢子形成，一般情況如果在兩菌株的菌絲相遇的中間接觸地帶有黑色線條出現如Fig.Q—W的情形即顯示接合孢子已形成，反之則否。

5.異菌種間的交配實驗：確實鑑定出笄黴菌屬的幾種菌種之後，取某種菌種的正菌株和另一菌種的負菌株，反之亦然，做接合孢子生成的交配實驗，並記錄異種形成接合孢子時每平方厘米的數量。

6. 環境因子對無性生殖器官形成的影響：利用培養箱（ *Incubator Frea* 816 ）控制幾種不同的光照、相同的溫度，和不同的溫度相同的光照條件處理下，作生理的觀察。

實驗結果

1.不同培養基的比較結果：此結果乃依生長狀況和器官等不同情形，列出〔表二〕顯示不同培養基的優點、缺點和笄黴菌的生長情形。

2.菌種鑑定結果：依形態學研究觀察和有性生殖的交配實驗結果，筆者確定60多個樣品中，分離到笄黴菌的四菌種，其中*C. conjuncta*由13個不同來源的樣品中任選兩個一對，做108種概率性的交配，都未尋獲其負菌株，故所分離四菌種却只包含了七個菌株。〔表三〕將顯示出所分離得到的四種菌種形態特徵及用作生理實驗的菌株之採集號碼。〔Fig.A〕至〔Fig.D〕顯示出*C. circinas*的形態；〔Fig.E〕至〔Fig.J〕顯示出*C. cucurbitarum*的形態；〔Fig.K至Fig.M〕示出*C. infundibulifera*之形態，而〔Fig.N〕至〔Fig.P〕示出*C. conjuncta*之形態。

由以上形態學的結果顯示，*C. circinas*的形態特異於其他三種笄黴菌，而另外三菌種則都具備兩類無性孢子，形態較接近。

3.異種間交配的實驗結果：只有*C. circinas*不與別種菌種交配，其他三種菌種的正菌株和負菌株可彼此相對交配後產生接合孢子。如〔表四〕及〔表五〕列出MA和PDA不同培養基異種間交配實驗結果產生每平方厘米接合孢子的數量的不同情形。〔Fig.Q〕至〔Fig.W〕也顯示出交配實驗的情形，有接合孢子產生者在菌絲相遇的交會處將形成一條黑色帶。

表二 新鮮材料不同培養基培養之結果比較：

培養基 生長狀況 器官		Filter Paper	CMA	MPG或MA	SMA	PDA
菌絲		少	少	最多	多	多
		長在 Sample 上	匍匐在培養基表面	匍匐外也直立生長	同MA	同MA
		白色	白色	橙黃	橙黃	黃色
孢子	形態	長在 Sample附近或上面	長在 Sample 附近	長在培養皿邊緣	同MA	同MA
	數量	少	少	最多	多	最多
優劣點	1	不易感染細菌	經濟方便	價錢昂貴	配製較不便	經濟
	2	孢子易獲得	孢子易獲得	菌絲太旺孢子不易獲得	不易做孢子觀察	易得孢子器官
	3	不適合土壤材料培養	可適合各種材料培養及促進孢子產生但不適做交配實驗	做交配實驗結果良好	不適合做交配實驗	適合做交配實驗

表三

形態特徵	正菌株	負菌株	種名
分生孢子具有縱紋	046-1	033,0323,044-2,	*C. Cucurbitarum*
分生孢子與孢子囊孢子皆無縱紋	041-1-3	041-1-1	*C. infundibulifera*
分生孢子無縱紋但孢子囊孢子有縱紋	032,032-1 035,031	缺	*C. conjuncta*
不產生分生孢子	018-4	018-1	*C. circinas*

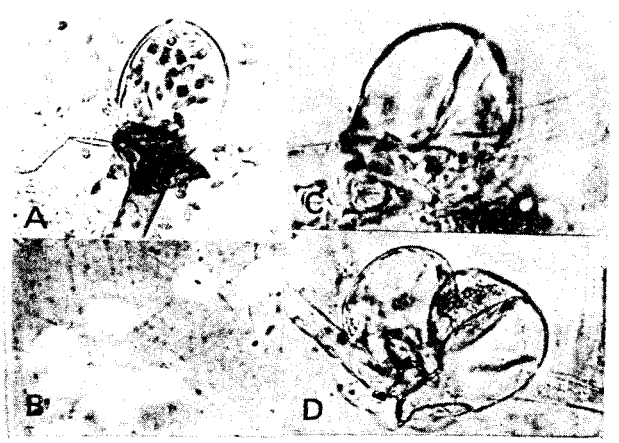

圖1：〔A—D〕*Chonanephora circinas* 放大300倍。〔A〕囊軸及孢囊孢子，×300。〔B〕孢子囊孢子相位差顯微照相×300。〔C〕「+」及「−」兩配子囊癒合之情形，原配子囊由交配的菌株的菌絲扭纏膨大成鉗狀，×300。〔D〕原配子囊接合，產生壁溶癒之後，兩者原生質便溶匯，×300。

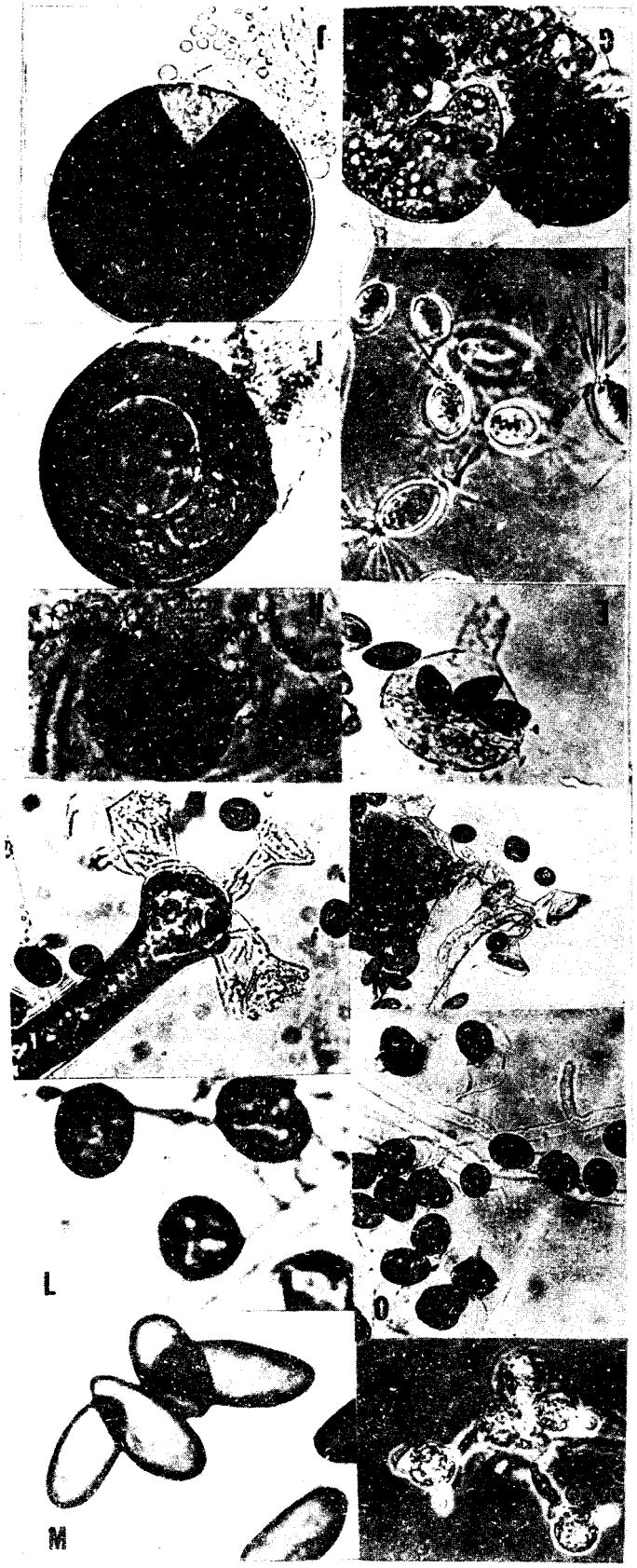

圖2 〔E—J〕*Choanephora cucurbitarum*，×300。〔E〕泡囊成熟後脫落之情形，由圖可見其上之乳突小梗，分生孢子卽着生其上。〔F〕相位差顯微鏡照相所得泡囊孢子有附屬物，內含物充實。〔G〕（右邊）接合孢子形成之中期，兩個原配子囊正產生原生質溶滙，（左邊）乃成熟的接合孢子。〔H〕接合孢子形成之後期，其內出現許多油點。〔I〕接合孢子形成之末期，其內出現的乃由許多小油點溶合成的一個大油點。〔J〕可看出接合孢子壁上有紋。

圖3 〔K—M〕*Choanephora infundibulifera* 及〔N—P〕*Choanephora conjuncta*。〔K〕老後泡囊皺成漏斗狀仍不脫落之情形，×300。〔L〕分生孢子油鏡照片，×1750。〔M〕孢子束孢子油鏡照片×1750。〔N〕皺成漏斗狀的泡囊殘留在分生孢子梗上不脫落之情形，×300。〔O及P〕皆爲分生孢子之萌芽可見由內壁突出"出芽管"之情形，×300。〔P〕利用相位差顯微鏡照相。

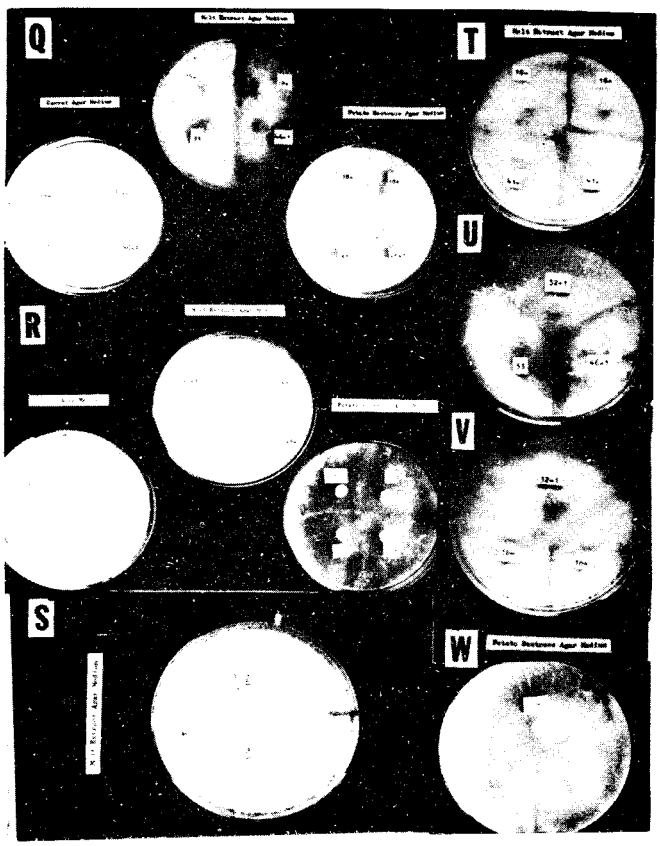

圖4 〔Q—W〕之說明：〔Q〕三種培養基比較*C.circinas*與*C.cucurbitarum* 交配結果,只是同種有接合孢子,異種則無接合孢子的產生，照片中有接合孢子產生者，中央有黑帶出現。〔R〕三種培養基乃比較*C.cucurbitarum*與*C.infundibulifera* 交配結果，同種與異種「+」及「−」菌株皆有接合孢子產生。〔S〕*C.circinas*「+」及「−」交配結果接合孢子帶非常明顯。〔T—V〕皆以*Malt Extract Agar Medium* 培養。〔T〕爲*C.circinas*與*C.infundiblifera*交配結果異種間無接合孢子產生。〔U〕*C.conjuncta*與*C.cucurbitarum*之交配結果有接合孢子產生。〔V〕*C.conjuncta*與*C.circinas*交配結果，沒有接合孢子產生〔W〕*Potato Dextrose Agar Medium* 培養*C.conjuncta*與*C.infundibulifera*交配結果。32-1爲*C.conjuncta*「+」與*C.infundibulifera*之「−」有接合孢子產生。〔Q—S〕爲原來⅓倍〔T—W〕爲½倍。

表四 異種交配接合孢子大小之比較
培養基爲MA：

Species / Result / Species	018-(1) *C.circinas*（負）	033 *C.cucurbitarum*（負）	041-1-(1) *C.infundibulifera*（負）
018-(4) *C.circinas*（正）	130 個／cm^2 42-121x42-114 μ	- -	- -
046-1 *C.cucurbitarum*（正）	- -	650-1200 個／cm^2 37-76x31-72 μ	130-680 個／cm^2 41-81x41-81 μ
032-1 *C.conjuncta*（正）	- -	40-115 個／cm^2 23-65x39-61 μ	7-8 個／cm^2 43-51x41-56 μ
041-1-(3) *C.infundibulifera*（正）	- -	310-1600 個／cm^2 42-81x50-73 μ	400-950 個／cm^2 39-87x31-82 μ

表五　異種交配接合孢子大小之比較：
培養基爲PDA

Species / Result / Species	018-(1) *C.circinas*（負）	033 *C.cucurbitarum*（負）	041-1-(1) *C.infundibulifera*（負）
018-(4) *C.circinas*（正）	5-15個／cm² 57-100x59-128 μ	- -	- -
046-1 *C.cucurbitarum*（正）	- -	16-50個／cm² 34-89x30-88 μ	2個／cm² 40-73x50-73 μ
032-1 *C.conjuncta*（正）	- -	5個／cm² 47-75x37-69 μ	3個／cm² 40-52x40-52 μ
041-1-(3) *C.infundibulifera*(正)	- -	250個／cm² 42-81x50-73 μ	16-115個／cm² 31-63x37-63 μ

由〔表四〕、〔表五〕及〔Fig.Q〕至〔Fig.W〕顯示只有*C.circinas*不與異種交配，另外三種笄黴菌則可彼此交配

4.環境因子對無性孢子生成的影響：利用不同光照處理，於同一溫度下（25°C），控制各菌株在CMA培養基內孢子囊產生之結果，每一情況每一菌株所產生的每平方厘米的孢子囊數量列於〔表六〕；表中D—D表示黑暗處理兩天；L—D表示光照一天之後，黑暗處理一天。其他類推。"O"則表示沒有孢子囊產生。"<"表示"少於"的意思。〔表七〕則是以*C.cucurbitarum*的正菌株爲材料作不同溫度控制不同光照處理在CMA培養基內對孢子束促進其產生的生理影響的結果。

由以下〔表六〕及〔表七〕可以看出25°C，

表六　25°C不同光照控制促進孢子囊產生之結果：

Species / Result / Condition	*C.circinas* 正	*C.circinas* 負	*C.cucurbitarum* 正	*C.cucurbitarum* 負	*C.infundibulifera* 正	*C.infundibulifera* 負	*C.conjuncta* 正
D-D	30	<30	70−80	<80	0	15	0
L-D	0	0	800	0	100	20	7
L-L-D	20	4	50−60	2	0	10	3
D-D-L	N	N	100	13	0	50−60	4
L-D-D	2	5	600−1000	<600	150	45−50	0
D-L-L	7	0	150−300	0	80−100	90−210	0

表七 *C. cucurbitarum* 爲材料不同溫度不同光照控制促進孢子囊產生之結果：

Strain / Result / Condition	正菌株	
	25°C	30°C
L-D	800	400－500
D-D	70－80	0
L-D-D	600－1200	300
D-D-L	100	6－7
D-L-L	120－300	50

光照一天後，再連續黑暗控制兩天，對各菌株孢子囊產生的數量較多，效應較好。此外除了*C. conjuncta*的生理實驗結果較差（見表六）外，其他三菌種產生孢子囊的數量都較多。筆者便再作 25°C，CMA 爲培養基，不同光照下促進分生孢子（*conidia*）產生的生理實驗，結果顯示*C. conjuncta* 產生分生孢子的效應比其他三個菌種在同一情況下好得多，生理控制情況分 L-D-D（光照一天後連續黑暗控制兩天）；D-D-D（連續黑暗控制三天）；L-L-D；及 D-D-L 等四種情況，其中以連續黑暗控制三天的效果最好。此結果與 Barnett 在 1950(1)，所做的結果不同，可能因 Barnett用的是 SMA 培養基而筆者利用的培養基是 CMA 之緣故。筆者爲了確實此一推測，作了以WA（Water Agar）及 MA 和 CMA爲不同培養基；其他條件相同的生理實驗，結果證實在移植次數較多次後，或培養基養分不足時，無性生殖器官產生數量反而較多，這顯然是一種生物適應環境的現象。而且實驗也顯示分離之初，分生孢子較易獲得，移植多次後孢子囊孢子較易獲得，而分生孢子產生數量大量減少，按*Poitras*（24）的看法認爲分生孢子即爲單孢子囊孢子，可見自然界必多數以分生孢子的形態；作爲種族繁殖的方法。

討 論

由上述實驗結果顯示，台灣的北部地區所能分離到笄黴菌大多是*C. circinas* 和*C. cucurbitarum*；*C. conjuncta*和*C. infundiblifera* 也有分布但較前二者分佈數量少些。至於外國曾報導過的*C. trispora*，*C. heterothallism* 或*C. homothallism* 等菌種在研究的一、兩年內並未分離到或有任何發現。此現象究竟是否台灣或外國在分布上有地域的不同，尚待更廣泛更長久的採集、分離實驗才能確定。

就形態學實驗結果，*C. circinas* 的孢子囊孢子最小，乃在 13 μ 以下，並且沒有分生孢子的產生，又由異種交配結果也顯示出它不與其他三種在台灣分離的笄黴菌交配產生接合孢子。其他三種即*C. cucurbitarum*，*C. conjuncta*，和*C. infundibulifera* 在形態上皆具有分生孢子和孢囊孢子以行無性生殖，並且利用正菌株和負菌株的交配形成接合孢子以行有性生殖，生活史完全相同。再者由異種交配結果也顯示這三菌種，可以彼此互相交配，且交配時都有類似 Bu' Look 等人(7)、(8)，對負菌荷爾蒙研究後發現的現象，即交配時在交接處正和負菌株的菌絲內黃色顆粒(亦即胡蘿蔔素)有增加的現象。Ende 在 1968（12）年的研究認爲 *Carotenoid* 爲 *trisporic acid*的先驅物，而此種 *trisporic acid* 乃負菌的性荷爾蒙，*Goodin*（16）研究也證明*C. trispora* 具此 *sex hormone*（16）。由此可知*C. cucurbitarum*，*C. conjuncta*，*C. infundibulifera*既能彼此交配，生理的特性必相同，筆者根據形態學、生理學和異種交配的實驗結果認爲目前能在台灣分離到的*C. circinas* 爲一獨立種，而*C. conjuncta* 及*C. infundibulifera* 必爲*C. cucurbitarum* 的變異種。至於爲何異種交配產生接合孢子的數量較同種間交配的量要少，此與種的變異有關，因爲要產生接合孢子一定有遺傳的機制控制其荷爾蒙達到某種程度才可生成，如果Sex *hormone*不夠量便可影響產生的數量。

筆者在台灣分離的四種笄黴菌種未發現對南瓜有病害，此與*Welf*（35）的報導*C. cucurbitarum* 的情況不同。

又*Morie* 在 1966 年研究 *Choanephora* 屬的細胞學問題（21），發現該屬的菌種，核的行爲及構造在整個生活史中除了一些變化型（*modification*）外，無任何基本差異。然肯氏在 1879 年 也未曾詳述*C. infundibulifera* 的孢囊孢子有無橫紋的問題，由上述之探討及 *Schipper*（28）研究毛黴時將可與 *Mucor hiemalis* 交配的毛黴菌，全視爲*M. hiem-*

*alis*的變異種的新觀念，今亦將在台灣分離的*C. circinas*及*C. cucurbitarum*兩菌種以及*C. cucurbitarum*的兩個變異種*C. conjuncta*和*C. infundibulifera*等菌種的種的特徵，敍述如下：

1. *C. circinas* (*Naganishi et Kawakami*) *Hesseltine et Benjaman* ：菌絲寬2.3～9.1μ。正菌株的菌落液體培養五天乾重量0.2027克，負菌株則爲0.1927克。孢囊孢子深棕色，壁上有裝飾物(Fig.A)，孢囊孢子兩端有毛狀附屬物(Fig.B)，正菌株孢子爲7～13μ×5～8μ，負菌株的孢子則爲6～10μ×6～7μ。接合孢子在正與負兩菌株的菌絲相遇後，先形成鉤狀的配囊柄(Fig.C)，繼之原配子囊壁溶合，正和負兩種菌株的原生質溶匯，形成接合孢子(Fig.D)，在MA培養基內，接合孢子42～121μ×42～114μ。

2. *C. cucurbitarum* (*Berkeley et Ravenel*) *Thaxter* ：

菌絲寬2.6～8.3μ。正菌株菌落乾重量0.3241克／5天。負菌株0.3038克／5天。孢子囊深棕色，孢子囊壁上有裝飾物。正菌株孢子囊爲66μ～160μ，負菌株65μ～131μ。孢囊孢子有附屬物(Fig F)，正菌株的孢囊孢子13～31μ×12～25μ，負菌株11～29μ×9～13μ。分生孢子梗上的孢囊老後脫落(Fig.E)。分生孢子棕色，有縱紋(Fig.E)。正菌株分生孢子9～20μ，負菌株的分生孢子11～19μ。接合孢子產生之初有許多油點，最後才形成一個大油點(Fig.G至Fig.I)。成熟時接合孢子壁破裂(Fig.J)，大小爲37～76×31～72μ。

3. *C. cucurbitarum Thaxter f. infundibulifera* (*Saccardo*) *Chien and Wu* ：菌絲寬3.4～8.8μ。菌落正的乾重量0.3714克／5天。孢子囊淡棕色。正菌株孢子囊大小爲28～80μ×31～60μ，負菌株則爲25～78μ×31～63μ。孢囊孢子沒有縱紋和附屬物(Fig.M)，但如移殖多次後，也產生具附屬物及縱紋的孢囊孢子者。正菌株孢子大小爲8～28μ，負菌株孢子大小爲11～26μ×10～14μ。分生孢子梗(*conidiaphore*)上的泡囊(*vesicle*)老了之後，保留在分生孢子梗上，但皺成漏斗狀(Fig.K)，分生孢子正和負菌株大小爲11μ～15μ之間，接合孢子在正負兩菌株相遇之後產生，大小爲39～87×31～82μ。其正菌株可與*C. cucurbitarum*的負菌株產生接合孢子，大小爲42～81×50～73μ。其負菌株也可與*C. cucurbitarum*的正菌株產生接合孢子，大小爲41～81×41～81μ；並且也可和*C. conjuncta*的正菌株產生接合孢子43～51×41～56μ。

4. *C. cucurbitarum Thaxter f. conjuncta* (*Couch*) *Chien and Wu* ：

只分離到正菌株。菌絲寬2.8～8.8μ。菌落乾重量爲0.285克／5天。孢子囊淡棕色，大小爲30～72μ。孢子囊孢子有附屬物和縱紋，大小爲15～30μ×10～13μ。分生孢子淡棕色，無縱紋，泡囊老後皺成漏斗狀留在分生孢子梗上(Fig.N)。分生孢子大小爲12～22μ×13～18μ。和*C. cucurbitarum*的負菌株交配產生接合孢子23～65μ×39～61μ。和*C. infundibulifera*負菌株交配產生接合孢子43～51×41～56μ。

參考文獻

1. Barnett, H. L., and V. G. Lilly. 1950. Influence of nutritional and enviromental factors upon asexual reproduction of *Choanephora cucurbitarum* in culture. Phytopathology 40:80-89.
2. ——, and ——. 1955. The effects of humidity, temperature and carbon dioxide on sporulation of *Choanephora cucurbitarum*. Mycologia 47:26-29.
3. ——, and ——. 1956. Factors affacting the production of zygospores by *Choanephora cucurbitarum*. Mycologia 48:617-627.
4. ——, and R. F. Kranse. 1956. Increased production of carotene by mixed + and − cultures of *Choanephora cucurbitarum*. Science. 123-141.
5. Bekhtereva, M. N., et al. 1967. Formation of B-carotene in *Blakeslea trispora*. Mikrobiologiys 36(1):37-40.
6. Blakeslee, A. F. 1904. Sexual reproduction in the Mucorineae Proc. Amer. Acad.

Sci.40:205-319, Pl.1-4.

7. Bu'Look, J.D., D.Prake, and D. J.Winstanley.1972.Specificity and transformations of the trisporic acid series of fungal sex hormones.Phytochemistry 11:2011-2018.

8. Bu'Look, B.E. Johnes, D. Jaylor, N.Winskill, and S. A. Quarrie.1974.Sexual hormones in *Mucorales*.The incorporation of C 20 and C 18 precursors into trisporic arids.J.Gen.Micro.80:301-306.

9. Couch, J.N.1925.A new dioecious species of *Choanephora*.J.Elisha Mitchell Sci. Soc.41:141-150, pl.8-11.

10. Cunningham, D.D. 1879.On the occurrence of conidia frutification in the *Mucorini* illustrated by *Choanephora* Linn.Soc. London Trans.II 1:409-422, pl.47.

11. Currey, F.1873.On a new genus in the order *Mucorines*.Linn.Soc.London Jour, 13:333-334.

12. Ende, H. van den.1968.Relationships between sexuality and carotene synthesis in *Blakeslea trispora*.J.Bact. 96(4): 1298-1303.

13. ——, and D. Stegwee.1971.Physiology of sex in *Mucorsales*.Bot.Rev.37:22-36.

14. Fitzpatrick, H.M. 1930.The lower fungi: *Phycomycetes*.Mc Graw-Hill Book Co. Inc.331 PP.

15. Goodwin, J.W.1952.Fungal carotenoids. Bot.Rev.18:291-316.

16. Gooday, G.W. 1968.Hormonal control of sexual reproduction in *Mucor mucedo*. Bot.Rev.815-821.

17. Hesseltine, C.W.1953.A revision of the *Choanephoraceae*.Amer. Midland Naturalist 50(1):248-256.

18. ——, and C.R.Benjamin, 1957.Notes on the *Choanephoraceae*. Mycologia 49: 723-733.

19. ——, and R.F.Andrson.1957.Microbilogical production of carotenoids.I.zygospores and carotene produced by intraspecific and interspecific crosses of *Choanephoraceae* in liquid media.Mycologia 49:449-452.

20. ——, 1961.Carotenoids in the fungi *Mucorales*.Special reference to *Choanephoraceae*. Tech. Bull.1245.U.S.Dept.Agriculture.

21. Morie K.1966.Cytological study on the *Choanephoracae*. Trans.Mycol.Soc.Japan 7(2,3):212-220.

22. Mehrotra, B.S., and M.D.Mehrotra.1961. A new species of *Choanephora* from India. Mycologia 53:464-470.

23. Mehrotra, M.D. 1961.A new species of *Blakeslea* from India.Annal.Mycol. Sec.II 17:33-36, pl.X-XI.

24. Poitras, A.W. 1955.Observations on asexual and sexual reproductive structures of the*Choanephoraceae*.Mycologia.47:702-713.

25. Sarbhoy, A.K. 1967.Species of *Mucorales* recorded for India. Mycological Papers No.108.

26. Sawada, K.1959.Descriptive catalogue of Taiwan (Formosar) Fungi.Part II. Coll.Agricul., National Taiwan University.Taipei Taiwan.365 PP.

27. Sawada, K. 1912-1945.D.C.T.F.Part I-Part X.

28. Schipper, M.A.A. 1973.A Study on variability in *Mucor hiemalis* and related speceis.Studies in Mycology No.4.40 PP.

29. Thaxter, R.1903.A new England *Choanephora*.Rhodora 5:97-102.

30. ——.1914.New or Peculiar Zygomycetes. III: *Blakeslea*.*Dissophora* and *Haplosporangium* nova Genera.Bot.Gez. 58:353-

366, pl.26-29.

31. Tuite, J. 1969. Plant pathological methods. Fungiand Bacteria Burgess Pub.Co.239 pp.

32. Vail, W. J. M., and V. G. Lilly. 1967. Hormone-like substances which increase carotenogenesis in + and − sexs of *Choanephora cucurbitarum*. Mycologia 59:1067-1074.

33. Webster. J. 1970. Introduction to fungi. Cambridge Uni.Press 424 PP.

34. Weber, G. F., and F. A. Walf. 1927. Heterothallism. pl.28-30.

35. Welf, F. A. 1917. A squash disease caused by *Choanephora cucurbitarum*. J. Agri.Res. 8:319-328, pl.85-87.

36. Whitehouse H. L. K. 1949. Heterothallism and sex in the fungi. Biol.Rev.24:411-447.

37. 鄭儒永、胡復娟 1964. 中國毛黴菌目（*Mucerales*）的分類 I. 笄黴科（*Choanephoraceae*.). Acta Phytotaxonomica Sinica 植物分類學報 9(1): B-29.

38. Zycha, H., R. Siepmann; and G. Linnemann, 1969. Mucorales. J.Cramer, 355pp.

Abstract

Variability in *Choanephora cucurbitarum* is demonstrated by mating experiments and morphological studies of sixty-one strains in Taiwan. It is concluded that *C. cucurbitarum*, *C. infunaibulifera*, *C. conjuncta* ought to be classified in a single variable species: *C. cucurbitarum* accepted formae are: *C. cucurbitarum* f. *cucurbitarum*, *C. cucurbitarum* f. *conjuncta* and *C. cucurbitarum* f. *infundibulifera*. *C. circinas* is, however, not a variable species of *C. cucurbitarum* for its not mating with *C. cucurbitarum*. Descriptions and figures of the species are given.