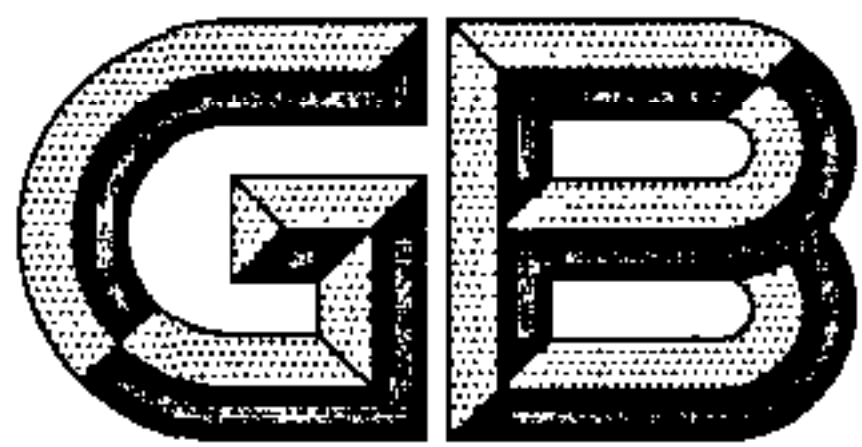




中华人民共和国国家标准

GB/T 4789.16—2003
代替 GB/T 4789.16—1994

食品卫生微生物学检验 常见产毒霉菌的鉴定

Microbiological examination of food hygiene—
Identification of common mycotoxin producing fungi

2003-08-11 发布

2004-01-01 实施

中华人民共和国卫生部 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准对 GB/T 4789.16—1994《食品卫生微生物学检验 常见产毒霉菌的鉴定》进行修订。

本标准与 GB/T 4789.16—1994 相比主要修改如下：

——按照 GB/T 1.1—2000 对标准文本的格式和文字进行修改。

——修改并规范原标准中的“设备和材料”。

本标准自实施之日起，GB/T 4789.16—1994 同时废止。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国卫生部提出并归口。

本标准起草单位：中国疾病预防控制中心营养与食品安全所。

本标准主要起草人：刘兴介、罗雪云、李风琴、李玉伟。

本标准于 1984 年首次发布，1994 年第一次修订，本次为第二次修订。

食品卫生微生物学检验 常见产毒霉菌的鉴定

1 范围

本标准规定了食品中常见的常见产毒霉菌的鉴定方法。

本标准适用于曲霉属、青霉属、镰刀菌属及其他菌属的产毒霉菌鉴定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 4789.28—2003 食品卫生微生物学检验 染色法、培养基和试剂

3 设备和材料

- 3.1 冰箱:0℃~4℃。
- 3.2 恒温培养箱:25℃~28℃。
- 3.3 显微镜:10×~100×。
- 3.4 目镜测微计。
- 3.5 物镜测微计。
- 3.6 无菌接种罩。
- 3.7 放大镜。
- 3.8 滴瓶。
- 3.9 接种勾针。
- 3.10 分离针。
- 3.11 载玻片。
- 3.12 盖玻片:18 mm×18 mm。
- 3.13 灭菌刀子。

4 培养基和试剂

- 4.1 乳酸-苯酚液:按 GB/T 4789.28—2003 中 3.24 规定。
- 4.2 察氏培养基:按 GB/T 4789.28—2003 中 4.77 规定。
- 4.3 马铃薯-葡萄糖琼脂培养基:按 GB/T 4789.28—2003 中 4.78 规定。
- 4.4 马铃薯琼脂培养基:按 GB/T 4789.28—2003 中 4.79 规定。
- 4.5 玉米粉琼脂培养基:按 GB/T 4789.28—2003 中 4.81 规定。

5 操作步骤

5.1 菌落的观察:为了培养完整的巨大菌落以供观察记录,可将纯培养物点植于平板上。方法是:将平板倒转,向上接种一点或三点,每菌接种两个平板,倒置于 25℃~28℃温箱中进行培养。当刚长出小菌落时,取出一个平皿,以无菌操作,用小刀将菌落连同培养基切下 1 cm×2 cm 的小块,置菌落一侧,继续培养,于 5 d~14d 进行观察。此法代替小培养法,可直接观察子实体着生状态。

5.2 斜面观察:将霉菌纯培养物划线接种(曲霉、青霉)或点种(链刀菌或其他菌)于斜面,培养 5 d~14d,观察菌落形态,同时还可以将菌种管置显微镜下用低倍镜直接观察孢子的形态和排列。

5.3 制片:取载玻片加乳酸-苯酚液一滴,用接种针钩取一小块霉菌培养物,置乳酸-苯酚液中,用两支分离针将培养物撕开成小块,切忌涂抹,以免破坏霉菌结构;然后加盖玻片,如有气泡,可在酒精灯上加热排除。制片时最好是在接种罩内操作,以防孢子飞扬。

5.4 镜检:观察霉菌的菌丝和孢子的形态和特征、孢子的排列等,并做详细记录。

5.5 报告:根据菌落形态及镜检结果,参照以下各种霉菌的形态描述及检索表,确定菌种名称。

6 各种霉菌的形态特征

6.1 曲霉属(*Aspergillus*)

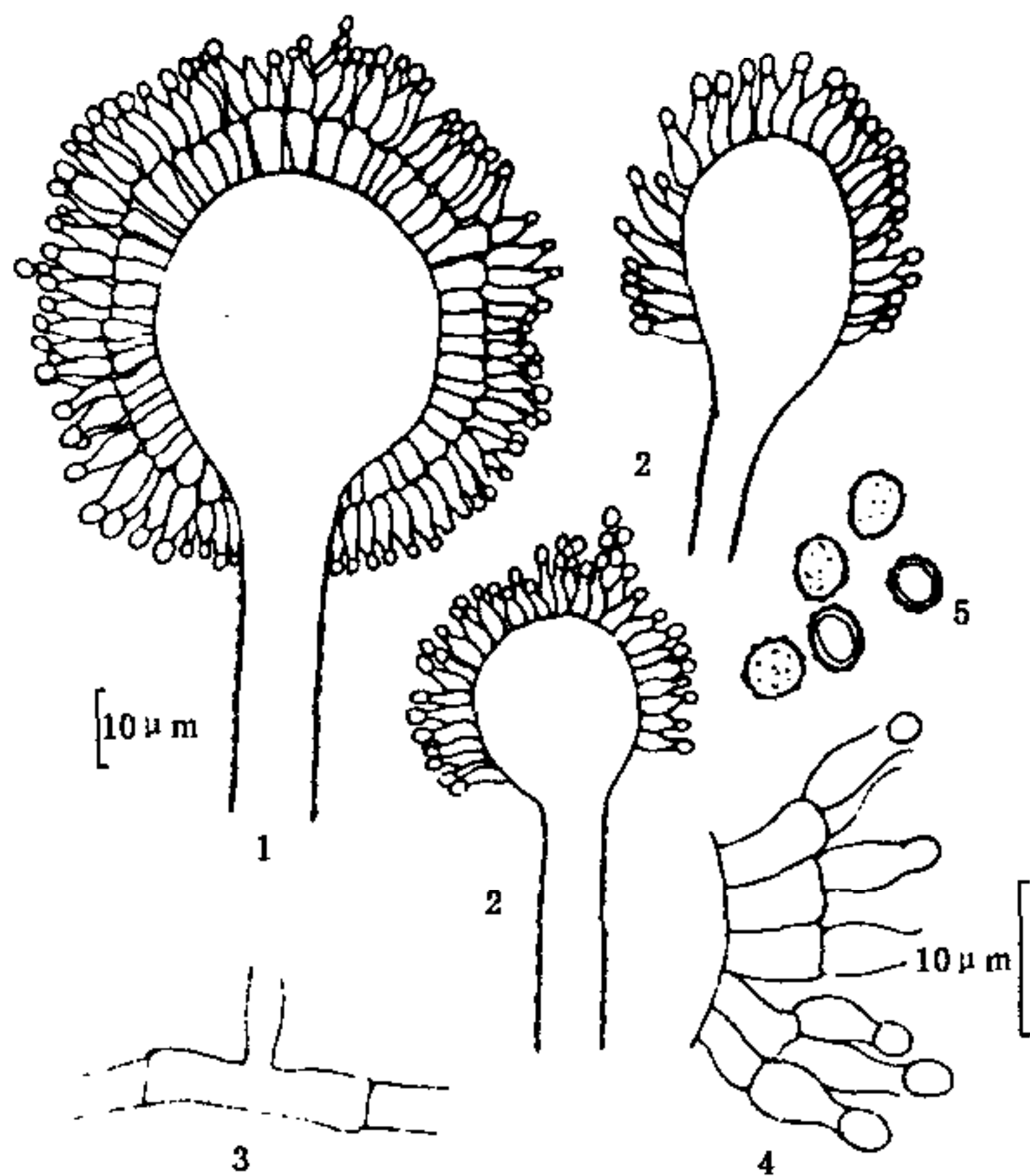
本属的产毒霉菌主要包括黄曲霉、寄生曲霉、杂色曲霉、构巢曲霉和棕曲霉。这些霉菌的代谢产物为黄曲霉毒素、杂色曲霉毒素和棕曲霉毒素。

曲霉属的颜色多样,而且比较稳定。营养菌丝体由具横隔的分枝菌丝构成,无色或有明亮的颜色,一部分埋伏型,一部分气生型。分生孢子梗大都无横隔,光滑、粗糙或有麻点。梗的顶端膨大形成棍棒形、椭圆形、半球形或球形的顶囊,在顶囊上生出一层或二层小梗,双层时下面一层为梗基,每个梗基上再着生两个或几个小梗。从每个小梗的顶端相继生出一串分生孢子。由顶囊、小梗以及分生孢子链构成一个头状体的结构,称为分生孢子头。分生孢子头有各种不同颜色和形状,如球形、放射形、棍棒形或直柱形等。曲霉属只少数种形成有性阶段,产生封闭式的闭囊壳。某些种产生菌核或菌核结构。少数种可产生不同形状的壳细胞。

6.1.1 黄曲霉(*A. flavus*)

属于黄曲霉群。在察氏琼脂培养基上菌落生长较快,10 d~14 d 直径 3 cm~4 cm 或 4 cm~7 cm,最初带黄色,然后变为黄绿色,老后颜色变暗,平坦或有放射状沟纹,反面无色或带褐色。在低倍显微镜下观察可见分生孢子头疏松放射状,继变为疏松柱状。分生孢子梗多从基质生出,长度一般小于 1 mm。有些菌丝产生带褐色的菌核。制片镜检观察可见分生孢子梗极粗糙,直径 10 μm~20 μm。顶囊烧瓶形或近球形,直径 10 μm~65 μm,一般多为 25 μm~45 μm。全部顶囊着生小梗,小梗单层、双层或单、双层同时生在一个顶囊上,梗基(6 μm~10 μm)×(4 μm~5.5 μm),小梗(6.5 μm~10 μm)×(3 μm~5 μm)。分生孢子球形、近球形或稍作洋梨形,3 μm~6 μm,粗糙(见图 1)。

黄曲霉产生黄曲霉毒素,该毒素能引起动物急性中毒死亡,如长期食用含微量黄曲霉毒素的食物,能引起肝癌。



- 1——双层小梗的分生孢子头；
- 2——单层小梗的分生孢子头；
- 3——分生孢子梗的基部(足细胞)；
- 4——双层小梗的细微结构；
- 5——分生孢子。

图 1 黄曲霉

6.1.2 寄生曲霉(*A. parasiticus*)

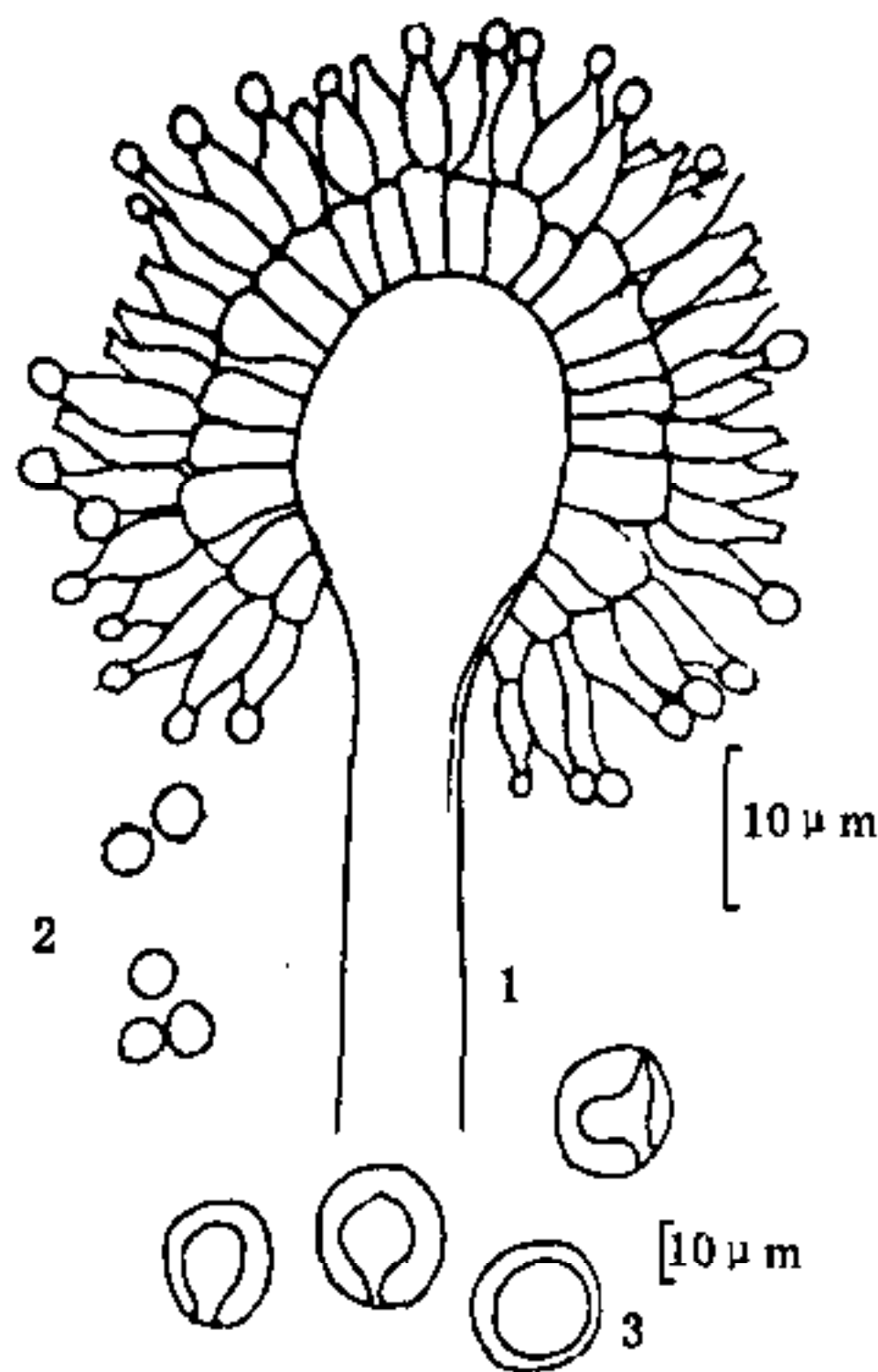
亦属于黄曲霉群,8 d~10 d 菌落 2.5 cm~4 cm,平坦或带放射状沟纹,幼时带黄色,老后呈暗绿色,反面奶油色至淡褐色。低倍显微镜下观察见分生孢子头疏松放射状,直径 400 μm~500 μm,分生孢子梗长短不一,一般为 200 μm~1000 μm,制片镜检观察,见分生孢子梗光滑或粗糙,近顶囊处宽 10 μm~12 μm,顶囊近球形或烧瓶形或杵状,直径 20 μm~35 μm,小梗单层,(7 μm~9 μm)×(3 μm~4 μm),排列紧密。分生孢子球形,极粗糙,具小刺,直径 3.5 μm~5.5 μm,未报道过产生菌核。

寄生曲霉的菌株都能产生黄曲霉毒素。

6.1.3 杂色曲霉(*A. versicolor*)

属于杂色曲霉群。在察氏琼脂培养基上菌落生长局限,14 d 直径 2 cm~3 cm,绒状、絮状或两者同时存在。颜色变化相当广泛,不同菌系可能局部淡绿、灰绿、浅黄甚至粉红色;反面近于无色至黄橙色或玫瑰色,有的菌落有无色至紫红色的液滴。分生孢子头疏松放射状,大小为 100 μm~125 μm。分生孢子梗长度可达 500 μm~700 μm,宽 12 μm~16 μm,光滑,无色或略带黄色。顶囊半椭圆形至半球形,上半部或四分之三部位上着生小梗。小梗双层,梗基(5.5 μm~8 μm)×3 μm,小梗(5 μm~7.5 μm)×(2 μm~2.5 μm),分生孢子球形,粗糙,直径 2.5 μm~3 μm 或稍大。有些菌系产生球形的壳细胞(见图 2)。

杂色曲霉产生杂色曲霉毒素,该毒素引起肝和肾的损害,并能引起肝癌。



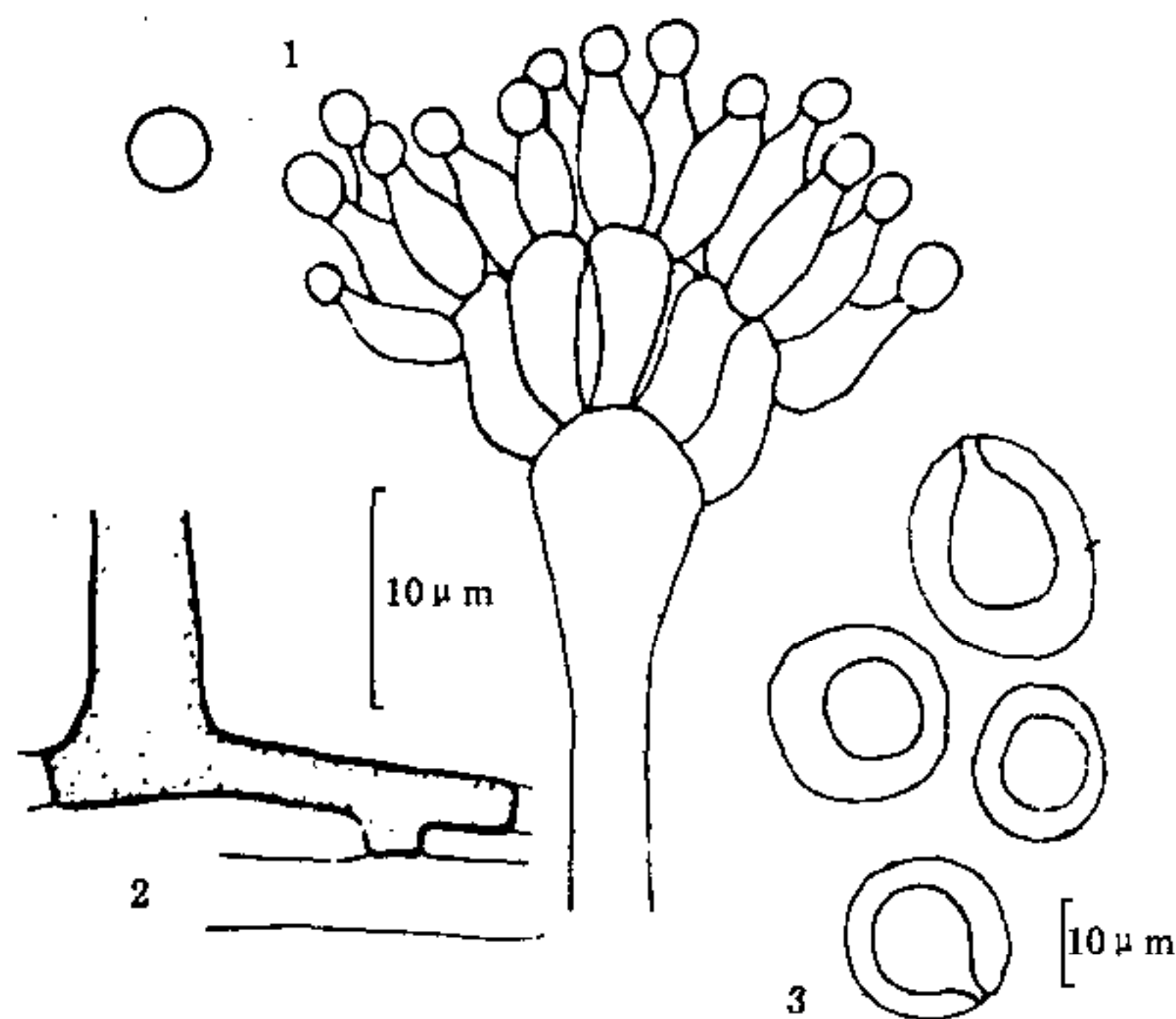
- 1——分生孢子头；
- 2——分生孢子；
- 3——壳细胞。

图 2 杂色曲霉

6.1.4 构巢曲霉(*A. nidulans*)

属于构巢曲霉群。菌落生长较快,14d 直径 5 cm~6 cm,绒状,绿色,有的菌系由于产生较多的闭囊壳而显现黄褐色,反面紫红色。分生孢子头短柱形,(40 μm~80 μm)×(25 μm~40 μm)。分生孢子梗极短,常弯曲,一般 75 μm~100 μm,近顶囊处直径 3.5 μm~5 μm,褐色,壁光滑。顶囊半球形,直径 8 μm~10 μm。小梗双层,梗基(5 μm~6 μm)×(2 μm~3 μm),小梗(5 μm~6 μm)×(2 μm~2.5 μm)。分生孢子球形,粗糙,直径 3 μm~3.5 μm。闭囊壳球形,暗紫红色,直径 135 μm~150 μm。子囊孢子双凸镜形,紫红色,约 5 μm×4 μm,有两个鸡冠状突起。闭囊壳外面包围着一层壳细胞,淡黄色,球形,壁厚,直径约 25 μm(见图 3)。

构巢曲霉产生杂色曲霉素。



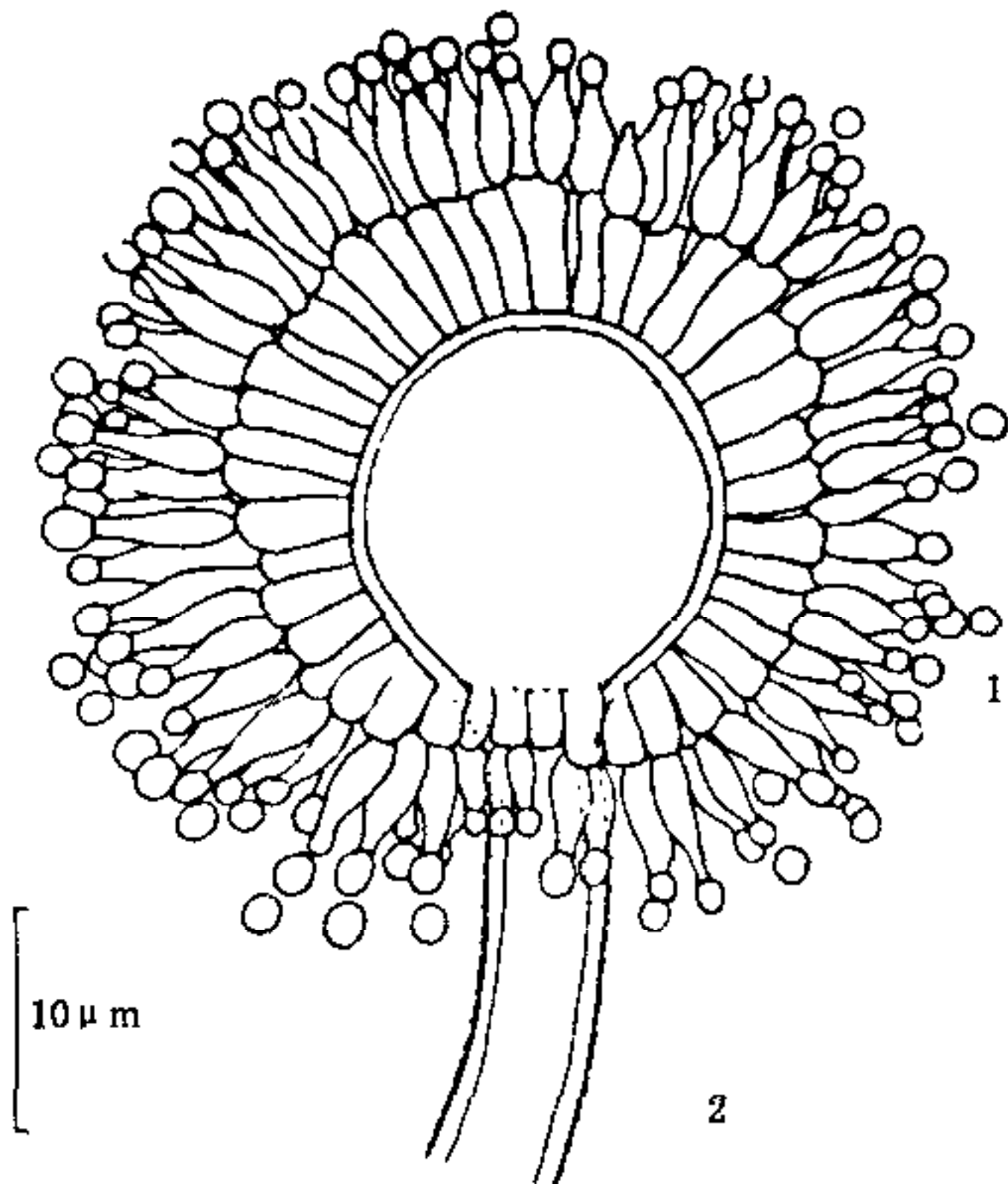
- 1——分生孢子头；
- 2——足细胞；
- 3——壳细胞。

图 3 构巢曲霉

6.1.5 赭曲霉(*A. ochraceus*)

属于赭曲霉群。在察氏琼脂培养基上菌落生长稍局限,10 d~14 d 直径 3 cm~4 cm,褐色或浅黄色,基质中菌丝无色或具有不同程度的黄色或紫色,反面带黄褐色或绿褐色。分生孢子头幼时球形,老后分裂成 2 个~3 个柱状分叉。分生孢子梗长达 1 mm~1.5 mm,直径 10 μm~14 μm,带黄色,极粗糙,有明显的麻点。顶囊球形,直径 30 μm~50 μm 或更大。小梗双层,自顶囊全部表面密集着生。分生孢子球形至近球形,直径 2.5 μm~3 μm 或更大,常略粗糙。有些菌系产生较多的菌核,初期为白色,老后淡紫色,球形、卵形至柱形,直径达 1 mm(见图 4)。

赭曲霉产生赭曲霉毒素,该毒素是一种强的肾脏毒和肝脏毒。



1——分生孢子头;
2——分生孢子梗。

图 4 赭曲霉

6.2 青霉属(*Penicillium*)

本属产毒霉菌,主要包括黄绿青霉、桔青霉、圆弧青霉、展开青霉、纯绿青霉、红青霉、产紫青霉、冰岛青霉和皱褶青霉等。这些霉菌的代谢产物为黄绿青霉素、桔青霉素、圆弧偶氮酸、展青霉素、红青霉素、黄天精、环氯素和皱褶青霉素。

青霉属的营养菌丝体呈无色、淡色或鲜明的颜色,具横隔,或为埋伏型或部分埋伏型部分气生型。气生菌丝密毡状、松絮状或部分结成菌丝索。分生孢子梗由埋伏型或气生型菌丝生出,稍垂直于该菌丝(除个别种外,不象曲霉那样生有足细胞),单独直立或作某种程度的集合乃至密集为一定的菌丝束,具横隔,光滑或粗糙。其先端生有扫帚状的分枝轮,称为帚状枝。帚状枝是由单轮或两次到多次分枝系统构成,对称或不对称,最后一级分枝即产生孢子的细胞,称为小梗。着生小梗的细胞叫梗基,支持梗基的细胞称为副枝。小梗用断离法产生分生孢子,形成不分枝的链,分生孢子呈球形、椭圆形或短柱形,光滑或粗糙,大部分生长时呈蓝绿色,有时呈无色或呈别种淡色,但决不呈污黑色。少数种产生闭囊壳,或结构疏松柔软,较快地形成子囊和子囊孢子,或质地坚硬如菌核状由中央向外缓慢地成熟。还有少数菌种产生菌核。

6.2.1 黄绿青霉(*P. citreoviride*),异名:毒青霉(*P. toxicarum*)

属单轮青霉组,斜卧青霉系。菌落生长局限,10 d~12 d 直径 2 cm~3 cm,表面皱褶,有的中央凸起或凹陷,淡黄灰色,仅微具绿色,表面绒状或稍现絮状,营养菌丝细,带黄色。渗出液很少或没有,有时呈现柠檬黄色,略带霉味。反面及培养基呈现亮黄色。分生孢子梗自紧贴于基质表面的菌丝生出,一般(50 μm~100 μm)×(1.6 μm~2.2 μm),壁光滑。帚状枝大部为单轮,偶尔有作一、二次分枝者。分生

孢子链约略平行或稍散开。小梗为紧密的一簇,8个~12个,大多($9\text{ }\mu\text{m}\sim 12\text{ }\mu\text{m}$) $\times$ ($2.2\text{ }\mu\text{m}\sim 2.8\text{ }\mu\text{m}$)。分生孢子呈球形, $2.2\text{ }\mu\text{m}\sim 2.8\text{ }\mu\text{m}$,壁薄,光滑或近于光滑,成链时具明显的孢隔(见图5)。

黄绿青霉的代谢产物为黄绿青霉素,该毒素是一种很强的神经毒。

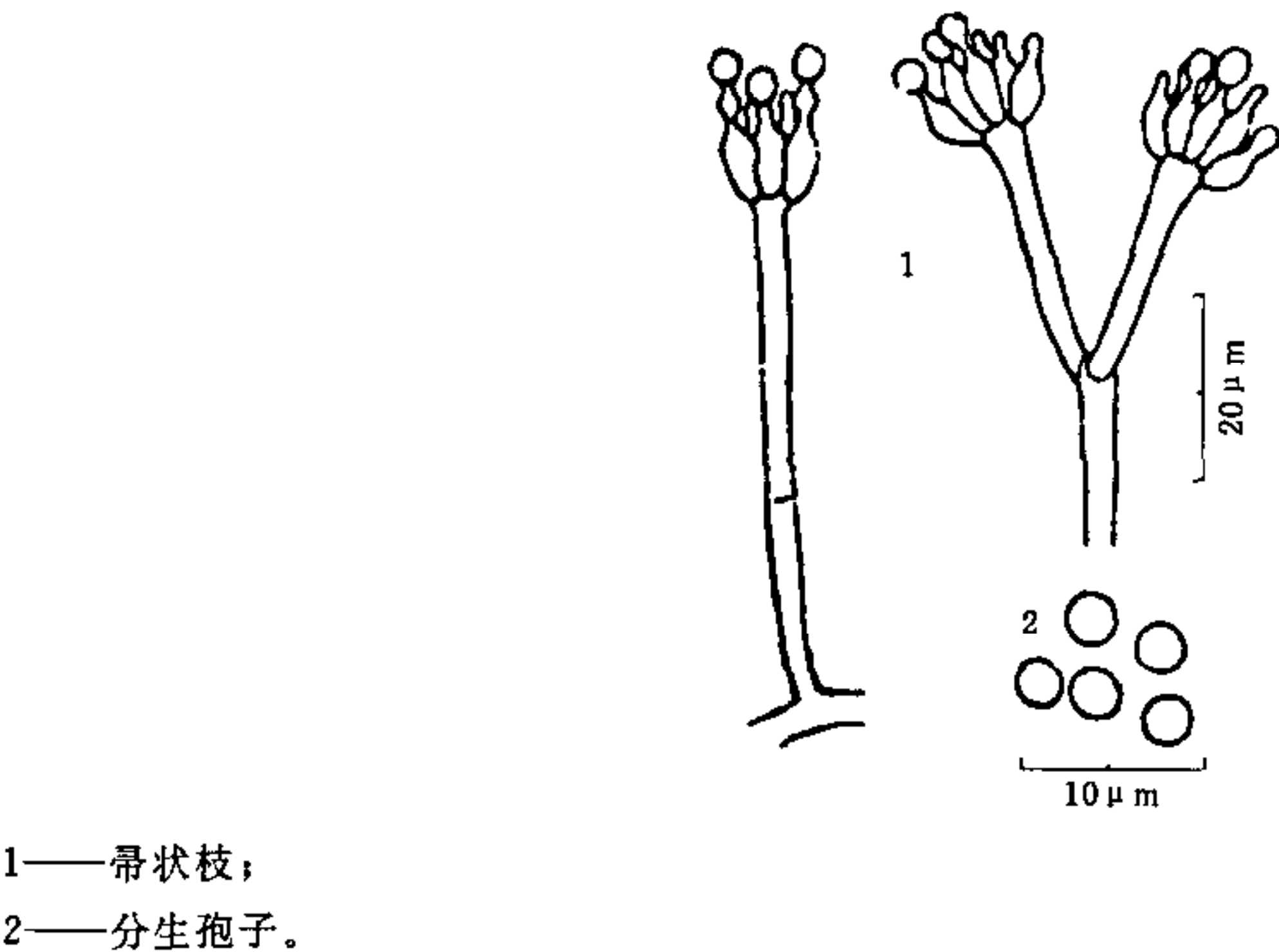


图5 黄绿青霉

6.2.2 桔青霉(*P. citrinum*)

属于不对称青霉组,绒状青霉亚组,桔青霉系。菌落生长局限,10 d~14 d 直径2 cm~2.5 cm,有放射状沟纹,大多数菌系为绒状,另一些则呈现絮状,艾绿色。反面黄色至橙色,培养基颜色相仿或带粉红色,渗出液呈淡黄色。低倍显微镜下分生孢子链为明确的分散柱状。分生孢子梗大多自基质生出,也有自菌落中央气生菌丝生出者,一般($50\text{ }\mu\text{m}\sim 200\text{ }\mu\text{m}$) $\times$ ($2.2\text{ }\mu\text{m}\sim 3\text{ }\mu\text{m}$),壁光滑,一般不分枝。帚状枝由3个~4个轮生而略散开的梗基构成,($12\text{ }\mu\text{m}\sim 20\text{ }\mu\text{m}$) $\times$ ($2.2\text{ }\mu\text{m}\sim 3\text{ }\mu\text{m}$),每个梗基上簇生6个~10个略密集而平行的小梗,($8\text{ }\mu\text{m}\sim 11\text{ }\mu\text{m}$) $\times$ ($2\text{ }\mu\text{m}\sim 2.8\text{ }\mu\text{m}$)。分生孢子呈球形或近球形,直径 $2.2\text{ }\mu\text{m}\sim 3.2\text{ }\mu\text{m}$,光滑或近于光滑(见图6)。

桔青霉产生桔青霉素,该毒素是一种强的肾脏毒。

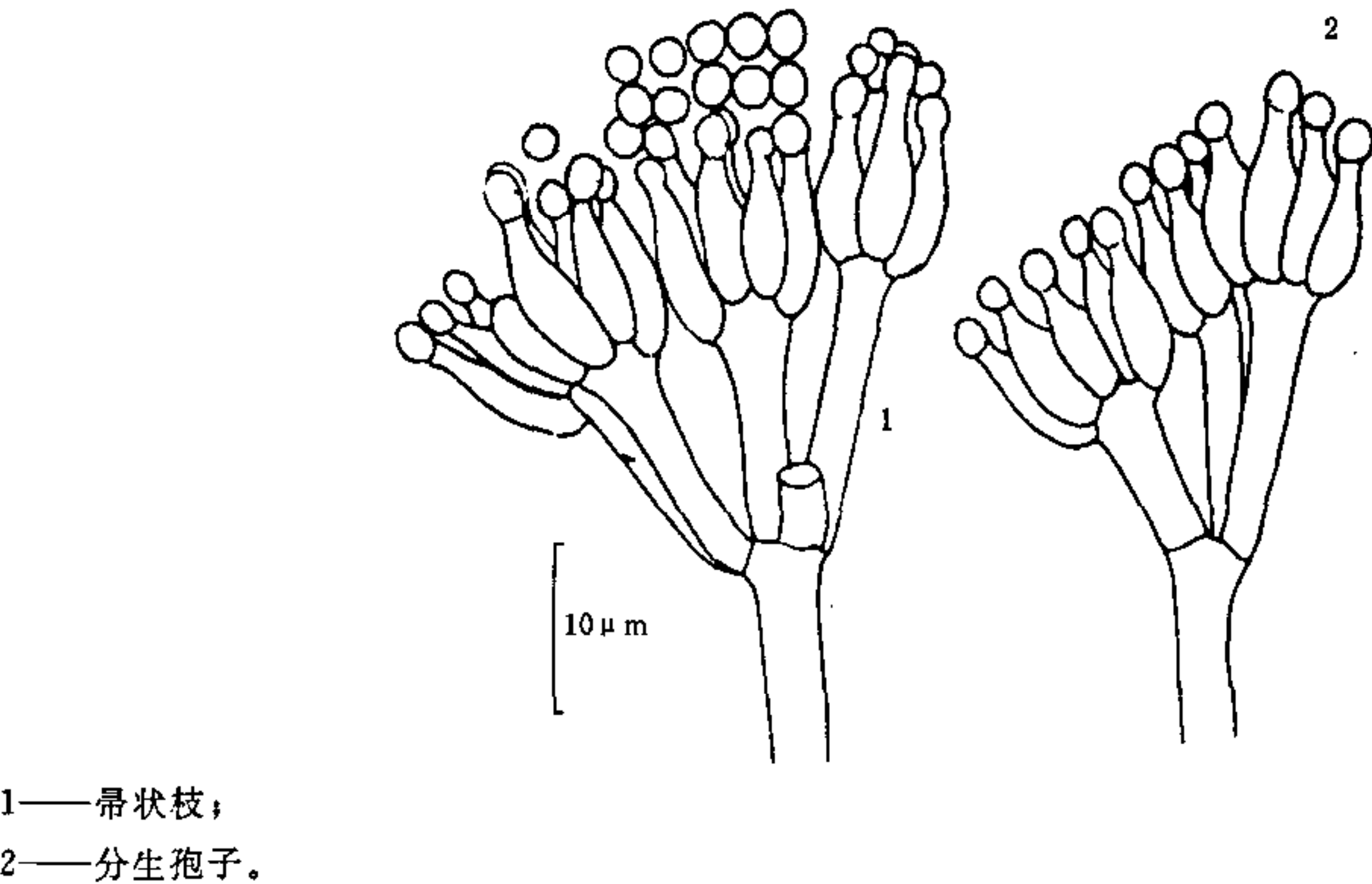


图6 桔青霉

6.2.3 圆弧青霉(*P. cyclopium*)

属于不对称青霉组,束状青霉亚组,圆弧青霉系。菌落生长较快,12 d~14 d 直径4.5 cm~5 cm,

略带放射状皱纹,老后或显现环纹,暗蓝绿色,在生长期有宽1 mm~2 mm之白色边缘,质地绒状或粉粒状,但在较幼区域为显著束状,渗出液无或较多,色淡。反面无色或初期带黄色,继变为橙褐色。帚状枝不对称,紧密,常具三层分枝,约50 μm ~60 μm ,上生纠缠的分生孢子链。分生孢子梗大多(200 μm ~400 μm) $\times$ (3 μm ~3.5 μm),典型地粗糙,但也有一些菌系近于光滑。副枝(15 μm ~30 μm) $\times$ (2.5 μm ~3.5 μm)。梗基(10 μm ~15 μm) $\times$ (2.5 μm ~3.3 μm)。小梗4个~8个轮生,(7 μm ~10 μm) $\times$ (2.2 μm ~2.8 μm)。分生孢子大多近球形,3 μm ~4 μm ,光滑或略现粗糙(见图7)。

圆弧青霉的代谢产物为圆弧偶氮酸,该毒素是一种神经毒。

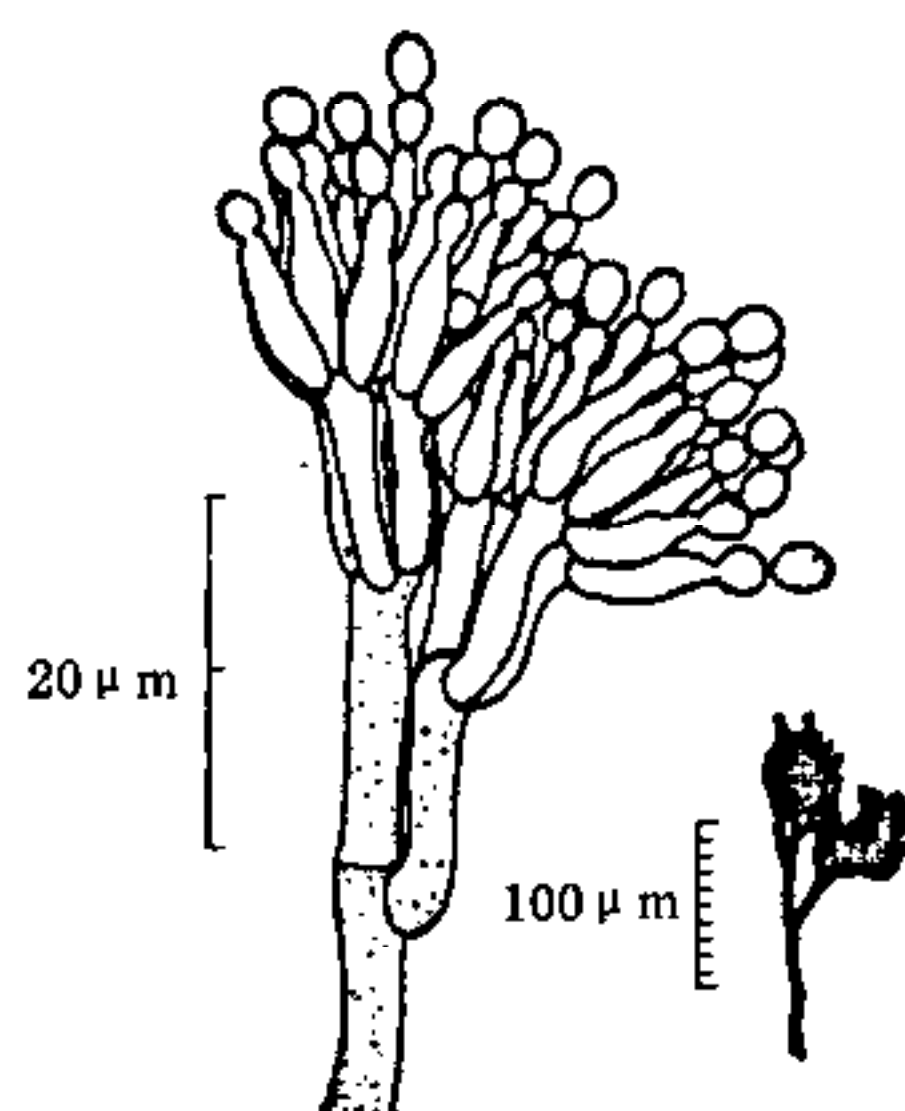
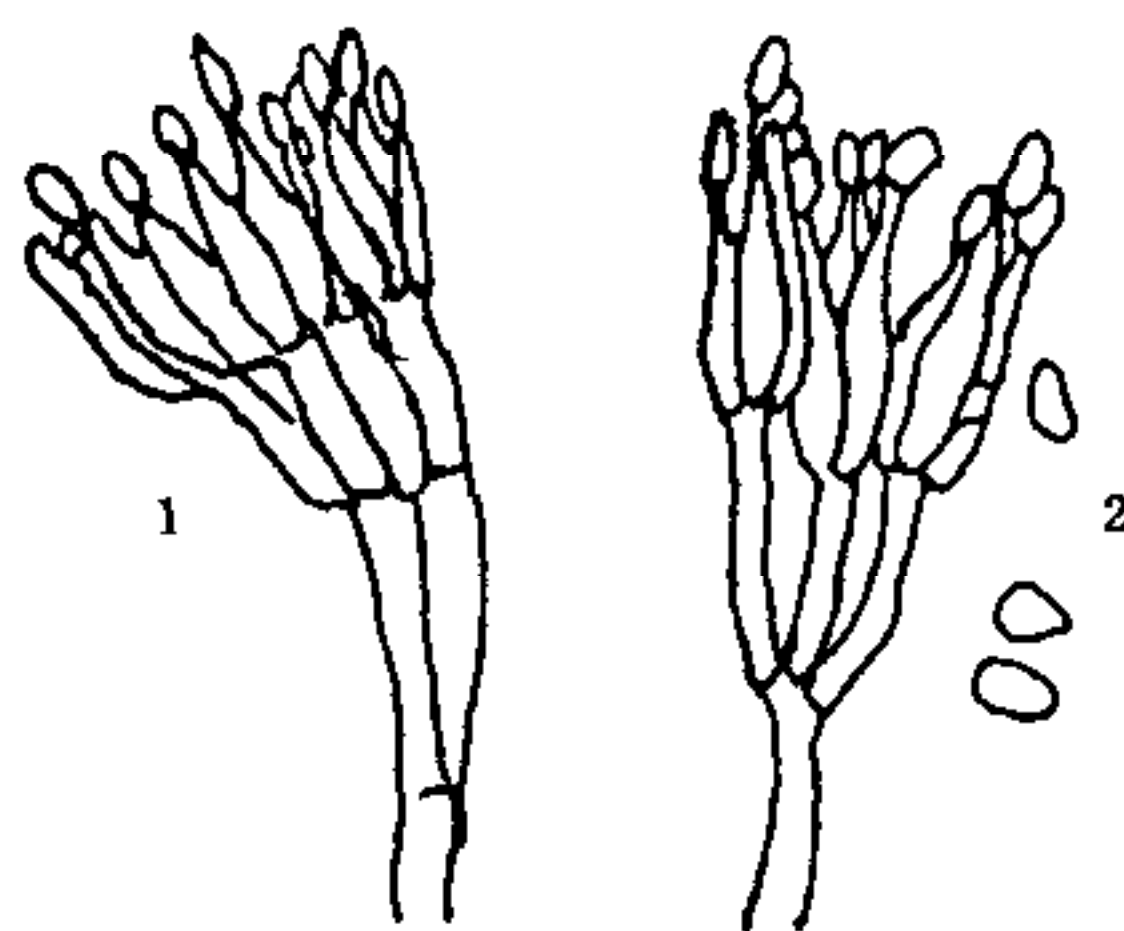


图7 圆弧青霉的帚状枝及分生孢子链

6.2.4 岛青霉(*P. islandicum*)

属于双轮对称青霉组,绳状青霉系。在察氏琼脂培养基上菌落生长局限,致密丛状,呈橙色、红色及暗绿色的混合体。反面浊橙色至红色,变至浊褐色。低倍显微镜下分生孢子链纠缠链状,分生孢子梗短,长50 μm ~75 μm ,由气生菌丝或菌丝索上生出,壁光滑,帚状枝典型对称双轮生,稍短,小梗有些骤然变尖,(7 μm ~9 μm) $\times$ 2 μm 。分生孢子椭圆形,光滑,(3 μm ~3.5 μm) $\times$ (2.5 μm ~3 μm)(见图8)。

岛青霉产生黄天精和环氯素,该毒素均为肝脏毒,能引起动物的肝损害,并能引起肝癌。



1——帚状枝;
2——分生孢子。

图8 岛青霉

6.2.5 展开青霉(*P. patulum*),异名:荨麻青霉(*P. urticae*)

属于不对称青霉组,束状青霉亚组。在察氏琼脂培养基上,菌落生长局限,12 d~14 d直径2 cm~2.5 cm,大多有放射状沟纹,边缘陡峭,中央稍凸起,表面呈现粒状,有些在边缘有明显的菌丝束,有的则呈现絮状,厚密。灰绿色至亮灰色。有的菌系产生近于无色的渗出液,气味不明显。反面暗黄色渐变为橙褐色乃至红褐色,稍扩散于培养基中。帚状枝疏松散开,可具3层~4层分枝,其大小和复杂程度差别很大,一般40 μm ~50 μm ,极限20 μm ~80 μm 。分生孢子链略散开,长达50 μm ~100 μm 。分生孢子梗一部分单生,一部分集结成束,多弯曲,壁光滑,一般(400 μm ~520 μm) $\times$ (3 μm ~4 μm)。副枝

散开,大多($15\ \mu\text{m}\sim 20\ \mu\text{m}$) $\times$ ($3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$)。梗基较短,大多为($7\ \mu\text{m}\sim 9\ \mu\text{m}$) $\times$ ($3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$)。小梗短, ($4.5\ \mu\text{m}\sim 6.5\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2\ \mu\text{m}\sim 2.5\ \mu\text{m}$), 8个~10个密集一簇。分生孢子椭圆形,后变为近球形,长轴 $2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$,光滑(见图 9)。

展开青霉产生展青霉素,该毒素能引起动物中毒死亡。皮下反复注射展青霉素,可引起注射部位的肉瘤。展青霉素也是一种神经毒。

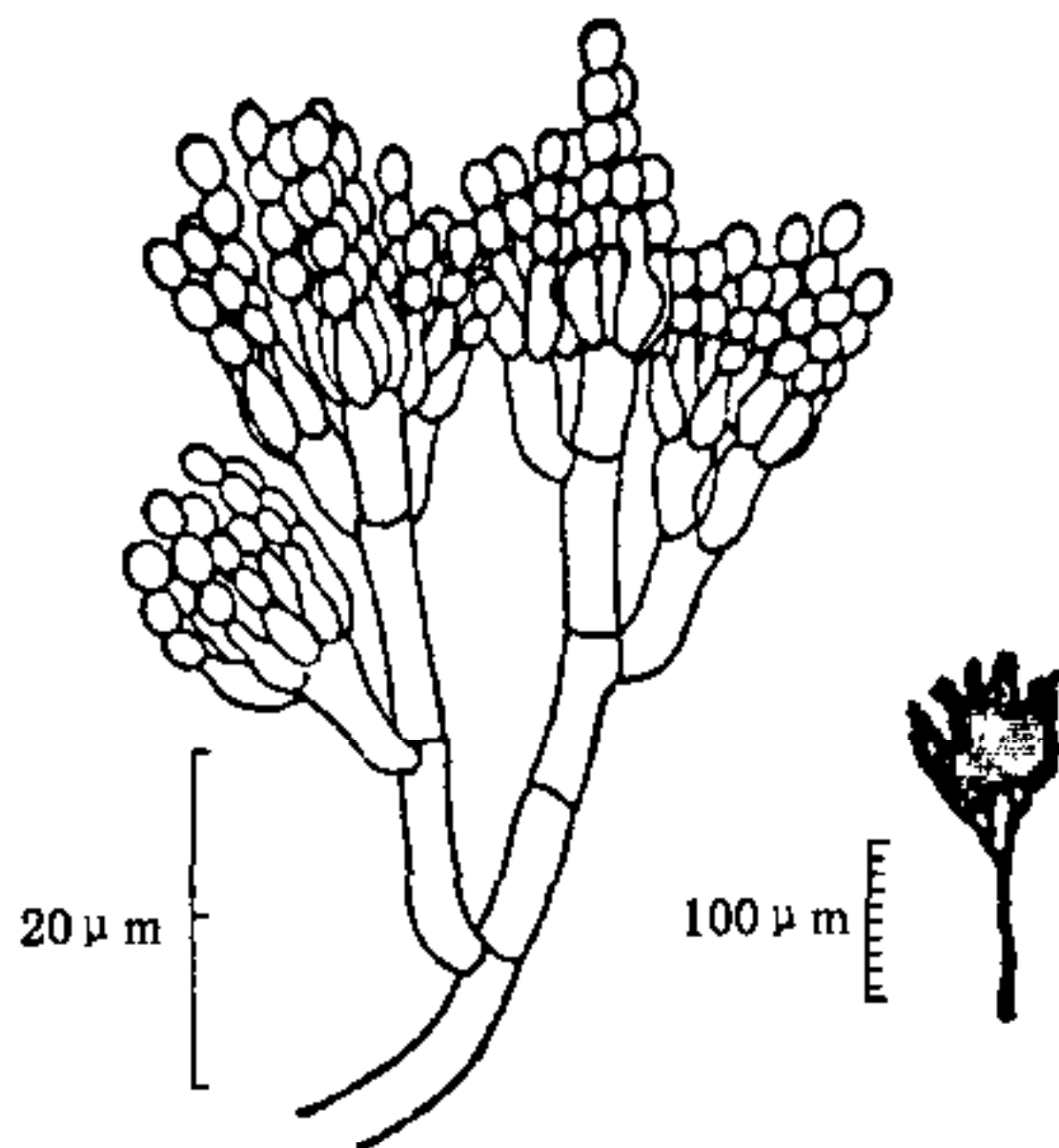
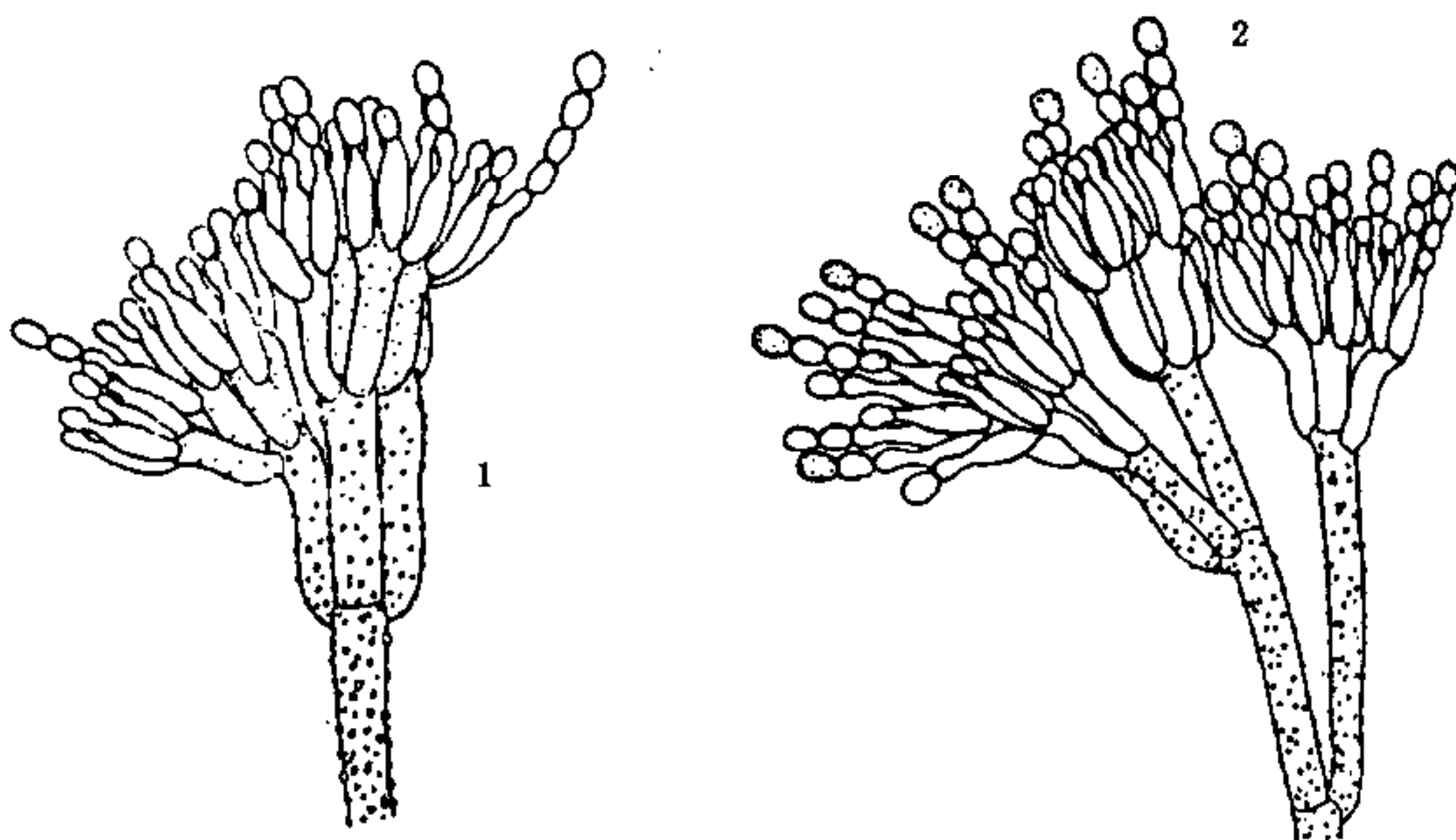


图 9 展开青霉的帚状枝及分生孢子链

6.2.6 纯绿青霉(*P. viridicatum*)

属于不对称青霉组,束状青霉亚组,纯绿青霉系。菌落生长局限,12 d~14 d 直径 $2.5\ \text{cm}\sim 3.5\ \text{cm}$,亮黄绿色,有时有狭的带蓝绿色的带紧邻于白色边缘的内侧,极厚,通常为显著的粒状,老年时变为浊褐色。反面纯淡黄色至纯褐色。帚状枝正常的有三层分枝,常常副枝及梗基生在同一高度。分生孢子梗大部分直径 $3.5\ \mu\text{m}\sim 4.5\ \mu\text{m}$,但有时达 $6\ \mu\text{m}$,粗糙至很粗糙。小梗($7\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$)。分生孢子椭圆形,达 $4.5\ \mu\text{m}\times 3.3\ \mu\text{m}$,或亚球形,直径约 $3.5\ \mu\text{m}$,略粗糙,成纠缠链状或不确定的直柱状(见图 10)。

纯绿青霉产生赭曲霉毒素和桔青霉素。



1——帚状枝;
2——分生孢子。

图 10 纯绿青霉

6.2.7 皱褶青霉(*P. rugulosum*)

属于对称二轮青霉组,皱褶青霉系。菌落生长局限,12 d~14 d 直径 1.0 cm~1.5 cm,几为绒毛状至一定的絮状,浓绿继变为稍灰色。反面最初无色,慢慢变为深色至橙色的点状及块状,在斜面培养时尤以边缘为然。帚状枝大部分典型,但也常常不规则。梗基长短不一。分生孢子梗光滑,直径 $2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$ 。小梗($10\ \mu\text{m}\sim 12\ \mu\text{m}$) $\times$ ($1.8\ \mu\text{m}\sim 2\ \mu\text{m}$)。分生孢子呈椭圆形,显著地粗糙,($3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$),生成纠缠链状(见图 11)。

皱褶青霉产生皱褶青霉素,该毒素是一种肝脏毒。

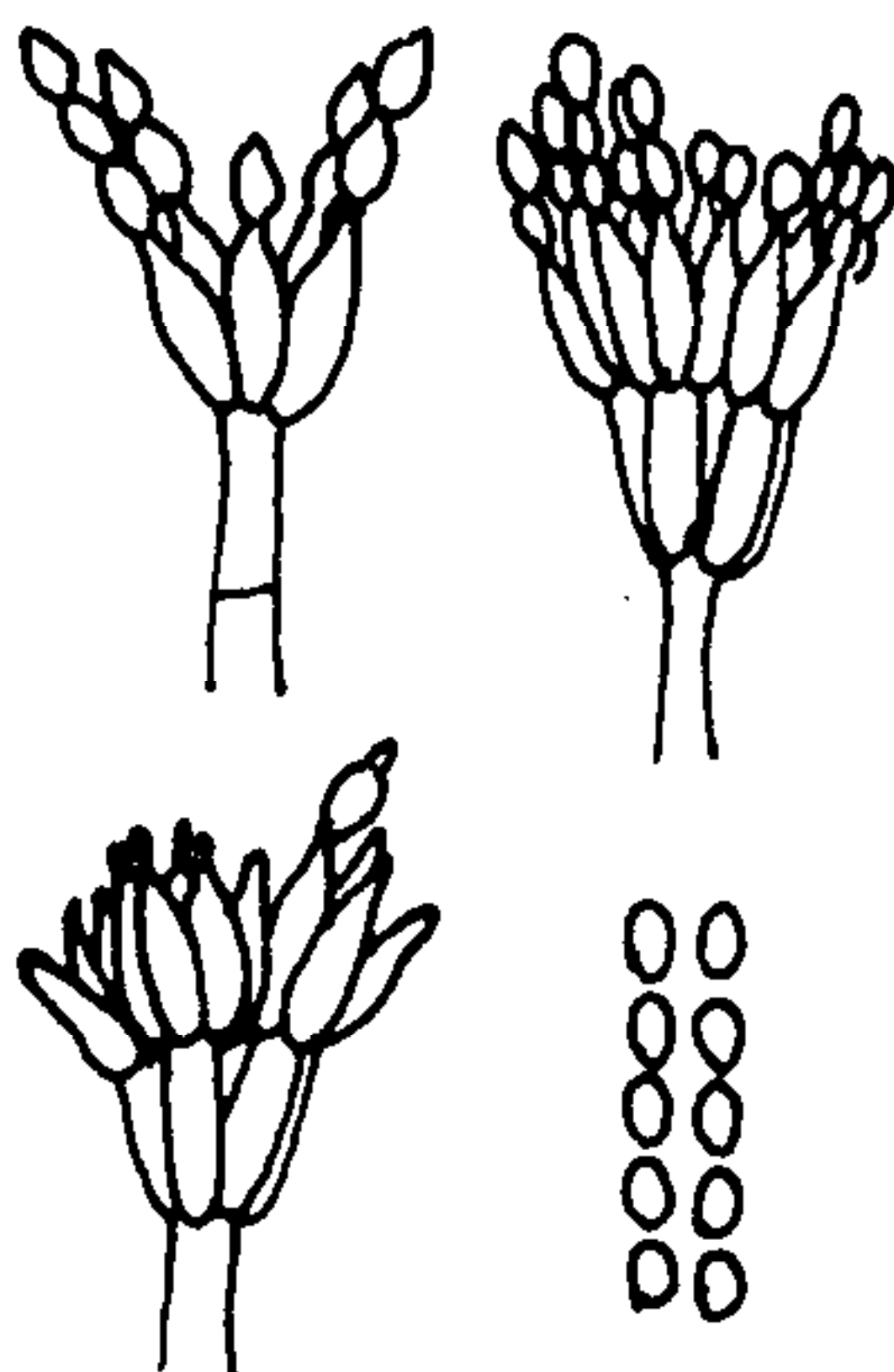


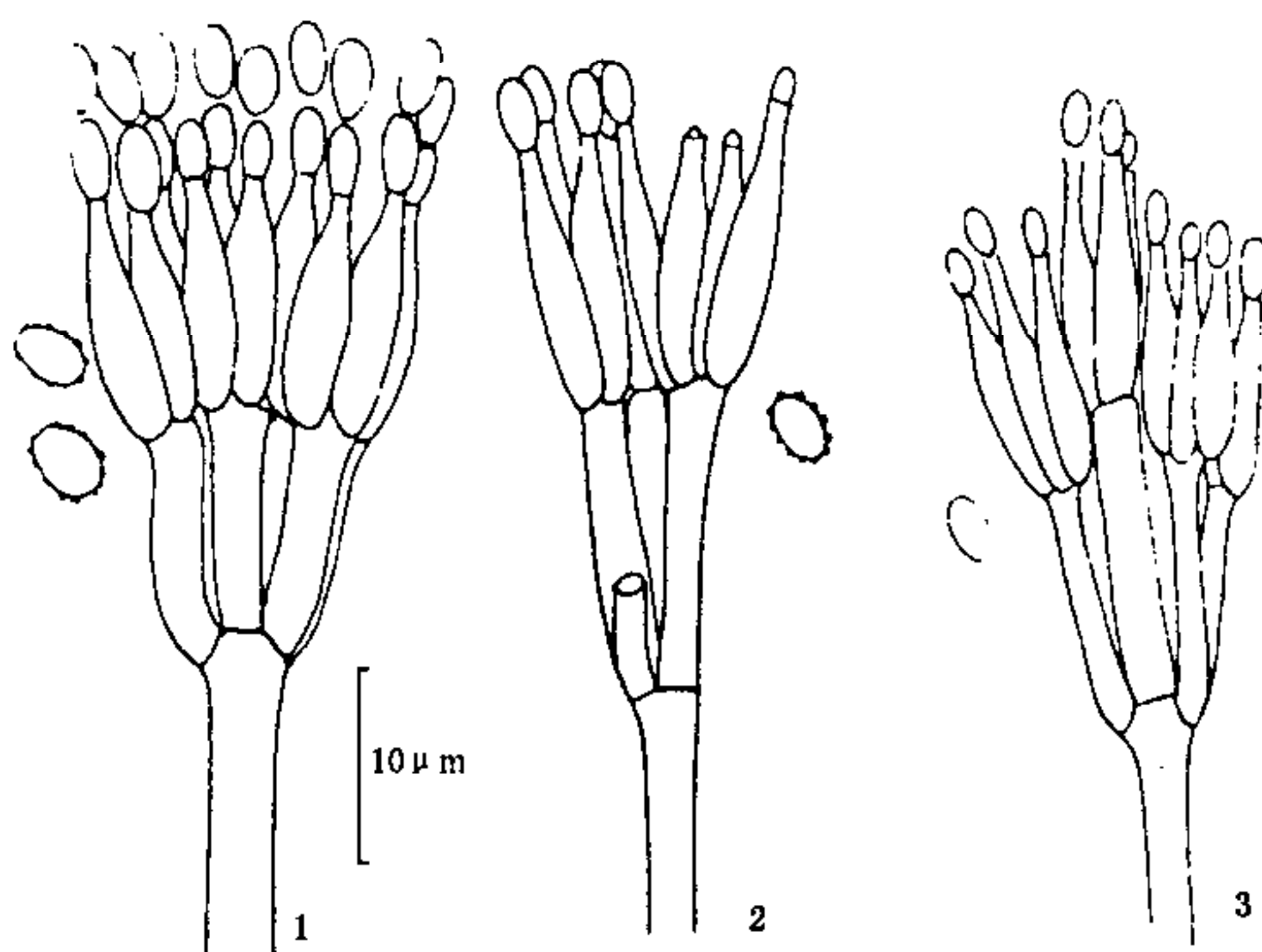
图 11 皱褶青霉的帚状枝和分生孢子

6.2.8 产紫青霉(*P. purpurogenum*)

属于对称二轮青霉组,产紫青霉系。菌落生长稍局限,12 d~14 d 直径 1.5 cm~2.5 cm,绒状或稍呈现絮状;孢子多,在黄色至橙红色菌丝体上为深绿色,继而变为深暗绿色。反面深红色至紫红色并扩散于培养基中。分生孢子梗多自基质生出,($100\ \mu\text{m}\sim 150\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2.5\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$),自气生菌丝分枝而出者则较短、光滑。帚状枝为典型的双轮对称型,紧密。梗基 5 个~8 个轮生,($10\ \mu\text{m}\sim 14\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$)。小梗细长,端尖,4 个~6 个成为紧密而平行的一簇,($10\ \mu\text{m}\sim 12\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2\ \mu\text{m}\sim 2.5\ \mu\text{m}$)。分生孢子呈椭圆形至近球形,具厚壁,大多数菌系是粗糙的,偶而光滑,($3\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$) $\times$ ($2.5\ \mu\text{m}\sim 3\ \mu\text{m}$)(见图 12)。

红色青霉(*P. rubrum*)与产紫青霉很类似,其区别在于它的较淡的灰绿色,分生孢子光滑并几为球形。

产紫青霉和红色青霉均产生红青霉毒素,该毒素为肝脏毒。



1,2——产紫青霉的帚状枝和分生孢子；
3——红色青霉的帚状枝和分生孢子。

图 12

6.3 镰刀菌属(*Fusarium*)

本属的产毒霉菌主要包括禾谷镰刀菌、串珠镰刀菌、雪腐镰刀菌、三线镰刀菌、梨孢镰刀菌、拟枝孢镰刀菌、尖孢镰刀菌、茄病镰刀菌和木贼镰刀菌等。这些霉菌的代谢产物为单端孢霉烯族化合物、玉米赤霉烯酮和丁烯酸内酯等。

在马铃薯-葡萄糖琼脂或察氏培养基上气生菌丝发达,高 0.5 cm~1.0 cm 或较低为 0.3 cm~0.5 cm,或更低为 0.1 cm~0.2 cm;稀疏的气生菌丝,甚至完全无气生菌丝而由基质菌丝直接生出粘孢层,内含大量的分生孢子。大多数种小型分生孢子通常假头状着生,较少为链状着生,或者假头状和链状着生兼有。小型分生孢子生于分枝或不分枝的分生孢子梗上,形状多样,卵形、梨形、椭圆形、长椭圆形、纺锤形、披针形、腊肠形、柱形、锥形、逗点形、圆形等。1~2(3)隔,通常小型分生孢子的量较大型分生孢子为多。大型分生孢子产生在菌丝的短小爪状突起上或产生在分生孢子座上,或产生在粘孢团中;大型分生孢子形态多样,镰刀形、线形、纺锤形、披针形、柱形、腊肠形、蠕虫形、鳗鱼形,弯曲、直或近于直。顶端细胞多种形态,短喙形、锥形、钩形、线形、柱形,逐渐变窄细或突然收缩。气生菌丝、子座、粘孢团、菌核可呈各种颜色,基质亦可被染成各种颜色。厚垣孢子间生或顶生,单生或多个成串或成结节状,有时也生于大型分生孢子的孢室中,无色或具有各种颜色,光滑或粗糙。

镰刀菌属的一些种,当初次分离时,只产生菌丝体,常常还需诱发产生正常的大型分生孢子以供鉴定。因此须同时接种无糖马铃薯琼脂培养基或察氏培养基等。

6.3.1 串珠镰刀菌(*F. moniliforme*)

在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上气生菌丝呈棉絮状,蔓延,高 0.2 cm~0.8 cm,有些菌株平铺或局部低陷,试管壁或菌落中央有一定程度的绳状或束状的趋势。气生菌丝的色泽随菌株及培养基而异:白色、浅粉红色、淡紫色。基质反面为较淡的黄、赭、紫红乃至蓝色,或它们之间的颜色。野生型菌株一般产孢子良好,在气生菌丝层上见有一层稍稍反光的、松散的细粉就是散落成堆的孢子。某些菌株在菌落中央产生粉红色、粉红-肉桂色的粘孢团,个别菌株则为暗蓝色,粘孢团含大量的小型分生孢子及较多的大型分生孢子。

小型分生孢子呈椭圆形、纺锤形、卵形、梨形、腊肠形。透明,单细胞或有 1 个~2 个隔,直或稍弯, $[3\mu\text{m}\sim 7(\sim 14)\mu\text{m}]\times(2\mu\text{m}\sim 4.8\mu\text{m})$ [液体培养时较大为 $(9\mu\text{m}\sim 18\mu\text{m})\times(2.5\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m})$]。小型分生孢子成串或假头状(见图 13)。

大型分生孢子为镰刀形、纺锤形、棍棒形、线形,直或稍弯。孢子两端窄细或粗细均一,或一端较锐,

透明,壁薄,一般多为3隔~6隔,7隔者罕见(见图13)。

3隔的大小平均为 $36\mu\text{m}\times 3\mu\text{m}$;

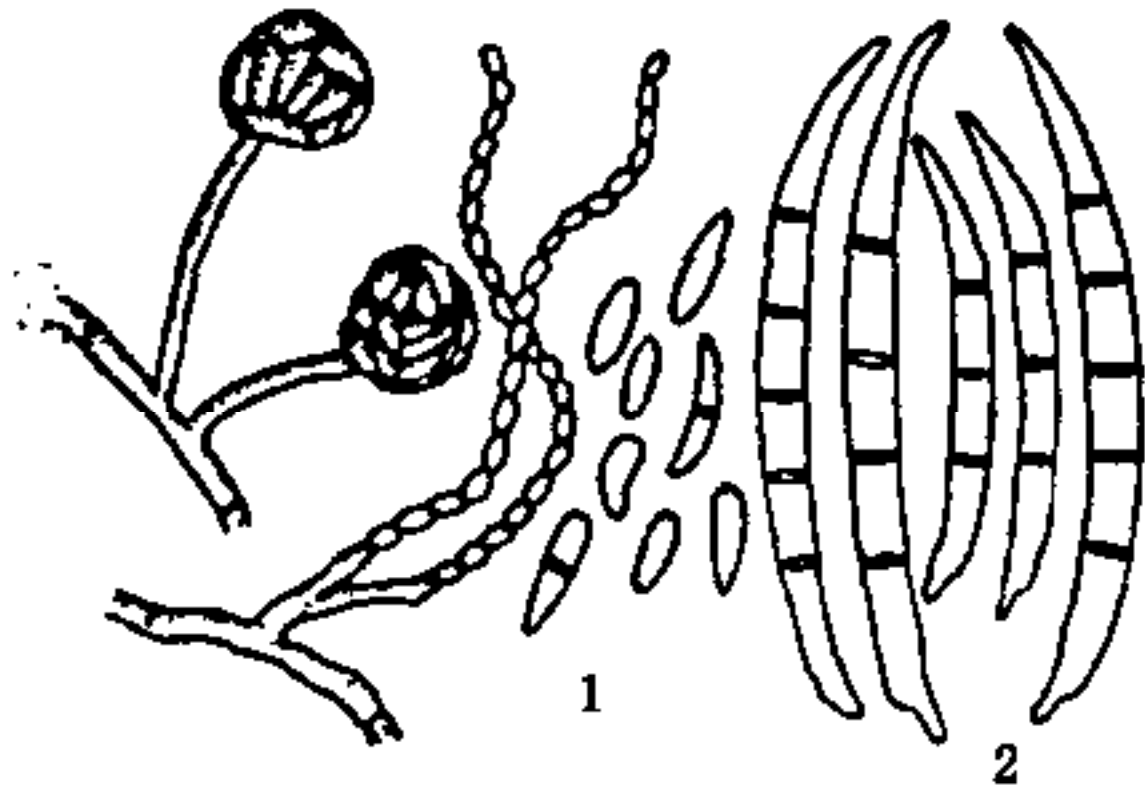
5隔的大小平均为 $49\mu\text{m}\times 3.1\mu\text{m}$;

6隔的大小平均为 $(56\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m})\times (4.5\mu\text{m}\sim 4.8\mu\text{m})$ 。

在马铃薯培养基上有些菌株可产生子座,呈黄色、褐色或紫色。有些菌株还可形成菌核。

子囊阶段:藤仓赤霉。

串珠镰刀菌主要寄生于禾谷类作物,如稻谷、甘蔗、玉米和高粱等,其代谢产物为串珠镰刀菌素和玉米赤霉烯酮。



1——小型分生孢子;

2——大型分生孢子。

图13 串珠镰刀菌

6.3.2 禾谷镰刀菌(*F. graminearum*)

菌株在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上菌丝棉絮状至丝状,生长茂盛,高度可达5 mm~7 mm。初期白色,然后白-玫瑰色、白-洋红色或白-砖红色,中央常遗留黄色气生菌丝区。反面深洋红色或淡砖红-赭色。菌丝分枝,有隔,透明,或浅玫瑰色,直径 $1.5\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 。一般野生型菌株在培养基上不产生孢子,但在菌丝中可见膨大细胞。膨大细胞球形或卵形,单个或成串,顶生或间生,壁薄,透明,直径 $[6\mu\text{m}\sim 12(\sim 14)\mu\text{m}]$ 。大型分生孢子近镰刀形、纺锤形、披针形,稍弯,两端稍窄细,顶端细胞末端稍尖或略钝,脚胞有或无,大多数3隔~5隔,极少数1隔~2隔或6隔~7(~9)隔,单个孢子无色,聚集时呈浅粉红色(见图14)。

大型孢子 3隔 $[(25\sim)28\mu\text{m}\sim 40(\sim 47)\mu\text{m}]\times [(3.3\sim)4\mu\text{m}\sim 5(\sim 6)\mu\text{m}]$

5隔 $[(28\sim)30\mu\text{m}\sim 55(\sim 60)\mu\text{m}]\times [(3.3\sim)4\mu\text{m}\sim 5.5(\sim 6)\mu\text{m}]$

6隔~7隔 $[(40\sim)45\mu\text{m}\sim 60(\sim 70)\mu\text{m}]\times [(4\sim)4.5\mu\text{m}\sim 6(\sim 6.5)\mu\text{m}]$

本种无小型分生孢子,一般无厚垣孢子,如有也极少,间生。

子囊阶段:玉米赤霉。

禾谷镰刀菌是赤霉病麦的主要病原菌,主要引起小麦、大麦和元麦的赤霉病,禾谷镰刀菌还可以感染玉米和水稻等,能产生T-2毒素、脱氧雪腐镰刀菌烯醇和玉米赤霉烯酮等。

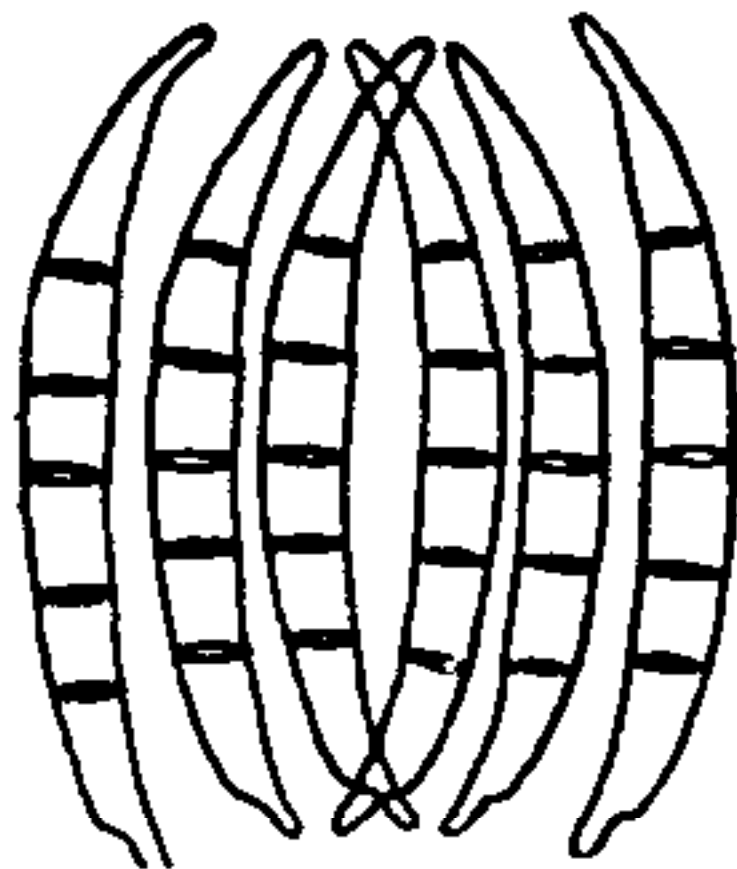


图14 禾谷镰刀菌的大型分生孢子

6.3.3 三线镰刀菌(*F. tricinctum*)

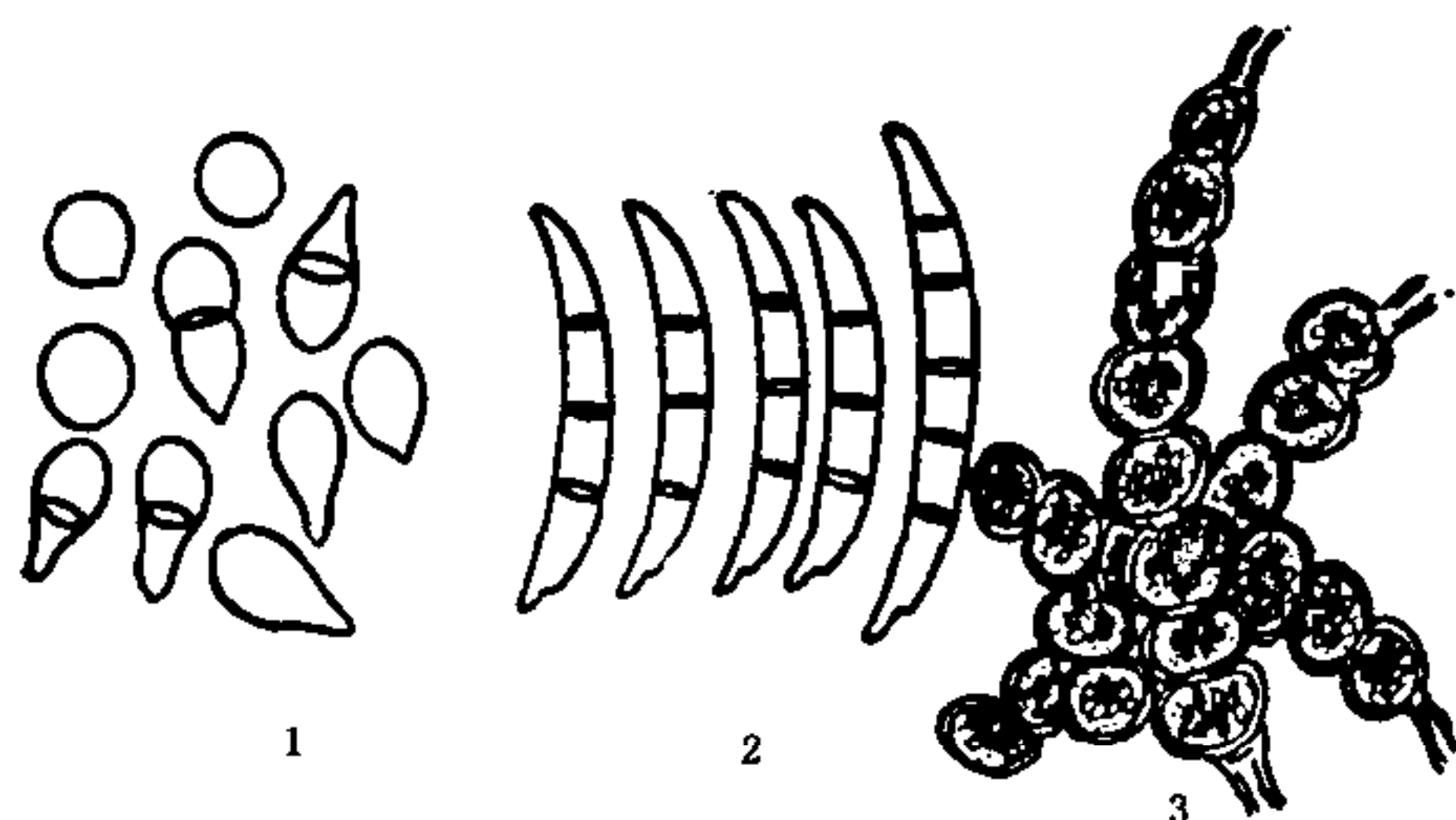
在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,气生菌丝生长茂盛,棉絮状,呈白色、洋红色、红色至紫色。小型分生孢子散生在气生菌丝中或聚成假头状,梨形或柠檬形、卵形-椭圆形,纺锤-近披针形或稍呈镰刀形,0隔~1隔。大型分生孢子生于分生孢子梗座及气生菌丝中,镰状弯曲或椭圆形弯曲,脚胞很明显。3隔~5隔。

3隔 (26 μm ~38 μm) $\times$ (3 μm ~4.7 μm)

5隔 (34 μm ~53 μm) $\times$ (3 μm ~4.8 μm)

厚垣孢子呈球形,壁光滑,间生、单生或成串(见图 15)。

本菌主要寄生于玉米和小麦的种子上,可产生 T-2 毒素,丁烯酸内酯,二乙酸蔗草镰刀菌烯醇和玉米赤霉烯酮。



1——小型分生孢子;

2——大型分生孢子;

3——厚垣孢子。

图 15 三线镰刀菌

6.3.4 雪腐镰刀菌(*F. nivale*)

在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,菌落呈白色、浅桃红色、粉红色至杏黄色;基质稍呈浅黄色。菌丝呈稀疏的棉絮状、蛛丝状。生长速度:4d 后平均菌落直径超过 1 cm 以上,在 4℃ 低温发育良好,培养 7 d~10d 可检见分生孢子。分生孢子直接产生于气生菌丝中,但在某些菌株中,分生孢子可自小的分生孢子梗座上生出,粘孢团呈鲑橙色、浅橙色,干时呈肉桂色。菌丝直径 1.5 μm ~5 μm ,瓶状小梗 (7 μm ~9 μm) $\times$ (2.5 μm ~3 μm)。分生孢子纺锤-镰刀形至香肠形弯曲,两端渐变窄,末端钝圆,基部无脚胞,有时呈楔状,典型的有(0)隔~1隔~3隔(见图 16)。

0隔 (5 μm ~8 μm) $\times$ (2 μm ~4 μm)

1隔 (9 μm ~23 μm) $\times$ (2.2 μm ~4.5 μm)

3隔 (13 μm ~16 μm) $\times$ (2.3 μm ~4.5 μm)

本菌无厚垣孢子,子座小,透明,呈粉红至砖红色,后期变为革褐色。

子囊阶段:雪腐丽赤壳。

雪腐镰刀菌在小麦、大麦和玉米等谷物上生长,可产生镰刀菌烯酮-X、雪腐镰刀菌烯醇和二乙酸雪腐镰刀菌烯醇等有毒代谢产物。

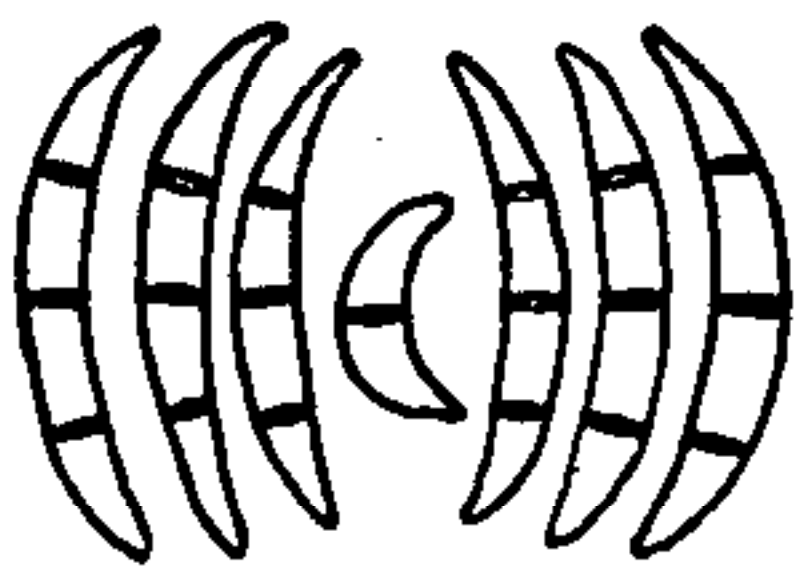


图 16 雪腐镰刀菌的大型分生孢子

6.3.5 梨孢镰刀菌(*F. poae*)

菌株在马铃薯-葡萄糖琼脂上,气生菌丝生长良好,蛛丝状、丝状有时带粉状,高可达 7 mm~8 mm,苍白-玫瑰色、浅粉红色-洋红色、洋红赭色。反面呈深浅不同的洋红色或浅紫洋红色。菌丝分枝,有隔,透明,直径 1.5 μm ~3(~5) μm ,菌丝及分生孢子梗的分枝常对生及轮生。小型分生孢子通常假头状着生,有时短链状,分生孢子脱落后使菌丝层撒铺为细粉状。小型分生孢子球形、梨形、柠檬形、倒卵形占优势,还有椭圆形、纺锤形、窄瓜子形的小型分生孢子。0 隔~1 隔,透明,光滑。球形孢子直径 4 μm ~8 μm ,其他形状的小孢子无隔,[(5~)8 μm ~10(~12) μm] $\times$ [(2.5~)3 μm ~6(~8) μm]

1 隔 [(9~)12 μm ~20(~26) μm] $\times$ [(2.5~)3 μm ~6.5(~9) μm]。大型分生孢子镰刀形、披针形、纺锤形、椭圆形弯曲或近直。脚胞不明显,少数有具乳头状突起的脚胞,2 隔~5 隔,光滑,透明。

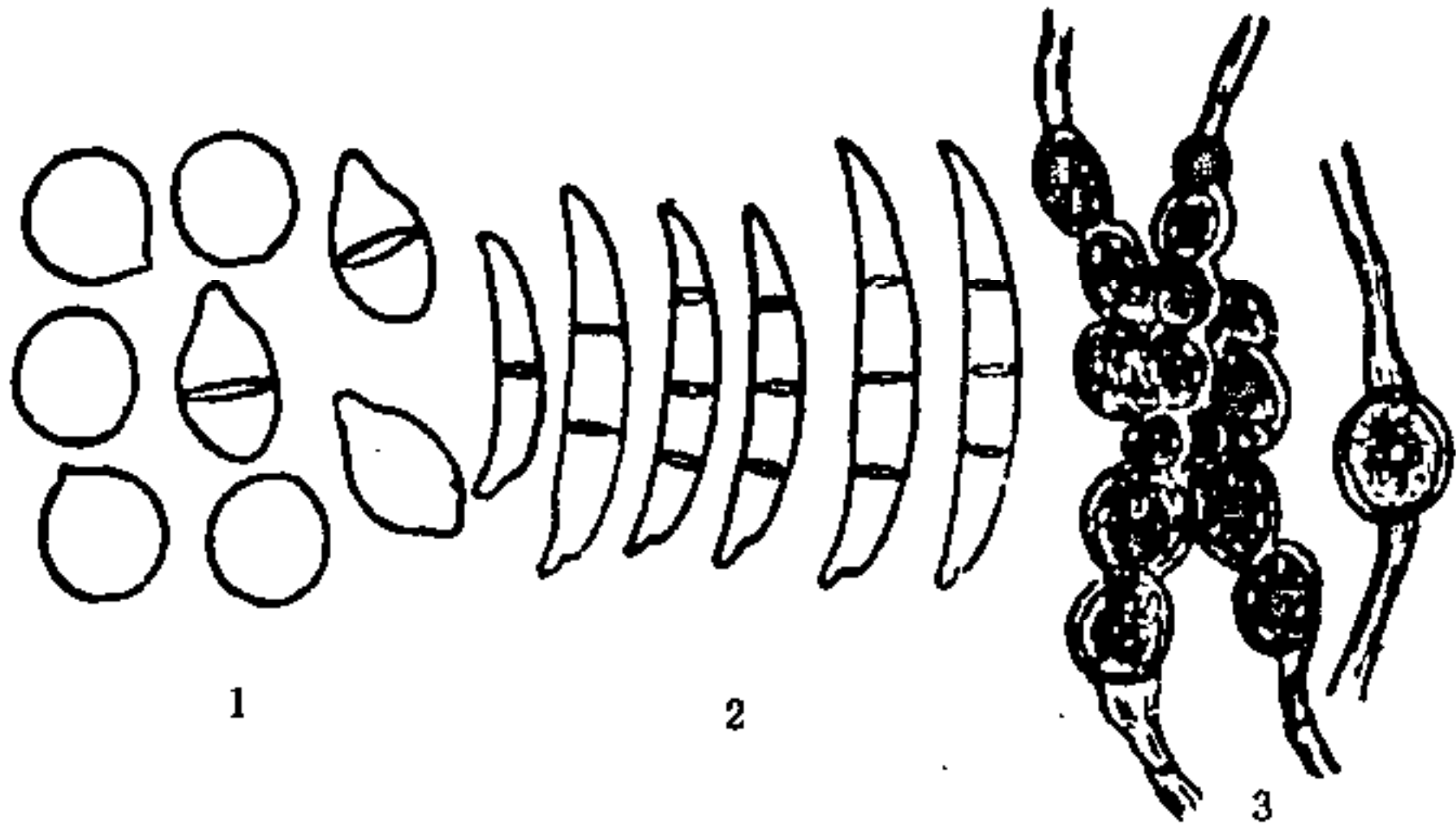
2 隔 (15 μm ~30 μm) $\times$ (2.5 μm ~5 μm)

3 隔 [19 μm ~30(~35) μm] $\times$ [3.5 μm ~5(~5.5) μm]

5 隔 [30 μm ~36(~40) μm] $\times$ [4 μm ~5.2(~6) μm]

厚垣孢子矩圆-椭圆或似椭圆形,多数间生,少数顶生、单生或数个成串,或结节状,赭黄色(见图 17)。

梨孢镰刀菌主要寄生于谷类,可产生 T-2 毒素、新茄病镰刀菌烯醇和丁烯酸内酯等。



- 1——小型分生孢子;
- 2——大型分生孢子;
- 3——厚垣孢子。

图 17 梨孢镰刀菌

6.3.6 拟枝孢镰刀菌(*F. sporotricoides*)

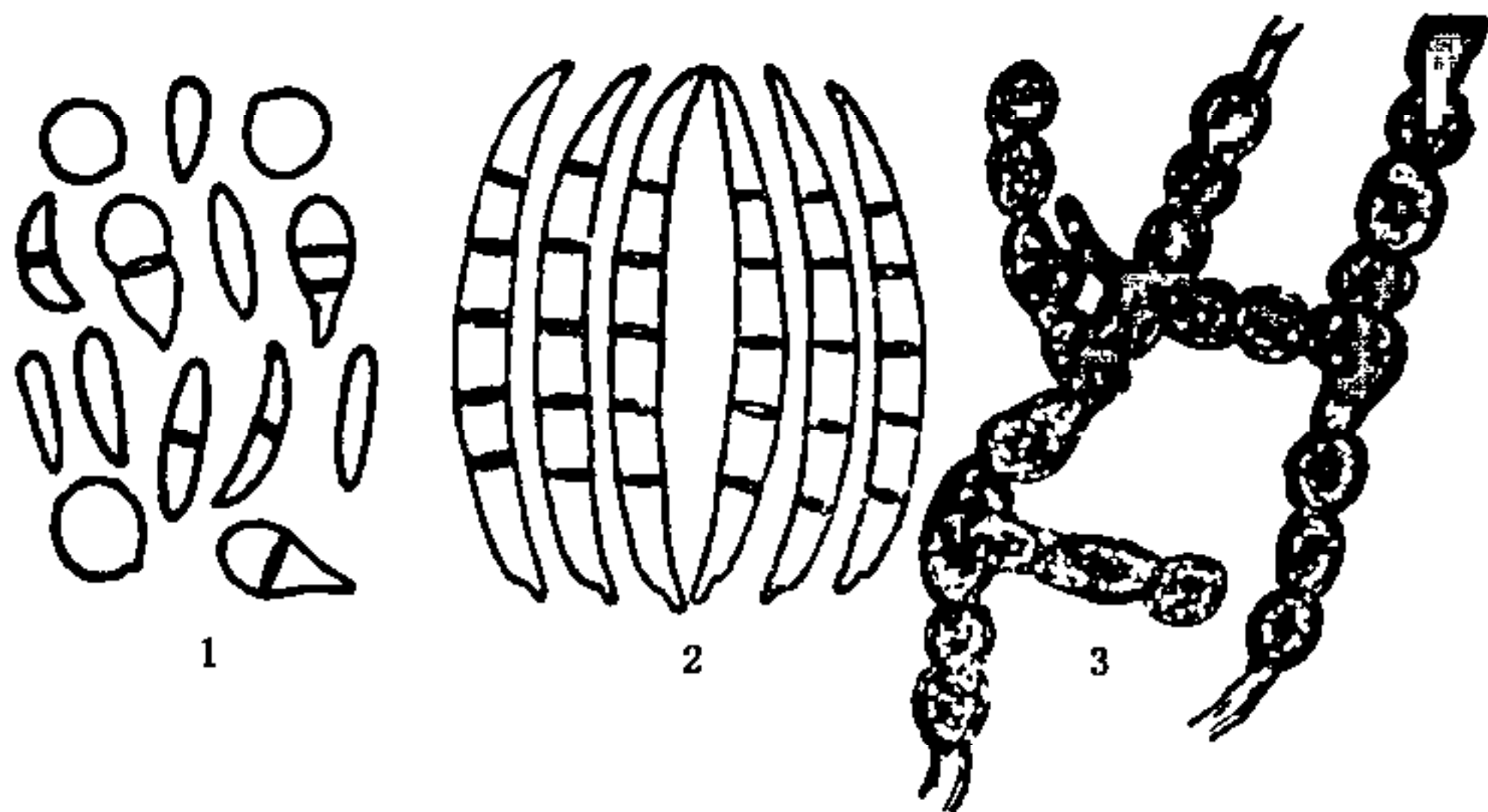
在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,气生菌丝生长茂盛,棉絮状,表面稍呈粉状,初为白色,很快变为櫻桃红色。菌落反面呈暗紫红色。小型分生孢子自分生孢子梗的假分枝(多芽产孢细胞)上形成,通常稍稀疏。小型分生孢子球形、梨形、椭圆形、近披针形或近镰刀形,0 隔~1 隔。大型分生孢子产于气生菌丝或分生孢子梗座中,镰刀形、纺锤-镰刀形、披针形,弯曲,有脚胞,3 隔~5 隔。

3 隔 (22 μm ~35 μm) $\times$ (3.6 μm ~4.7 μm)

5 隔 (37 μm ~45 μm) $\times$ (4.0 μm ~5.2 μm)

厚垣孢子间生,单个或成对,结节状或成串(见图 18)。

本菌主要寄生于小麦、燕麦、玉米和甜瓜等作物,能产生 T-2 毒素、丁烯酸内酯和新茄病镰刀菌烯醇。



- 1——小型分生孢子;
2——大型分生孢子;
3——厚垣孢子。

图 18 拟枝孢镰刀菌

6.3.7 木贼镰刀菌(*F. equiseti*)

在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,气生菌丝生长较快,棉絮状,白色、乳黄色至褐色。缺乏真正的小型分生孢子。大型分生孢子纺锤-镰刀形、弧弓形、披针形,鳗状弯曲、抛物线形弯曲、双曲线形弯曲或近于直,中央细胞明显膨大,顶端细胞窄细,成长刺或线状,脚胞明显,4 隔~7 隔。

3 隔 $(22\ \mu\text{m}\sim 45\ \mu\text{m})\times(3.5\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$;

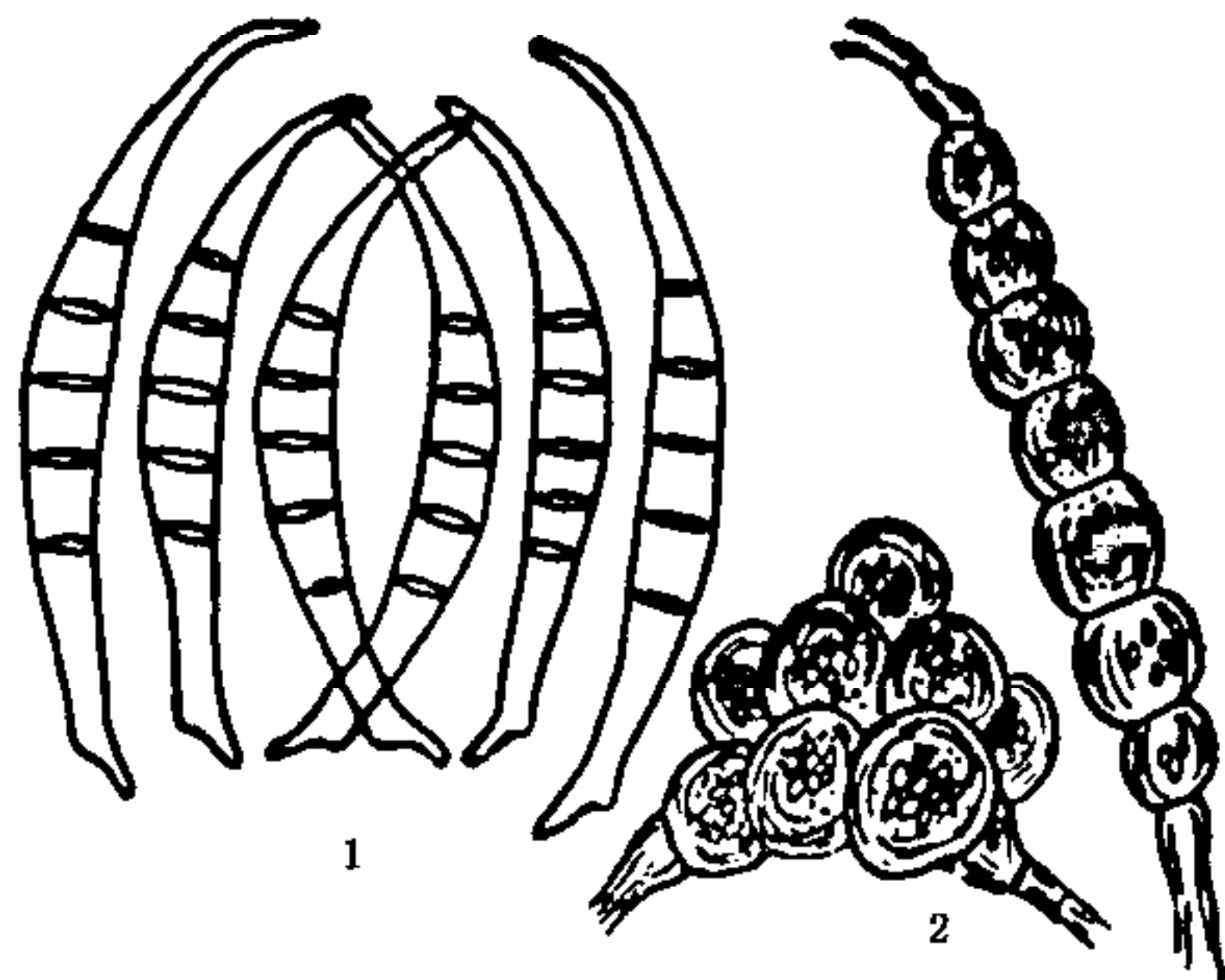
5 隔 $(40\ \mu\text{m}\sim 58\ \mu\text{m})\times(3.7\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$;

7 隔 $(42\ \mu\text{m}\sim 60\ \mu\text{m})\times(4\ \mu\text{m}\sim 5.9\ \mu\text{m})$ 。

厚垣孢子间生于菌丝中,成串或成结节状,有极粗的疣状突起或光滑,黄褐色或透明,单个厚垣孢子直径 $6\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ (见图 19)。

子囊阶段:错综赤霉。

木贼镰刀菌主要寄生于大豆种子和幼苗、小麦、大麦和黑麦上,能产生二醋酸蕈草镰刀菌烯醇、玉米赤霉烯酮、新茄病镰刀菌烯醇和丁烯酸内酯。



- 1——大型分生孢子;
2——厚垣孢子。

图 19 木贼镰刀菌

6.3.8 茄病镰刀菌(*F. solani*)

菌株在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,气生菌丝生长良好,棉絮状、低平,或蛛丝状、稍高。在试管壁上常有编结成菌丝绳的趋势,白色、苍白-浅紫色、苍白-浅赭色、苍白-浅黄色。反面浅赭色、浅赭-暗蓝色、浅黄奶油色。气生菌丝的粘孢团有或无,如有则呈白、褐、黄、蓝、绿色或它们之间的颜色。

小型分生孢子假头状着生,椭圆形、卵圆形、长椭圆形、短腊肠形、逗点形,0隔~1隔,光滑。 $(4\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m})\times(3\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$ [变化幅度 $(3\ \mu\text{m}\sim 19\ \mu\text{m})\times(2\ \mu\text{m}\sim 6\ \mu\text{m})$]。

大型分生孢子近镰刀形、纺锤-镰刀形、纺锤-披针形、纺锤-柱形、稍弯,极个别菌株有双曲线弯曲的大型孢子,在很大距离的长度上直径相等,顶端细胞短,稍窄细或变钝,脚胞有或无。大型分生孢子壁显著厚,2隔~5(~7)隔,以3隔居多。

3隔 $[17\ \mu\text{m}\sim 44(\sim 52)\ \mu\text{m}]\times[4\ \mu\text{m}\sim 5(\sim 7)\ \mu\text{m}]$

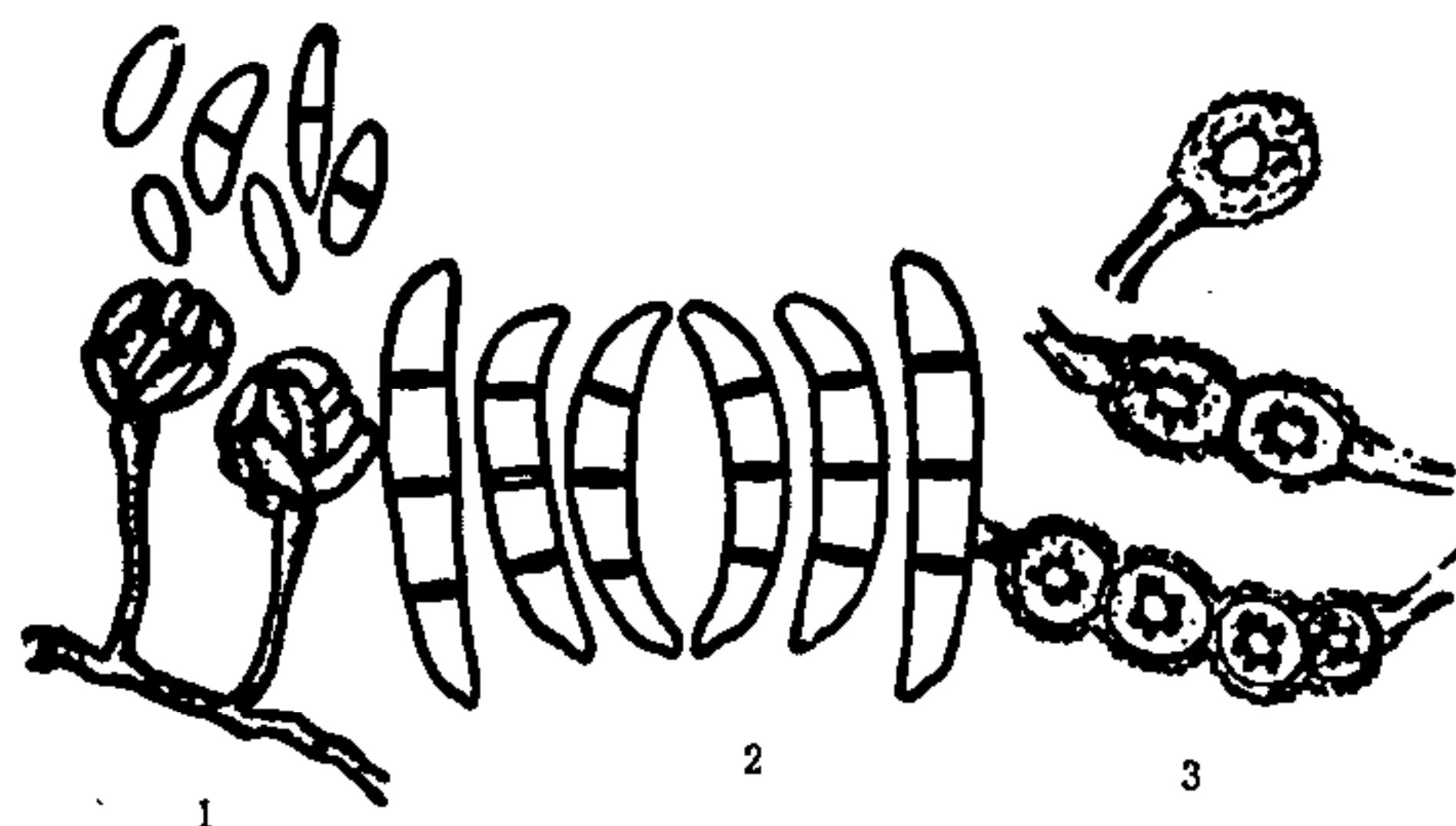
4隔~5隔 $[35\ \mu\text{m}\sim 55(\sim 60)\ \mu\text{m}]\times[4.5\ \mu\text{m}\sim 5.5(\sim 7)\ \mu\text{m}]$

6隔~7隔 $[45\ \mu\text{m}\sim 65(\sim 70)\ \mu\text{m}]\times[5\ \mu\text{m}\sim 6.5(\sim 7.2)\ \mu\text{m}]$

厚垣孢子在察氏培养基上产生,顶生或间生,单细胞或双细胞,在较少数的菌株则呈短链或结节状,表面光滑或小疣状突起,浅黄赭色,或无色,单细胞的厚垣孢子通常圆形或椭圆形,直径约 $7\ \mu\text{m}\sim 14(\sim 16)\ \mu\text{m}$ (见图20)。

子囊阶段:红壳赤壳。

茄病镰刀菌可引起蚕豆的枯萎病,还可造成多种栽培作物如花生、甜菜、马铃薯、番茄、芝麻、玉米和小麦的根腐、茎腐和果实干腐等,并能产生新茄病镰刀菌烯醇和玉米赤霉烯酮。



- 1——小型分生孢子;
2——大型分生孢子;
3——厚垣孢子。

图20 茄病镰刀菌

6.3.9 尖孢镰刀菌(*F. oxysporum*)

菌株在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,气生菌丝生长良好,棉絮状或蛛丝状,通常白色、苍白-玫瑰色、浅奶油黄色、浅玫瑰-赤红色、浅紫或苍白-浅紫色。反面无色、浅赭色或微灰-浅紫色、浅赭-玫瑰色。气生菌丝有或无编结成绳状的趋势。在气生菌丝上的粘孢团有或无。粘孢团无色或浅玫瑰、赭、蓝色。菌核有或无,如有则为绿-蓝黑色或其他色。直径约 $0.5\ \text{mm}\sim 0.6\ \text{mm}$ 。气生菌丝有隔,分枝,透明,直径 $[1.5\ \mu\text{m}\sim 3(\sim 5)\ \mu\text{m}]$ 。小型分生孢子生于气生菌丝中,假头状着生,或生于粘孢团中。小型分生孢子形状可以是椭圆形、纺锤-椭圆形、近柱形,窄腊肠形、逗点形、拟肾形、卵形,具0隔~1隔,光滑, $[(4\sim)6\ \mu\text{m}\sim 14(\sim 18)\ \mu\text{m}]\times[(1.8\sim)2\ \mu\text{m}\sim 3(\sim 3.5)\ \mu\text{m}]$ 。大型分生孢子纺锤形、镰刀形、椭圆形弯曲,顶端细胞较长,逐渐窄细、稍尖、很尖或稍窄钝,脚胞有或无。孢壁薄,有(1~)3隔~5隔,有的多达7隔。

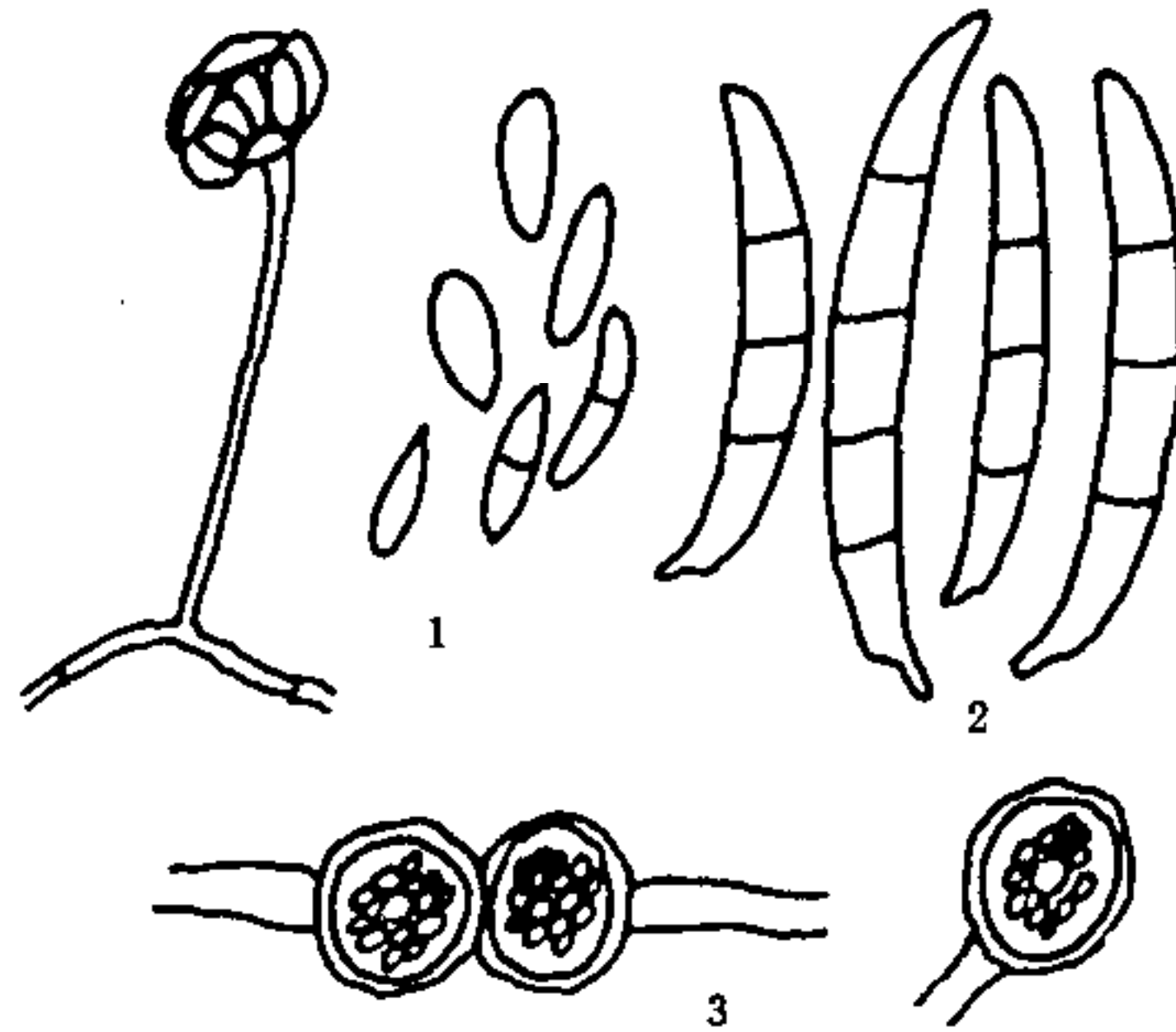
3隔 $[(16\sim)23\ \mu\text{m}\sim 45(\sim 50)\ \mu\text{m}]\times[(2\sim)2.5\ \mu\text{m}\sim 3.5(\sim 4.5)\ \mu\text{m}]$

5隔 $[(22\sim)30\ \mu\text{m}\sim 40(\sim 55)\ \mu\text{m}]\times[(2.2\sim)3\ \mu\text{m}\sim 4(\sim 4.8)\ \mu\text{m}]$

6 隔~7 隔 $[(45\sim)50\ \mu\text{m}\sim 55(\sim 60)\ \mu\text{m}]\times[(3\sim 4(\sim 4.8)\ \mu\text{m}]$

菌丝中的厚垣孢子顶生或间生,单细胞或双细胞,光滑或粗糙或有疣状突起,单细胞的厚垣孢子圆形或矩圆形,直径约 $5\ \mu\text{m}\sim 13(\sim 16)\ \mu\text{m}$ (见图 21)。

尖孢镰刀菌可寄生于玉米、小麦和大麦的种子上,可产生玉米赤霉烯酮和 T-2 毒素。



- 1——小分生孢子和假头状着生;
- 2——大分生孢子;
- 3——厚垣孢子。

图 21 尖孢镰刀菌

6.4 木霉属(*Trichoderma*)

木霉生长迅速,菌落棉絮状或致密丛束状,产孢丛束区常排列成同心轮纹,菌落表面颜色为不同程度的绿色,有些菌株由于产孢子不良几乎白色。菌落反面无色或有色,气味有或无,菌丝透明,有隔,分枝繁复。厚垣孢子有或无,间生于菌丝中或顶生于菌丝短侧分枝上,球形、椭圆形,无色,壁光滑。分生孢子梗为菌丝的短侧枝,其上对生或互生分枝,分枝上又可继续分枝,形成二级、三级分枝,终而形成似松柏式的分枝轮廓,分枝角度为锐角或几乎直角,束生、对生、互生或单生瓶状小梗。分枝的末端即为小梗,但有的菌株主梗的末端为一鞭状而弯曲不孕菌丝。分生孢子由小梗相继生出而靠粘液把它们聚成球形或近球形的孢子头,有时几个孢子头汇成一个大的孢子头。分生孢子近球形或椭圆形、圆筒形、倒卵形等,壁光滑或粗糙,透明或亮黄绿色(见图 22)。

木霉产生木霉素,属于单端孢霉烯族化合物。

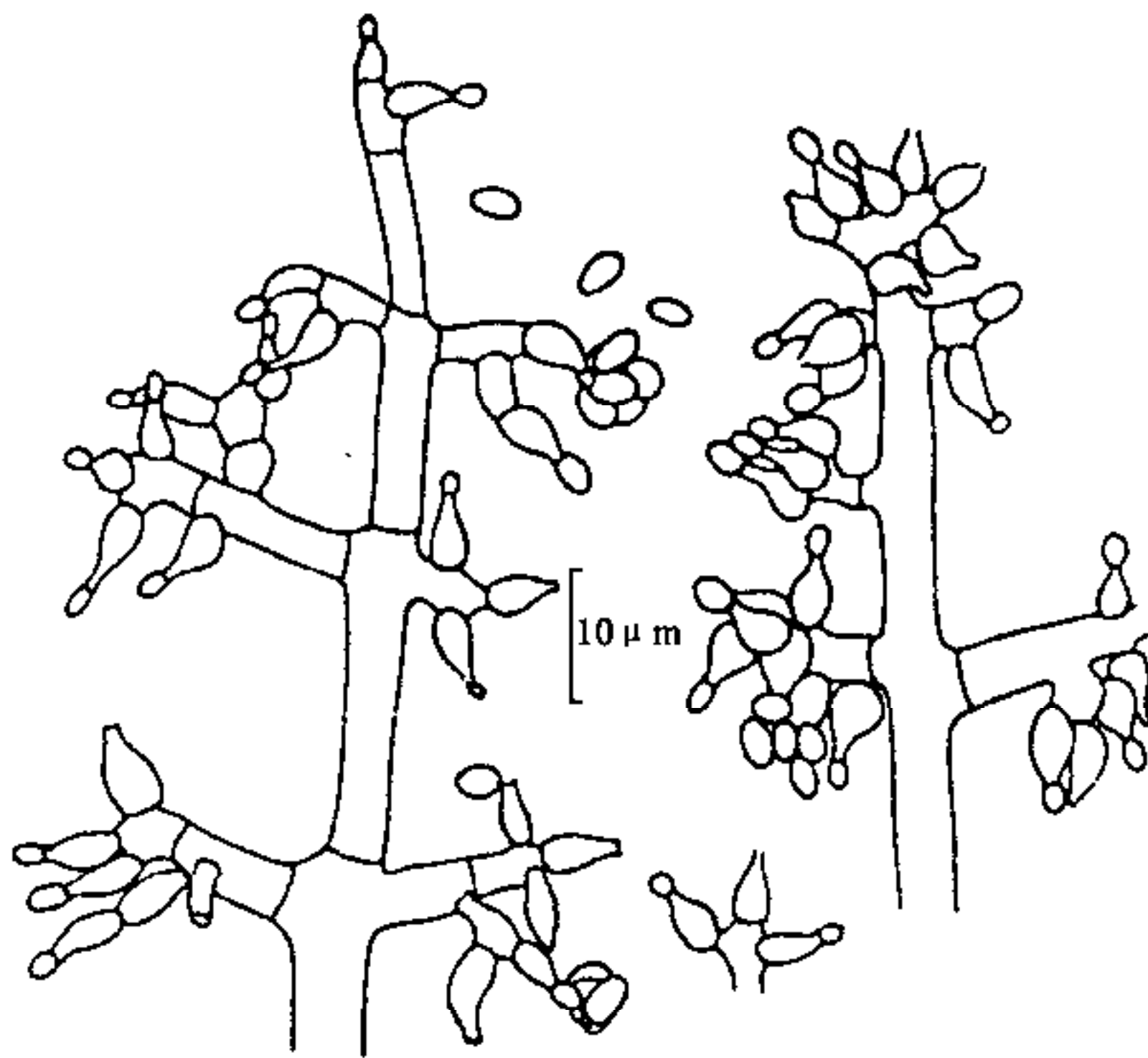


图 22 木霉的分生孢子梗、小梗和分生孢子

6.5 头孢霉属(*Cephalosporium*)

在合成培养基及马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上各个种的菌落类型不一,有些种缺乏气生菌丝,湿润或呈细菌状菌落,有些种气生菌丝发达,呈茸毛状或絮状菌落,或有明显的绳状菌丝索或孢梗束。菌落的色泽可由粉红至深红,白、灰色或黄色。营养菌丝丝状有隔,分枝,无色或鲜色或者在少数情况下由于盛产厚垣孢子而呈暗色。菌丝常编结成绳状或孢梗束。分生孢子梗很短,大多数从气生菌丝上生出,基部稍膨大,呈瓶状结构,互生、对生或轮生。分生孢子从瓶状小梗顶端溢出后推至侧旁,靠粘液把它们粘成假头状,遇水即散开,成熟的孢子近圆形、卵形、椭圆形或圆柱形,单细胞或偶尔有一隔,透明(见图 23)。有些种具有性阶段可形成子囊壳。

头孢霉能引起芹菜、大豆和甘蔗等的植物病害,它所产生的毒素属于单端孢霉烯族化合物。

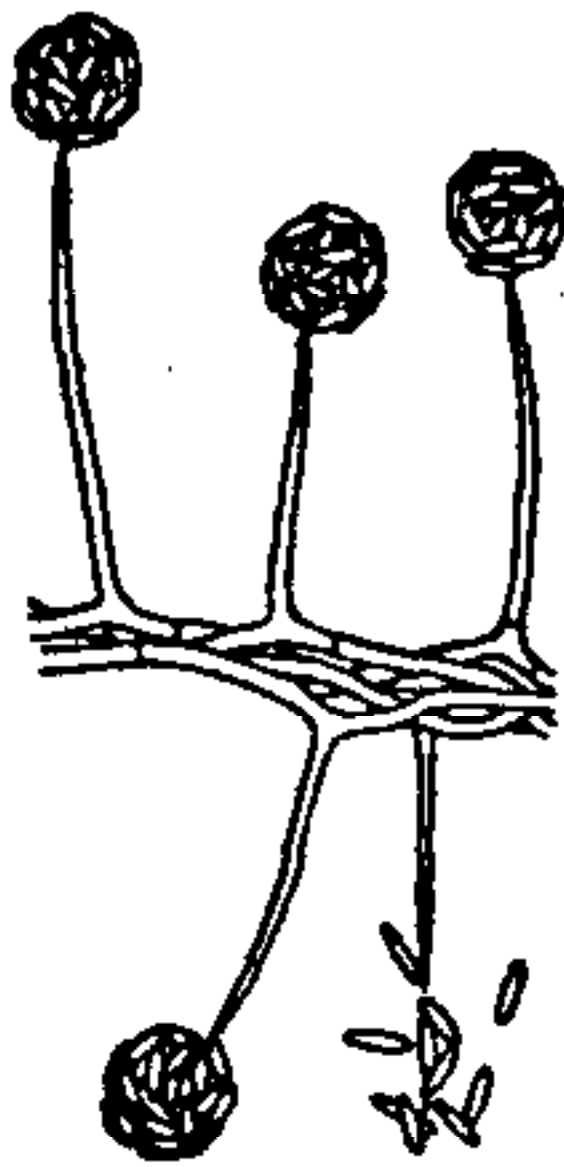
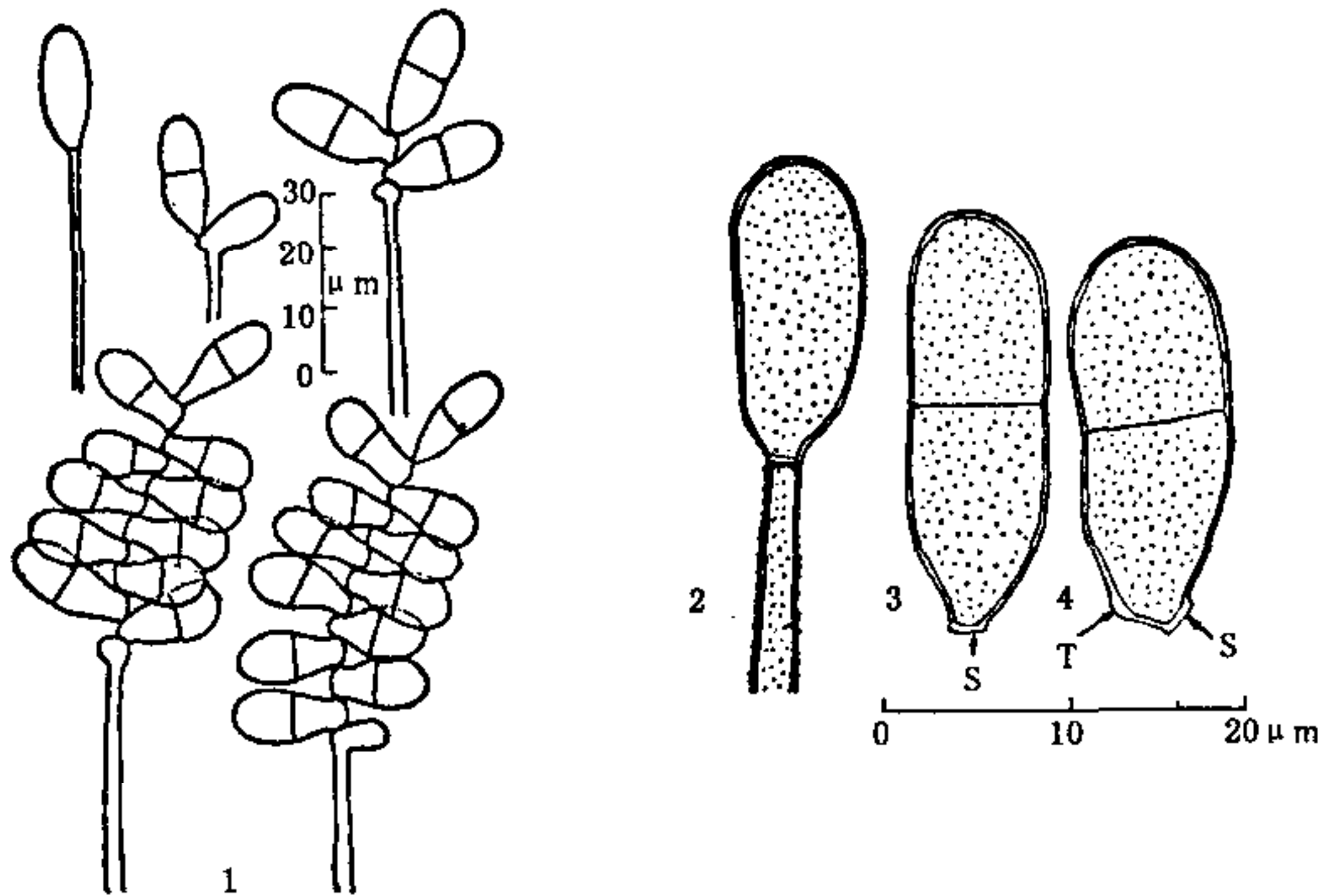


图 23 顶头孢霉的分生孢子头及分生孢子

6.6 单端孢霉属(*Trichothecium*)

本属菌落薄,絮状蔓延,分生孢子梗直立,有隔,不分枝。分生孢子 2 室~4 室,透明或淡粉红色。分生孢子是以向基式连续形成的形式产生的,孢子靠着生痕彼此连接成串,分生孢子梨形或倒卵形,两胞室的孢子上胞室较大,下胞室基端明显收缩变细,着生痕在基端或其一侧(见图 24)。

该类菌能产生单端孢毒素,属于有毒性的单端孢霉烯族化合物。



- 1——分生孢子与孢子的形成顺序;
- 2——分生孢梗的第一个孢子的形成;
- 3——脱落的第一个分生孢子(S处指着生脐);
- 4——后来形成的(非第一个)分生孢子,T处指与隔邻孢子相接触处的加厚部

图 24 粉红单端孢霉

6.7 葡萄状穗霉属(*Stachybotrys*)

葡萄状穗霉菌丝匍匐、蔓延,有隔,分枝,透明或稍有色。分生孢子梗从菌丝直立生出,最初透明然后烟褐色,规则地互生分枝或不规则分枝,每个分枝的末端生瓶状小梗,透明或浅褐色,在分枝末端单生、两个对生至数个轮生。分生孢子单个地生在瓶状小梗的末端,椭圆形、近柱形或卵形,暗褐色,有刺状突起(见图 25)。

该菌产生黑葡萄状穗霉毒素,属于单端孢霉烯族化合物,能使牲畜特别是马中毒,症状是口腔、鼻腔粘膜溃烂,颗粒性白血球减少,死亡。接触有毒草料的人,出现皮肤炎、咽峡炎、血性鼻炎。

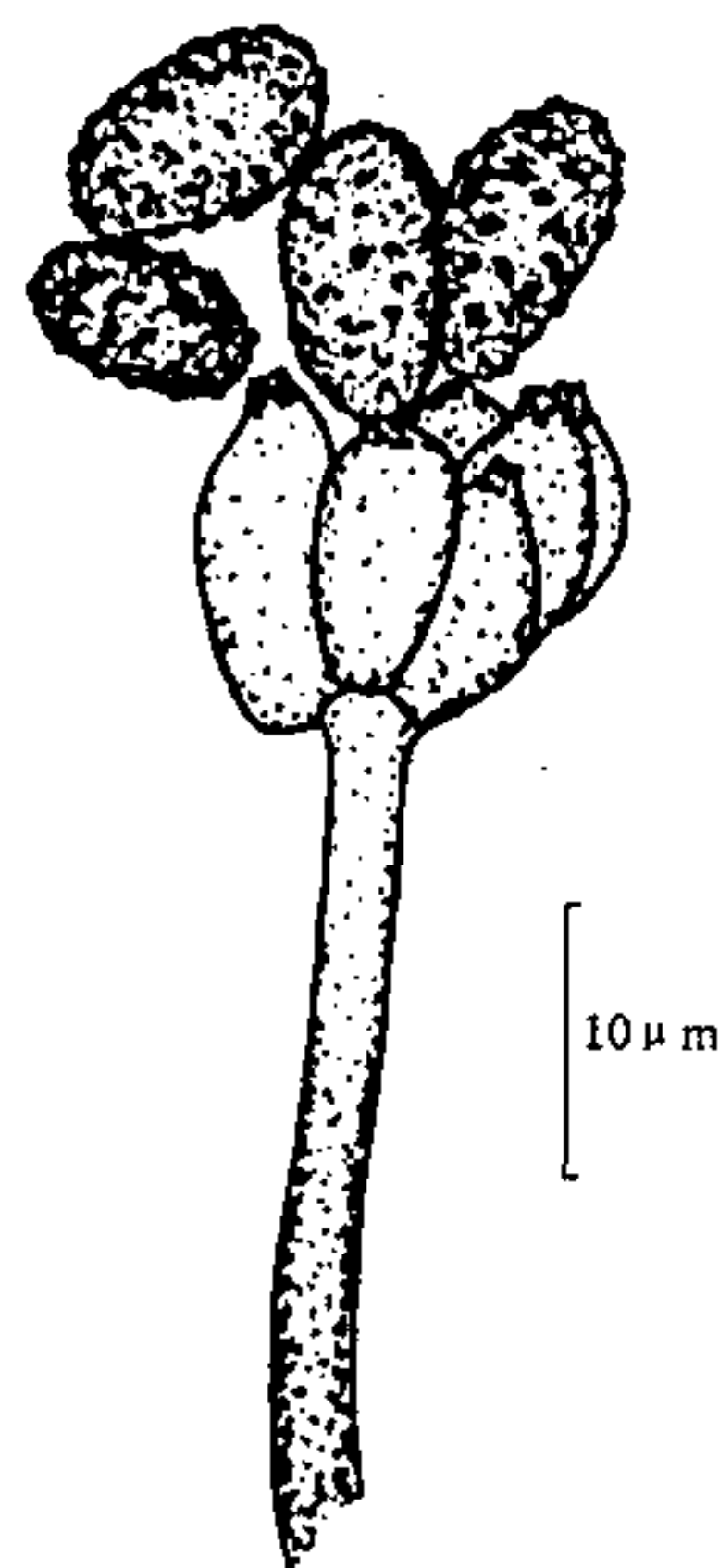


图 25 黑葡萄状穗霉的分生孢子头

6.8 交链孢霉属(*Alternaria*)

交链孢霉的不育菌丝匍匐,分隔。分生孢子梗单生或成簇,大多不分枝,较短,与营养菌丝几乎无区别。分生孢子倒棒状,顶端延长成喙状,淡褐色,有壁砖状分隔,暗褐色,成链生长,孢子的形态及大小极不规则(见图 26)。

该菌能产生七种细胞毒素。

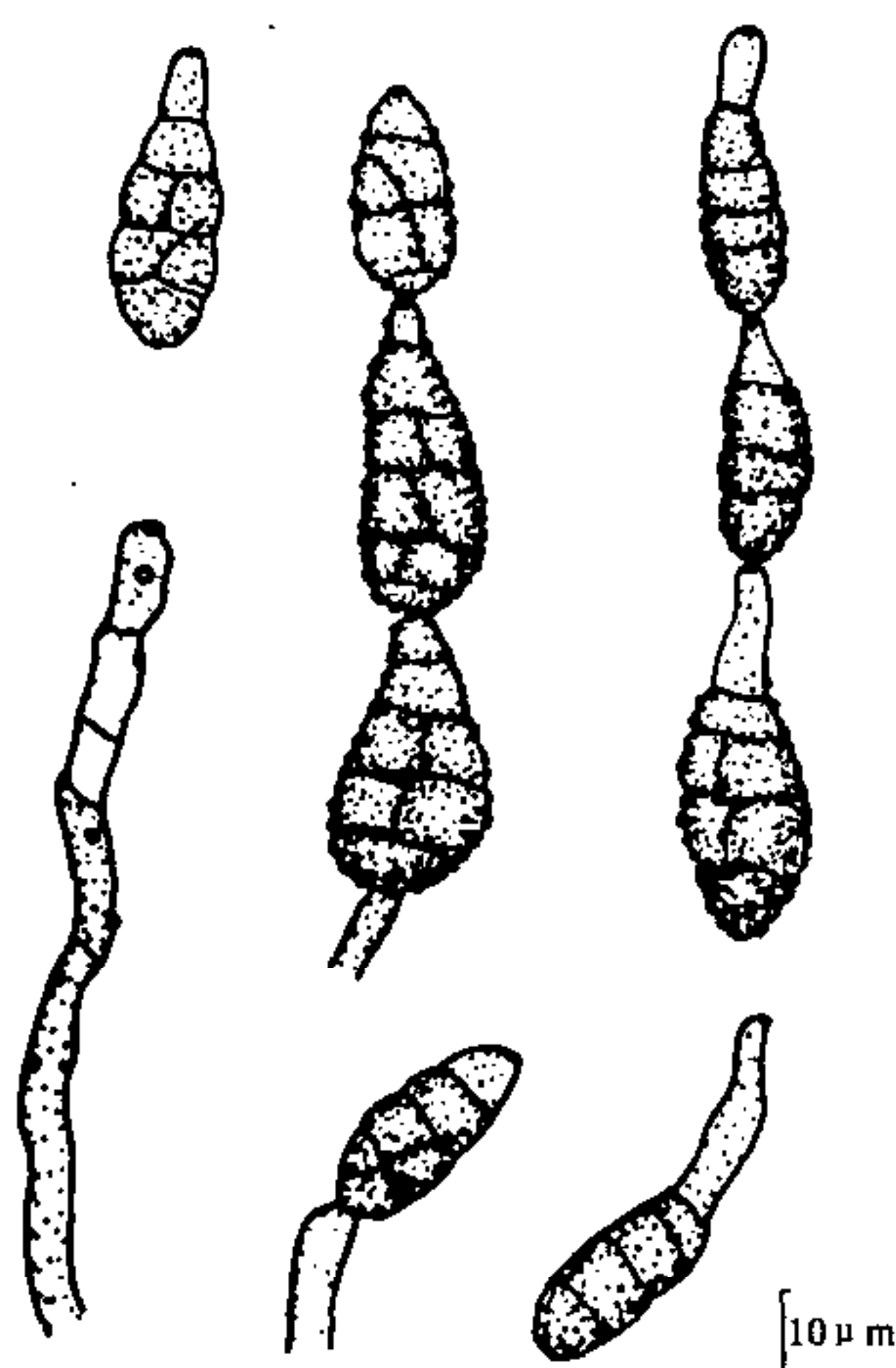


图 26 交链孢霉的分生孢子链

6.9 节菱孢属(*Arthrinium*)

在马铃薯-葡萄糖琼脂培养基上,菌落生长蔓延,5 d~6 d 直径达 9 cm,白色或略带黄色絮状,背面(基质菌丝)微黄至深褐。有的菌落中间呈褐色,背面黑褐色,有的菌落带粉红色,有的菌丝较稀疏,并具有大量黑色孢子团。分生孢子梗从母细胞垂直于菌丝而伸出,分生孢子顶生或侧生。孢子褐色,光滑。双凸镜形、正面直径 $6.8\ \mu\text{m}$ ~ $13.3\ \mu\text{m}$,侧面厚度 $4.0\ \mu\text{m}$ ~ $10.0\ \mu\text{m}$,有的菌株具有腊肠形孢子,褐色、光滑、大小为 $(10.6\ \mu\text{m}$ ~ $14.7\ \mu\text{m}) \times (4.0\ \mu\text{m}$ ~ $5.3\ \mu\text{m})$ 。

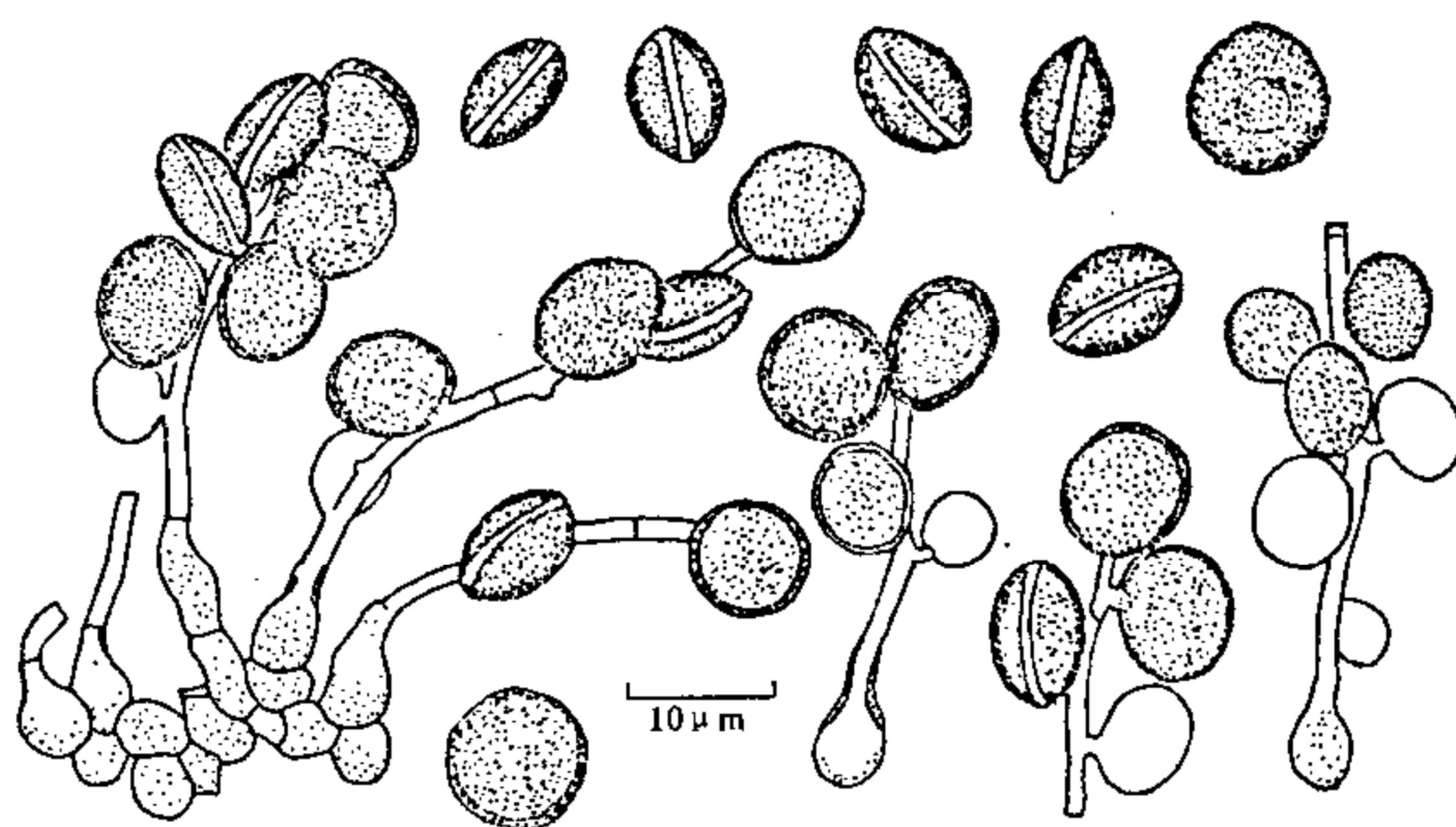


图 27 节菱孢霉的分生孢子

7 各种菌属检索表

各种菌属检索表见附录 A、附录 B、附录 C、附录 D。

附录 A

(资料性附录)

曲霉属分群检索表(主要根据颜色)

1. 分生孢子头在发育过程中呈现一些绿色..... 2
1. 分生孢子头呈现其他颜色 12
2. 顶囊棒形或近于棒形,小梗单层 3
2. 顶囊不是棒形,小梗单层或两层 4
3. 顶囊强烈棒形,分生孢子头蓝-绿色,老时变成灰色 棒曲霉群
3. 顶囊近于棒形,小梗单层,幼期分生孢子头黄-绿色、灰-绿色或蓝绿色,
大部分种变暗 华丽曲霉群
4. 分生孢子头幼期呈鲜明的黄-绿色,有时老后变成褐色,疏松放射状,
大部分种小梗两层 黄曲霉群
4. 分生孢子头呈现其他颜色,小梗单层或两层 5
5. 菌落大部分有裸露的黄色闭囊壳和黄色或红色裹着的菌丝 灰绿曲霉群
5. 菌落无裸露的黄色闭囊壳和黄色或红色裹着的菌丝..... 6
6. 分生孢子头明显的柱状..... 7
6. 分生孢子头球形、放射状或疏松的柱状 9
7. 小梗单层..... 8
7. 小梗两层;常见球形至近球形的壳细胞,一些种有闭囊壳,
子囊孢子橙红色到紫红色 构巢曲霉群
8. 分生孢子头柱状,长,细窄(常常扭曲)至不规则;分生孢子通常自小梗处以
圆柱状的断节形成;无闭囊壳;典型的适高渗性 局限曲霉群
8. 分生孢子头柱状,致密并典型地直径完全一致,分生孢子不形成圆筒状断节;
在一些种中有闭囊壳;不典型地适高渗性..... 烟曲霉群
9. 顶囊小,形状不一..... 10
9. 顶囊大,严格的球形;分生孢子梗在顶囊下端缢缩 11
10. 分生孢子头蓝-绿色、浊黄-绿色或灰蓝-绿色,放射状至疏松的柱状;
壳细胞球形至近球形..... 杂色曲霉群
10. 分生孢子头橄榄色、橄榄-灰色、淡褐色至浅褐色,放射状至宽阔的柱状;
壳细胞长形至扭曲..... 焦曲霉群
11. 分生孢子头蓝-绿色或橄榄-浅黄色,老时呈灰色 稀疏曲霉群
11. 分生孢子头淡黄-绿色或浅黄-褐色 淡黄曲霉群
12. 在察氏琼脂上生长很稀疏,且孢子形成很少 鹿皮色曲霉群
12. 在察氏琼脂上生长良好孢子形成很多..... 13
13. 分生孢子头疏松至致密的柱状..... 14
13. 分生孢子头为球形至放射状..... 15
14. 分生孢子头为疏松的柱状,白色、肉色或奶油色-浅黄色 黄柄曲霉群
14. 分生孢子头为致密的柱状,棕色至肉桂色 土曲霉群
15. 分生孢子头始终为白色,较大的头呈明显的球形或放射状 白曲霉群

15.	分生孢子头不呈白色.....	16
16.	分生孢子头呈黄色、赭色或淡褐色	17
16.	分生孢子头呈黑色或暗褐色.....	黑曲霉群
17.	分生孢子头呈硫黄色至赭色.....	赭曲霉群
17.	分生孢子头呈黄-褐色至污浅黄色	文氏曲霉群
		(部分也见于淡黄曲霉群)

附录 B

(资料性附录)

曲霉属分群检索表(主要根据形态)

I. 小梗严格单层

A. 分生孢子头棒形,在成熟时孢子团裂开,呈蓝-绿色;

顶囊为非常明显的棒形 棒曲霉群

B. 分生孢子头放射状至柱状,颜色不一,顶囊各种形状;

由球形或近球形至近于棒形或陀螺形。

1. 分生孢子头放射状,大小不等,蓝绿色或橄榄绿色(一个种呈褐色),适高渗性;

大部分种具有大量的鲜黄色的闭囊壳 灰绿曲霉群

2. 分生孢子头放射状至很疏松的柱状,较大,带灰绿或黄绿至橄榄-褐色;

有三种产生白色至紫色或橄榄色的闭囊壳 华丽曲霉群

3. 分生孢子头放射状(一个种为短柱状)形小,呈粉红鹿褐色;

闭囊壳缺 鹿皮色曲霉群

4. 分生孢子头疏松至明显的柱状,往往较长,细而扭曲,呈绿色;分生孢子

在幼期呈圆柱形;适高渗压,闭囊壳缺 局限曲霉群

5. 分生孢子头为致密的柱状,呈淡灰-绿色至暗蓝-绿色;分生孢子在幼期

不呈圆筒形;非适高渗性 烟曲霉群

a. 无闭囊壳 烟曲霉系

b. 有闭囊壳,白色至带黄色 费氏曲霉系

II. 小梗双层或单层(主要为前者)或在同一孢子头中此两种情况均有。

A. 分生孢子头在幼期通常呈球形,老时呈放射状或裂开,罕见疏松的柱状;顶囊球形至近球形,或稍伸长;分生孢子梗在顶囊下不缢缩;许多种产生菌核。

1. 分生孢子头在幼期呈球形,在成熟期有时仍为球形,但通常裂开形成多少有些明确的柱状。

a. 分生孢子头呈黄色、浅黄色或赭色分生孢子梗通常粗糙常着色;

一个种有闭囊壳 赭曲霉群

b. 分生孢子头呈黑色,分生孢子梗通常光滑,无色或在顶囊以下着色 黑曲霉群

c. 分生孢子头白色或奶油色;分生孢子梗光滑,无色 白曲霉群

2. 分生孢子头典型地放射状,孢子链通常分开,有时形成很不明显的柱状。

a. 分生孢子头呈黄-绿色至深橄榄-褐色,分生孢子梗通常粗糙,无色 黄曲霉群

b. 分生孢子头呈黄-褐色至污浅黄色;分生孢子梗光滑或稍粗糙,

无色或微着色 文氏曲霉群

B. 分生孢子头大,放射状;顶囊严格球形;分生孢子梗在顶囊下端呈明显缢缩;无菌核。

1. 分生孢子头单-类型,浅黄-褐色、淡黄-绿色,或蓝-绿色;分生孢子梗通常

无色,光滑;适高渗性;两个种产生闭囊壳 淡黄曲霉群

2. 分生孢子结构两种类型:大分生孢子头呈淡灰色/绿色或橄榄-浅黄色;分生孢子梗通常褐色,且具有被覆物;不完整的分生孢子结构产生于接近琼脂表面

或在琼脂表面之下 稀疏曲霉群

III. 小梗严格两层

- A. 分生孢子头典型的明显绿色;壳细胞通常为球形,但有时呈不规则的卵圆形至梨形。
1. 分生孢子头典型放射状,某些种为疏松柱状;分生孢子梗无色或浅褐色,一般长度超过 300 μm ;顶囊形状不一,长形,近球形、半球形或只稍膨胀,壳细胞有时很多,但多数常常有限或缺 杂色曲霉群
- a. 分生孢子头颜色一样,有时有小形或不完整的结构,偶有菌丝团或菌核 杂色曲霉系
- b. 分生孢子头颜色不一致,有白色和绿色的头(至少在某些基质上) 头曲霉系
2. 分生孢子头典型的柱形,通常呈暗黄-绿色,但偶尔呈灰蓝-绿色或褐色;分生孢子梗壁褐色,一般长度小于 300 μm ;顶囊近球形、半球形或者顶端变平;典型地产生壳细胞,通常丰富成团,形成硬壳或包着子囊果;闭囊壳常见,成熟期呈紫色;子囊孢子呈橙-红色至蓝紫色 构巢曲霉群
- B. 分生孢子头不呈真正绿色;有时具壳细胞为长形至强烈地弯曲和扭曲。
1. 分生孢子头放射状至宽短柱状,淡褐色、橄榄色或污褐色;分生孢子梗壁典型褐色;顶囊形状不一,由球形至长形或半球形;壳细胞长形,常常强烈地弯曲和扭曲 焦曲霉群
2. 分生孢子头为宽或不规则的柱状,白色至榛色或红葡萄酒色;分生孢子梗壁褐色或无色;顶囊近球形至长形;具有长形的壳细胞或厚壁菌丝构成物 黄柄曲霉群
3. 分生孢子头为致密柱状,典型肉桂色至橙-褐色或淡黄色;分生孢子梗无色;顶囊半球形 土曲霉群

附录 C
(资料性附录)
青霉属诸系检索表

- I. 帚状枝是由可育菌丝(或称分生孢子梗)顶端的一簇小梗(或称轮生小梗)所组成,
(分生孢子梗通常不分枝,在某些形式中有不规则的分枝,但每个分枝末端成一种)
清晰的和分开的单轮帚状枝……………单轮青霉组
- A. 菌落产生闭囊壳或菌核
1. 菌落产生可育的闭囊壳,一般为菌核样,通常成熟迟缓……………爪哇青霉系
2. 菌落产生菌核,往往象幼期闭囊壳,但决不发育成子囊阶段……………托母氏青霉系
- B. 菌落不产生闭囊壳或菌核
1. 分生孢子梗一般不分枝并产生单个的纯单轮帚状枝。
- a. 菌落丝绒状或近似丝绒状;分生孢子梗大部分从基质上生出。
- 1'. 菌落一般广阔蔓延。
- a. a. 分生孢子球形或近球形……………常现青霉系
- b. b. 分生孢子椭圆形……………铅色青霉系
- 2'. 菌落生长略为局限(特别在察氏琼脂上)……………纠缠青霉系
- b. 菌落呈现丝绒状或略呈絮状,但具有由交织的气生菌丝上产生
短分枝样的分生孢子梗……………斜卧青霉系
- c. 菌落絮状或絮-绳状,具有主要由气生菌丝上产生的分生孢子梗。
- 1'. 菌落主要为絮状,没有或很少有绳状……………局限青霉系
- 2'. 菌落具突出的或发育良好的绳状外观……………阿达青霉系
2. 分生孢子梗大部分不规则分枝,但每个分枝产生一个端生的
很明显的单轮帚状枝……………生副枝青霉系
- II. 帚状枝在小梗下面特征地具有一次或两次分枝;典型地不对称,
不规则或生于一侧;小梗不呈披针状……………不对称青霉组
- A. 帚状枝特征地强烈散开,梗基和副枝强烈分叉,常象单轮,
但本身是单一的具分枝的帚状枝……………散枝青霉亚组
1. 菌落产生闭囊壳、菌核或厚壁细胞团。
- a. 菌落产生真正的闭囊壳,全部为薄壁组织的或呈菌核样的;由中心向外成熟
并且成熟迟缓……………内果青霉系
- b. 菌落产生菌核或厚壁细胞团;决不发育子囊或子囊孢子……………雷氏青霉系
2. 菌落不产生闭囊壳、菌核或厚壁细胞团。
- a. 分生孢子区不呈现绿色、灰绿色或蓝绿色;通常产生丁香紫色、
红葡萄酒色或榛色……………淡紫青霉系
- b. 分生孢子区呈现绿色、灰色、灰-绿色或蓝-绿色。
- 1'. 分生孢子区呈淡蓝-绿色或灰-绿色;菌落背面通常呈明亮的颜色。
- a. a. 分生孢子链强烈散开;小梗突然变细成细窄的管状颈……………微紫青霉系
- b. b. 分生孢子链至少在幼时趋向于形成柱形;小梗不突然变细……………变灰青霉系
- 2'. 分生孢子区呈浊灰色至橄榄-灰色;菌落反面通常呈

- 浊黄色至橙-褐色 黑青霉系
- B. 帚状枝很少强烈散开,通常紧密,分枝和梗基趋于平行而不是散开
1. 菌落典型绒状,分生孢子梗特征地从基质上产生,
- 呈稠密而均匀的群丛 绒状青霉群亚组
- a. 帚状枝在梗基以下很少分枝;小梗不呈渐尖的披针形 桔青霉系
- b. 帚状枝通常在梗基以下分枝。
- 1'. 帚状枝通常较长,各部分通常疏松排列。
- a. a. 分生孢子梗壁光滑,菌落边缘不呈蛛网状。
- 1". 菌落的渗出液中和背面典型地产生丰富的黄色素 产黄青霉系
- 2". 菌落的渗出液中和背面不产生黄色素。
- a. a. a. 土壤型 草酸青霉系
- b. b. b. 绿桔腐病 指状青霉系
- b. b. 分生孢子梗壁粗糙;菌落边缘呈蛛网状 娄地青霉系
- 2'. 帚状枝较短、紧密,全部密挤 短密青霉系
2. 菌落典型羊毛状或絮状,分生孢子梗较长,通常作为分枝自气生菌丝生出或
- 在较老菌落边缘部位的基质生出 羊毛状青霉群亚组
- a. 菌落主要为白色,并且始终为白色,或孢子发育
- 成熟时变为浅灰-绿色 沙门柏干酪青霉系
- b. 菌落在分生孢子区很快显现一些绿色 普通青霉系
3. 菌落表面由于气生菌丝聚合成为典型的绳状;分生孢子
- 结构主要生自气生菌丝或绳状菌丝 绳状青霉群亚组
- a. 分生孢子区呈黄-绿色、蓝-绿色,或灰绿色;帚状枝大,与羊毛
- 青霉亚组和束状青霉亚组相相似;分生孢子近球形至椭圆形 土壤青霉系
- b. 分生孢子区呈各种颜色,但决不呈绿色,帚状枝通常比较细窄,
- 分生孢子强烈椭圆形至圆柱形 苍白青霉系
4. 菌落表面生长,由于分生孢子梗聚合成直立的捆束而呈现粉状、
- 簇状、束状或孢梗束状 束状青霉群亚组
- a. 特征地产生菌核 唐菖蒲青霉系
- b. 不产生菌核。
- 1'. 菌落单生的分生孢子梗和束状分生孢子梗混在,但单生的分生孢子梗通常占优势。
- a. a. 在成熟的分生孢子区不发育成真正的绿色 赭青霉系
- b. b. 分生孢子区典型地呈现亮黄-绿色,分生孢子梗粗糙 纯绿青霉系
- c. c. 分生孢子区典型地呈蓝-绿色,而蓝色成分为主或至少蓝色
- 清晰明显;分生孢子梗粗糙或光滑 圆弧青霉系
- d. d. 分生孢子区典型呈黄绿色或灰绿色;分生孢子梗粗糙或光滑 扩张青霉系
- e. e. 分生孢子区典型呈淡浊灰-绿色;分生孢子梗壁光滑。
- 1". 小梗通常长度为 8 μm 或更长 意大利青霉系
- 2". 小梗长度为 6 μm 或较短 荨麻青霉系
- 2'. 菌落具有大部分分生孢子梗聚合成束状或明显的孢梗束。
- a. a. 孢梗束占优势,但混有丰富的单生的分生孢子梗 粒状青霉系
- b. b. 孢梗束极显著,单生的分生孢子梗缺或极少 棒形青霉系
- III. 帚状枝特征地双轮和对称,但在某些种和菌株中常有零散不完整的帚状枝,
- 小梗典型地披针状,顶部细长渐尖 双轮对称青霉组

- A. 菌落产生闭囊壳或菌核
 - 1. 菌落在大部分基质上产生柔软的闭囊壳,通常呈亮黄色…………… 淡黄青霉系
 - 2. 菌落产生菌核或厚壁的细胞团,通常包埋在基质中…………… 新西兰青霉系
- B. 菌落不产生闭囊壳或菌核
 - 1. 菌落规则地显现丰富的直立的孢梗束…………… 杜克青霉系
 - 2. 菌落表面呈现绳状、絮状-绳状,或偶尔稍微成簇状…………… 绳状青霉系
 - 3. 菌落不呈或很少呈绳状,表面呈典型绒状。
 - a. 菌落的菌丝体和反面通常显现强烈的红色或紫红色素,
大部分菌株生长相当快…………… 产紫青霉系
 - b. 菌落决不产生强烈的红色素,在察氏和玉米浆琼脂上生长很局限…………… 皱褶青霉系
 - 4. 菌落比较厚,通常呈现羊毛状;营养菌丝体典型地呈黄-绿色,
反面通常呈相似的颜色…………… 郝克青霉系
- IV. 帚状枝大,通常对称,典型地在小梗以下有三或更多层分枝…………… 多轮青霉组

附录 D
(资料性附录)
镰刀菌分类系统检索表(柏斯)

分 组 检 索 表

1.	小型分生孢子多	2
1.	小型分生孢子罕少至无	9
2.	小型分生孢子自多芽产孢细胞即多出瓶状小梗生出	3
2.	小型分生孢子自单出的瓶状小梗生出	4
3.	菌株红色,偶尔苍白色,通常有厚垣孢子	直孢组
3.	菌株本色 ¹⁾ 、红紫色至堇色	李瑟组
4.	小型分生孢子链生	5
4.	小型分生孢子非链生	6
5.	菌株粉红色至深红色;大型分生孢子大,壁厚,马特组型	拟穗霉组
5.	菌株本色、红紫色至紫色,如有大型分生孢子则壁薄、镰刀形	李瑟组
6.	小型分生孢子梨形至棒形,培养物红色	枝孢组
6.	小型分生孢子纺锤形至卵形,色泽浅本色、红紫色至蓝色	7
7.	大型分生孢子直,顶端喙状	砖红组
7.	大型分生孢子弯,顶端非喙状	8
8.	小型分生孢子梗短,通常聚集;大型分生孢子壁薄,镰刀形	美丽组
8.	小型分生孢子梗长,分枝宽扩;大型分生孢子上半部最宽,壁厚	马特组
9.	分生孢子至少有一部分是从多芽产孢细胞产生	直孢组
9.	分生孢子通常自单出瓶状小梗产生	10
10.	生长速度不超过 1.0 cm	11
10.	生长速度超过 1.0 cm	13
11.	分离自或生长在其他真菌或昆虫上	12
11.	与其他真菌及昆虫无关	蛛丝组
12.	分离自其他真菌或与其有关	表球组
12.	分离自介壳虫或与其有关	嗜蛭组
13.	菌丝的厚垣孢子罕见或缺,分生孢子直,通常顶端具喙	砖红组
13.	菌丝的厚垣孢子有,分生孢子弯曲	14
14.	有间生的厚垣孢子,无顶生的厚垣孢子,分生孢子壁薄、顶端细胞常长刺状, 足细胞通常具梗	膨孢组
14.	通常有间生及顶生的厚垣孢子,大型分生孢子壁厚、隔膜明显,纺锤形至镰刀形, 具喙状或纺锤状的顶端细胞,足细胞不具梗	色变组

分 种 检 索 表

1.	培养 4 d 后生长速度(菌落直径)超过 2.5 cm	2
1.	培养 4 d 后生长速度(菌落直径)少于 2.5 cm	40
2.	显著的小型分生孢子通常很多	3

1) 本色系指淡污黄或污黄白的颜色。

2.	无显著的小型分生孢子,大型分生孢子大小可有明显差别	16
3.	小型分生孢子链生	4
3.	小型分生孢子非链生	5
4.	菌株洋红色	多隔镰刀菌
4.	菌株苍白色、桃色至堇色	串珠镰刀菌
5.	小型分生孢子自单出瓶状小梗产生	6
5.	小型分生孢子自多出瓶状小梗即多芽产孢细胞产生	14
6.	小型分生孢子椭圆形至卵形,菌株的色泽苍白色、本色、蓝色至紫色或褐色	7
6.	小型分生孢子近球形或棒形,菌株的色泽通常深红色至无色	13
7.	小型分生孢子由很发达的小型分生孢子梗产生,小型分生孢子椭圆形至卵形	8
7.	小型分生孢子自短的侧生分生孢子梗即通常成束的侧生的瓶状小梗产生; 分生孢子纺锤形或不对称的纺锤形至椭圆形	10
8.	小型分生孢子在幼培养中很多,大型分生孢子“马特组”型	茄病镰刀菌
8.	小型分生孢子在幼培养中稀少,大型分生孢子“马特组”型	9
9.	色泽缺乏或苍白色,变成浅褐色,本种稀少,主要分布在新西兰和南半球	迷惑镰刀菌
9.	色泽深蓝色,菌株粘质,具粘孢团的分生孢梗座	茄病镰刀菌蓝色变种
10.	菌株苍白色、桃色,大型分生孢子类似“马特组”型	尖孢镰刀菌芬芳变种
10.	菌株白色至堇色或紫色,大型分生孢子对称的镰刀形或筒形,顶端有喙	11
11.	小型分生孢子明显弯曲,逗号形,菌丝中的厚垣孢子缺	棒镰刀菌
11.	小型分生孢子卵形至纺锤形、腊肠形、厚垣孢子间生或顶生,或同时并存	12
12.	小型分生孢子卵形至腊肠形,大型分生孢子直或具喙,厚垣孢子只间 生菌丝中,本种仅报告于印度	潮湿镰刀菌
12.	小型分生孢子卵形至纺锤形,大型分生孢子镰刀形,厚垣孢子间生及顶生于 菌丝的短侧枝上	尖孢镰刀菌
13.	小型分生孢子近球形,小梗桶形	梨孢镰刀菌
13.	小型分生孢子梨形至棒形,小梗船形至筒形	三线镰刀菌
14.	菌株具红色,产孢细胞多芽生式,至少部分是如此	15
14.	菌株苍白色,本色至深紫色,小型分生孢子产自多出瓶状小梗	串珠镰刀菌胶孢变种
15.	小型分生孢子梨形至棒形	拟枝孢镰刀菌
15.	小型分生孢子窄棒形	镰状镰刀菌
16.	大型分生孢子形态及大小上相当一致	26
16.	大型分生孢子形态及大小不一致,有的甚至类似小型分生孢子	17
17.	大型分生孢子至少在开始时是自多芽产孢细胞产生的	18
17.	大型分生孢子总是自单出瓶状小梗产生	21
18.	分生孢子仅在开始时自多芽产孢细胞产生,菌株苍白色、深红色至浅红褐色	燕麦镰刀菌
18.	成熟培养中的分生孢子始终自多芽产孢细胞产生,菌株呈浅本色至褐色	19
19.	分生孢子形态多样性,有自卵形、梨形至有3隔~5隔而两端尖的 分生孢子	弯角镰刀菌
19.	分生孢子总是纺锤形,虽然形态可有多样化,足细胞楔形,培养桃色变为暗褐色	20
20.	新鲜分离菌株的成熟分生孢子(17 μm~35 μm)×3.5 μm	半裸镰刀菌
20.	新鲜分离菌株的成熟分生孢子(37 μm~55 μm)×(4 μm~6.5 μm)	半裸镰刀菌大孢变种
21.	培养红色至浅红褐色	22
21.	培养不呈红色或浅红褐色	23

22. 有厚垣孢子..... 锐顶镰刀菌
22. 无厚垣孢子..... 拟直孢镰刀菌
23. 分生孢子具宽的或楔形的足细胞..... 24
23. 分生孢子的足细胞具梗..... 25
24. 分生孢子楔形, 3 隔, 具楔形足细胞, $(24\ \mu\text{m}\sim 48\ \mu\text{m})\times(6\ \mu\text{m}\sim 8\ \mu\text{m})$ 腹状镰刀菌
24. 分生孢子弯曲, 倒卵形, $(32\ \mu\text{m}\sim 47\ \mu\text{m})\times(7\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m})$ 胀孢镰刀菌
25. 菌株桃色至本色, 变为深黄褐色, 大型分生孢子的顶端细胞
常末端伸长成刺状..... 木贼镰刀菌
26. 分生孢子的绝大部分直, 顶端细胞弯曲或喙状 27
26. 大型分生孢子纺锤形或背腹显著分明, 常具有显著弯曲的顶端细胞 31
27. 菌株洋红色..... 束梗镰刀菌
27. 菌株非洋红色..... 28
28. 大型分生孢子长度通常短于 $55\ \mu\text{m}$ 29
28. 大型分生孢子长度通常超过 $60\ \mu\text{m}$ 30
29. 大型分生孢子 3 隔~5 隔, $(20\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m})\times(3\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m})$ 砖红镰刀菌
29. 大型分生孢子 0 隔~3 隔, $(40\ \mu\text{m}\sim 55\ \mu\text{m})\times(4\ \mu\text{m}\sim 4.5\ \mu\text{m})$ 砖红镰刀菌黄杨变种
30. 呈蓝堇色, 气生菌丝稀少, 分离自咖啡..... 棒镰刀菌
30. 呈浅桃色、黄色、葡萄酒色, 如呈蓝黑色则气生菌丝絮状、多; 大型分生
孢子 5 隔~8 隔, $(40\ \mu\text{m}\sim 75\ \mu\text{m})\times(2.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m})$ 砖红镰刀菌
31. 大多数分生孢子的顶端细胞显著变窄细或喙状..... 32
31. 大多数分生孢子的顶端细胞钻状, 向顶端逐渐窄细 36
32. 菌株桃色至鲑色..... 33
32. 菌株红色、带红深褐色至紫色 34
33. 分生孢子 $(14\ \mu\text{m}\sim 27\ \mu\text{m})\times(5\ \mu\text{m}\sim 6\ \mu\text{m})$ 拟丝孢镰刀菌
33. 分生孢子 $(30\ \mu\text{m}\sim 58\ \mu\text{m})\times(4.5\ \mu\text{m}\sim 6\ \mu\text{m})$, 分离自棉 棉腐镰刀菌
34. 分生孢子弯曲显著, 平均长度 $30\ \mu\text{m}$ 接骨木镰刀菌蓝色变种
34. 分生孢子弯曲不明显, 平均长度超过 $40\ \mu\text{m}$ 35
35. 分生孢子 3 隔~5 隔, $(30\ \mu\text{m}\sim 55\ \mu\text{m})\times(4\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$ 接骨木镰刀菌
35. 分生孢子 3 隔~5 隔, $(30\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m})\times(5\ \mu\text{m}\sim 7\ \mu\text{m})$ 黄色镰刀菌
36. 菌株红色至浅红褐色..... 37
36. 菌株浅灰白色, 本色至鲑色 38
37. 分生孢子 $(35\ \mu\text{m}\sim 47\ \mu\text{m})\times(3.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m})$, 形态多样化 异孢镰刀菌
37. 分生孢子 $(35\ \mu\text{m}\sim 62\ \mu\text{m})\times(3.5\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$, 形态较一致 禾谷镰刀菌
38. 菌株浅灰白色, 分生孢子平均长度超过 $30\ \mu\text{m}$ 柔毛镰刀菌
38. 菌株粉红色、本色至鲑色, 分生孢子平均长度 $40\ \mu\text{m}$ 39
39. 菌株浅粉红色至本色, 分生孢子较一致, 4 隔~5 隔,
 $(27\ \mu\text{m}\sim 45\ \mu\text{m})\times(4.5\ \mu\text{m}\sim 5\ \mu\text{m})$ 同色镰刀菌
39. 菌株桃色变为褐色, 分生孢子 3 隔~4 隔, $(22\ \mu\text{m}\sim 40\ \mu\text{m})\times(3.5\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m})$ 硫色镰刀菌
40. 在自然界常生长在其他真菌的子实体或介壳虫上或与它们有关..... 41
40. 在自然界与其他真菌或介壳虫无关..... 52
41. 在自然界与核菌类真菌有关..... 42
41. 在自然界与介壳虫有关..... 50
42. 在开始时即有小型分生孢子阶段..... 43

42. 无小型分生孢子阶段..... 45

43. 大型分生孢子隔膜明显..... 黄杨镰刀菌

43. 大型分生孢子隔膜不明显或无隔..... 44

44. 菌株苍白色至橙色,大型分生孢子(40 μm~65 μm)×(3 μm~4 μm) 水生镰刀菌中型变种

44. 菌株绿色,大型分生孢子(25 μm~50 μm)×(3 μm~5 μm) 黑绿镰刀菌

45. 大型分生孢子隔膜明显..... 46

45. 大型分生孢子隔膜不明显或无..... 48

46. 大型分生孢子隔膜 3 个或超过 3 个..... 47

46. 大型分生孢子隔膜 1 个,(15 μm~45 μm)×(3 μm~3.5 μm) 水生镰刀菌

47. 生长在或分离自核菌类的球壳菌科真菌上,大型分生孢子长度超过 60 μm 49

47. 不生长在核菌类的球壳菌科真菌上,大型分生孢子长度少于 60 μm 节状镰刀菌

48. 大型分生孢子(16 μm~24 μm)×(3 μm~4 μm) 表座镰刀菌

48. 大型分生孢子(40 μm~65 μm)×(3 μm~4 μm) 水生镰刀菌中型变种

49. 大型分生孢子(70 μm~120 μm)×(6 μm~9 μm) 球壳镰刀菌

49. 大型分生孢子(135 μm~200 μm)×(12.5 μm~20 μm) 巨胞镰刀菌

50. 分生孢子显著弯曲,长度不超过 30 μm 蠕胞镰刀菌

50. 分生孢子镰刀形或几乎直筒状,长度超过 30 μm 51

51. 分生孢子成堆时深橙色,6 个~10 个隔膜,(80 μm~100 μm)×(6 μm~7 μm) 嗜蛭镰刀菌

51. 分生孢子成堆时苍白色至本色,3 个~6 个隔膜,(90 μm~100 μm)×(3 μm~5 μm)
..... 佐鲁亚镰刀菌

52. 生长速度不超过 0.5 cm 53

52. 生长速度超过 0.5 cm 54

53. 大型分生孢子(30 μm~50 μm)×(3 μm~5 μm) 蕉斑镰刀菌

53. 大型分生孢子(12 μm~16 μm)×(3 μm~4 μm) 烟草镰刀菌

54. 菌丝中有厚垣孢子,分生孢子(20 μm~25 μm)×(3 μm~3.5 μm) 单隔镰刀菌

54. 无厚垣孢子..... 55

55. 分生孢子(15 μm~30 μm)×(3 μm~5 μm) 雪腐镰刀菌

55. 分生孢子(30 μm~45 μm)×(4 μm~5 μm)[(40 μm~54 μm)×4.5 μm] 节状镰刀菌