韓國菌學會誌 第 4 卷 第 1 號
Kor. J. Mycol. Vol. 4. No. 1, p.45~52, 1976

Aspergilli에 寄生하는 *Penicillium rugulosum*에 對하여

李培成・蔡熙秉・李馥權・沈聖輔

建國大學校 生物學科

Penicillium rugulosum Parasite on Aspergilli.

Bae-Ham Lee, Hee-Byung Chai, Bok-Kwon Lee and Sung-Bo Sim.

Dept. of Biology, Kon Kuk Univ. Seoul, Korea,

Abstract : In the studying of Mycoparasitism both the Host and Parasite were identified and the course of growth were investigated.

Its pathological histology and anatomical structure under the optic and electron microscope are reported in this paper.

The reciprocal relationships between these organisms are summarized as follows;

1. Strains of Host and Parasite were identical with *Aspergillus niger* and *Penicillium rugulosum* respectively.
2. The Parasite was proved to parasitize on the sterigmata of host.
3. In the process of parasitism, cytological contents of host were getting lost.
4. Growing on Synthetic medium, the parasite proved to the nonobligate.

緖 論

植物病學의 開祖 de Bary(1865, 1870)는 *Mucor*에 붙는 *Piptocephalis fresenicana*와 흰가루병균에 붙는 *Cicinobolus cesati*를 眞菌寄生으로 記載한 후 Brefeld (1872)에 의해 *Piptocephalis freseniana*의 生活史와 haustorium의 觀察 結果를 報告하였다.

寄生 Mucorales는 Tieghem (1875)에 의해 硏究되었으며 *Trichothecium roseum*는 whetzel (1909)에 의해 전성기생으로 처음 報告되었다. 이것은 Mycoparasite의 初期 文獻에 지나지 않으며, 그후 眞菌에 眞菌이 寄生하는 것이 認識되어 많은 硏究者들이 宿主一寄生菌 關係의 病理解剖學的 樣相과 宿主와 寄生菌의 同定結果가 報告되어 왔다.

Emmons (1930)의 *Cicinobolus cesatic*의 細胞學的 硏究와 Ayer (1933, 1935)의 *Dispira cornuta*의 營養學的 硏究는 最近 生理的 硏究의基礎가 되었으나 이것은 再檢討의 必要性이 있다고 생각된다.

眞菌에 眞菌이 寄生하는 것에 대한 硏究結果를 보면 Barnett (1964)는 Mycoparasitism에 대하여, Berry (1959)는 *Mucor* spp.에 寄生하는 *Piptocephalis virginiana*, Armentrout와 Wilson (1956)은 *Mycotypha microspora*에 寄生하는 *Piptocephalis virginiana*에 관하여 觀察 報告한 바 있으며, 그 외에도 Berry와 Barnett(1957), Manocha와 Lee (1971), 橋岡(1974)에 의하여 硏究 報告된 바 있다.

Raper와 Thom (1949)는 *Penicillium rugulosum* *Penicillium purpurogenum*이 *Aspergillus niger*, *Aspergillus tamarii*, *Aspergillus flavus*에 寄生하여 宿主를 破壞할 수 있음을 記載하였으며, Romankova (1936)는 *Aspergillus niger*에 *Penicillium rugulosum*이 寄生하는 것을 報告하였다.

Smith (1954)도 *Aspergillus niger*에 *Penicillium rugulosum*이 寄生하는 것을 記載하고 있으며, Tatarenko (1959)는 *Aspergillus niger*에 *Penicillium* sp.가 寄生하는 것을 報告하였다.

이에 筆者는 *Aspergillus* sp.와 이에 寄生하는 *Penicillium* sp.를 實驗材料로 하여 宿主와 寄生菌을 分類 同定하고 成長過程을 觀察, 病理組織學的 및 解

剖學的 構造를 光學 및 電子顯微鏡을 통하여 宿主一寄生菌의 相互關係를 究明한 結果를 報告한다.

實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

(1) 實驗에 使用된 菌株

本 實驗에 使用된 菌株로는 식땅에서 分離 保管 중인 *Aspergillus* sp.에 *Penicillium* sp.가 寄生하고 있는 菌株를 使用하여 本 實驗을 實施하였다.

(2) 實驗에 使用된 培地

本 實驗에 使用된 培地는

1) Czapek's Dox Agar

Saccharose	30gm
Sodium Nitrate	3gm
Dipotassium Phosphate	1gm
Magnesium Sulfate	0.5gm
Potassium Chloride	0.5gm
Ferrous Sulfate	0.01gm
Agar	15gm
Distilled Water	1,000ml

2) Malt Extract Agar

Malt extract	25gm
Agar	15gm
Distilled water	1,000ml

를 使用하였다.

2. 實驗方法

(1) 供試菌株의 培養

Czapek's Dox Agar와 Malt Extract Agar Plate 中央에 "ㄱ"字 백금구로 *Penicillium* sp.가 寄生하고 있는 *Aspergillus* sp.의 胞子를 接種, 24~26°C에 培養하여 成長과 形態 및 宿主一寄生菌과의 相互關係를 觀察하였으며, 解剖顯微鏡(×40)하에서 *Aspergillus* sp.에 寄生하고 있는 寄生菌의 胞子를 白金線 끝에 Agar를 묻혀 떼어내는 Berry와 Barnett (1957)의 方法에 의해 分離하였으며, Plate상에서 아직 寄生되지 않은 *Aspergillus* sp.의 胞子를 떼어내어 保管하였다(附圖 1).

(2) 試料의 採取 및 電子顯微鏡的 方法

使用한 菌株를 Czapek's Dox Agar와 Malt Extract Aagr Plate에 接種 24~26°C에서 7~10日 동안 培養하여 그 菌體를 採取하였다.

上記 採取한 試料를 0.1M Phosphate buffer로 緩衝된 4%에 glutaraldehyde에 0~4°C에서 4時間 以上 固定한 후 上記 緩衝液으로 洗滌하여 다시 上記 緩衝液으로 緩衝된 1% Osmium tetroxide에서 2時間 固定을 行한 후 Ethanol濃度 上昇 順으로 脫水를 行하고 Epon 812에 포매하였다.

Sorvall MT-2B型 Ultramicrotome으로 Glass knife를 使用하여 초박절편을 만든 후 Uranyl acetate와 Lead citrate로 2중 染色하여 Hitachi HV-11E型 電子顯微鏡으로 75Kv하에서 觀察하였다.

(3) 分離菌株의 分類 同定

1) 宿主菌의 同定

保管中인 *Aspergillus* sp.의 胞子를 Czapek's Dox Agar와 Malt Extract Agar Plate에 接種하여 24~26°C에서 培養함과 동시에 Slide culture를 實施하여 菌의 形態를 觀察하였다.

Colony의 形態 및 發育速度, Conidial head의 크기 및 形態, Vesicle의 크기 및 形態 등을 觀察하여 Raper와 Fennell (1965)의 分類 方法에 따라 分類同定하였다.

2) 寄生菌의 同定

Penicillium sp.의 胞子를 上記 方法에 의해 培養, Slide culture를 實施하여 菌의 形態를 觀察하였으며 Colony의 形態 및 發育速度, Conidiophore의 크기 및 形態 Metulae의 數와 크기, Conidium의 形態 및 크기 등을 觀察하여 Raper와 Thom (1949)의 分類方法에 따라 分類同定하였다.

結 果

1. 宿主와 寄生菌과의 相互關係 및 成長과 形態 觀察

Czapek's Dox Agar Plate에 Penicillium sp.가 寄生하고 있는 宿主의 胞子를 接種하여 24~26°C에 培養한 후 5~6日후, 宿主 colony의 直經인 約 3.2cm程度 繁殖된때 中心部分에서 light green 색갈의 寄生菌 胞子가 나타나는 것을 肉眼으로 觀察하였으며, 점차 寄生되어 나가기 始作하여 寄生菌이 나타나기 始作한 7日후의 colony의 直經은 約 1.3cm였으며, 宿主와 colony直經은 約 4.3cm였다(附圖 2).

寄生菌이 寄生되어 가는 速度는 寄生菌이 나타나기 始作한 후부터 1~4日 간은 1日에 0.2mm의 速度로 寄生되어 가다가 時間이 지남에 따라 寄生 速度가 늦어지는 것을 觀察하였다.

光學顯微鏡(×60)으로 *Penicillium* sp.가 宿主에 寄生되어 있는 것이 觀察되었으며, 寄生되는 過程은 寄生菌의 胞子에서 germ tube가 나와 아직 寄生되지않은 宿主의 conidial head쪽으로 伸長하여 接着한 후 細胞內로 侵入하는 것으로 생각되며, 約 24時間 후에 germination되는 것을 觀察하였다(附圖 3).

分離한 二菌의 二點 培養에 의해 二菌이 서로 接한 후, 寄生菌이 宿主로 寄生되어 가는 것을 觀察하였다

時間이 經過할수록 宿主는 寄生菌에 의해 뒤덮혀지며, 肉眼으로나 光學顯微鏡으로 宿主를 觀察하기 힘들었으며, 約 6個月 후에 宿主는 거의 볼 수 없는 狀態로 된다.

Plate상에서 아직 寄生되지 않은 部分에서 宿主의 胞子를 떼어내어 反復 培養하였지만 寄生菌은 나타나지 않았으며, 이런 方法에 의해 純粹하게 宿主를 分離해 낼 수 있었다.

Malt Extract Agar Plate에서는 宿主나 寄生菌이 Czapek's Dox Agar에서 보다 colony의 形成이 叢生하는 것 以外에는 별다른 差異點을 찾아볼 수 없었다.

2. 電子顯微鏡에 의한 觀察

(1) 宿主細胞의 微細構造

核內의 形質은 比較的 밝고, 核小體는 한쪽으로 치우쳐 있으며, 核은 二重膜으로된 核膜으로 둘러쌓여 있어 細胞質과 區分되어 있음이 觀察되었다.

Mitochondria는 細胞質 全體에 散在해 있고, 高等動·植物에서와 같이 Cristal를 볼 수 있다.

原形質膜이 外部에 存在하는 透明한 細胞壁을 觀察할 수 있었으며, 直徑은 0.1~0.17μ이었으며 細胞壁 外部에는 filament樣 構造가 둘러쌓여 있으며, 直徑은 0.6~0.62μ이었다.

細胞質 外緣部에서 Lomasome을 볼 수 있었다(附圖 4).

(2) 宿主와 寄生菌의 相互關係

培養 7~10日 중 選擇한 宿主에서 다음과 같이 寄生菌과의 相互關係를 나타내었다.

寄生菌의 Haustorium이 宿主의 細胞內로 侵入을 하자 宿主의 細胞內 液胞가 크게 나타났으며, 細胞壁이 瓦解된 것이 觀察되었다(附圖 5, 6).

Haustorium의 尖端 部分은 다른 部分에 比해 濃度가 濃厚하게 나타나며, Septum을 形成, 宿主의 細胞 營養物을 寄生菌에 옮겨주는 中間 役割을 하는 Sheath構造와 Sheath membrane을 볼 수 있다(附圖 7).

侵入 후 時間이 많이 經過한 狀態로 宿主의 細胞內 容物이 없어져 透明하게 보이며, 外緣部에서 엷은 filament樣 構造를 볼 수 있다(附圖 8, 9).

宿主의 細胞內로 侵入하기 前의 狀態로 細胞壁에 寄生菌의 hyphae가 接着되어 있으며 細胞壁이나 內容物이 健全한 狀態로 있다(附圖 10).

3. 分類同定

(1) 宿主菌의 同定

Czapek's Dox Agar Plate에서 24~26°C, 12~14日間 培養한 colony의 直徑은 3.2cm였으며 흰 basamycelium이 많았고 Zone을 形成, 前面의 색갈은 黑色이고, 後面은 흰색이며 주름은 없었다.

Table 1. Morphology of *Aspergillus* sp.

Conidial head	Color	Black
	Shape	Globese
	Size	500—600μ
Conidiophores	Color	Colorless or brownish
	Marking	Smooth
	Length	2—2.5mm
	Width	10—15μ
Vesicle	Color	Yellowish brown
	Shape	Globose
	Size	50—60μ
	Origine	Substratum
Sterigmata		Two
Primary sterigmata	Color	Brownish
	Length	40—45μ
	Width	6.0—7.0μ
Secondary sterigmata	Length	7.0—9.0μ
	Width	4μ
Conidia	Color	Coffee
	Form	Globose
	Size	3.5—4.5μ

Malt Extract Agar Plate에서 24~26°C, 12~14日間 培養한 colony는 直徑이 6.3cm이고, carbon black이며 後面은 無色에서 엷은 黃色으로 變하였다.

Czapek's Dox Agar에서 보다 mycelium의 發育이 적고 Sporulation이 많고 conidial head가 밀집하였다(Table. 1).

以上과 같이 調査한 結果를 Raper와 Fennell(1965)의 分類 Key와 對照해 본 結果 Aspergillus niger로 同定되었다.

(2) 寄生菌의 同定

Czapek's Dox Agar Plate에서 24~26°C, 12~14日間 培養한 colony의 直徑은 1.2cm였으며 成長은 限定的이고, Margin은 abrupt, 前面의 색갈은 light green이며, 後面은 colorless에서 orange red로 變하였다.

Malt Extract Agar에서의 成長은 빠르고 colony의 直徑은 3.2cm이며 中心 部分은 raise하고 넓고 깊은 주름을 形成, 胞子 形成은 叢生하여 前面의 색갈은 lilly green이며 後面은 colorless에서 brown shade로 變한다(Table 2).

Table 2. Morphology of *Penicillium* sp.

Conidial stage	Penicilli	Symmetrical
	Manner	Substrate
	Color	Yellowish green
Conidiophore	Origin	Basal felt
	Marking	Smooth
	Length	50−60μ
	Width	2.0−3.0μ
Branches	Number	2
Metulae	Number	6
	Length	8.0−10μ
	Width	2.0μ
Sterigmata	Number	7−8
	Length	9.0−11μ
	Width	2.0u
Conidia	Marking	rough
	Length	2.8−3.3μ
	Width	2.2−2.8μ
	Chain	tangle
	Length	60μ

以上 調査한 結果를 Raper와 Thom (1949)이 分類 Key에 對照해 본 結果 *Penicillium rugulosum*으로 同定되었다.

考 察

Aspergillus sp.에 *Penicillium* sp.가 寄生되어 있는 것은 Raper와 Thom (1949), Romankova(1936), Smith (1954), Tataranko (1959)의 報告와 一致하여 寄生菌의 胞子에서 germ tube가 나와 宿主와 接着 寄生하는 것은 Barnett (1964), Berry와 Barnett (1957)의 結果 報告와 同一하며 *Piptocephalis virginiana*는 Obligate parasite인 反面, *Penicillium* sp.는 Synthetic media 上에서 繁殖하는 것으로 보아 活物寄生이 아닌 것이다.

本 實驗에서는 宿主에서 寄生菌을 分離시키는 方法으로 Berry와 Barnett (1957)의 方法을 擇하였으나 暗處에서 宿主의 成長을 抑制시킨 후 寄生菌을 分離시키는 Manocha와 Lee (1971)의 方法도 應用해 볼만한 것이라 생각된다.

宿主의 發育初期와 發育後期에 따른 寄生菌의 寄生速度의 差異는 宿主의 營養關係와 密接한 關係가 있으리라 생각되며 內部 生理的 營養 關係등도 앞으로 다루어져야 할 것으로 생각된다.

宿主의 核은 二重膜으로 된 核膜으로 細胞質과 境界를 이루고, 核小體의 部位를 볼 수 있으며, 이는 Moore와 McAlear (1963)의 報告와 符合되며 Mitochondria는 形態的으로 볼 때 植物과 動物에서 볼 수 있는 것으로 觀察된 mitochondria는 Campbell (1970)의 報告와 同一하다.

Lomasome에 대한 Bracker (1967)의 報告를 보면 原形質膜과 細胞膜 사이에 있는 膜性構造의 集合으로 그 位置가 細胞의 외변이기에 Moore와 McAlear (1963)에 의해 lomasome으로 불리워졌으며 그 構造를 觀察할 수 있었다.

寄生菌의 haustorium이 宿主의 hyphae나 conidia에 나타나지 않고, sterigmata에 나타난 것은 Armentrout와 Wilson (1956)이 *Mycotyphacephalis microspora*에 寄生하는 *Piptocephalis virginiana*와 Manocha와 Lee (1971)가 *Choanephora cucurbitarum*에 寄生하는 *Piptocephalis virginiana*宿主 hyphae에 寄生하는 것과는 다른 現象으로 이는 conidia는 haustorium

보다 적고, vesicle은 細胞膜이 두텁기 때문에 侵入하기 어려운 때문이라 생각된다.

Bracker (1968)의 報告에서 보리의 Epidermal cell에 寄生하는 *Erysiphe graminis*의 寄生 關係에서 볼 수 있는 neck나 neck周圍의 collar는 本實驗에서는 그 現象을 찾아볼 수 없었다.

Ehrlich et al. (1963). 이 *Erysiphe graminis*에서 나타낸 것처럼 確實치는 않으나 宿主와 寄生菌의 haustorium關係에서 寄生菌으로의 營養物質 傳達體인 Sheath構造를 볼 수 있었다.

Armentrout와 wilson(1956)은 宿主곰팡이의 細胞가 寄生菌의 侵入을 받으면 散在해 있는 液胞들이 큰 液胞를 만든다고 하였는데 그 初期現象은 觀察할 수 없었지만 侵入을 받은지 오래된 宿主細胞는 初期의健全한 細胞 內容物이 거의 없어지고 液胞로 가득차게 되는 現象은 一致하며 時間이 經過하면 寄生細胞의 內容物도 없어진다고 報告한 것과, Smith (1954)의 報告에서 말한 宿主를 殺生하는 것은 더 두고 觀察해 보아야 할 것같다.

Stavely et al. (1963), Edward와 Allen (1970)橋岡 (1974)등의 報告에서 寄生菌이 宿主에 侵入하는 方法에는 Papilla를 통해 구멍을 뚫는 機械的인 方法과 宿主 細胞膜 cellulose를 녹이는 酵素分泌 方法 中 어느것으로 明確히 斷定할 수 없으나 haustorium의 尖端을 보면 그 濃度가 다른 곳에 比해 높게 나타내는 것으로 보아 酵素分泌에 의한 侵透現象으로 생각되며, 追後 Acid phosphatase activity 實驗으로 그 確實性을 試圖해 볼만 하다고 생각된다.

本 實驗에서 宿主菌의 形態를 觀察한 結果를 Raper와 Fennell (1965)의 分類 Key와 對照해 본 結果 conidia의 形態나 색갈을 除外하고는 *Aspergillus phoenicus*와 類似한 點이 많아 同定하기 어려웠으나 *Aspergillus phoenicus*의 conidia는 rough하고 horizontlly flattened한 反面 宿主菌의 conidia는 Smooth하고 globose이기에 *Aspergillus niger*로 同定하였다.

寄生菌은 Raper와 Thom (1949)의 分類方法에 의해 *Penicillium rugulosum*으로 同定되었다.

이는 Smith (1954), Romankova (1936)에 의해 報告된 것과 同一한 結果를 얻었다. *Aspergillus niger*에 眞菌이 寄生하므로 그 production이 크게 減少하므로 그 純粹 保管은 工業上의 重要 問題로 남게된다

本 實驗에 이어 宿主와 寄生菌과의 營養關係, 宿主의 範圍, 溫度와 營養差異에 의한 變化등 앞으로 다루어져야 할 點이 많다고 생각된다.

摘 要

寄生微生物에 대한 硏究에서 宿主와 寄生菌을 分類同定하고 成長過程과 그 病理組織學的·解剖學的 構造를 光學 및 電子顯微鏡을 통하여 觀察하고, 二種間의 相互關係를 究明한 結果는 다음과 같다.

1. 宿主와 寄生菌은 *Aspergillus niger*와 *Penicillium rugulosum*으로 각각 同定되었다.

2. 寄生菌은 宿主의 Sterigmata에 寄生하고 있는것을 觀察하였다.

3. 寄生狀態의 進行에 따라 宿主의 細胞 內容物이 消失되어간다.

4. 寄生菌은 合成培地에서도 培養되므로 活物寄生이 아니다.

REFERENCES

Armentrout, V.N. and C.L. Wilson (1956): Haustorium-Host Mycoparasitism of *Mycotypha microspora* by *Piptocephalis virginiana*. Phytopathology. 59 : 897—905

Ayers, T.T. (1933): Growth of *Dispira cornuta* in artifical culture. mycologia. 25 : 333—341

Ayers, T.T. (1935): Parasitism of *Dispira cornuta*. mycologia. 27 : 235—261

Bary, A. de. (1865): Zur kenntnis der Mucorineen Abh. Senckeng. Naturf. Ges. 5 : 345—375

Bary, A. de. (1870): *Eurotium, Erysiphe, Cicinobolus*. Nebst Bemerkungen uber die Geschlechtsorgane der Ascomyceten. Abhand. Senck. Nature. Ges. 7 : 361—455

Barnett, H.L. (1964): Mycoparasitism. Mycologia 56 : 1—19

Berry, C.R. and H.L. Barnett (1957): Mode of parasitism and host range of *Pitopcephalis virginiana*. Mycologia 49 : 374—386

Berry, C.R. (1959): Factors affecting Parasitism of *Piptocephalis virginiana*. Mycologia 49 : 374—386

Berry, C.R. (1959): Factors affecting Parasitism of *Piptocephalis virginiana* on other Mucorales. Mycologia 51 : 824—832

Bracker, C.E. (1968): Ultrastructure of fungi, Ann Rev. of phytopathology. 5 : 343—374

Bracker, C.E. (1968): Ultrastructure of the Haustorial Apparatus of *Erysiphe graminis* and Its Relationship to Epidermal Cell of Barley. Phytopathology. 58 : 12—30

Brefold, O. (1872) *Mucor, Chaetocladium,* und *Piptocephalis.* Bot, Unters. über Schimmelpilze. 6 : 41—45

Campbell, C.K. (1970): Fine structure of Vegetative Hyphae of *Aspergillus fumigatus.* J. Gen. Microbiol., 64 : 373—396

Edward, H. and P. J. Allen (1970): A fine structure study of the primary infection process during infection of Barley by *Erysiphe graminis.* f. sp. *hordei.* Phytopathology. 60 : 1504—1509

Emmons, C.W. (1930): *Cicinnobolus cesati,* a stue dy in host parasite relationships. Bull. Torrey Bot. Club. 57 : 421—441

Ehrich, H.G. and M.A. Ehrlich (1963): Electron Microscopy of the sheath Surrounding the Hau storium of *Erysiphe graminis.* Phytopathology. 53 : 1378—1380

Manocha, M.S. and K.Y. Lee (1971): Host-Parasit-relations in a mycoparasite. I. Fine structure of host, parasite, and their interface. Canad. J. Bot. 49 : 1677—1681

Moore, R.T. and J.H. McAlear(1963): Fine structure of mycota. J. Cell Biol., 16 : 131—142

Raper, K.B. and D.I. Fennel (1965): The genus *Aspergillus.* William & Wilkins.

Raper, K.B. and C. Thom (1949): A manual of the Penicillia, William & Wilkins

Romankova, A.G. (1936): Über Parasitisma des Schimmelpilzes *Penicillium rugulosum* Thom auf *Aspergillus niger.* Acad. des Sci. U.S.S.R. compt.

Stavely K.B., A. Pillai, and E.W. Hanson. (1963): Electron Microscopy of the Development of *Erysiphe polygoni* in Resistant and Susceptible *Trifolium pratense.* Phytopathology. 59 : 1688—1693

Smith, G. (1954): An Introductory to Industrial Mycology. Edward Arnold Ltd. London. 295—299

Tatarenko, E.S. (1959): Parasitism in mold fungi. Microbiologia (English translation) 28 : 828—834 Illus.

Tieghem, P. Van. (1875): Nouvelles recherches sur les Mucorinees. Ann. Sci. Nat. (Bot) 6 : 5—175

Whetzel, H.H. (1909): A fungus living as a parasite upon another fungus. Ontario Natural Science Bulletin No. 5.

橘岡良夫(1974): 菌にてく菌. 化學と生物 12 : 731—739

Plate Explaining

1. The Host (left) and Parasite (Right) was isolated
2. The Host parasited by parasite
3. Parasite parasiting to Host Fungus
4. Fine structure of the Host Fungus
5. Parasite proceeding to penetrate Host cell
6. Longitudinal section of a penetrated Host cell
7. Cross section of a penetrated Host cell
8. Longitudinal section of a penetrated Host cell
9. Cross section of a penetrated Host cell
10. At the beginning of the parasite parasiting the Host cell

KEY TO LABELING

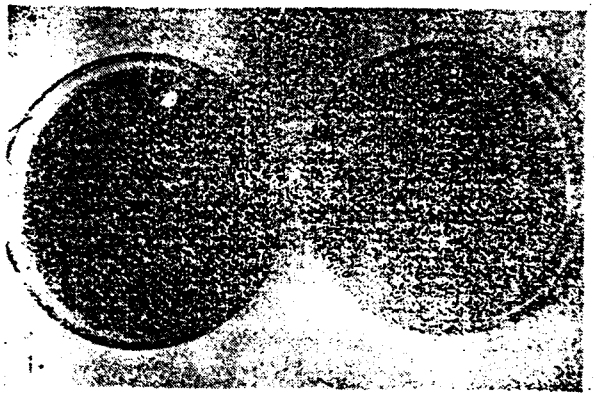
Nu; Nucleus	Nuc; Nucleolus
Mi; Mitcchcdria	V; Vacuole
Lo; Lomasome	CW; Cell Wall
Ho; Host	Fa; Parasite
Sh; Sheath ‘ ‘	Hy; Hyphae
Ha; Haustorium	Sm; Sheath Membrane

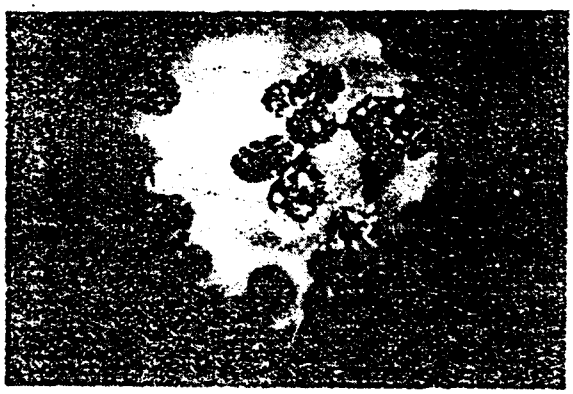
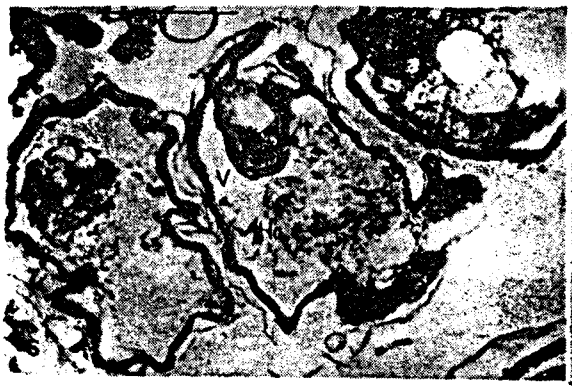
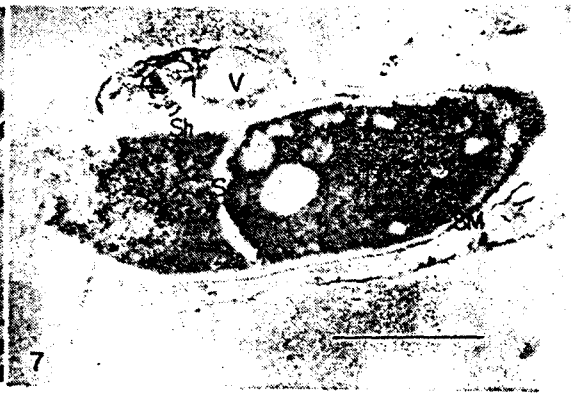
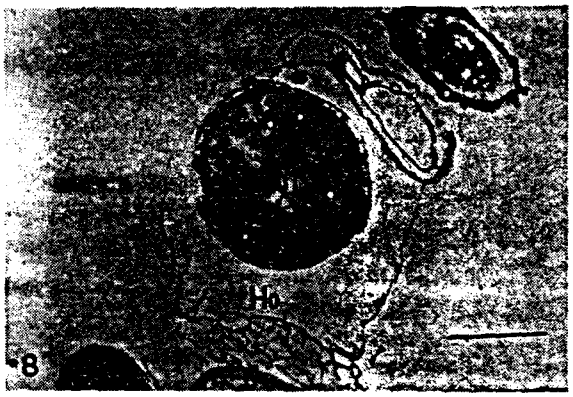
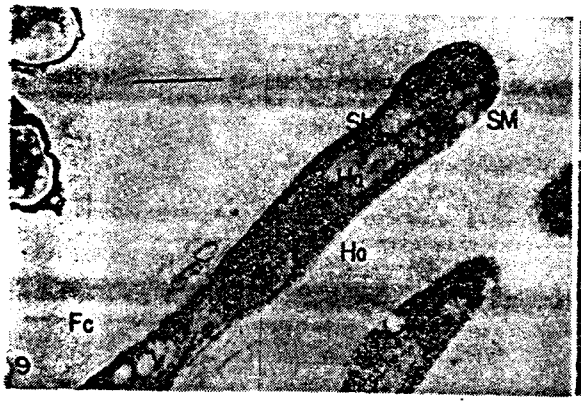
Pm; Plasma Membrane

Se; Septum Fc; Filament ‘ ‘ ‘

Scale in each plate represents 1μ.

Plate





Plate