

粘菌分类问题*

周宗璜

(吉林农业大学, 长春)

粘菌又称菌虫。一百多年来, 名称不统一, 概念不明确, 内容范围多变化, 分类归属未解决。于此作一简述, 并抒己见, 以供探讨, 希能导致更多更深入的研究。

研究生物分类要求尽可能按照自然历史系统整理生物类群。研究粘菌分类有其特殊意义。

粘菌最初被误认为属于腹菌类。Linnaeus^[1] 把粉瘤菌归入马勃属。Fries^[2] 把孢子内生的粘菌列为真腹菌目的粘腹菌亚目。Fries 所用的“*Myxogastres*”及其派生的名称至今仍在沿用, 其译名应把“粘腹菌”的原义改为“腹粘菌”, 以符实际。Link^[3] 首先使用“*Myxomycetes*”的名称, 与腹菌分开, 由此建立了“粘菌”的名称。De Bary^[4] 第一个认为它们是动物, 改称为“*Mycetozoen*”, 译名“菌虫”。此后, “粘菌”和“菌虫”两个名称在学术界同时沿用至今, 没有统一。粘菌和菌虫所包含的内容类群范围, 也因学者之间没有明确的共同概念而不一。因而在文献中, “菌虫”既是“粘菌”的异名, 而又不完全是。究竟粘菌是植物还是动物, 是真菌还是原生生物, 其说不一。

粘菌的内容范围

要弄清哪些是粘菌, 哪些不是, 要有具体的鉴别特征和明确界限。通常说的粘菌是指鹅绒菌 (*Ceratiomyxa*), 粉瘤菌 (*Lycogala*), 团毛菌 (*Trichia*), 煤绒菌 (*Fuligo*), 绒泡菌 (*Physarum*), 发网菌 (*Stemonitis*) 等种类。Link 称为粘菌的就是这些种类, de Bary 最初认为是动物而改称菌虫的也是这些种类。它们有一定的基本共同特征, 是一个自然类群。后来, 有一些异型的类群被加入了粘菌或菌虫的行列。

Rostafinski^[5] 把菌虫分为外生孢子和内生孢子两类, 他的专著^[6] 是粘菌分类的基础。变化主要发生在 1885 年及以后。Zopf^[7] 及其他学者强调菌虫的动物特性, 加进去了一些其他的类群。Schroeter^[8,9] 的粘菌内容包含了集胞菌 (*Acrasiales*)、腹粘菌 (*Myxogastres*)、和根肿菌 (*Plasmodiophorales*), Jahn^[10] 在 Engler and Prantl 一书的第二版中又加入了水生粘菌

目 (*Hydromyces*), Lister 父女^[11] 的菌虫专著第三版, Macbride 和 Martin^[12] 以及 Martin 和 Alexopoulos^[13] 的粘菌专著是粘菌分类最重要的著作。虽然他们的分类系统和类群名称有所不同, 总的范围是一致的, 都只包含孢子外生的鹅绒菌类和孢子内生的腹粘菌类, 不包括其他类群。1960 年以来, 又出现了新的情况。Olive^[14-16] 单独地以及他和 Stoianovitch 一起^[17-21] 陆续发现了菌虫的一些新种, 建立了若干新属、新科和一个新目——原柄目 (*Protostelida*)。Olive^[22] 还修订了菌虫纲的分类, 出版了“*Mycetozoans*”^[23] 专著, 他把鹅绒菌归入了原柄目。在 Ainsworth^[24] 的《真菌学辞典》第六版中, 值得注意的是, 他把 Olive 的原柄目改作原柄菌目 (*Protosteliales*) 为人腹粘菌亚纲, 同时仍保留鹅绒菌为粘菌纲的一亚纲。Martin^[25] 强调粘菌的特点, 主张粘菌纲为粘菌亚门唯一的纲。Whittaker^[26] 在其五界系统中, 粘菌门也仅有粘菌纲一纲, 集胞菌、网粘菌、根肿菌都分别成为独立的门。表 1 列出粘菌 (菌虫) 内容范围变化简表供参考比较 (表 1)。最近又看到了 Alexopoulos 和 Mims^[27] 的新著, 兹摘录其分类系统中有关部分如下:

裸菌门 (*Gymnomycota*)

集胞裸菌亚门 (*Acrasiogymnomycotina*)

集胞菌纲 (*Acrasiomycetes*)

原质团裸菌亚门 (*Plasmodiogymnomycotina*)

原柄菌纲 (*Protosteliomycetes*)

粘菌纲 (*Myxomycetes*)

鹅绒菌亚纲 (*Ceratiomyxomycetidae*)

腹粘菌亚纲 (*Myxogastromycetidae*)

发网菌亚纲 (*Stemonitomycetidae*)

发网菌亚纲是 Ross^[28] 根据原质团形成子实体的方式不同而从腹粘菌亚纲分出来的。

总的看来, 孢子内生的腹粘菌类是从来一致公认没有异议的粘菌。它们的基本共同特征是: 孢子萌发

* 本文系 1980 年 9 月全国真菌学术报告会论文。

表 1 粘菌内容范围变化简表

Link ^[3] : 粘菌 (MYXOMYCETES) Macbride & Martin ^[12] : Martin & Alexopoulos ^[13] : 粘菌纲 (MYXOMYCETES) 鹅绒菌亚纲 (Ceratiomyxomycetidae) 腹粘菌亚纲 (Myxogastromycetidae)			De Bary ^[43] : 菌虫 (MYCETOZOEN) Rostafinski ^[6] : Lister ^[11] : = 菌虫纲 (MYCETOZOA) = 外生孢子亚纲 (Exosporeae) = 内生孢子亚纲 (Endosporeae)	
Schroeter ^[8, 9] , Jahn ^[10]	Whittaker ^[26]	Olive ^[22, 23]	Ainsworth ^[24]	Ainsworth & Sussman ^[27]
粘菌纲 (Myxomycetes)	粘菌门 (Myxomycota) 粘菌纲 (Myxomycetes)	菌虫亚门 (Mycetozoa) 真菌虫纲 (Eumycetozoa) 原柄亚纲 (Protostelia) 原柄目 (Protostelida) 鹅绒菌科 (Ceratiomyxaceae) 腹粘菌亚纲 (Myxogastria) (粘菌纲)	粘菌门 粘菌纲 鹅绒菌亚纲 (Ceratiomyxomycetidae) 腹粘菌亚纲 (Myxogastromycetidae) 原柄菌目 (Protosteliales)	粘菌门 粘菌纲 鹅绒菌亚纲
腹粘菌目 (Myxogastreales)				腹粘菌亚纲
集胞菌目 (Acrasiales)	集胞菌门 (Acrasiumycota)	网柄亚纲 (Dictyostelia) 集胞纲 (Acrasea) 集胞亚纲 (Acrasia)	集胞菌纲 (Acrasiumycetes)	发网菌亚纲 (Stemonitomycetidae) 集胞菌纲
水生粘菌目 (Hydromyxales) 根肿菌目 (Plasmodiophorales)	网粘菌门 (Labyrinthulomycota) 根肿菌门 (Plasmodiophoromycota)	网粘菌亚门 (Labyrinthulina) 根肿菌亚门 (Plasmodiophorina)	水生粘菌纲 (Hydromyxomycetes) 根肿菌纲 (Plasmodiophoromycetes)	

产生 1—4 个单核的粘变形体或具有长短光鞭的游动胞,它们可以互相转变,分裂繁殖,成对交配形成接合子,然后发育成为双倍体的多核而非细胞结构的摄食性营养体原质团;子实体由原质团集中分化形成,也非细胞结构,经减数分裂形成单倍体的孢子;孢子是有性繁殖的产物,孢子壁含有纤维素。

鹅绒菌与腹粘菌类确有明显的不同之处。孢子单生于子实体表面许多细梗的顶端,成熟时有四核,萌发后经分裂形成八个游动胞。根据 Gilbert^[30]、Furtado 和 Olive^[31]、Schetz^[32] 等的报道,游动胞成对配合形成接合子,孢子形成时有减数分裂,足以表明鹅绒菌具有与腹粘菌基本上相同的生活史类型,其外生孢子壁的结构可能相当于单孢子的孢囊。因此,鹅绒菌作为粘菌纲的一个亚纲是恰当的,归入原柄目则缺乏有力的依据。

原柄目所包含的种类体形极为微小,生活史非常简单。营养体为单核的变形体,或虽有多数的核或为微小的网状体而也被称为“原质团”,实质上与粘菌的原质团不同。子实体由单核的变形体或由“原质团”分割而成的小团转化而成,在细管状的柄顶端只形成一个或很少几个孢子,没有孢囊结构,没有性现象核循环。因此,原柄目不能归入腹粘菌,与营养体和子实体

都很发达的鹅绒菌也不相近似。它们既没有粘菌的双倍体原质团,也没有集胞菌的假原质团;它们是否同型以及其分类地位都需要进一步研究。

集胞菌是最早加入粘菌行列的异型类群,常称为细胞状粘菌。已有足够的资料说明它们之间的区别。主要是它们的营养体不是双倍体的原质团而是独立生活的单倍体粘变形体,生活史中的假原质团实际上表示营养阶段个体生活的结束和繁殖阶段集体组合的开始,与粘菌的双倍体营养体原质团性质完全不同。

在水生粘菌中, *Vampyrella* 是较大的有代表性的属,通常称为“食藻虫”,很少人认为它们同真菌或粘菌有什么关联。网粘菌 (*Labyrinthula*) 的主要特征是其营养体粘变形体的个体之间可以有胶粘质细线相连成串状至网状的集合体,常称为网原质团。这与粘菌的原质团毫无共同之处,还引起误解。

根肿菌类常称为内寄生粘菌,与粘菌之间比上述各类群似有较多相似之处,如游动胞的鞭毛类型和营养体的原质团,但也有显著的区别。因此,在分类处理中几经分而合,合而分。它们是专性内寄生物、营养方式主要是吸收, Karling^[33] 曾指出有部分摄食现象,生活史中有产生游动孢子和休眠孢子两阶段,孢子壁成分中含甲壳质而非纤维素,有性繁殖核循环尚有不

确之处。Gaumann^[34]认为根肿菌是由于适应寄生生活而从粘菌演化来的。植物病理学者倾向于把它们归入鞭毛菌类中。这也有由于工作上方便的原因,同时鞭毛菌类也是多元异型的类群。Sparrow^[35]和Karl-ling^[36]曾先后主张设立独立的根肿菌纲或门,Whittaker^[37]为之设立了独立的门。

综上所述,粘菌作为一个同型的自然类群,应限于具有这样的基本共同特征:营养体为由粘变形体或长短光鞭游动胞相配形成的接合子发育而成的摄食性、多核而非细胞结构的双倍体原质团;子实体为由原质团集中分化形成具有一定形态特征而非细胞结构的子实体,经减数分裂形成单倍体的孢子;孢子为有性繁殖的产物,孢子壁含有纤维素。不符合这些特征的类群应排除在外,最好不带粘菌的名称,或称粘菌为真粘菌,避免混淆。

粘菌的分类地位和归属

在传统的生物分类两界系统中,菌类属于异养的原植体植物,粘菌与细菌、真菌同属菌类,属于植物。这一系统至今仍有沿用者。De Bary 首先认为粘菌是动物而改称菌虫。他的观点和命名为不少学者所接受,从而粘菌是植物还是动物很早就成为争论不决的问题。生物分类多界系统发展以来,更多地根据生物自然历史发展的线索来探究亲缘关系和分类系统。进化阶段、营养方式和发展方向是目前考虑生物分界的主要依据。原属菌类中的细菌和放线菌,与蓝藻一起划归进化程度较低的原核生物界或总界,基本上已被普遍接受。对于真核生物总界,大都倾向于分为光合自养的植物界、摄食异养的动物界、吸收异养的真菌界和进化发展不显著、基本上处于原始状态的原生生物界。陈世骧等^[38]综述了生物界级分类的发展史并提出了自己的意见。关于粘菌的归属问题,曾与作者多次商讨,最终认为仍然不好解决。现在的问题是,粘菌应归属于真菌,还是归入原生动物?

认为粘菌近似真菌属于植物的主要依据是其繁殖方式像真菌,孢子壁含有纤维素;认为粘菌应属动物的主要依据是其营养体为无细胞壁而能行动摄食的原质团。这些是无可争论的事实。两界分类系统认为生物仅有植物和动物两类,非此即彼,实际上自然界并非如此。粘菌恰好是可以说明这个问题的一个例子。认识的发展导致多界分类系统的发展。

在真核生物中,原生生物界包含着多种多样的原始类型。植物和动物不过是由此演化出来的最发达最

显著的两大类次生生物。原生生物中有些类型像动物,有些像植物,还有一些又像植物,又像动物,眼虫和眼虫藻是明显的例子。可以设想,各种类型的原生生物可以向不同方向发展,各种性状的演化也是多样而不平衡的,有进化还有退化,情况很复杂。因此,次生生物实际上不可能仅限于植物和动物两类,很可能有其他的类群,不过发展方向和进化发达程度不同而已。把真菌划分为次生生物独立的一界,与动物和植物并列,可以说明这一点。但是粘菌的归属还不好解决。这里试从粘菌的性状加以分析探讨。

粘菌的营养体和子实体都显示出相当发达的程度。营养体原质团的大小可以扩展到数十厘米,大型的子实体也可以达到数十厘米的宽度,有些种类子实体其结构非常精巧。生活史中有双倍体的营养体和性现象核循环。这些都表明粘菌的进化程度已远远超过原生生物,进入次生生物境界,也不能认为是微生物。

就营养方式而言,粘菌的摄食性是明显无疑的。但Rusch^[39]及其他学者的实验表明,在粘菌中吸收营养也存在。多头绒泡菌(*Physarum polycephalum*)能在合成培养基中长期生活,并能完成其生活史。吸收营养方式实际上并非真菌所独有,动物和植物都有。在原生生物界中,三种营养方式都有存在,光合和摄食两种方式显而易见,吸收方式则不易察觉。在粘菌中,大概摄食性是祖传的,吸收性则可能是发展的,因为粘菌大概起源于摄食性的原生生物,吸收性则仅在对进化程度较高的种类的培养中得到验证。

形态结构、繁殖方式和生活史等的特征也是反映生物类群之间系统关系的重要方面,不容忽视。粘菌的营养体和子实体即使发展到数十厘米的宽度,都是多核而非细胞结构;最复杂精巧的子实体结构也直接由原质团分化而成,除孢子外,都不分细胞,也没有细胞壁。Moore^[40]曾指出,多头绒泡菌的原质团能通过细菌滤器,说明它能自由通过木质组织的细微孔道。这也是一个特点。主张粘菌与真菌有关联的学者也曾指出它们之间某些近似之处,如变形毛菌(*Amoebidium*)也有变形体状的细胞,雕蚀菌(*Coelomyces*)的营养体像多核无壁的原质团。Masse^[39]和Martin^[41,42]曾先后提到,发达的原质团网脉及其粘质鞘与真菌的多核菌丝及其外壁颇为相似,朽木等基物上遗留的原质团网脉干瘪驱壳也像真菌的菌丝体。这些零星片段的表面现象似乎还不足以说明近缘关系。粘菌的多核非细胞结构看来是这一自然类群从简单单核原生生物祖先进化发展而来的一个独特方面。子实体从很简单小形进化发展到相当复杂精巧的大形结构,以及生活史

中以双倍体的营养体为主体和性现象核循环的类型，显示粘菌相当高的进化程度和近似真菌的发展方向。

鞭毛的特征，在分类研究中已被重视。在原生生物和鞭毛菌类中有不同类型的鞭毛。粘菌的鞭毛为“9+2”型结构，前生，一般为两根，一长一短，光鞭型。真菌中(除根肿菌外)没有这样的类型。粘菌可能起源于这种类型的鞭毛原生生物。即使真菌也起源于鞭毛原生生物，还不是同源，至多是相近。根肿菌的鞭毛则与之相似。

在细胞学方面，值得注意的现象是，核有丝分裂在单倍体的粘变形体中为星芒型，在接合子中的双倍体核分裂为原始的核内型，在多核的原质团中则为同步的原始核内型。在同一生活史中核有丝分裂的异型现象，根肿菌中有之，真菌中未见报道。从鞭毛类型、原质团营养体和核分裂异型等性状相比，似乎粘菌与根肿菌较为接近，当然其它方面有明显差别。

关于线粒体形态结构的报道，粘菌与原生动物和卵菌相似，具管状突起，大多数真菌则具片状突起。

综上所述，情况错综复杂，资料还很有限，难于说明亲缘关系，仅能大体上估量粘菌在自然系统中所处的地位。从进化程度而言，显然不能归入原生生物界，已如上述。与次生生物各界相比，没有光合自养功能，当然不能归入植物界；形成一定形态结构的孢子器、子实体的繁殖方式使其不能归入动物界；显著的摄食营养方式又使其不能归入真菌界。这说明次生生物的分界依据尚有不完善之处。就起源方面考虑，可以推断粘菌很可能从长短光鞭变形体型的原生生物演化而来。其发展方向的特点为多核而非细胞结构的营养体和子实体，一方面仍保留其祖先的简单的摄食营养方式而无明显发展，另一方面则其生活史中的有性繁殖核循环和同宗配合、异宗配合现象，以及子实体的结构显示出相当高的进化程度。可能是由于非细胞结构和没有细胞壁，其发展程度受到了限制。

总的看来，粘菌有其独自の起源和独特的发展方向，营养方式保持其原始的摄食性并无发展而略有吸收性的发展，在营养体和繁殖体的结构以及生活史有性繁殖方面则有显著的发展。这些特点可以说明粘菌虽保留原始的摄食营养方式，但其发展方向远离动物，其起源虽不同于真菌，但可能与部分真菌的起源相近，其发展方向则近似真菌而有结构上的重大区别。因此可以认为，粘菌是次生生物中一支独立的类群，与植物、动物、真菌分别起源于不同的原生生物类型，有各自的发展方向，可以独成一界。同时考虑到粘菌的起源和发展方向与真菌比较接近而真菌界中存在着多元

异型的现象，暂时把粘菌列为真菌界的一个独立的门或亚门也比较适宜。

实验途径的重要性

二十多年来，粘菌分类研究有了较大的进展。原质团的不同类型和子实体发育形成的不同方式都对粘菌分类有重要意义。Ross^[29]把发网菌目从腹粘菌亚纲中划分出来，建立发网菌亚纲，所依据的特征是：原质团为隐型，区别于腹粘菌亚纲的显型或原始型；子实体的发育形成方式为基质层上型，区别于腹粘菌亚纲的基质层下型。这些是从实验中观察到的。

粘菌中有些种类的体形微小，很难从自然界直接采到标本。收集适于粘菌生长的基物，如朽木、树皮等，进行保湿培养，可以在实验室内获得粘菌的子实体。小型的粘菌新种大都是从基物培养中发现的。基物培养可以获得许多种类的子实体，因而可以对野外采集作重要的补充。

种的确定是分类的基础。子实体的形态特征是分类的主要依据。粘菌种的确定存在着一些疑难问题，主要是种的形态特征有不易掌握的情况。早期鉴定的种往往形态特征的描述比较简单，有些标本损坏或丢失。后人对已知种的补充描述可能所见不尽一致，问题是补充描述的是否确属同一种以及其代表性如何。在野外采集观察中和文献记述中都有关于种的形态特征的相对稳定性和变异幅度的问题。作者等^[41]复核 Skvortzow^[42]的报告中遇到过一些这方面的问题。生态型的差别和遗传型的不同可以牵涉到同种异种的问题。文献中存在着分种合种的不同见解。仅凭常规的形态特征观察比较，不易解决。通过实验途径，从形态、生理、遗传等方面结合起来研究比较，可能得到正确的解答。

种以上分类单位特征的补充修订，以及分类系统的调整修订，都对分类特征的确切性有更高的要求。个体发育和形态发生都是研究系统发育亲缘关系的重要依据。即如上述的原质团类型和子实体发育形成方式，已经知道的仅是一部分或代表性的例子。原质团的性状还可以有其它的类型。许多种类的子实体发育形成方式还没有研究，不知道它们是否都符合 Ross^[29]修订的分类系统。形态发生也不完全清楚。Alexopoulos^[43]曾论述实验途径对研究粘菌分类的重要性。这方面的研究报告还不多。为了澄清已有的疑难问题和慎重对待分类单位的变动和新建，越来越感到需要进行深入细致的实验研究，把粘菌分类工作提高到一个新的水平。

参 考 文 献

- [1] Linnaeus, C.: *Species Plantarum*, 2: 561—1200+ indexes, Holmiae, 1753.
- [2] Fries, E. M.: *Systema Mycologicum*, Myxogastres, 3: 67—199, 1829.
- [3] Link, J. H. F.: *Handbuch zur Erkennung der Nutsbarsten und am Haafigsten Vorkommenden Gewasche*, 3, Ordo Fungi, Subordo 6, Myxomycetes Berlin, 1833, pp. 405—422; pp. 432—433.
- [4] De Bary, A.: *Bot. Zeit.*, 16: 357—369, 1858.
- [5] Rostafinski, J.: *Versuch eines Systems der Mycetozoen*, Inauguraldissertation, 1873, IV+21p. Strassburg.
- [6] Rostafinski J.: *Sluzowce (Mycetozoa) Monografia*, et App., Paris, 1874—1876.
- [7] Zopf, F. W.: *Die Pilzthiere oder Schleimpilze*, VIII+174p, 51f, Breslau, 1885.
- [8] Schroeter, J.: Myxogasteres Fries. *Kryptogamen-Flora von Schlesien* (ed. by Cohn, F.), 10(3), Pt. 1: 98—128, 1885; 129—133, 1886.
- [9] Schroeter, J.: Myxogasteres. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien I* (Engler & Prantl). 1: 8—35, f. 4—18, 1889.
- [10] Jahn, E.: Myxomycetes, *ibid*, 2nd ed., 2: 304—339, f. 425—447, 1928.
- [11] Lister, A.: *A Monograph of the Mycetozoa*, 3rd, (revised by Lister, G.), 296p, 222pl, London, 1925.
- [12] Macbride, T. H. and G. W. Martin; *The Myxomycetes*, ix+339p, 21pl, New York, 1934.
- [13] Martin, G. W. and C. J. Alexopoulos: *The Myxomycetes*, ix+560p, 41pl, Iowa, 1969.
- [14] Olive, L. S.: *Am. J. Bot.*, 49: 297—303, 1962.
- [15] Olive, L. S.: *Mycologia*, 56: 885—896, 1964.
- [16] Olive, L. S.: *ibid*, 59: 1—29, 1967.
- [17] Olive, L. S. and C. Stoianovitch: *Bull. Torrey Bot. Club*, 87: 1—20, 1960.
- [18] Olive, L. S. and C. Stoianovitch: *Mycologia*, 58: 452—455, 1966.
- [19] Olive, L. S. and C. Stoianovitch: *J. Protozool.*, 13: 164—171, 1966.
- [20] Olive, L. S. and C. Stoianovitch: *Am. J. Bot.*, 58: 32—40, 1971.
- [21] Olive, L. S. and C. Stoianovitch: *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.*, 87: 115—119, 1971.
- [22] Olive, L. S.: *Bot. Rev.*, 36: 59—89, 1970.
- [23] Olive, L. S.: *The Mycetozoa*, vii+293p. 251 f, Academic Press, New York, 1975.
- [24] Ainsworth, G. C.: *Dictionary of the Fungi*, 6th ed., Kew, 1971.
- [25] Martin, G. W.: *Mycologia*, 52: 119—129, 1960.
- [26] Whittaker, R. H.: *Science*, 163: 150—160, 1969.
- [27] Ainsworth, G. C., F. K. Sparrow and A. S. Sussman: *The Fungi*, vol. IV B, Academic Press, New York, 1973.
- [28] Alexopoulos, C. J. and C. W. Mims: *Introductory Mycology*, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, 1979.
- [29] Ross, I. K.: *Mycologia*, 65: 482—485, 1973.
- [30] Gilbert, H. C.: *Am. J. Bot.*, 22: 52—74, 1935.
- [31] Furtado, J. S. and L. S. Olive: *Mycologia*, 64: 413—416, 1971.
- [32] Scheetz, R. W. *ibid*, 64: 38—54, 1972.
- [33] Karling, J. S.: *The Plasmodiophorales*, 2nd rev. ed., Hafner, New York, 1968.
- [34] Ernst Gaumann: *Die Pilze, Grundzuge ihrer Entwicklungsgeschichte und Morphologie*, Zweite Auflage, Birkhauser Verlag Basel und Stuttgart, 1964. 刘锡璠译:《真菌发展史及其形态学的依据》, 科学出版社, 北京, 1979年。
- [35] Sparrow, F. K.: *Mycologia*, 50: 797—813, 1958.
- [36] 陈世骧等: 动物分类学报, 4(1):1—11, 1979.
- [37] Rusch, H. P.: Some Biochemical Events in the Life Cycle of Physarum Polycephalum, *Advances in Cell Biology*, vol. 1 (ed. by Prescott, D. M.), Appleton-Century-Crofts, New York 1968.
- [38] Moore, A. R.: *Tohoku Imp. Univ. Sci. Rep.*, IV. 8: 189—192, 1933.
- [39] Massee, G. A.: *A Monograph of the Myxogasteres*, Methuen & Co., London, 1892.
- [40] Martin, G. W.: *Bot. Gaz.*, 93: 421—435, 1932.
- [41] 周宗瑞等: 微生物学报, 18(3):189—194, 1978.
- [42] Skvortzow, B. W.: *Philip. J. Sci.*, 46: 85—93, 1931.
- [43] Alexopoulos, C. J.: *Mycologia*, 61: 219—239, 1969.