

蛙糞黴菌之生活史

Basidiobolus ranarum and Its Life History

簡秋源*

Chiu-Yuan Chien

摘要

蛙糞黴菌 (*Basidiobolus ranarum* Eidam) 的菌種已被分離並被鑑定出來。其形態特徵都已作了詳細的描述並考慮其可能發育途徑描繪出它的生活史，同時列出了分種檢索表，並加以討論分生孢子投射之機制與有關的生物在生活史中先後之關係。

緒言

蛙糞黴菌屬 (*Basidiobolus*) 是蜈蚣菌科的一小屬，在生長的習性上和蜈蚣菌科的其他各屬都非常相似。它們大都數是營腐生，能夠在實驗室內培養起來，其中只有一種叫做 *Basidiobolus meristosporus* 是寄生的。它並能夠導致人類皮下的藻狀菌病，是在 1966 年為 Greer & Friedman 所發現的。這些蛙糞黴菌都可以從各種青蛙、蜥蜴以及爬蟲類的排泄物分離出來。約在九十年以前即被法國人伊丹氏所發現，是一種極熟悉的養生菌。後來，對這種菌的形態學及細胞學上的研究亦有許多人曾經報導過，例如 Fairchild (1897), Woycicki (1904; 1927) Drechsler (1956) 等。

根據朋澤民 Benjamin (1962) 在美國阿里索雜誌 (Aliso) 中記載，本屬共有 4 種：即 *Basidiobolus ranarum* (Eidam), *B. microspor* (Benjamin), *B. haptosporus* (Drechsler), *B. meristosporus* (Greer & Friedman)。後來，Drechsler (1964) 又在美國植物學雜誌上報導另一新種叫做 *B. magnus*。以上到目前為止國內尚未記載任何一種的蛙糞黴菌。

這篇短文的主要目的是介紹蛙糞黴菌的形態與分

*國立台灣師範大學理學院生物研究所

類學上之位置，並依據其細胞學上的許多特徵來繪製並考慮其生活史可能演變之途徑。

材料和方法

本省的季節從清明到立秋的一段高濕多濕的期間，在野外的田蛙及河邊到處都可以捕獲到虎皮蛙 (*Rana tigris* var. *panthrina*) 俗稱為水蛙或貢德氏蛙 (*Rana güntheri*) 俗稱石貢為多。逐捕數隻青蛙放置在適宜的玻璃容器之中予先備置少量的水以避免乾涸，則俟 10—18 小時以後這些青蛙都會排洩糞粒出來。使用滅菌過的鏟子夾起每粒糞物放置在予先備製的玉蜀黍培養基 (CMA) 或麥芽抽出物培養基 (MEA) 皿內，在夏季室溫 (26°—28°C) 培養 3—4 天，誘使菌絲和分生孢子從培養基皿面上生長出來。

這裡也可以仿照 Drechsler (1947, 1956 及 1964) 在蛙糞黴菌屬 (*Basidiobolus*) 分生孢子形成的研究中所採用的方法，即捕抓數隻青蛙放置在予先備有 25—80 cc 水的玻璃缸中，置放於涼靜地方隔一晝夜並採取其糞粒，經鑷取以後置放於玉蜀黍培養基上，則在室溫下培養 3 天即有蛙糞黴菌的菌絲以及分生孢子生長出來。再把青蛙施予鑑別及記錄以後，放回牠的自然環境裡去。

蛙糞黴菌的分離及純粹培養的方法與一般真菌的分離及培養方法完全相同，主要是採用平板法 (plate method)，分離的培養基以 CMA 為主，配合使用其他培養基如 MEA，胡蘿蕪培養基 (CA) 等，酸鹼度採用 5 和 6.8 兩種，培養溫度以 26°—28°C (夏季室溫) 為宜。

永久玻片的製造順序是這樣的。取一少許的菌絲體放置在載玻片上加一滴乳酸酚與棉花藍 (Lac-

to-phenol cotton blue) 混合液做爲菌絲的固定及染色，然後使載玻片在酒精火焰中通過數次，使菌絲能夠很快地沈埋到固定液中以免發生汽泡，另一方面可使原生質染上顏色，使其更容易觀察。再將上述之乳酸酚混合物吸出，加以少許之甘油酒精混合液滋潤之，而後在蓋玻片四週使用松脂 (Ca-

nada balsam) 予以封密之即可製成永久的玻片。

所有負片均用柯達牌軟片 (F × 402) 使用 Wild "M 20" 全自動攝影光學顯微鏡攝製的。另外所有顯微描繪以及顯微測量都是使用 "Wild" 牌描繪器以及附件補償絲狀顯微目鏡 (15 ×) 下所測得之結果。

蛙糞黴菌在分類學上之位置

Phylum	Phycomycetes	藻狀菌門 (Eumycota 真菌門)
Class	Zygomycetes	接合菌綱
Order	Entomophthorales	(蜈蚣菌目) 一蟲黴菌目
Family	Entomophthoraceae	(蜈蚣菌科) 一蟲黴菌科
Genus	<i>Basidiobolus</i> , Eidam (1886)	蛙糞黴菌屬

蛙糞黴菌屬自公元 1886 年就有報導。伊丹氏 (Eidam) 根據蛙糞黴菌 (*Basidiobolus ranarum* Eidam) 描述了 *Basidiobolus* 一屬，但彼氏之觀察未盡完善；其後由 Drechsler (1956) 發現了它的次期分生孢子以及二核菌絲體之存在，才給它做一補述。蛙糞黴菌之特徵如下：

菌絲粗約達 20—28 微米，空中呈稀少，多數在培養面的下方。分生孢子柄不分枝，長約達 90—180 微米，粗 10—13 微米，棒狀，上部膨大呈橢

圓形，膨大部分約爲 20—28 微米，分生孢子球型至廣卵形，達 26—47 × 25—33 微米；接合孢子球形至橢圓形，幼時無色，成熟時略帶紅棕色，約達 28—47 × 24—33 微米。

習性：着生於虎皮蛙及貢德氏蛙糞上。

地點：台北縣三峽鎮，新店鎮及大溪鎮等地。

(於民國 62 年 6 月間在三峽鎮捕獲者共有六隻貢德氏赤蛙都帶有此黴菌)

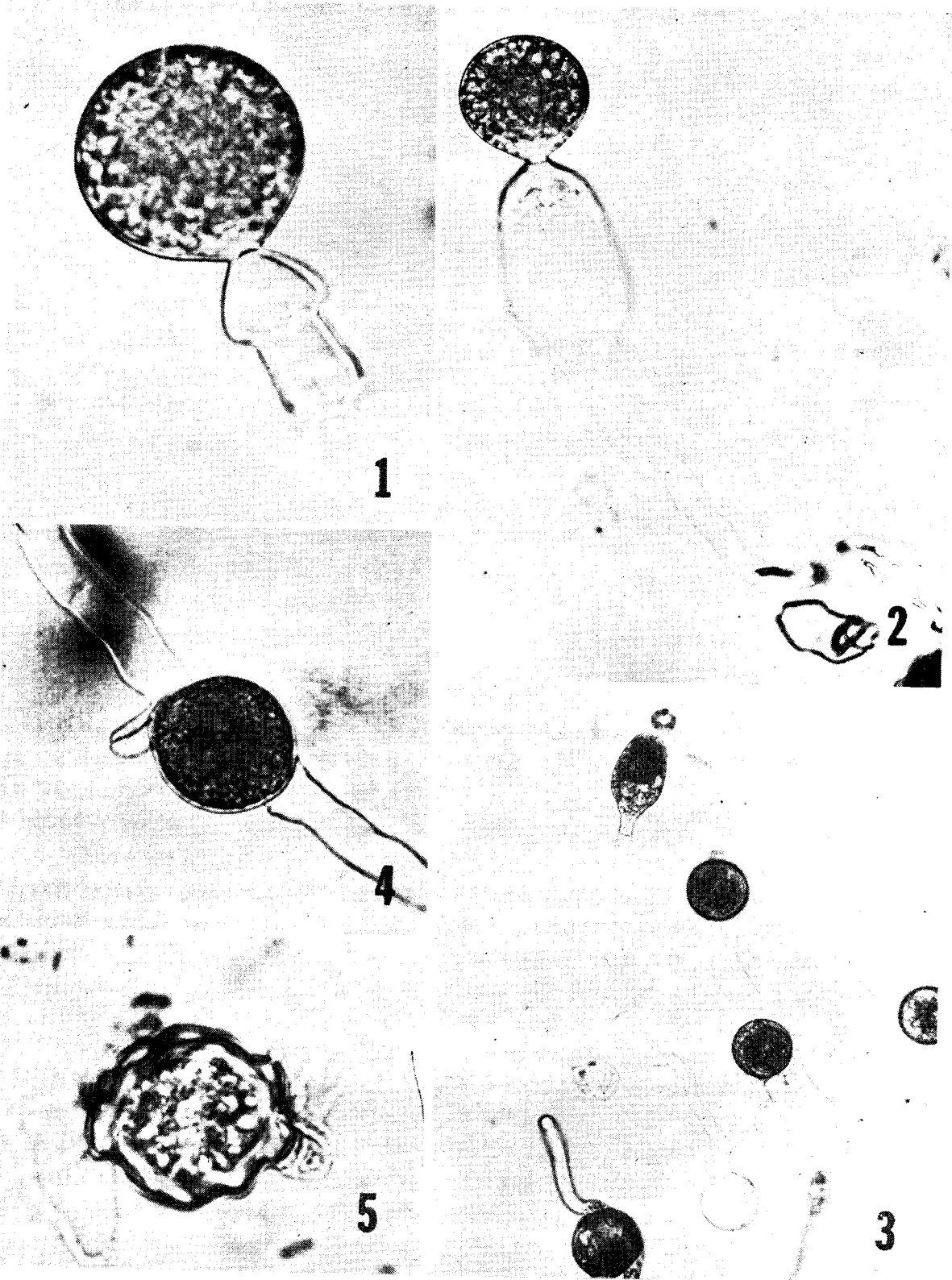
蛙糞黴菌分種檢索表

1. 接合孢子外壁起皺紋且不平滑..... 2
1. 接合孢子外壁無皺紋且具平滑..... 3
2. 菌叢具有強烈似鏈黴素味道之發生..... 4
2. 菌叢無強烈似鏈黴素味道之發生..... *B. micro-sporus*
3. 營養菌絲不顯者，無空中菌絲，稀少從菌絲產生分生孢子柄 *B. hapto-sporus*
3. 營養菌絲顯著，具有空中菌絲，富有從菌絲產生分生孢子柄 *B. meristo-sporus*
4. 具有小型孢子或有次期長橢圓型孢子..... *B. ranarum*
4. 無小型孢子或無次期長橢圓型孢子..... *B. magnus*

生活史之觀察

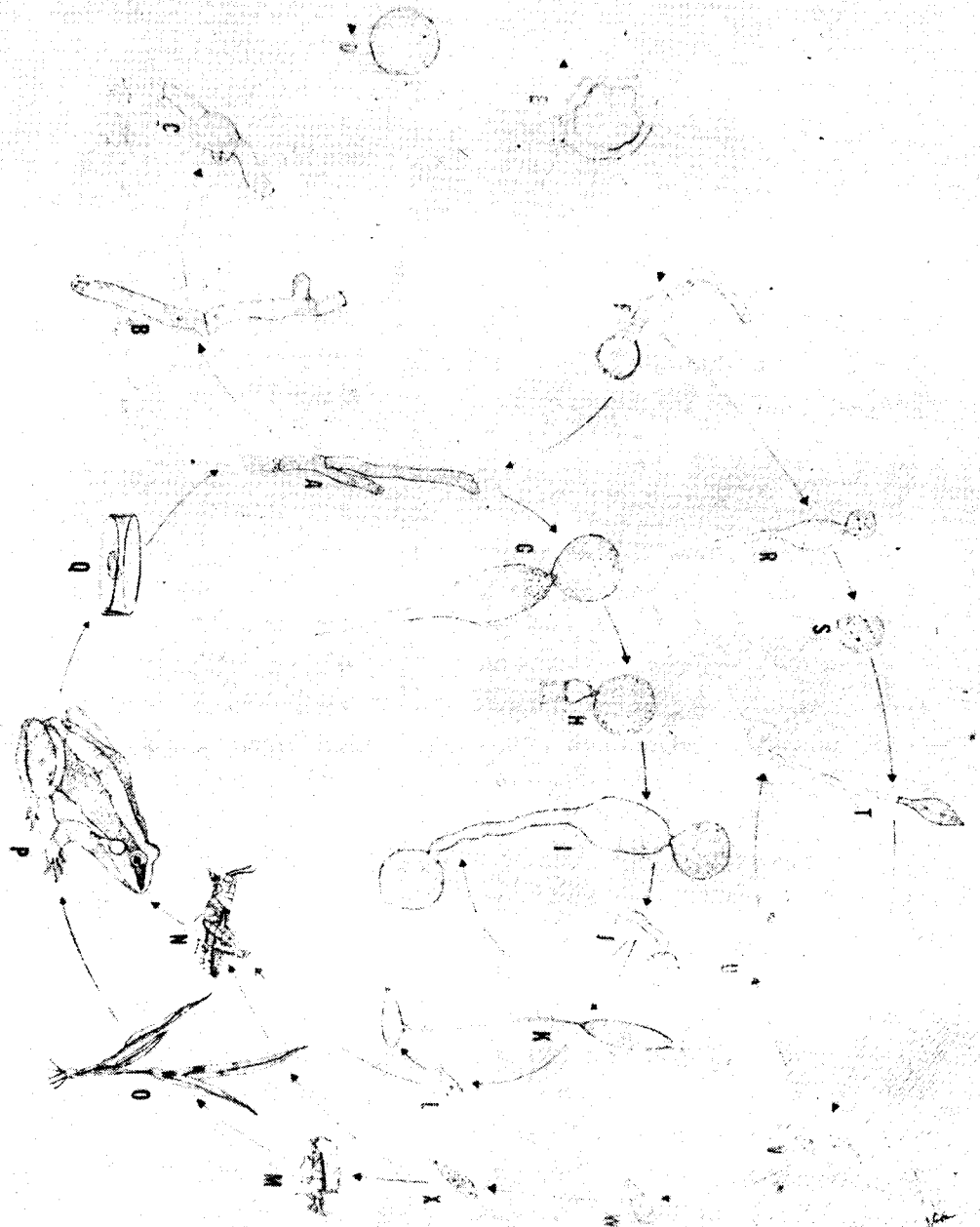
有性繁殖：先由菌絲隔板的附近生成一對向外的小突起 (如圖 6—B)，然後從小突起的先端即另外生成隔板後立即分開來，其後端的細胞就成爲配偶孢子囊 (如圖 6—C)，俟配偶孢子囊內的細

胞質癒合之後，則變成幼期的接合孢子。這時幼期接合孢子囊壁極爲細薄 (如圖 6—D)，俟其成熟以後，即變成全熟的接合孢子 (如圖 6—E) 其直徑約達 23—41 微米 (μ)。此時全熟的接合孢子囊壁呈厚而具多層。接合孢子經過約 50—60 天以後即可發芽產生二核菌絲，而後逐漸變成有性或無性



蛙囊微菌

Life cycle of *Basidiobolus ranarum*



圖片說明

- 圖 1. 初期單核分生孢子及泡囊殘碎物連繫在一起， $\times 1,000$
- 圖 2. 初期分生孢子萌芽以後產生的次期分生孢子柄及孢子， $\times 500$
- 圖 3. 初期分生孢子萌芽以後產生的次期橢圓型分生孢子，其先端已附著有粘性物質， $\times 200$
- 圖 4. 幼期接合孢子及其側旁一對尖嘴形小突起， $\times 750$
- 圖 5. 成熟期接合孢子，並表示其多層而皺起的外圍厚壁， $\times 100$
- 圖 6. 蛙糞黴菌的生活史（自 A 到 X）
- A. uninucleate septate mycelium 單核有隔菌絲
 - B. formation of beak 尖嘴體之形成
 - C. nuclear division in beaks 尖嘴體內核分裂
 - D. young zygosporium 幼期接合孢子
 - E. mature zygosporium 成熟期接合孢子
 - F. zygosporium with germ hypha showing 2 nuclei 接合孢子萌發後其菌絲內呈 2 核
 - G. conidiophore and conidium 分生孢子與分生孢子柄
 - H. a conidium and the remnant of the vesicle 分生孢子及泡囊的殘碎物
 - I. conidium germinating to produce a secondary conidiophore 分生孢子萌發產生次期分生孢子柄
 - J. conidium germinating 分生孢子萌發
 - K. slender conidiophore bearing secondary non-propulsive adhesive conidium 長型分生孢子柄產生粘膠狀分生孢子
 - L. secondary conidium germinating 次期分生孢子萌芽
 - M. beetle 甲蟲
 - N. grass-hopper 蝗蟲
 - O. grass 禾本
 - P. frog 青蛙
 - Q. plate culture of dung 糞培養
 - R. conidiophore with binucleate globose conidium 分生孢子柄與梨型雙核分生孢子
 - S. binucleate conidium 雙核分生孢子
 - T. conidium to form binucleate slender conidium 分生孢子產生雙核長橢圓型分生孢子
 - U. slender binucleate conidium germinating 長橢圓型雙核分生孢子萌發
 - V. slender binucleate conidium 長橢圓型雙核分生孢子
 - W. septate secondary conidium 有隔次期分生孢子
 - X. conidium being wholly converted into sporangium 分生孢子正在完全地轉變為孢子囊

之菌絲體。由單核菌絲開始到形成接合孢子的時間約在 48—72 小時的培養即可完成。

無性繁殖：第一種的無性繁殖是先由單核而有隔板菌絲來開始的。從此種菌絲可生成許多略等長的分生孢子柄及分生孢子，其直徑約為 33—47 微

米(μ)，這時分生孢子即具有趨光的性質。分生孢子柄可以朝光源方向彎曲，同時向光的方向射出它的分生孢子。分生孢子柄先端的一部分中軸原先稍微侵入在分生孢子內，而其下面具有膨大的泡囊充以水分並持有相當之壓力。另外泡囊的基部具有柔

組織，當泡囊破裂的時候，致少可以向前擠出，使得泡囊連帶着分生孢子齊飛 1—2 公分之遠（如圖 6—H）。不久，分生孢子可以直接萌芽並發育而生成同型的次期梨型分生孢子或再形成菌絲體者。這種梨型的分生孢子不會耐乾，稍後即可被甲蟲或蝗蟲所吞吃。這時昆蟲體內的分生孢子保持不變，而當甲蟲或蝗蟲被青蛙吞食了以後，它們才能被排洩出來。分生孢子經過了青蛙的消化道以後，其細胞的內含物即被分解成爲更小的小孢子，而這些小孢子經過被培養之後，便可以形成新的菌絲體。第二種的無性繁殖是先由雙核菌絲體來開始的（Drechsler, 1956）。雙核菌絲體不久即會生成梨型雙核分生孢子。然後由梨型雙核分生孢子被射出了以後，即可變成爲具有粘性物質附着在先端的次期分生孢子，它生成在細長的孢子柄上。這種次期帶有粘液的分生孢子如果沒有被甲蟲或蝗蟲所吞吃時，它的內含物即可以縱橫行分隔變成爲一個多細胞的孢子囊構造。這種多隔的分生孢子 Drechsler 稱做爲孢子囊。他曾經發現有成群的孢子囊都連繫在一柄的上面，並且他推測這些孢子囊可能會被青蛙所吞吃。這些孢子囊即可變成爲較小的分生孢子，俟它們萌發以後，即可形成有性或無性有隔的菌絲體。

討 論

既往的學者們都認爲蛙糞黴菌並不會爲害青蛙以及昆蟲，一直到目前爲止也沒有任何學者能夠尋找到這個證據的。其實，蛙糞黴菌生態學上的研究是一個極有趣的問題，因爲當它的泡囊前端內部所含的液體受到四面的壓力時，液體即被噴出。如此，分生孢子就像火箭一般被發射出去的。又它的分生孢子柄也能朝著光射的方向，與一般水玉黴（*Pilobolus*）有相同的機制。

蛙糞黴菌的初期梨型孢子的直徑約爲 33—47 微米（ μ ），而其次期梨型分生孢子（如圖 6—I）則僅有初期分生孢子之 3 分之 2 的大小。原因就是次期分生孢子係由初期分生孢子之營養總量變化而來。這就是說分生孢子的生成次數愈多時其體積則變成愈小，到了最後則可能生成一種極小的分生孢子並帶有粘液的橢圓型小分生孢子。這些帶有粘液的

分生孢子便可以隨地粘著在其他物質之上，例如；土壤之微粒，毛髮以及草葉等等，俟昆蟲飛來接觸到它們，則它們從此變成爲被携走者。

另外，蛙糞黴菌的小分生孢子或孢子囊（*Sporangium*）是否必定要通過青蛙的消化道纔能萌發呢？這是將來做更進一步研究蛙糞黴菌的有趣的問題。一般認爲小分生孢子必在青蛙的消化道內攝取了某種消化酶以後才能刺激它的發芽，但從來沒有人能夠得到此種證據的。學者們曾經認爲小分生孢子非經過青蛙的消化道以後絕對不會發芽，這裡便形成了一個關鍵的問題。如上所述的有關青蛙消化管道內環境是如何？再者有關這種環境中，它的生物物理學及化學等都要牽涉愈來愈深的地步，誠足以供人去探求的問題。

此外，蛙糞黴菌分生孢子投射之動態是很顯著的特徵。先由分生孢子柄稍微伸長侵入分生孢子之內部，而其下部膨大的泡囊基部則具有一環的柔組織，使得泡囊內部充足四面的壓力時，便能破裂。這時泡囊繫著分生孢子便能齊飛長達 1—2 公分之遠。原因就是孢子柄前端膨大的部分突然緊縮之故，因此其內部所含的全部液體只好從裂口向後噴出，如此分生孢子與泡囊碎物就像火箭一般被迫射出，並且在這次飛行當中，產生分生孢子和泡囊的殘碎物便分離或兩者隨附在一起之現象。

參考文獻

1. Benjamin, R. K. 1962. A new *Basidiobolus* that forms microspores. *Aliso* 5: 223-233.
2. Drechsler, C. 1947. A *Basidiobolus* producing elongated secondary conidia with adhesive beaks. *Bull. Torrey Bot. Club* 74: 403-413.
3. _____, 1956. Supplementary developmental stages of *Basidiobolus ranarum* and *Basidiobolus haptosporus*. *Mycologia* 48: 655-676.
4. _____, 1964. An odorous *Basidiobolus* often producing conidia plurally and forming some diclinous sexual apparatus. *Amer. J. Bot.* 51: 770-777.

5. Eidam, E., 1886. *Basidiobolus*, eine neue Gattung der *Entomophthoraceen*, in Coh. Beit. Biol. Pflanzen 4:181-241, pls. 9-12.
6. Greer, D. L., and L. Friedman, 1966. Studies on the genus *Basidiobolus* with reclassification of the species pathogenic to man. *Sabouraudia* 4: 231-241.
7. Levisohn, I. 1927. Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und Biologie von *Basidiobolus ranarum* Eidam. *Jahrb. Wiss. Bot.* 66: 513-55, figs. 15.
8. Thaxter, R., 1888. The *Entomophthoraceae* of the United States. *Mem. Bost. Soc. Nat. Hist.*, 4: 133-201, pl. 14-21.
9. Webster, J. 1970. *Coprophilous fungi*. *Trans. Br. mycol. Soc.* 54: 161-180.
10. Woycicki, Z., 1904. Einige neue Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von *Basidiobolus ranarum* Eidam. *Flora* 93: 87-97, pl. 4.
11. _____, 1927. Über die Zygotenbildung bei *Basidiobolus ranarum* Eidam-II. *Flora* 122: 159-166, pls. 1-2.

Basidiobolus ranarum and Its Life History

Chiu-Yuan Chien

Basidiobolus ranarum Eidam is isolated and identified. It is characterized by formation of slender secondary conidia and with a strong order of streptomyces as well as to an

abundance of zygosporangia surrounded individually by a wall of undulate outer profile. This fungus is homothallic. The development and life cycle of the fungus are described.