

# 网柄菌科的初步研究

## 摘 要

网柄菌 Dictyostelids 是食草动物粪便、土壤以及腐烂的基物上普遍存在的一类腐生性细胞状黏菌(Cellular slime molds), 但因其子实体非常小, 不明显, 且存在时间非常短暂, 因此很难被人发现。获得网柄菌的主要途径是采集基物在实验室从基物上分离得到。

我国有关网柄菌的研究极其有限, 尤其是对于网柄菌的分类研究。迄今为止, 仅报道我国网柄菌 13 种, 包括网柄菌属 *Dictyostelium* 12 种和轮柄菌属 *Polysphondylium* 1 种, 自 1991 年来, 再无人涉足这一研究领域。

作者采集得到西藏、吉林、辽宁等地不同生境基物 200 余份, 分离方法采用改进的 Cavender 和 Raper 的网柄菌分离方法。

在实验室共分离得到我国网柄菌 2 属 23 种。其中包括网柄菌属 *Dictyostelium* 新种 10 个, 新变种 1 个, 国内新记录种 2 个; 轮柄菌属 *Polysphondylium* 新种 1 个, 国内新记录种 3 个。

(1) 获得西藏林芝地区、拉萨基物 40 余份, 分离得到网柄菌属 *Dictyostelium* 5 种, 即娇柔网柄菌 *D. delicatum*, 中国新记录种圆头网柄菌 *D. sphaerocephalum*, 1 个新变种 *D. sphaerocephalum* var. *evespigi*um, 两个新种多胞网柄菌 *D. multicellularium* 和小果网柄菌 *D. microsocarpium*; 轮柄菌属 *Polysphondylium* 1 种, 即中国新记录种异柄轮柄菌 *P. anisocaul*e. 这是对西藏地区细胞状黏菌的首次研究。

(2) 获得辽宁本溪, 吉林长春、汪清、长白山等地基物 160 余份, 分离得到网柄菌属 13 种, 包括毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*, 小网柄菌 *D. minutum*, 极大网柄菌 *D. giganteum*, 紫网柄菌 *D. purp*urum, 1 个国内新记录种 *D. aureo-stipes*, 8 个新种露珠状网柄菌 *D. roridum*, 双列网柄菌 *D. biserialis*, 亚簇网柄菌 *D. cespitosum*, 群生网柄菌 *D. gregarium*, 囊膜网柄菌 *D. membran*osum, 泡状网柄菌 *D. culliculosum*, 密集网柄菌 *D. confertum*, 芊细网柄菌 *D. parvulum*; 轮柄菌属 5 种, 包括紫轮柄菌 *P. violaceum*, 3 个国内新记录种蒂卡尔轮柄菌 *P. tikaliensis*, 异柄轮柄菌 *P. anisocaul*e, 亮白轮柄菌 *P. candium* 和 1 个新种共基轮柄菌 *P. symbasimum*。

(3) 对实验中分离得到的每个种的宏观形态和显微形态特征进行了详细的描述和讨论; 附有每个种的生活史重要阶段和其主要形态特征的照片; 描绘了新种的主要形态特征图, 给出了拉丁文描述; 同时, 编写出了本文所研究的网柄菌科的检索表。

尽管我国网柄菌研究前期工作基础非常薄弱, 但是通过本研究可以清晰地看出: 网柄菌在我国有着极为广泛地分布。本研究不仅是对中国网柄菌研究的极有力的补充, 更发现了网柄菌在我国分布的新种, 填补了自 1991 年以来我国网柄菌分类研究的空白, 为开展后续研究工作打下了坚实的基础。

关键词: 细胞状黏菌, 网柄菌属, 轮柄菌属, 新种, 分类

# Preliminary Taxonomic Studies on Dictyosteliaceae in China

## Abstract

The dictyostelids (cellular slime molds) are common components of the animal dung, soil, rot wood and leaf litter micro-organismal complement. They are difficult to be found for their small, transitory presence sorocarps. The main approach of obtaining dictyostelids is collecting samples and isolation in laboratory.

The dictyostelids researches especially taxonomy researches were poor in China. So far, thirteen species in two genera in dictyostelids were reported from China. No one studied in this field since 1991.

More than 200 samples were obtained from Tibet, Jilin and Liaoning provinces. The isolation procedures described by Cavender and Raper were adopted and improved.

Ten new species, two new Chinese records and one new variety of *Dictyostelium*, one new species and three new Chinese records of *Polysphondylium* were obtained during this study. Total 23 species of dictyostelids were obtained during this study.

(1) More than 40 samples and 6 species were obtained from Linzhi and Lhasa, Tibet, including *D. delicatum*, *D. sphareocephalum*, *P. anisocaule*, *D. multicellularium* and *D. microsorocarpium*. Among them, *D. sphareocephalum*, *P. anisocaule* are new records to China, *D. sphareocephalum* var. *evespigium* is a new variety, *D. multicellularium* and *D. microsorocarpium* are new species. This is the first study of dictyostelids from Tibet.

(2) More than 160 samples and 18 species were obtained from Jilin and Liaoning provinces, including *P. violaceum*, *D. minutum*, *D. giganteum*, *D. purpurn*, *D. mucoroides*, *D. aureo-stipes*, *P. tikaliensis*, *P. candium*, *P. anisocaule*, *P. symbasimum*, *D. roridum*, *D. biserialis*, *D. cespitosum*, *D. gregarium*, *D. membranosum*, *D. culliculosum*, *D. confertum* and *D. parvulum*. Among them, *D. roridum*, *D. biserialis*, *D. cespitosum*, *D. gregarium*, *D. membranosum*, *D. culliculosum*, *D. confertum*, *D. parvulum* and *P. symbasimum* are new species, *D. aureo-stipes*, *P. tikaliensis*, *P. anisocaule* and *P. candium* are new Chinese records.

Detailed descriptions and discussions and photographs of the important stages in their life cycles were given to each species; illustrations drawn by hand were given to the new species. Furthermore, keys to the *Dictyostelium* and *Polysphondylium* were compiled. Though the prophase studies on dictyostelids were poor, this research could clearly show: dictyostelids are widely distributed in China. This research is not only a supplement for the dictyostelids studies in China, but also discover the new species of dictyostelids in China. And it fills up the blank in this field from 1991, and it establishes firm bases for the further studies in the future.

**Key words:** cellular slime molds, *Dictyostelium*, *Polysphondylium*, new species, taxonomy

# 独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得吉林农业大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：何晓芳

签字日期：2008年6月19日

# 关于论文使用授权的说明

本人完全了解吉林农业大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文。同意吉林农业大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名：何晓芳

签字日期：2008年6月19日

导师签名：

签字日期：2008年6月19日

# 第一章 前 言

## 1.1 研究目的和意义

在通常所提到的“黏菌”这一名词当中,涉及到了五个明显不同类群的生物,即网黏菌门 Labyrinthulomycota, 内生的根肿菌门 Plasmodiophoromycota, 腐生的细胞状黏菌 (cellular slime mold)网柄菌门 Dictyosteliomycota 和集胞菌门 Acrosiomycolata 以及黏菌门 Myxomycota 即原质团黏菌。在生物八界系统中,网黏菌被划归于茸鞭生物界 Stramenopila, 而其它四个门则被认为是原生生物<sup>[6]</sup>。

在这五个无明显亲缘关系的类群中,细胞状黏菌网柄菌是食草动物的粪便、土壤以及腐烂的基物上普遍存在的生物。网柄菌兼具动物和真菌的特征,在生物系统中占有特殊的地位,但因其子实体小,不明显,存在时间短暂,因而人们很难在自然界中用肉眼观察到。但同时也因为其简单的生活史循环和易于培养的特性而受到了广大生物学家,细胞学和遗传学等研究者的青睐。有许多研究者利用网柄菌做模型来研究一些基本的生命现象,例如:细胞间相互影响的过程;细胞间信息的交换和应答;细胞分化调节<sup>[53]</sup>。从网柄菌这类简单的生物体中获得的信息可能揭示出一些更复杂和更高等的生物的相关信息。近年来,有许多关于这几方面的研究报道。

作为生物学、遗传学尤其是细胞分化研究的重要材料,充分认识并深入了解网柄菌这一类群具有重要的科学和研究意义,特别是分子生物学的进展推动了对这一微小类群的认知,2005年德国、英国、美国等多国众多科学家合作完成了盘基网柄菌 *Dictyostelium discoideum* Raper 的全序列测定<sup>[28]</sup>,这一工作的完成必将引起更多研究者对网柄菌研究的兴趣和致力于对网柄菌的探索,毫无疑问,不仅仅只是现在研究较多的盘基网柄菌 *D. discoideum* 和灰白轮柄菌 *Polysphondylium pallidum* Olive,网柄菌中其它一些极具特点的个体也将会吸引更多研究者的注意力,必将极有力的带动网柄菌研究向前推进和进一步发展。而我国有关网柄菌的研究起步较晚,且所开展的工作也极少,尤其是关于网柄菌分类研究开展的工作更是寥寥无几。我国仅白容霖,崔俊涛先后有过这方面的报道,共报道我国网柄菌 2 属 12 种<sup>[1-3]</sup>。自 1991 年以来,我国再无人涉足这一领域。我国亟待大力开展这方面的基础性研究,因此,作者在国家科学基金的支持下,通过采集和分离西藏林芝、拉萨;辽宁本溪;吉林长春、长白山、汪清等地基物,对我国网柄菌进行了详细的研究,以期能够发现网柄菌在我国分布的新种,填补自 1991 年来我国这一研究领域的空白,为后续的研究打下坚实的基础。

## 1.2 网柄菌概述

多年以来,网柄菌门和与另一细胞状黏菌类群集胞菌门一直被联系在一起,统称为集胞菌,但事实上,这两个类群在许多形态学和生活循环的细节上存在着极大的差异。在集胞菌的群集过程中,黏变形体(Myxamoebae)单个的或成小束的进入集合中,而不是像网

柄菌那样成群流状进入,集胞菌虽然可以产生一些至今尚未检测到的集胞素,但它对环腺苷一磷酸(cAMP)没有应答反应,而这恰是一些网柄菌的信息素;而且,网柄菌中变形体集合(Aggregation)形成的假原质团(Pseudoplasmodia)后的迁移阶段是网柄菌所特有,而集胞菌集合产生的假原质团会立刻形成一个孢堆果(Sorocarp);网柄菌的孢堆果也不同于集胞菌,它的柄细胞分泌纤维素来产生柄管,而集胞菌柄细胞并不分泌纤维素<sup>[6]</sup>。

网柄菌广泛分布于世界各地,除了熟知的发生于温带森林落叶层和动物粪便上以外,在草地,庄稼地土壤以及腐烂的基物上也有大量的网柄菌存在。但是因其个体小,子实体存在时间短暂,因而很难从野外采集得到。获得网柄菌的主要途径是采集基物从实验室分离得到。其分离方法一般是采用干草汁琼脂培养基加上大肠杆菌作为变形体的食物进行分离。

与通常所说的真黏菌一样,网柄菌也兼具动物和真菌的特征。其营养体无细胞壁,摄食,可以短距离运动,这与动物相似;而子实体含有大量有壁孢子,静止,这和真菌类似。网柄菌营养体为黏变形体,靠吞噬细菌来取食;其子实体称为孢堆果,明确区分为孢子团(Sori)和柄(Sorophore)两个部分。它与真黏菌的区别在于变形体集合成假原质团(群团或蛞蝓体),其中每个黏变形体并不融合,仍保持他们的个体性状,在适宜的条件下能独立完成其生活史<sup>[5]</sup>。

网柄菌孢堆果有两种形式的分支,即初级分支(Primary branch)和次级分支(Lateral branch)。前者是指孢堆原(Sorogen)分离,形成两个独立的但拥有同一基部的孢堆果,这种形式的分支很少出现,在玫瑰网柄菌 *Dictyostelium rosarium* Raper et Cavender 中有时存在着这种分支,而在分叉网柄菌 *D. bifurcatem* Cavender 中比较常见;次级分支是很常见的,并且具有多种不同的形式,如轮柄菌属 *Polysphondylium* Brefeld 的种具有轮状分支,而金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* Cavender, Raper, & Norberg 具有很多但不规则的分支,毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* Brefeld 和紫网柄菌 *D. purpurn* E. W. Olive 则偶尔会出现分支<sup>[53]</sup>。

网柄菌的孢子产生于各种类型的孢堆果中,孢子的形态特征是网柄菌分类和鉴定的一个重要的标准,在大多数种中,孢子为长椭圆形、卵圆形或球圆形,在目前所报道的网柄菌的所有种中,只有玫瑰网柄菌 *D. rosarium*, 乳白网柄菌 *D. lacteum* van Tieghem, 乳白网柄菌乳状变种 *D. lacteum* van Tieghem var. *papilloideum* Cavender 以及木贼状轮柄菌 *P. equisetoides* Cavender, Landolt, Stephenson, N. Cavender & Vadell 这几个种的孢子为球圆形。网柄菌孢子具含纤维素的光滑细胞壁,螨、鸟、蝙蝠等是常见的孢子传播媒介。网柄菌属 *Dictyostelium* Brefeld 的孢子形态特征和大小都是比较稳定的,许多种的孢子都是比较均一的,而轮柄菌属 *Polysphondylium* 和网柄菌属 *Dictyostelium* 的另外一些种的孢子具有明显的质粒,而且通常是在孢子的两端,这就是在描述孢子形态时所提到的极粒。极粒揭示出了轮柄菌属 *Polysphondylium* 和网柄菌属 *Dictyostelium* 间存在一定的亲缘关系,而且,极粒的有无在一定程度上也反应了网柄菌的一些培养特性:具有极粒的种对集合信号

环磷酸腺苷并无趋性,而且未集合的黏变形体也不会形成小胞囊,而近年来有关网柄菌小亚基 rRNA 和  $\alpha$ -微管蛋白的研究结果表明含有极粒的网柄菌的种更接近于系统树的根部<sup>[49]</sup>。虽然到目前为止,还不清楚极粒在网柄菌的进化和生活史过程中到底起着一个什么样的作用,但是这却是网柄菌分类和鉴定的一个重要依据,它在光学显微镜下可以很容易得观察到,因此可以依据极粒的有无将其划分为不同的种。

在适宜的条件下网柄菌孢子萌发,萌发时孢子壁破裂,释放出单核单倍的黏变形体,黏变形体具线状假足,靠吞噬作用摄食细菌,并在食物泡囊中消化掉,黏变形体随着取食和生长进行分裂,最终产生许多单核的黏变形体,当一个种群的细胞数量达到某一最低值时,黏变形体停止取食并发育出集群中心。在黏变形体到达集群中心以后,形成假原质团,随后假原质团进行迁移,迁移停止后拔顶形成孢堆果,有的种假原质团不经迁移直接拔顶形成孢堆果。

在网柄菌的生活循环中,存在三种分化的方向,即形成孢堆果、大胞囊和小胞囊。在营养充足的条件下容易形成孢堆果;在条件不利时,未集合的黏变形体囊化,形成小胞囊,小胞囊是一个暂时的休眠阶段,使细胞在不能正常完成生活史的条件下得以存活,环境条件有利时,小胞囊萌发,释放出黏变形体,重新开始其生活史循环;当营养缺乏或者光照和温湿度等条件不利于子实体形成时,集合后的黏变形体分化形成大胞囊,这也被认为是网柄菌的有性生殖阶段。在适宜的条件下,大胞囊萌发,释放出大量黏变形体,重新开始它们的营养体阶段。网柄菌的一些种,例如毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 和小网柄菌 *D. minutum* Raper, 大胞囊形成于一些自交亲和的某些株系中;而另外一些种,例如极大网柄菌 *D. giganteum* Singh 和玫瑰网柄菌 *D. rosarium*, 只有在与它们自身相亲和的一些菌株配合以后才有可能产生大胞囊。很多细胞状黏菌在条件不利的情况下黏变形体都可以囊化形成大胞囊或小胞囊,进入休眠状态,囊化的黏变形体的抗逆性比较强,但比孢子的抗性差一些。

按照真菌学字典第九版,网柄菌亚纲 Dictyostelidae 下包括一个目,即网柄菌目 Dictyosteliales,目的形态特征代表了亚纲的特征。网柄菌目下包括两个或三个科,这种不确定性是因为对网柄菌下面的托果菌属 *Coenonia* van Tieghem 的了解仅仅来自原始的描述,它的一些特征和网柄菌科 Dictyosteliaceae 非常相似,而它的另外一些特征却显示出和网柄菌目其它两个科都有所不同,到底托果菌属 *Coenonia* 是属于网柄菌科 Dictyosteliaceae 还是应该另建立一个科,只有在等再次发现托果菌并仔细研究之后才能做出准确的判断。在本研究中将托果菌属 *Coenonia* 置于网柄菌科 Dictyosteliaceae 下。尽管网柄菌科 Dictyosteliaceae 和管柄菌科 Acytosteliaceae 有很多相似的特征,但是也很容易将它们区分开来,它们主要的区别在于网柄菌科 Dictyosteliaceae 的柄具有细胞状结构而管柄菌科 Acytosteliaceae 的柄为非细胞状结构。按照 Cavender(1990)的系统,根据孢堆果的形态结构,颜色及蛞蝓体的形态特征,在网柄菌科 Dictyosteliaceae 下划分三个属,即网

柄菌属 *Dictyostelium*，轮柄菌属 *Polysphondylium* 和托果菌属 *Coenonia*。网柄菌属 *Dictyostelium* 具有分支或不分支的孢堆果柄，但分支决不轮生；轮柄菌属 *Polysphondylium* 具有轮状分支的孢堆果柄；托果菌属 *Coenonia* 柄具有细胞状结构并具有锯齿状外表<sup>[6]</sup>。

网柄菌的归属一直存在着很多分歧，大多数菌物学工作者认为它们是不形成菌丝的真菌，并曾将其划归到黏菌门(Myxomycota)中；而另外一些学者却认为它们与原生动物的关系更为接近。网柄菌内部成员的分类也一直存在着争议，这一方面是因为网柄菌的孢堆果形态易于受环境条件和培养条件的影响而使其形态特征表现并不完全一致，另一方面也是因为其本身独特的形态结构。与高等真菌和植物有所不同的是，网柄菌的发育过程和形态建成存在着先后的关系，不能仅仅根据其营养体的差别来进行分类，因为在很多情况下黏变形体是非常相似的。而由于遗传变异的存在，网柄菌中一些种的不同株系间存在着形态上的差异，在某些情况下，这些差异无关紧要，但是在某些情况下，尤其是对于那些世界性广布种来说，这些差异有可能模糊了一些相似种之间的本质区别，就像毛霉状网柄菌复合种 *Dictyostelium mucoroides* Complex 的一些株系<sup>[53]</sup>。这样可能造成网柄菌的某些种分类上的混乱。

网柄菌属 *Dictyostelium* 中大部分种是无色或者白色，但是有些种具有很明显的颜色，例如紫网柄菌 *D. purpurn*，孢子团紫色，成熟时颜色更深，柄也具有明显的紫色或者粉色，而墨西哥网柄菌 *D. mexicanum* Cavender, Worley & Raper 的孢子团和柄具有金色或者象牙黄色，在其它一些种中，也有些具有不明显的颜色，而且在某些条件下会发生变化，这在金黄网柄菌 *D. aureum* E. W. Olive 和一些基部钉状的种中表现的尤为明显，金黄网柄菌 *D. aureum* 的孢子团象牙黄色而柄无色，但在金柄网柄菌 *D. aureostipes* 中却正好相反，甚至在盘基网柄菌 *D. discoideum* 中，孢子团一般是白色或奶油色，但是在其它一些条件下，孢子团为黄色。

轮柄菌属 *Polysphondylium* 目前报道的 17 个种中，除紫轮柄菌 *P. violaceum* Brefeld 具有明显的紫色，独立轮柄菌 *P. solitarium*，长尖轮柄菌 *P. acuminatum* 具有淡紫色之外，其它种均为无色或者白色<sup>[13, 50]</sup>。

而对网柄菌科中另一个属托果菌属 *Coenonia* 的了解也仅仅来自 van Tieghem(1884 年)对它的描述，后来再无人发现过它<sup>[53]</sup>。

### 1.3 国内外研究概况

和真黏菌一样，网柄菌的归属也一直处于不断的变化之中。最初它和集胞菌门被归于菌物有机体中，置于同一纲甚至同一亚纲之下，统称为集胞菌(Acrasidae)。而在最新的八界系统中，网柄菌门和集胞菌门则被认为是原生生物，虽然它们在形态学、营养方式和生态学上关系十分密切，但是它们却没有共同的进化历史，而它们却也都同是菌物学工作者们研究的对象<sup>[6]</sup>。

尽管 E. W. Olive 承认在网柄黏菌与集胞黏菌之间存在的差异，但他仍将这两个类群划分在同一目下，直到 1975，L. S. Olive 才正式将这两个类群划分为两个不同的分类级别较高的类群，即网柄菌门和集胞菌门<sup>[6]</sup>。

对网柄菌的研究最早始于 1869 年。但早在 1863 年，Coemans 就观察到了毛霉状网柄菌 *Dictyostelium mucoroides* 并对其进行了描述，当时，他误将其鉴定为 *Rhizopus nigricans* 的无性繁殖阶段<sup>[53]</sup>。1869 年，德国真菌学家 Oskar Brefeld 发现并描述了毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*，并以它为模式种建立了网柄菌属 *Dictyostelium*。网柄菌属 *Dictyostelium* 是网柄菌亚纲 Dictyostelidae 中最早建立，也是种类最多的一个属，而毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 则是网柄菌属 *Dictyostelium* 中最常见，分布最广的一个种。当时，Brefeld 误认为黏变形体集合之后，个体之间互相融合形成原质团，直到 1884 年，van Tieghem 在他的一篇文章中才正式将这个错误纠正过来，在此之前(1880)，van Tieghem 在他的另一篇报道里就曾描述过黏变形体集合之后，个体间并不融合的特性，van Tieghem 也是第一个清楚的认识细胞状黏菌的本质和其独特特点的学者<sup>[53]</sup>。

在继 Brefeld (1869) 对毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 正式报导之后，van Tieghem(1880) 对红网柄菌 *D. roseum* van Tieghem 和乳白网柄菌 *D. lacteum* 首次进行了描述，并详细描述了他观察到的 Brefeld 早先描述的毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 菌株的生活史，同时，建立了集胞菌“Acraisiées”科，当时包括了网柄菌属 *Dictyostelium*，集胞菌属 *Acrasis* van Tieghem 和早先 Cienkowski 建立的斑瘤菌属 *Guttulina* Cienkowski 三个属，强调了它们共同的特征是黏变形体集合后个体之间并不融合<sup>[53]</sup>；1884 年，van Tieghem 在他的另一篇文章中描述了另一个新属托果菌属 *Coenonia*，但是遗憾的是，直到今天也没有人重新发现过这个属<sup>[53]</sup>；同一年(1884 年)，在并未参考 van Tieghem 的文章之前，Brefeld 详细的介绍了对毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的进一步研究，同时，近乎完美的描述了一个新种紫轮柄菌 *Polysphondylium violaceum* 和以它为模式种建立的新属轮柄菌属 *Polysphondylium*。在 Brefeld 对紫轮柄菌 *P. violaceum* 的描述中不仅注意到了其精巧微妙的形态(即具有轮状分支)，而且详细阐述了紫轮柄菌 *P. violaceum* 和毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的整个无性生活史阶段，特别强调了它们具有相似的生活史循环，并且，此时他已认识到了网柄菌黏变形体集合时个体间并不融合的这个特征，提出了假原质团 *Pseudoplasmodium* 或 *Scheinplasmodium* 这个概念，随后被广为接受并沿用至今<sup>[13, 53]</sup>；1885 年，Marchal 报道了网柄菌属 *Dictyostelium* 的另一个新种圆头网柄菌 *D. sphareocephalum* (Oud.)Sacc. Et March; 1895 年，M. Grimm 证实了 Brefeld 在 1884 年所描述的毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的生活史，并补充了在其生活史过程中核分裂这个信息；1899 年，G. A. Nadson 首次报道了毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 可以与细菌 *Bacillus fluorescens liquefaciens* 一起共同培养，他认为，这两个类群存在共生关系，并且细菌喜欢细胞性黏菌在培养基上所分泌的一种碱性物质，而黏变形体则依靠细菌悬液中的一些营养物质生存；1902 年，E. W. Olive 出版

了第一本有关集胞菌的专著《Monograph of the Acrasiae》，在这本著作中所包含的内容大部分是关于对网柄菌的研究论文和资料，一共记载了网柄菌属 *Dictyostelium* 的七个种，包括他之前曾描述过的三个新种紫网柄菌 *D. purpureum*，金黄网柄菌 *D. aureum* 和短基网柄菌 *D. brevicaulis* Olive，在这本专著中，E. W. Olive 使用了 van Tieghem 提出的“Acraisiées”英语化的这个名词，但他包括了 *Diolophrys* 和网黏菌属 *Labyrinthula* 这两个属，因为它们同样具有假原质团<sup>[53]</sup>。Olive(1902 年)强调了黏变形体的生长、分裂和细胞集合这个阶段与子实体的形成是两个短暂分离的阶段，他猜测细胞集合可能是受某一种信息素的调控，因为在将毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 和紫轮柄菌 *P. violaceum* 混合培养时，它们还是各自形成自己的子实体<sup>[53]</sup>。Olive 最大的贡献在于他对网柄菌分类上的贡献，虽然后来不断有新种被发现和报道，但在此后的很多年，E. W. Olive 的这本专著是网柄菌研究工作者不可或缺的一流参考书。在 E. W. Olive 专著出版的同一年(1902 年)，Potts 发现在玉米凝胶培养基上，网柄菌只有在细菌存在的时候才会发育，而且他用 *Bacterium fimbriatum* 为食物成功的分离得到了胞状黏菌，接着，他又用许多合成培养基深入研究了这两个类群之间的关系，尽管他错误的认为黏菌是在胞外消化细菌，但是他却准确无误的判断出网柄菌是以细菌为食物的。更重要的是他还注意到改变培养基后细菌对网柄菌生长可能施加的影响，他发现毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 在弱酸至弱碱的培养条件下生长比较好，他用 *B. subtilis*，*B. megatherium* 和 *B. fluorescens liquefaciens* 作为食物在纯培养基上成功的让黏变形体生长发育，这有力的驳斥了 Nadson 关于毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 与 *B. fluorescens liquefaciens* 存在共生关系的论断<sup>[53]</sup>。1903 年，Vuillemin 清楚地认识到了 *B. fluorescens liquefaciens* 与毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 之间的关系，他毫不含糊的认为网柄菌只有在细菌存在的时候才会生长发育，细菌被黏变形体摄食并消化掉<sup>[53]</sup>。在随后近三十年间，有关网柄菌的研究报道并不多，而且几乎所有的报道都集中在对毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的研究<sup>[53]</sup>。值得一提的是，哥伦比亚大学的 R. A. Harper 深深的被网柄菌生活史每个阶段所呈现出的特点所吸引，开展了对网柄菌孢堆果发育学的研究，在 1926 年至 1932 年间，他发表了三篇有关毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 和紫轮柄菌 *P. violaceum* 孢堆果发育系统性研究的文章。在他的第一篇文章(1926 年)“Morphogenesis in *Dictyostelium*”中提出了孢堆果“Sorocarp”这个名词，用来代替网柄菌完整的子实体形态<sup>[45]</sup>；他的第二篇报道“Morphogenesis in *Polysphondylium*”中提出了另外一个名词孢堆原“Sorogen”来代表假原质团停止移动后开始形成孢堆果时的阶段<sup>[46]</sup>；他的第三篇文章介绍了光照对轮柄菌子实体形成的影响<sup>[47]</sup>。在 R. A. Harper 的鼓励下，美国农业部的 K. B. Raper 对这一类群产生了浓厚的兴趣并开始对其进行研究，并由此将网柄菌的研究提到了一个新的高度。

1935 年，K. B. Raper 教授发现并报道了盘基网柄菌 *D. discoideum*，随后，对其开始了系统研究，并由此把网柄菌纳入了生物学的研究范畴。随后，有关这一类群的研究越来越吸引着广大学者的注意，相关的报道越来越多，盘基网柄菌 *D. discoideum* 也成为了细

胞分化研究中一个十分重要和常见的模式生物体。

网柄菌的研究一直延续至今并在不断的向前发展着。在网柄菌研究历史中, 1941 年可以认为是承前启后的一年, Harper, Arndt 和 Raper 的相关研究重新激发了人们对网柄菌研究的兴趣<sup>[53]</sup>。1944 年, 普林斯顿大学 John Bonner 对网柄菌的影像研究更是将这一领域的研究扩展开来, 很多实验室有关网柄菌的研究都逐渐开展起来<sup>[9]</sup>。1932 年至 1959 年间, 有关网柄菌的研究论文至少不少于 100 篇, 这一数字是从 1869 年发现这一类群后六十多年间全部论文的四倍。

随后(1959, 1967), John Tyler Bonner 在其著作《The Cellular Slime Molds》中将之前涉及到网柄菌的所有文献收集在了一起<sup>[10, 11]</sup>; 1961 年, H. Krezmieniewska 在其名为“Acrasieae”的文献中提供了他自认为很粗略的细胞状黏菌图鉴<sup>[53]</sup>; 1975 年, L. S. Olive 的《The Mycetozoans》一书中“Dictyostelia” 这章较为全面的包含了有关网柄菌的一些内容<sup>[52]</sup>; 1982 年, W. F. Loomis 的著作《The development of *Dictyostelium discoideum*》中详细的阐述了盘基网柄菌 *D. discoideum* 的相关研究内容<sup>[53]</sup>; 1984 年 Raper K. B. 出版了《The Dictyostelids》, 详细地介绍了网柄菌研究历史, 网柄菌生活史、生态分布、分离方法等等, 收录了 1982 年以前所报道的网柄菌门 Dictyosteliomycota 和集胞菌门 Acrosiomycota 的所有种, 包括网柄菌属 *Dictyostelium* 37 个种, 轮柄菌属 *Polysphondylium* 6 个种。但在这本著作中, 他将短基网柄菌 *D. brevicaulis* 和强基网柄菌 *D. firmibasis* Hagiwara 这两个种认定为毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的异名<sup>[53]</sup>。《The Dictyostelids》是网柄菌研究较为全面的参考书。

从二十世纪 70 年代至今, 日本的 Hagiwara 发现并报道了大量新种, 并且对网柄菌许多种的交配型进行了详细的研究<sup>[31-44, 54]</sup>; 美国的 James C Cavender, Steven L. Stephenson, John C. Landolt, 阿根廷的 Eduardo M. Vadell 等也一直活跃在网柄菌研究领域, 发表了大量的新种, 并对网柄菌的生态分布方面进行了大量的研究<sup>[14-27, 50, 51, 55-57]</sup>。

现在, 世界上每年都有大量有关网柄菌的论文的发表, 并不断有新种或新变种的发现, 到目前为止, 世界上共报道网柄菌属 *Dictyostelium* 种和变种计 78 种; 轮柄菌属 *Polysphondylium* 17 种。有关网柄菌的研究也涉及到了很多不同的方面, 特别是在细胞学方面的研究报道更是不胜枚举。

至于网柄菌科中的另一个属—托果菌属 *Coenonia* 据描述来自于腐烂的蜂窝豆上, 但是从 van Tieghem(1884)后至今, 却从未再次见到过它<sup>[53]</sup>。

我国有关网柄菌的研究起步较晚, 且开展的工作极少。1981 年白容霖对我国东北地区的网柄菌进行了初步研究, 报道了网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的五个国内新记录种, 包括毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*, 盘基网柄菌 *D. discoideum*, 小网柄菌 *D. minutum*, 紫网柄菌 *D. purpurum* 和紫轮柄菌 *P. violaceum*<sup>[1, 2]</sup>, 随后(1991 年), 崔俊涛对我国东北地区网柄菌属细胞状黏菌进行了较为详细的研究, 共报道 10 种, 包括小

网柄菌 *D. minutum*, 毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 和盘基网柄菌 *D. discoideum* 以及 7 个国内新记录种, 即金柄网柄菌瑞士变种 *D. aureo-stipes* var. *helvetium*, 多头网柄菌 *D. polycephalum*, 极大网柄菌 *D. giganteum*, 单轴网柄菌 *D. monochasioides*, 娇弱网柄菌 *D. delicatum*, 纤细网柄菌 *D. tenue* 和根足网柄菌 *D. rhizopodium*<sup>[3]</sup>。至此, 共报道我国网柄菌 2 属 12 种。另外, Hagiwara H. 等在我国台湾首次发现了大头网柄菌 *D. macrocephalum* Hagiwara, 并且认为这是一个热带和亚热带地区的广布种<sup>[36]</sup>。在作者开展本研究之前, 共报道我国网柄菌 2 属 13 种。而从 1991 年到现在, 我国有关网柄菌分类方面的研究一直处于空白阶段。而网柄菌是生命现象的重要研究对象, 我国亟待大力开展针对网柄菌的相关基础性研究; 亟待加强对这个类群的认知和了解。

## 第二章 材料与方法

### 2.1 基物的采集和保存

作者从西藏, 吉林, 辽宁等地采集得到基物共 200 余份, 用于网柄菌的分离。

#### (1) 采集工具

塑封袋, 简易自制保温箱(4℃), 铲子, 小刀

#### (2) 采集地点选取

本实验过程中采集地点选取了阔叶林下, 针叶林下, 草地下, 大田。样品除了土壤还有腐烂的落叶, 树桩。

#### (3) 采集方法

随机选取采集点, 采集土样时除去表层土, 每袋采集大约 50g 土, 封好, 装入事先准备好的简易的保温箱里, 如果不方便制作和携带保温箱, 在采集完之后应尽快将基物存放于阴凉干燥处, 以免影响分离的效果。

#### (4) 基物的保存

作者采集所得基物存放于 4℃左右的冰箱里。

作者在实验过程中发现, 在 4℃左右的冰箱里保存的基物在放置了八个月之后, 分离的效果和最初采集时的分离效果并无多大差异。

### 2.2 分离和鉴定

本研究采用的是 Cavender 与 Raper 所描述的网柄菌分离方法, 在实验过程中根据需要加以改进。

#### (1) 分离用具

接种环            灭菌

培养皿            灭菌

医用注射器        灭菌

#### (2) 观察鉴定工具

NIKON (SMZ1500)实体解剖镜

NIKON (SMZ1000)显微镜

LEICA (DM 1000)显微镜

CANON 数码照相机

#### (3) 培养基

##### ①分离用培养基:

干草汁琼脂培养基

本实验中所用的干草为干稻草和狗尾草两种。

稻草或狗尾草事先洗净, 晾干, 1L 蒸馏水中加入 50~100g 干草, 煮 40 分钟至一个小

时，过滤，然后加入 15~20g 琼脂，然后高压灭菌 20 分钟。

②纯化，观察，保存用培养基:

水琼脂培养基

1L 蒸馏水中加入 12~15g 琼脂粉，然后高压灭菌 20 分钟。

③大肠杆菌培养用培养基:

LB 液体培养基

1L 蒸馏水中加入 5g 酵母粉，10g 牛肉蛋白胨，10gNaCl，充分溶解后高压灭菌 20 分钟。

LB 固体培养基

在 LB 液体培养基中加入 12~15g 琼脂粉，充分溶解后高压灭菌 20 分钟。

(5) 分离顺序

① 分离用培养基的制作

分离两周前将干草浸汁琼脂培养基制作好，使其表面水分充分蒸发掉

② 大肠杆菌悬液的制作

分离前三天将大肠杆菌接种于 LB 固体培养基上，第二天挑取单菌落置于 LB 液体培养基中，30 至 35℃，200 转/分，摇床培养 36 至 48 个小时后备用。

③ 分离基物悬浊液的制作

每份基物称取 5 克放入 150ml 三角瓶中，加入 50ml 蒸馏水，每分钟 200 转，25℃ 震荡 1~2 个小时，然后静止十五分钟。

④ 分离

将事先准备好的大肠杆菌悬液加入事先倒好的干草浸汁琼脂平板上，每个平板加入 0.4 毫升左右，使其充分布满整个平板上，然后加入 0.5 毫升左右基物悬液，并使其与大肠杆菌悬液充分混合。每个基物至少设五个重复。以上操作都是在无菌条件下进行。

随后，将标记好的平板置于 25℃ 培养箱中在自然光下培养，三天后开始观察网柄菌分离情况，每天至少观察一次并记录，观察一般持续到第七天。

⑤纯化

将分离得到的无污染菌株移植到水琼脂平板上，置于培养箱中 25℃ 培养，24 小时后观察。

⑥观察

记录网柄菌集合的特征，假原质团的特征，孢堆原的特征和孢堆果最初的外观形态，照相。

⑦鉴定

首先将孢堆果形成完好的平板置于实体解剖镜下观察其孢堆果的生长状态，分支情况，孢子团和柄的颜色，并记录照相；随后将平板置于显微镜下测量其孢堆果，柄和孢子

团的大小，并记录；最后用挑针或镊子将完整的孢堆果挑出，置于显微镜下，观察其柄和孢子的显微形态，大小，并照相，记录。

将外观形态和显微形态描述完整的种参照已发表并被 INDEX OF FUNGI 收录和引用的种的形态，并结合其孢堆果发育各个阶段的特点，进行准确的鉴定和分类。

## 2.3 菌种的保存

### ① 短期保存(一年以内)

在水琼脂平板上培养的子实体完全形成之后，用封口膜将平板封好，置于 4~8℃ 的冰箱中保存，每隔三个月转一次，以保持其孢子的活性。

### ② 长期保存

在水琼脂平板上培养的子实体完全形成之后，用封口膜将平板封好，置于 -80℃ 的超低温冰箱中保存。

### 第三章 网柄菌科分类研究

在最新的八界系统中,网柄菌门被划归于原生动物界 Protozoa,下设网柄菌亚纲,网柄菌目,网柄菌科和管柄菌科,网柄菌科下包括网柄菌属 *Dictyostelium*,轮柄菌属 *Polysphondylium* 和托果菌属 *Coenonia*。因为托果菌属 *Coenonia* 的特殊性,而且作者在本实验过程中并未有幸分离得到它,因此,本论文对网柄菌科的研究实质上只是对网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的研究。

网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 之间具有非常密切的亲缘关系。早在 1884 年,在对托果菌属 *Coenonia* 的报道中, van Tieghem 就曾对如何明确的区分这两个种提出过疑问,他说“即使在同一个种中子实体也有可能具有分支或不分支的情况” Potts 也表示出了同样的疑问, Olive(1902)也注意到了在轮柄菌属 *Polysphondylium* 培养过程中形成的与网柄菌属 *Dictyostelium* 相似的子实体,他认为这表明了网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 之间存在着密切的关系,同时他也指出“轮柄菌属 *Polysphondylium* 存在的轮状分支,且分支长度基本一致这个稳定的特征说明轮柄菌属 *Polysphondylium* 和网柄菌属 *Dictyostelium* 间在生理和形态结构上存在着重要的差别”。1976 年, Traub 和 Hohl 共同发表了名为“关于网柄菌分类的新观点”的文章,文中指出,现阶段划归于网柄菌属 *Dictyostelium* 的很多种都有许多与轮柄菌属 *Polysphondylium* 相近的特征,尤其是与紫轮柄菌 *P. violaceum* 的特征尤为接近。但他们并不认为应该取消轮柄菌属 *Polysphondylium*, 相反,他们认为应该在网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 间建立一个过渡的属<sup>[53]</sup>。随后(1977), Traub 介绍了一个新属异柄菌属 *Heterosphondylium*, 这个属包括那些无轮状分支,但是具有许多与轮柄菌属 *Polysphondylium* 特征相似的种,但是他并未正式发表这个属。尽管这种建立一个过渡属的观点有可能从本质上反应了网柄菌属 *Dictyostelium* 与轮柄菌属 *Polysphondylium* 之间存在的亲缘关系,但是直到现在我们也没有找到足够的证据来认识和接受这个新属的建立<sup>[53]</sup>。迄今为止,仍然把孢堆果柄不分支或具有不规则分支的种划归到网柄菌属 *Dictyostelium* 中。

至于网柄菌科中的另一个属—托果菌属 *Coenonia* 据描述来自于腐烂的蜂窝豆上,但是从 van Tieghem(1884)后至今,却从未再次见到过它。

作者通过采集西藏,吉林,辽宁等地基物 200 余份,在实验室对其进行网柄菌分离,对所得到的种进行了详细的描述和讨论。(带\*\*为中国新记录种;带\*为省级新记录种)。

本文所研究标本均存放于吉林农业大学菌物研究所标本馆(HMJAU)。

本文所研究的网柄菌科分属检索表:

孢堆果柄无分支或具有不规则分支.....网柄菌属 *Dictyostelium*  
孢堆果柄具有轮生状分支.....轮柄菌属 *Polysphondylium*

### 3.1 网柄菌属 *Dictyostelium* 分类研究

网柄菌属 *Dictyostelium* 的描述

*Dictyostelium* Brefeld, in Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges. 7: 85-107, Taf. I-III, figs. 1-36(1869), and in Untersuch. Gesamtgeb. Mykologie 6: 1-34 (1884). Also Olive (E. W.), in Proc. Amer. Acad. Arts and Sci. 37: 338-341(1901), and in Proc. Boston Soc. Natur. Hist. 30: 451-513, 68 figs., in pls. 6-8 (1902).

模式种: *Dictyostelium mucoroides* Brefeld, in Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges. 7: 85—107, Taf. I—III(1869).

网柄菌属 *Dictyostelium* 是以毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 为模式种于 1869 年建立的。其一般形态特征为:

营养体为具多个核仁和线装假足,能够进行有限移动的黏变形体细胞,以摄食细菌为主,通过裂殖进行繁殖;子实体为有分支或无分支的孢堆果,由柄和孢子堆组成,孢子堆一般球形或近球形,无壁;孢子单细胞,长椭圆形,短圆柱形,近圆形或圆形,有壁,两端有或无突起的极粒或含有不规则的质粒。有的种可以产生大胞囊或小胞囊,或兼而有之。

网柄菌属在分类鉴定上最主要的特征为:孢堆果有无向光性;孢堆果生长状态;孢堆果柄有无分支;孢堆果柄和孢子团的颜色;孢子形状、大小;孢子有无质粒等。

目前世界上共报道网柄菌属 78 种,报道我国网柄菌属 12 种,包括 H. Hagiwara(1985)报道的从台湾分离得到的大头网柄菌 *D. macrocephalum* H. Hagiwara.

本文所研究的网柄菌属分种检索表

- |   |                               |                              |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| 1 | 孢子含有明显的极粒.....                | 2                            |
|   | 孢子无极粒或有不明显不规则的质粒.....         | 3                            |
| 2 | 孢堆果典型的簇生,细胞聚集时无群流.....        | 亚簇网柄菌 <i>D. cespitosum</i>   |
|   | 孢堆果散生或群生,细胞聚集时有明显或不明显的群流..... | 4                            |
| 3 | 孢堆果小,一般不超过 1.5mm.....         | 5                            |
|   | 孢堆果较大,一般 1.5mm 以上.....        | 6                            |
| 4 | 孢堆果柄亚顶端具分支.....               | 7                            |
|   | 孢堆果柄基部具分支或无.....              | 8                            |
| 5 | 孢堆果柄薰衣草紫色或无,有的具初级分支.....      | 囊膜网柄菌 <i>D. membranosum</i>  |
|   | 孢堆果柄无色或白色.....                | 9                            |
| 6 | 孢子团紫色或紫红色.....                | 紫网柄菌 <i>D. purpurm</i>       |
|   | 孢子团无色或者白色.....                | 13                           |
| 7 | 孢堆果柄金黄色或者黄绿色.....             | 金柄网柄菌 <i>D. aureo-stipes</i> |
|   | 孢堆果柄无色或略带淡黄色.....             | 娇柔网柄菌 <i>D. delicatum</i>    |

- 8 孢堆果无向光性,多散生.....双列网柄菌 *D. biserialis*  
孢堆果柄有向光性,多群生或簇生.....群生网柄菌 *D. gregarium*
- 9 孢堆果单生,散生,柄无分支.....10  
孢堆果散生或群生,柄有简单分支或无.....11
- 10 孢堆果柄由多列细胞组成.....小果网柄菌 *D. microsocarpium*  
孢堆果柄除基部外由单列细胞组成.....芋细网柄菌 *D. parvulum*
- 11 孢堆果柄近基部分支,较长,弯曲,缠绕.....密集网柄菌 *D. confertum*  
孢堆果柄分支较短或无.....12
- 12 孢堆果柄粗壮,由多列细胞组成.....多胞网柄菌 *D. multicellularis*  
孢堆果柄纤弱,除基部外由单列细胞组成.....小网柄菌 *D. minutum*
- 13 孢堆果由强烈向光性,大一般 5mm 以上.....极大网柄菌 *D. gigantum*  
孢堆果无向光性或不明显,很少超过 5mm.....14
- 14 孢堆果柄上部淡薰衣草紫色或透明,细胞聚集时无群流.....泡状网柄菌 *D. culliculosum*  
孢堆果柄无色或白色,细胞聚集时有明显或不明显的群流.....15
- 15 孢子具有不明显的极粒或质粒.....露珠状网柄菌 *D. roridum*  
孢子光滑,均匀.....16
- 16 假原质团迁移时形成连续或不连续的柄.....17  
假原质团迁移时不形成连续或不连续的柄.....毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*
- 17 孢子团残留物粘附于孢堆果柄顶端或亚顶端.....圆头网柄菌 *D. sphaerocephalum*  
无残留物粘附于孢堆果柄顶端或亚顶端.....圆头网柄菌无孢变种

*D. sphaerocephalum* var. *evespigium*

## 中国已知种

极大网柄菌 *Dictyostelium giganteum* Singh, in J. Gen. Microbiol. 1: 11—21, text fig. 1, pl. 1, figs. 1&2 (1947); Also Norberg in Ph. D. Thesis, University of Wisconsin, Madison, pp. 73-80, figs. 4A-F(1971); 崔俊涛, 吉林农业大学硕士学位论文(1991), P. 8-9, figs. VIII, IX.

## (图 1)

孢团果大, 散生, 具有强烈的向光性, 多平伏于培养基上, 白色; 柄白色或略呈蓝紫色, 无分支, 长 3~8cm, 由多列细胞组成; 孢子团白色, 近球形, 有的顶端具突起; 直径 135~268 $\mu\text{m}$ ; 孢子椭圆形或长圆形, 均匀无极粒, 一般为 2.1~3.9 $\times$ 5.5~7.0 $\mu\text{m}$ 。

研究标本号: MR 015

基物采集地: 吉林汪清

采集时间: 2007 年 9 月

采集人: 何晓兰

生境: 阔叶林下土, 针叶林下土, 落叶

该种的培养形态极易受环境条件的影响。该种也极易与网柄菌的其它种区别开来, 其子实体个体非常大, 而且向光性非常强烈。在本实验过程中, 该种出现的频率非常高, 在阔叶林和针叶林下土, 尤其是在庄稼地土里非常容易分离得到该种。在水琼脂培养基上用大肠杆菌悬液饲喂在自然光下培养时, 它的孢堆果朝着同一个方向生长, 柄通常平伏于培养基上, 而前端向上生长, 并产生白色的孢子团, 在本实验中这个种形成的孢子团数量非常有限, 而且大小差异较大, 作者认为这可能是培养温度过高所致。

毛霉状网柄菌 *Dictyostelium mucoroides* Brefeld, in Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges. 7: 85—107, Taf. I—III(1869). Also Olive in Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 37: 338-339(1901); and in Proc. Boston Soc. Natur. Hist. 30: 504-505, 45 figs., in pls. 6-8(1902); Harper in Bull. Torrey Bot. Club. 53: 229—268, figs. 1-33(1926); 白容霖, 真菌学报 2(3): 173~178(1983); 崔俊涛, 吉林农业大学硕士学位论文(1991), P. 6—7, fig. IV.

异名: *Dictyostelium brevicaulis* Olive, in Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 37: 340 (1901), and in Proc. Boston Soc. Natur. Hist. 30: 506, pl. 8, fig. 108 (1902).

*Dictyostelium firmibasis* Hagiwara, in Bull. Natl. Sci. Mus. (Tokyo), 14: 356, 358-359, fig. 4 (1971).

孢团果单生, 散生, 平伏, 斜立或直立于培养基上; 柄无色透明, 不分支, 由多列细胞组成, 长 1.5~4.7mm, 基部直径 13.9~43 $\mu\text{m}$ ; 孢子堆球形或柠檬形, 白色, 直径 113~179 $\mu\text{m}$ ; 孢子椭圆形, 长圆形, 均匀, 无极粒, 4.3~5.8 $\times$ 2.2~3.4 $\mu\text{m}$ 。细胞聚集时呈典型的辐射状, 假原质团具有一定向光性, 有的株系在环境条件不利时可产生大胞囊。

研究标本号: MR016

基物采集地：吉林长春；吉林汪清

采集时间：2007年7月；2007年9月

采集人：何晓兰

生境：针叶林下土；农作物地土壤

毛霉状网柄菌在细胞性黏菌中占有一个特殊的地位，它是网柄菌中第一个被人们认识的种，也是分布最广的一个种，因此它是网柄菌属 *Dictyostelium* 和网柄菌科 *Dictyosteliaceae* 中具有典型代表性的种。它的孢堆果大小可能因培养基的不同而不同<sup>[48]</sup>，并且在毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的一些株系中，大胞囊普遍存在。1984年，Raper修订了 Brefeld 对毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的描述，但是 Hagiwara 认为这种修订并不合理，违背了 Brefeld 对毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的最初描述，它所包含的范围过广，包括了7个甚至更多的在形态上具有明显区别的种。但是尽管这样，Raper 的观点还是被普遍接受。

小网柄菌 *Dictyostelium minutum* Raper *Mycologia* 33: 634, 1941. Also 白容霖，吉林农业大学硕士学位论文(1983)；崔俊涛，吉林农业大学硕士学位论文(1991), P. 5-6, figs. II, III. (图2)

孢堆果小，散生或群生，0.2~0.8mm，白色，有的具简单分支；柄无色，柄细胞除基部外均为单列；孢子堆白色或无色，梨形或球形，有的顶端具针状突起，直径为65~112 $\mu$ m，孢子椭圆形或卵圆形，均匀，无色，无极粒，大小4.1 $\times$ 2.1~3.2 $\mu$ m。细胞聚集一般不形成群流，直接在聚集处形成假原质团，不经移动直接形成孢团果，在环境条件恶劣时，未聚集的黏变形体形成小胞囊，在一些株系中可形成大胞囊，当环境条件适宜时，大胞囊或小胞囊萌发释放出黏变形体。

研究标本号：MR017

基物采集地：吉林汪清

采集时间：2007年9月

采集人：何晓兰

生境：落叶

小网柄菌 *D. minutum* 是网柄菌属 *Dictyostelium* 中仅次于毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 分布最广的种，Olive 从新西兰首次报道了这个种<sup>[7]</sup>。它广泛分布于冷温带和温带区域。个体非常小，因此不像子实体较大一些的种那样易于被发现，但是其优点在于繁殖能力特别强，只要分离得到一两个子实体就很容易扩繁出大量个体。

★紫网柄菌 *Dictyostelium purpureum* E. W. Olive, in *Proc. Amer. Acad. Arts Sci.* 37: 340(1901), and E. W. Olive, "Monograph of the Acrasieae," in *Proc. Boston Soc. Natur. Hist.* 30: 451~513, pl. 6, figs. 84&87, and pl. 7, figs. 98~104(1902); 白容霖，吉林农业大学硕士学

位论文(1983)。 (图 3) 辽宁省新记录种

孢堆果平伏于培养基上,具有明显向光性;柄浅紫色或粉红色,由多列细胞构成,无分支或偶尔有简单分支;孢子团球形,具乳突,紫色至近黑色,成熟时颜色深,直径 105~288 $\mu\text{m}$ ;孢子紫色,椭圆形,表面光滑,无突起极粒。细胞集群较大,辐射状,后分割为多个小的集合。

研究标本号: MR018

基物采集地: 辽宁平山

采集时间: 2007 年 8 月

采集人: 杨志鹏

生境: 阔叶林下土壤

这个种在北美分布非常普遍,印度、尼泊尔和日本等也曾报道过这个种。这个种于 1983 年在中国首次报道<sup>[1]</sup>。这个种区别于其它网柄菌最显著的特征在于其鲜艳的颜色。据报道这个种的一些株系可以产生大胞囊,但是在本实验中所分离出来的菌株并未观察到大胞囊的出现,而且其培养性状与极大网柄菌 *D. giganteum* 非常相似,同样具有强烈的向光性,孢堆果柄仅前端向上生长,并产生孢子团,孢堆果在培养基上交织呈网状。在本实验所分离的基物中,也只从采集于辽宁平山阔叶林下土中分离得到了这个种,并且孢堆果产生的孢子团很少,作者认为这可能是因为紫网柄菌 *D. purpurum* 的生长需要在有一定营养物质的培养基上才能表现出良好的生长性状,而本实验采用的均是未加营养的水琼脂培养基,在自然光条件下生长。

\* 娇弱网柄菌 *Dictyostelium delicatum* Hagiwara, in Bull. Natl. Sci. Museum 14: 359—361, 7—19. 5A—F(1971). 崔俊涛,吉林农业大学学报(1991),P. 6—7, fig. VI. (图 4)

西藏新记录种

孢团果直立或者斜立,散生,白色,无向光性,不分支或在近顶端部位具不规则分支;柄白色或无色,娇弱;孢子团无色或白色,球形或近球形,直径 75~155 $\mu\text{m}$ ,孢子长椭圆形,4.8~7.2 $\times$ 2.1~3.3 $\mu\text{m}$ ,有明显突起的极粒。细胞聚集时具有明显的辐射状细胞群流,后期分割为多个较厚的细胞聚集,分别形成孢堆果。

研究标本号: MR019

基物采集地: 西藏米林

采集时间: 2007 年 8 月

采集人: 何晓兰

生境: 阔叶林

这个种在形态上与金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 非常相似,在作者实验过程中分离到的这两个种的差别主要在于以下几点:(1)金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 孢堆果颜色为黄绿色或者黄色,而娇弱网柄菌 *D. delicatum* 为无色或者白色,(2)金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 的孢

堆果柄较娇弱网柄菌 *D. delicatum* 粗壮, 娇弱网柄菌 *D. delicatum* 的分支较少, 但有些远远超过文献报道的 2~8 个分支。并且作者分离得到的这个种也并不像文献报道中所描述的经常相互交织形成密集丛, 相反, 它的孢堆果经常是单个孢堆果直立生长, 即使是在生长后期也保持着单个个体独立存在的形式, 而并无交织。但是作者认为仅仅这些差别并不足以建立一个新种或变种, 因此还是将其鉴定为娇弱网柄菌 *D. delicatum*。

### 中国新记录种和新种

★ ★ 圆头网柄菌 *Dictyostelium sphaerocephalum* (Oud.) Sacc. Et March., in El. Marchal. “Champignons coprophiles de Belgique,” Bull. Soc. Roy. Botan. Belg. 24 : 74, Pl, III, figs. 1~4(1885). (图 5)

孢堆果散生或略群生, 直立, 斜立或平伏于培养基上, 偶尔有分支, 大小 1.0~3.0mm; 柄由多列细胞构成, 粗壮, 平均直径为 35~49 $\mu\text{m}$ ; 柄基部棒状或不明显, 顶部常弯曲; 孢子团白色或无色, 典型的球圆形, 较大, 直径 120~250(380) $\mu\text{m}$ ; 孢子卵圆形或胶囊形, 长椭圆形, 无极粒, 大小为 3.8~5.0 $\times$ 7.3~8.8 $\mu\text{m}$ 。细胞聚集初期无明显的细胞流, 辐射状, 后期细胞聚缩, 形成较明显的细胞集流, 通常一个集合形成一个孢堆原; 假原质团迁移后形成连续或不连续的柄。

研究标本号: MY021

基物采集地: 西藏林芝

采集时间: 2007 年 9 月

采集人: 何晓兰

生境: 花盆土

这个种区别于其它种的主要特征在于其孢堆果柄顶端和亚顶端的孢子和一些附属物质即使用挑针挤压也不会完全散开, 而是粘附在孢堆果柄上, 这也是区别于强壮网柄菌 *D. robustum* 的最显著的特征。本实验中分离得到的这个种很少有分支, 柄较粗壮。

★ ★ 金柄网柄菌 *Dictyostelium aureo-stipes* Cavender, Raper, and Norberg, in Amer.J.Bot. 66: 207~217, figs. 1~8(1979). (图 6)

孢团果直立或斜立, 散生或簇生, 有向光性, 具较多不规则分支, 侧支长 0.2~0.7mm, 由单列细胞组成; 柄淡黄色, 或微发绿, 柄长 2.1~3.9mm, 基部直径为 20~38 $\mu\text{m}$ , 由下向上渐细, 柄主轴由多列细胞组成; 柄顶端孢子团首先形成, 具乳突, 明显大于分支孢子团, 孢子团球形, 近球形或梨形, 乳白色或灰白色, 顶端孢子团直径 75~160 $\mu\text{m}$ , 分支处孢子团直径 25~50 $\mu\text{m}$ ; 孢子胶囊形或椭圆形, (2.5~4.5) $\times$ (4.5~7.5) $\mu\text{m}$ , 表面具极粒。

研究标本号: MR020

基物采集地: 辽宁平山, 吉林汪清

采集时间: 2007 年 9 月

采集人：杨志鹏，何晓兰

生境：阔叶林下土

实验中分离得到的种的顶端孢子团和分支孢子团都比以往所报道的金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 的孢子团要小，但其它形态结构基本一致，作者认为这有可能是由于分离基物的生境差异引起的；并且其顶端孢子堆的形成明显早于侧枝及其顶生孢子团的形成，但不知为何在以往所报道的文献中均未提到这一明显的特征。另据文献报道金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 的细胞聚集具有三种不同的形式：(1)细胞聚集时仅形成较小的突起，无群流；(2)细胞聚集时呈放射状，大小不一；(3)形成 5~10mm 的细胞群集流。在本实验中仅观察到了第一种和第三种细胞聚集形式。

露珠网柄菌 *Dictyostelium roridum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 7)

孢堆果散生，群生或簇生，直立或斜立，大小 0.8~5.0mm，一般 1.0~3.0mm；柄较粗壮，有的孢堆果柄基部有侧生小支，由基部至顶部逐渐变细，孢堆果柄中部至顶部常弯曲，由多列细胞构成；柄基部略膨大或棒状；孢子团较大，白色或半透明，后期呈水珠状，球形，不易破裂，后期呈露珠状，直径通常为 60~190(250) $\mu\text{m}$ ；孢子长椭圆形，卵圆形，有不明显的极粒或者不规则的质粒，孢子大小通常为 3.0~4.0 $\times$ 5.6~7.2 $\mu\text{m}$ 。细胞聚集时无明显的群流或者形成不规则的群流，一般一个集群形成一个孢堆原，分化形成孢堆果。未观察到大胞囊或小胞囊的形成。

Sorocarpia culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22°C plerumque solitaria, interdum pauca arcte fasciculata, erecta vel semi-erecta, 0.8–5.0 mm longa, plerumque 1.0–3.0 mm., Sorophora inaequalia et flexa ad medium longitudinis, robusta, plerumque ramosa ad bases, plerumque multicellularibus, gradatium angustus ex basis ad apices. Bases globosae vel clavatae. Apices plerumque multicellularibus. Sori grandis, globosus, primo albus et tandem roridum, plerumque 60–190(250)  $\mu\text{m}$  in diametro. Sporae ellipticae, interdum extremo abrupto et reniformes, granulis polaribus inconspicuis vel granulis irregularis, plerumque 5.6–7.2  $\times$  3.0–4.0  $\mu\text{m}$ . Aggregationes tumuli aequae dispersi elevati sine rivulis vel irregularis.

词源：孢堆果后期呈露珠状的孢子团

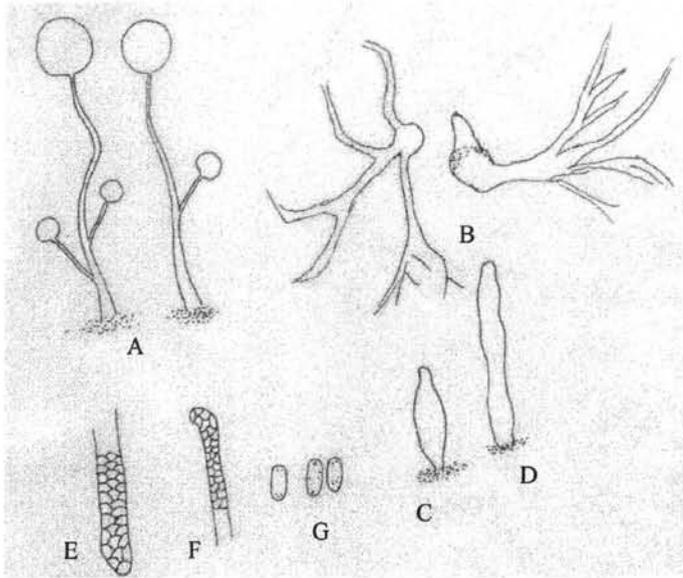
模式标本：MR 001，存放于 HMJAU

基物采集地：吉林汪清

基物采集时间：2007 年 9 月

采集人：何晓兰

生境：阔叶林下土



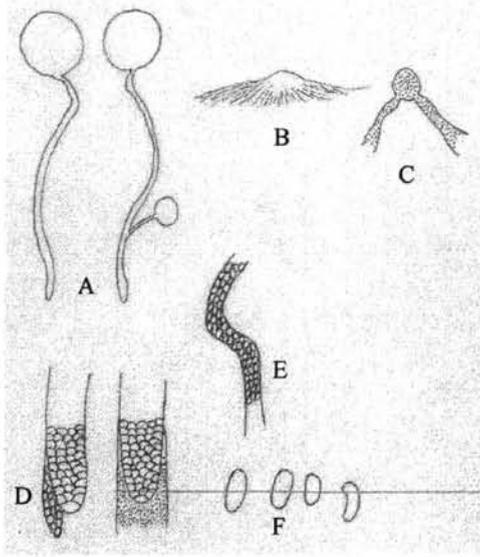
- A: 孢堆果  
 B: 不规则的集群  
 C: 孢堆原  
 D: 开始形成孢堆果  
 E: 孢堆果柄基部  
 F: 孢堆果柄顶端  
 G: 含有不明显极粒的孢子

这个种在形态上与毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 非常相似，它区别于毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 在于以下几个特征的结合：(1) 孢堆果柄粗壮，一般由多列细胞构成；(2) 孢子团较大，典型的球圆形，不易破裂，后期呈露珠状；(3) 孢子含有不明显的极粒或不规则的质粒；(4) 黏变形体集合时无明显的群流或形成不规则的群流。

**多胞网柄菌 *Dictyostelium multicellularium* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 8)**

孢堆果通常单生，偶尔成簇，直立或者半直立，白色，孢堆果较小，一般 0.4~1.5mm；孢堆果柄白色，较粗壮，柄顶端扭曲，比基部略窄，偶尔有分支，由多列细胞构成，直径为 35~60 $\mu$ m；柄基部棒状，一般下部具匍伏得柄，有的具有支撑细胞；孢子团白色，较大，球形或近球形，通常垂头，不易破裂，直径 160~240 $\mu$ m；孢子囊状，肾形或短圆柱形，镜下略带淡黄色，大小不一，通常大小为 7.6~8.6 $\times$ 3.2~4.2，光滑，无极粒。细胞聚集时呈放射状，初期无明显的细胞集流，后期细胞流收缩，加厚，形成较明显的细胞流，大的集群分割为多个小的集群，分化形成孢堆果；假原质团通常带柄迁移。黏变形体近圆形或梨形，较小。未观察到胞囊的形成，小胞囊多边形或不规则。

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 25 $^{\circ}$ C plerumque solitaria, interdum parum fasciculatus, erecta, 0.4-1.5 mm longa, plerumque 0.6-1.0 mm (media magnitudine 0.7 mm), raro eramosa. Sorophora hyalinoalbi, robustis, interdum ramosis, inaequalia et flexa ad apices longitudinis, plerumque multicellularibus composita, 35-60  $\mu$ m in diametro. Bases clavatae. Sori globosi hyalinoalbi 160-240  $\mu$ m in diametro. Sporae ellipticae, reniformes, sine granulis polaribus, plerumque 7.6-8.6  $\times$  3.2-4.2  $\mu$ m. Aggregationes radiatae.



- A: 无分支与具侧生小支的孢堆果  
 B: 集群初期  
 C: 集群后期  
 D: 孢堆果柄基部  
 E: 孢堆果柄顶部  
 F: 孢子

词源：柄非常典型的由多细胞组成

模式标本：MR 002 存放于 HMJAU

基物采集地：西藏林芝

基物采集时间：2007年8月

采集人：何晓兰

生境：高山松腐木桩

D. 区别于其它种的显著特征在于以下几个特征的结合：(1)孢子团较大，且不易破裂；(2)孢堆果较小，柄较粗壮；(3)假原质团通常带柄迁移；(4)柄从基部到顶部均由多列细胞组成，顶部拧扭。

这个种在 24~25℃ 的温度条件下不形成的孢堆果较小，而且往往在生活史的某一个阶段停止，它的适宜的生长温度为 20~23 度左右。

小果网柄菌 *Dictyostelium microsorocarpium* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 9)

孢堆果一般直立，斜立于培养基上，散生或单生，极小，但孢堆果个体间大小差异较大，孢堆果数量极少，大小 160~750μm；柄白色或者无色，无分支，粗壮，有的基部棒状，假原质团迁移过程中形成的柄由单列细胞构成且直径较上部小很多，柄上部直径一般 10~20μm，由多列细胞构成；孢子团球形，相对孢堆果较大，无色或白色，有的顶端具乳突，直径为 64~136μm；孢子镜下无色，长椭圆形或卵圆形，无极粒，大小 3.6~4.4×6.0~7.6μm。细胞聚集时呈辐射状，一般不分割为多个小的集群，一个集合形成一个单生的孢堆果，假原质团带柄迁移。未观察到胞囊的形成，小胞囊圆形。

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22℃ solitaria, erecta vel prona, eramosa, 0.16–0.75 mm longa, plerumque 0.8–1.2 mm (media magnitudine 0.98 mm).

*Sorophora plerumque robusta, crassa, 10–20 μm in diametro, plerumque multicellularibus. Bases clavatae vel longae (plerumque 1 cellulae), multicellularibus vel e strato cellularum singulo composite. Apices multicellularibus. Sori globosi hyalinoalbi, 64–136 μm in diametro. Sporae ellipticae vel oblongae granulis sine, plerumque 6.0–7.6 × 3.6–4.4 μm. Aggregationes radiatae. Microcystae praesentes.*

词源：极小的孢堆果

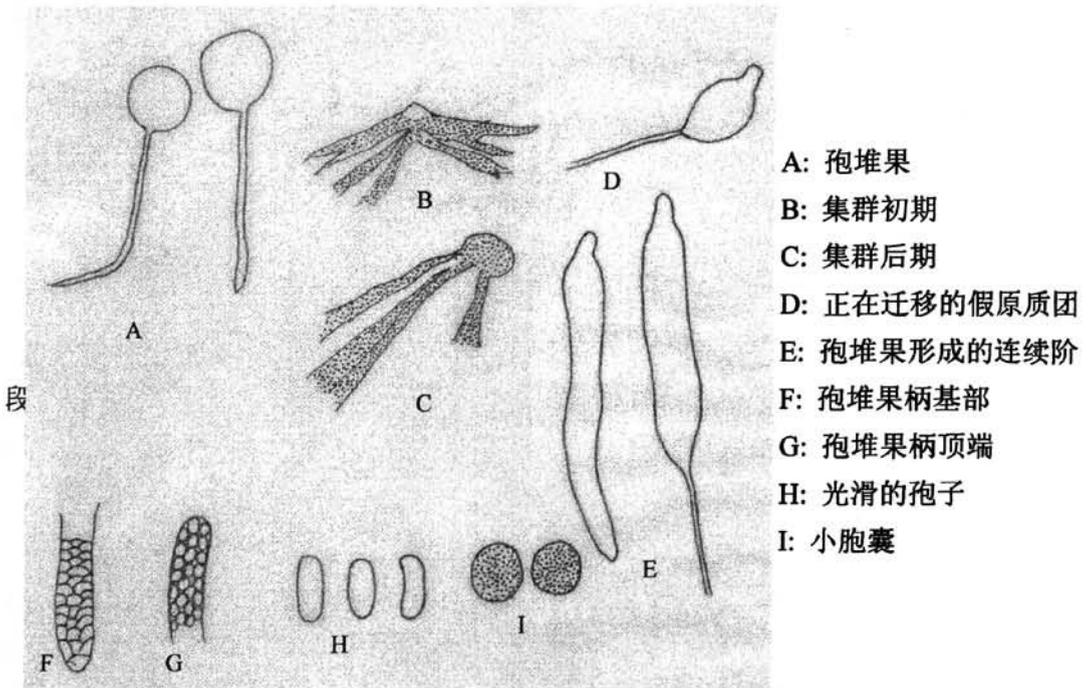
模式标本：MR 003 存放于 HMJAU

基物采集地：西藏鲁朗

基物采集时间：2007年8月

采集人：何晓兰

生境：草地下土壤



该种区别于网柄菌其它种最显著的特征为：孢堆果极小，典型的单生，绝无分支，而且往往产生的个体较少；柄由多列细胞构成，且由基部到顶部大小一般较均匀；孢子团相对孢堆果来说非常大；细胞集合有明显的细胞集流，一般一个集合形成一个孢堆原。在这个种间，虽然孢堆果都极小，但是个体之间的差异却很大，有的较大个体在培养基上可以很清楚和较轻易的就看到，而较小的个体却需要反复仔细的观察才能够发现，引起这个种个体间这种双重表现的原因还不清楚。这个种培养的最适温度不能超过 24℃，在 25℃ 以上时孢子萌发率明显降低，形成孢堆果的数量很少，而且孢子团往往不能完全形成。有大量小胞囊形成，圆形。

双列网柄菌 *Dictyostelium biserialis* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov.

(图 10)

孢堆果散生，偶尔 3~5 个孢堆果簇生，初期直立，半直立或平伏于培养基上，后期绝大多数平伏，基部圆形扩展；柄无色，纤弱，弯曲，基部有 1~3 个分支或无，分支短；基部和顶部棒状，顶部有时略膨大，基部由多列细胞构成，顶部一般由两列细胞构成，比中部略窄，长 1~2.3mm，径为 8~15 $\mu$ m；孢子团白色，梨形或柠檬形，有的顶端具乳突，大小为 90(60)~160 $\times$ 80(50)~200 $\mu$ m；孢子无色，椭圆形或胶囊形，大小 2.0~3.3 $\times$ 5.3~7.0 $\mu$ m，有明显的极粒。细胞聚集时有两种形式：(1) 集群初期较大但无明显的细胞流，随着细胞的不断聚缩，形成较明显的细胞集流，中间隆起为土堆状，后期大的群集分割为多个小的群集，细胞流加厚，变短，形成单生或簇生的孢堆果；(2) 细胞集群较小，无明显的细胞集流，后期细胞聚缩，形成较厚的土堆状隆起，随后分化形成单生的孢堆果。

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 25°C solitaria, interdum 3~5 fasciculata, primo semi-erecta vel erecta, tandem pronus, 1~2.4mm longa, basis rotundus vel expansus. Sorophora hyalinus, tenellus vel sinuosa, media 8~15 $\mu$ m in diametro, basis clavatus vel multicellularibus, interdum 1~3 rami ad basis, rami curtus. Apice plerumque 2-cellulae, interdum capitatus. Segmento teminali parum angustus quam medium. Sori globosus vel pyriformis, hyalinus, plerumque 90(60)~160  $\times$  80(50)~200 $\mu$ m in diametro, interdum pallidae ad apices. Sporae ellipticae, granulis conspicuus polaribus vel subpolaribus, plerumque 5.3~7.0  $\times$  2.0~3.3 $\mu$ m. Aggregationes tumuli aequae dispersi elevati sine rivulis, et tumuli rivulis complanatis paucis brevibus lacunosis in gradibus ultimis.

词源：孢堆果柄顶部一般由两列细胞构成

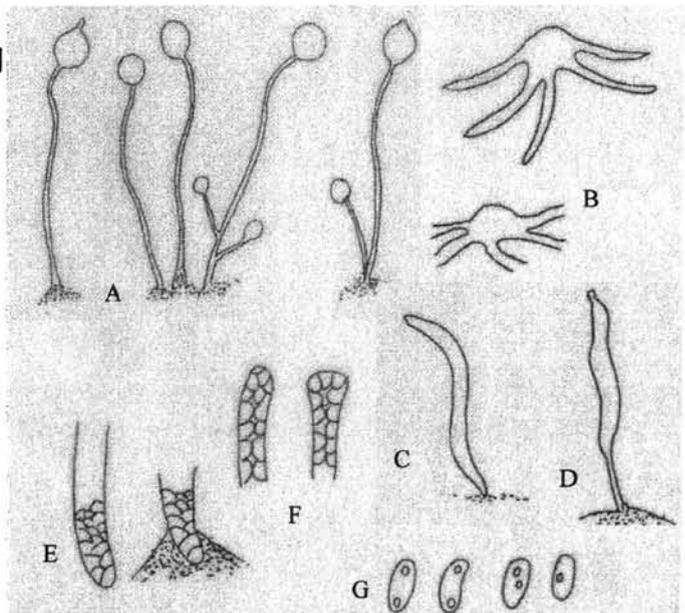
模式标本：MR004 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林汪清

基物采集时间：2007 年 9 月

生境：杨树落叶

- A: 孢堆果形态
- B: 黏变形体集群
- C: 正在形成的孢堆果
- D: 孢堆果形成的连续阶段
- E: 孢堆果柄基部
- F: 孢堆果柄顶部
- G: 具有明显极粒的孢子

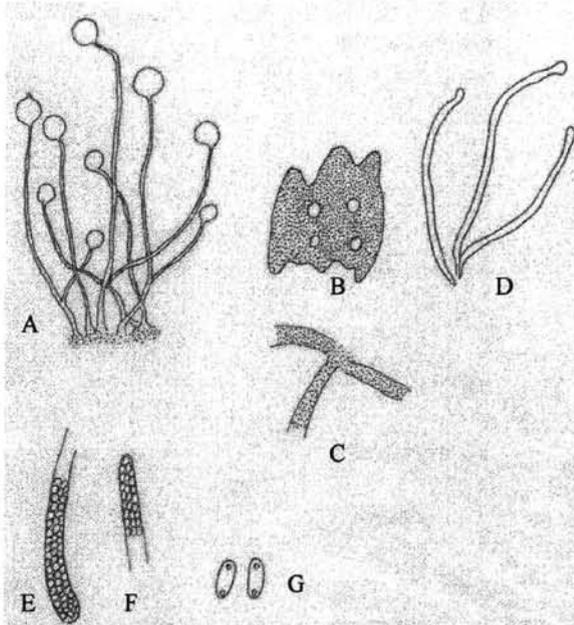


这个种与南方网柄菌 *D. australe* 很相似,但是这个种孢堆果柄绝不在近孢子团处着生分支,只是在柄基部或近基部处有侧生的小支;孢堆果柄顶部一般由两列细胞构成,而南方网柄菌 *D. australe* 孢堆果柄顶部一般由单列细胞构成;该种细胞集合一般表现为两种形式,大的集合后期从集合中心分割为多个小的集群,分化形成孢堆果,这与南方网柄菌 *D. australe* 有所不同。

**亚簇网柄菌 *Dictyostelium cespitosum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 11)**

孢堆果典型的簇生,直立或斜立,具有向光性,有的具初级和次级两种分支,大小差异较大,1~5mm,或者更大一些;孢堆果柄无色,较脆弱,一般由多列细胞构成,分支由单列细胞构成,由基部至顶端逐渐变细;孢子团白色,球形或近球形,有的孢子团顶端具乳突,直径为 60~150 $\mu\text{m}$ ;孢子无色,大小不均匀,一般在 6.3~8.0 $\times$ 2.5~3.8 $\mu\text{m}$  之间,有明显的极粒,不固定。细胞聚集时土堆状,无细胞集流,集合后期细胞聚缩,形成短而厚的细胞流或者直接分化形成簇生的孢堆果。

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22 $^{\circ}\text{C}$  typice fasciculata, plerumque erecta, 1–5 mm longa. Sorophora plerumque sinuosa inaequalia, plerumque multicellularibus composita, a basibus ad apicem angustata, eramosis vel interdum bifida aut ramo magno prope basin instructa. Sori globosi hyalinoalbi 60–150  $\mu\text{m}$  in diametro, interdum pallidae ad apices. Sporae plerumque ellipticae, irregulares, granulis consolidatis polaribus vel subpolaribus, plerumque 6.3–8.0  $\times$  2.5–3.8  $\mu\text{m}$ . Aggregationes tumuli aequae dispersi elevati sine rivulis, et tumuli rivulis complanatis paucis brevibus lacunosis in gradibus ultimis.



- A: 簇生的孢堆果
- B: 集群
- C: 集群后期
- D: 形成中的孢堆果
- E: 孢堆果柄基部
- F: 孢堆果柄顶部
- G: 具有明显极粒的孢子

词源: 典型簇生的孢堆果

模式标本: MR005 存放于 HMJAU

基物采集地: 吉林汪清

基物采集时间: 2007 年 9 月

采集人: 何晓兰

生境: 阔叶林下土

此种在形态上与簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 在形态上比较相似, 都是典型的簇生的网柄菌。亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 区别于簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 的特征在于: (1) 亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 的孢堆果大小差异较大, 而且几乎没有单生的孢堆果, 而且孢堆果几乎全都直立或斜立, 无孢堆果平伏于培养基上; (2) 其孢堆果柄一般由多列细胞组成, 分支由单列细胞构成, 而簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 孢堆果柄较纤弱, 很多孢堆果整个柄都由单列细胞构成; (3) 亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 孢子团(60~150 $\mu$ m)较簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 的孢子团要小(大多数 100~250 $\mu$ m 之间); (4) 簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 孢子较前者小, 为 5~6 $\times$ 2.2~3.0 $\mu$ m; (5) 簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 细胞聚集时多形成明显或不明显的较长的细胞流, 后期分化为多个小的集群, 而亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 细胞聚集时无细胞流, 呈土堆状; (6) 簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 这个种只在欧洲有过报道。

群生网柄菌 *Dictyostelium gregarium* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 12)

孢堆果群生或单生, 有向光性, 大小 0.5~3mm; 柄白色或无色, 纤弱, 柄由基部至中部一般由多列细胞构成, 上部由单列细胞构成, 由下向上逐渐变细, 柄基部有较长的分支或无, 柄平均直径为 17.5 $\mu$ m~30 $\mu$ m; 孢子团白色, 球形或近球形, 有的具突起, 直径为 50~113 $\mu$ m; 孢子椭圆形, 短圆柱形, 有明显的极粒, 大小 2.5~4.5 $\times$ 5.0~7.5 $\mu$ m。细胞聚集有两种形态:(1)初期中间形成平坦的土堆状, 有不明显的较长的细胞群流, 后期分割为多个小的集群, 分化形成单生的孢堆果, (2)集群形成较短较厚分支明显的细胞流, 集合中间较早形成一个孢堆原, 集合分支上也随之形成多个孢堆原, 但通常细胞流并不断裂, 直至形成簇生的孢堆果。第二种集合方式较第一种常见。

*Sorocarpia culta* in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22 $^{\circ}$ C plerumque laxe gregaria vel solitaria, erecta prona vel decumbentia, 0.5–3 mm longa. Sorophora plerumque sinuosa inaequalia, multicellularibus composita (apices exceptis), a basibus ad apicem angustata, 17.5–30  $\mu$ m in diametro, eramosis vel interdum bifida aut ramo magno prope basin instructa. Sori globosi hyalinoalbi 50–113  $\mu$ m in diametro. Sporae plerumque ellipticae, granulis consolidatis polaribus vel subpolaribus (interdum dispersis), plerumque 5.0–7.5  $\times$  2.5–4.5  $\mu$ m. Aggregationes duarum specierum: tumuli aequae dispersi elevati sine rivulis, plerumque parvi, et tumuli rivulis complanatis paucis brevibus lacunosus non connexis.

词源: 孢堆果群生

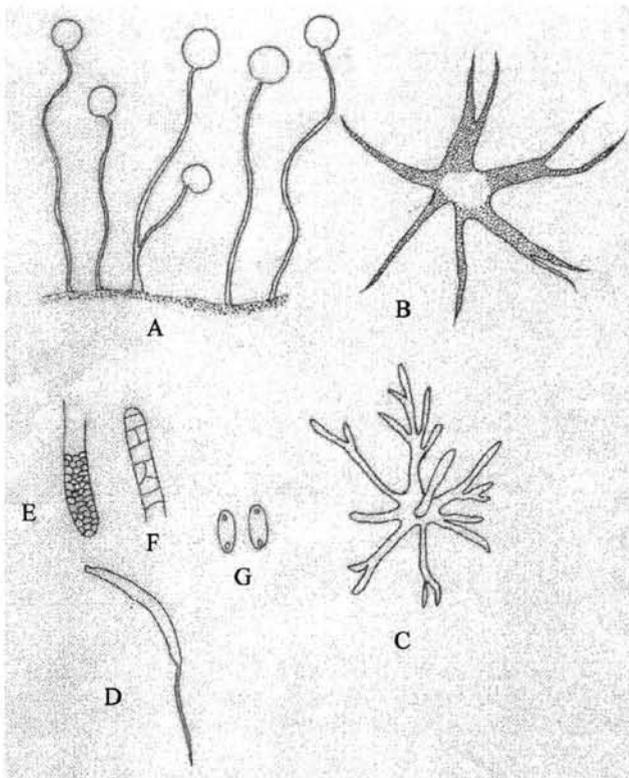
模式标本: MR006 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林汪清

基物采集时间：2007年9月

采集人：何晓兰

生境：腐木桩



- A: 孢堆果  
 B: 集群初期  
 C: 集群后期分化形成孢堆原  
 D: 孢堆果形成阶段  
 E: 孢堆果柄基部  
 F: 孢堆果柄顶端  
 G: 具有明显极粒的孢子

这个种与亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 和簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 在形态上有些接近。

群生网柄菌 *D. gregarium* 区别于亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 特征为：孢堆果非典型的簇，一般散生；这个种孢堆果柄上部由单列细胞组成，而亚簇网柄菌 *D. cespitosum* 孢堆果一般由多列或者两列细胞构成；这个种有不明显的群流或者形成较厚较短的群流，分化形成孢堆果时群流并不断裂。

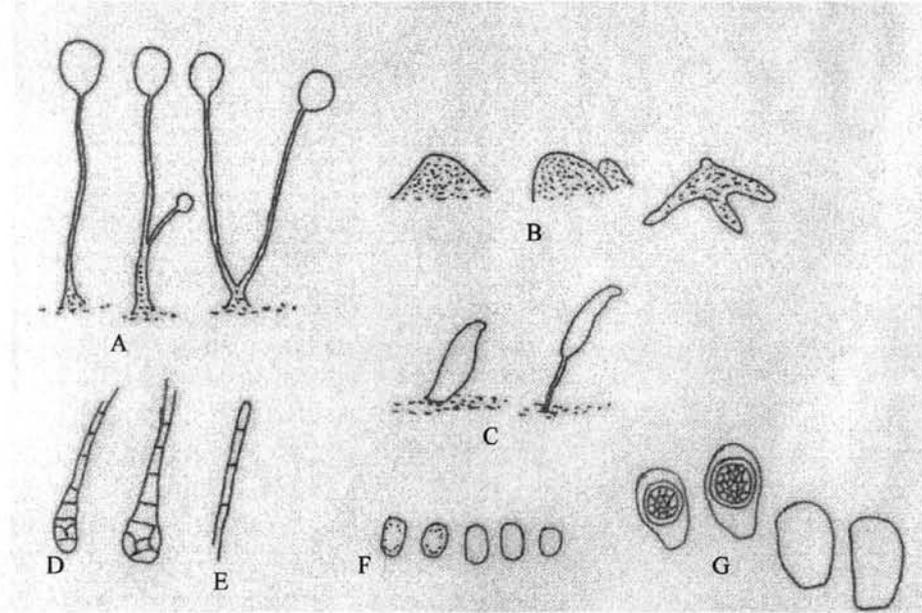
亚簇网柄菌 *D. gregarium* 区别于簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 的特征在于前者群生或散生，而后者是典型的簇生的网柄菌；这个种典型的集合方式是后期形成短而厚的细胞流，中间较早形成一个孢堆原，支流上也逐步形成较小的孢堆原，但是细胞流并不断裂而簇状网柄菌 *D. fasciculatum* 集合时有明显的较长的群流，后期断裂，形成簇生的孢堆果。

**囊膜网柄菌 *Dictyostelium membranosum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov** (图 13)

孢堆果散生，直立，斜立或平伏于培养基上，有的具初级分支或者次级分支，小，不

超过 1mm，多在 0.4~0.85mm 之间；孢堆果柄熏衣草色或更浅，或者无色透明，由单列细胞构成，基部典型的圆锥形，直径 28~50 $\mu\text{m}$ ；孢子团球形或近球形，无色或者白色，直径 20~50 $\mu\text{m}$ ；孢子卵圆形，短圆柱形，长是宽的 1.6~1.8 倍，大小 6.5~7.5 $\times$ 3.8~4.8，有不明显不规则的质粒。细胞聚集时呈土堆状，无细胞群流，假原质团不经迁移直接拔顶形成孢堆果。有大量大孢囊形成，直径 21~28 $\mu\text{m}$ ，外包被一层易脱落的囊状膜。

*Sorocarpia culta* in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22 $^{\circ}\text{C}$  plerumque solitaria, erecta prona vel decumbentia, interdum ramosa, 0.4-0.85 mm longa. Sorophora plerumque sinuosa inaequalia, e strato cellularum singulo (basibus exceptis) composite. Bases plerumque coniformaeque, 28-50  $\mu\text{m}$  in diametro, plerumque 2-3-cellulae. Sori globosi hyalinoalbi 28-50  $\mu\text{m}$  in diametro. Sporae plerumque columniformes vel ovumae, 6.5-7.5  $\times$  3.8-4.8  $\mu\text{m}$  in diametro, granulis inconspicuis et irregularis. Aggregationes parvae irregulares acervataeque, interdum fasciculata. Macrocytae praesentes.



A: 孢堆果形态； B: 集群； C: 孢堆果形成的连续阶段  
D: 孢堆果柄基部； E: 孢堆果柄顶部； F: 孢子； G: 大孢囊及外膜

词源：大孢囊外包被一层易脱落的囊状膜

模式标本：MR007 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林汪清

基物采集时间：2007 年 9 月

采集人：何晓兰

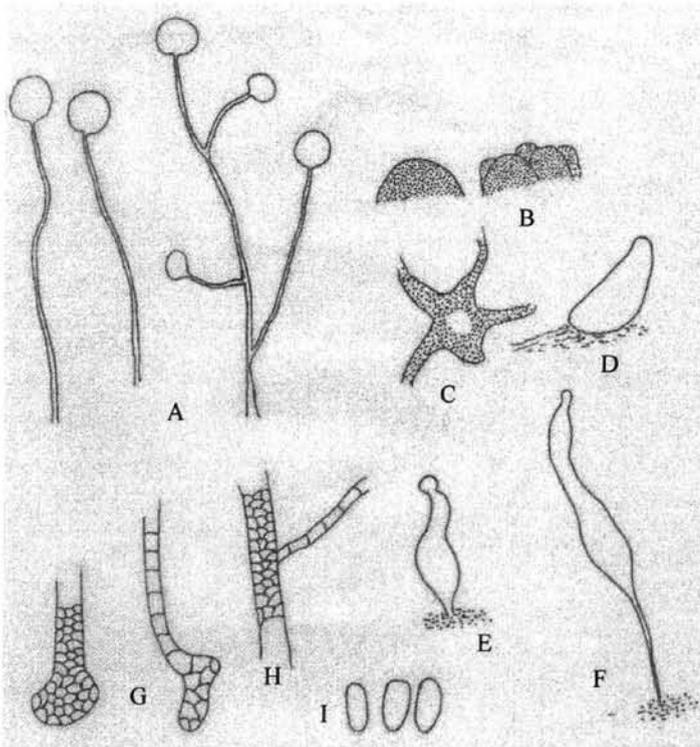
生境：阔叶林下土

这个种区别于其它种的显著特征在于以下几点:(1)孢堆果很小,大小均一,不超过1mm;(2)孢堆果柄纤弱,有的具有初级分支,这种分支情况在网柄菌中并不多见,而且其柄颜色为熏衣草色,尤其是在孢堆果分化初期更为明显,后期颜色变淡;(4)细胞聚集时呈土堆状,无细胞群集流,其假原质团不经迁移直接形成孢堆果;(5)大孢囊外包被一层易脱落的囊状膜。

**泡状网柄菌 *Dictyostelium culliculosum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov** (图 14)

孢堆果散生或群生,初期直立或斜立于培养基上,偶尔有分支且较长,大小一般为1.2~5mm;孢堆果柄带紫色或顶端带紫色,从基部至顶部直径无明显变化,有的由单列细胞构成,有的由两列细胞构成;柄基部屈膝膨大;孢子团白色,球形或柠檬形,直径为50~100 $\mu$ m;孢子无色,长椭圆形或卵圆形,光滑,无极粒,大小一般为6.2~7.0 $\times$ 3.4~4.0 $\mu$ m。细胞聚集时呈土堆状隆起,无细胞流,一般一个集合形成一个孢堆原,假原质团不带柄迁移,有大孢囊和小孢囊形成。

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22 $^{\circ}$ C plerumque solitaria vel fasciculata, erecta prona vel decumbentia, interdum ramosa, plerumque 1.2-5.0 mm longa. Sorophora plerumque sinuosa inaequalia, e strato cellularum singulo vel multicellularibus composita. Bases conspicuae, rotundae vel clavatae. Sori globosi hyalinoalbi 50-100  $\mu$ m in diametro. Sporae plerumque ellipticae, 6.2-7.0  $\times$  3.4-4.0  $\mu$ m. Aggregationes irregulares acervataeque sine rivulis. Macrozystae et microzystae praesentes.



- A: 孢堆果
- B: 集群初期
- C: 集群后期
- D: 正在迁移的假原质团
- E: 孢堆原
- F: 正在形成的孢堆果
- G: 孢堆果柄基部
- H: 多细胞孢堆果柄及分支
- I: 孢子

词源：丘陵状隆起的细胞集群

模式标本：MR008 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林汪清

基物采集时间：2007年9月

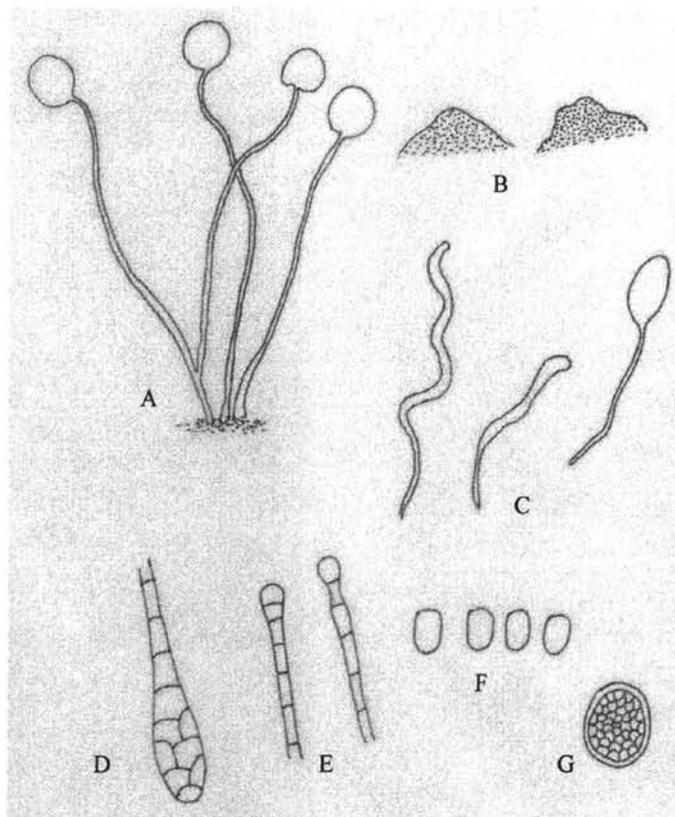
采集人：何晓兰

生境：阔叶林下土

这个种区别于网柄菌属其它种的显著特征在于：(1)孢堆果柄顶部具淡熏衣草色；(2)柄基部屈膝状膨大；(3)细胞聚集时土堆状隆起，无细胞流；(4)假原质团不带柄迁移；(5)孢堆原熏衣草色。

密集网柄菌 *Dictyostelium confertum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov (图 15)

孢堆果典型的簇生，偶尔散生，直立或平伏于培养基上，小，一般大小为 0.5~1.5mm；孢堆果柄纤弱，弯曲，互相缠绕，无色，有分支或无，分支一般在近基部处，很长，柄一般除基部很小一部分外都由单列细胞组成或整个柄由单列细胞构成；孢子团白色或无色，柠檬形或近球形，有的顶端具长针状附属物，大小差异非常大，一般直径为 38~95 $\mu$ m；孢子卵圆形或短椭圆形，无色，有不规则的颗粒状内含物，大小一般为 4.8~5.6 $\times$ 2.4~3.6 $\mu$ m。有大胞囊形成。



- A: 簇生的孢堆果
- B: 土堆状集群
- C: 孢堆果形成的连续阶段
- D: 孢堆果柄基部
- E: 孢堆果柄顶端
- F: 无质粒的孢子
- G: 大胞囊

*Sorocarpia* culta in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 22°C plerumque fasciculata, parvis, erecta vel prona, frequenter ramosa, 0.5–1.5 mm longa. Sorophora plerumque tenuia sub-tiliaque, plerumque curva, e strato cellularum singulo composita (basibus exceptis). Rami longa. Sori globosi hyalinoalbi, 38–95 µm in diametro. Sporae ellipticae, plerumque granulis irregularia, plerumque 4.8–5.6 × 2.4–3.6µm. Macrocytae praesentes.

词源：簇生的孢堆果

模式标本：MR009 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林长白山

基物采集时间：2007年9月

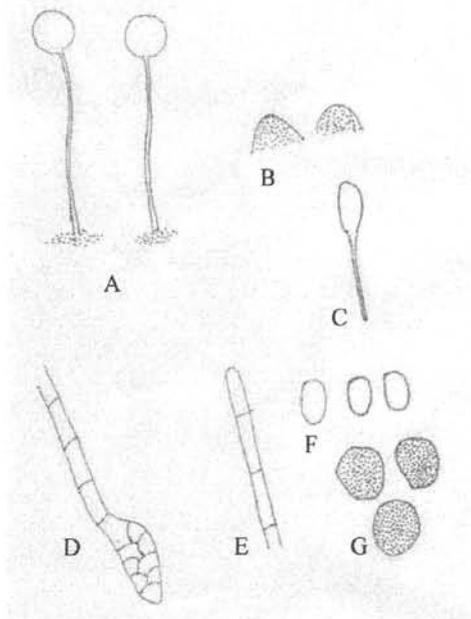
采集人：王耀

生境：阔叶林下土

这个种在形态上与小网柄菌 *D. minutum* 非常相似，它与小网柄菌 *D. minutum* 的区别在于：这个种孢堆果典型的簇生，且孢堆果较小网柄菌 *D. minutum* 要大；孢子团比小网柄菌 *D. minutum* 略小；孢堆果柄一般基部且分支较长，波浪状，而小网柄菌 *D. minutum* 一般只是有侧生的小支，而且柄一般较粗壮，不弯曲。

芊细网柄菌 *Dictyostelium parvulum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 16)

孢堆果散生或群生，平伏或斜立于培养基上，极小，无分支，无色，大小一般为 160~310µm；柄无色，纤弱，除基部外均由单列细胞构成；孢子团无色，球圆，直径一般为 20~49(60) µm；孢子椭圆形或卵圆形，无极粒，大小为 2.8~3.8 × 4.4~6.0µm。细胞聚集时隆起，无细胞流。未观察到大胞囊的形成，有小胞囊形成。



- A: 孢堆果
- B: 无群流的集群
- C: 孢堆果的形成
- D: 孢堆果柄基部
- E: 孢堆果柄顶端
- F: 无质粒的孢子
- G: 小胞囊

*Sorocarpia culta* in agaro nonnutricio cum *E. coli* ad 25°C plerumque solitaria, prona, parvis, 0.16–0.31 mm longa, eramosa, hyalinoalbi. Sorophora tenerrima inaequalia, e strato cellularum singulo composita, Bases inconspicuae, plerumque 1–2-cellulae. Sori globosi, hyalinoalbi, 20–49(60)  $\mu\text{m}$  in diametro. Sporae ellipticae vel oblongae, sine granulis polaribus, 5–7  $\times$  2–3.5  $\mu\text{m}$ . Aggregationes tumuli rotundi sine rivulis (aut interdum cum rivulis brevissimis). Microcystae praesentes.

词源：极小的孢堆果

模式标本：MR010 存放于 HMJAU

基物采集地：吉林长白山

基物采集时间：2007年9月

采集人：王耀

生境：阔叶林下土

这个种的个体非常小，是网柄菌中又一个极小的种。基于孢堆果的大小 Cavender 等曾将网柄菌划分为大、中、小三个类群，较大的种类是指孢堆果大于 10 mm 的种，包括极大网柄菌，紫网柄菌等；中间种类是指孢堆果大小介于 3–9 mm 之间；小类群是指孢堆果小于 2 mm 的种。毫无疑问，它区别于其它大的个体和中间种类在于其极小的孢堆果，它与小网柄菌的区别在于其孢堆果无分支，与其它孢子含有明显极粒的极小的种类区别在于其孢子不含极粒，而与本文中报道的其它几个小类群的 *D. microcephalum* 的区别在于其孢子团的大小，颜色，柄的直径和纤弱的外观；与 *D. membranosum* 的区别在于其这个种孢堆果不具分支，且并无色；与 *D. confertum* 的区别在于这个种的孢堆果和孢子团较小，且孢子团是典型的球形，孢堆果散生。

圆头网柄菌无孢变种 *Dictyostelium sphaerocephalum* var. *evespigium* (图 17)

孢堆果散生或群生，直立，斜立或平伏于培养基上，一般大小 0.5~2.0mm；孢堆果柄较粗壮，一般近基部处具侧生小支，通常由多列细胞构成；孢子团白色，球形，直径为 80~300 $\mu\text{m}$ ；孢子长椭圆形，无极粒，大小一般为 3.5~4.5 $\times$ 6.0~7.5 $\mu\text{m}$ ；细胞聚集时有不规则的群流。假原质团迁移时形成连续或不连续的柄。

研究标本：MR011

基物采集地：西藏米林

基物采集时间：2007年8月

采集人：何晓兰

生境：阔叶林下土

之所以将这个种定为圆头网柄菌 *D. sphaerocephalum* 的变种主要是因为其孢堆果较后者小，且孢堆果柄顶端或亚顶端无残留物或孢子。但是它与圆头网柄菌 *D. sphaerocephalum* 的其它形态特征和假原质团迁移的特征都极其吻合。

### 3.2 轮柄菌属 *Polysphondylium* 分类研究

轮柄菌属 *Polysphondylium* 的描述:

*Polysphondylium* Brefeld, in Unters. Gesamtgeb. Mykol. 6: 1-34, Taf. I & II, figs. 1-35 (1884). Also Olive (E. W.), in Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 37: 341-342 (1901) and Proc. Boston Soc. Natur. Hist. 30: 451-513, pls. 6-8 (1902); Harper, in Bull. Torrey Bot. Club 56: 227-258, figs. 1-44 (1929), and ibid. 59: 49-84 (1932).

模式种: *P. violaceum* Brefeld, in Unters. Gesamtgeb. Mykol. 6: 1~34. Taf. I & II, figs. 1~35(1884).

轮柄菌属 *Polysphondylium* 是以紫轮柄菌 *P. violaceum* 为模式种于 1884 年建立的。

该属的一般形态特征为: 营养体为多个互相独立的黏变形体构成, 摄食细菌; 子实体阶段黏变形体群集形成假原质团, 然后形成具有轮状分支的孢堆果, 柄具细胞状结构, 柄主轴顶端和分支顶端均具有球形孢子堆, 轮柄菌属的孢子一般都含有明显或不明显的颗粒状内含物。

轮柄菌属 *Polysphondylium* 网柄菌生长很快, 对集胞素环腺苷一磷酸并无反应。

轮柄菌属 *Polysphondylium* 分类鉴定最主要的特征为: 孢堆果有物向光性; 孢堆果柄上轮生支数, 轮生支处分支数; 轮生支处分支有无第二次分支; 孢子团的颜色; 孢子的形状、大小等。

目前世界上共报道轮柄菌属 17 种, 我国仅白容霖报道过该属的一个种即紫轮柄菌 *P. violaceum*。紫轮柄菌 *P. violaceum* 也是该属中最具有代表性的一个种, 它的分布非常广泛, 在很多的基物中都能分离得到这个种。

本文所研究的轮柄菌属分种检索表

- 1. 孢堆果紫色.....紫轮柄菌 *P. violaceum*  
孢堆果白色或无色.....2
- 2. 孢堆果簇生或略散生, 有的具第二次分支.....共基轮柄菌 *P. symbasimum*  
孢堆果单生或散生, 无第二次分支.....3
- 3. 孢堆果较坚韧, 轮生支处具 3~13 个分支.....亮白轮柄菌 *P. candidum*  
孢堆果纤弱, 轮生支处具有 1~7 个分支.....4
- 4. 孢堆果柄轮生支数一般不超过 7 个, 集群流不明显.....异柄轮柄菌 *P. anisocaula*  
孢堆果轮生支数 3~13 个, 集群流显著.....蒂卡尔轮柄菌 *P. tikaliensis*

## 中国已知种

★紫轮柄菌 *Polysphondylium violaceum* Brefeld, in Unters. Gesamtgeb. Mykol. 6: 1~34. Taf. I & II, figs. 1~35(1884). Also Olive (E. W.), in Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 37: 341-342 (1901) and Proc. Boston Soc. Natur. Hist. 30: 451-513, pls. 6-8 (1902); Harper, in Bull. Torrey Bot. Club 56: 227-258, figs. 1-44 (1929), and *ibid.* 59: 49-84 (1932); 白容霖, 真菌学报 2(3): 173~178(1983). (图 18) 辽宁省新记录种

孢堆果紫色, 单生或群生, 具有很强的向光性, 大小差异较大, 可达 2cm 或更大, 具有典型的轮状分支, 一般具 3—15 处轮生支, 无第二次分支, 每处轮生支处具 2~5 个分支; 柄浅紫色或粉红色, 由多列细胞构成; 孢子堆紫色或淡紫色, 后期颜色变深, 球形或近球形, 直径为 100~200 $\mu\text{m}$ ; 孢子椭圆形或卵圆形, 大小一般为 2.5~3.2 $\times$ 5.0~7.0 $\mu\text{m}$ 。细胞聚集时呈典型的辐射状, 大的细胞集合后期分割为多个小的细胞群集, 产生一个或几个孢堆果。大胞囊很少形成, 通常产生于两个具有亲和性的菌株之间, 不产生小胞囊或未观察到。

研究标本: MRO33

基物采集地: 吉林汪清; 辽宁平山; 吉林长白山

基物采集时间: 2007 年 9 月; 2007 年 9 月; 2007 年 8 月

采集人: 何晓兰; 杨志鹏; 王耀

生境: 落叶; 阔叶林下土; 阔叶林下土

该种是轮柄菌属 *Polysphondylium* 的模式种, 它代表了轮柄菌属 *Polysphondylium* 典型的生活史发育特点。它的分布非常广泛, 在分离过程中也极易得到, 但是在本实验中不同基物或同一基物不同批次的分离中得到的紫轮柄菌 *P. violaceum* 的形态特征存在很大的差异, 有的菌株形成的分支很少, 柄平伏于培养基上并扭曲, 前端向上生长并产生顶生的孢子团, 而孢堆果柄上产生较少孢子团或不形成孢子团, 并且孢堆果柄通常扭曲。作者这可能是因为给予的光照不够和培养的温度过高致使其孢子团形成较难。

## 新种和中国新记录种

共基轮柄菌 *Polysphondylium symbasimum* Yu Li et Xiao-lan He, sp. nov. (图 19)

孢堆果白色或无色, 无向光性, 初期直立, 斜立或平伏于培养基上, 簇生或散生, 在培养基上交织呈网状, 大小一般为 3~9mm; 有的孢堆果具有初级分支; 孢堆果柄略带黄色, 柄上着生 1 至 9 个轮生支, 轮生支间距为 200~420 $\mu\text{m}$ , 每个轮生支处有 1 至 7 个小支, 孢堆果柄顶端长或稍长, 一般具两次分支, 第一次分支不对称, 柄除基部外一般由单列细胞构成, 有的柄基部具外鞘; 孢子团白色, 大小差异较大, 顶端孢子团直径为 80~200 $\mu\text{m}$ , 分支孢子团直径一般为 55~100 $\mu\text{m}$ ; 孢子长椭圆形, 肾形, 大小一般为 6.0~7.0 $\times$ 2.6~3.8 $\mu\text{m}$ , 有不固定的极粒或不规则的质粒。细胞集合呈典型的辐射状, 后期大的

集合分割为多个小的集群，呈土堆状，之后分化形成簇生或单生的孢堆果。未观察到胞囊或小胞囊产生。

*Sorocarpia culta* in agar nonnutricio cum *E. coli* ad 25°C plerumque fasciculate, erecta ad decumbentia, nonphototropica, plerumque 3-9 mm longa. Sorophora strong, sinuosa, parum flavida, prope bases e seriebus aliquot cellularum, prope apices e serie unica cellularum plerumque constantia. Verticilli 1-9, ramis 1-7(plerumque 2-4), 200-420 $\mu$ m longis, valde regularibus, e serie cellularum unica (basi excepta) constantibus. Segmenta terminalia interdum elongate, flexuosa. Sori terminals albo-hyalines, globosi, 80-200 $\mu$ m in diametro; sori laterals valde regulares in forma magnitudineque, 55-100 $\mu$ m in diametro. Sporae elliptico-ovoideae vel reniformes, plerumque 6.0-7.0 $\times$ 2.6-3.8 $\mu$ m, granulis incohaerentibus et inconspicuae. Aggregatio typice radiatae.

词源：很多孢堆果拥有同一基部

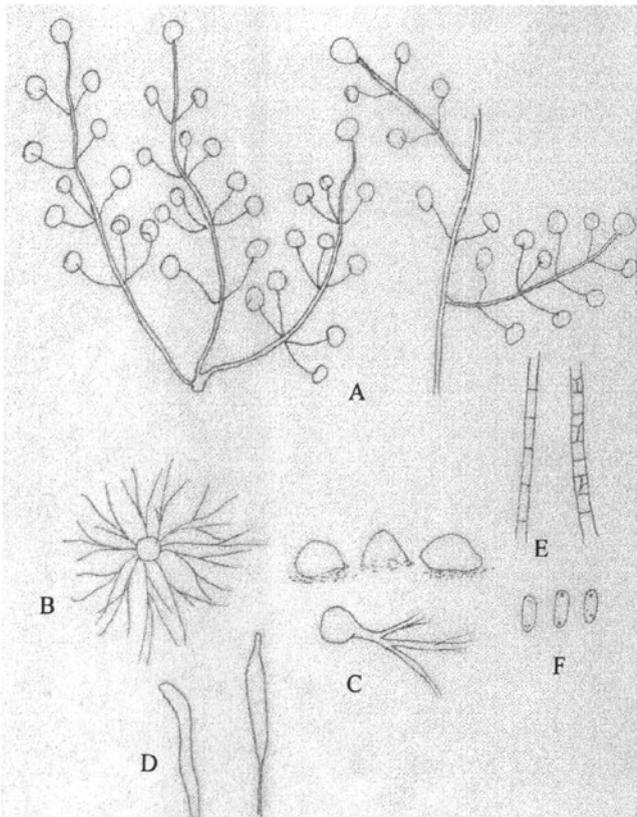
模式标本：MR012, 存放于 HMJAU

基物采集地：辽宁平山

基物采集时间：2007年9月

采集人：杨志鹏

生境：阔叶林下土壤



A: 孢堆果形态  
B: 集群初期  
C: 集群后期  
D: 孢堆果形成的连续阶段  
E: 孢堆果柄  
F: 具有不明显极粒的孢子

该种与轮柄菌属 *Polysphondylium* 其它种最明显的区别在于：一般很多个孢堆果拥有同一个基部，呈典型的簇生状；有的孢堆果柄分支开始处具有两次分支；细胞集合后期大的细胞集流分支上直接形成多个无细胞流、土堆状的集群，随后分化形成簇生或散生的孢堆果，但孢堆果的形成并不同步。

★ ★ 蒂卡尔轮柄菌 *Polysphondylium tikaliensis* Vadell et Cavender, in *Mycologia*, 1998, 90(4): Page 721-722, figs. 2J, K, L, 5, 15, 16, 17. (图 21)

孢堆果白色，散生，平伏或半直立于培养基上，有明显的向光性，大小 5.75(1.75)~11.2(22)mm；孢堆果柄白色或无色，基部棒状，除基部外一般均由单列细胞构成，一般有 3 至 13 处轮生支，每处有 2~5 个小支，无再分支，小支顶部尖锐，长度 100~240(320) $\mu\text{m}$ ，孢堆果柄前端短或者很长，前端长时孢子团很小或者无；孢子团球形，无色，顶端孢子团大小为 40~80 $\mu\text{m}$ ，分支孢子团直径为 30~60 $\mu\text{m}$ ；孢子无色，囊状或长椭圆形，有明显的极粒，大小 2.0~3.4 $\times$ 5.4~7.0 $\mu\text{m}$ 。细胞聚集时呈典型的辐射状，后期大的集合割裂为许多小的集合，细胞流收缩，变厚，逐渐分化为孢堆果。

研究标本：MR030

基物采集地：吉林长春；吉林汪清

基物采集时间：2007 年 6 月；2007 年 9 月

采集人：何晓兰

生境：落叶；阔叶林下土；落叶松下土

作者在实验中分离到的蒂卡尔轮柄菌 *P. tikaliensis* 与这个种的原始描述具有差异，表现在这几个方面：(1) 原始描述中轮生支数为 7~25，而实验中分离得到的这个种的轮生支数为 3~13；(2) 原始描述中孢子具有不明显不固定的极粒，而作者所观察到的这个种却具有较明显的和可能固定的极粒。虽然有这两个明显的差异，但是作者认为也不足以将其划分为两个不同的种。

研究标本：MR032

基物采集地：西藏林芝；吉林汪清

基物采集时间：2007 年 8 月；2007 年 9 月

采集人：何晓兰

生境：花盆土；阔叶林下土

该种生长最适温度为 20~23 $^{\circ}\text{C}$ ，温度较高时或在较干燥的条件下孢堆果很小，不形成或形成很少的轮生支。

★ ★ 异柄轮柄菌 *Polysphondylium anisocaula* Cavender, S. L. Stephenson, J. C. Landolt et Vadell, in *New Zealand Journal of Botany*, 2002, Vol. 40, Page 240~242, Figs. 1A~C, 2A~I. (图 20)

孢堆果散生或群生，斜立或平伏于培养基上，具有向光性，大小 0.8~7(9)mm，孢堆果柄弯曲，除基部外一般由单列细胞构成，顶端长，弯曲缠绕的，纤弱，柄上着生 1~7 个轮生支，每轮生支处有 2~4 个小支，轮生支间距为 250~450 $\mu\text{m}$ ，均匀，小支长为 90~200 $\mu\text{m}$ ；孢子团无色透明，球形，顶生孢子团直径为 60~160 $\mu\text{m}$ ，分支孢子团直径为 20~60 $\mu\text{m}$ ；孢子椭圆形或肾形，大小为 6.5~7.5 $\times$ 3.5~5.0，有不固定的颗粒状内含物。细胞聚集时呈辐射状，但细胞群流不是很明显，后期大的集群中心分割为多个小的集群，后分化形成多个孢堆果。

★ ★亮白轮柄菌 *Polyspondylium candidum* Hagiwara, in rept. Tottori MYCOL. Inst. (Japan) 10: 591-595, figs. 1-6 (1973). (图 22)

孢堆果散生，或略群生，最初直立或斜立，无向光性，大小 0.1~3.0mm；孢堆果柄着生 1~7 个轮生支，偶尔更多，每处轮生支有 1~13 个小支，偶尔更多，多为 3~9 个，当轮生支较多时，孢堆果柄前端轮生支处小支较少，很少有第二次分支，柄前端长或短，前端长的时候，顶端孢子团很小或无；孢子团白色或无色，球形，一般顶端孢子团明显大于分支孢子团顶端孢子团直径为 20~60 $\mu\text{m}$ ，分支孢子团直径为 20~36 $\mu\text{m}$ ；孢子椭圆形，囊状，大小为 3.0~4.0 $\times$ 5.6~6.8 $\mu\text{m}$ 。

研究标本：MR031

基物采集地：吉林长白山

基物采集时间：2007 年 9 月

采集人：王耀

生境：阔叶林下土壤

这个种在无营养的水琼脂培养基上生长时通常呈两种形态：一种孢堆果较短形态上显得较粗壮，具有较少的轮生支数，但是轮生支处具有较多的分支数，顶端很短，而且一般顶端孢子团比分支孢子团要大；另一种孢堆果具有较多的轮生支数，一般有 4~8 个轮生支，孢堆果柄前端较长，纤弱，顶生孢子团很小或无。虽然这两种形态从外观上就很容易去分开来，但是这绝是两个种，作者在最初分离到这个种时也曾认为这有可能是在同一基物中分离出的两个种，但是后来经过很多次纯化和转移后发现，始终表现出这种现象，并且这两种形态的孢堆果在数量上相近，因此作者认为这只是一个种表现出的两种形态。在 Hiromitsu Hagiwara 最初描述这个种后曾讨论过值得注意的几个现象，其中他就提到“*It is an interesting phenomenon related to the differentiation of spores and stalks that in maturity some primary stalks bear terminal sori usually, others make themselves lengthened longer and eventually bear smaller sori at the tips, others fail to bear sori at the tips of the lengthened stalks. It seems to be affected by the culture conditions.*”但是他认为这是由于培养基条件导致的这种现象，而作者认为，这主要不是由于培养基的条件引起的，而是由于这个种的遗传信息所决定的。要真正弄清这种现象，还需要进一步对其遗传背景等方面详细研究。

## 第四章 结论与讨论

### 4.1 结论

(1) 作者通过采集西藏林芝地区、拉萨基物 40 余份, 分离得到网柄菌属 5 种, 包括娇柔网柄菌 *Dictyostelium delicatum*, 中国新记录种圆头网柄菌 *D. sphaerocephalum* 和 2 个新种多胞网柄菌 *D. multicellularium* 和小果网柄菌 *D. microsorocarpium*; 轮柄菌属 1 种, 即中国新记录种异柄轮柄菌 *P. anisocaule*。这是对西藏地区细胞状黏菌的首次研究。尽管基物采集地区和数量有限, 但是通过本研究可以看出, 网柄菌在西藏地区这一特殊地理环境下有着非常广泛的分布, 具有丰富的物种多样性, 值得进一步的深入研究和探索。

(2) 作者获得辽宁本溪, 吉林长春、汪清、长白山等的基物 160 余份, 分离得到网柄菌属 *Dictyostelium* 13 种, 包括中国已知种毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*, 紫网柄菌 *D. purpurum*, 小网柄菌 *D. minutum*, 极大网柄菌 *D. giganteum*, 1 个国内新记录种金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 和 8 个新种露珠状网柄菌 *D. roridum*, 双列网柄菌 *D. biserialis*, 亚簇网柄菌 *D. cespitosum*, 群生网柄菌 *D. gregarium*, 囊膜网柄菌 *D. membranosum*, 泡状网柄菌 *D. culliculosum*, 集群网柄菌 *D. confertum*, 芊细网柄菌 *D. parvulum* 和 1 个新变种圆头网柄菌无孢变种 *D. sphaerocephalum* var. *evespigium*; 轮柄菌属 *Polysphondylium* 5 种, 包括 3 个国内新记录种异柄网柄菌 *P. anisocaule*, 蒂卡尔轮柄菌 *P. tikaliensis* 和亮白轮柄菌 *P. candium* 和 1 个新种共基轮柄菌 *P. symbasimum*。

(3) 作者编写出了本文所研究的网柄菌属 *Dictyostelium* 18 个种和轮柄菌属 *Polysphondylium* 5 个种的检索表。

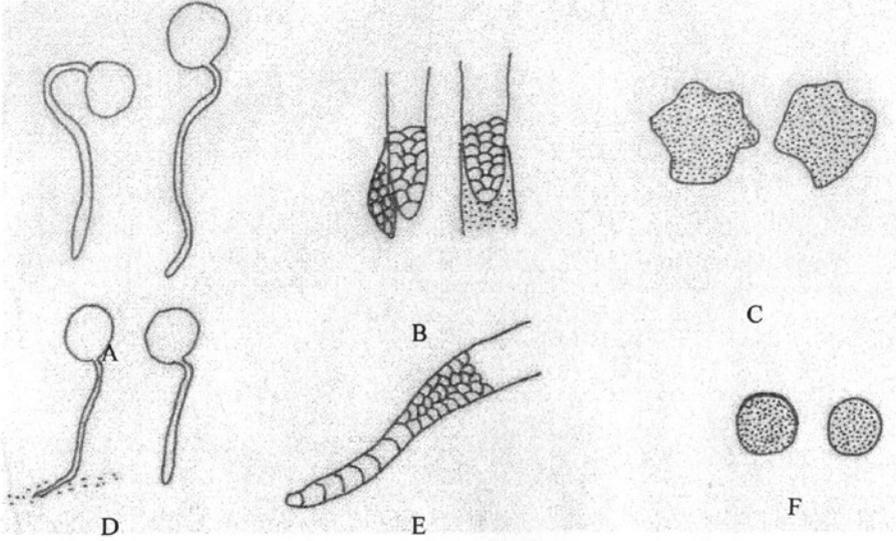
(4) 对分离得到的每个种进行了详细的讨论, 提供了生活史重要阶段的照片, 给出了新种的拉丁文描述和手绘线条图。

至此, 共报道我国网柄菌 2 属 30 种, 虽然在 1991 年之前, 我国网柄菌分类研究基础非常薄弱, 但是通过本研究可以看出我国蕴含着极为丰富的网柄菌物种资源, 网柄菌在我国有着极为广泛的分布区域。

### 4.2 讨论

#### 4.2.1 几个相似种之间的比较

(1) 多胞网柄菌 *D. multicellularium*, 小果网柄菌 *D. microsorocarpum*



孢堆果形态

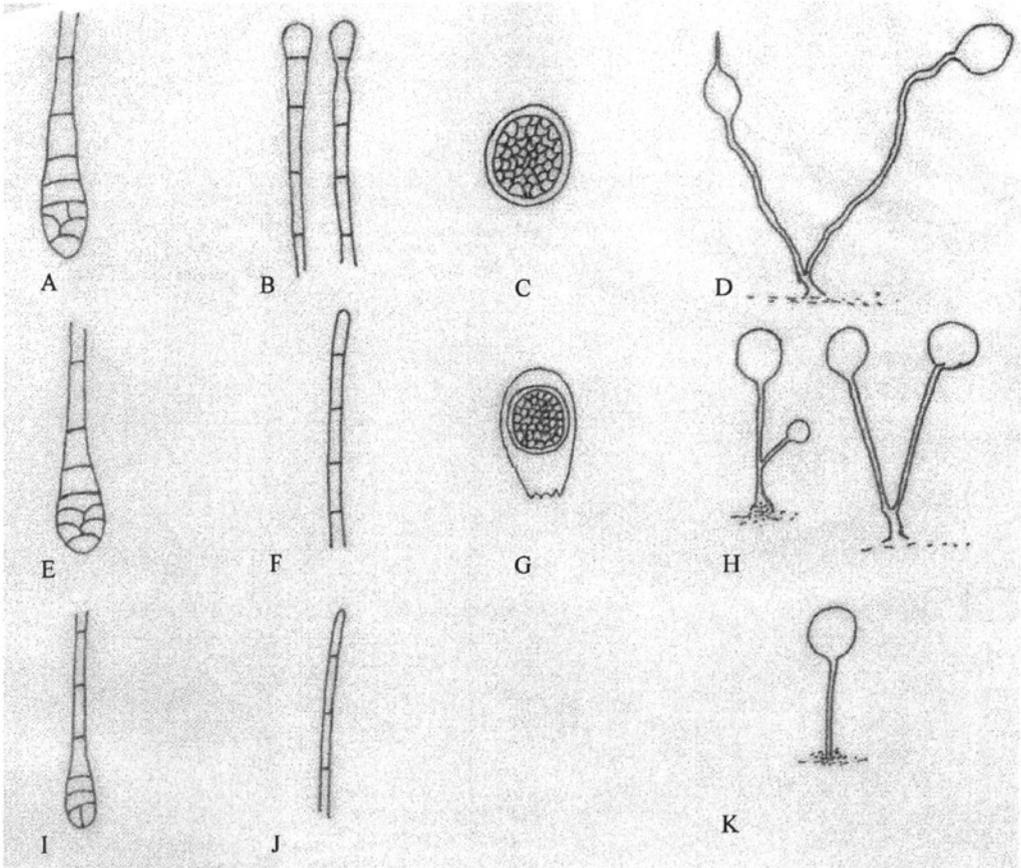
孢堆果柄基部

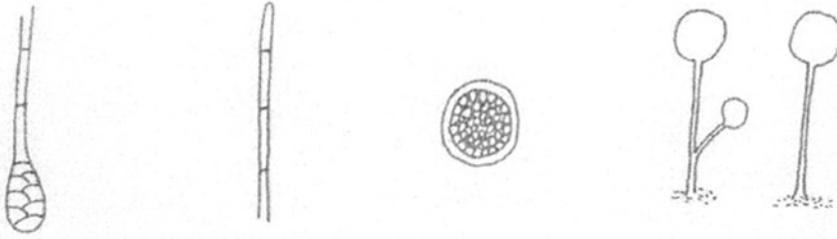
小孢囊

A~C: 多胞网柄菌 *D. multicellularium*

D~F: 小果网柄菌 *D. microsoroecarpum*

(2) 囊膜网柄菌 *Dictyostelium membranous*, *D. confertum*, *D. parvulum*, *D. minutum*





孢堆果柄基部

孢堆果柄顶部

大孢囊

孢堆果形态

A~D: 密集网柄菌 *D. confertum*; E~H: 囊膜网柄菌 *D. membranosum*

I~K: 芊细网柄菌 *D. parvulum*; L~O: 小网柄菌 *D. minutum*

#### 4.2.2 网柄菌鉴定分类

(1) 作者认为, 在网柄菌的分类鉴定过程中, 能用肉眼观察到的并且稳定的形态特征对于一个种的确定来说是非常重要的, 有时这种标准可能比单纯的比较其生活史各阶段的差别等显得更为重要。因为即使在同一种中, 黏变形体的集合方式也可能有两种或者几种不同的方式, 而往往又不是同时出现, 并且很多种的营养体又极其相似。如果单纯的以其营养阶段的特征来确定一个种, 往往是存在一定的偶然性, 但却又不能忽视其营养阶段特征在分类鉴定过程中的辅助作用, 当两个种的外观形态以及其孢子、柄等的差别较小时, 往往要结合营养阶段的特征来对其进行准确的定位。

(2) 因为网柄菌精巧细致的子实体结构, 致使在分类鉴定方面存在着较多的争议。尤其是近年来, 随着大量新种的发现和报道, 使得网柄菌尤其是网柄菌属 *Dictyostelium* 成员的分类陷入了比较混乱的局面, 很多种之间的界限非常模糊, 而有的种所包含的范围却又过宽过大。例如在 Raper K. B. 的专著 “The Dictyostelids” 中, 他把短基网柄菌 *D. brevicaulis* Olive (1901) 和强基网柄菌 *D. firmibasis* Hagiwara 这两个种都当作了毛霉状网柄菌 *D. mucoroides* 的异名来处理。他的这种处理是否合适, 还需要进一步的研究。

(3) Traub 1977 年曾提议建立的一个过渡属异柄菌属 *Heterosphondylium*, 对此, Raper K.B. 在 “The Dictyostelids” 这本书中表示了较为肯定的意见。但是, 作者认为并没有建立这个过渡属的必要。因为网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 之间的形态特征本身从外观形态上就很容易区分; 异柄菌属 *Heterosphondylium* 的主要特征是包括网柄菌属 *Dictyostelium* 中那些孢子具有极粒的种, 而对于属之间的差异来说应该是直观的, 显而易见的, 并且如果单纯以极粒的有无来划分属, 容易造成分类上的错误, 因为在网柄菌属 *Dictyostelium* 中有的种的极粒是很明显的, 而有的种的极粒却很小, 不明显, 并且有的种的极粒并不是固定的。每个人对这种细微差别的判断和认知都不一样, 作者认为, 这种相对模糊的界限对于建立一个新属来说还存在一定距离。

(4) 在对网柄菌的鉴定分类过程中,除了经典的形态分类之外,还应该结合分子生物学的手段,以确定其准确的归属,尤其是对一些近似种来说这就显得尤为重要。

#### 4.2.3 网柄菌分离培养

(1) 每一基物中可以分离得到的网柄菌往往不止一种,在本实验过程中,对同一基物连续的分离往往可以得到一些不同的种,因此在对某一地区的网柄菌进行区系研究的过程种要注意对基物分离的重复次数,往往在第一第二次分离的过程种并不能完全得到甚至不能得到基物中所含有的网柄菌,但这并不说明基物中不含有网柄菌,因此要连续多次分离,直到出现很好的重复性之后。作者在对从西藏采集的基物进行分离时,第一次只有一个基物分离出了 *Dictyostelium* 的一个种,而在第二次的分离中出现了却连一个种也未获得,在后来连续几次的分离中,陆续得到了网柄菌属 *Dictyostelium* 的四个种和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的一个种。且在其中一个基物中同时获得了网柄菌属 *Dictyostelium* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的一个种。作者在对从辽宁平山采集的基物进行分离时,第一次仅得到了金柄网柄菌 *D. aureo-stipes*,而在第二次的分离中在同一培养皿中同时得到了金柄网柄菌 *D. aureo-stipes*,毛霉状网柄菌 *D. mucoroides*,紫网柄菌 *D. purpurm* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的一个中国新记录种,在后来的分离中又得到了紫轮柄菌 *P. violaceum*。

(2) 在本实验过程中,从西藏采集的 40 余基物分离得到网柄菌 6 种,在本实验过程中其分离频率较其它基物相当,但作者认为基物采集处腐殖质较少,而且有些是在雨后采集,这在一定程度上影响了分离得到网柄菌的机率。但是这并不是说从辽宁省和吉林省采集所得基物较西藏采集得到基物的分离几率要低,因为从辽宁省,吉林省采集所得基物多数只分离了两次,有些甚至只分离了一次,而从西藏所采集基物均分离过四次以上。

(3) 在分离和培养网柄菌的过程中,最好设不同的温度梯度,因为网柄菌有些种适合在较低的温度条件下生长,而有些种适合在较高的温度条件下生长。本实验在分离和培养网柄菌的过程中,只是在 25 度下分离和培养网柄菌,这样一来,肯定有一些的低温种未能分离出来。这是在实验中应该值得注意的问题。另外,培养基的营养条件也是培养过程一个值得注意的问题在本实验过程中,分离时均采用干草浸汁培养基,而纯化培养时均采用不加营养物质的水琼脂培养基。这可能在一定程度上影响了一些需要营养物质的种的生长。

(4) 作者在实验过程中发现囊膜网柄菌 *D. membranous* 的培养过程中形成的大胞囊与传统报道的有很大不同,它的大胞囊外面形成了一层囊状的而且易脱落的薄膜,它与其它大胞囊有什么实质的区别还需要进一步研究。

#### 4.2.4 后续研究工作

网柄菌是一类简单的真核生物,其孢堆果中仅含有孢子和柄细胞两种类型的细胞,因此,许多研究者都选用它做模型来进行不同水平的研究,包括从组织结构到分子水平的研

究。

目前研究最多的网柄菌是盘基网柄菌 *D. discoideum*, 有数百篇有关细胞分化方面的论文是用盘基网柄菌 *D. discoideum* 做模型的。但是作者认为可能有比盘基网柄菌 *D. discoideum* 更理想的网柄菌可以用做相关的研究, 比如网柄菌属 *Dictyostelium* 的金柄网柄菌 *D. aureo-stipes* 和轮柄菌属 *Polysphondylium* 的紫轮柄菌 *P. violaceum* 等。它们都是比较容易分离得到而且比较有代表性的种。

我国网柄菌研究是一个非常薄弱的环节。有很多方面的工作需要大力开展起来, 例如, 网柄菌的交配型, 区系研究等等, 以及利用分子生物学的手段来对一些近似种进行可靠的鉴定和分类。现在世界上已报道的网柄菌多集中于日本及欧洲地区尤其是对新西兰网柄菌种类的研究, 我国的网柄菌研究还处在基础性的起步阶段, 还需要更多的菌物学研究者投身到这一研究领域。

## 参考文献

- [1] 白容霖. 集胞菌的初步研究[J]. 真菌学报, 1983, 2(3): 173~178.
- [2] 白容霖. 集胞菌的初步研究[D]. 吉林农业大学硕士学位论文, 1983.
- [3] 崔俊涛. 东北地区网柄菌属分类研究[D]. 吉林农业大学硕士学位论文, 1991.
- [4] 刘学敏, 陈双林, 康佳琳等. 集胞菌采集分离培养技术初探[J]. 吉林农业大学学报, 1994, 16(2): 36~39.
- [5] 裘维藩. 菌物学大全[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [6] 姚一建, 李玉(主译). 菌物学概论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [7] Anderson JS, Fennell DI, Raper KB. *Dictyostelium deminutivum*, a new cellular slime mold[J]. Mycologia, 1968, 60: 49~64.
- [8] Anderson JS. *Dictyostelium discoideum*: a New Method for Cloning in Liquid Medium[J]. Journal of Bacteriology, 1974, p. 1363~1364.
- [9] Bonner JT. A Descriptive study of the development of the slime mold *Dictyostelium discoideum*[J]. Amer. J. Bot. 1944, 31: 175~182.
- [10] Bonner JT. The cellular Slime Molds[M]. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J., 1959a.
- [11] Bonner JT. The cellular Slime Molds[M]. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J. 2<sup>nd</sup> ed., 1967.
- [12] Bonner JT. Some aspects of chemotaxis using the cellular slime molds as an example[J]. Mycologia, 1977, 69: 443~459.
- [13] Brefeld O. *Polysphondylium violaceum* and *Dictyostelium mucoroides* nebst Bemerkungen zur Systematik der Schleimpilze[J]. Unters. Gesamtgeb. Mykol. 6: 1~34.
- [14] Cavender JC, Raper KB. The Acrasieae in nature. I. Isolation[J]. Amer. J. Bot. 1965, 52:294~296.
- [15] Cavender JC. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. I. Europe[J]. Amer. J. Bot., 1969a, 56: 989~992.
- [16] Cavender JC. The occurrence and distribution of Acrasieae in forest soils. II. East Africa[J]. Amer. J. Bot., 1969b, 56: 993~998.
- [17] Cavender JC. *Dictyostelium dimigraformum*, *Dictyostelium latreosorum* and *Acytostelium ellipticum*: new Acrasieae from the American tropics[J]. J. Gne. Microbiol., 1970, 62: 113~123.
- [18] Cavender JC. Geographical distribution of Acrasieae[J]. Mycologia 1973, 65: 1044~1054.
- [19] Cavender JC. Cellular slime molds of Southeast Asia. I. Description of new species[J]. Amer J Bot 1976, 63: 60~70.
- [20] Cavender JC, Raper KB, Norberg AM. *Dictyostelium aureostipes* and *Dictyostelium tenue*: new species of the Dictyosteliaceae[J]. Amer J Bot, 1979, 66: 207~217.
- [21] Cavender JC. Cellular slime molds of the Rocky Mountains[J]. Mycologia, 1983, 75: 897~903.
- [22] Cavender JC, T. N. Lakhpanal. Distribution of dictyostelid cellular slime molds in forest soils of India[J].

- Mycologia, 1986, 78: 56~65.
- [23] Cavender JC, Hopka C. Distribution Patterns of Ohio Soil Dictyostelids in Relation to Physiography[J]. Mycologia, 1986, 78: 828~831.
- [24] Cavender JC, Kawabe K. Cellular slime molds of Japan I. Distribution and biogeographical considerations[J]. Mycologia, 1989, 81: 683~691.
- [25] Cavender JC, Stephenson SL, Landolt JC, *et al.* Dictyostelid cellular slime moulds in the forests of New Zealand[J]. New Zealand Journal of Botany, 2002, 40: 235~264.
- [26] Cavender JC., Landolt J., Stephenson SL. Comparison of cellular slime mold populations on three Caribbean Islands, including a description of the new species *Polysphondylium equisetoides*[J]. Syst. Geogr. Pl. 2004, 74: 243~250.
- [27] Cavender JC, Eduardo Vadell, Landolt JC, *et al.* New species of small dictyostelids from the Great Smoky Mountains National Park[J]. Mycologia 2005, 97: 493~512.
- [28] Echinger L, Pachebat JA, Glockner G, *et al.* The genome of the social amoeba *Dictyostelium discoideum*[J]. Nature, 2005, 435: 43~57.
- [29] Eduardo Vadell, Cavender JC. *Polysphondylium* from forest soils of Tikal, Guatemala[J]. Mycologia 1998, 90: 715~725.
- [30] Eduardo Vadell, Cavender JC. Dictyostelids living in the soils of the Atlantic Forest, Iguazu region, Misiones, Argentina: description of new species[J]. Mycologia, 2007, 99: 112~124.
- [31] Hagiwara H. The Acrasiales in Japan. II. [J]. Rept. Tottori Mycol. Inst. (Japan), 1973, 10: 591~595.
- [32] Hagiwara H.. The Acrasiales in Japan. IV. Bull Natl Sci Museum, Ser. B (Bot) 1978, 4: 27~32.
- [33] Hagiwara H. The Acrasiales in Japan. V. [J]. Bull Natl Sci Museum, Ser. B (Bot) 1979, 5: 67~72.
- [34] Hagiwara H. Dictyostelids in Japan. X\*. Two new species of *Dictyostelium*, *D. pseudo-brefeldianum* and *D. robustum*[J]. Bull Natl Sci Museum, Ser. B 1996, 22(2): 47~54.
- [35] Hagiwara H. Dictyostelids in Pakistan II. Two newly found species of *Dictyostelium*, *D. discoideum* Raper and *D. rosarium* Raper et Cavender[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B. 1996, 22(3): 99~103.
- [36] Hagiwara H. Dictyostelids in Pakistan III. *Dictyostelium aureocephalum* Hagiwara and *D. macrocephalum* Hagiwara, Yeh et Chien[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B, 1998, 24: 77~80.
- [37] Hagiwara H. Dictyostelids in Japan XI. *Dictyostelium giganteum* Singh[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B. 1998, 24: 81~84.
- [38] Hagiwara H. Altitudinal distribution of dictyostelids on Mt. Sobo, Kyushu, Japan[J]. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 1998, 30: 93~99.
- [39] Hagiwara H. Dictyostelids in the Region around the Seto Inland Sea, Japan[J]. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 2000, 32: 77~81.
- [40] Hagiwara H, Shin-ichi Kawakami. Dictyostelids from the Fukiage Gardens of the Imperial Palace,

- Tokyo[J]. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 2000, 34: 389~393.
- [41] Hagiwara H, Shin-ichi Kawakami. Dictyostelids from Mikurajima Island and Hachijojima Islands, Izu Islands, Japan[J]. Mem. Natn. Sci. Mus., Tokyo, 2002, 38: 57~64.
- [42] Hagiwara H. Dictyostelids in Japan XII. *Dictyostelium gloeosporum*, a new species from the grounds of the Imperial Palace, Tokyo[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B, 2003, 29: 127~132.
- [43] Hagiwara H. Dictyostelids in Japan XIII. *Dictyostelium clavatum* Hagiwara[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B. 2004, 30: 15~19.
- [44] Hagiwara H, Hosono H. Dictyostelids in Japan. XIV. *Dictyostelium rosarium* Raper & Cavender and *Polysphondylium filamentosum* Traub, Hohl & Cavender[J]. Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. B, 2006, 32: 1~8.
- [45] Harper RA. Morphogenesis in *Dictyostelium*[J]. Bull. Torrey Bot. Club, 1926, 53: 229~268.
- [46] Harper RA. Morphogenesis in *Polysphondylium*[J]. Bull. Torrey Bot. Club, 1926, 56: 227~258.
- [47] Harper RA. Organization and light relations in *Polysphondylium*[J]. Bull. Torrey Bot. Club, 1926, 59: 49~84.
- [48] Huffman DM., Olive LS. A significant morphogenetic variant of *Dictyostelium mucoroides*[J]. Mycologia, 1963, 55: 337~341.
- [49] Kang, Kyoung-Mi, Nam-Kee Chang. Distribution and new species of Dictyostelids in subalpine zone of Mt. Paektu, Korea[J]. Korea J. Ecol. 2000, 23(4): 331~337.
- [50] Landolt JC, Stephenson SL, Cavender JC. Distribution and ecology of dictyostelid cellular slime molds in Great Smoky Mountains National Park[J]. Mycologia 2006, 98: 541~549.
- [51] Marc S. Lamphier & Kaichiro Yanagisawa. Induction of Macrocyt Formation by Factors Secreted by Giant Cells in *Dictyostelium discoideum*[J]. Develop., Growth and Differ., 1983, 25(5): 495~501.
- [52] Olive LS. The Mycetozoans[M]. Academic, New York. 1975.
- [53] Raper KB. The Dictyostelids[M]. Princeton University Press, 1984.
- [54] Shin-ichi Kawakami, Hagiwara H. Two mating groups of *Polysphondylium pallidum*, a dictyostelid cellular slime mold[J]. Mycoscience 2002, 43: 453~457.
- [55] Stephenson SL, Landolt JC, Moore DL. Protostelids, dictyostelids, and myxomycetes in the litter microhabitat of the Luquillo Experimental Forest[J]. Puerto Rico Mycological Research, 1999, 103(2): 209~214.
- [56] Stephenson SL, Schnittler M, Mitchell DW, et al. Myxomycetes of the Great Smoky Mountains National Park[J]. Mycotaxon, 2001, 78: 1~15.
- [57] Traub F, Hohl HR, Cavender JC. Cellular slime molds of Switzerland. I. Description of new species[J]. Amer. J. Bot. 1981, 68(2): 162~171.

## 致谢

本论文是在导师李玉教授的悉心指导和关怀下完成的。从论文的选题、设计到完成，都得到了导师的耐心指导和无微不至的关怀。硕士研究生的三年是我人生中重要的成长阶段。导师渊博的学识，敏锐的思维，严谨的治学态度，忘我的工作精神都对我产生了深深地影响，使我受益终生。在此谨向导师致以最崇高的敬意和最诚挚的感谢！

感谢日本自然博物馆萩原博光先生无私的帮助，为我提供了大量的文献资料，使我得以顺利的进行标本鉴定。

感谢实验期间杨信东教授、图力古尔教授、高洁教授、王琦教授、姚方杰教授、刘淑艳副教授、李长田副教授，白庆荣老师等给予的诸多指导和帮助。

感谢师姐张波、李艳双等三年来对我学习和生活上的帮助。

感谢实验过程中给予我帮助的刘微、刘晨光、刘丽玲、杨丽娜、李岩、王耀、王晓飞等同学。

感谢所有关心和帮助过我的人！

## 作者简介

何晓兰，女，汉族，1982年12月出生，四川广安人。

### 一 主要学历及社会经历

1998年9月—2001年7月，四川省广安中学，学生

2001年9月—2005年7月，吉林农业大学，学生

2005年9月—2008年6月，吉林农业大学，硕士研究生

### 二 硕士期间发表论文

HE Xiao-lan, LI Yu. Three new records of dictyostelids in China. 菌物学报。

# 附录

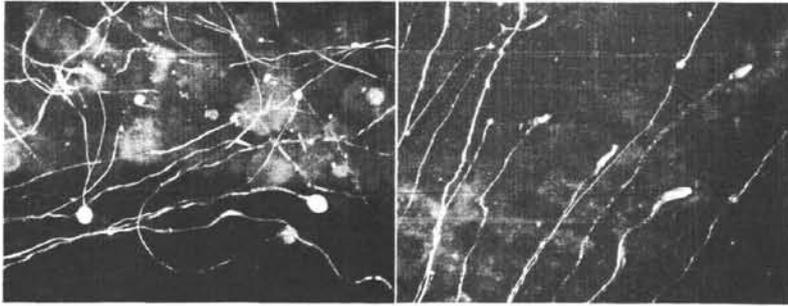


图1 A: 形成孢子团极少的 *D. giganteum* 孢堆果  
B: 显示出强烈向光性的正在形成的 *D. giganteum* 孢堆果

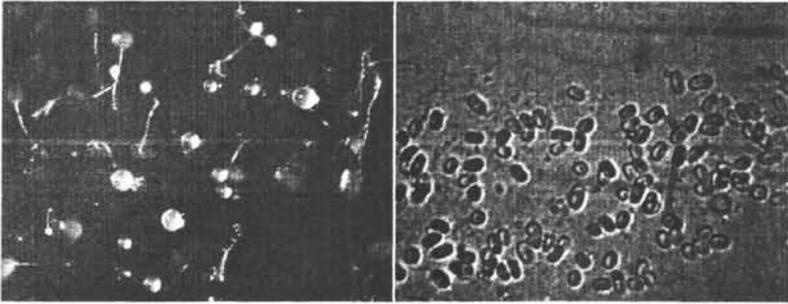


图2 A: *D. minutum* 孢堆果形态;  
B: *D. minutum* 孢子形态

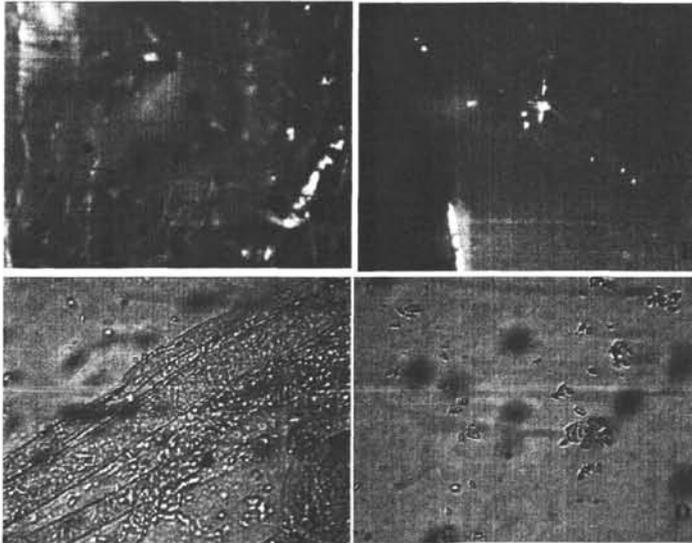


图3 A: *D. purpurm* 孢堆果形态; B: *D. purpurm* 集群  
C: *D. purpurm* 孢堆果柄; D: *D. purpurm* 孢子形态

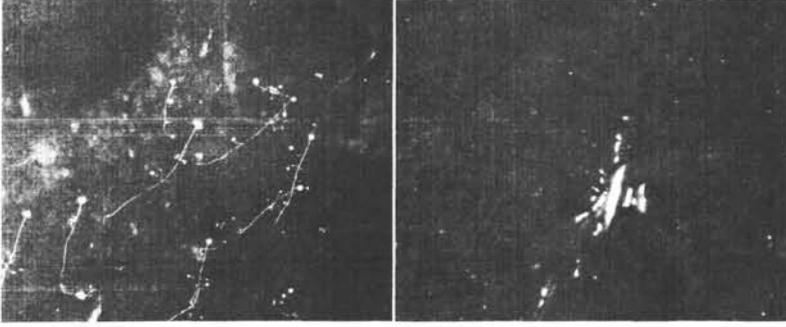


图4 A: *D. delicatum* 孢堆果; B: 娇弱网柄菌 *D. delicatum* 集群



图5 A: *D. sphaerocephalum* 孢堆果; B: *D. sphaerocephalum* 孢堆原和正在形成的孢堆果  
C: *D. sphaerocephalum* 孢子; D: *D. sphaerocephalum* 典型的孢堆果柄顶端和亚顶端形态

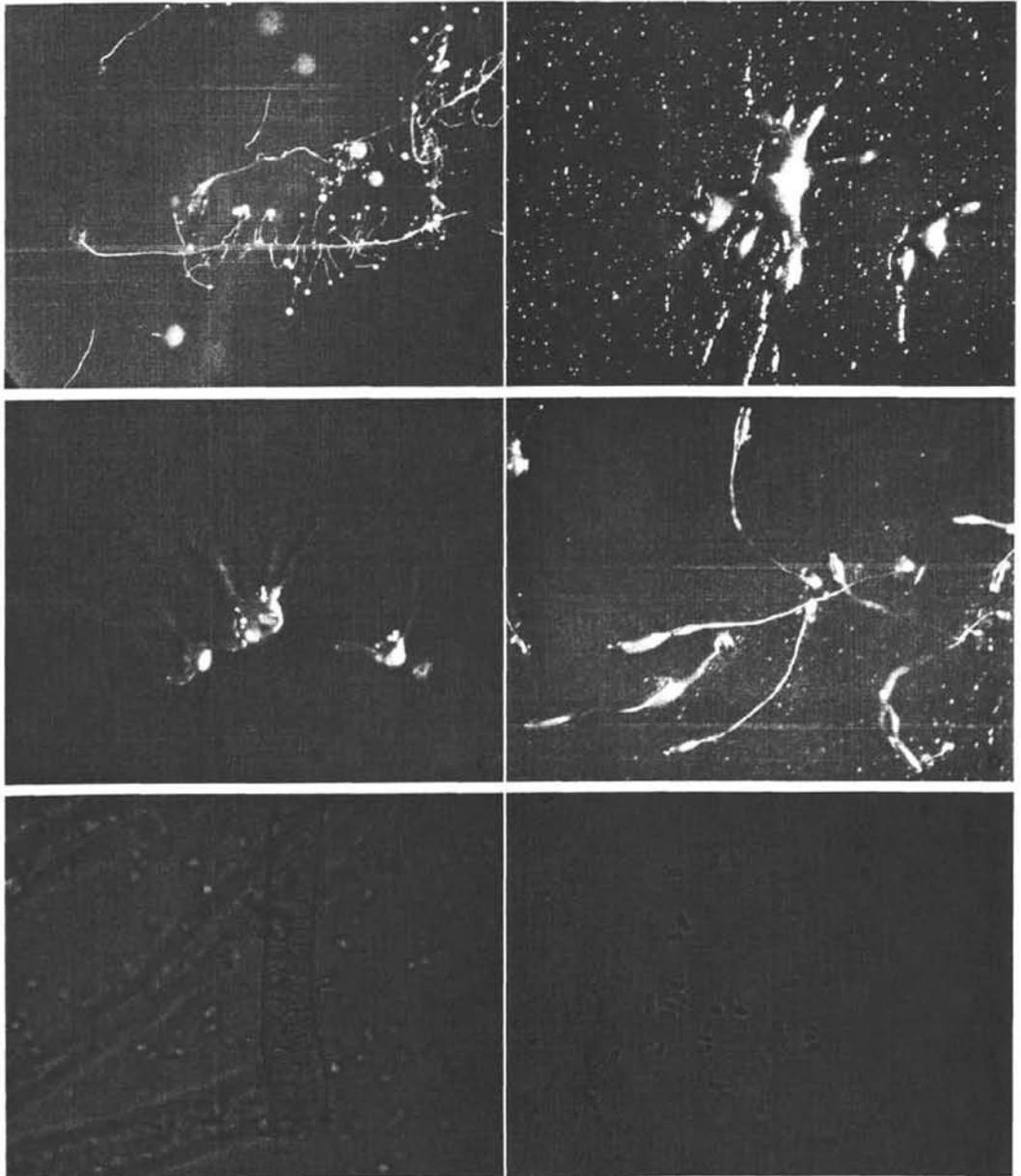


图 6 A: *D. aureo-stipes* 孢堆果; B: *D. aureo-stipes* 集群  
C: *D. aureo-stipes* 孢堆原形成; D: 正在形成的 *D. aureo-stipes* 孢堆果  
E: *D. aureo-stipes* 多细胞的柄; F: *D. aureo-stipes* 孢子形态

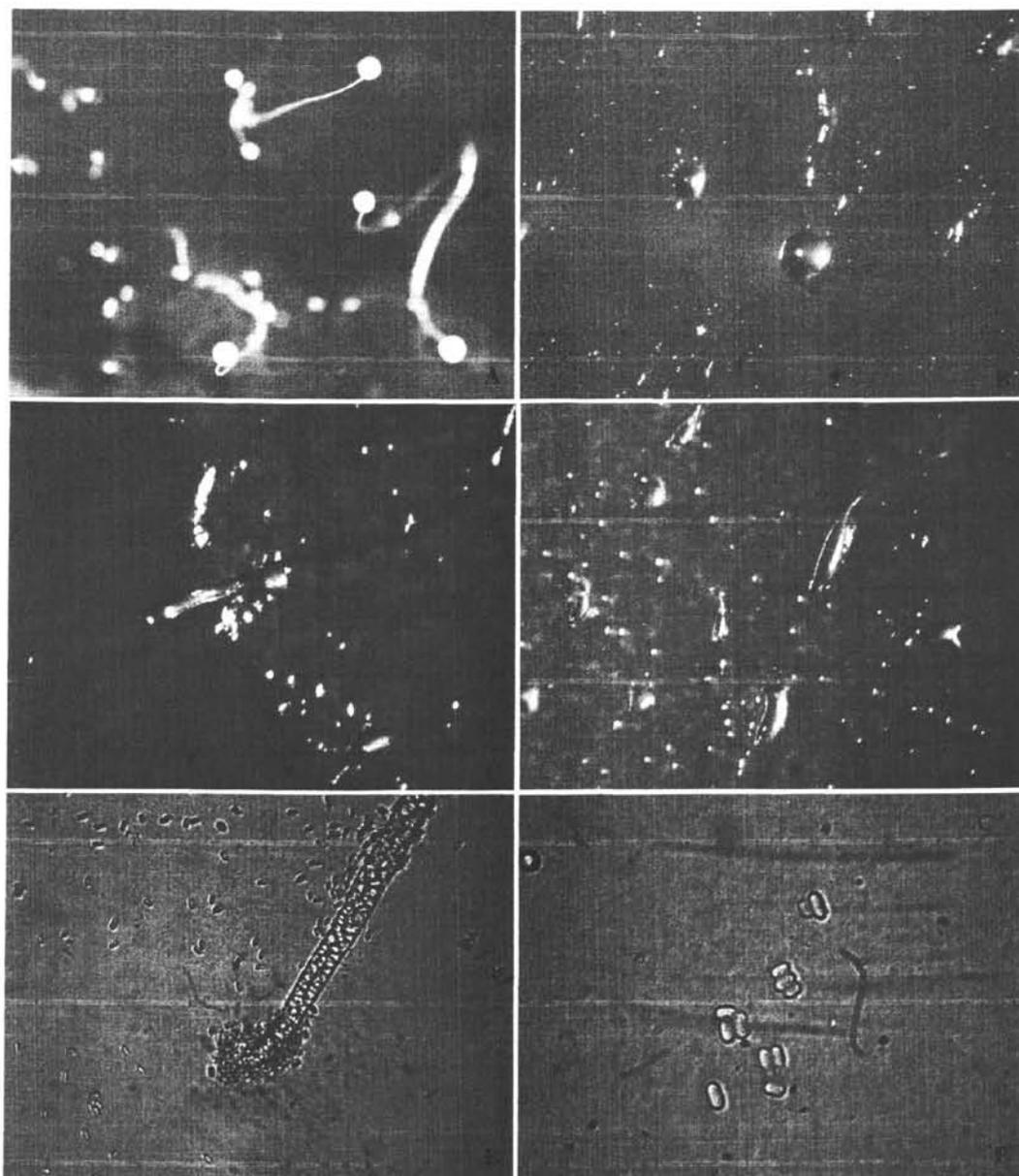


图 7 A: *D. roridum* 孢堆果形态; B: *D. roridum* 集群  
C: *D. roridum* 正在迁移的假原质团; D: *D. roridum* 正在形成的孢堆果  
E: *D. roridum* 孢堆果柄顶端形态; F: *D. roridum* 孢子形态

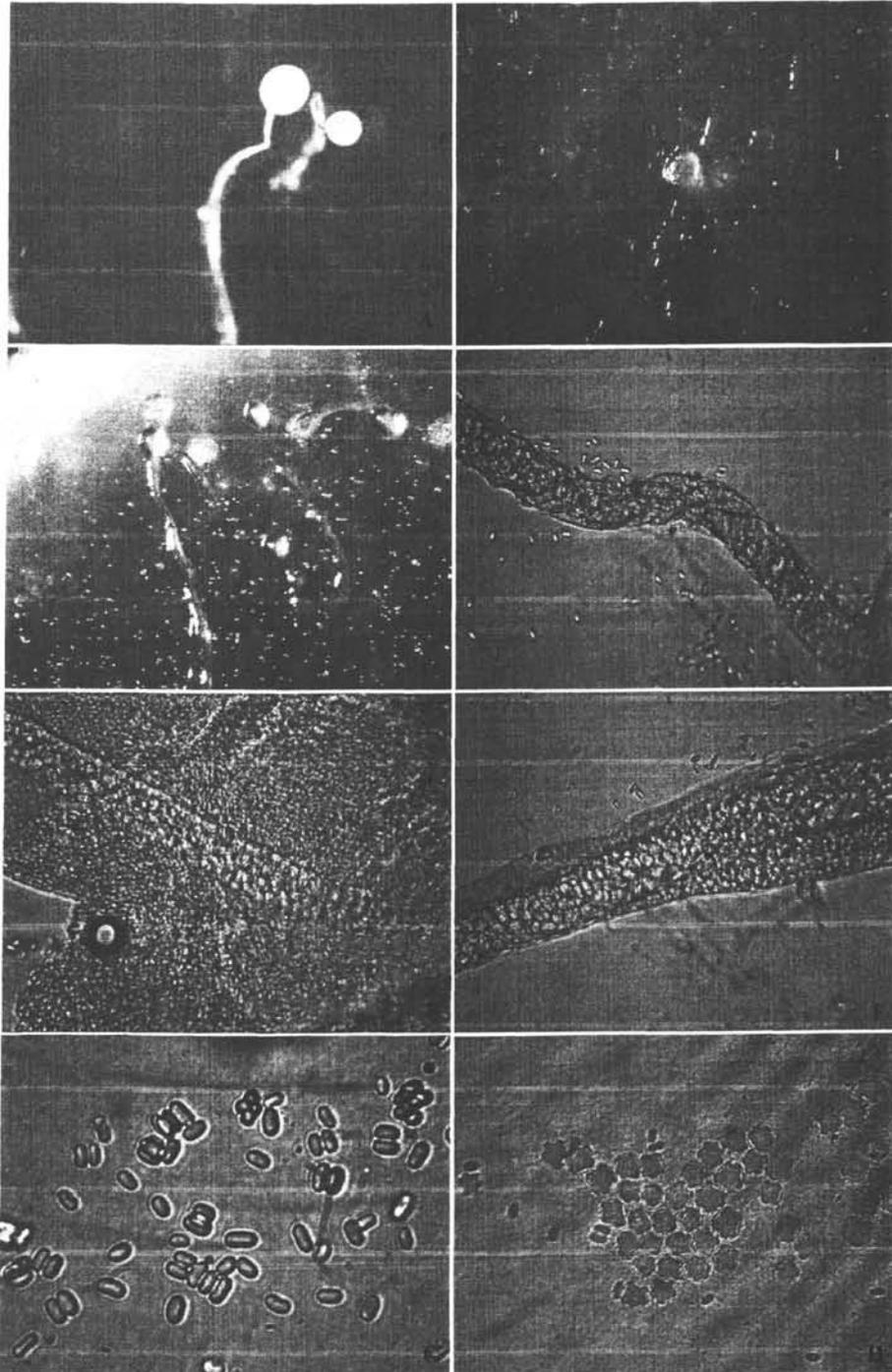


图8 A: *D. multicellularium* 孢堆果形态; B: *D. multicellularium* 集群初期  
 C: *D. multicellularium* 集群后期; D: *D. multicellularium* 孢子团下部弯曲的柄  
 E: *D. multicellularium* 孢堆果柄顶部; F: *D. multicellularium* 具支持细胞的柄  
 G: *D. multicellularium* 孢子形态; H: *D. multicellularium* 小胞囊形态

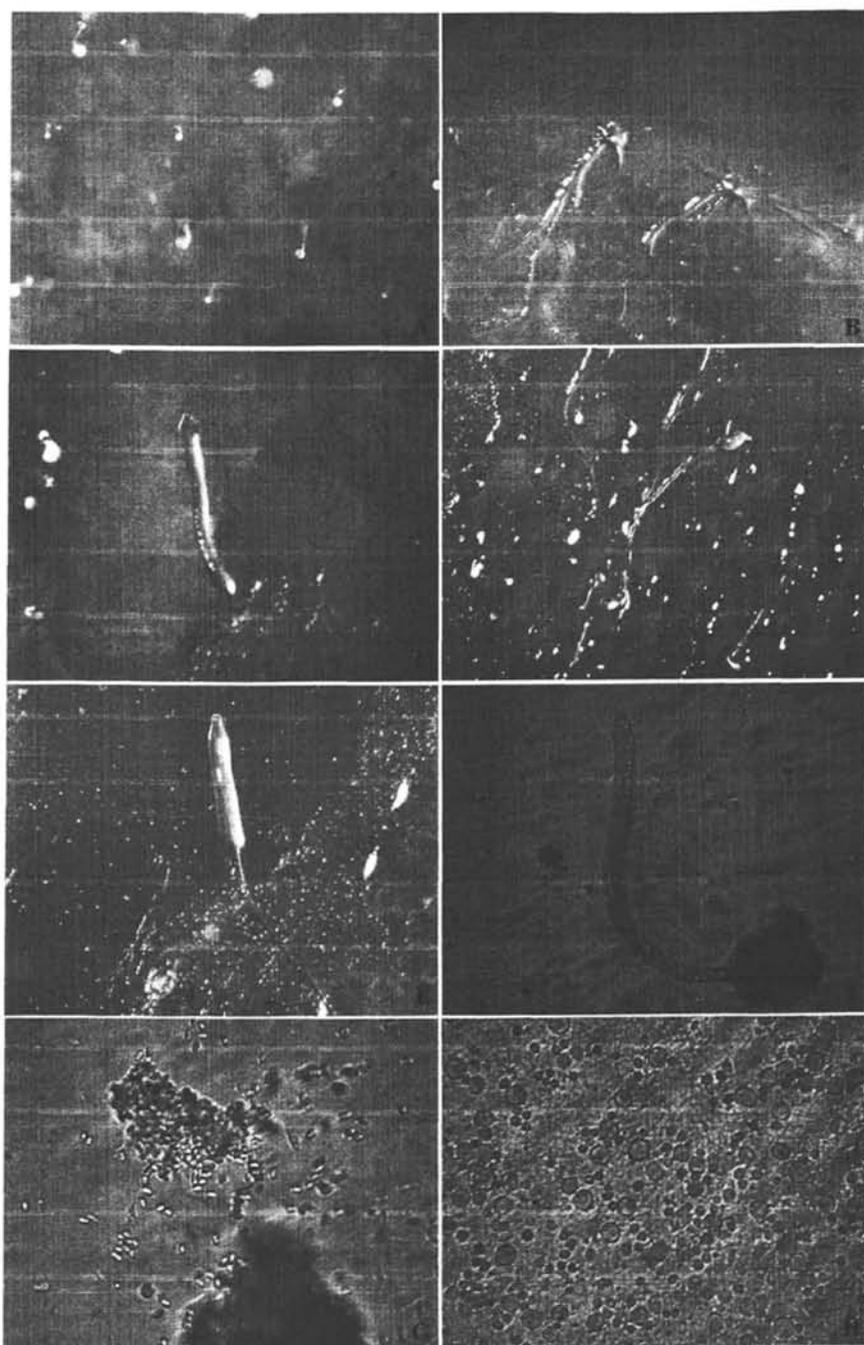


图9 A: *D. microsoro carpum* 孢堆果形态; B: *D. microsoro carpum* 集群后期  
 C: *D. microsoro carpum* 正在迁移的假原质团; D: *D. microsoro carpum* 孢堆原  
 E: *D. microsoro carpum* 正在形成的孢堆果; F: *D. microsoro carpum* 孢堆果柄的形态  
 G: *D. microsoro carpum* 孢子形态; H: *D. microsoro carpum* 小胞囊

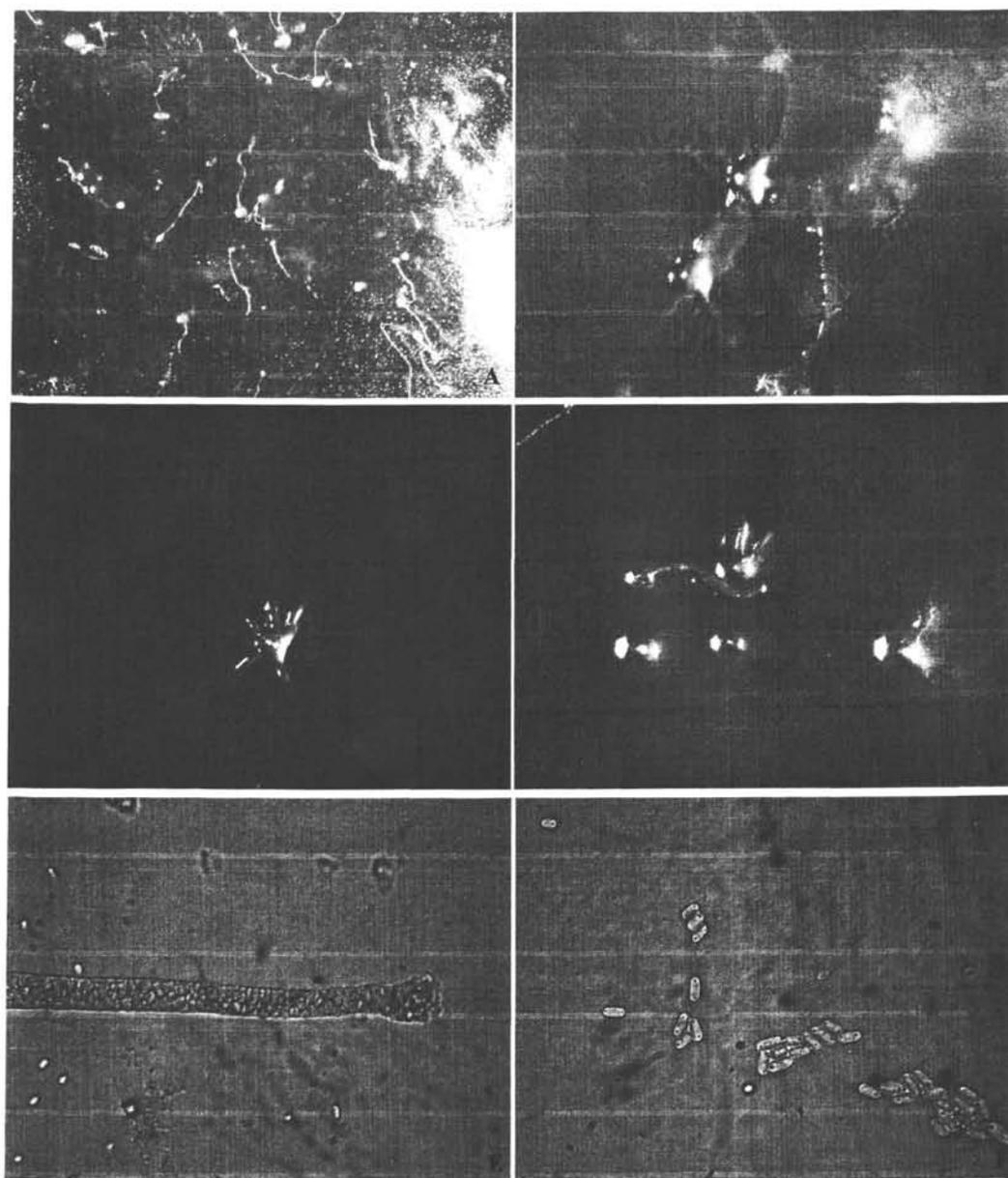


图 10 A: *D. biserialis* 平伏于培养基上的孢堆果; B: *D. biserialis* 大的集群初期  
C: *D. biserialis* 小的集群后期; D: *D. biserialis* 迁移前的假原质团  
E: *D. biserialis* 孢堆果柄顶部; F: *D. biserialis* 具有明显极粒的孢子

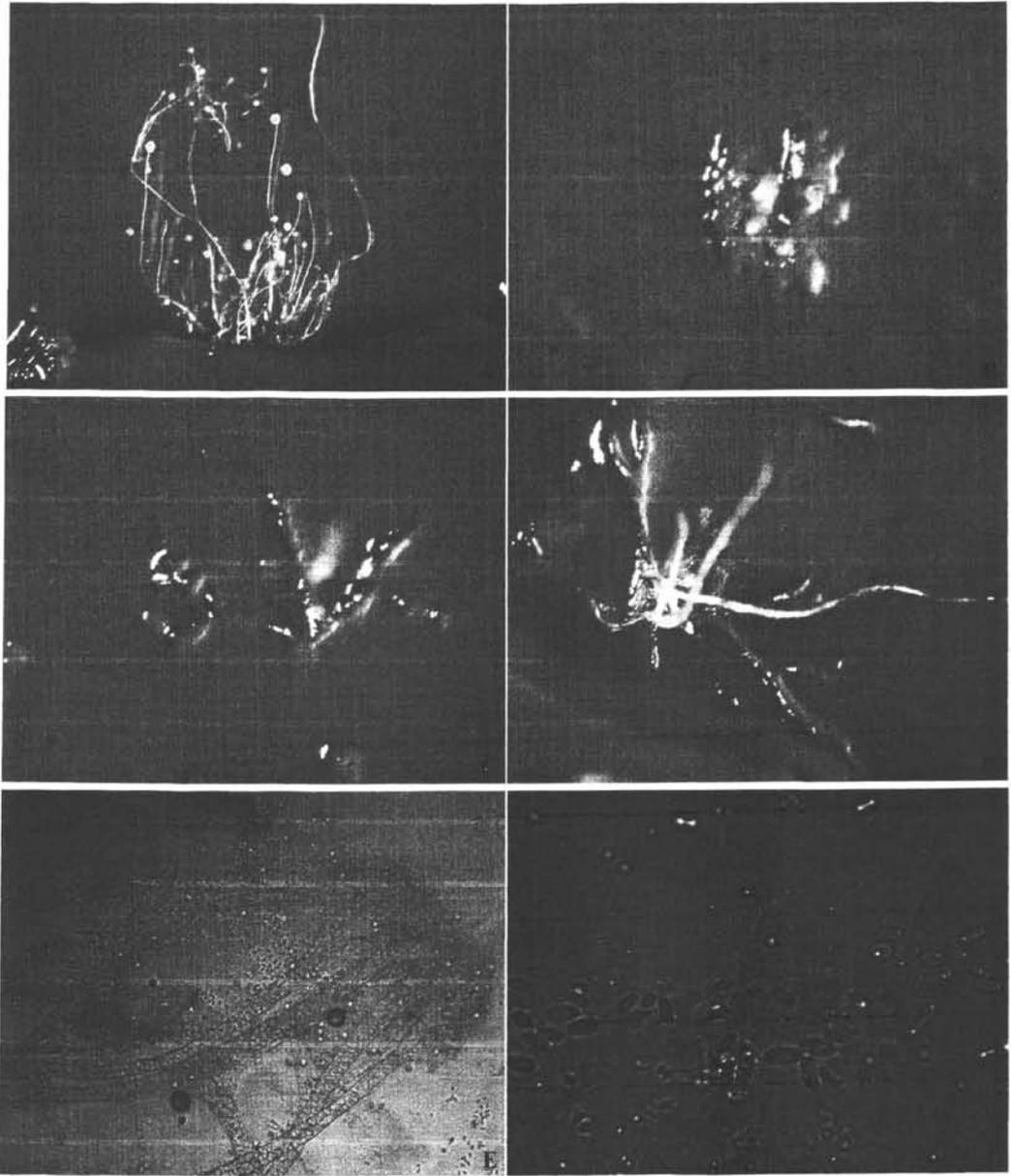


图 11 A: *D. cespitosum* 典型簇生的孢堆果; B: *D. cespitosum* 开始形成孢堆原的集群  
C: *D. cespitosum* 集群后期开始分化形成孢堆果; D: *D. cespitosum* 正在形成的孢堆果  
E: *D. cespitosum* 多细胞的柄; F: *D. cespitosum* 具有明显极粒大小不一的孢子

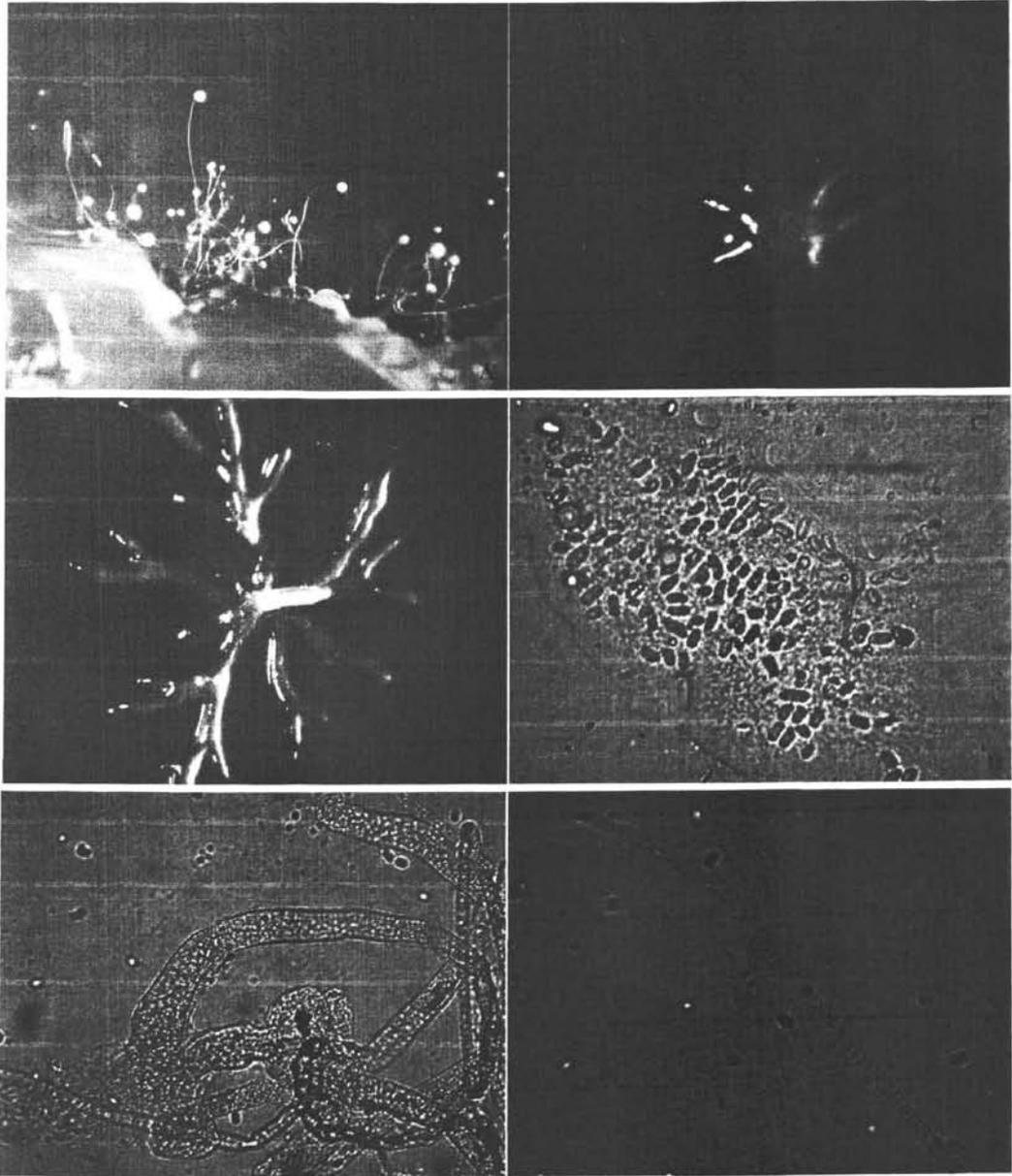


图 12 A: *D. gregarium* 群生的孢堆果; B: *D. gregarium* 集群初期  
C: *D. gregarium* 集群后期孢堆原形成; D: *D. gregarium* 具明显极粒的孢子  
E: *D. gregarium* 孢堆果柄基部; F: *D. gregarium* 孢堆果柄顶部

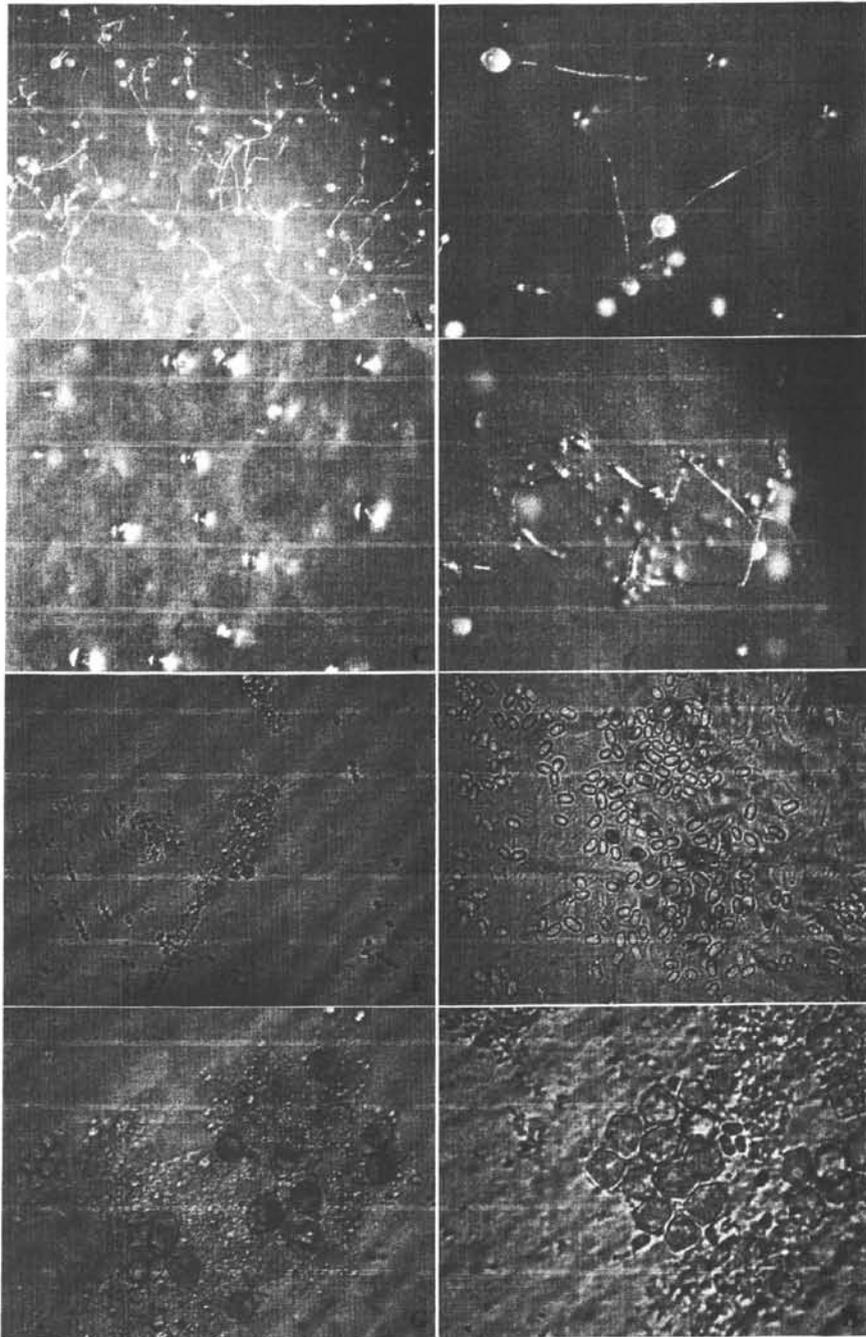


图 13 A:平伏的 *D. membranosum* 孢堆果, B: *D. membranosum* 孢堆果及其明显圆锥形的基部  
 C: *D. membranosum* 土堆状集群; D:正在形成的 *D. membranosum* 无分支和具初级分支的孢堆果  
 E: *D. membranosum* 孢堆果柄基部; F: *D. membranosum* 孢子形态  
 G: *D. membranosum* 具囊状膜的大孢囊; H: *D. membranosum* 的小孢囊

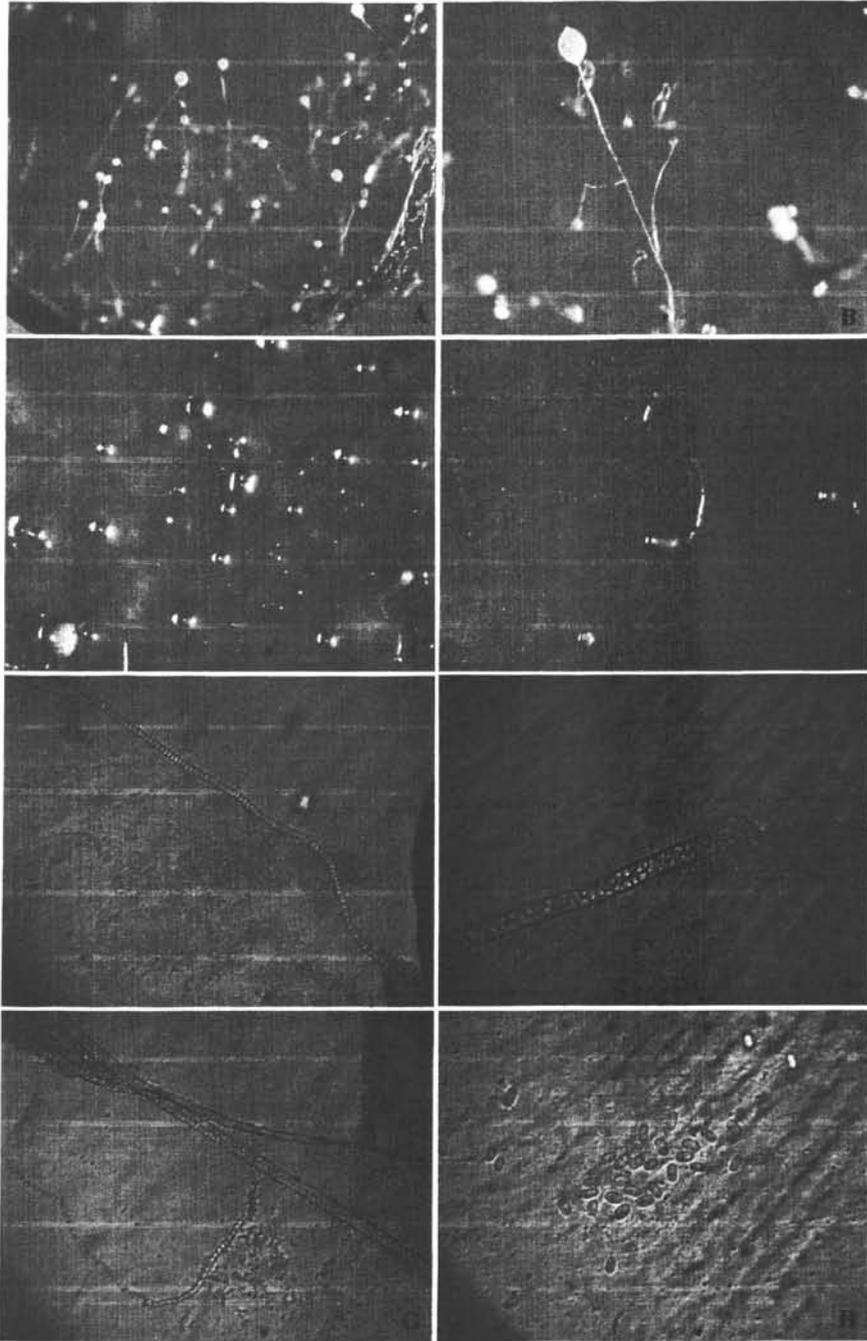


图 14 A: *D. culliculosum* 孢堆果; B: *D. culliculosum* 孢堆原有及分支的孢堆果  
C: *D. culliculosum* 隆起的集群; D: *D. culliculosum* 正在迁移的假原质团  
E: *D. culliculosum* 单列细胞柄及其膨大的基部; F: *D. culliculosum* 多细胞柄及膨大的基部  
G: *D. culliculosum* 具分支的柄; H: *D. culliculosum* 孢子形态

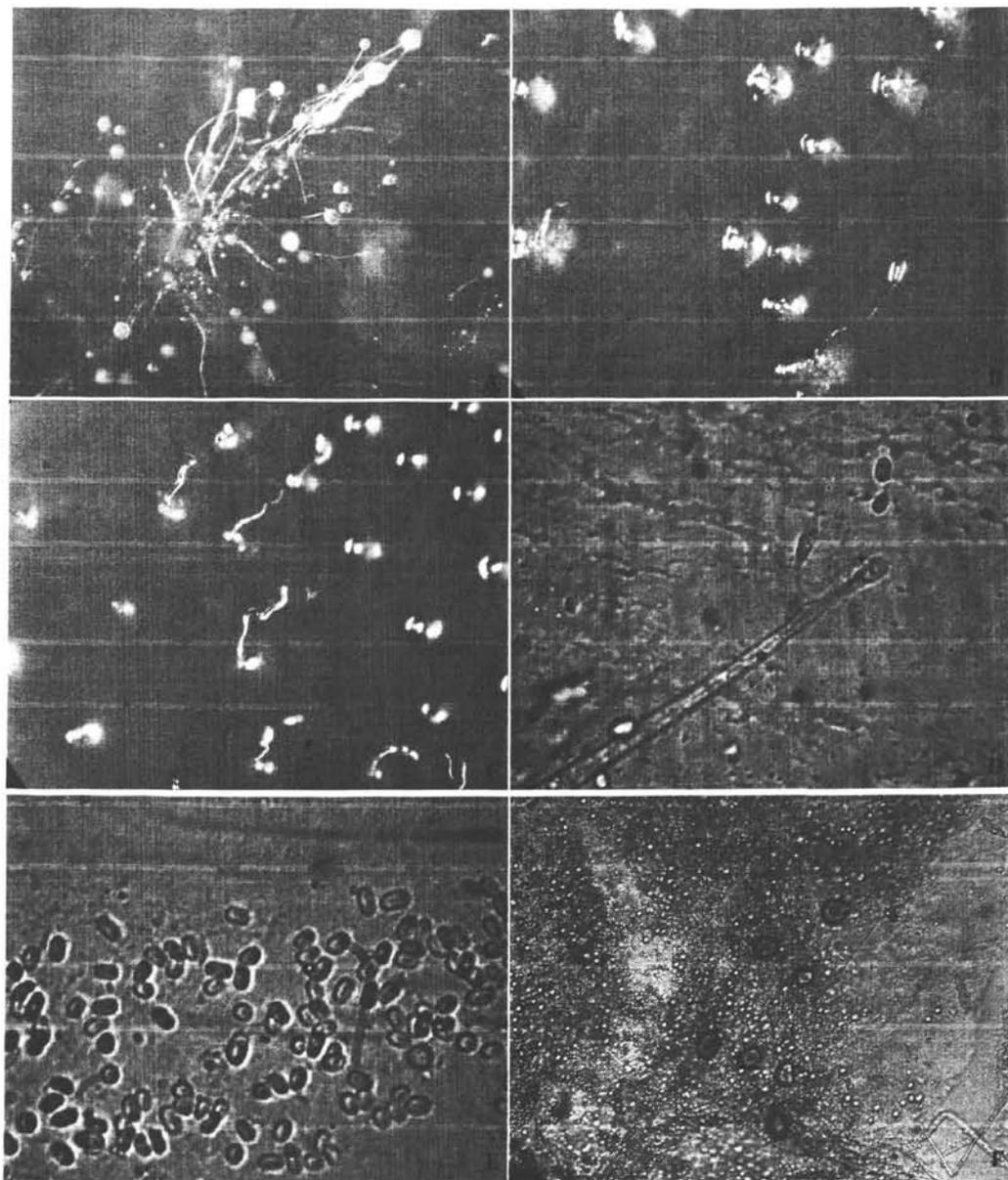


图 15 A: *D. confertum* 簇生的孢堆果; B: *D. confertum* 集群  
C: *D. confertum* 集群及孢堆果形成阶段; D: *D. confertum* 孢堆果柄顶端  
E: *D. confertum* 孢子形态; F: *D. confertum* 大孢囊

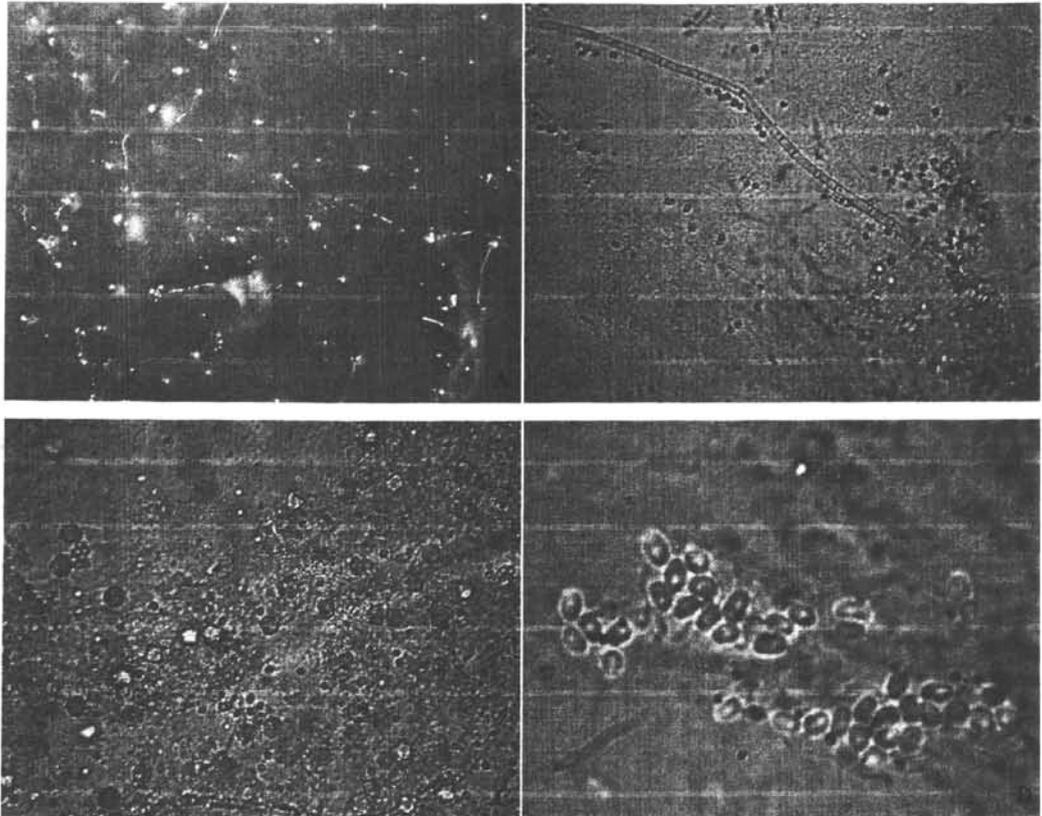


图 16 A: *D. parvulum* 单生的孢堆果; B: *D. parvulum* 孢堆果柄及其膨大的基部  
C: *D. parvulu* 小胞囊; D: *D. parvulu* 孢子

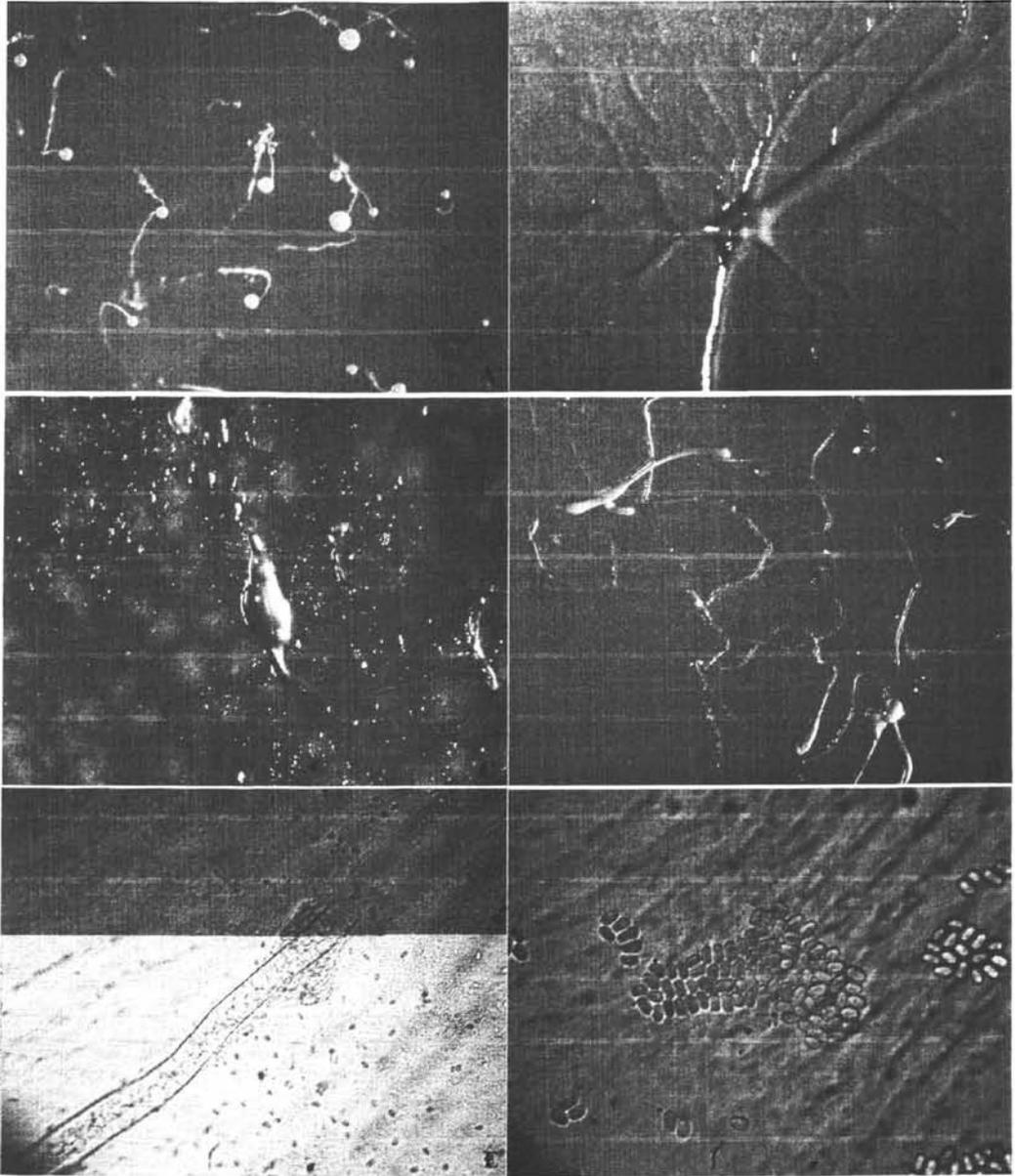
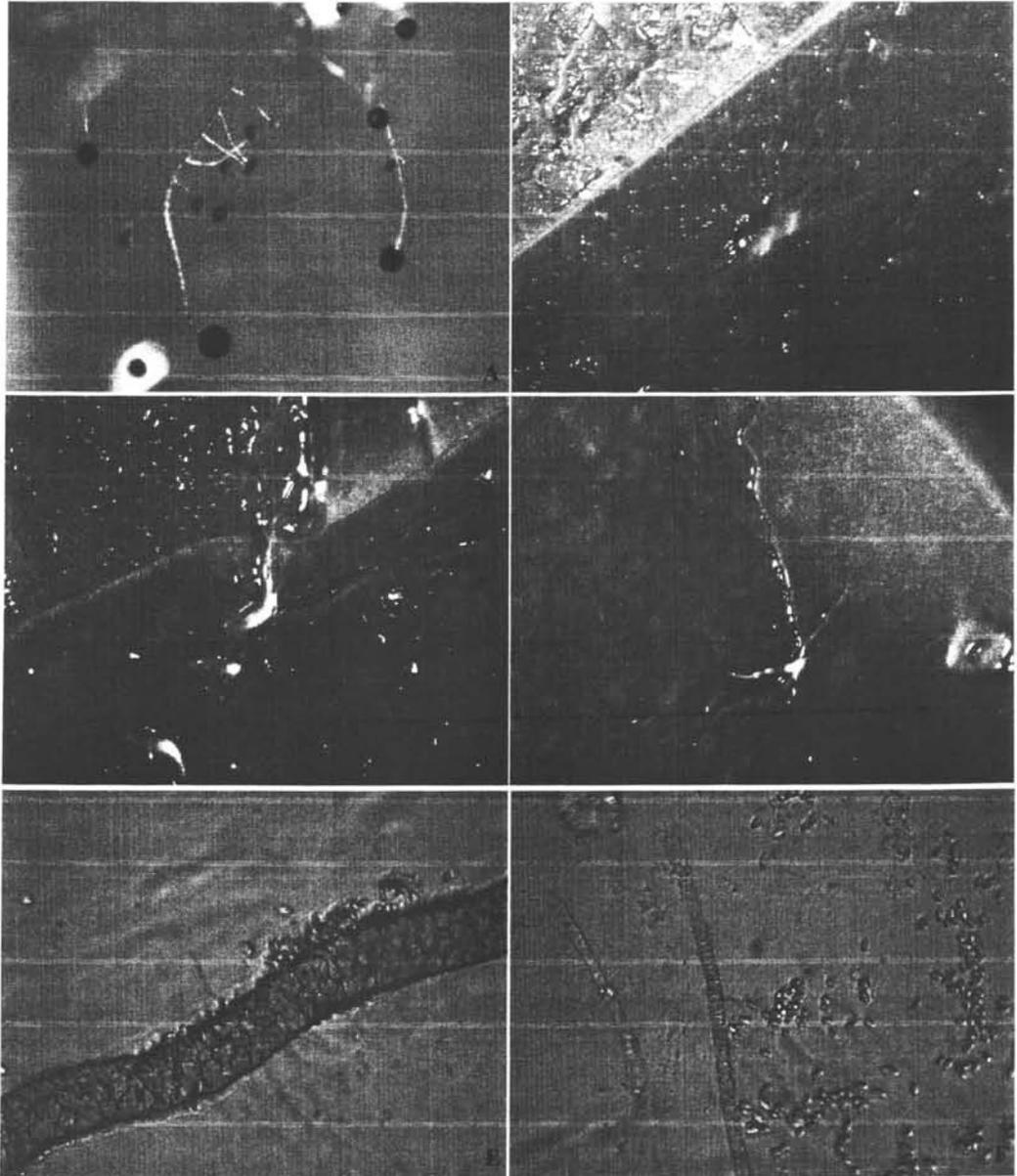


图 17 A: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 孢堆果;  
 B: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 集群初期;  
 C: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 正在迁移的假原质团;  
 D: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 正在形成的孢堆果及假原质团迁移时形成的连续或不连续的柄;  
 E: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 基部具支持细胞的孢堆果柄  
 F: *D. sphaerocephalum* var. *evespigium* 孢子



**图 18** A: *P. violaceum* 孢堆果; B: *P. violaceum* 集群  
C: *P. violaceum* 假原质团迁移前; D: *P. violaceum* 集群分化形成孢堆果  
E: *P. violaceum* 粉红色的柄; F: *P. violaceum* 孢子

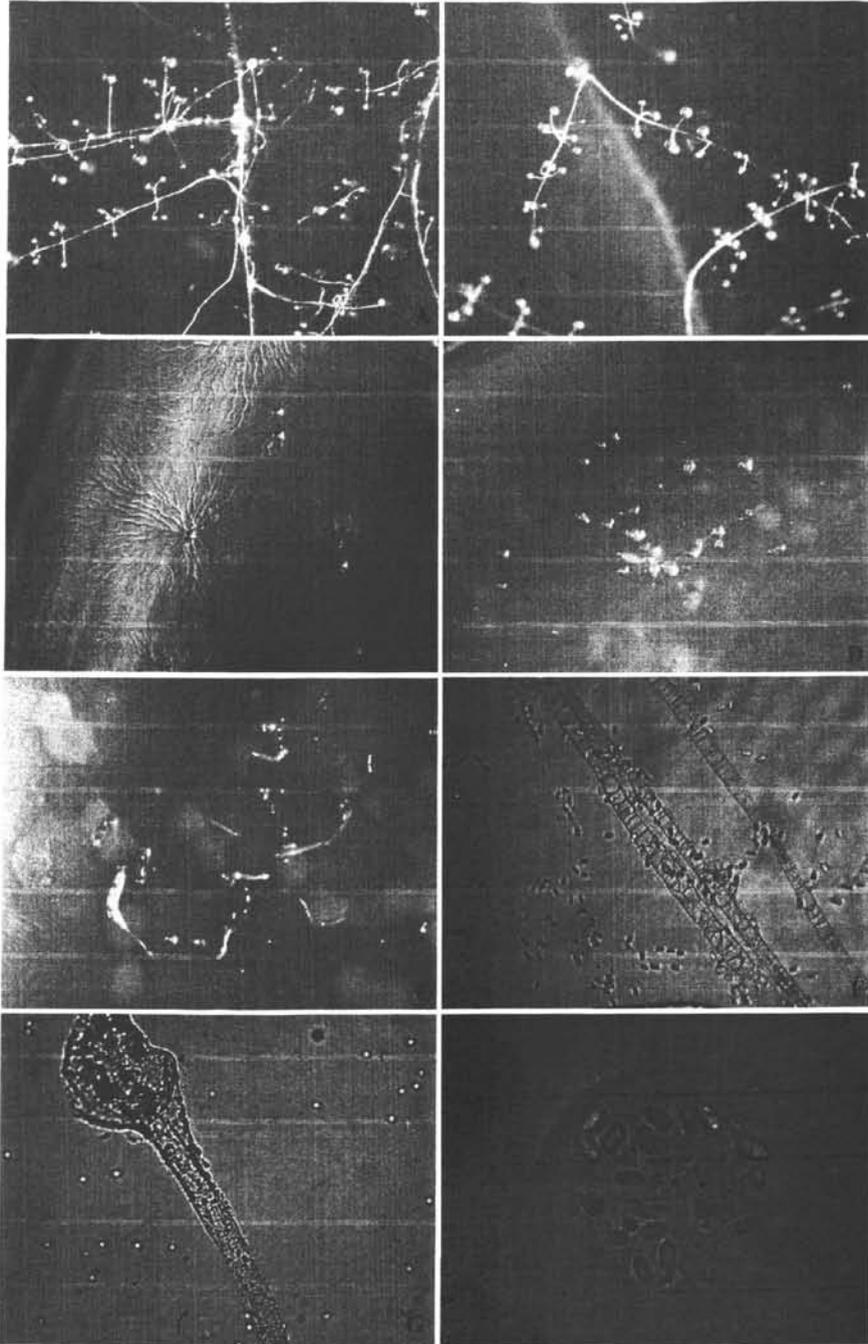


图 19 A: 具两次分支的 *P. symbasimum* 孢堆果; B: 具初级分支的 *P. symbasimum* 孢堆果  
 C: *P. Symbasimum* 典型的辐射状集群; D: *P. symbasimum* 集群后期  
 E: 正在形成的 *P. symbasimum* 孢堆果; F: 单细胞的 *P. symbasimum* 孢堆果柄  
 G: 具外鞘多细胞的 *P. symbasimum* 孢堆果柄基部; H: *P. symbasimum* 的孢子

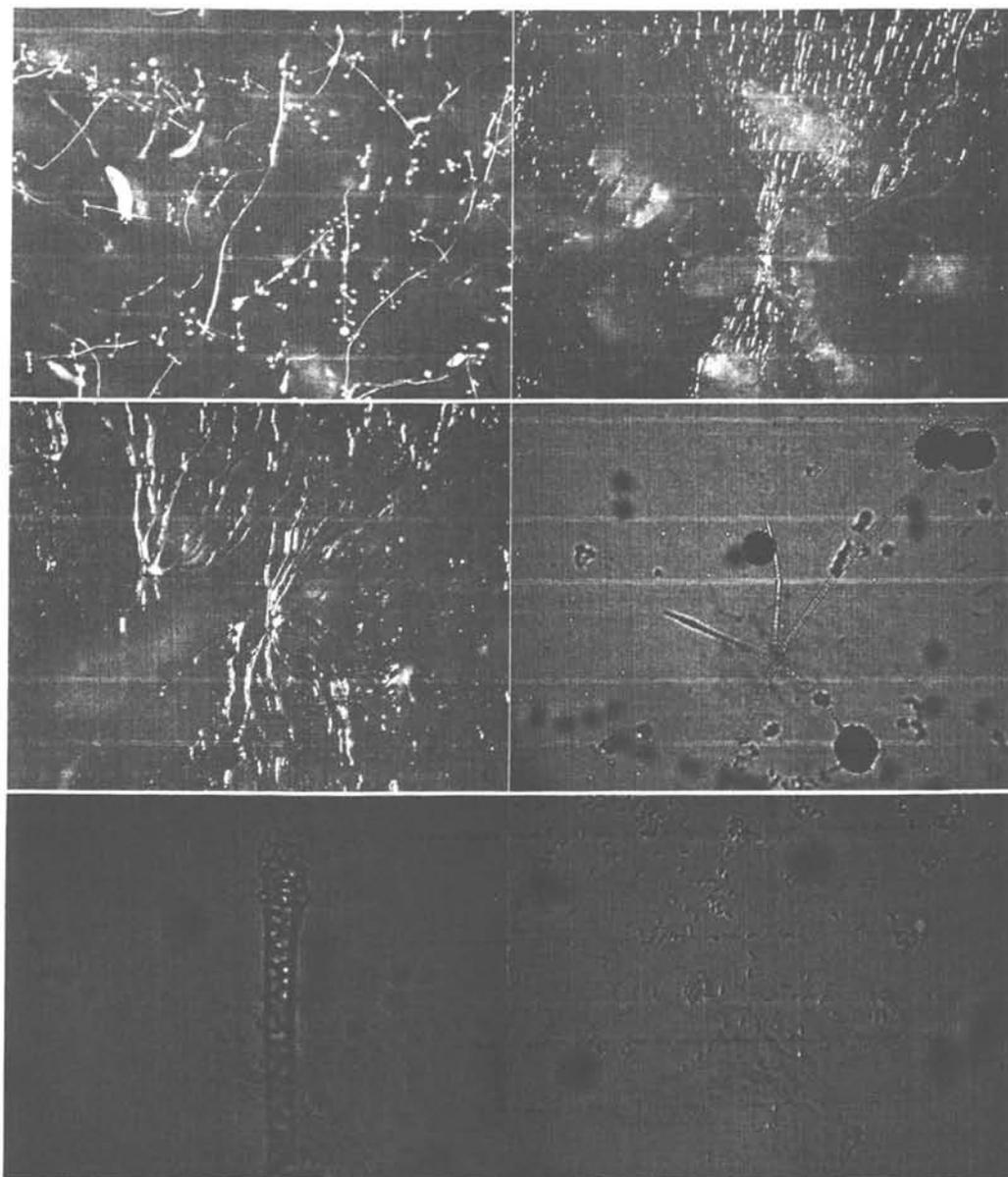


图 20 A: *P. tikaliensis* 孢堆果; B: *P. tikaliensis* 典型辐射状集群  
C: *P. tikaliensis* 集群后期; D: *P. tikaliensis* 孢堆果柄及分支  
E: *P. tikaliensis* 孢堆果柄基部; F: *P. tikaliensis* 孢子

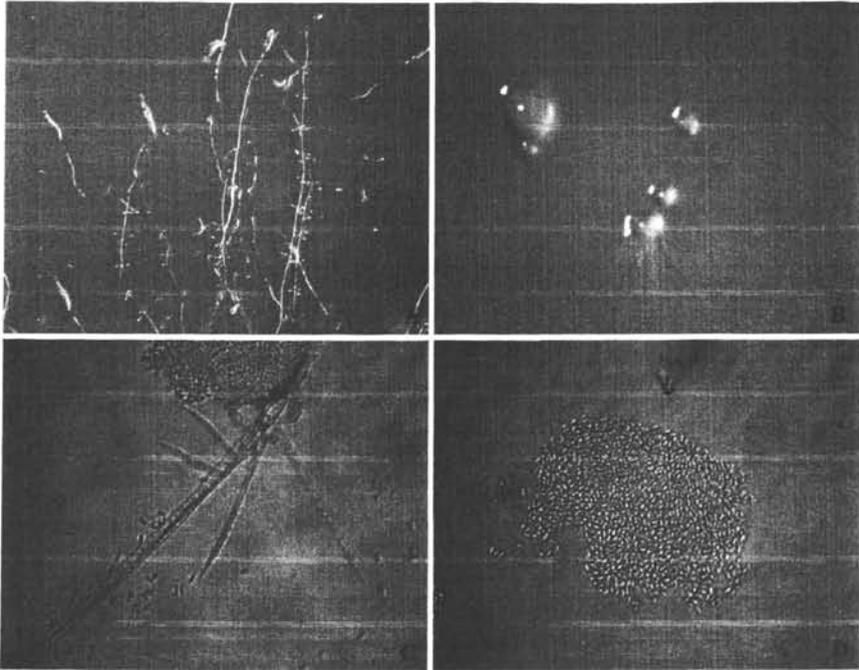


图 21 A: *P. anisocaula* 的孢堆果; B: *P. anisocaula* 集群初期  
C: *P. anisocaula* 孢堆果柄及分支; D: *P. anisocaula* 孢子

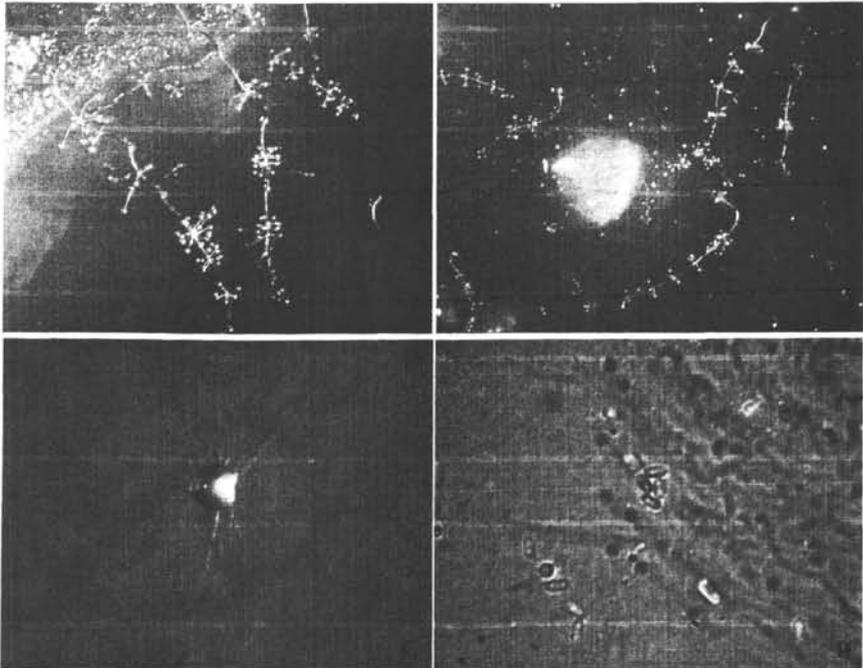


图 22 A: *P. candium* 轮生支较少分支较多的孢堆果; B: *P. candium* 轮生支较多的孢堆果  
C: *P. candium* 集群; D: *P. candium* 孢子