



SHIYONGJUN
ZHIZHONGJISHU

6.04
+8
食用菌制种技术

山东大学出版社

食用菌制种技术

张长铠 王谷成 颜锡笙 编著
韩建军 赵友春 迟 献

山东大学出版社

食用菌制种技术

张长铠 王谷成 颜锡笙 编著
韩建军 赵友春 迟 献

山东大学出版社出版

山东省新华书店发行

山东大学印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 7印张 155千字

1986年4月第1版 1986年4月第一次印刷

印数: 25,000

书号: 13338·8

书价: 1.50元

序

真菌学的确立在古代是从人们认识大型真菌——蘑菇开始的。所以，真菌学是研究蘑菇的科学，这一概念，即使在今天仍不失其重要意义。

野生蘑菇的采食，引种驯化和栽培，在我国有着悠久历史。但象目前这样大面积的人工培植，在国内，在世界上也只是近年来的事情。

食用真菌是较理想的食品，而其生产又具有占地少、生长快、有多方面的原料来源、经济效益高等特点。多种农副产品的秸、秆、壳、皮及其它废弃物，经过菌丝的吸收和转化，就得以将人们无法食用的纤维素、木质素、尿素等在短期内变成蛋白质含量很高的人们易于消化吸收的菌类食品。因此普及科学知识、推广先进技术、发展食用菌生产对整个农业结构和经济效益将会带来深远影响。

经过近年来的推广，食用菌生产技术已有了较大提高，但就整个生产过程而言，菌种技术仍是较薄弱的环节。为此，张长铠、王谷成等同志编著了《食用菌制种技术》，此书将在这方面给大家以帮助与参考；因此，我们也乐于介绍。

姜广正

1986.1

前 言

食用真菌(下简称食菌)的生长不与植物竞争阳光,它即可以在大田里与农作物套种间作,又可以在室内、地下培植。食菌生产具有极大潜力,并可充分利用农副产品及其废弃物为其生产原料。食菌生产作为第三农业已受到世界的普遍重视。

随着生活水准的普遍提高,人们的营养构成逐渐向低能的素性蛋白方向发展,作为低脂肪高蛋白的食菌已成人们追求的理想食品之一。尽管五零年到现在,世界食菌产量已增加二十多倍,但仍是供不应求;预计需求量每年仍将以8—10%的速率递增。

当前国内食菌生产推广中存在的问题,主要是菌种使用混乱、制种技术要求不严,表现为菌种退化、生产污染严重,造成推广中大面积减产或绝产。

为解决食菌生产推广的当务之急,在参阅了有关资料的基础上,结合我们微生物教学和食菌生产实践,编著了《食用菌制种技术》这本小册子。由于涉及问题甚多,漏、错之处不少,恳请广大读者斧正。

在编写和定稿过程中,曾蒙山东大学王祖农教授、白毓谦副教授、中国真菌学会秘书长姜广正副教授、解思泌高级农艺师的指导,并经解思泌老师审阅,由姜广正先生为本书代写序言。还得到卢青达、马启明、董宜勋等同志帮助。在此作者躬身致谢。

编著者

一九八五年六月于济南

目 录

第一部分 总论

一、概述	1
(一) 真菌在生物学上分类位置	2
(二) 真菌分类	2
二、食菌生物学特性	5
(一) 食菌形态结构	5
(二) 食菌生活史	13
(三) 食菌营养要求与生活条件	21
三、食菌制种技术	35
(一) 培养基制备	35
(二) 培养基灭菌	56
(三) 食菌菌种接种与培养	69
四、菌种的分离、保藏与选育	94
(一) 镜检技术	94
(二) 菌种分离方法	98
(三) 菌种保藏与复壮	106
(四) 菌种选育	112
(五) 菌种的纯化培养与质量检查标准	116

第二部分 各论

一、银耳制种技术	119
(一) 银耳的生物学特性	119
(二) 银耳菌种培养基	122

(三) 银耳一级种的制作	124
(四) 银耳菌种的扩大培养	130
二、木耳制种技术	134
(一) 木耳的生物学特性	134
(二) 木耳菌种培养基	136
(三) 木耳一级种制作	137
(四) 木耳二、三级种的生产	139
(五) 木耳菌种质量的鉴定	140
三、双孢蘑菇制种技术	141
(一) 双孢蘑菇的生物学特性	141
(二) 双孢蘑菇菌种培养基	141
(三) 双孢蘑菇一级种制作	145
(四) 双孢蘑菇二、三级菌种制作	151
四、香菇制种技术	153
(一) 香菇的生物学特性	153
(二) 香菇菌种培养基	155
(三) 香菇菌种的分离与培养	157
五、侧耳蘑菇制种技术	161
(一) 侧耳蘑菇的生物学特性	161
(二) 侧耳蘑菇菌种培养基	163
(三) 侧耳蘑菇菌种制作	164
六、草菇制种技术	168
(一) 草菇的生物学特性	168
(二) 草菇纯菌种的制作	169
(三) 草菇的自然留种	172
七、金针菇制种技术	173
(一) 金针菇的生物学特性	173
(二) 金针菇的菌种制作	174
八、滑菇制种技术	176

(一) 滑菇的生物学特性	176
(二) 滑菇菌种制作	176
九、金耳制种技术	178
(一) 金耳的生物学特性	178
(二) 金耳菌种制作	178
十、茯苓制种技术	181
(一) 茯苓的生物学特性	181
(二) 茯苓菌种制作	182
十一、灵芝制种技术	184
(一) 灵芝的生物学特性	184
(二) 灵芝菌种制作	185
(三) 灵芝菌的深层培养	186
十二、猴头制种技术	187
(一) 猴头的生物学特性	187
(二) 猴头菌种制作	187
十三、蜜环菌制种技术	190
(一) 蜜环菌的生物学特性	190
(二) 蜜环菌菌种制作	192
十四、猪苓制种技术	195
(一) 猪苓的生物学特性	195
(二) 猪苓菌种制作	196
十五、竹荪制种技术	198
(一) 竹荪的生物学特性	198
(二) 竹荪菌种制作	198
十六、羊肚菌制种技术	200
(一) 羊肚菌的生物学特性	200
(二) 羊肚菌菌种制作	200
十七、冬虫夏草菌种的分离培养	202
(一) 冬虫夏草菌的生物学特性	202

(二) 冬虫夏草菌的分离	202
--------------------	-----

附录

食菌生产与第三农业	204
-----------------	-----

第一部分 总 论

一 概 述

1676年,荷兰人吕文虎克(A·V·leeuwenhock)用自制的能放大200—300倍的显微镜看到了一个肉眼看不到的世界,即微生物世界。自此,微生物即以肉眼看不见的一类生物为命名。随着科技进步,“微生物”这一概念的内容又有所补充和发展。后来,结构简单便成了这类生物的主要标准。对于那些即使是多细胞的,但细胞尚未分化成组织器官的类群,象藻类和真菌仍属于微生物的范畴。按现代分类原则,微生物显然包括原核生物界(细菌、放线菌、螺旋体)、原生生物界(从动植物中抽出的部分种类如藻类、粘菌、原生动物等)、真菌界以及那些非细胞结构的病毒类。这样从非细胞结构的小到类病毒的生物(长度仅为50纳米),到数十米长的藻类(如海带)和数百米直径的蘑菇圈,它们都是微生物大家庭的成员。所以微生物种类繁多、相差甚殊,用一个贬义词“乌合之众”来形容它并不过分。

微生物,它代表了生命现象的存在。它几乎可以从任何生态环境中分离出来,深海里,高山上,甚至万米高空都有微生物的菌体及其孢子;在盐分很高(5.5N NaCl)的盐湖里,在水温为70—80℃的矿泉里,甚至在大洋底层喷泉中(水温300℃,大气压在300—400个以上),仍有微生物在活动;即使是在飞机的贮油箱里亦能找到它们。它们几

乎是无孔不入、无所不在。了解它们、研究它们，与食用菌生产密切相关。食用菌生产过程就是在人工条件下培养菌丝和子实体的过程；同时，也是杀灭（培养基内）、防犯（培养过程中）其它有害微生物的过程。

（一）真菌在生物学上分类位置

二百多年来，根据营养方式，人们总是习惯于沿用把生物界分成动物界和植物界两大分类系统。真菌一直被认为是属于植物界，不少书上叫它低等植物。但它不含叶绿素，不能通过同化二氧化碳用自营方式生活，而是多靠腐生方式，即以吸收现成有机质的方式进行营养。另外，真菌细胞壁里有几丁质；即没有根、茎、叶的区别，又无组织器官分化，所以真菌不应属于植物界的范畴，应为独立的真菌界。

从进化水平上看，真菌是真核生物，它们细胞具有真正的细胞核和细胞器，能进行有丝分裂，与细菌、放线菌等原核生物有本质的区别，它们应是微生物中高等类群，真菌已和动物、植物并列为生物类群中的三大界（图1）。

（二）真菌分类

世界上真菌种类繁多、分布极广。1951年，据马丁（Martin）估计在25万种以上；最近有人甚至认为，真菌数目可达50万种。已被人描述过的约12万种。我国真菌应在10万种左右，而实际上被描述的不足8000种。世界上有应用价值的真菌，估计有4000—8000种，其中可食真菌为2000多种，广泛用作食品的仅25种（野生食用菌的利用率仅为10—20%），而大量用于商品生产的品种仅有十多种。真菌是宝贵的生物资源，有待于大力开发和利用。

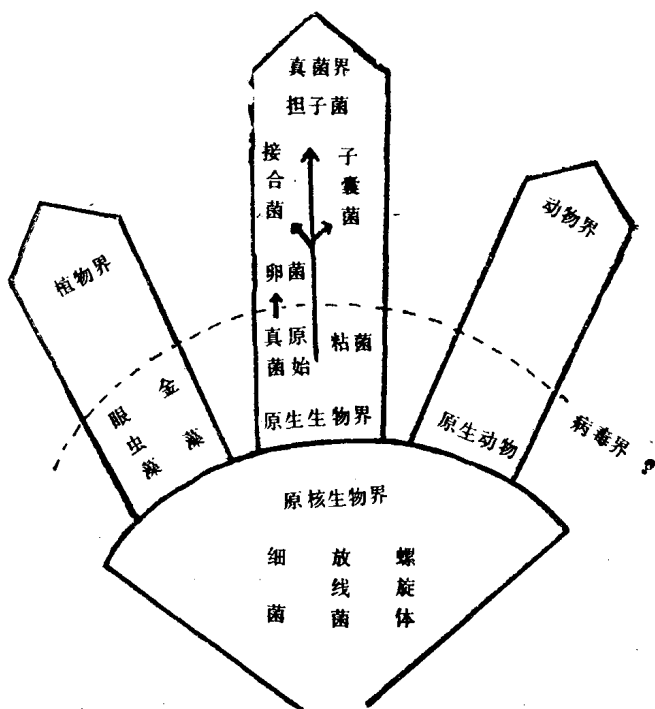


图 1 生物的五界

1951年，马丁的分类系统是把真菌隶属于植物界，真菌门，细分为藻菌纲、子囊菌纲、担子菌纲和半知菌类四部分。现较普遍采用的是安司沃斯 (Ainsworth) 的分类系统，把真菌界分为粘菌门、真菌门，而真菌门中又分鞭毛菌、接合菌、子囊菌、担子菌、半知菌五个亚门。

根据真菌菌丝的结构及其无性孢子的着生部位，我们可以把鞭毛菌和接合菌（即马丁分类的藻菌）与其它三个亚门分开。鞭毛菌和接合菌菌丝没有隔膜（图 2—A），而且它们的无性孢子全是生在孢子囊里的内生孢子。其余三个亚门

的菌丝都有横隔（图2—B），无性孢子均为外生孢子。

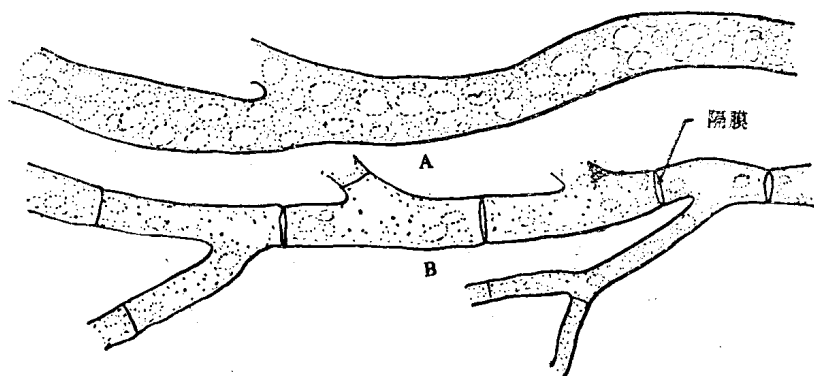


图2·营养菌丝
A.无隔菌丝 B.有隔菌丝

根据这两个特点，在镜检时，很容易把鞭毛菌和接合菌两个亚门与其它三个亚门区分开来。担子菌与子囊菌的区别主要在于它们产生有性孢子囊的结构不同；前者为担子，后者为子囊。半知菌亚门，是人为的分类类群，只知道它们生活史中无性世代部分，而有性世代尚未发现；如若发现了其有性世代过程，则应分别放入子囊菌或担子菌亚门。

还有，单细胞型的酵母菌，亦属于真菌。根据其种类不同分别属于子囊菌、担子菌或半知菌。

“真菌”这个词，是由拉丁语Mycenae（蘑菇）衍生而来，“真菌学即为研究蘑菇的科学”这个定义即使是在今天也不失其主要内容。对目前培植的大多数食菌来说，多属于高等担子菌类，它们大多有一个发育完整的子实体，所以又叫伞菌（南方人叫蕈），一般又通称为食用蘑菇。所谓的“霉”和“蕈”或“蘑菇”，这样的叫法不能说是正确的命名。它们虽然都是真菌界的微生物，但在生成孢子时所形成

的子实体的形状和大小却是各式各样的，我们通常只是将发育到肉眼能见到的子实体称为蕈（蘑菇），肉眼看不到的谓之霉菌。所以这只能是一种习惯的叫法。

二 食菌生物学特性

绝大多数真菌，是由许多多核细胞组成的菌丝体。菌丝体可分为深入到培养基内的营养菌丝及伸展到空气中的气生菌丝两种。在一些真菌里，部分气生菌丝可特化为孢子丝，产生无性孢子。而在另一些较高等的大型担子菌中，两性生殖结构退化，以担孢子萌发，单核菌丝结合的方式产生双核菌丝，双核菌丝生长繁殖到一定的阶段，即部分双核菌丝扭结特化为担子子实体。在食菌中，即通常我们所见到的“菇”、“耳”等可供食用的部分。

（一）食菌形态结构

食菌依其生长发育的不同阶段，主要形态结构可分为菌丝体和子实体两部分。

1. 菌丝体

食菌菌丝的生长一般是由有性孢子（担孢子或子囊孢子）萌发，先在一端或两端产生短的芽管，从这个中心向四周均等生长，不断延展分枝，形成一个球形的菌落。如在液体培养基中，几天之后便会形成许多菌丝球，如在液体培养基中放一粒小麦粒，这种球形的绒毛状的菌落在麦粒周围看得更明显。菌丝生长的初期，细胞内含有许多核，随后菌丝为许多横隔所分开，每一横隔内只有一个核，所以初生菌丝又称为单核菌丝。单核菌丝纤细，它的存在时间较短，单核菌丝在大部分食菌种类中，有“+”与“-”性别的分化，不

同性别的“+”、“-”菌丝结合，变成可育的双核菌丝。双核菌丝比单核菌丝明显变粗，生活能力旺盛。在培养条件下，菌丝直径变化很小，一般5—10微米。显微镜下观察象透明的胶管。在菌丝隔膜中央常有一小孔，多呈复杂的桶状结构（图3），菌丝内隔膜有规律存在和开孔，不仅增加了

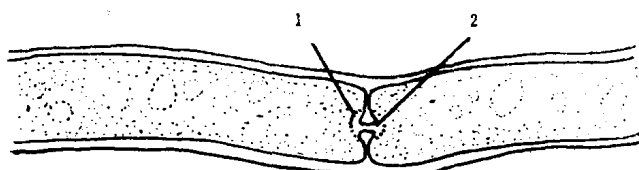


图3 菌丝桶状结构

1. 复杂的桶孔 2. 被类似瘤状结构桶孔覆盖保护的隔膜孔

菌丝韧性和机械强度，而且对细胞内含物的运输提供了方便和可能。许多菌丝交错缠绕在一起形成肉眼可见的菌丝体，即白色的网状体。

食菌菌丝的弹性与细胞透性远比其他生物为大，菌丝细胞壁是亲水性的（含有由岩藻糖组成的几丁质），这对养分与水分的吸收是有利的。菌丝体吸收养分是借助菌丝的渗透压而实现的。食菌菌丝细胞渗透压为20—40个大气压，远比细菌为大（细菌细胞渗透压为3—6个大气压），可以更有有效的吸收在通常情况下细菌无法吸收利用的水分和营养。

双核菌丝为食菌菌丝的基本形态（单核菌丝只是短暂的过渡态），双核菌丝密集为浓白的菌丝体，这种营养菌丝由于广布于培养基质之中，从而大大提高了菌丝体吸收养分和水分的效能。这种菌丝体在可溶性碳源及富含纤维素、木质素的培养基内生长时，菌丝活力强弱用肉眼即可观察分辨，渗透力强的菌丝体使培养基颜色很快变浅，延伸至底部又很

快回升到表面，形成气生菌丝；气生菌丝在培养料末端时，表现出较强的前驱延伸能力。

在正常情况下，菌丝中原生质体流动很快，在细胞壁逐渐老化变硬、液泡压力逐渐增大时，菌丝中原生质体就不断从衰老部分向幼嫩部分移动，从而使菌丝不断向前延伸，这就造成了菌丝生长。菌丝生长为其顶端伸长（图4），细嫩菌丝顶端的伸长区集结了很多泡囊（最初为内质网产生的双层膜结构），跟伸长区原生质膜结合，把泡囊的内含物加到细胞壁中间去，就这样通过泡囊的不断集结、不断和膜壁的结合，即造成了菌丝的伸长或

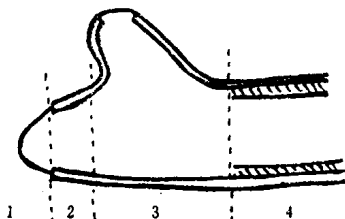


图4 菌丝顶端的伸长

- | | |
|----------|---------|
| 1. 非伸长区 | 2. 弱伸长区 |
| 3. 最强伸长区 | 4. 硬化区 |

叫尖端生长。菌丝生长通常是从一点出发，不断向四周辐射状发展，因而外围菌丝都是较幼嫩的次生菌丝。食菌菌丝可通过这种方式无限分枝、极度蔓延，直至周围基质中养分不能再利用为止。

在大多数食菌类型中，次生双核菌丝的分裂形成过程是通过一种特殊的结构——锁状联合——来完成的。在双核菌丝的双核细胞将要分裂时，一个短枝——锁状钩——从双核的a与b之间产生出来（图5）。锁状钩向下弯曲，其顶端与双核菌丝的原细胞融合，形成一个闭合迴路，在显微镜下观察，其状如锁。与此同时，双核细胞的一个核（b）移入突起内，然后双核（a）与（b）并裂，形成a与a'和b与b'四个核。分裂的a核核丝与分裂的细胞长轴平行，分裂的b核核丝成倾斜方向。尔后，分裂后的子核b，通过闭合迴路

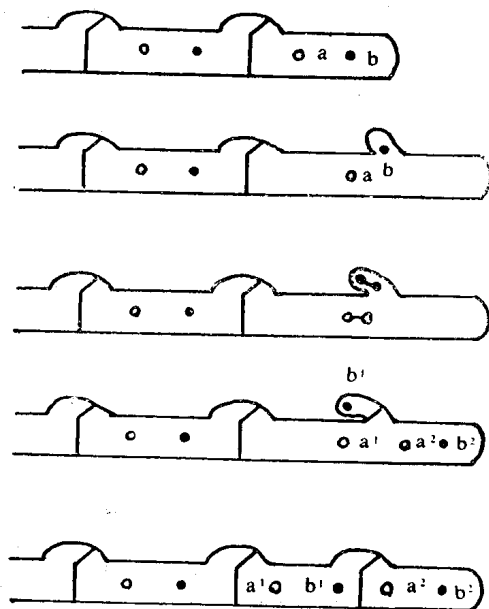


图5 锁状联合

(即锁状联合)到达原细胞内与分裂后的子核 a 配对。这时在锁状联合的起源处先后形成两个隔膜,完成原双核细胞的分裂。而分裂后的子核 b' 则与子核 a' 相靠近,而成为新分裂的细胞的双核。这样双核菌丝通过锁状联合的形式而进行的细胞分裂过程就最后完成了。由此可见,锁状联合是双核菌丝顶端细胞分裂的一种特殊方式。

这种只进行质配而不发生核配的双核菌丝连续分裂,则产生大量的次生双核菌丝,从而维持了异核体阶段或营养体阶段。

菌丝较粗的如双孢蘑菇、草菇等的双核菌丝的形成,有的是担孢子萌发直接形成(担孢子就是双核的),有的由单核菌丝直接相连而成,但它们都不通过锁状联合的过程。