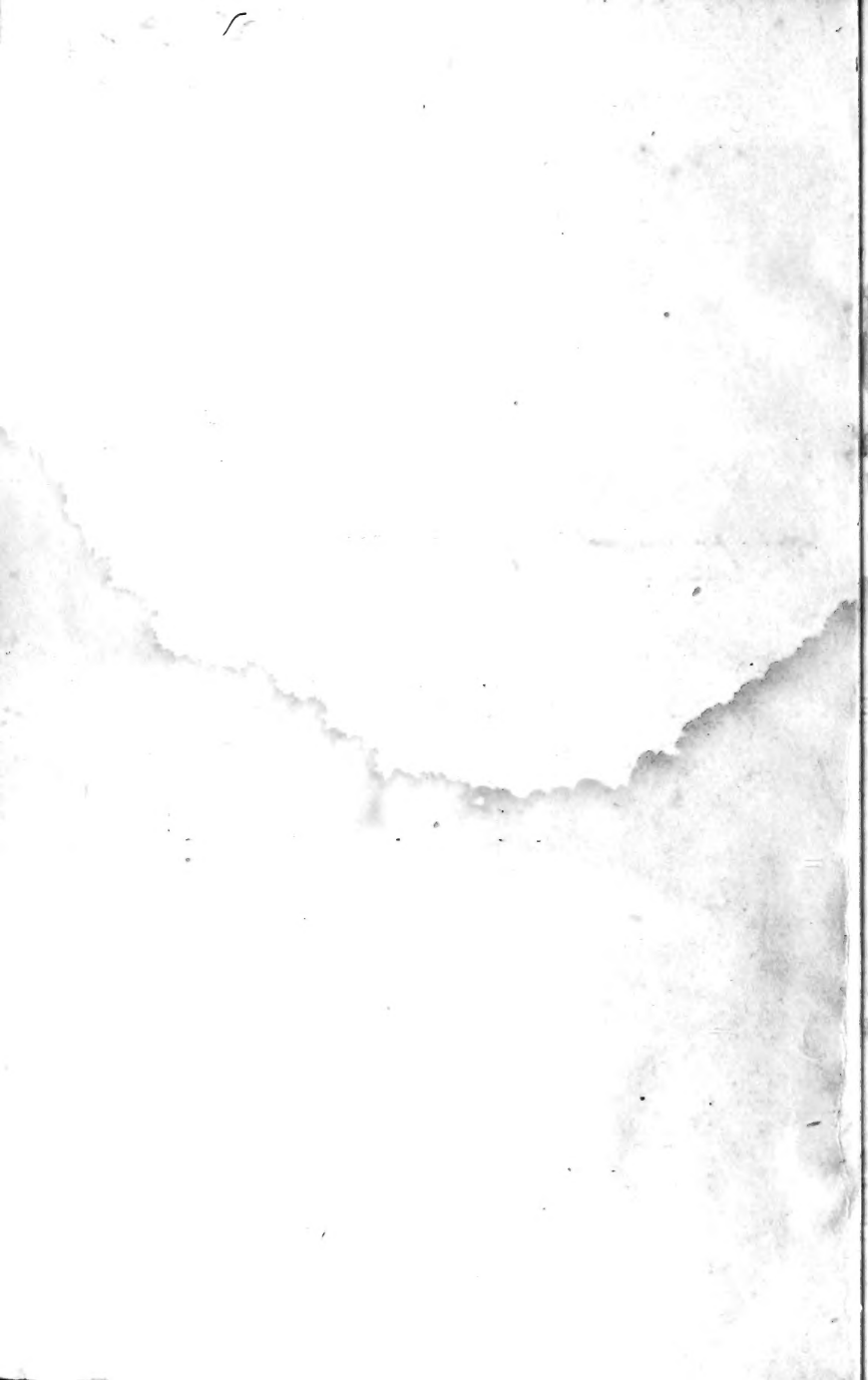


蘑菇栽培

沈阳农学院

菇类菌种繁殖场编著

农业出版社



67.421
238

磨 菇 栽 培

沈阳农学院菇类菌种繁殖场编著

农 业 出 版 社

中科院植物所图书馆



S0016047

內 容 提 要

本書共分四章，首先介紹了食用真菌的概念及有關栽培的理論基礎；其次分別介紹了洋蘑菇的栽培技術；蘑菇各種菌種的製造工藝；平菇的栽培技術；並附有插圖 60 餘幅。在敘述蘑菇栽培農業技術方面都比較系統，側重理論與實際的結合。

本書適於食菌栽培工作者，蔬菜園藝工作者，人民公社幹部，真菌教學、研究人員及其他有關人員的參考。

蘑 菇 栽 培

沈陽農學院菇類菌種繁殖場編著

農業出版社出版

(北京西便布胡同 7 號)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 106 號

新華書店上海發行所發行 各地新華書店經售

上海印刷學校印刷

787×1092 毫米 1/32·4 15/16 印張·115,000 字

1959 年 11 月第 1 版

1959 年 11 月上海第 1 次印刷

印數：00,001—4,100 定價：(9) 0.50 元

統一書號：16144.762 59.10.京型

目 录

前言	(5)
緒論	(7)
第一章 食用真菌学概論	(10)
第一节 真菌与食用真菌的概念	(10)
第二节 食用真菌的构造、分类地位及特征	(11)
第三节 食用真菌的生长发育和繁殖	(19)
第四节 食用真菌的生理生态特性	(28)
第五节 食用真菌的营养价值及其栽培	(33)
第六节 我国食用菌资源的主要种类概况	(36)
第二章 洋蘑菇的栽培	(46)
第一节 洋蘑菇的营养价值、栽培历史和近况	(46)
第二节 洋蘑菇的形态特征、分类地位和生活史	(48)
第三节 洋蘑菇的生物学特性	(52)
第四节 洋蘑菇的栽培法	(58)
一、栽培場及其設備	(59)
二、培养料及其調制	(69)
三、播种及播种前后的工作	(80)
四、管理及采收	(87)
第五节 蘑菇的病虫害及其防治	(95)
第六节 蘑菇的貯藏和加工	(108)
一、鮮藏	(108)
二、杀菌貯藏	(110)
第三章 菌种的制造	(112)

第一节 母种的分离与培养	(112)
一、培养母种所需要的基本设备	(112)
二、培养基种类与制作	(115)
三、母种的分离和培养	(117)
四、母种的贮藏和运送	(122)
第二节 原种和栽培种的培养	(123)
一、培养原种和栽培种所用的培养基	(123)
二、原种的培养	(126)
三、栽培种的培养	(127)
第三节 野生菌丝体与分移菌丝体	(143)
一、野生菌丝体的采集	(143)
二、分移的菌丝体	(144)
第四章 平菇的栽培法	(146)
第一节 平菇的形态及生物学特性	(147)
一、形态	(147)
二、生物学特性	(151)
第二节 平菇栽培法	(151)
一、锯屑的选择及培养料的组成	(151)
二、培养料的装瓶及灭菌	(152)
三、移种及栽培期间的日常管理	(153)
四、平菇增产途径的探讨	(157)
主要参考文献	(158)

前 言

从1958年我国农业生产大跃进以来，蘑菇栽培事业也有了很大的发展，尤其是在党提出“加强副食品生产、满足市场供应”的号召以后，蘑菇栽培受到了更为广泛的重视，许多人民公社、机关学校、农业场站、副食品供应或加工等部门，都在注意发展菌菇栽培。我们沈阳农学院菇类菌种繁殖场，是在院党委领导下，贯彻党的教育与生产劳动相结合的教育方针和进行技术革命、兴办工厂的过程中，由植物保护系师生共同努力创办起来的。建场一年以来，除为本院教学和科学研究服务之外，还代有关单位培养了不少蘑菇栽培技术干部。为期今后我国栽培事业的不断跃进，迅速增加食菌的品种和扩大栽培的规模，满足广大人民对食菌日益增长的需要，我们根据本场的实践经验和一些调查研究资料，并参考有关著作而写成本书，以供各地参考。

本书除介绍食用真菌学的概念及有关栽培的理论基础及菌种的制造外，着重介绍洋蘑菇和平菇的栽培方法。我们这样安排本书的内容和挑选这两种食菌的原因是：洋蘑菇是用腐烂有机质栽培得最广的腐生菌的典型代表；平菇是用锯末栽培的食菌的代表，它们的营养、特性，各有其特点便于读者举一反三，系统地掌握栽培技术，并打下研究食菌和培育新品种的初步的理论基础。

本书的具体编写工作是由在我场勤工俭学的植物保护系

学生李庆孝、关广清、王崇仁集体編著的。初稿完成后，曾蒙植物病理教研組張际中教授、毕志树、刘維、朱有釺、傅淑云、陈其本五位老师及华致甫同志审阅，提出了許多宝贵意見；陈立君、朱秀庭二同学协助繪描插图，謹此致以深切謝意。

此稿我們虽然經過多次修改，但因水平有限、時間倉促、經驗不足，謬誤及不足之处，恐難避免，衷心希望讀者多多批評指正，以便再版时修訂。

沈阳农学院菇类菌种繁殖場

1959年6月

緒 論

食用菌类是一种营养丰富的菜蔬，自古以来就是劳动人民喜爱的食品。远在我国周代“列子”一書中就有了“朽壤之上，有菌芝者”的記載；“呂氏春秋”上也談到“味之美者，越駱之菌”，可見早在周代就广泛地食用野生食菌了。

后魏賈思勰在他所著的“齐民要术”中，曾經記載了木耳菹的制法。木耳菹是木耳的加工品，这又不難看出，远在那时就已將木耳列为名貴的佳餚了。

又如香菇的人工栽培，更是我国劳动人民首創的。在700多年以前王禎的农書中(公元1313年)，曾有詳細的記載，这比西欧人工栽培洋蘑菇最早的法国至少要早400年以上。

在我国古代典籍中，記述和研究蕈菌的专著也极为丰富：例如宋代陈仁玉的菌譜(1250年)，明代潘之恒的广菌譜(1500年)，清代吳林的吳菌譜(1703年)；特别是明代大医药学家李时珍(1578年)对前人引用过的药用菌类，作了更为深入的記述和研究。由此可見，我国劳动人民对菌类的利用是比世界上任何国家都早的。

现在我国每年都在生产大量的蘑菇供应人民生活的需要：例如北方的黄蘑、口蘑，江西、安徽、福建、浙江等地的香菇，两广地区的草菇，四川、云南、广西、贵州的银耳、木耳和竹荪都是名聞海内，远近馳名的。

但在往昔，由于对蘑菇的发生发育不够了解，也产生不少

的神秘观念：有的人說“蘑菇是由于湿气蒸发而生”，庄子曾說过：“朝菌不知晦朔”；宋代陈仁玉在其“菌譜”的序言中也講到“芝菌皆气苗也，灵华三秀，称瑞尚矣”。前者是观察到菌子的发生有些突如其来，不能理解；后者則把菌子的发生解释为瑞气所萌发，并視為吉祥之兆这都是不科学的。

我們知道，菌子也是一种植物，由于它們的个体一般都很微小，又不含有叶綠素，因而在植物分类学上又把它們叫做“真菌”，蘑菇不过是真菌中更为高等的种类。

蘑菇和其他高等植物一样，其发生发育都有一定規律，并且受着周圍环境条件的制約。它們有着自己特有的繁殖器官，它們所产生的“担子孢子”，其功用就相当于高等植物的种子。但因这种孢子很小，如果粗心大意就不容易发现，而蘑菇就是用这种孢子来繁殖的新个体。

在我們祖国的各地，从南岭到大小兴安岭，从天山崑崙山到东海岸，数不尽的高原山地和丘陵，到处都生长着各种各样的食菌，种类之多几如天上繁星，品質之优不亚山珍海味。古往今来，我国劳动人民在采集和利用这些菌子，栽培和研究这些菌子，积累了极为丰富的經驗，找到了許多的科学道理。但由于旧社会統治者的剝削和压迫，不但沒有把这些宝贵的經驗发揚光大，而且毫不重視的将其埋沒无聞。在今天，我們必須进一步来发掘这些宝贵遗产，用现代科学的先进成果来研究和整理它們，我們有党和毛主席的英明领导，我們坚信，这个工作一定是能够胜利完成的。

由于野生食菌的种类不同，生活习性也不相同：有的是腐生；有的是寄生和共生；尤其是寄生专化性强的菌类，目前还难于在人工培养料上进行栽培，因为它們在生活中需要某些一定的生育条件，現在尚未被人类掌握。但这并不能得出結

論說这类性質的蘑菇就根本不能人工栽培，由于科学发展是一日千里，由于人类对自然界秘密的不断了解，只要我們研究出这些野生菌种类生长发育所需要的条件，并給它們創造出这些必需的条件，那么，我們就一定能够进行人工栽培所有的野生食菌。偉大的自然改造者米丘林教导我們說“不要等待自然的恩賜，要向大自然索取”，这句话，我們是应当牢牢記住的。

我們的祖先有那么多輝煌的成就，我們今天則应作出比我們祖先更加多的工作，在这科学的黄金时代里，在我們偉大的党和毛主席的英明领导下，我們一定是无往不胜、无坚不摧，特別是在我国发展农业綱要四十条里，提到“在优先发展糧食生产的条件下，各地应当发展农业的多种經濟，保証完成国家所規定的紡織原料、油料、糖料、茶叶、烤烟、果类、药材等項农作物的計劃指标，还应当积极地发展其他一切有銷路的經濟作物”，因此，就給我国的食菌栽培事业开辟了波瀾壯闊的前途。自工农业生产大跃进以来，各人民公社、机关学校、农林場站，都在更加注意发展这种收益很高的經濟部門，这也說明了党的政策方針是我們办一切事业胜利的泉源。

我国不仅盛产各种野生食菌，就是洋蘑菇的栽培也正在蓬勃地发展起来。虽然如此，但对滿足我国各族人民的需要和出口換取外汇来加速我国社会主义建設的步伐还相差得很远。例如，上海市虽有数处在专业栽培蘑菇，規模也較巨大，但其产品 80% 用来加工制罐还滿足不了需要，这种客观形勢的迫切需求，也要求我們生产出更多的蘑菇来，所以，我們必須在党的“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”总路綫的輝光照耀下，来大力生产这种寶貴的菜蔬。

第一章 食用真菌学概論

第一节 真菌与食用真菌的概念

“真菌”是植物的一类，其特点是大多数的菌体都較小，有的菌体只由单細胞构成(如酵母菌)，而大多的菌体則由多細胞构成。真菌都不含有叶綠素，不能进行光合作用制造营养物质，而必須依靠現成的有机物来进行生活，并且它們营养体都是由菌絲体构成的。在繁殖时，它們不但能用菌絲发育成新的个体，并且能由自己特有的繁殖器官——孢子，发芽生长发育出新的个体。因此，人們把凡是具有这些特征特性的植物(包括蘑菇在內)統称为“真菌”，借以和其他菌类——細菌、放綫菌等相区别；也有人把真菌叫作“霉菌”。总之，不难看出，真菌只是菌类中的一类，是一种低等植物，在植物界中属于真菌植物門。

真菌的种类是极其众多的。据各国真菌学家的統計，真菌的总数达 8 万余种之多，其中不仅包括着各种农作物病害的病原真菌。例如：高粱、玉米和小麦上的黑穗病菌，水稻上的稻瘟菌和果树上的腐烂病菌等，并且还包括着很多具有个兒很大的子实体，可供人类食用的真菌。通常我們把可供食用的真菌，就叫做食用真菌。例如：我們經常食用的木耳、銀耳和各种蘑菇，以及供医药用的各种真菌如茯苓 (*Poria cocos*)、馬勃 (*Lasiosphaera Fenzlii Reich*) 等都是可食的真菌。由此可見，可食真菌在整个真菌中占有的比重是相当大

的，其牽涉的面也很廣泛。以下僅簡單的介紹可供直接食用的，特別是可供日常生活中當做蔬菜來食用的真菌，例如：各種蘑菇、食用牛肝菌和食用子囊菌等。關於有毒蕈和不可食蕈的敘述，限於我們的論題和篇幅，只好從略。

第二節 食用真菌的構造、分類地位及特徵

一、食用真菌的基本構造

食用真菌最基本的組成部分是菌絲體和子實體，菌絲體皆生長在地下，是着生子實體、並供給子實體養分和水分之器官，而子實體則是我們人類食用的部分。

(一)菌絲 一般為絨毛狀物，最初由孢子發芽生出芽管，芽管進行頂端生長，並分枝發育而形成菌絲。食用真菌的菌絲都是有隔膜的多細胞的管狀體。菌絲互相錯綜聯結便形成為菌絲體。菌絲體再互相纏絡結合便形成為各種菌絲組織。按其內部構造、形態可分以下幾種：

1. 索狀密絲組織 這種組織是由多數並列的束狀菌絲集合分枝、緊密排列而成。例如，各種蘑菇菌柄基部的根狀菌索，就屬這種組織。這種菌索好像植物的根，能頂端生長。根狀菌索外部致密，褐色，具有保護內部的功能，這叫皮層；內部疏松、色白，具有輸導養分和水分的功能，叫髓部。

2. 假薄壁組織 這種組織比索狀密絲組織菌絲結合更為緊密，已形成為堅硬的組織，各細胞之大小幾乎相同，頗與高等植物的薄壁組織類似，故稱假薄壁組織。食用子囊菌的子實體和食用傘菌的菌蓋、菌柄及菌褶，都是由這種組織構成的。

3. 疏絲組織 菌絲結合較前二種稍疏松，由較長形的細胞組成，其內富含肝糖的營養物質，常見於菌核、菌柄及菌蓋

处。

(二)子实体 这是食用的主要部分，是由菌絲体結合交織为各种組織而形成的，其形状是多种多样的。例如：伞菌和牛肝菌的子实体为撑开的雨伞状；猴头菌的子实体为头状；扫帚菌的子实体为扫帚状；木耳和銀耳則为波浪状；而食用羊肚菌的子实体类似短鼓錘状等。

在子实体上长有繁殖器官，如子囊和担子等。子囊是子囊菌所特有的繁殖器官，呈棍棒形或圓筒形，子囊內通常生有八个子囊孢子。子囊周圍有側絲，功用是保护子囊和吸水后形成膨压，促进子囊孢子的分散傳播(图 1)。

担子是着生担孢子孢子的器官，只有担子菌綱的菌类才有这种担子及担孢子。每个担子上通常着生四个担孢子，也有的种类为两个(如洋蘑菇)。食用伞菌的担子为单細胞，无分隔的圓筒形或短棍棒形，而木耳菌的担子是有橫分隔的，将担子分为縱列的四胞；而銀耳菌的担子，則有縱分隔，成为四个管状細胞(图 2)。

着生担子的部位，称作“子实層体”。馬勃菌的子实層体是在子实体里面；牛肝菌的子实層体是多肉的管状；洋蘑菇和其他食用伞菌，如香菇[*Lentinus shiitake*(P. Henn.)sing.]、松菇(*Cortinellus edodes* P. Henn.)、大紅菇[*Russula rubra* (Krom-

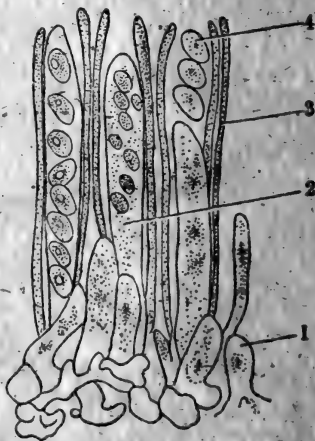


图 1 子囊菌子实層的一部分

1. 幼嫩子囊； 2. 成熟子囊；
3. 側絲； 4. 子囊孢子。



图2 担子的形状

1. 普通担子； 2. 洋蘑菇担子； 3. 木耳担子； 4. 銀耳担子。

b.) Bres]等的子实层体是片状的。最原始的子实层体是平滑的,例如,扫帚菌就是如此。担子菌的子实层上除排列密生担子之外,常混生囊状体、刚毛或侧丝,借以保护担子。

二、食用真菌的分类地位和特征

上面已经提到,真菌的种类是非常众多的。真菌学家们,根据真菌的发生类群、生活方式、有性和无性繁殖的方式、菌丝体有隔膜或无隔膜、子实体的生成过程等,把所有的真菌,归纳成四纲一类。即古生菌纲(Archimycetes);藻菌纲(Phycomycetes);子囊菌纲(Ascomycetes);担子菌纲(Basidiomycetes)和半知菌类(Fungi Imperfecti)。古生菌纲,藻菌纲和半知菌类中的很多种真菌,能引起农作物的多种病害,且没有可食用的种类;而子囊菌纲和担子菌纲的真菌中,除了也有许多病原真菌外,还有着许许多多的种类是可食用的。因此,我们可以说,几乎全部食用真菌都包括在这两个纲之中;尤以担子菌纲中拥有的食用种类最为丰富,而子囊菌纲则较少。

子囊菌纲的种类虽然很多,但可供食用的只限盘菌目(Discomycetes)中的几个属:例如羊肚菌属(Morchella)、马鞍菌属(Helvella.)及钟菌属(Verpa.)等,它们广泛地生长在气候潮湿、温暖、富含有机质的树林中。这一纲中的食菌,其特

征是菌絲体有隔膜,子实体为盘状的子囊盘,子囊盘上生子实層,子实層中长有子囊和側絲,子囊内通常产生八个子囊孢子,子囊孢子散落后,发芽而长成菌絲,可再发育成子实体。我們食用的就是这种巨大肉質的子实体。

这里首先值得提出的是羊肚菌(*Morchella esculenta*)子实体很大,肉質,直徑为3—8厘米不等,全体由一个菌柄和一个褐色、暗褐色或黄褐色蛋形的伞盖构成。子实層生在子实体的表面。子实体表面上生有凹陷的小坑。我国四川等地出产很多,是一种非常美味的食菌。

馬鞍菌屬中的食菌,則有馬鞍菌(*Helvella elastica*),这种菌的子实体为馬鞍状,菌柄很长,子实層也是生长在子实体表面。馬鞍菌屬中的另一种食菌則是鹿花菌(*Gyromitra esculenta*),其子实体伞盖部分为皺褶状,直徑5—10厘米。但必須指出,鹿花菌在新鲜时是很毒的,在晒干后或用开水煮洗后,則毒素就消散了,仍然可以食用。至于鐘菌屬的食菌,虽然也可食用,但子实体一般較小,如 *Verpa bohemica* 等(图3)。

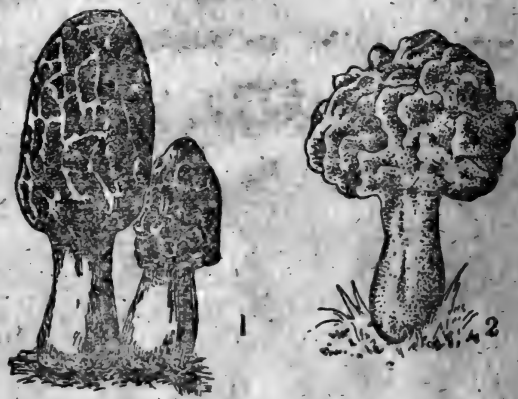


图3 食用子囊菌的形态

1. 羊肚菌; 2. 鹿花菌。

担子菌綱中,可供食用的种类是最多的,它們分属于不同的目和科。本綱真菌的特点是有性繁殖器官,都具有担子,在担子上产生担孢子,一般食用的担子菌,基本上属于以下几目。茲附檢索表如下:

1. 子实体伞状或掌状,伞盖具生各种类型的子实層体
 2. 子实層体为互相分离的菌褶……伞菌目(Agaricales)
 2. 子实層体形成小孔,小管或尖齿,甚至是平滑的
 3. 子实体木質或革質……多孔菌目(Polyporales)
 3. 子实体肉質或脆質……牛肝菌目(Botetales)
1. 子实体非伞状
 2. 子实体波浪状,耳状,脆質
 3. 担子縱分隔的……銀耳目(Tremellales)
 3. 担子橫分隔的……木耳目(Auriculariales)
 2. 子实体球状,幼嫩时产孢組織白色、肉質,老熟时产孢組織形成深褐色粉状孢子团……馬勃菌目(Lycoperales)
 2. 子实体笔状,有时頂端裂成网状或下垂的网状物,笔头部分常有腥臭粘物……鬼笔目(Phallales)

这里除了大家熟悉的木耳和銀耳外,人們食用的各种蘑菇,有不少种类是属于牛肝菌目的,如美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull ex Fr.)、黄皮牛肝菌[*Boletus luteus* (L) Fr.]等。牛肝菌目的絕大多数种类都是可食的,其蛋白質含量也相当高(見第五节)。牛肝菌中,只有少数种类能引起消化不良,但很少是有毒的。

鬼笔目中著名的食菌是竹蓐(*Dictyophora indusiata*) (Vert.) Desv. 这类菌的子实体为笔状,在我国盛产于南方各省的竹林中,种类也很多,是极名贵的食菌。

多孔菌中的食菌,例如,鳞多孔菌(*Polyporus squamosus* Fr.),菌盖20—25厘米,半圓形或肾脏形。菌盖黄色,具

有褐色鱗片。菌盖下边有褐色側生的菌柄，生长在活的或死的柞树上和柳树上，只在新鮮时，可采集食用。总之，这一目中，可食用的种类較为少見。

最后要着重提一提伞菌目，这一目蕈菌共有12,000多种，除掉其中的各种毒蕈和子实体甚小的或非肉質的种类外，有很多种类都是可食的，这一目是我們食用担子菌的最重要来源。本目食菌在形态上的主要特征是整个子实体由菌盖和菌柄构成伞状。菌盖有半圓形、圓錐形、漏斗形、圓筒形、中心凹形和平頂形等(图5)。菌柄中生、偏生或側生。有些种类在菌盖沒展开时，菌盖的边緣与菌褶的下部有一層薄膜联接，謂之“菌幕”。以后随菌盖的开展，其一部分形成环状殘存于菌柄上，称为“菌环”。菌盖下面生出的放射状薄片叫“菌褶”。菌褶一般互相分离，或其基部联接为网状或叉状分歧；也有些种类的伞菌在菌柄基部生有膨大的菌托，有的則生脚苞(图4)。但必須指出，除毒蕈外，多数的食用伞菌，一般都不具有菌托或脚苞，但也有例外的种类，如草菇等。

伞菌中有些种类(尤其是有毒蕈)，在菌盖和菌柄的密絲組織中，貫穿生有乳管。乳管內含有各色乳汁，当受伤时，乳汁則流溢而出，例如松乳菌。但也有些种类虽然有乳管，而乳管里不含有乳汁，例如紅菇等。

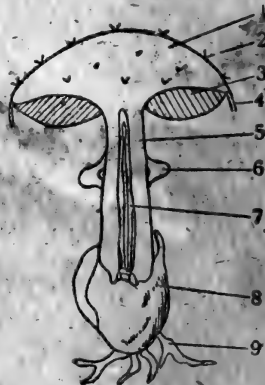


图4 伞菌的模式图

1.菌盖 2.鳞片； 3.菌褶； 4.菌幕； 5.菌柄； 6.菌环； 7.菌褶； 8.脚苞(或菌托)； 9.假根。

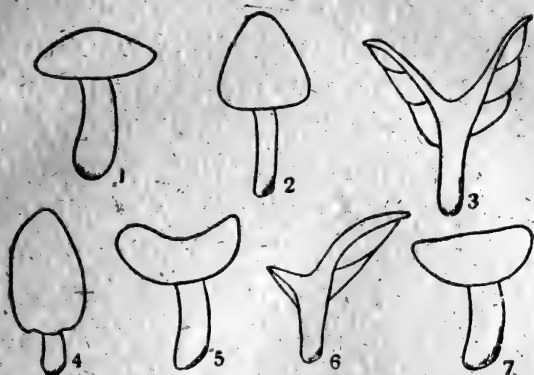


图5 伞菌菌盖的形状

1. 半圆形； 2. 圆锥形； 3. 漏斗形； 4. 圆筒形；
5. 中心凹形； 6. 角形； 7. 平顶形。

菌褶是担子孢子着生的地方。按菌褶着生的状况，可分为离生(菌柄与菌褶不连接)、直生(菌柄与菌褶直接连接)、垂生(菌柄与菌褶相连,并向下延长)、悬生(菌柄与菌褶相连,并呈吊篮状)、弯生(菌柄与菌褶相连,但有一个弯曲)等。菌褶着生的状况和前面提到的菌盖的形状一样,都是分类时鉴定各种蘑菇的根据(图6)。

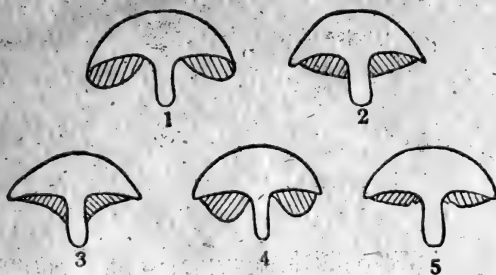


图6 菌褶着生的状况模式图

1. 离生； 2. 直生； 3. 垂生； 4. 悬生； 5. 弯生。

担子孢子的形状，也是多种多样的。有球形、椭圆形、或多角形等。担子孢子的表面，有的光滑，有的则生有小疣或网纹等。担子孢子的颜色有黑色、褐色、紫色、白色等。又因为这些孢子很均匀的着生在各片菌褶的担子上，当其自然降落到白纸或黑纸上以后，能够形成辐射状的各种“孢子纹”，或叫“孢子堆”。这些特征也是分类学上鉴定各种蘑菇的依据。

为了便于认识野生食用菌，下面仅将伞菌目伞菌科中，我国常见的几个主要属检索于下，以供采集和鉴定时参考。

甲、子实体肉质坚实，为丝状菌丝和囊状菌丝组成，子实体内分散有乳管

一、子实体内含有白色或其他颜色(橙红、红、绿等)的乳汁，破伤后流溢而出……乳菇属(Lactarius)

二、子实体内虽有乳管，但不分泌乳汁……红菇属(Russula)

乙、子实体肉质、革质或半革质甚至蜡质，非囊状菌丝细胞组成，没有乳管

一、孢子纹白色

(一)子实体坚韧蜡质状，无菌环

1. 菌褶与菌盖联接处渐肥厚，孢子光滑……

……草帽菌属(Hygrophorus)

2. 菌褶垂生或稍垂生，孢子有密疣或刺状疣……

……假陡头属(Laccaria)

(二)子实体非坚韧蜡质状但有时部分革质韧性，无菌环或有菌环

1. 无菌环，无脚苞

(1)菌柄侧生、偏生或间有中生或全无菌柄

A. 菌褶无锯齿状边缘……北风菌属(Pleurotus)

B. 菌褶有锯齿状边缘……香菇属(Lentinus)

(2)菌柄只为中生

A. 菌柄肉质

- (A) 菌褶邊緣缺刻狀彎生向內凹陷……………口磨屬 (Tricholoma)
- (B) 菌褶垂生隔生……………陡頭屬 (Clytocybe)
- B. 菌柄下部革質韌性, 菌褶不規則, 離生或稍直生……………金錢菌屬 (Collybia)
- 2. 無菌環, 有腳苞……………擬鵝膏菌屬 (Amanitopsis)
- 3. 有菌環
 - (1) 有腳苞……………鵝膏菌屬 (Amanita)
 - (2) 無腳苞
 - A. 菌褶垂生, 菌環通常膜質, 菌蓋表面光滑或有疏松鱗片……………蜜環菌屬 (Armillaria)
 - B. 菌褶隔生或離生, 菌蓋表面常復有鱗片, 具可移動的菌環……………小傘菌屬 (Lepiota)
- 二、孢子紋紅色, 有腳苞而無菌環……………苞腳菇屬 (Volvaria)
- 三、孢子紋褐色
 - (一) 子實體上有蛛絲狀復蓋物, 菌柄上有大小不同的絲狀菌環……………絲膜菌屬 (Cortinarius)
 - (二) 菌柄上有膜狀菌環……………鱗耳菌屬 (Pholiota)
- 四、孢子紋紫色、暗褐色、帶紫褐色, 但不為烟黑色
 - (一) 菌肉肥厚, 菌褶離生, 有菌環……………環傘菌屬 (Psalliota)
 - (二) 菌肉不肥厚, 菌褶彎生或直生, 無菌環……………栗菌屬 (Hypholoma)
- 五、孢子紋烟黑色, 菌肉較薄, 成熟時迅速自體溶解, 最後變成墨汁狀液體……………鬼傘菌屬 (Coprinus)

第三節 食用真菌的生長發育和繁殖

一、生長發育

前面已經提到, 食用菌的菌體是由兩部分構成的: 一是地

下部分(或基質內部)的菌絲體；一是地上部分(或基質外部)的子實體。只有在地下部分(或基質內部)的菌絲體，充分生長發育後，才能進一步在其上形成子實體。以担子菌為例，其生長發育，基本上可分為兩個時期。

(一)菌絲體時期 首先是由担孢子在適宜的溫度、濕度、酸鹼度(pH 值)和光綫的作用下進行發芽，形成芽管以後發育為菌絲。由担孢子發芽形成的這種菌絲是單倍核的，所以又叫一次菌絲或初生菌絲。一次菌絲經同宗結合或異宗結合後，變成為雙核的菌絲，叫二次菌絲。二次菌絲進一步分化發育，再由菌絲交錯結合形成為致密的密絲組織，這便是三次菌絲體。三次菌絲體，每細胞也是含有二個胞核，且多發育成根狀菌索。從一次菌絲生長發育成三次菌絲，需要一段相當長的時間。在此期間內，菌絲體不僅在長度上增加，並且生出大量分枝而向土壤或其他營養基質中分布蔓延，從而得以吸收大量的營養物質到菌絲體里，為進一步發育成子實體作好準備。這種三次菌絲體，普通不能獨立生活，其營養來源須賴二次菌絲體供給。但三次菌絲具有輸導營養的功用，並能隨外界環境條件的變化，可發育成為子實體，——例如蘑菇等。我們人工栽培蘑菇時，蘑菇的子實體就是這種菌絲體上形成的。

(二)子實體時期 子實體形成的初期，為菌絲體局部膨大，而成為許多小瘤狀的菌蕾，或叫子實體原胚。此後，營養物質則大量地向菌蕾中輸送。菌蕾中的菌絲細胞也迅速分裂增殖，使體積逐漸增大，並不斷分化發育，形成菌柄和菌蓋的雛形。在菌蓋下方也逐漸分化出菌褶，菌褶上形成子實體層。這時菌蓋和菌柄的生長速度幾乎一致，或者菌蓋生長較快些，從而使子實體迅速增大。但也有的種類，後期時菌柄生長放慢，而菌蓋的生長加速，例如平菇等。

从菌蕾形成到子实体成熟，这一段时间里生长得非常迅速，特别是当外界环境条件中的温、湿度适宜和营养供给丰富时，一般只要1—2周即行长成，有的则更快。但当环境条件不适时；尤其是湿度不够，幼小的菌蕾，可保持相当长久的时间而不长大。一旦遇到雨后湿度增高时，则迅速长大而伸出地面。这种现象在夏季或秋季雨后最为常见。所以人们多认为下雨天爱出蘑菇，就是这个道理。

关于子实体形成的原因，以及菌丝体发育到何时开始形成子实体，现在还没有全部研究清楚。有人说是菌丝体发育到一定的生理阶段之后，就开始形成子实体；有人说菌丝体受到一定的外界环境条件影响（如低温，营养缺乏等）就形成为子实体；也有人说是由于菌丝体受到一种“生理冲动”之后，而形成子实体。由此可见，其原因是非常错综复杂的，我们认为可能与外界环境条件的关系较大，但这一问题，还有待于今后大家进一步的研究（图7）。



图7 洋蘑菇子实体发育过程——从菌蕾到开伞
(Курсанов原图)

子囊菌的生长发育与担子菌相似，也是先由子囊孢子发芽长出单倍核的菌絲，菌絲再分枝生长，分化发育成菌絲体，以后则在菌絲体上形成子实体。所以食用子囊菌的子实体和其他非食用的子囊菌一样，其子实体永远是由单倍核菌絲体的菌絲而构成的；而担子菌则与此不同，担子菌的子实体永远是由双核菌絲体的菌絲紧密交織而形成的。

最后也应该提到，由于真菌都没有真正的生长組織，所以完全要靠菌絲頂端部分的細胞来进行生长，并不断的生成分枝。由菌絲体互相結合交織而形成的各种菌絲組織，与高等植物的各种組織不同。所以我們把它們叫做拟組織或叫假組織。

在輸导养分方面，虽然三次菌絲体具有輸导养分的功能，但它們并不具有导管組織。因此，水分及溶在水中的营养物質，是沿着菌絲周边細胞的小孔而輸送的。

二、繁 殖

食用真菌的繁殖也是分为无性繁殖(或称营养繁殖)和有性繁殖两种。但无性繁殖，在自然条件下，无论对食用子囊菌和食用担子菌來說，都是很次要的；而有性繁殖則是食用真菌繁殖的最主要方式。

(一)无性繁殖(或称营养繁殖) 食用真菌的无性繁殖器官，有的种类根本没有或极不发达。一般可分为分生孢子、粉孢子、菌核、根状菌索及菌体組織塊等。在生产实践中，只有后两种較为主要。

1. 粉孢子与分生孢子 这种繁殖方式一般情况下并不发生，例如，构菌 [*Collybia velutipes* (Curt.) Quel] 只在人工培养基上，有时可見在菌絲上产生有粉孢子。此外有人报导，在

北风菌屬內的某些种类，例如皮北风菌 (*Pleurotus corticatus* Fr.) 和光北风菌 (*P. pinsitus* Fr.) 等种內，則可以形成分生孢子。

2. 菌核 菌核是由菌絲体紧密結合交織而形成的球状或顆粒状体。菌核的外表常被以淡色或褐色等的皮層，借以保护內部。菌核內部的菌絲为白色，排列得非常整齐，且貯藏有丰富的营养物質。所以这种菌核非常耐久，抵抗外界环境条件变化的能力亦强，可在土壤中保存很多年。菌核經過休眠后，遇到适宜的条件就再产生新的子实体，如在鬼伞屬 (*Coprinus*) 中及杯形香菇 (*Lentinus cyathus*) 等都时常形成菌核。而在药用真菌中，則生成更大的菌核，重量由3—4斤至20—30斤一个。常見的，例如，茯苓 (*Poria cocos*) 和猪苓 (*Polyporus umbellatus*) 等。

3. 根状菌索 前面已經提过，根状菌索是由索状密絲組織构成的。它們不仅具有輸导水分养分的功能，并且能随着其生长伸长，进一步分化发育成子实体。根状菌索一般为假根状或繩索状，生在子实体下部及营养基質中。在野生食用菌中，以蜜环菌屬 (*Armillaria*) 的根状菌索最为著名，其长度可达数米，随处皆可生出新的子实体 (图8)。

4. 菌体組織塊 由于食用担子菌的子实体都是由双核菌絲紧密交織而成的，所以将菌体任何一部分割下来，其菌絲都可繼續生长而生出新的菌絲体，这种菌絲体进一步培养也可以形成新的子实体——蘑菇。在生产實踐中，經常用这种菌体組織塊来培养菌絲，这便是所称的“組織分离培养法”。无论是洋蘑菇或其他种类的蘑菇，都可以采用这种方法来进行繁殖。用菌体組織塊繁殖所生出的菌絲体完全是双核的菌絲体，这种菌絲体不再需要任何結合过程 (同宗或异宗結合) 都

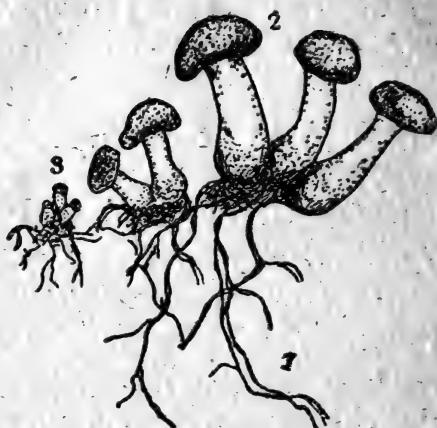


图8 蜜环菌(*Armillaria.*)的根状菌索及子实体
1. 根状菌索; 2. 子实体; 3. 菌蕾。

能够进一步生长发育形成子实体。

(二)有性繁殖 食用子囊菌的有性繁殖也是产生子囊, 每个子囊内, 通常产生 8 个子囊孢子。其子囊的形成, 是在菌丝上生出产囊体与雄器, 经受精作用而形成。产囊体生于菌丝的顶端, 膨大为球形, 内含多数的单倍核, 其上部突出一管称受精丝, 管下生有隔膜与产囊体隔绝。雄器中有多数单倍核, 由着生产囊体的同株菌丝分枝, 或异株菌丝顶端生出。雄器细长形, 与产囊体接触后, 两细胞壁溶解成孔, 受精丝中原有的细胞核消失, 雄器中的多数雄核移入其中。此时, 受精丝与产囊体间之隔膜亦溶解消失, 雄核进入产囊体中, 并与雌核相配成对, 但不结合。此后, 产囊体表面生出许多管状的造囊丝, 雌雄核成对的移入造囊丝中。造囊丝的顶端细胞形成子囊母细胞, 其中的成对胞核, 这时才结合。以后, 经减数分裂一次后, 再进行普通分裂一次, 即生成 8 个子囊孢子。由于造

囊絲一次生成很多，所以在一個子實體上，生成多數子囊。子囊呈柵欄狀排列其上，這稱為子實體層。子囊間，有不孕性的側絲保護。

子囊中的子囊孢子成熟放射出來後，溫濕度合適，就發芽生成菌絲和菌絲體。菌絲體再分化發育，生出雄器和產囊體，經受精作用後，又產生新的子囊及子囊孢子。這便是食用子囊菌的生活史。一個子囊菌的子實體上生出的子囊孢子，數量是非常巨大的。子囊菌則利用這些孢子來進行不斷的繁殖，不斷的產生新個體。

食用担子菌的有性繁殖，是產生担子孢子。担子孢子皆著生在担子頂端的担子柄上。担子菌的有性過程是很退化的，它們並不象子囊菌那樣，產生雄器和產囊體，因之沒有固定的受精器官，主要是靠菌絲細胞的結合，來進行世代交替。菌絲細胞結合的方式，可分為同宗結合與異宗結合。

同宗結合 例如洋蘑菇 (*Psalliota campestris* Fr.) 和構菌及多種鬼傘菌 (*Coprinus* spp.)，其子實體的產生，不需要經過兩個不同性的担子孢子的菌絲結合，而只要經過本體細胞間的互相結合生出雙核菌絲後，就可以形成子實體——即蘑菇。這種現象叫做同宗配合。

異宗結合 野生的洋蘑菇 (例如田野蘑菇 *Psalliota arvensis* Fr.、林蘑菇 *Psalliota silvestris* Fr. 等) 和其他多種担子菌，其子實體的產生，需不同性的兩個担子孢子發芽長出的不同性的單倍核菌絲 (正性與負性) 相結合之後，形成二倍體菌絲，然後才能產生子實體 (參考圖10)。

異宗結合的担子菌，其担子孢子所產生的單倍核菌絲或叫一次菌絲，可以是正性的或負性的，其性別隨担子孢子本身的性別而定。這種單倍核菌絲一直是不孕性的，始終不產生

子实体。但使这单倍核菌絲与不同性的另一单倍核菌絲相接触,就結合产生二倍核菌絲,并能产生子实体和子实層。由此可見,二倍核菌絲,是由两个不同性的单倍核菌絲結合所产生的。其性的結合是两个单倍核細胞結合,这时产生一个小管将两細胞沟通,胞核經小管自一个細胞移入另一个細胞中。异宗結合的現象告訴我們,为了培育出最合乎人类需要的食用担子菌,可以用不同种与品种的蘑菇菌絲之間的杂交来达到。

無論是同宗結合或异宗結合,它們皆是細胞質結合,而胞核并不結合,只是紧靠的排列成对。这样对排的胞核,叫做偶对胞核。当偶对胞核分裂时,它們彼此同时分裂,形成一对一对的子胞核。这些子胞核,一对被包圍在一个細胞里;另一对被包圍在另一个細胞里。因此,每一个細胞里都具有二个核。这些偶对胞核繼續不断的分裂,結果形成大量的新細胞,使菌絲体迅速地生长发育。

具有二倍核的菌絲,又叫二次菌絲体或次生菌絲体,与一次菌絲体在外观上无任何差异,只是細胞内胞核分裂生长时,产生鎖状連合的現象,且每个細胞内含有二个核。鎖状連合即是将要进行分裂的菌絲細胞,在其两胞核的中央部横生咀状突起,然后其中的一个胞核移动到咀状突起中,其余的一个胞核殘留于生突起的基部。于是两个胞核同时分裂,咀状突起中的胞核分裂时,其紡錘絲与咀状突起的方向一致;殘留于咀状突起基部的胞核,其紡錘絲与菌絲細胞的縱方向相同。这样所分裂出的四个細胞随即各自分离。在突起基部所分裂的胞核中的一个留于突起中;另一个向菌絲細胞的頂端移动。在菌絲細胞中分裂的其他两个胞核当中的一个向菌絲細胞的基部移动后,在咀状突起的基部遂生出隔膜,而分成为頂端細

胞与基部細胞。咀状突起則与基部細胞愈合，其中的胞核也移动到基部細胞，最后頂端細胞与基部細胞仍各含有两个胞核。鎖状連合現象在生长中不止一次的发生，而使菌絲体細胞数目也不断增加(图9)。現在已經了解的是鎖状連合，可帮助原生質流和食物自一个細胞流到另一个細胞內。

具有二倍核的菌絲体再行分化发育、結合成为致密的密絲組織，形成为三次菌絲体，并在其上发育成为子实体。二次菌絲体的鎖状連合現象，并非在所有的担子菌中皆有。例如，

蜜环菌 (*Armillaria mellea*) 等，其菌絲体細胞虽然也是双核的，但却不发生鎖状連合現象。就是在同一菌絲体上，鎖状連合的发生情况变化也很大，而且受环境条件所制約。一次菌絲体与二次菌絲体相同，都能够形成粉孢子，分生孢子等；而三次菌絲体除形成子实体外，一般則不形成无性繁殖器官。

担子菌的异宗結合現象，是非常普遍的。这个現象在食用担子菌的栽培中极为重要，因为在应用单孢子发芽，培养母种菌絲体时，单性体的孢子发芽长出的菌絲，不經過上述的异宗配合而形成二倍核菌絲，就永远产生不出子实体来。

子实体上成熟的双核菌絲，产生1—4个細胞的担子(前者如蘑菇，后者如木耳銀耳等)，新生的担子也是双核的。当

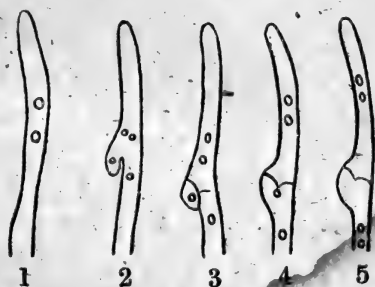


图9 鎖状連合过程

1. 未分裂的双核； 2. 咀状突起形成，双核同时分裂； 3. 分裂完毕中間形成隔膜； 4—5. 咀状突起間的隔膜溶解，咀状突起与基部細胞愈合，于是成为两个細胞。

担子增大时，那两个延迟很久没有结合的一对偶对胞核互相结合，形成结合核，后进行减数分裂，产生2—4个胞核。产生四个时，每两个同一性别。其后在担子的顶端，长出一个细长的突出物，称担孢子梗。在梗上着生担孢子(图10)。

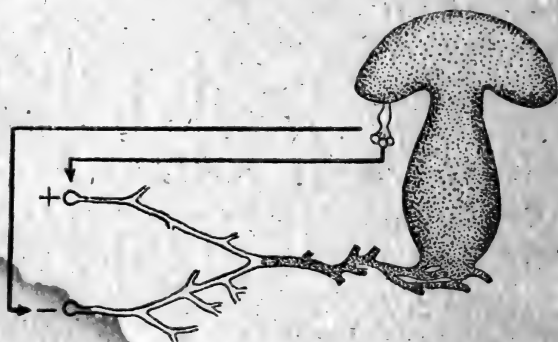


图10 异宗结合的蘑菇生活史图解(Курсанов原图)

成熟的担孢子，再发芽长出一次菌丝，经过同宗结合或异宗结合，变成二倍核的二次菌丝，再进而发育成为新的子实体，子实体上又生出新的担孢子，这便是食用担子菌的生活史。在天然条件下，蘑菇通常是用担孢子来繁殖的，并以菌丝体在基质中越冬。有的菌丝体则为多年生，能够连年的产生蘑菇。

第四节 食用真菌的生理生态特性

一、生理特性

和所有高等植物一样，各种食用菌在生活时也需要多种多样的营养物质，其子实体含水量都很高，一般含水80—90%，而孢子含水量较低，约为40—50%左右。食用菌的干

物質主要是由糖类、蛋白質及少量的脂肪組成，灰分一般則很少，其中大部分為磷、鉀的鹽類。磷的含量較多，磷對糖類的分解有密切關係；鉀對生長影響很大，且對促進孢子的形成也很重要。其他如鎂、鈣、硫、鈉等也含有一定數量；微量元素如銅、鋅、鐵等，對它們也是不可缺少的。

前面已經提過，真菌皆為異養植物，其養料須賴於現成的，食用菌也是如此。它們的菌絲細胞表面，被有一層胞壁，依靠這層胞壁的滲透性來吸收可溶性的養料。因此，生長在培養料或土壤中的菌絲，必須先把所需的營養物質，轉變為可溶性之後才能夠吸收。這種轉變過程，主要是通過自体所產生的各種酶來完成的，蛋白質分解酶，半纖維素分解酶，纖維素分解酶等，在多種食用真菌中是非常活躍的。此外，由於菌絲體的繁茂，它們就能夠利用自己巨大的表面積，從基質中吸取大量的水分和養料，來組成自己的身體和進行繁殖。由此可見，菌絲體在真菌的生活中是非常重要的，它們既是吸收養分和水分器官，又是輸送養分和水分的路徑。

因食用真菌的種類不同，攝取營養的方式也不一樣，簡略可分為寄生、腐生和共生三種。

1. 寄生性食用菌是完全寄生在活着的寄主上，從活着的寄主細胞中吸取養分，這類的食用菌數目極少，且多為引起木材腐朽的腐朽菌。其中可食用的種類有蜜環菌(*Armillaria mellea*)等。

2. 腐生性食用菌，是生活在植物屍體或無生活力的有機物質上，從正在分解的或死的植物上吸取養分，但沒有侵害活植物體的能力。這一類的食用菌，種類最為繁多，它們通常是生活在土壤上，腐朽的樹木上與樹皮上，腐爛的落葉上，糞堆上與垃圾堆上等處。例如，長在朽木上的木耳、香菇以及長在腐

烂有机質上的洋蘑菇、草菇、食用羊肚菌及其他食用伞菌等都屬此类。

3. 共生性食菌中最著名的是菌根菌，大多数森林蘑菇属于这种菌根菌，它們与高等植物的树木共生。这时蘑菇由树木的根吸取有机物質——主要是不含氮的有机物質；高等植物由此沒有受到危害。相反，菌根菌能扩大共生树木根的吸收面积，改善营养元素及水分对于树木的供应，而且菌根菌枯死消解后的游离氮又能肥化土壤，因而有利于树木的生育。

共生性食菌的代表，可举松林中的松蕈(*Cortinellus edodes* P. Henn.)和牛肝菌(*Boletus spp.*)，它們都和高等植物中的松树、櫟树等的根建立有共生关系，产生了菌根結構进行共生生活。菌根菌的菌絲体，缺少了高等植物的根，就不能形成子实体。按照这个道理，山林中野生的共生性食菌，以在自然条件下繁殖才最为合适。对于这类共生性食菌，如果我們能在山林中加以人工的措施，創造出它們所需要的外界环境条件——天然栽培場，也会取得很好的效果。日本曾經有人报导，对蜜环菌屬中的一种松菌(*Armillaria Matsutake* Ito et Imai.)，进行着人工栽培。最簡單的方法是把細粒的河沙洗淨，放入小木箱中弄平，然后把采到的野生松蕈子实体插在沙中，俟其孢子降落后将沙攪拌，使各粒沙上都能沾上几粒孢子，然后再将这种带有孢子的河沙，撒入赤松林中一定的人工栽培地段內，取得了很好的效果。

二、生态特性

在生态方面，食用菌通常皆喜欢温暖湿润的气候与肥沃的营养基質，这样不仅利于营养物質的吸收与运送，也利于其子实体的形成。因此，在地理分布上，以温带而多雨水的各国

所产生的食用菌种类最多。

食用菌的结实，一般都是有周期性的，其子实体的生长，主要是决定于温度、湿度和养分。在每个周期的开始，产生子实体的数量不断增加，一当达到最高潮之后，则需再隔一个阶段之后，才重新产生子实体，影响周期性长短的主要因素是养分和水分。

光线对食用菌也有着重要的作用。大多数的伞菌在具有散射光的条件下发育得较好，而强光或黑暗，一般來說，对子实体的形成都是不利的。但也有例外，例如洋蘑菇在完全黑暗中，也能正常的形成子实体；而对平菇來說，黑暗能显著抑制菌絲体的生长发育。曾經有人証明，光是形成菌盖的条件 (Buller, 1905.)。例如，把美丽香菇 (*Lentinus lepideus* Fr.) 放在黑暗中生活，則始終不能生成菌盖。而蜜环菌的菌絲体在某种培养基中，保持散光状态，在 18—22°C 条件下，要經 3—4 个月才能产生子实体。

不同种类的食菌对温度的要求是不同的；而同一种食菌在其发育的不同时期，例如菌絲体的生长期，子实体的形成期所要求的最适温度也不相同。洋蘑菇的菌絲体在 25°C 左右的温度下生长最快，而其子实体形成时则需要較低一些的温度。它虽然在 7—25°C 間都可产生，但以 12—16°C 左右为最适；高于 25°C 以上，則不利于子实体形成。而草菇所需要的温度則較高，以 28—33°C 之間出菇最盛，如草堆温度降至 24°C 以下，則子实体将停止产生。

在較寒冷的地方，菌絲体能抵御严寒而渡过冬季，翌年繼續生长发育出新的子实体的情况，于木耳、香菇及在地面上形成“仙人环”（俗叫魔圈）的伞菌中很为常見。

湿度的大小，也是一个非常重要的因素。一般來講，大多

數的食用菌，都是在較高的濕度條件下發育良好。但若濕度過高而造成氧氣不足時，則使呼吸作用和其他新陳代謝過程受到嚴重影響，甚至造成萎凋死亡。在自然條件，野生的各種食用菌，多在溫暖多濕的雨季發生，也是因為這時的濕度最為適宜的緣故。腐生在木材上的各種食用菌，在木材含水量為30—70%之間，生長發育最好。但在含水量於20—150%之間皆可發育。

至於大氣中的濕度，就絕大多數食用菌來說，通常以80—95%為最適；過高則造成氧氣不足。

最後來提一提食用真菌的營養。雖然各種食用菌的營養方式不同，有的為寄生，有的腐生和共生。但它們皆與糖、淀粉、纖維素、半纖維素與木質素有非常密切的關係。其中尤以纖維素和木質素的功能最大，特別是生長在朽木上的食用菌尤復如此。食用菌的主要氮源是基質中的有機態氮化物，而無機態氮化物並不十分重要，如在栽培時向培養料加入過多的無機態氮鹽肥料，則能顯著降低子實體的產量。在自然條件下，食用菌多生長在陳年的垃圾堆上，森林中的殘枝落葉中，以及各種朽木上，也說明這些處所的營養條件最適於它們生長的緣故。在洋蘑菇的人工栽培中，廣泛應用着馬糞和禾本科植物藁稈（麥類、稻等的莖稈）的混合培養料，也是因為這種培養料能夠充分滿足洋蘑菇在生長發育中所需要的碳素和氮素營養的緣故。

此外，也有人證明：某些食用菌在生長發育中，需要不同種類的維生素，例如酵母活素($C_{11}H_{18}O_3N_2$)。這種物質形成於植物的組織中，溶解於水後，在很稀薄的濃度下，就能夠刺激真菌生長和進行繁殖；特別是孢子的發芽，常與各種維生素有着密切的關係。

第五节 食用真菌的营养价值及其栽培

食用真菌的种类很多，每一种的营养价值也都较高。經科学分析証明：蛋白質的含量，一般皆占干物重的30—40%；而糖类占10—15%；其余则为灰分和大量的水分。且不同种类的食菌，都有各自的独特风味，这都为其他蔬菜所不及。例如田野蘑菇，具有很濃的香味；辣味乳菇 [*Lactarius piperatus* (Scop) Fr.] 具有辣味；而平菇 [*Pleurotus ostreatus* (Jacq) Fr.] 則具有鮑魚的味道；而鷄油菌 (*Cantharellus spp.*) 則具有水果的气味等。

利用各种食用菌，不仅能作出独立的菜餚，并且也是各种肉类(牛肉、羊肉、猪肉等)和其他菜类最好的調料，从而大大增加公共食堂及家庭日常生活中菜譜的花样，提高食欲和促进体魄的健康。食用菌所含有的蛋白質几乎比各种蔬菜都高；而糖类主要是在菌柄与菌伞中含有肝糖以及蔗糖，但不含有淀粉。而脂肪和脂肪酸主要是分布在子实層里。

尤其重要的是各类食用菌都含有不同种类的維生素：例如，在洋蘑菇子实体里，維生素A、B、C、D(或称甲、乙、丙、丁)全都含有；而在另一些种类中，还发现有烟碱酸和抗糙皮病的維生素PP等。但也有的种类只含有1—2种維生素，例如，蜜环菌和鷄油菌，含有維生素A；草菇的子实体里含有維生素C等。此外，在香菇的子实体里还含有一般蔬菜所缺乏的麦角甾醇，这种物質被人体吸收后，受阳光的照射之后能轉变为維生素D，这种維生素D，对于增强人体抵抗疾病的能力上，起着很大的作用。

不同种类食用菌本身的营养价值固然不同，但人們的看

法也是不一致的。有人把它們看成和肉類一樣；也有人把它們看成和一般蔬菜差不多。茲引証下表加以說明。

表 1 蘑菇和其他菜蔬的营养价值
(根据別洛捷洛夫及伊麦里揚諾夫的材料)

种 类	每百克中含量			发热卡数
	蛋 白 質	脂 肪	糖 类	
洋蘑菇粉	45.0	3.8	20.9	192
美味牛肝菌粉	42.5	12.2	19.4	227
新鮮洋蘑菇	6.4	0.54	3.0	27.4
綠豆	4.74	0.3	10.44	65.4
牛奶	0.6	0.2	5.7	27
白球甘藍	0.1	0.15	4.14	19.5
番茄	0.4	—	2.19	14
馬鈴薯	1.1	0.1	14	65
白面面包	8.0	0.4	45	226
普通牛肉	16.0	3.3	—	95
雞蛋	12.0	11.5	0.5	190
猪肉	1.0	82.0	—	710

由上表中，可見洋蘑菇和美味牛肝菌的蛋白質含量是非常丰富的，几乎高于所有蔬菜和豆类的很多倍。除蛋白質外，蘑菇还含有其他含氮物質，如氨基酸、醯胺态氮化物与氨态氮等。此外，在評定蘑菇的营养的营养价值时，不仅要看蛋白質的含量，还要看它所含蛋白質的可消化率。例如构菌，含蛋白質 8.87%，但可消化的蛋白質却极少；而洋蘑菇的蛋白質可消化率一般則为 50%。蛋白質所以不能全部消化是因为在各

种食用菌的细胞壁中含有不能被人所消化的几丁质的缘故。不同蘑菇蛋白质的可消化率如下表。

表2. 蘑菇蛋白质的可消化率
(据 Морнеру)

蘑菇种类	总氮量	以总氮量为 100			以干物重为 100	
		可溶性氮	不溶性氮	浸出性氮	蛋白质总量	可消化蛋白质
洋蘑菇	7.38	49.3	16	35.9	35.9	16.7
美味牛肝菌*	3.3	53.3	26.3	15.8	15.8	6.3
扁状牛肝菌**	2.19	45.2	26.5	17.0	17.0	9.6
黄皮牛肝菌***	2.51	27.8	30	10.0	10.0	3.8

*белый гриб; **подберезовик; ***Масленок.

关于各种食用真菌的栽培,在我国与世界上其他国家,如苏联、匈牙利、英国、法国等,都在广泛地进行着,它们成了日用蔬菜的一种重要来源。但目前看来,我国及其他国家所栽培的食用菌,还多限于腐生性食用菌,如香菇、洋蘑菇、木耳、草菇等。今后还应当对共生性的食用菌和其他野生食用菌加以深入研究,寻找出其发生发展的规律,这样就可能在山林中大面积的场地上进行露天栽培,获致更大的经济收益。在我国大面积的针叶林、阔叶林及混交林中,迅速发展共生性食用菌和其他野生食用菌的栽培,必将带来极为可观的效果。

食用子囊菌的栽培方面,对羊肚菌与鹿花菌在国外文献中也有成功的报导。所用的方法是将子实体分劈成小块进行播种,或将带有孢子的菌盖放入清水中作成孢子悬浮液,澆洒到土壤上或者播种带有菌丝体的土团。播种之后,要作成畦壟,并用森林的各种腐植质和樅树枝进行复盖,并且要防止畦壟上长出杂草。在第二年春天,就长出大量的羊肚菌和鹿花菌。利用这种方法曾有人在9平方米的面积上,收获了

13—14 公斤的子实体。现在已经查明，羊肚菌的某些种类，最喜欢在火烧迹地上发生。在哇壠上的森林腐植質，是促进羊肚菌和鹿花菌发育不可缺少的因素。我国西南地区，大量分布着这种羊肚菌。至于各种最名贵食菌如猴头 (*Hydium spp.*) 等的人工栽培，更是急待研究解决的重要课题。

第六节 我国食用菌资源的主要种类概况

在我们伟大祖国辽阔的山野、草地和平原上，到处都分布有种类丰富的野生食菌。每当一年中的雨季来临的时候，居住在山林附近的人们，都成群地、欢欣鼓舞地入山采菇，以作鲜菜供应市场或晒干留作冬季食用。在我国西南地区的成都、贵阳和昆明等地，都有着较大的市场，并且持续达两个多月之久。在西南其他市县及乡镇中，每年都有着相当大的生产量。在华北、华东和东北的广大地区，也都分布着各式各样的食菌。在安徽、福建、浙江、江西、四川以及贵州与广西等省(区)交界处的香菇 [*Lentinus Shiitake* (P. Henn.) Sing.] 生产很多且极负盛名。在当地山林地区，人们用砍伐的木材锯成木段放置在阴暗之处专门来栽培香菇。每年的产量很大，并远销到内外各地(图11)。

人工栽培的其他食菌还有银耳、木耳、洋蘑菇和草菇等。草菇在福建、广东、广西等省(区)分布最广，尤以广东的潮汕地区、宜山、乐平一带最为著名。当地用出过菇的稻草作菌种，播种到成束堆叠起来的稻草堆中，保持高温高湿(52—33°C 间，湿度80—90%)以后即行出菇，近年来更发展了专业经营，利用南方盛产的稻草栽菇，成了增加农业收入的新的经济部门。广西僮族自治区平南县官城草菇场，在1958年获得了巨

大的丰收，曾在百斤稻草获得了 306.3 斤的高产，最大的菇朵达 1.32 斤。

草菇 [*Volvaria volvacea* (Bull.) Fr.] 又名苞脚菇，是属于伞菌目中的鹅膏菌科 (*Amanitaceae*) 苞脚菇属 (*Volvaria*)，最初全体为一白色蛋形物。菌伞抽出后，菌柄基部残留下一个脚苞。菌肉白色而细嫩 (图 12)。辽宁省沈阳市蔬菜种子繁育场，1958 年由上海引进这种草菇在夏季于温室栽培已经成

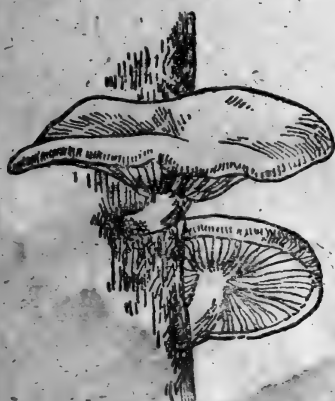


图 11 香菇 (*Lentinus Shii-take*) 及其着生状况



图 12 草菇 [*Volvaria Volvacea* (Bull.) Fr.]

功，这为北方地区今后进一步试栽草菇提供了实际的可能性。

银耳 (*Tremella fuciformis* Berk.) 在西南的四川、贵州和陕西南部，湖北东部最多，其中尤以四川省的万源至南江等处为主要产地。当地人们于秋季或早春，在略有阳光而无风的树林中，砍伐枹、櫟、榲、赤楊等树木，截成木段，排放起来作为种木。自梅雨起至降霜前，树干的裂缝上即有银耳发生。如剥取产过银耳的枯木表皮，于翌春搅碎浸水后，撒于木材上，

即可在其他处培养出銀耳。除銀耳外，該处还分布有黃耳(*Tremella frondosa* Fr.)茶耳(*Tremella foliacea* Fr.)等，含有的营养价值很高，皆为我国寶貴的食菌资源。

木耳 [*Auricularia Auricula-jude* (L.) Schraet.] 又叫黑木耳，也是我国人人喜吃的食菌，亦盛产于四川和貴州等省。其栽培法与銀耳相似，但每年产量远較銀耳为大。

談到我国分布的其他野生食菌，更是数不胜数。最著名的如口蘑(*Tricholoma gambosum* Fr.)，內蒙等地都有出产，五六月間发生于牧场草地上，因其盛产于張家口外的广大地区而得名。

口蘑菌盖白色，菌肉厚，子实体初为半球形，后来展开。菌伞边缘稍向里面凹入，干燥后表面呈现显著的脑迴紋状。菌肉白色，肉質柔軟，味道非常鮮美芳香。又因产地和形状大小的不同，有片蘑和丁蘑等名称，为极其名貴的食菌(图13)。近来我国的一些农业試驗研究机关，正在致力于口蘑人工栽培的研究，預期它的栽培問題不久即将解决。



图13 口蘑(*Tricholoma gambosum* Fr.)

在江南和西南地区的松林下，生长有一种菌体略带淡肉紅色、菌盖破裂时即流出紅色乳汁的美味食菌。这种菌在昆明称之为“松菌”，在江苏的宜兴等地称之为“桃花菌”，而在无錫等地則称“猪血菌”，吉林称为“松乳菌”，在四川則称“谷熟

菌”(在当地于稻谷成熟时生出,因而得名)。该菌的子实体食之稍有辣味,是属于红菇科(Russulaceae)乳菇属(Lactarius)的食菌[*Lactarius deliciosus*(L.)Fr.](图14)。

在辽宁各地山林的松树下,则广泛地生长着另一种“松蕈”,当地人民称作“松伞菇”(Cortinallus edodes P.Henn.),夏季和秋季生于松林下的草地上。菌盖初为半球状,展开后成伞状,菌肉很厚,菌褶紫红色与菌柄相连,开伞后在菌柄上留下一个不太明显的菌环,菌体紫红色(图15)。



图14 松乳菌[*Lactarius deliciosus*(L.)Fr.]



图15 松伞菇(*Cortinallus edodes* P. Henn.)

在上一节已经提到这种松蕈(松伞菇)是与松树共生的。因此,对产这种松伞菇的各地,今后有意识地进行人工撒种与管理,将一定会收到很大的效果。

美味北风菌(*Pleurotus Sapidus* Schulr)则广泛地分布在四川、江苏、河北、浙江及东北各省。这种蘑菇通常是成丛

的生长在闊叶树种的枯木和枯枝上，或生长在活树的死亡部分。东北各省以7、8月发生最多，当地又称作“玉皇蘑”，其特征是老熟菌体的菌盖常十分不整齐，且边缘呈波状，用手拿时，菌盖的边缘甚易裂开。菌盖白色，后变微黄或灰以至淡褐色且染以紫色。菌柄白色，常偏生、侧生間或中生。孢子长椭圆形，无色；但大量孢子群集时为玫瑰紫色。在东北的山区，为采食得最多的一种食菌，味鲜美而带香味。在吉林省的某些林区，常于倒朽的榆树、槭树等闊叶树干上进行人工栽培。此外，在东北的林区，另有一种晚生北风菌，通常叫做黄蘑 [*Pleurotus serotinus* (Schroet.) Fr.] 多在柞、槲、楊等枯死的立木上成簇的发生，市場上称之为“元蘑”，每年产量很大。在云南、四川、吉林、黑龙江等省还分布有一种粗皮北风菌 [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Fr.] 也有人叫蠔菌或冻菌等。这种食菌多在秋季才开始生育且很容易与上述二种北风菌相混。但粗皮北风菌的菌盖最初为暗灰色，以后则变成淡灰色至黄色。孢子群集时为白色，借助此二点可与其他北风菌进行区别。以上各种北风菌皆可用人工鋸屑栽培。通常所说的平菇，即指这种粗皮北风菌。

此外，蜜环菌 [*Armillaria mellea* (Vahl) Fr.] 则广泛分布在辽宁、吉林、黑龙江等省，在辽宁省又称作“榛蘑”或“花脸蘑”，多在夏末及秋季生长在山林里的榛树和柞树之下，或生在老树桩及死树的基部，也有时生长在活树上。这种食菌多数成丛的发生，菌柄基部与其黑色的根状菌索相連。菌盖表面常具有暗褐或微黑色的直立鳞片，形同花脸。这种食菌如果在活树上寄生时，能够造成木材腐朽，因之在林业上它是一种有害的菌类(图16)。

又如在辽宁等省的山地还分布有一种珊瑚菌，或叫扫帚

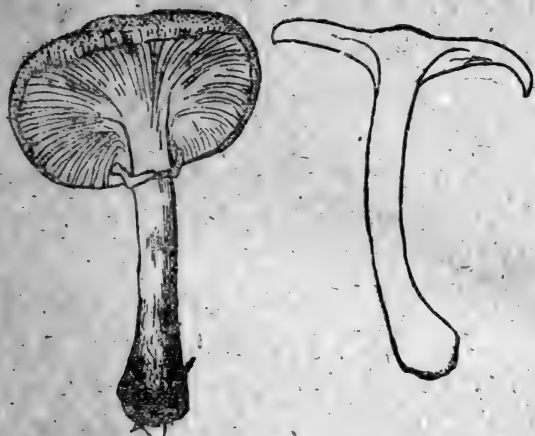


图16 花脸蘑 [*Armillaria mellea* (Vahl.) Fr.]

菌 (*Clavaria botrytis* Pers.) 也是很好的食用菌。菌体呈扫帚状, 这种菌在我国的山地是秋季发生, 而在深山中常于夏季发生 (图17)。

享有极高声誉的猴头蘑 [*Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr.], 在我国西南和东北也有分布, 是属于齿菌科 (*Hydnaceae.*) 的食菌。因其子实体为头状, 所以名叫“猴头”。在辽宁省各地则是生长在蒙古柞等树木的下面。

在我国的西南则有著名的鸡纵菌 [*Collybia albuminosa* (Berk.) Petch.], 又叫“伞把菇”, 雨季中发生在田



图17 扫帚菌 (*Clavaria botrytis* Pers.)

野中的白蟻窩上。菌蓋呈圓錐形，表面黑色，黑褐色或微黃色，或呈花皮狀，易于破裂。菌柄細而長，菌肉白色。根據前人研究，這種菌的生長發育和白蟻有着不可分的關係。

在昆明地區還有一種草雞縱 (*Amanita Manginiana* Pat. et Hariot.)，以夏秋兩季發生最多。其形態和雞縱菌相似，不同處是草雞縱菌柄上具一個大型膜質的白色菌環，菌柄基部具有杯狀的菌托。

在東南、例如福建北部山區則生長着一種大紅菇 [*Russula rubra* (Kromb.) Bres.] 具有鮮紅的菌傘，是屬於紅菇科 (Russulaceae) 的食菌。紅菇科的另一種著名食菌則稱青頭菌 (*Russula virescens* Fr.)，生長在各種類型的林內地上或小樹林內多草的地方。在我們的雲南、遼寧、吉林和江蘇等省都有分布，多於秋季發生。菌蓋青綠色，老熟時菌蓋呈中心凹形，邊緣有溝紋，故名青頭菌。味美稍帶甜，在雲南視為珍品。

在雲南和四川一帶，由於氣候溫和，雨量充沛，牛肝菌 (*Boletus* spp.) 更為繁多，其中大部分的種類是食用牛肝菌，例如美味牛肝菌 (*Boletus edulis* Bull. ex Fr.)，黃皮牛肝菌 (*Boletus luteus* L.) 等 (圖18)。這一類食菌的特點是菌肉很厚，子實體為無數小孔的多孔體，菌蓋有淺黃褐、紫、橙等色，大多數是牛肝菌屬 (*Boletus*.) 的各個種和變種。在遼寧也生長很多種類牛肝菌，因其菌蓋常在濕潤時粘滑，當地叫“黃粘團團”。

在江蘇、浙江、雲南、福建及東北各省也分布有雞油菌 (*Cantharellus cibarius* Fr.)，菌體銻黃色，菌蓋中心凹形，呈漏斗狀，邊緣波狀而帶淺裂，菌褶垂生，菌柄粗短。老鄉又稱作杏菌或雞蛋黃，是一種風味與氣味皆美的食菌 (圖19)。



图 18 美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull. ex Fr.)



图 19 雞油菌(*Cantharellus cibarius* Fr.)

在辽宁、河北、山西各地的草地上及有机肥料丰富而低湿的田地上，则生长着鬼伞菌属的食菌毛头鬼伞 [*Coprinus comatus* (Fr.) S.F.Gray]，菌体初为圆筒状，常成簇发生，但亦有单个生出者。菌盖上有明显的反卷毛。菌体肉质白色，质地细腻，后期菌盖边缘变粉红色。这种食菌只在幼嫩时可采集鲜食或用沸水煮过后晒干；如若任其开伞或采集后即行干燥，则因菌体随着成熟迅速潮解成墨汁状液体滴下而不能保存(图20)。

生长在我国南方竹林下的竹荪 (*Dictyophora phalloidea* Desr.)也是担子菌纲中的重要食菌。竹荪的菌体呈笔状，顶上有钟状的盖部，盖下有白色的网状部。菌体的最上端有一

枝腥臭而带粘液的笔头,在5—6月間发生最多。食用时是将腥臭的笔头部分切去,然后烘干或晒干食用(图21)。

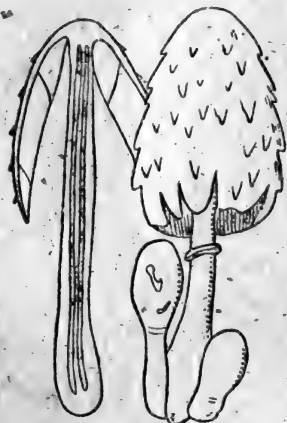


图20 毛头鬼伞 [*Coprinus comatus* (Fr.) F. S. Gray]



图21 竹蓐 *Dictyophora phalloidea* Desr.)

在我国西藏地方的松林中,生长着依木特絲膜菌 (*Cortinarius emodensis* Berk.), 藏胞称作“荣格拉, 察木”或“翁拿劳”,也是伞菌科的一种美味食菌。

子囊菌中的食菌在我国也分布有很多种类,其中最为著名的如羊肚菌 (*Morchella esculenta*) 在西南的四川等省生长很多。其他还分布有鹿花菌 (*Gyromitra esculenta*)、馬鞍菌 (*Helvella elastica*)等,已如前述。

由以上几个例子,不难看出,我国各地所分布的野生食菌种类是非常丰富的,無論在各省各县各乡,都生长有当地著名的野生食菌。由于名目繁多和缺乏系統調查資料,其种类多少,目前还无法估計,但有人报导仅伞菌科中即有200种左右可供食用的种类。如果把我国各类食菌加在一起,显然必将远

远超过这一数字。为此,各地的栽菇家、栽菇爱好者和研究者们,应对当地的各种食菌,广泛地收集和研究,对野生的各种食菌进行人为的管理或栽培,这不仅有利于早日查清我国的食菌资源,并且能为不断提高我国各族劳动人民的日常菜食水平,提供巨量的产品财富。

以下将分章介绍洋蘑菇的形态特征和特性,及其栽培方法。

第二章 洋蘑菇的栽培

第一节 洋蘑菇的营养价值、 栽培历史和近况

洋蘑菇原来也是野生的，在我们祖国的田野间也自生有很多种类，如普通蘑菇 (*Psalliota campestris* L.) 和草地蘑菇 (*P. pratensis* L.)，特别是在西南的成都和昆明等地，春夏之交在雨后发生很多。

洋蘑菇含有的营养成分是非常丰富的。据苏联科学家最近的分析：新鲜蘑菇含蛋白质 6.4%，脂肪 0.54%，糖类 3.0%，其他如磷、钾、钙、铁等矿物质也很多；特别是维生素 A. B. C. D 全有，这些维生素是人类所不可缺少的。

分析资料指出，蘑菇所含有的蛋白质，几乎高于所有的蔬菜和豆类的很多倍，除蛋白质外，洋蘑菇还含有其他的含氮物质如氨基酸、酰氨态氮化物等。洋蘑菇蛋白质的可消化率约为 50%，所以说蘑菇是一种营养价值很高、味道鲜美、毫无毒害的食菌。用这种蘑菇能够作出多种多样美味可口的菜蔬和多种加工制品，如罐头等。

人工栽培洋蘑菇是在 1707 年前后(法国路易十四时代)，由法国巴黎附近的劳动人民首先栽培的。最初他们栽菇的方法是把野生在牧场草地和堆肥场等处的蘑菇菌丝体收集起来，取回埋植到培养料里。这种原始方法，一直延续了很长的

時間，后来，由于科学的发展和生产的需要，到 1893 年康士坦丁和馬特里遜(Costantin and Matruchot)发表了孢子发芽培养法；到 1902 年又有人(Dugger, 1902 年)提出了組織分离培养法，由此，才使洋蘑菇的栽培走上了更加科学发展的阶段。

二百年来，各国劳动人民栽培洋蘑菇积累了极为丰富的經驗，在栽培技术上，已經达到了能百分之百的控制这种食菌的生长和发育。苏联和欧洲的社会主义兄弟国家，不但栽培面积最大，并且技术先进。例如：苏联很早就在各大城市——莫斯科、列宁格勒、基輔、哈尔科夫、里加、敖德薩、頓河岸的罗斯托夫、基士涅夫、諾夫哥罗德等栽培了蘑菇，并早在 1932 年就对蘑菇进行了大規模的科学研究工作，科学研究的結果更加明确和大大地改进了蘑菇栽培的农业技术，所以，在栽菇的过程中，我們特別应当广泛地向他們学习。

在亚洲的日本，栽培洋蘑菇則在大正年間。

我国劳动人民栽培洋蘑菇的年代是比較晚的，这完全是旧中国半封建半殖民地的社会制度和三大敌人的殘酷压迫所造成的。最先是在 1932 年于上海引进菌种进行少量的栽培，但由于国民党反动派的殘酷統治，十多年来洋蘑菇的栽培发展极其微小，只局限在上海等地；而且生产出的蘑菇不能自食，要以之供給帝国主义在中国的代理人来享受。相反，在解放以后的新中国，由于党、毛主席和人民政府的英明领导和关怀，洋蘑菇的栽培象雨后春笋一样地在全国发展起来了。1956 年农业部門在北京开办过專門訓練栽菇人員的技术訓練班，栽菇地点也在逐漸增多，特別是在全国工农业生产大跃进以来，在党的“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫照耀下，各地兴办的栽菇場更形增多。現在，不但在沿海的上海、天津等地进行栽培，就是在內地的內蒙古自治

区、沈阳、哈尔滨等地也在大量引种栽培。

洋蘑菇栽培在东北各省的发展也和全国一样地迅速发展,不仅沈阳在大量栽培,而在旅大、安东、辽阳、北至黑龙江的哈尔滨、牡丹江,都在非常注意这种新的经济事业。有的栽培部门还附设了加工厂,进行制罐和其他加工,以供应我国各族劳动人民日益增长的生活需要。

第二节 洋蘑菇的形态特征、 分类地位和生活史

洋蘑菇又称作普通蘑菇、环草菇或西洋蕈,前面已经提过它是担子菌纲中的高等真菌。在植物分类学上的地位是属于真菌门、担子菌纲伞菌目(Agaricales)伞菌科(Agaricaceae)环伞菌属(*Psalliota*),这一属中有许多种类,有的可食,也有不可食。

在苏联洋蘑菇有四种,即普通蘑菇(*Psalliota campestris* L.)、田野蘑菇(*P. arvensis* L.)、林蘑菇(*P. silvestis* L.)和草地蘑菇(*P. pratensis* L.)。

其中尤以普通蘑菇的栽培最为普遍。在我国上述种类都有分布,但人工栽培的也是普通蘑菇,因此,下面重点的来谈普通蘑菇。

普通蘑菇的学名是 *Psalliota campestris* L., 有纯白、黄白、褐色等品种,我国各地栽培的只有纯白的一种。

洋蘑菇也是由两种器官组成的,即地上部分的子实体和地下部分的菌丝体,通常把子实体称作“蘑菇”。

洋蘑菇地上部分的子实体成熟时,整个形状象一把撑开的雨伞状,由伞盖、菌柄、菌环等构成(图22)。

1. 伞盖 为白色,表面光滑有如白绢状,初期伞盖呈球形或半圆形,随着幼菇逐渐发育,逐渐展开成为伞盖状;如为褐色或黄白色的品种,此时则现出颜色。伞盖部分菌肉很厚,菌肉也为白色,是供食用的主要部分。

2. 菌褶 在伞盖下面呈片状象伞幅的部分叫菌褶,从菌柄上端的周围呈放射状向外射出。菌褶有长的有短的,相互交替排列。菌褶初期是粉红色,到老熟时变为深紫褐色。在这些片状菌褶的两侧生有许多棍棒状的担子和不孕细胞;在每个担子的先端生有二个或四个微小的小柄叫担子柄;每个担子柄的顶端生有一个担孢子。洋蘑菇每个担子上只有两个孢子(图23)。

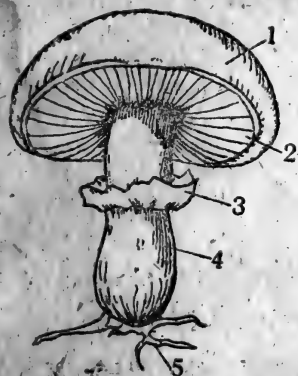


图 22 洋蘑菇的形态

1. 伞盖; 2. 菌褶; 3. 菌环;
4. 菌柄; 5. 根状菌索。

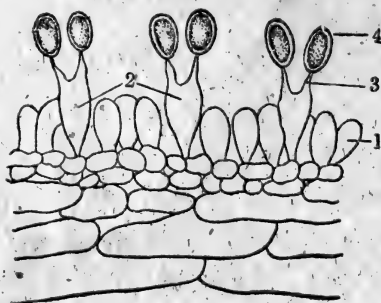


图 23 洋蘑菇菌褶横切面

1. 幼嫩担子; 2. 成熟担子; 3. 担子柄; 4. 担孢子。

3. 菌柄 菌柄坚硬,白色或灰白色,着生在伞盖下面的中央,菌柄与菌褶的基端是分离的。菌柄在伞盖未展开前短而粗,且中心充实,随着伞盖的展开逐渐伸长。发育良好的菌柄

可达5—12厘米长,直径可达3—5厘米,并稍有点空心。

4. 菌环 菌柄的上部环生着一层薄膜包围着菌褶,当伞盖展开时,这层薄膜膨破,一部分附在菌伞的边缘叫作“菌幕”;另一部分残留在菌柄上成一环状物,这个环状物称作“菌环”。洋蘑菇的菌环是一重的,就是因为有这样一个菌环,所以又有人把洋蘑菇叫做环草菇。具有菌环也是环草菇属的基本特征。

5. 孢子 洋蘑菇的孢子很小,为褐色椭圆形,大小为 $6.3-7.6 \times 4-5$ 微米,需要借助于显微镜放大之后,才能看得清楚(图24)。每一个子实体产生着大量孢子,据植物学家的计算,洋菇属(Psalliota)一个子实体可产生16,000—1,000,000个孢子。当其自然降落到白纸上以后,能够在纸上形成辐射状的褐色“孢子纹”。

这种很小的孢子,就是蘑菇的有性繁殖器官,它们的功用相当于高等植物的种子。野生在森林中或草地上的蘑菇,当其菌盖展开后,成熟的孢子就

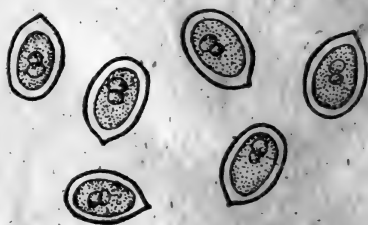


图24 洋蘑菇的孢子

由菌褶的担子上掉落下来,随风飘蕩到各处,然后降落到地上,一当孢子遇到温度、湿度合适,就萌芽生长而成为菌丝,由菌丝进一步生长发育就形成蘑菇,所以野生的蘑菇是天然播种而生长的(图25)。

蘑菇的地下器官是菌丝体,它是孢子发芽生长成的绒毛状物。菌丝有分隔,自分枝很多。菌丝不但能由孢子发芽长成,由子实体上的任何一部分组织也可以长出菌丝体,纯菌种



图 25 洋蘑菇孢子的发芽

制造中的組織分离培养法就是根据这个道理而来的。

由于蘑菇都没有分生組織，因此菌絲的生长是在菌絲尖端部分的細胞进行。菌絲尖端部分細胞的特征是較正常菌絲为細而有弯曲，且富含原生質內含物。在显微镜下很容易看到蘑菇的菌絲是厚度为 1—10 微米的細胞，一个連着一个成为长絲状(图 26)。

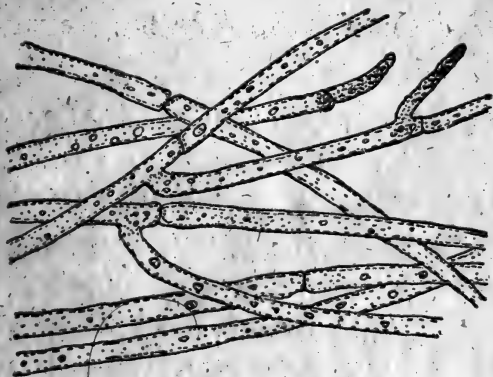


图 26 洋蘑菇的菌絲(注意菌絲的分隔部位和尖端部分的状态)

从孢子发芽长出的絨毛状菌絲，进一步生长发育，有的则长粗成为棉綫状，这种棉綫状的菌絲叫菌絲索，它們是繩索状空心的小管，蔓延在培养料和复土層里。在复土層中的菌絲

索,有的在其上的一点膨大成小瘤状物,并由小瘤状物逐渐生长发育就成为子实体——洋蘑菇。在培养料中的菌丝担任着为子实体输送水分和营养物质的作用。由此可以看出,菌丝体发育的好坏,与出菇的早晚和产量的高低有着密切的关系(图 27)。

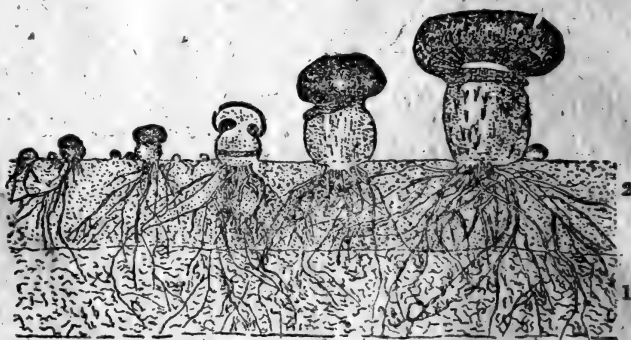


图 27 子实体的形成及发育(M. A. Панов 原图)
1. 培养料; 2. 复土层。

从一个担孢子发芽长出菌丝,菌丝生长发育成菌丝索,菌丝索则发育成为子实体,子实体上又生长出千百万个担孢子,象这样的循环过程,便是蘑菇的生活史或叫生活周。

不了解蘑菇生活史的人,对人工能够栽培蘑菇是不相信的。从前就有不少人常说:“有钱买不到蘑菇种”,“蘑菇只能林野生”等。其实了解了它的生活史以后,就一定不会再存在这种神秘观念了。因此说:“越了解自然,就越能驾驭自然”。

第三节 洋蘑菇的生物学特性

蘑菇这种植物,生长发育所需要的外界环境条件也是很

复杂的。栽培蘑菇时，只有当我们根据它的特性去满足它的要求时，才会获得满意的结果。根据中外科学家的研究和我们的观察，谈谈主要的几点：

(一)营养 洋蘑菇是一种腐生菌，多生长在牧场、草地和堆肥场的植物残体或厩肥上。由于它不能进行光合作用，完全要依赖培养料中的营养物质来营养自己，所以培养料里含有的营养成分和培养料的发酵调制是非常重要的。培养料由于调制的时候，通过了复杂的微生物学过程，不仅使物理性状变好，并且使培养料里的有机物分解为适于蘑菇生长发育的需要。如果培养料不经过一定的堆积和发酵，则蘑菇的生长一定不会良好。

在蘑菇生长发育所需要的营养物质中，糖类和含氮化合物是非常重要的。糖类中包括葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素、半纤维素和木质素等，尤其是纤维素和木质素的作用更大。因为蘑菇能通过自体分泌相应的酶或有机酸类等来分解和利用这些物质。

例如，蘑菇的菌丝体也能分泌出有机酸类——酸模酸和其他有机酸，借助于这些酸类的帮助，蘑菇能分解吸收更为坚固的碳源——木质素，这种作用在朽木上生长的食菌中看得最为明显。

又如特列绍夫(Трешов)在自己的工作中曾指出：戊糖、已糖、双糖、某些有机酸和木质素，是蘑菇很好的碳源。按照他的资料：淀粉、菊糖、酒石酸盐和苹果酸则是不好的碳源。他又指出：真菌也能从含氮的化合物中来吸收碳素营养。

蘑菇的氮素营养也极为重要，蘑菇的丰产常常是在那些含氮丰富的营养基質上才能出现；并且在含氮物质分解的时候，还适当的提高了营养基質的温度，这也有助于蘑菇的生长

和发育。所以在人工栽培蘑菇的时候，常常选用含氮丰富的、饲养过燕麦、麸皮、豆饼或其他精饲料而获得的厩肥；并在堆积调制的时候，往往还添加尿素、血粉、铵盐等以增加培养料中的氮素营养。

蘑菇氮素营养最好的来源是蛋白质，蛋白胨和氨基酸。蘑菇在吸收蛋白质的时候先用蛋白酶，把蛋白质分解为蛋白胨和蛋白腓，以后再分解为氨基酸和氨。庫尔沙諾夫(H. Л. Курсанов)指出：这种蛋白酶在蘑菇体内是很活跃的。

蘑菇也能由无机氮源中吸收氮素，特别是铵盐，所以在国外的实践中，在堆积培养料时也有加入硫酸铵的，并且也获得很好的效果。

另外，蘑菇同样也需要很多种的矿质元素，如钾、镁、硫和磷等。缺磷比缺镁、硫和钾的影响为大；也有人指出蘑菇最需要的矿质元素是钙。

在蘑菇的灰分里，还含有钠、铝、硅、氯和其他元素等，但它们对蘑菇是否需要还没有证实。

天然物质中马厩肥比较全面的含有上述物质，且有很好的酿热性。因此人们常常是利用马厩肥（包括马、骡）掺合一定比例的藁秆、落叶锯屑等来栽培蘑菇。然而，近年来由于栽培技术的进步，有的人用人造堆肥来栽培蘑菇，并获得了很好的结果。但后者由于堆制的方法复杂和成本昂贵，目前还没有达到广泛应用的阶段。

(二)温度 野生蘑菇的菌丝体长年生活在野外，它们比栽培种的蘑菇能耐过更高的低温，甚至超过零度以下亦不死亡。实验室培养出的菌丝，它们却表现得相当脆弱，根据苏联试验在零下5—7°C的房间里2天就失掉生活力。

蘑菇的菌丝体在4—30°C范围内都能生长，但以25°C左

右最为适合，太低太高都是不好的。为此引証下面的資料加以說明：

表 3 不同温度对菌絲生長的影响(Громов, 1957)

温 度(°C)	一晝夜內菌絲增長的長度(毫米)
10	0.5—0.7
15	1.8—2.0
20	3.7—4.3
25	5.5—6.2
30	2.2—2.5

从这个資料里明显的看出：菌絲体在 25°C 时生长最快，30°C 时生长速度反而降低。因此，在栽培蘑菇时，在菌絲体生长阶段，以保持 20°C 的温度最为适合，温度高菌絲体生长虽快，但较为稀疏軟弱，生活力反而不强。

蘑菇在形成子实体时，则需要低一些的温度，一般以 12—16°C 的温度內，子实体发育得快而肥壯。温度太高时，形成的子实体菌柄长，菌伞小，产量不高且品質低劣，但温度太低则生长极为緩慢。

蘑菇孢子发芽最适当的温度是 25—27°C，所以在用孢子发芽法培养純菌种时都把試管放置到 25°C 的恒温室里培养。

(三)湿度 这里所談的湿度是包括培养料湿度和空气湿度两个方面。大家知道，蘑菇子实体里大約含有 86—90% 以上的水分，因此在它的生长中，不仅要求培养料要有足够的湿度，也要求空气中有足够的湿度。

蘑菇培养料最适当的湿度，說法不一；且因培养料种类不同，湿度也无固定标准。有人說含水 55—65% 最好 (Д. И.

Латсев, 1958); 也有的說 45—55% 最好 (Громов, 1957); 而在我們的實踐中觀察到以 60% 左右最為適合。如果培養料的濕度不足或過高時都要進行適當的調節。過濕的培養料播上菌絲，是不能成活的，或者生長很弱甚至很快死亡。

復土層的濕度，對蘑菇的生長發育也有很大的影響。復土層中濕度太低時，菌絲體和幼菇的發育不好；特別是在形成幼菇時，更應保持復土層具有適當的濕度。如果這時復土層過干，不但影響幼菇出土，且菇的品質瘦弱，產量降低。因此要求在管理中，進行適當的澆水。

至於栽培室的濕度，則應經常保持在 85—95% 左右。這樣可防止復土層干燥，也利於蘑菇的正常發育和出菇。但如果濕度再高則容易誘發病蟲災害和使蘑菇的生長造成畸形。

(四) 空氣 蘑菇栽培家都非常重視栽菇室內的換氣，這是因為蘑菇的生活和高等植物不同。高等植物一方面在呼吸作用中吸收氧氣放出二氧化碳；另一方面在光合作用中又吸收二氧化碳放出氧氣。這裡不难看出，氧氣和二氧化碳氣是相互交替利用的。而蘑菇卻不同，前面已經提過，它沒有葉綠素，不能吸收二氧化碳；而在新陳代謝過程中卻一直是吸收氧氣、放出二氧化碳，所以栽培室里二氧化碳越集越多，而這種氣體對蘑菇則是有害的。

大家知道，大氣中二氧化碳的含量是空氣容積的 0.03%，如果二氧化碳的數量增加到 0.3—0.5%，對高等植物不但沒有為害反而有利，但對蘑菇菌絲體的發育和結實則產生嚴重的抑制作用。

另一方面，由於培養料是由馬糞、糞穉等有機物調制而成。這些物質在栽培室內也還會繼續進行一定的發酵，也會

不断的放出有害的气体 CO_2 、 NH_3 甚至 H_2S 等。

在培养料复土以后，更使培养料和复土层内郁集的二氧化碳数量增加。因此在栽培蘑菇的时候，室内要特别注意经常通风换气。同时也必须提到，各种霉菌和蘑菇病害的病原菌，也都喜欢在空气流通不良的条件下生长，所以作好通风换气，不仅利于蘑菇的生长和发育，并且能减少霉菌和病害的发生蔓延。

(五) 光线 蘑菇不能进行光合作用，所以它在生长发育的过程中，一般来说是不需要光线的。野生的各种蘑菇，大多生在林荫之下，亦与不需要光线有关。例如：自然界中生在阴暗处的蘑菇，菌肉肥厚且开伞迟；生长在阳光下者，菌肉薄且开伞早。在向阳地的野生菌，通常是在地下完成其大部分发育，然后再迅速的长出土面。人工栽培时，也曾观察到类似的现象，即在完全黑暗的房间，幼菇均在菌床表面产生；若在明亮的房间，则幼菇常是在复土之下顶出。

对洋蘑菇来说，它不仅不需要光线，并且一經强光的照射，会使菇体表面硬化，颜色变黄，失去在暗室中的洁白、柔嫩的品质。因此，无论在露天或保护地栽培蘑菇时，都要防止光线的射入。但也有不少种类的蘑菇需要一定的散射光，如平菇等。

(六) pH 值 蘑菇和其他真菌一样，以在弱酸性到中性的条件下生长得最好。最适于蘑菇生长发育的培养料和复土的 pH 值，是 6.5—7.5，而过酸过碱都是不相宜的。因此，培养料在入床之前，必须将酸碱度调节合适。为了达到这个目的，在堆积培养料时，施入石膏粉或熟石灰粉以降低培养料酸性是有益的。至于复土，也应当注意到选择酸碱度适中的各种土壤。

根据瓦克斯曼的資料，孢子发芽最适宜的酸碱度是pH 6.4—6.6。这个数据在制备各种培养基时是有参考价值的。而特列紹夫則指出：培养料最适当的pH值是6.8—6.9；但菌絲体在pH 4—9的範圍內都能生活。

在栽培蘑菇的實踐中，人們常使培养料成为弱碱性反应(pH 7.5)，这不但能防止其他真菌的滋生，蘑菇的菌絲体也能正常发育；并且随着蘑菇菌絲体新陈代謝的不断进行，菌絲体会分泌出各种有机酸类而使pH值降低到最适当的水平。

(七)生物条件 由于洋蘑菇的菌絲生长較緩慢，因此它对杂菌的抵抗作用是非常弱的。杂菌中，尤其是有一种速生的毛霉菌(*Mucor. spp.*)，菌絲灰白色，很象蘑菇的菌絲，且生长极快，在制造洋蘑菇菌种和栽培平菇时为害很大，要加意防除。

洋蘑菇栽培中，发生的各种病原菌、腐生菌和杂蕈(如*Coprinus spp.*)及各种害虫为害也很严重。所以在栽培室中，一定要注意清洁卫生和通风换气，病虫害一經发生就要及时防除。

第四节 洋蘑菇的栽培法

蘑菇栽培是我国新兴的园艺事业。虽然随着人民生活水平的提高这一栽培部門必将迅速的发展，但仅就目前的栽培經驗看来还是很不足的。因此，这里只能将一般的栽培技术結合我們栽培实践中的体验加以概括的介紹。至于創造蘑菇高产的栽培技术問題，还有待广大园艺栽培家們在实践中的摸索。

一、栽培場及其設備

按着生物学的原理，蘑菇是在适当的外界条件下进行露地栽培的。据文献記載，英国南部的温暖地区露地栽培頗为盛行；东北的安东进行露地栽培也得到初步成功。这种栽培方法在条件适宜的地区确为今后扩大蘑菇栽培的方向。

但到目前为止，由于某些栽培上的自然因子人們还不能完全控制，在广大的地区进行露地栽培还有很多困难，因此保护地栽培仍为中外通用之方法。所謂保护地也就是可以人为控制栽培条件的栽培場。

从蘑菇的特性看来，它特別喜欢阴湿凉爽。故一般的洞穴、隧道、采石場、地下室、旧屋、倉庫等稍加改进使其具有加温、降温設備、通风設備、水电設備等即可用以种菇。在条件允許时亦可特建栽培場。按着“由小到大、由土到洋”的勤儉办事的方針，我們应当提倡利用一切現有条件来发展蘑菇生产。

栽培場的種類很多，但綜合起来应当具备以下特点：

1. 可避免因寒暑影响使室温产生急剧之变化及因风雨襲击而造成損失。
2. 具有良好的通风設備及可以平穩、均衡供温之加温設備。
3. 可防止病菌、害虫的侵入，便于室内各种操作进行。
4. 室内外运输便利。在栽培場之外应有一缓冲室，用以盛装农具、藥品及防止病虫之直接侵入。
5. 四周清洁，有足够的培养料的堆积場。
6. 可以避免强光直射。

(一) 洞穴栽培場 隧道、采石場、天然地洞等均称为洞

穴。这些地方四季之中温差很小，在温暖地区可保持温度在 $12-20^{\circ}\text{C}$ 之間。对这类现成場所之利用不但十分經濟，而且可以常年种菇。在一般情况下如管理得当，因其四周较为严密，病虫害发生也大为减少。

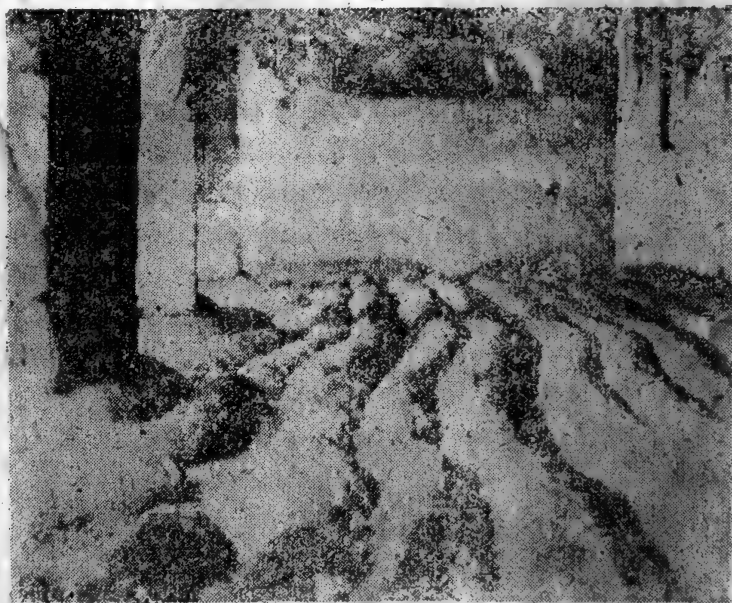


图 28 洞穴栽培場

但其缺点是：多数洞穴均过于阴湿而且通风不良常常会影响蘑菇正常之生长。故在应用此类栽培場时必须要在洞頂及門窗处装設相当数量的旋轉式或木制的曲折式之换气孔。此外，还应做好防水防鼠工作；在洞門附近挖好排水沟清除杂草；在洞穴里外噴射适量之 666 等药剂。这样就可以基本上消灭水患和减少害虫的发生。

在寒冷地区如冬季出菇期間穴內温度降至 10°C 以下时，

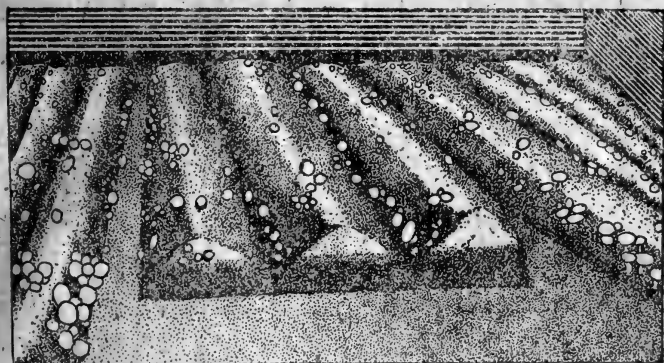


图 29 洞穴中之三壟式栽培

則應增設可以供溫的加溫設備。

洞穴改建好以後，應在其中設置與其內部地勢相適的菌

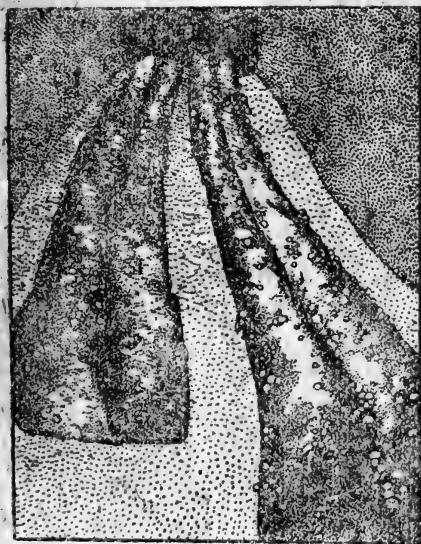


图 30 采石場中之二壟式栽培

床。多数洞穴高度低地势不平，故为节省木料降低成本及适应地形的具体条件，以采用二壟式或三壟式的壟式栽培最为合适。二壟式的作壟方法是：先在下边做成压实后宽140厘米，高10—15厘米之厩肥层；后在其上作两条宽50—60厘米，高40—50厘米的壟，壟距是20—30厘米（因壟角太直常造成复土下流及子实体之挤压现象）。将壟筑实，即可进行室内消毒播种（图28、29、30）。

（二）人工窖室栽培场 半地下之土温室、地下室及菜窖等也具有上述栽培场之特点，稍加修改即为良好的栽培场。

城市楼房之地下室，结构牢固，室内温湿受季节影响亦小，用于种菇实为理想。在这种栽培场内可依具体情况设置畦床、层迭式菌床或采用箱式栽培及壟式栽培。

畦床之宽度，如两边作业可达2米；单面作业时以1米最为方便。床高通常为20—25厘米，床边可用木板制作或以泥



图 31 畦床

土堆砌。其內裝以培养料。为了增大床之表面多把培养料装成当中凸起的弓形(图 31)。

在苏联有的采用以培养料筑成的沒有床框的寬平畦，其高度为 25—30 厘米，宽度为 1.25—1.5 米(图 32)。

除此以外，还可采用箱式栽培。这种栽培方法的特点是：搬运灵活且便于机械化和病虫害之防治，发现病虫可随时进

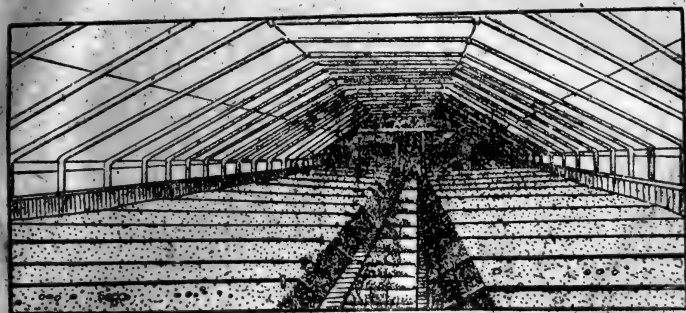
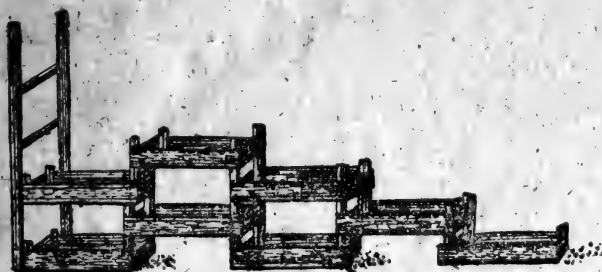


图 32 苏联的寬平畦栽培

行单独隔离。为了搬运方便，木箱之大小多为：100×50×20 (厘米)。箱之堆积方法大体上有两种 (图 33)；層距为 50 厘米。除特做之木箱外，普通廢旧木箱也可应用。



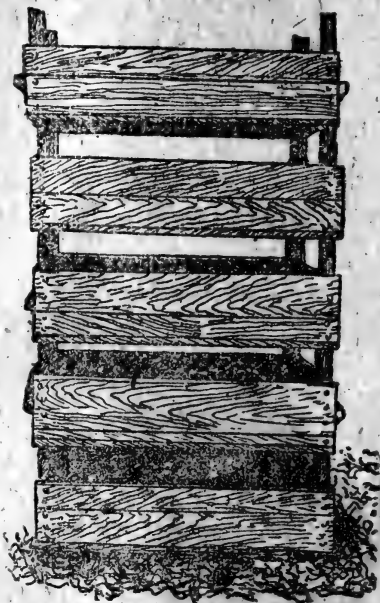
(1)

在屋頂較高的房間里也可採用層迭式之菌床(圖34)。這種菌床可以充分利用空間面積。床寬以工作方便為度，床的深度多為20—25厘米；層距50厘米。

採用多層菌床時，因受培養料之壓力很大，因之應選用較堅固之木料作為菌床材料。

半地下式的土溫室、菜窖用於種菇時，應注意溫度及空氣之調節。在具有玻璃吊窗較多的溫室中應具有較厚的保溫遮光之草帘子以備必要時復用。這裡採用菌床的原則基本同前。

(三)現有房間改建之栽培場，用舊屋、倉庫種菇，屋頂應增設百葉窗或旋轉式的通風設備。在房間下邊每隔1米設一啓閉式之排氣孔。在較冷的北方，冬季應特別注意搞好加溫及保溫工作。據過去經驗，採用火力加溫時，房間不大可沿地面搭一條地下火道。房間很大則應設置火道數條。從東北的氣



(2)

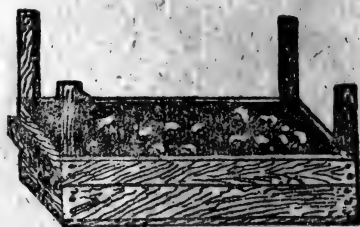


圖35 菌箱排列方式

1. 品字排列菌箱； 2. 層式排列菌箱。

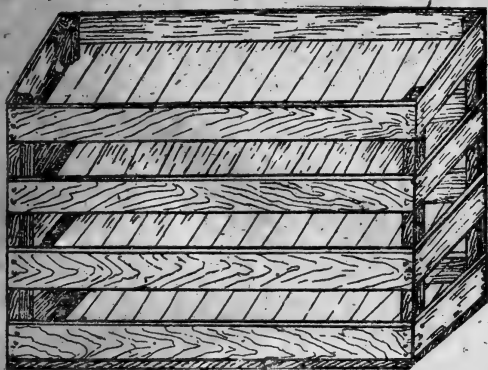


图 34 重迭式菌床

候条件看来,这种地下式火道的加温设备,可以较理想的提供蘑菇生长所必需的温度。

(四)特建种菇场 在经济条件及建筑材料充足的条件下,可特建理想之栽培场。这种栽培场应当完全具备前边所谈之特点。

特建栽培场在形式上有地上式(图 36)、地下式及半地下式(图 35)三种。后二者保温良好。但因无法安设地窗,通气较差;因而多在特别寒冷之地区采用;温暖地区仍以地上式之栽培场最为合适。

这里所说的“特建”,其含意并不是要建栽培场就非得采用钢筋水泥达到百年大计不可,而是要求从建筑物本身的特点来看,能够满足蘑菇生长发育之要求。

栽培场的修建以泥土砌墙,藁秆做盖,不但省钱而且适于栽培之要求应大力提倡。

在特建栽培场之屋顶应沿房脊之顶端设置通风百叶窗,沿地面上方 40—50 厘米处每隔 1 米安装启闭式而装有细纱

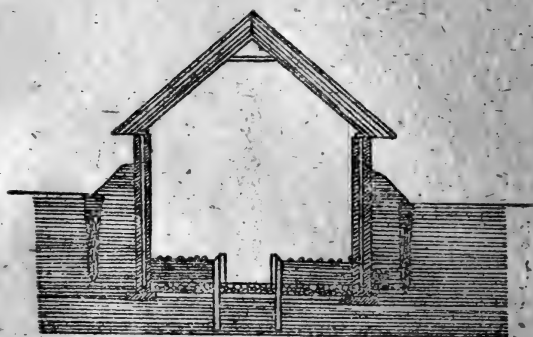


图 35 半地下式栽培场

网的地窗若干个。冬季室温可降到 10°C 以下的地区应装设可以调节的气暖或水暖设备。如采用火力加温，其炉门应安在室外。室内火道之分布，应以达到可均匀、平稳供温为原

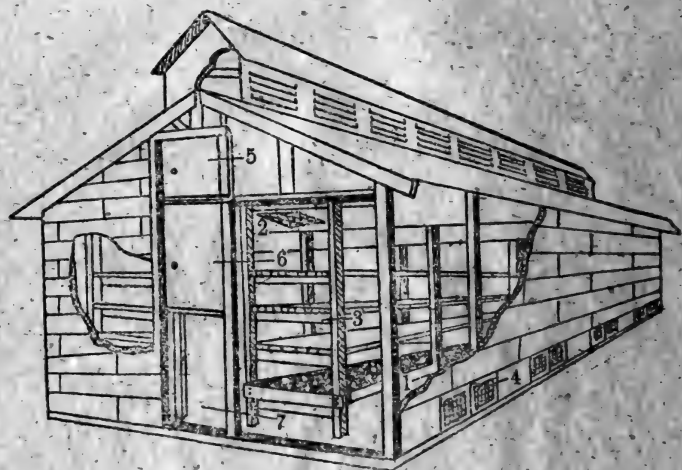


图 36 地上式特建栽培场

1. 百叶窗； 2. 排气窗； 3. 菌床； 4. 地窗； 5. 6. 7. 门。

期。据沈阳地区之經驗，以地下式火道效果較为良好。火輪加温时常产生供温不勻及忽冷忽热之現象。采用地下式火道时其火道壁的厚度必須适当，过厚常会造成放热太少，因而室温过低；太薄也会产生相反的情况。此外还要特別注意防止冒烟的問題。

在較理想的栽培場中除具上述的条件外，还应有一定的水、电設備。

为充分利用这种理想栽培場之空間，多在室內装設易于拆卸的層迭式之菌床。菌床層数的多少，可按屋頂之高度决定，一般为4—6層。

(五)温床栽培 上边所談的均是主要栽培場。但在温暖地区及对温床温变之調节較有經驗的地区，亦可利用半露地性質的温床栽培(图37)。这种栽培的特点是：利用培养料的一定的发热能力及太阳的幅射热来供給蘑菇所必需的温度。此种栽培的优点是設備費用低；缺点是易于受外界环境的影响而使床内的温度产生急剧之变化，因此在較寒冷的北方尚不能广泛的推广。

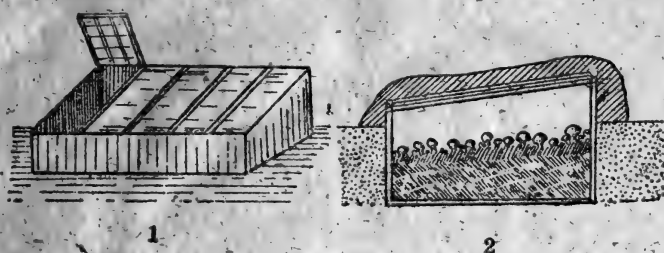


图37 温床
1. 温床外形； 2. 温床断面。

通常所用之温床其床框之寬度为120厘米，前框高25厘米，后框高40厘米，长不限。床上設有可以自由开閉之玻璃

窗。在这样的温床里装以适量的发热性的培养料即可栽培。床中培养料的厚度一般为 20—25 厘米。为作好冬季保温，温床应备以厚草帘用于午后及夜间复盖；白天为了增温可将草帘换以黑油纸。床温过高可去其保温之复盖物，但亦应盖以较薄之物品以防强光的直射。

(六)露地栽培 露地种菇可在自然气候变化甚小、冬季最低温度在 10°C 以上的地区采用。进行露地播种必须事前调查好当地的气候情况（主要是温度的季节变化），并选择适于蘑菇生长发育的时机播种。蘑菇整个栽培过程大约 5—6 个月，在这段时间里的前一个月左右，是菌丝发育旺盛时期，需要温度是 $18—25^{\circ}\text{C}$ 之间。在以后的数月中均是产菇期，温度能保持在 $8—16^{\circ}\text{C}$ 之间即可基本达到要求。播种适期的确定必须依此具体要求来决定。

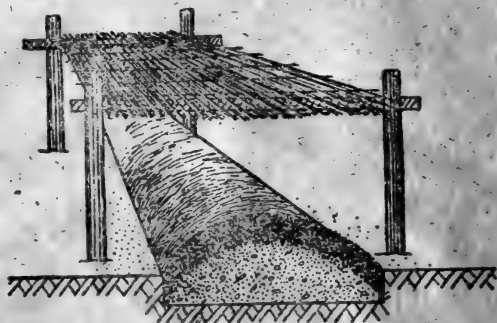


图 38 露地栽培

但自然条件下温度变化在 4—5 个月中，不超过 $10—16^{\circ}\text{C}$ 之间的情况是很少的。因此，露地栽培也需有一定的草帘等保温设备，以防气候突然变化造成损失。其次，是否可以在蘑菇生长适期较短的地方、减少培养料的厚度、缩短出菇时间，

还有待栽培家們在生产實踐中再行摸索,据我們分析,这种作法还是可以的。

露地栽培的基本方法是:先在地上挖一深20—40厘米、寬100—120厘米的土床,床底床壁压实后,将培养料填成屋脊形,适度压实即可播种。为了保湿及防止强光直射其上应复以較厚的藁秆类的东西。此外,还可在床上搭一凉棚用以遮光(图38)。露地栽培的管理原則与室内无甚差异,具体内容請參看管理一項。

二、培养料及其調制

蘑菇菌絲体是在厩肥培养料中发育的。厩肥培养料中含有真菌有机体生活所必需的一切条件:营养、温度、湿度及空气。在这些因素中营养是最难調节的。

蘑菇营养过程是很复杂的。它受培养料的化学成分和物理特性,蘑菇的本性的需要和消化能力以及微生物学所制約,与綠色植物不同,蘑菇不仅从培养料中吸收无机物,而且也吸收有机物。

碳素营养对蘑菇具有极大意义,因为它不能吸收空气中的碳素。

已經确定,纖維素、半纖維素、木質素及其他有机物是培养料中蘑菇的主要碳素来源。这些物質在菌絲体酶化作用、氧化作用及微生物学过程的影响下轉变成葡萄糖及其他能被菌絲体吸收的状态。

蛋白質、蛋白腴、氨基酸是蘑菇的最好氮源,但真菌亦可很好的吸收无机物中的氮素,如銨盐。氮盐和含氮的酸是最不好的氮素来源。鉀、鎂、硫和磷亦是蘑菇完全必需的,同时它也需要微量的鉄。

蘑菇对溶液浓度非常敏感。对培育由孢子形成的纯洁菌丝体来说，培养基中糖和盐类的适宜总浓度是0.5—1%之间。在厩肥中加入粉质无机肥料的数量大于每吨六斤时能减少蘑菇的产量。

蘑菇对培养料中水分的含量也特别敏感。经验证明，培养料含水量为50—65%时为最好；否则将会影响产量。

从生产实践的经验及文献报导看来，培养料的种类及其调制方法对蘑菇的产量及品质的影响极大，故种菇时对此环节应特别重视。

(一)培养料应具备的条件

1. 含有丰富的有机物及少量的速效性的化学营养。
2. 质地疏松、蓄水保温。
3. 具有发热能力(以消灭病菌、害虫、促进发酵)。

多数厩肥(尤其是新鲜马厩肥)及有机物均具上述特点，可用为种菇之基本材料。

(二)构成培养料原材料的种类及其特点

1. 有机肥料及粪草落叶

(1)家畜粪尿 家畜粪尿是发酵培养料时的热源，亦是蘑菇的重要的营养源。只有采用新鲜厩肥时，这种优点才能充分发挥。

① 马厩肥(或骡、驴厩肥) 马粪中含有丰富的有机物及较高的氮、磷、钾元素。它具有较高的发热能力，可促进培养料中有机物的加速分解，并能用发酵的高温杀死病菌、害虫。故国内、外栽菇家均公认它是最好的培养料之一。在畜舍中垫以容水量大吸收氨气能力高的褥草，可避免尿水及粪液的损失，采用这种厩肥效果更好。

马粪的质量可从粪色及所食的饲料种类鉴别。食干草且

多精料的馬糞為最好；食青草的鮮黃色馬糞不好，因這種馬糞干物質（纖維素等）含量少，水分多，且在發酵之後酸度較高。如用這種馬糞時，應在發酵之後測定酸度。如酸度大時應用消石灰調整。

②牛糞 牛糞中的有機物及氮、磷、鉀的含量稍低於馬糞，但从化學成分看來仍適于種菇。尤其是牛尿之營養價值並不亞于馬尿。牛糞的主要缺點是含水量較高、組成過密、發酵遲緩，常使床溫低下而不利菌絲之生長。但在用前使其充分曬干，搗碎後混用一定量之馬糞漚制，或者是單獨漚制，仍是盛產牛糞地區的良好栽培材料。

③羊糞 羊糞中有機物及礦物營養含量最高。發熱能力介于牛馬糞之間，在多羊地區可用來作主要糞源。

除上述畜糞外，亦有用兔糞、豬糞種菇的。據文獻記載，兔糞栽培效果還好。豬糞因發熱性差，其中含有雜菌甚多，且不能很好的發酵，仍以作普通作物的肥料為宜。

為便于從營養成分含量方面選用畜糞，特將各種家畜糞尿中所含各種營養元素列表比較如下（見表4）。

(2) 藁稈、落葉 畜糞之量必然有限，隨着農業大躍進的進展畜糞已感不足，而且單用畜糞常常造成營養過濃而抑止蘑菇的發育。為此，一般多在家畜糞尿中加入十分之四至十分之六的藁稈。藁稈在發酵時具有一定的發熱能力，纖維素含量豐富，發酵後質地松軟保水力較好，故從營養及物理性狀方面看來均適于蘑菇之要求。

通常所說的藁稈是指禾谷類的矮稈作物的莖稈而言。這類藁稈種類很多，性質多少亦有差異，故其利用價值亦有不同。

①麥稈 麥稈之各部組織遠厚于稻稈，特別是韌皮細胞

表4 各种家畜营养成分表(前田政吉)

成 种 类	分	水 %	有机物%	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO%	Mg%	S%
馬	糞	76.00	21.0	0.45	0.32	0.35	0.21	0.14	0.01
牛	糞	83.50	14.6	0.27	0.15	0.05	0.31	0.11	0.05
羊	糞	64.6	30.5	0.60	0.45	0.25	0.33	0.18	0.24
兔	糞	72.4	—	0.63	0.30	—	—	—	—
猪	糞	80.5	12.5	0.70	0.27	0.40	0.08	0.08	0.07
馬	尿	89.5	6.9	1.50	微量	1.60			
牛	尿	93.5	3.2	0.60	微量	1.30			
羊	尿	86.5	7.5	1.90	微量	2.65			
兔	尿	92.7	—	0.32	0.11	—			
猪	尿	98.0	1.0	0.25	0.10	0.75			

显著紧密,故在吸收水分、温度之后,保持能力较强,有利发酵及种菇之需要。大麦、小麦、燕麦、稗麦、黑麦虽在化学成分上无大差别,但在物理性状上则有显著之不同。小麦、黑麦稈比较粗硬,发酵迟缓,及至发酵后又多失去弹性。大麦、稗麦、燕麦则比较柔软、易于发酵,是比较理想的栽培材料。当然,无大麦时小麦稈也无不可。

②稻稈 稻草稈内所含之成分与麦稈相近。但各部組織較薄,保温及保水能力較差,而且在堆积发酵之后常常过于瘫軟,水分稍大即失去疏松性質,因而不能保持最为理想之物理性質。虽然如此,但在稻区仍是很好的材料。

③落叶 以落叶作栽培材料在国内尚未见到。据苏联报导,在这种培养料上所得之产量并不令人满意。

落叶的种类甚多、成分各异,究竟那些树种的落叶适于种菇尚待进一步研究。

由于落叶内营养物质含量较少，应用时应混用较多量的畜粪。

除此以外，亦有用锯屑、禾本科野草栽培的。苏联以锯屑厩肥栽培蘑菇曾获得过较好的成绩。但就过去的资料看来，用这种培养料种菇所得的产量均比较低，一般野草中化学营养还好，但从物理性状（疏散特性）及有机物含量上看，则不很理想。

表5 各种藁稈、落叶营养成分表(摘自前田政吉)

品名	水分%	有机物%	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O%
小麦稈	14.38	81.10	0.48	0.22	0.63
大麦稈	14.30	81.20	0.64	0.19	1.07
稈麦稈	14.10	81.20	0.54	0.14	0.90
水稻稈	14.30	78.60	0.63	0.11	0.85
陆稻稈	14.30	77.90	0.76	0.10	0.85
粟稈	15.00	76.59	0.91	0.29	0.13
蕎麦莖	16.00	78.90	1.30	0.61	2.42
杉木锯屑	14.50	84.80	0.40	0.20	0.40
秋落叶(阔叶)	14.00	81.40	1.00	0.22	0.29
秋落叶(针叶)	13.50	85.28	0.80	0.10	0.13
野草	14.30	80.50	1.55	0.41	1.33

(3)其他有机肥料:

①草炭 按草炭的物理、化学性质看来，亦是很好的培养料。我们采用低位草炭混以一定数量的马厩肥培养菌种，效果良好。故在盛产草炭地区可将它配合厩肥使用。一般高位草炭营养较为缺乏，而且酸度较高，应用价值较小。低位草炭营养比较丰富，混于已发好之厩肥中调整酸度即可应用。据

苏联报导,用草炭种菇,其产量与一般通用的培养料所得的产量差别不大。但质量比较低下(子实体小,质地不紧实)。

表6 高低位草炭化学成分表

成 种 分 类	有机物	灰分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	水浸液 pH
高位泥炭	98	2.0	0.8	0.05	0.03	0.25	3.0—4.5
低位泥炭	90	10.0	2.5	0.25	0.10	1.00	5.5—6.5

②血粉 血粉中含氮较多,磷、钾甚少。各种营养成分含量的多少随血液种类而异。纯血粉为黑褐色,含氮14%,磷0.5—1.5%,钾0.7%,为浓厚的速效性肥料。在培养料入床之前混入1—2%可收到良好的效果。

2. 化学肥料 在培养料中加入化学肥料的目的是为补充蘑菇生长时必需的营养,如磷、钾、钙、硫等,改进培养料的物理性质,以达增产之目的。

(1)过磷酸钙 过磷酸钙中含有水溶性磷酸钙16—18%,它可以补充磷、钙营养的不足。一般用量为1—2%。从很多人试验结果看来,增产效果显著。

(2)尿素 尿素是一种速效性的有机氮肥。含氮40—48%。据苏联报导,在培养料中加入2%的尿素可收良好效果。没有尿素,亦可用适量的人畜尿代替,但所加入之尿必须经发酵,没有发酵不可应用。

(3)石膏粉 很多人认为石膏粉对提高蘑菇产量具有一定作用。在化学方面,它可以中和因发酵所产生的碳酸氢[(NH₄)₂CO₃]而造成的碱性,从而使培养料具有适当之酸碱度。在物理方面,它可以改变培养料的粘结性而使其松散,有利菌丝之生长。

(4)消石灰 多数有机物在发酵过程中酸度增高,加入适

量的消石灰可調節酸鹼度，适于微生物的活動，加速有機物的分解，使有效性營養增加。從蘑菇本身看來也同樣需要適當的酸鹼度。據日本栽培情況，每1,000斤培養料加入1—2斤消石灰效果很好。石灰加入與否及其用量，可按培養料之酸鹼度具體掌握。

3. 土壤 土壤具有吸附游離氨保存肥力的作用。其加入量通常為10—20%，以河泥、塘泥或粘土為佳。如為保溫保肥可用于糞堆的復蓋。土壤還有緩沖發酵調節水分的作用，故發酵過度或水分過多時，均可以加入土壤適當調節。

(三) 培養料的調制：

1. 調制的目的和要求 調制培養料的目的是將選取的肥料，經過適當的發酵使其在化學性質及物理性質上能夠滿足蘑菇生長的要求。培養料在發酵過程中放出熱量，這種高熱可以殺死病菌及害蟲。經過發酵的培養料，質地松散、柔軟、溫度適合，並含有豐富的纖維素、半纖維素及其他速效性的營養。

因蘑菇非常喜歡纖維素之類的營養，又加上培養料入床之後要供給蘑菇5—6個月間的生長之需要。故培養料不應腐熟過甚。一般以纖維變褐，尚有一定拉力而失去原有之糞臭的程度為宜，漚好之培養料pH值應在7左右。用過分腐熟的培養料種菇其產量極為低下。

2. 培養料的堆積時期 什麼時候堆積培養料，應當由播種期來決定。原則上，以培養料漚好后隨即能入床播種，而不在外邊放置很久為最好。因放置過久往往使堆內溫度降低，非常适于雜菌的發生。沈陽地區某些栽培者曾受過此害。

按東北的氣候情況看來，播種期應在八月間，培養料的堆積應當在播種前20—30天進行。如採用新鮮馬廐肥，漚糞的

時間还可晚一些。但采用不易发酵的材料堆粪，則需提早，而且要用速效堆肥方法。

3. 培养料的組成 培养料的組成方式与产量关系极大。从国内、外的情况看来，組成培养料的方式也頗不一致。但基本上均是以厩肥、藁稈、化肥、土壤等組成。仅将国内、外普遍采用的而且效果較好之配合式介紹如下：

(1) 馬粪藁稈培养料：

純馬粪(新鮮的)	50—60%
藁稈(麦草或稻草)	38—58%
石膏粉	1%
过磷酸鈣	1—2%
水	60% (即用手握有水滴由指間溢出)

此种是国内最通用的培养料，栽培成績很好。

(2) 厩肥藁稈培养料：

含有 80% 的鋸屑褥草或藁稈褥草的厩肥	78%
廢 莖 稈	20%
过磷酸鈣	0.5%
硝 酸 銨	0.15%
石 灰	1%
水	适量(同上)

苏联用此培养料曾获得良好的栽培成績。

(3) 牛馬粪藁稈培养料：

风干牛粪(新鮮的)	20%
馬 粪(新鮮的)	37%
藁 稈	20%
过磷酸鈣	2%
石 膏 粉	1%
水	适量

(4)牛粪藁稈培养料:

牛 粪	50%
藁 稈	47%
过磷酸鈣	2%
石 灰	1%

(5)人造堆肥培养料:

①小 麦 稈(或其他藁稈)	95%
血 粉	2.5%
过磷酸鈣	0.5%
氯化鉀	2%
水	适量
②麦 稈	60%
馬 粪(新鮮)	5%
細 土(粘性的)	29%
血 粉	2%
过磷酸鈣	3%
石 灰	1%
水	适量

此培养料适于在缺乏畜粪的大城市应用。

4. 培养料的堆积和保存

(1)堆肥场的准备 培养料堆积场应靠近栽培场,以便利于运输。最好选择地势稍高的平坦的粘土地,并在堆积之前将地面压实,杂物捡净,为防止积水可在粪场四周适当的挖些排水沟。在多雨地区如能设一风雨漚粪场则更为理想。按东北栽菇适期看来,室外漚粪问题不大。假如需要在寒冷的冬季种菇则需采用坑式漚制或室内漚制的方法。

(2)培养料的堆积及管理

①堆积 先用已经被水浸透的藁稈铺成厚10厘米、宽1.5

—2 米及一定长度的堆底，其上再鋪 6—7 厘米厚的已經搓碎的馬糞；糞鋪好后洒水使其达到完成湿润(含水 60%) 为止。后在糞上再鋪 10 厘米厚浸过水的糞程，再鋪糞再澆水。如是堆积到高 1.5—2.0 米即基本堆完。堆完之后在糞堆中央插入一鉄管，以便日后测量堆内之温度变化。

在堆糞时应注意以下几个問題：

a. 糞堆内之加水量必須适量，过多过少均不利微生物之活动，致使发酵迟緩，甚至不发酵。加水量以用手握紧培养料有水滴下时为宜(約含水 60%)。

b. 糞堆之体积不应过大，亦不应过小。过大不但管理不便而且通气不良、发酵迟緩。过小保温及保湿性不强，也同样不利发酵。堆形以长方形为好，因它比梯形堆散热面小，易于保温保湿。

c. 堆积时应保持适当之松紧度，以造成通气、保温有利好气性的纖維分解菌之活动，否則如堆积过紧，不但发酵很慢，而且常因嫌气分解使培养料的質量降低。

d. 堆好之后应用草帘等复盖物盖好，以防风吹日晒及保持堆内的温度和湿度。堆内插入的鉄管可分 30 厘米及 70 厘米深的两种，这样可以准确的測定不同部位的温度变化。

②管理 培养料堆好以后，第二天即应按早、中、晚三遍测量堆内的温度(至少应每两天測一次)，并記載于記錄簿中，以作为及时翻堆之依据。此外，还应經常檢查糞堆湿度，如发现缺水应及时补充到适度为止。雨天应作好防雨及排水工作。

培养料堆好后，第二天温度便开始上升，因季节不同大約經 6—10 天(冬季长，夏季短)堆内温度便可升至 72—78°C，堆内温度达到最高点之后，便开始回降。在回降 3—4°C (堆温降至 60°C 左右)时即可翻堆。

翻堆的目的是为調整堆內各部发酵均匀，并使其在降温之后再达到新的发酵高潮，从而使腐熟提早完成。

翻堆的工具有粪叉子、二齿子、铁锹等。

翻倒时应将上部移到下部，堆內移到堆外。在翻倒时如感到水分不足应随时調节，如感过湿则应稍稍翻晾一下，再行堆积。

第一次翻堆时要将 1% 的石膏粉 (CaSO_4) 用随翻随撒的方法均匀加入。翻好之后仍堆成原来形状，并用草帘复盖。以后照例进行测温、調节湿度等日常管理。

在翻堆之后，当温度上升到最高点又开始回降时，再翻第二次，时间大約是第一次翻倒后的 5—8 天。在这次翻倒时可均匀的混入 1—2% 的过磷酸鈣。第二次温度高峯往往沒有第一次高，而且愈往后愈降低。就是这样在每次温度高峯之后翻一次，共翻三次左右，时间为 20—30 天左右，堆养料发酵即告完成。

发酵好的培养料应完全沒有粪臭，纖維呈半腐熟状态，質地松软，具有彈性。据苏联报导，培养料堆积愈久，所得产量愈低。

以上所講，只是馬粪糞稈培养料的漚制方法。至于其他組成方式的培养料，如人造堆肥等則可采用速效堆肥的方法进行堆积。为节省篇幅，这里不再多叙。

(3) 培养料的保存 在培养料已經腐熟适当，而其他生产准备工作尚未完成时，培养料則必須作好保存工作。其目的，一方面是为使保存的培养料仍具有适于蘑菇生长的优良理化性質；另一方面是防止更多的病菌、害虫的侵入。

保肥的通用方法，有鎮压、加水、封堆、混土等办法，其基本原则都是造成嫌气条件，而防止其不断分解达到保存原有

状态的目的。封堆既能造成嫌气条件，又能防止病虫害的侵入，实为保存培养料的良好方法。封堆所采用的土壤切忌带有砂石，故一般以土粒较细的粘土为宜。

三、播种及播种前后的工作

(一)播种的准备工作

1. 菌种及化学药品的准备 培养菌种需要很长时间，为做到及时播种，必须在播前将菌种备齐。菌种培养要有一定设备，为了保证质量，多在专门机构生产。栽培单位应在播种前两个月向菌种生产单位预购(具体培养方法见第三章)。

所用的菌种必须是絨状菌絲丰富、粗壮，綫状菌絲没有或很少的純菌种；用这种新菌种播种，活力旺盛，出菇早、产量高。綫状菌絲过多的，貯藏过久的菌种，往往因生活力降低而不适用。

据我們栽培情况看来，采用原种栽培出菇早，子实体肥厚，条件具备亦可采用。

栽培場消毒时，需要硫磺粉、666、DDT、福尔馬林等化学药品及消毒用的火爐、鉄鍋、噴霧器等工具。这些东西也必须提前准备好。

2. 栽培場、菌床、培养料的准备 栽培場选定之后应及时設置好通风、加温設備，在彻底清扫之后，其內設以相应的菌床。如系連續栽培，亦应将旧床拆开移到室外进行晒晾、涂漆等消毒保养工作，并将室內重新清理之后进行下一茬的播种。

菌床設置好之后，培养料入床之前，应进行室內徹底消毒。一般可采用2%的福尔馬林液。噴药以后封閉門窗，悶蒸三天后，排出毒气。

室内消毒后培养料应立即入床。培养料入床前的最后一次翻倒时应将含水量调节到合适的程度，一般为 60—65% 左右。低于 50%，会使菌丝生长不良，甚至停止生长。

在培养料入床前应将除入料门以外的其他门窗封好。每一床内培养料的厚度压实后为 20—25 厘米，太薄常使产量降低。所装的培养料应充分压实。因床框高度不同培养料之厚度亦可自由调节，原则上以复土后床边外露 2—3 厘米为适，因床边留的过高，常会造成从床边生出的子实体因挤压而变成畸形。

培养料装好压实后随即进行“发汗”及药剂熏蒸。

因装床的培养料是半腐熟状态，故仍有较高的发热能力，因此在室内产生大量的水蒸汽，并因过冷而凝结成水滴，对此现象称为“发汗”。

发汗是种菇的重要环节之一。在发汗的高潮，培养料内的温度可达 60°C 以上，因此具有除虫灭菌的作用。此外对含水不均的培养料因水气的移动达到合理的调节。在发汗过程中室温也显著增高，这对提高药剂熏蒸的效果具有极大的作用。发汗的持续期因培养料的腐熟度及入床的紧实度不同而异。腐熟度较差，压的紧，时间较长；反之则短，一般可延续一周左右。

在发汗的第 2—3 天后，可进行室内硫磺、666 熏蒸。这种作法兼有灭菌除虫之作用，效果很好。通常用药量为：硫磺粉每立方米 30—50 克，6% 的 666 10 克。具体作法是：先将铁锅或瓦盆在室外（或室内）无烟煤火炉上加热，后连同火炉一并移入室内，将定量的药迅速投入已烧红的锅中，马上退出室外封门即可。如室内过大，用药量很多，亦可分放数点熏蒸。熏蒸时应注意勿将火炉靠近菌床、门窗等木质物品附近，

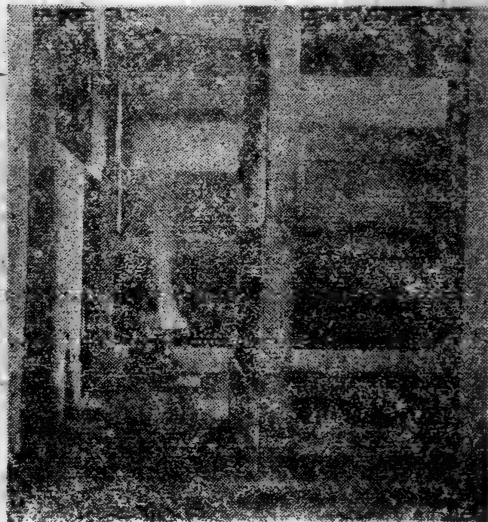


图 39 熏蒸的情形

以免发生火灾。在熏蒸前火炉内的煤或木炭的量应适当。为防止事故发生，熏蒸的开始应在午前。这样就可以随时通过玻璃窗子观察火炉的燃烧情况。

熏蒸历时 2—3 天即可打开通气孔或小窗子排除毒气，以后即可播种。

除此之外，亦可采用培养料消毒。我们用 50 倍液福尔马林以每平方米（厚 20 厘米）用稀释液 10 斤的药量进行培养料消毒，所得效果很好。其作法是：将药按需要倍数（即一升水中加 25 毫升的福尔马林）配好后均匀的喷在培养料上。为达到均匀可随拌随喷。喷药后立即用草帘复盖、闷蒸三昼夜，以后去其复盖，经过 3—4 天的发散即可播种。应用福尔马林熏蒸，室温应在 20°C 以上。温度太低效果不好。

（二）播种

1. 播种期 可以人工調温的栽培場，四季均可播种。虽然如此，但在炎热的夏季，栽培室內設置降溫設備，生产成本要大大提高，而且常因某些条件限制不能安設。因此，不管是人工調温栽培場及一般栽培場，播种期的問題均應加以考虑。具体播种時間可依蘑菇的要求及各地的气象条件决定。从东北的中、南部看来，播种期以八月中、下旬为适。因此期室內温度多在 $20-30^{\circ}\text{C}$ 之間或稍高一些。在这种温度下正适合菌絲的生长。到九月末以至十月間，正当出菇开始以致达到盛期，而此期的温度多在 $14-16^{\circ}\text{C}$ 左右。到十二月以后室温降低不适蘑菇生长时，则可适当加温。在寒冷季节种菇，病虫害少，且子实体粗壮、品質优良。反之，如将播种期放在春季菌絲生长期間，虽然可以用加温的办法供給温度；但当出菇盛期正当炎热的夏季，在高温条件下，子实体常常不易形成，而且病虫害甚为严重。即使出菇，其子实体也多瘦小，香气很低。

2. 播种方法 蘑菇的播种方法亦可分为撒播、条播、穴播三种。但为了提高成活率，增强对杂菌的競争力量，多采用穴播法而不采用撒播和条播法。

当培养料发汗結束之后，每天即要在不同点上測定温度。在連續檢查的 2—3 天中，床温穩定在 25°C 左右时即可播种。下种前先将所需的菌种携至室內，并按面积分配好。如采用菌磚播种可将其分成适当大小（700 立方厘米的菌磚可播 10—15 穴）放在盛器中备用。采用瓶装菌种时可将瓶子击碎再将菌种分割成小块，为减少对瓶子的浪費，亦可用挖倒的方式播种。

播种量及株行距的大小，与产量的关系很大。一般說，增加播种量可提早出菇而且增产。株行距小一些也有同样的作

用。通常采用的株行距是 18—20×20—25 厘米之間。播种量为每平方米用瓶装菌种(600—700 毫升容量)1.5 瓶左右。如以原种播种可减少播种量。

具体播法是：将培养料用手挖一深寸許、直徑二寸左右的小坑，将适量的菌絲塊播下后用挖出的培养料复盖并适度鎮压。为日后便于檢查成活率，可在播穴当中留一小孔使菌絲稍稍外露。

播后 6—7 天应檢查成活情况。如在正常条件下經 6—7 天菌絲尚未发出白毛(新生的菌絲)，則应补种。采用干燥菌絲播种因其恢复生长需一段時間，故成活率的檢查可在播种十天以后进行。

播种后应特別注意保持室內湿度。为作好保湿工作，可将門窗关闭 3—4 天，必要时可在菌床上盖以消过毒的湿草帘。經驗証明，播后室內湿度保持在 90% 以上，菌絲成活极好，在这种条件下經 3—4 天培养料表面即可見絨状菌絲。

在播种 3—4 天之后，可选无风天气通风 2—3 小时。

(三)复土

1. 复土的作用及土壤的选择 由于菌絲发育阶段的关系及复土的物理刺激的作用，菌絲就由生长阶段轉变为繁殖阶段。故洋蘑菇只有在复土之后才能大量出菇。

复土的种类、时期、厚度、方法，与蘑菇的产量及品質关系甚大。

采用砂土复土虽出菇較早，但多为产量低下、品質不良，而且保水、保温不好。以粘土复常常因頻繁的噴水而造成土壤板結、龟裂，影响菌絲生长及幼菇出土。一般認为以土粒中等大小、微碱性(pH7.1—8.5)的，容气量較大而且具有良好結構的壤土为最好。如草皮土、含腐植的壤性草根土等。

为防止将病菌、害虫、草籽带入栽培室，应选择地面一尺以下的生草土壤。

2. 复土的准备 所用复土均应在事前备好。在无风的晴天将选取的地下土挖出，摊晾，并适当打碎，至半干时，用筛孔直径为0.5—0.6厘米的筛，筛出中等大小的土粒，并放在清洁之场所晒干进行日光消毒。干后运回栽培场以备复用。在条件允许时，亦可进行蒸汽灭菌或药剂消毒（喷洒50或40倍福尔马林）。据我们以日光暴晒消毒之土壤作复土的结果看来，还没有发生杂菌。采用粒状土壤的目的是为防止板结和利于通气，否则以细土复用亦可。

如在冬季栽培，复土则必须在结冻前准备。

3. 复土时期 恰当的复土日期能提早出菇提高产量，否则会产生相反的效果。复土过早常因氧气不足使菌丝生长不良产菇较少；复土过晚亦常造成菌丝过度生长而老化，致使产菇期推迟，降低产量。

通常以播后14—20天，菌落直径（即播穴处菌丝长出土表的直径）达10厘米时是复土最好的时期（图40）。

4. 复土厚度、方法 复土得当，可使菌丝体、子实体发育良好；否则会造成子实体变形或过小等现象而影响产量及质量。在栽培场中我们常见因复土过厚致使子实体因受压太大而变形，或因复土过薄使子实体多在土面形成而长得非常瘦小，甚至根本不再往大生长。通用之厚度为3—4厘米，可视土壤种类而异。轻松的砂质土可复4—5厘米；而粘重的土壤2—3厘米即可。

具体的复土方法也各有不同。有的是将复土湿度调好之后再复。这样作法我们觉得操作非常不便，工作效率既低，又容易破坏土壤结构，故以采用干土复用最为方便。但干土的

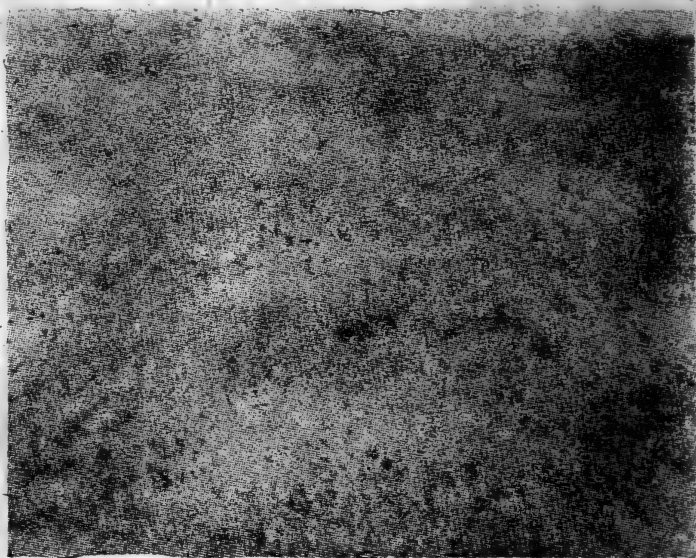


图 40 复土前菌絲生长状况

硬度較大,第一層复土动作应輕,以免使菌絲受到机械損伤。其作法是:先将土粒复上一薄層,并用噴霧器調节水分,使土粒含水量达到用手一握成团又易于粉碎的程度。复第一層土时,为防止土粒由培养料中及菌絲体内吸收水分,应适当多噴些水。如是一層層的复下去达到适当厚度即可。复土时应注意水分調节,噴水切忌对土粒冲击而使結構破坏。在已經噴过水的土粒上再行复土时不应压得很紧;否則常会使土粒粘結成塊,从而造成板結之硬盖,压迫子实体变形。

干土粒吸水需要一定時間,故在調节复土水分时,应当輪迴进行。即每复一層土后少噴些水,隔 20 分鐘左右再进行第二次調节,在这段時間可到另一处复土。一般調节二次,土粒即可达到全部湿潤,而且不会产生积水过多之現象。

四、管理及采收

(一)栽培期間的管理 蘑菇对外界环境变化极为敏感，又加上蘑菇病虫害的发生也与环境条件密切相关，因此，对栽培条件的合理控制常成为种菇成败的关键问题。

1. 温度的调节 温度是蘑菇必要的生活条件，只有在适当的温度条件下，才能完成它的生活周期。

蘑菇的菌丝生长与子实体形成所需的适温差异很大。下种至复土期约经14—20天(在20—25°C条件下)。此期是菌丝生长阶段，菌丝生长的温度范围大约为7—32°C之间。但为促进菌丝生长，应保持温度在22°C左右，低于18°C，菌丝生长比较缓慢，在9—13°C条件下需经40—50天才能复土。但温度过高并不理想，高于30°C常常造成菌丝提早衰老而降低产菇能力。

复土到子实体出土约经20—30天(指在正常条件下)。此期之前半段时间仍是菌丝生长阶段，应保持温度在20°C左右。其后半段时间逐渐的过渡到菌丝生长及子实体形成阶段，需要温度较低，故应逐渐将温度降至10—16°C之间，以10—14°C较为合适。如温度过高，子实体常常长得瘦小，香气很低而且产菇期缩短，病虫害增多。在适温(10—14°C)条件下子实体长得粗壮、香气浓、病虫害少，而且产菇期较长。在低温条件下(7°C以下)子实体生长较为缓慢，低于4°C则可能产生冻害。

2. 湿度的调节 蘑菇体内的含水量很高，只有在适当的湿度条件下才能保持它体内水分的平衡，缺乏这种足以保持平衡的水分的供应，蘑菇也就不会长好。保持水分平衡，应从调节空气湿度及培养料的水分两方面着手。

(1)空气湿度的调节 自下种至整个采收期中，室内的相对湿度均应保持在85—95%之間。空气内的湿度过低，常常造成床内水分大量蒸发至使菌絲生长不良，子实体瘦小，重量減輕，品質变劣，而且常常会造成菌盖变褐龟裂，甚至枯死。

当菌床因水分大量蒸发而变干之后，必得常常噴水，而这种作法对菌絲及菇体生长常常造成最坏的影响。故在对病虫害控制較好的情况下能保持相对湿度在90%左右，对蘑菇的生长是最有利的。

栽培場内湿度的变化，受季节气候变化的影响很大。在較热的夏季，室外之气温高于室温而且含有較多的水汽，故当室外空气入室之后，常会使室内湿度增大，因此，在夏季种菇場内的湿度易于保持。但在秋季以后室外空气非常干燥，室内常受这种干燥的冷气影响湿度大大低降，故在秋天应特别注意对栽培場内的湿度的保持。

室内湿度的保持还与菌床之設置等有关。层迭式菌床因室内空間小，水汽来源（床面蒸发）較多，保湿容易；但采用畦床式或壟式栽培，因室内空間較大，水汽来源少，常不易保湿。

湿度之调节可按不同情况灵活掌握。在保湿較好的情况下，采用地面洒水、空中噴霧或地面放置水桶、空中悬挂湿草袋的办法即能解决。室内过干則可采用湿草袋复盖法，并随时往草袋上噴水用来保湿。

室内湿度过大时，則应用加强通风，减少室内洒水。如仍不能达到目的，亦可在室内空中悬挂木箱，其内放入生石灰用以吸湿，潮解之石灰应随时变换至达到要求为止（实际生产上用这种办法是很少的，只有在特殊情况下——即按室温情况确实不应通风，而按湿度情况又迫切需要通风时可以采用

此法)。

(2)培养料、复土的湿度调节 蘑菇生长所需之全部水分，主要来自于培养料及复土。为使蘑菇能正常生长，我们必须按着它的特性来调节培养料及复土的水分而达到合理的供应。

蘑菇的特点是：特别怕水流之冲击。因此，就是在特别缺水的条件下象喷花一样的直接往菌丝及子实体上洒水也会造成极坏的后果。子实体被水冲击之后，幼菇多变褐、萎蔫、生长停止；稍大的也常常造成菌盖变褐、变黑及过早的开伞。故在蘑菇的生长过程中，如能保持培养料及复土的一定湿度，其喷水之次数以愈少愈好。

在播种以后，如发现培养料过干，可用喷雾器在菌床上轻轻喷洒，而且尽可能往播穴附近少喷。复土以后，土壤之含水量应在50—60%左右。在子实体出土以前可按着要求随意调节。此时应注意的是防止因喷水而造成对土粒结构的破坏。故喷水时喷头应离菌床远些，清水细雾实为理想。

前边已经谈过，出菇期喷水常会影响菇体生长，甚至造成大量死亡。但在菇体发育阶段培养料及复土的湿度过小，亦会造成子实体瘦弱、干燥而失去其商品价值。在此缺水而又不可喷水的情况下，可采用以小口壶在子实体之间无菇之间进行灌水的办法；或者在干土上盖一层湿土亦能达到目的。等正在成长之菇达采收期，而且全部采收完了并补好土之后再行全面喷水。

3. 空气的调节 蘑菇具有较强的好气性，给它以适当之空气，可促进其生长，而且可减少病虫害的发生。

换气除能调节温、湿度外，还能排除由蘑菇自体呼吸及培养料分解所产生的抑制菌丝生长的二氧化碳气。在室内二氧

化碳沉积过多时,出菇显著减少,甚至全部窒息。故换气亦是日常管理的必要工作。

具体的换气时间应按不同情况合理掌握。如室内菌床过多且室内通风设备不好,则应每日进行一次;但如室内菌床较少,空间较大,而且通风设备很好,可每2—3日进行一次。除此之外,通风还应在以保持室内的适当温度、湿度的条件下进行。一般通风应在无风天进行,冬季应在晴天的中午,夏季应在清晨或午夜。换气时间为2—4小时。

4. 光线的调节 洋蘑菇比较喜欢黑暗,但在菌丝生长阶段给以适当之散射光,则可加速菌丝的生长,在我们的菌种培养光照实验中,充分的说明了这一点。其给光的方法可以利用天然的散射光,或者是微暗的电灯光。

以上虽然分别的介绍了环境因子的作用,但总的来说,因子之间是互为影响的。如温度影响湿度,湿度也能反过来影响温度。因此,在具体掌握时应注意环境条件的综合作用。

据我们初步观察,在菌丝体生长阶段,温度在 18°C 或 15°C 时,虽然生长较为缓慢;但其生长势非常旺盛,因而为提高产菇力创造了良好的基础。我们采用这种较低的温度和较高的湿度(90%以上)栽培蘑菇,曾获得了满意的结果。菌丝生长期在 18°C 的条件下,而子实体出现时控制温度在 $10-12^{\circ}\text{C}$ 、湿度90%以上时,不仅病虫害极少,而且子实体的发生亦非常旺盛。在这种条件下,子实体长得特别肥厚,一般每个子实体的重量均在50—100克之间,较重者可达200克,有一次曾经长出过一个重600克的蘑菇。由此可以看出,即较低的温度和较高的湿度和适当的通气是非常有利于蘑菇生长的。过高的温度虽然生长很快,但因其菌丝的迅速老化,产菇持续期往往较短。

(二)采收

1. 采收的适期及方法 蘑菇的菌伞在将开或未开之际是采收之适期(图 41)。此时菇体柔嫩、产量高,风味也异常优美。当菌伞已经大开之后再行采收,菌褶变黑,组织变老,食用价值大为降低。因蘑菇具有后熟作用,在采后如需远运或加工,则应在菌伞尚未开张时采下。一般采收过晚重量并不能增加,个别情况下因水分的损失还会减产。

采收方法亦应适当的讲究。方法不当(如用手直接摩擦菌盖等),常使菌盖变色,失去原有的洁白美观,同时也较易伤害下层菌丝而减低日后之产量。

采收的方法是:轻执菌柄,左右撼动,并向下轻按再旋转一下即可取下。如遇两菇非常靠近时,应用左手轻按留下之菇,然后再行采收,以免因对菌根的活动造成死亡。对丛生而且只有一个主柄的子实体群体的采收,可用较锋利的刀将其全部割下;否则即使留下小菇日后亦不能生长。

蘑菇采下之后应随即将带泥的菌柄部分削去,进行包装。

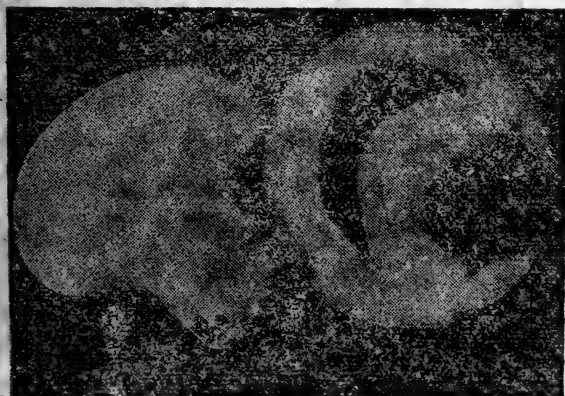


图 41 采收适期的子实体形态

包裝時切忌對菇體的擠壓。如為當地銷售，將菌蓋向上放在墊有軟草的框或箱中即可。遠距運輸時應將一定數量的菇裝一小箱（數量太多會損傷菌體）後再裝入大箱中。採下之菇，如不能立即食用時，可放在冷涼（4°C）濕潤的場所貯藏2—3天。如需長久的貯藏，必須製成加工品，但不能干藏。因干藏不但重量大減，而且風味也比鮮菇差得很多。

2. 採收後應進行的工作

(1) 剔根 在採收後的蘑菇下層，常有成塊的衰老菌絲塊，這種老菌絲已經失去生菇能力。如不將它挖出，不但佔據了蘑菇的生長地位、影響產量，而且它非常容易腐敗及誘發病害之發生。故採收後必須把它及其附近的老菌絲挖出攜至室外。這種老根細胞組織和菌蓋一樣，亦可供食用。

此外，因管理不當也常出現枯死的小菇，對這些也應一并清除。

(2) 補土及噴水 採收及剔根之後，床上土壤減少，故應將缺土部位補平。在補土之後應立即調節復土濕度達到合適之程度。

3. 蘑菇的產量及產菇週期的變化 單位產量之多少與栽培技術的好壞關係極大。普通每平方米均能產菇10—15斤左右，較高產者，可達20—30斤。在農業大躍進的今天，蘑菇的產量也一定叫它翻幾番。我們想，每平方米產50—60斤是很有可能。如果達到這個標準，我國的蘑菇產量也是超國際水平。

每播種一次，出菇時間可持續5—6個月。在這段時間內，出菇情況成週期性的曲綫變化。蘑菇第一次長出後，其產量則逐漸增加，而後又下降；但經過某些時間又重新增長和又一次下降。經過3—4個月的增長下降，週期變化即將結束，產

菇量也逐漸減少；再經 1—2 个月，出菇即將停止。在末期，菌床上常出現菌柄很長，菌傘很小的畸形菇，此是產菇終止的標志之一。

(三)栽培床架的保養及用后之培養料的處理：每當一茬蘑菇發生終止時，應隨即將培養料移出栽培室。如系用木制菌床栽培的，應將菌床拆洗曬干并涂漆保養；同時將栽培場打掃清潔，進行充分的通風，至下一次播種前 20 多天將栽培床架裝好消毒備用。

常年連栽時，在前茬蘑菇收穫期終止后，應立即將用過的培養料運出，進行室內清掃通風消毒，以防病蟲發生及床木的腐爛。一切工作作好之后，即可將新培養料入床進行下一茬播種。

(四)栽培日記 蘑菇的增產有待栽培技術的不斷提高。栽培技術的提高又必須依靠對栽培實踐過程中的經驗的積累總結。為系統地、科學地總結生產經驗與問題，單靠人們的記憶是不夠的。因此，在栽培過程中最好能建立栽培日記，并作簡要的記載。

栽培日記的形式可按需要自行設計。這里附一個栽培日記的樣子，供讀者參考。

栽培日記

栽培面積：2米²

栽培場地：地下室箱式栽培

1957年 月 日	室內溫度 (°C)	室內濕度 (%)	採收量		摘 要
			個數	重量 (克)	
7 10—30					培養料堆積：時間20天。 組成：麥草40，新馬糞 57%，石膏粉1%，過磷酸鈣2%。
8 4	23	85			培養料入床。厚度25厘米。封閉門窗發汗。

(續表)

1957年		室內溫度 (°C)	室內濕度 (%)	採收量		摘 要
月	日			个数	重量 (克)	
8	6-8	30	95			早8时熏蒸。每米 ³ 用30克硫磺粉,及10克6%的666,悶蒸48小时后排毒半天。
8	12	24	95			經連續兩天測定床溫穩定在26°C。午后播种。菌种是瓶装原种,質量良好,每米 ² 用一瓶株行距20×20厘米。
8	19	24	95			成活率檢查:成活100%。
8	20	24	95			菌床內个别地方出現青霉。局部清除,后噴射0.2%升汞水局部消毒。
8	26	23	90			以具有結構的地下草皮土复土。厚度4厘米。
9	20	17	88			出菇。
10	1	16	85	40	1,230	第一次採收。
10	8	15	80	60	1,510	因濕度小以草帘复蓋,并在其上噴水。
10	15-20	13.5	85	95	2,756	个别子实体发生褐腐病,局部清除。
11	1	13	90	30	450	因褐腐病損失500克。病菇清除后,采取0.1%升汞水局部消毒及大通风。
11	10	13	80	28	320	病勢漸輕。
11	25	12	85	89	2,510	
12	4	12.5	90	25	30	
12	10	13	90	71	2,135	
12	15-21	13	95	32	1,820	
12	29	14	90	24	560	

(續表)

1958年		室內溫度 (°C)	室內濕度 (%)	採收量		摘 要
月	日			个数	重量 (克)	
1	13	12	90	58	2,130	
1	25	12	85	35	723	
2	3	13	80	5	89	
2	15	13	85	2	30	
合 計				574	16,293	

以上栽培日記的記載項目及日期都比較少，如願意詳細記載可每天進行。在同一栽培室內有不同處理的菌床，可在採收及摘要項目中另劃出第一菌床，第二菌床等格式，以便分別記載。

第五節 蘑菇病蟲害及其防治

要想獲得蘑菇的高產，除掌握一般的高度農業技術之外；對病蟲害的防治也極為重要。在某種情況下，病蟲害對種菇的成功與否及產量高低常起決定性的作用。單從沈陽地區看來，失敗的主要原因常是病蟲害防治得不好。

病害有因日常管理不當所致的生理病及因一定的病原菌對蘑菇的寄生所引起的寄生性真菌病。

我們常見：在高溫條件下，子實體長得瘦弱，香氣很低；在空氣乾燥的條件下，菌體變小，菌蓋易于龜裂；在室內二氧化碳積累過多的條件下，蘑菇生長受到抑制等。這些不合乎栽培目的的反常現象均稱為生理病害。對這類病害之防治，只有通過良好的栽培技術解決。關於這一部分，在前面“管理”

一节已經談过，故不再重复。这里仅重点的介紹一下真菌病害、菌床上的杂菌及蘑菇的害虫。

一、病 害、

(一)菌床上的杂菌 所謂杂菌是指菌床上除栽培的蘑菇之外，还有不可食的其他腐生菌类。这类菌对蘑菇虽然沒有直接危害；但由于对培养料营养的競争及杂菌分泌物的影响，由于杂菌的菌絲或子实体的强烈生长及高度的适应性，常常會抑制蘑菇菌絲的生长及子实体的形成，招致严重的損失。为便于認別，将几种較常見杂菌的形态介紹如下。

1. 馬粪鬼伞(*Coprinarius fimicola* Fr.) 主要在厩肥发酵初期发生。生长甚为迅速。最初菌伞很薄椭圆形，后变成鐘状灰白色，菌盖上无綫状条紋。初生菌褶灰褐色，后渐次变黑。此菌可自体溶解，并流出黑色之汁液。菌柄細长中空，无菌环。孢子黑褐色，两端稍大，扩椭圆形(图 42)。

2. 条紋鬼伞[*Coprinarius hiascens* (Fr.)] 菌伞椭圆形，灰白色，呈綫条状。开伞后自体溶解流出黑色汁液。菌褶初褐色，后变黑。菌柄細长，无菌环，孢子黑色(图 43)。

3. 彩节蕈(*Panaeolus retirugis* Fr.) 多在馬粪及腐草上发生。菌伞半球形，淡黄色，渐次变为淡褐色。在湿润条件下带有粘性；干燥条件下則有較强的光澤。菌褶初期褐色，后变黑。菌柄細长强固，中空(图 44)。

4. 石膏状霉菌(*Papulaspora byssina*) 該菌在培养料上床后不久便在表面上出現，尤其在表面湿润时更甚。这种真菌最初生成直徑 20—30 厘米的白色霉状斑塊，以后在斑塊中間变黄，最后变褐，斑塊边缘仍为白色。当培养料上复土后此菌发展到土層，并且在土表形成与蘑菇菌絲斑塊相似的白色



图42 馬粪鬼伞(*Coprinarius
fimicola* Fr.)

图43 条纹鬼伞(*C. hia-
scens* Fr.)

斑塊。随后此斑塊消失，而在原斑塊处出現恰似砂粒的黄色粒状物。这种粒状物也在培养料深处形成。

这种杂菌往往与蘑菇菌絲混同生长，从混同生长的斑塊中很难鉴别出此杂菌来。然而观察指出，在蘑菇菌絲处出現此种杂菌时，蘑菇菌絲成活不好，或根本不能成活。

在 50°C 温度条件下此菌死亡。

此外，在菌床上亦出現念珠霉 (*Monilia fimicola* Cost et Matr)，頂囊盘菌 (*Peziza vesiculosa*) 等。

制造菌种时发生的一些杂菌，如青霉 (*Penicillium* sp.) 毛霉 (*Mucor mucedo* L.) 等也在菌床上出現。

(二) 蘑菇的寄生性病害 蘑菇寄生菌是依靠蘑菇的营养



图 44 彩节蕈(*Paneolus retirugis* Fr.)

生活。蘑菇由于被寄生的结果，造成腐烂、死亡，严重时，在盛菇期会遭到全部毁灭。

根据我们栽培的情况，在低温下(11—12°C)几乎无病害发生。

根据文献记载：在栽菇场中常发生的病害，为害性最大的要算褐腐病(*Mycogone perniciosa* Magn) 和褐斑病(*Verticillium Malthousei* Ware)。

1. 褐腐病(*Mycogone perniciosa* Magn.)

(1)病征 被害之菇很快失去强韧性，最初是部分组织变褐，后期则全部变褐，并在病菇表面生出白毛，以后病处常

流出褐色帶有細菌之粘液。发病末期子实体蜷縮腐敗，具惡臭。

(2)病原菌 菌絲無色有橫隔及分枝，直徑4微米，具分生孢子及厚垣孢子兩種。分生孢子梗具分枝，頂端着生分生孢子。分生孢子無色，單孢或雙孢，形狀如葵花籽大小 $10-20 \times 4$ 微米。发病后期在某些菌絲的頂端產生厚垣孢子，其形如葫蘆，雙孢，上部之細胞球形，直徑15—20微米，初期無色，成熟時淺褐色，其上復以疣狀之厚膜，下部細胞無色，紡錘形或半橢圓形，表面光滑，大小7—15微米 \times 10—16微米(圖45)。

此病菌在 $21-28^{\circ}\text{C}$ 可大量繁殖。在洋菜培养基上經暴光照射(46°C 条件下)經6小時即可全部死亡。在土壤中 40°C 条件下48小時致死，而 62°C 時不到1小時即死亡。

它的孢子在 70°C 左右的厩肥堆中經兩天可死亡。

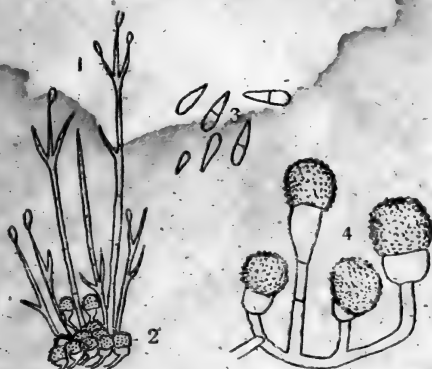


圖45 褐腐病菌(*Mycogone perniciosas* Magn.)

1. 分生孢子梗；
2. 在菌絲頂端形成的厚垣孢子；
3. 分生孢子；
4. 放大的厚垣孢子(放大400倍)。

(3)发病环境及傳染途徑

湿度過高，通风不良，溫度過高或在一切不利蘑菇发育的条件下均易发生此病。

此病多从采菇后的殘留物(如折断留在床中的菌柄等)上首先感染。从生产中看来,此菌之来源主要是土壤而不是培养料。

2. 褐斑病(*Verticillium Malthousei* Ware)

(1)病征 多在菌伞,菌柄或菌褶上形成褐色斑点,得病的子实体常失去坚固性,稍稍变褐或各种畸形。严重时蘑菇可以腐烂。幼菇发病多产生变形现象,在大菇上发生时多产生局部的褐色斑点。与褐腐病不同处是子实体腐烂的过程慢,且不流褐色之粘液(图46)。



图46 褐斑病之症状(仿Ware)

1,2. 幼菇被害后变为畸形; 3. 成菇得病后子实体上出现褐斑。

(2)病原菌 菌肉表面上之菌絲为白色,絲状,有分枝及橫隔,直徑1—5微米。分生孢子枝輪生。分生孢子橢圓形或短棒状,无色单孢,大小 $3-16 \times 1.5-5$ 微米。从孢子枝上脫落时,大量孢子集成孢子团,每个孢子团含有64个或更多的孢子(图47)。

病菌孢子在 40°C 条件下6小时即死亡(Ware 1933年)。

3. 干性坏疽 此病表现剛出的幼菇开始生长很慢,以后

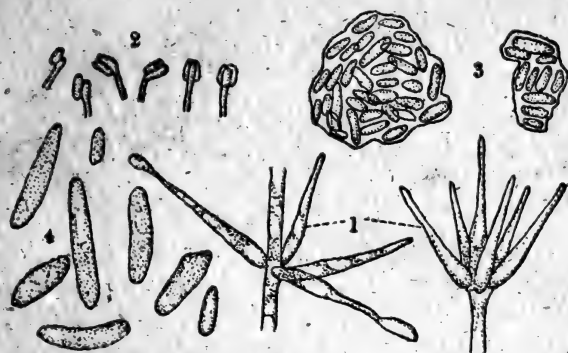


图 47 褐斑病的病原菌(*Verticillium Malthousei* Ware.)

1. 分生孢子枝(放大1,000倍); 2. 分生孢子枝上的分生孢子;
3. 分生孢子团; 4. 分生孢子(放大1,400倍)。

开始变暗,皱缩,变干,革质化,最后死掉和腐烂。

该病的确切起因尚未查明。一般认为是由于生理原因——缺乏正常营养和栽培蘑菇所必须的其他条件所致。当在培养料湿度低(35—40%)、发干及通风不好、室内聚集大量二氧化碳时,很多子实体发生此病。在菌床上出现很多幼菇而迟迟不长时多半是此病所致,这是菌丝不能充分供给蘑菇生长所需要的大量营养的缘故。

此外,收菇时破坏了邻近幼菇的线状菌丝以及幼菇线状菌丝被昆虫幼虫所破坏时,也都出现上述征状。被害的幼菇停止生长,并且死亡。有人指出,培养料养分消耗尽时也出现干性坏疽。

4. 锈病 本病为细菌病害,先在菌盖表面出现褐色斑点,后为暗褐色,一直扩大到全菌盖(图 48)。锈病一般出现在高温和室内通风不良的条件下。

5. 萎蔫病 (*Fusarium spp.*) 感病蘑菇是由镰刀菌的某



图48 锈病

左 健康蘑菇；右 感染锈病的蘑菇。

些种引起的。主要有 *F. oysporum* Schlecht. *F. Martii* App and Wr. 等。

蘑菇感染萎蔫病时，子实体发生褐变，并始终很小而不再发育长大，最后蘑菇全部死亡。

除上述的较严重的病害外，据苏联报导，还有干腐病 (*Spicaria sp.*)，灰绿霉病 (*Myceliophotra lutea* Cost.) 等。从目前发生情况看来为害不大。

(三) 病害防治 “先下手为强，后下手遭殃”，这句话对病虫害的防治也还适用。为了避免“遭殃”，就应当以预防为主。如预防后仍有病害发生，则应采取积极的防治措施。为了作好病害防治工作，必须切实作好以下几点：

1. 搞好环境卫生及室内卫生，杜绝病菌感染来源。培养料之堆积必须经过高热发酵，而且漚好后应立即使用；否则应加土复盖以防更多的杂菌侵入。培养料入床前，室内、菌床、门窗、工具应作好消毒。所用之药剂有2%的福尔马林；10%的石灰乳(喷洒或涂抹)，亦可采用1—4%的漂白粉，用法是：先将漂白粉用少量水稀释，再加足水量，泡1—2小时，搅拌均匀后喷射。

2. 培养料入床后必须作好发汗工作及室内药剂熏蒸工作(方法见前)，必要时亦可用50倍液福尔马林进行培养料消毒。

3. 复土应从地下取,而且起碼应进行日光杀菌;有条件的可用蒸汽消毒(90—100°C, 1—2小时)。消过毒的土壤应放在干淨的房間备用,冬季可采用冻土消毒。

4. 采用純洁之菌种。

5. 栽培場內应禁止閑人隨便出入,每次入室最好脚上应踏以石灰消毒。

6. 在栽培室中有病害及杂菌发生时,应及早清除;并用0.1—0.2%升汞水对发病处进行局部消毒。

7. 栽培室应經常通风换气,作好温湿度調节工作。很多病害,尤其是干性坏疽病和锈病在通风不良时往往大发生。

8. 如果因疏忽等原因,室內病害大发生,并将酿成毁灭性时,可在收菇后进行室內熏蒸;也可以进行大通风、大降温、待病菌因条件不适而致死后,再調节到正常的温湿度。这样下部蘑菇菌絲便可繼續出菇,但这是不得已的方法,因为这样作必将影响产量。

二、虫 害

害虫可以直接加害蘑菇,同时也傳播了病害。目前发生較重的害虫有菌蝇、紅蜘蛛等。

(一)蘑菇蝇 这是以幼虫为害子实体的蝇类,現在发现的共有两种:

1. 菌蝇(*Aphiochaeta albihalteris* Felt.) 菌蝇[图49之(1)] 成虫是一小形之蝇子,体长0.2—0.3厘米,展翅0.3—0.5厘米,头胸部大,腹部甚为細小。幼虫如蛆,体长0.8厘米、体宽0.08厘米,白色或黄色。卵多产在菌柄下部,产后三天左右即可孵化。幼虫最初侵害菌柄,后至菌伞部,穿成多数小孔[图49之(3)]。幼虫期約7—10天,一年数代。

此虫繁殖力甚强，每头雌虫可产卵千枚。在高温条件下发生严重，低于 13°C 多不发生。

2. 菌蛆 (*Sciar amultiseta felt et al*) 是一种比菌蝇还小的蝇子，体长 0.16 厘米，展翅 0.3 厘米。幼虫白色，为害方式与菌蝇相同 [图 49 (2)]。

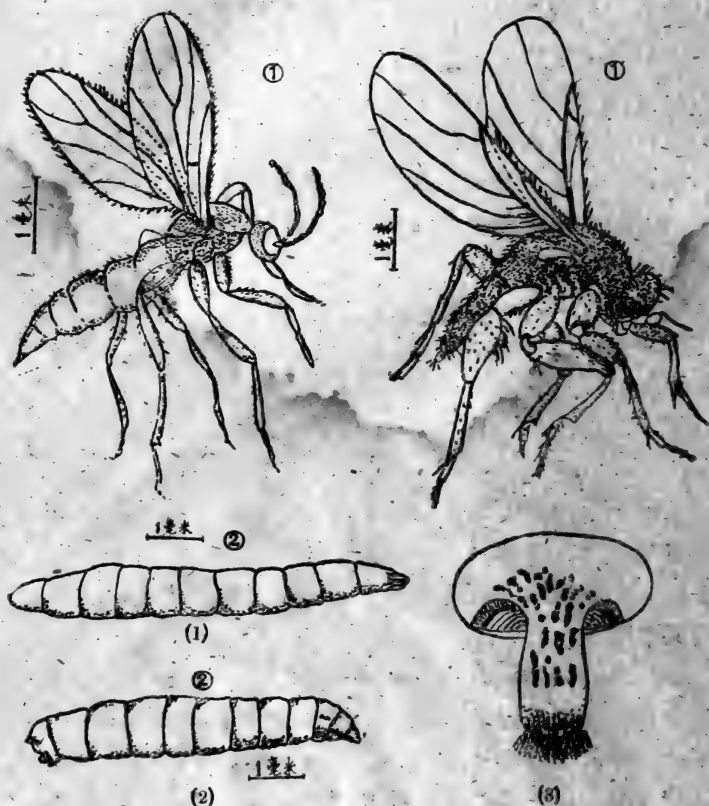


图 49 菌蝇和菌蛆的形态

(1) 菌蝇：① 成虫，② 幼虫；(2) 菌蛆：
① 成虫，② 幼虫；(3) 被蛆为害之蘑菇。

3. 防治法 为了防止害虫从室外侵入及在室内繁殖，应在门窗室内喷射 50—100 倍 DDT，所有门窗均应装上细纱。一旦室内已经发生应再在室内喷射 DDT 消灭成虫。对被害的蘑菇应及早清除室外处理。成虫有趋光性，可采用灯火诱杀。

(二) 红蜘蛛 是白色或灰白色的小螨（现知为害蘑菇的已有三种以上），体小而柔软（图50）。此虫常随培养料带入室

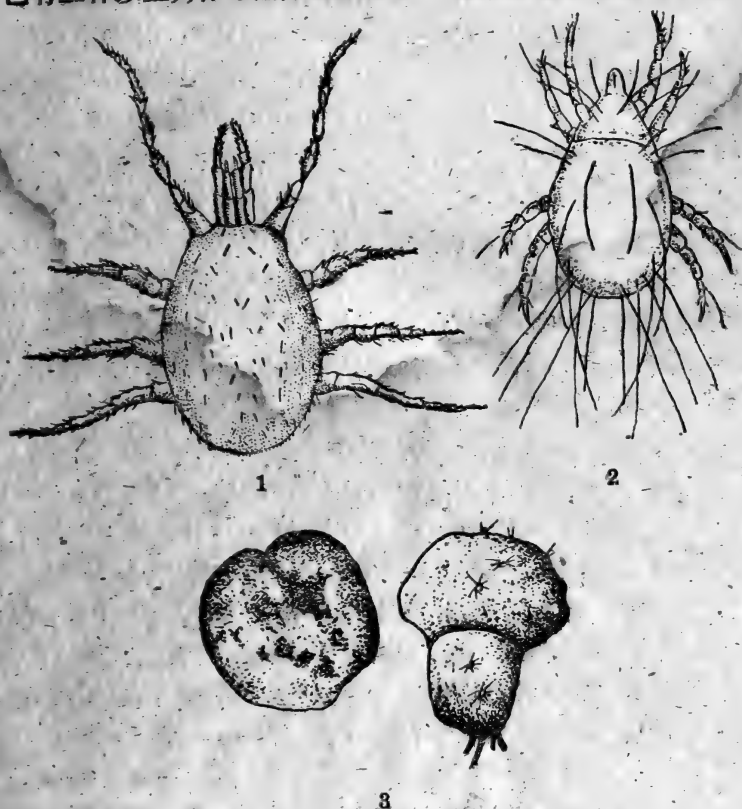


图 50 红蜘蛛的形态及蘑菇的被害状

1. *Tyroglyphus langior*; 2. *Tyroglyphus dimidiatus*; 3. 被害状。

內，当播种后即集聚为害菌絲，幼菇被害常变畸形。产卵时它常附在蝇类身上傳到各处，卵多产在菌絲或菌盖上。

防治上以預防为主，在培养料上床前应当用漂白粉，克辽林(一种防腐劑)及其他制劑噴射栽培室。在播种后，菌床上出現紅蜘蛛时，可以噴射石灰硫磺合剂——在一升水中加10—15 毫升原液。这种措施只限在子实体开始形成前进行。另外发生較輕时，也可用松脂油驅逐。方法是在室內各处放置盛水之淺皿，其內滴入松脂油数滴，松脂油产生的气味便可以減輕此虫之为害。发生严重时，可在采收后进行氰酸气之熏蒸。通用的氰酸气产生方法，是将氰化鈉加入稀硫酸中。其用量为每立方米房間用氰化鈉 30—40 克，每一分氰化鈉加濃硫酸和清水各三分。作法是：先在室內放一适当大小之容器，先将定量之水加入容器中，然后加入定量的濃硫酸，再将称好的氰化鈉通过滑車由室外送入容器中即可产生氰酸气体。如果因室內条件限制，药剂只好用人直接投入时，放药后应迅速退出室外。

氰酸熏蒸适于各种害虫的防治。

蘑菇被氰酸熏后，色澤变褐，在菇体成长期不能进行。

(三)潮虫 潮虫 *Dooryard sowbug* (*Porcellio locvis*, Latr.) 俗名叫草鞋虫、鼠妇等，属于甲壳綱的小动物。体长 12—20 毫米，暗灰色有光澤，长橢圓形，头部三角形，有足七对，尾部具有长短尾状突起一对，触角五节，絲状(图51)。此虫喜阴湿，故在塵土中及养菇場中常見。它可食害幼菇及菌褶，虽然直接的危害性不大，但常常傳播病害，造成蘑菇腐烂。

潮虫非常嗜食蒸熟之馬鈴薯，故可用馬鈴薯片进行誘杀。將小紙盒的口对向床边放在菌床上，其中装入熟馬鈴薯片，并在其上盖以干燥之水苔。当它饱食之后即聚集在水苔之中，即

可携出室外灭之。另外，也可用馬鈴薯片合以胃毒性毒剂誘杀。

除上述害虫之外，栽菇場中还常常发现跳虫（图-52）、螻蛄、油胡蘆等害虫。

跳虫多在培养料和复土中出现。这是一种体小坚硬而跳跃的小虫子，无翅，体长0.5—1.5毫米，具有叉状彈尾，用以跳跃。此虫在蘑菇子实体上造成小洞，并且还能携带其他杂菌的孢子。



图 51 潮虫



图 52 跳虫

(1)若虫；(2)成虫(雌)；(3)成虫(雄)。

发现跳虫时，可在床面上撒以除虫菊或烟草粉，效果很好。也可用浅盘内盛清水，水中滴几滴煤油，摆放在培养料上，跳虫跳入后即溺死。除此而外，也可用防治紅蜘蛛的方法防治。

至于对螻蛄、油胡蘆的防治，可以采用普通的毒餌誘杀及捕杀等方法。

在地洞或土温室內种菇，往往会遭受老鼠及蟾蜍的为害。它們对蘑菇虽不直接食害；但因其穿洞常将菇体及菌絲掘出

菌床表面而死亡；并且常常造成对病害的傳播。因此，对它們的防治也不能不予适当的注意。

防治老鼠除用捕杀方法之外，还可用5%的安妥拌以谷壳、米飯、馒头渣等或放到水面上，待其取食毒杀。应用安妥时，应特别注意防止人畜中毒。

第六节 蘑菇的貯藏和加工

蘑菇达到成熟标准之后必須采收；否則品質即会降低。在大量种菇的地方，鮮菇往往不能全部当日銷售，甚至为满足对广大人民的供应尚需远路运输。为了保存蘑菇的原有优良品質，就必须采用良好的貯藏及加工方法。

蘑菇的貯藏加工，大体可分鮮菇貯藏、制干貯藏及杀菌貯藏三种。

制干的方法較为簡便，一般有阴干法、晒干法、烘干法等。但洋蘑菇干制之后，不但重量异常減輕，而且其鮮味也大为散失。因此，对它的貯藏多采用鮮藏及杀菌貯藏两种方式。

(一)鮮藏 鮮菇貯藏的最好条件是：温度 $0-1^{\circ}\text{C}$ ，室内空气相对湿度为80%。在温度 $0-5^{\circ}\text{C}$ 的情况下鮮菇都可貯藏；但据苏联报导，在 3°C 以上时，貯藏質量便变坏。苏联全苏农展的鮮菇长期貯藏試驗結果如下頁表7。

从表7的資料看到，貯藏温度为 $0-5^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度为80—85%时，鮮菇重量平均减少0.9%（自然减少額）。应当指出，即使在足够的低温条件下，子实体开伞量也很大。从上表还看到，貯藏的第四天，菌肉和有些菌柄基部便稍稍发暗。在第七天菌盖的菌肉开始变黑，以后逐渐加深，蘑菇味道急剧变坏。在貯藏过程中子实体外形也变坏，菌盖表面弛皱，

表7 長期貯藏对鮮菇質量的影响
(貯藏室溫度0—5°C, 空气湿度80—85%)

貯藏天数	减少重量%	开伞菇数%	蘑菇質量的变化
2	2.0	1.5	
4	3.5	5.0	菌柄內菌髓开始变暗。
6	5.0	7.0	
8	7.5	10.0	多数蘑菇菌盖的菌內开始变暗, 菌柄內菌髓变暗加剧。
10	9.5	11.5	
12	10.5	12.5	菌內菌髓变暗加深, 蘑菇表面大大变暗。
14	11.5	15.0	
16	14.0	17.5	蘑菇所有菌肉尤其菌柄之菌髓全部大大变暗, 菇表面呈褐色。

并稍稍变暗; 再經過数天后在所有菌盖表面都生有小锈斑并复有粘液。

根据这一試驗証明, 溫度0—5°C的条件下貯藏时, 鮮菇可貯藏天数不超过3—4晝夜。补充观察表明, 鮮菇在0—2°C溫度下貯藏时, 可耐較长的貯藏期(7晝夜)。

我国的經驗認為, 將鮮菇放在湿度高、溫度为4°C的冷藏庫中可貯藏一周左右。在冷藏期間, 应作好防冻工作。鮮菇一經冰冻, 細胞組織即行破坏, 待解冻之后, 犹如水煮一般, 即易酸化, 品質降低。

在菇量不多的情况下, 亦可用缸、罐貯藏。方法是: 在罐內裝以少量冷水, 在水面上边放一木架, 以后將盛有鮮菇的容器置于木架上, 封上罐口, 放在暗处即可。用这种方法藏菇在4—5°C溫度下可保存半月左右。在溫暖季节(16—17°C)藏菇时, 則需將封閉之盖去掉, 換以腐爛迟緩的落叶等复盖以便通气。如果处理得当, 亦可保存一周左右。

(二) 杀菌贮藏

1. 醋渍 醋渍时幼菇要按大小分级，其菌柄从临近菌盖1—2厘米处削掉，仔细洗净后即进行预煮，以便不使蘑菇变黑。为了使蘑菇颜色好看，也可在煮水中加入0.5%的檸檬酸或加入0.1%的明矾，这二种药品皆起良好的漂白作用。蘑菇预煮时间为在开水中保持5分钟，然后将其堆放到筛子上并用干净冷水洗好。

洗好后将蘑菇放在锅内，加入10%盐水，开始煮。在加热过程中注意搅拌。待水沸腾时，去掉泡沫并加入香料，用量按蘑菇湿重比例如下：醋精(80%)0.3%，月桂叶0.02%，胡椒0.01%，石竹0.01%。醋精倒入锅内之前用水稀释至浓度为10%。

煮沸时间取决于蘑菇的大小，一般煮10—15分钟。当蘑菇开始向锅底下沉，而盐水变清时便算是煮好了。煮好的蘑菇迅速移到盛盐水的浅木桶内，并放到冰窖或冷凉地方冷却。冷却的蘑菇同盐水一起移在木桶或玻璃容器内，并迅速封口。盐水应为蘑菇重的15—18%。

2. 盐渍 盐渍的蘑菇同醋渍一样，事先去柄洗净。在这以后放到含有少量檸檬酸和食盐的水里煮沸20分钟。煮好后在木桶内用盐水进行盐渍。渍液为加有1—1.5%食盐的凉开水，渍液应淹没所有蘑菇。最好将这种食盐水装满木桶，最后封盖并放到冷凉的屋子里或冰窖里。

3. 制罐 蘑菇的制罐比醋渍、盐渍应用广泛。

制罐前将菌柄贴菌盖削掉，因为菌柄不能装罐。去柄的蘑菇在凉水中仔细洗滌后预煮，预煮的水中事先每10升水加入200克食盐和40克檸檬酸，或酒石酸。预煮时间为沸水中保持5分钟，之后取出并在冷水中冷却。将冷却的蘑菇倒在

篩子上,当其水分流尽时放到清洁的罐头盒内,注意不使蘑菇触及盒盖。以后在装菇的罐头里注入如下组成的盐水:每10升水200克食盐和柠檬酸(或酒石酸)。在0.5升装的罐头盒内可放375克蘑菇和100克盐水。

装好的罐头用卷边封罐机封盖,并在高压蒸汽灭菌器内于 117°C 情况下消毒15分钟。或是在开水中消毒2小时,时间从开水中罐头下沉时开始计算。消毒完毕后迅速在冷水中冷却。

罐头擦净后贮藏在 $1-2^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下。贮藏前在 $25-30^{\circ}\text{C}$ 温度条件下放7昼夜以检查罐头是否无菌。

第三章 菌种的制造

第一节 母种的分离与培养

最早栽培蘑菇是采集野生菌絲体来播种的。菌絲純度低劣，經常夹杂有病菌和害虫，常常得不到良好的結果。特别是蘑菇栽培面积不断扩大，采集野生菌絲体不能滿足日益增长的需要，生产本身就要求我們培养純粹的菌种来进行栽培。

作为播种材料的菌种，是现代人工栽培蘑菇的基础。菌种品質的好坏，不仅影响蘑菇的产量，并且直接关系到栽菇事业的成败。因此，优良的播种材料，至少要求其具备以下两个条件：

1. 具有很高的生活力 在正常环境条件下，在培养料上能很好的成活和生长。这种菌种，在外表上看来，菌絲青白色絨毛状，并具有蜘蛛网状分枝。
2. 菌絲具有良好的遺傳性 产量高，品質好，抵抗病虫害能力强。

近年来我国上海、北京、沈阳等地建立了专门的菌种場，在实验室条件下，专门来培养各种蘑菇的純菌种，供各地栽培場的需要。这对我国栽菇事业的发展，将起到非常有益的作用。茲将培养母种及生产种的基本方法介紹如下：

一、培养母种所需要的基本設備

1. 高压蒸汽灭菌器，用以消毒培养基。园产加工、医药卫

生部門、植物病理研究部門所用的各種類型高壓蒸汽滅菌器皆可應用。因母種培養基里含有豐富的養料，在制作及裝管過程中，極易混入各種雜菌而引起培養基生霉腐敗。所以培養基每當作完一批之後，要立即用高壓滅菌器滅菌。滅過菌的培養基，因雜菌全被熱力殺死，可以長期貯存備用而不再生霉腐敗。通常要選壓力為 15—20 磅的最為合用。

如果不能設置高壓滅菌器時，搭設鍋台式的土滅菌灶亦很合用。鍋台上罩以籠屉，利用水所生的熱水氣也能殺死雜菌；尤其在大批生產“生產種”時最為經濟方便（詳見第二節）。

2. 溫箱，用以培養母種。溫箱因其有自動調溫裝置，一經把刻度調准之後，就能經常保持菌種生長所需的恆定溫度。如所培養的菌種種類繁多，各菌種所要求的適溫又不相同時，可多備幾個溫箱，調成不同的溫度應用。

3. 冰箱，供貯放長好的母種等用。冰箱的溫度經常保持在 4—5°C。在這種低溫下，菌絲幾乎停止生長，因之能使菌種較長期的保存生活力。

4. 干熱滅菌器，供消毒玻璃器皿用具等如玻璃罩、培養皿等。這些器具在使用前不消毒滅菌，器皿表面上沾染的各種雜菌就會帶到培養基里，使所培養的菌種長出各種雜菌造成生物學混雜而不堪應用。

干熱滅菌的操作是當溫度升至 150—160°C 時，保持 1.5—2 小時。

5. 無菌室和無菌箱，大量制造菌種時，移種操作應在較大的空間下進行。為此要設置無菌室或稱移種室。所謂無菌室，即是在房間內特設一個小房間，小房間內牆壁要塗刷光滑，使無縫隙和孔洞，門窗在關閉時能夠非常嚴密以減少室內空氣流動。房間內要用化學葯劑徹底消毒，把病菌昆蟲等殺

灭干净。无菌室内要经常保持高度无菌状态，才能在操作过程中防止杂菌混入。设备条件许可时，在无菌室内装设一盏紫外线杀菌灯最好。与无菌室相连，还要设置一间缓冲室，操作时工作人员在缓冲室内事先作好脱换实验服、帽子和作好其他准备工作，然后再进入无菌室操作以防带入杂菌。缓冲室最好也设置一盏紫外线灯。

无菌室房间大小，根据需要确定，一般是能放置一张办公桌，1—2把椅子及放置菌种瓶和其他用具等的一定空间即可，太大难保持无菌状态。

无菌箱，则是无菌室的缩小(图53)，适于作小规模移种和母种分离培养时用。无菌箱的体积小，制作容易，移动轻便，消毒灭菌也易进行彻底。工作时人坐在箱外，只将两手伸进箱内操作。

6. 其他设备和药品，如显微镜、粗试管、大小培养皿、大小

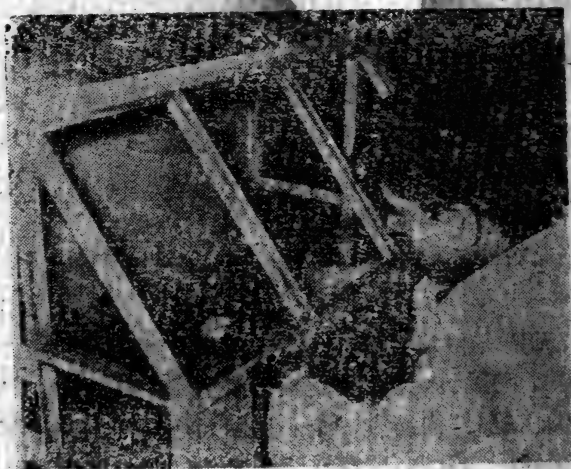


图 53 无菌箱及其操作

三角瓶、量筒、天平、接种針、酒精灯、解剖刀片、鑷子和消毒藥水等(0.2%升汞水, 95% 酒精, 福尔馬林, 来苏兒)都要事先备好。

二、培养基种类与制作

不同种类的蘑菇所需的培养基是不同的。培养洋蘑菇菌种所用的培养基, 据各国报导, 不下十几种, 多屬天然培养基或半組合培养基。这里挑选較适合而又易制作的几种列于下:

1. 厩肥浸出物洋菜培养基, 称取 100 克新鮮馬厩肥(病馬的厩肥不要), 浸泡在一升水中, 攪拌后用双層紗布过滤, 取其滤液并补足水至一升, 加入 20 克洋菜, 加热使洋菜完全溶化后即成。

2. 燕麦汁洋菜培养基, 用 30 克燕麦粉或 125 克燕麦粒, 在一升水中煎煮 30 分鐘, 然后用紗布过滤补充水量至一升, 加入 20 克洋菜煮溶即成(用燕麦粉制作, 将燕麦片倒入 70°C 的热水中, 然后在水浴鍋中保持 60°C 一小时再过滤)。

3. 馬鈴薯洋菜培养基, 用去皮馬鈴薯 200 克, 葡萄糖 20 克(或蔗糖), 洋菜 17 克, 加水一升配制而成。

作法是把已去皮的馬鈴薯称 200 克切成薄片, 加水一升, 煮沸 30 分鐘后, 用紗布过滤后, 取其滤液加入洋菜和糖, 用輕火或电爐煮之并随时攪拌, 至洋菜全部溶化后再倒入量筒中量度。如果全量不足一升时, 要加热水补足到一升。攪拌均匀后的胶液則趁热用漏斗分装到試管中, 每試管装达全长的 1/5 左右, 然后把試管口塞上松紧适度的棉塞, 直立的放到鉄絲筐中。每筐装满后, 上面用 1—2 層旧报纸或一層油布盖上, 并用繩扎紧, 再放入高压灭菌器中灭菌。灭菌时, 当压力升至

15 磅时开始計时，再延續 30—45 分鐘。为把培养基作成斜面，从灭菌器中取出試管后要趁热分放到桌面上，在棉塞一端的下面另用木条垫起，然后順序摆放，冷凝后即出斜面。作好的斜面培养基，放温湿合适的室内，可随时取用，經久不坏。上面的厩肥浸出物洋菜培养基和燕麦汁培养基装管等办法与此相同(图 54)。

馬鈴薯洋菜培养基不但适于培养洋蘑菇菌种；并且对平菇、松菇等野生食菌的分离培养都很适宜。我們在实践中用这种培养基分离出十多个野生食菌的菌种，菌絲生长都很好。我国各地所培养的洋蘑菇菌种主要是应用这种培养基。

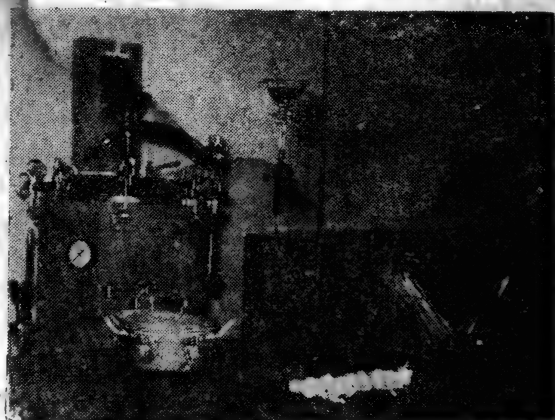


图 54 培养基的制作设备及摆放斜面

4. 在苏联，他們进行孢子发芽培养时采用另一种組合培养基。配方是：一升蒸餾水中加入洋菜 20—25 克；磷酸氫二鉀 1 克；硝酸銨 1 克；硫酸鎂 1 克；蔗糖 3 克；葡萄糖 1 克；麦芽糖 1 克。将上列藥品与糖先用少量蒸餾水溶化，再用剩下的水去溶化洋菜。在洋菜全部溶化后，将上面配好的溶液加入到洋菜溶液中搅拌均匀，如因蒸发全量不足一升时，則加水补

足至一升，充分搅拌均匀后再装管灭菌。操作和制作与马铃薯洋菜培养基相同。

三、母种的分离和培养

前面已提过，蘑菇除了能用孢子发芽长出菌丝来繁殖个体外，子实体任何一部分组织分割下一小块也能长出菌丝并生长发育进而形成新的子实体。按此道理，蘑菇纯菌种分离就有了两个办法：一个是收集蘑菇的担孢子并使孢子发芽来培养菌丝，就叫作孢子发芽培养法；另一个是把蘑菇体组织分割下一小块，利用这一小块组织的再生力来培养出菌丝体，这就叫做组织分离培养法。

上述两种方法中，可明显看出，菌丝是从不同的母体长出来的。它们虽然都能进一步发育成新的子实体，但生活力却不尽相同。各国的科学家们多认为孢子发芽培养出的菌种生活力高于组织分离。从生物学角度分析，担孢子是有性过程形成的产物，生活力是旺盛的，有条件的应尽量采用孢子发芽法，但这并不排斥组织分离法的实践价值。由于后者操作方法比孢子发芽法简便易行，对培养基选择不严，菌丝生长迅速，极其便于推广应用；并且也能够获得足够优良的菌丝体。所以用组织分离法繁殖菌丝体的生产价值，在颇大程度上比孢子发芽法还高。

尼柯拉耶娃报导(Т. Л. Николаева, 1955年)1942—1943年用孢子发芽法培养的菌丝播种了八个小区，又用组织分离繁殖的菌种播种五个小区，经过10—15天，在栽植穴处看到菌丝体都在旺盛的生长。按其生长势，成活率和经济性来看，组织分离培养的播种材料并不异于孢子发芽培养的播种材料，蘑菇也能正常的发育。

现将具体作法介绍于下：

1. 組織分离培养法 首先在菌床上选体形中等大小、生长健旺、菌柄粗而短、菌盖肥厚、形状圆整、颜色洁白发育良好还未开伞的无病虫害的蘑菇采下，作为种菇。有病虫害或发育畸形的都不可作种。

种菇采下后，用干净的纸包好或用清洁玻璃器皿盛装带回室内进行分离。分离则在无菌箱或无菌室内进行。先将菌菇带泥土部分用刀片切掉，然后移入无菌箱内，将种菇浸没于0.2%的升汞水中，浸泡5分钟以杀死沾染在菇体表面的杂菌。5分钟后取出用消过毒的纱布将菇体上残留的升汞水吸干，再用沾有酒精并经过酒精灯火焰灭菌的解剖刀片切去菇体的表皮和少量的菌肉后再把菌环切掉。此后则把菌肉分切成小四方块，每块大小0.5—1立方厘米左右，随手再用经过火焰灭过菌的接种针或镊子，将每个小组织块分别放入装有培养基的试管里，并迅速塞好棉塞。

如果种菇不用0.2%升汞水浸泡灭菌，而用干净脱脂棉蘸以升汞水全面擦洗种菇的伞盖和菌柄，反复擦洗4—5次；或者在菌体上涂擦90%的酒精后点火进行表面烧灼灭菌，反复烧灼3—4次，亦可达到表面消毒的目的。在没有升汞水时，这种酒精烧灼灭菌法是可行的。然后再用上述同样的办法，把菌肉切成小四方块，每块都带有一点菌褶。为了防止操作中感染杂菌，我们建议把这些小组织块一次切完，并随时放到一个事先备好的经过干热灭菌的培养皿里盖严。以后再把培养皿的盖子掀起一个小缝，用消过毒的镊子从缝隙伸到培养皿里，每镊出一小块就迅速的投入到装有培养基的试管里，然后迅速塞好棉塞，并移动试管以使组织块固定在培养基斜面的中央。一个中等大小种菇，可切成30—40块左右。

此外,菌柄部分的組織,进行表面消毒后削去表皮,切成长方塊放到培养基上培养,也会得到很好的效果。

上述的把蘑菇組織塊放到培养基上的过程叫作“移种”。移种操作全部作完以后,就把移好种的試管放入 25°C 的恒温箱里进行培养。培养时每天要檢查杂菌,如在試管中發現有細菌或霉菌滋生,就要随时檢出弃去。

組織分离法培养母种,移种后3—4天,就能在組織塊的菌褶和菌肉周圍、长出白色短絨毛状的菌絲,20—30天就能长滿培养基的表面。长好的这种菌絲体叫做“母种”。以后就可以用此母种进一步大量繁殖原种或栽培种(图55)。



图 55 用組織分离培养出的母种

2. 孢子发芽培养法 选择种菇的标准与組織分离一样,但成熟度要高一些。即菌伞将要开放而还没开放时采下,切去菌柄下部带泥土的部分。在无菌箱或无菌室内,浸入0.2%升汞水中消毒5分鐘,或用脱脂棉蘸以升汞把种菇全面擦洗4—5遍消毒,然后用消过毒的紗布吸干。如果当菌环很薄已經表现出裂縫时,用升汞水浸泡,升汞水会漏入到菌褶中而将孢子杀死。这时用涂擦升汞水消毒较为适用。然而必須指出,在孢子分离法培养菌种时,用酒精燒灼法灭菌是不适当的。因酒精能造成菇体組織稍微变質,影响以后孢子的放出。

消过毒后的种菇,将菌柄部分插在消过毒的新鉄釘或不銹鋼絲制成的三角架上,安放到灭过菌的培养皿里,并迅速盖上玻璃罩,罩下再垫一个大培养皿(如图56);或者用大漏斗代替玻璃罩倒置在大培养皿上,漏斗的上端开口用棉花塞上(这样較玻璃罩更易空气流动),然后放置到 20°C 左右或一般室温下,經2—3天后,种菇的菌伞就逐渐展开,成熟的孢子从



图 56 收集孢子的装置

菌褶的担子柄上掉到培养皿里面。3—4天后大部分孢子都能落下，这时再取出种菇，并用火焰灭过菌的接种针先蘸取少量的无菌水后伸到培养皿里，用针尖蘸取少量的孢子粉，放入装有无菌水的试管或小三角瓶里盖严后加以摇动稀释，作成孢子悬浮液。这种孢子悬浮液的浓度不宜太大，如果浓度实在太稀时可重复蘸取孢子粉加入。

孢子悬浮液作好后，用灭过菌的1毫升或2毫升容量的注射器吸取孢子液，并注射到试管培养基的斜面上。注射方法是把棉塞稍拔松一点，但绝不准打开，把针头沿管壁插到试管里直到针尖部分超过棉塞而露出一点为止。此时按动注射器使孢子液射出1—2滴，注意使孢子液滴到培养基斜面上，防止滴到管壁上，然后抽出针头，堵紧棉塞，再轻微转动试管，使孢子液上下左右流开，整个培养基斜面尽量都能均匀的分布到孢子。这样，不但能经济的利用培养基的表面积，并便于以后挑取发芽的單孢子。

在孢子悬浮液注入试管之前，最好能用显微镜检查一下孢子液浓度，以一滴中含有2—3个孢子最好，如果太浓则要加无菌水再行稀释后应用。

培养基试管注射完孢子液以后，仍放置到 25°C 恒温箱中或 20°C 以上的室内培养，每天定时检查，因杂菌生长的快，发现试管中长出杂菌时，要及时检出弃掉。蘑菇孢子发芽较慢，在马铃薯洋菜培养基上，通常8—9天到10天，孢子就能发芽，并长出细毛状的白色菌丝，菌丝逐渐生长变成星状菌丝丛。在肉眼观察发现细毛状的白色菌丝后，就要及时挑取單个孢子所形成的生长势最旺盛的菌落。方法是：用纤细的铂丝移种针，火焰灭菌后伸到试管里，连同少量的培养基挖出移植到新的斜面培养基上，再行培养，一直到菌丝长满培养基的

斜面，便成为孢子分离法培养出的母种。由于孢子液浓度很稀，孢子在培养基表面上绝大部分是单个分布的。挑取这种单个孢子发芽而长出的菌落，又特称作“单孢子分离”。

但因为孢子发芽不能非常整齐，所以在单孢子分离培养时，每天要随时检查发芽情况，发现孢子萌芽后就要及时用移种针挑出移植到新的培养基上。已经挑取过的试管，下次又发现到孢子发芽长出菌丝时，再行挑取移植。但无论何时都要挑取生长最好的菌落。

如果在孢子发芽后，不进行挑取单个孢子萌发出的菌丝而任其长满培养基斜面亦可。但这样的菌丝不是单个孢子的后代，而是数个孢子共同的后代。在孢子发芽法培养母种时也可以这样作，因为它比上述的单孢子分离法要简易一些。这里不难看出，单孢子分离法是挑取生长最好的菌落，因此具有选优去劣的作用，这是现代蘑菇纯菌种制造上最先进的方法。孢子发芽法培养出的母种，仍供进一步大量繁殖原种和生产种。

附带指出，无论是组织分离法或孢子发芽法培养母种时，在灭菌不彻底、操作粗放的情况下，极易造成大量杂菌混入到试管里，生长蔓延，使所培养的菌种报废。其中最常见的是青霉菌属和各种细菌等。经常保持无菌室无菌箱的清洁，每次工作前进行彻底消毒灭菌，保证每次操作都能在高度无菌的状态下进行，是防止各种杂菌的根本办法。

四、母种的贮藏和运送

培养出的母种不能马上用完，应放置到4—5°C的冰箱或其他低温干燥的地方，此时菌丝基本上停止生长而进入休眠状态，生活力可以保持几个月。而高于30°C或低于0°C来

貯藏母种都是不适宜的。

为了寄送母种,可把試管用紙包裹后装入小木匣里,試管之間填充碎紙、稻壳、鋸屑等物以防破損。如果路途較远,应事先把試管口的棉塞更加塞牢,并包上防水紙以防培养基在途中失水干燥。此外,还要注意防止培养基因冷冻結冰或遇高温而造成的菌絲体死亡。

第二节 原种和栽培种的培养

母种經移植培养后成为原种。为經濟起見,原种还可移植成为栽培种。原种和栽培种都可用以播种。

一、培养原种和栽培种所用的培养基

培养原种和栽培种所用的培养基与培养母种不同,多为較粗制的天然培养基。

大家知道,培养基是菌类生长并从中吸收营养的基地,因而培养基的选择和制造就显得很重要。在实践上往往由于培养基选择和制造不当而使菌絲停止生长或生长微弱,所以应当十分注意这个問題。

(一)培养基种类 培育母种和栽培种可以用多种多样培养基,只要适于菌絲发育,我們便可拿来应用。从目前看,主要有三种:①人造厩肥培养基;②半腐熟糞稈培养基;③燕麦培养基。

1. 人造厩肥培养基 这是由驢馬糞与麦稈,或稻草用人工堆积并充分腐熟而制成的培养基。这种培养基适用于培育原种,因为它的質地較密,保水性好,营养物含量高,可使菌絲很快成活,长得壯,在单位体积內菌絲含量高。但缺点是菌絲

生长慢,且易出綫状菌索。这种培养基因易制成磚塊,还可用以制造磚形菌种。

2. 半腐熟藁稈培养基 这种培养基也是用驢馬糞加稻麦草混合堆制而成。不同点仅在于腐熟度不同,这种培养基是在堆积达半腐熟时就将稻麦草取出,用以培养菌种。因其質地疏松,菌絲蔓延迅速且不易出現綫状菌索,所以适于栽培种的培育。这种培养基加入少量粘土、牛糞也可制造磚形菌种。

3. 燕麦培养基 这是由小麦粒、麦稈构成的一种培养基,适于原种培育。其缺点在于成本較高。

(二)培养基調制 調制培养基是一个細致的工作,它关系到培养基的質量,所以作这一工作时不可毛草,务求正确。

1. 人造厩肥培养基的調制

人造厩肥培养基的原料是:

驢馬糞	600斤
麦草或稻草(干)	400斤
石膏粉	10—15斤
水	約1,000斤

驢馬糞要求新鮮不失发热能力的。麦草或稻草要求未經雨淋而腐爛的干草。过去有人強調大麦草最好,根据沈阳市蔬菜种子繁殖場的經驗,小麦草和稻草也很好。

厩肥培养基的堆积方法,同前面栽培蘑菇所用的培养料堆积大体上一致。所不同的,除了石膏在第一次倒糞加入而不再加其他化肥外,就是对腐熟度要求不同。这种培养基要求充分腐熟,也就是达到这种程度:稻草或麦草完全变成碎段与驢馬糞混而为一,不仔細看,看不出有草,驢馬糞臭味完全

消失，整个厩肥很松散，用手握有弹性，厩肥黑褐色。到这种程度时，将其过筛（粗筛），便是准备好的人造厩肥培养基。在此种培养基中，如加入20—30%之麦麸则能更好的提高移种后的成活率及菌丝的生长速度。

2. 半腐熟藁秆培养基 这种培养基的堆制方法也与栽培用培养料相同，但因为这种培养基要求到半腐熟程度，所以它的堆制就不用很长时间，一般15—20天就可以了。另外，堆积这种培养基，草不妨多些，如果骡马粪质量好，加一半稻、麦草是没有问题的。

半腐熟藁秆培养基腐熟度应是稻、麦草变成褐色，稍有拉力，但用手拉时易断。将这种稻、麦草与粪分开，为方便起见，可将堆摊开使成薄层，用日光晒1—2天，在晒的过程中不断地翻搅，以使全部变干，然后用耙子等类工具把藁秆从中取出，铡成一寸多长。在以后用其培养菌种时，可加适当水量，这就是半腐熟藁秆培养基。

也有人在制备这种培养基时，在同一堆培养料里有不同腐熟度的稻麦草，原来这是分期堆积的结果。方法是先堆数层，过几天后再接着堆数层，再过几天堆到应有的高度。这样分三期堆成的结果，就在这种培养基里有三种腐熟度的稻麦草：完全腐熟，半腐熟，稍腐熟。这样制成的培养基具有良好的物理特性。

3. 燕麦培养基 这种培养基的原料是：

洗净的小麦粒	5斤
麦秆	1斤
水	一定量

将小麦粒与麦秆在水中浸泡一夜，使其充分吸水，然后按比例混合即成。这种培养基用来繁殖原种。

由上所述，培养基的种类和調制可以使我們了解到准备培养基不是死板的，可以根据下列条件灵活的調制：

(1)調制成的培养基需要有充足的营养供菌絲需要；

(2)培养基应有适当的疏松性，以利菌絲呼吸与穿透，加快菌絲生长速度；

(3)尽力减少培养基中含有氨气，二氧化碳等影响菌絲发育的物質；

(4)湿度适宜，不可过大或过小。

二、原种的培养

将长好的母种分移至装有特別培养基的玻瓶中，培养后菌絲貫穿全瓶，这就是原种。它可直接用以播种，也可分移成栽培种。

培养原种应用人造厩肥培养基和燕麦培养基，这在前面已經說过了。如果采用厩肥培养基，应在装瓶前作仔細的檢查。凡有臭味发生，未全腐熟，湿度过大过小都不可应用。因为游离氨的产生和不当的湿度，对菌絲体生长來說都是不适宜的，不注意这点就会使培养工作陷入失败的境地。至于对厩肥培养基的具体要求，装瓶方法，灭菌移种等过程同下面要講的瓶装栽培种一样，这里就不提了。

在采用燕麦培养基培养原种时，根据文献記載装瓶方法是这样，使吸足水分的麦粒、麦稈按比例混合好，然后装到菌瓶中，数量为全容积的 $\frac{2}{3}$ ，再加水使瓶中积水达 $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ 处。用棉塞塞上，放入高压蒸汽灭菌器中，在20磅压力的情况下灭菌1小时。

經灭菌后之菌瓶冷却后即可移种。普通每一試管母种可分移为15—20瓶，取用的菌絲应选择优良而健壮的菌絲体。

移种后将有菌絲塊的瓶子放到 20°C 左右的恒温箱或房間內培养,按下面栽培种那样进行管理。大約移种后 3—4 天便在移入的培养基塊周圍生出絨毛状菌絲,再經 30—45 天菌絲体便貫穿到整个厩肥培养基中。这就可以再分开移种到其他瓶中培育栽培种。

三、栽培种的培养

栽培种是由上述的原种,为扩大菌种数起見分移而成的。由于制造方法不同,所用容器不同而分下列各种:瓶装菌种,磚形菌种。在国外还有管状菌种,片状菌种,塊状菌种。这些都是指栽培种而言。

(一)瓶装菌种的培育 所謂瓶装菌种就是将培养基装到广口的玻璃瓶中移种后,菌絲在里面发育。这是最常用的一种,所以詳細介紹其制法。瓶装菌种的制备过程分装瓶、灭菌、接种、培养四个过程,不能馬上播种时还須貯藏。

1. 装瓶 培养基調制好以后应当馬上装瓶;否則培养基在堆放期中将有大量杂菌腐生,不但使营养損失,而且易使菌种污染,发育受到抑制。

(1)装瓶前的准备 在开始装瓶前应作好一切准备工作。主要准备工作有培养基的料理和复查,瓶子和装瓶用具的准备。

培养基的复查是有关培育栽培种是否能成功的大問題,不容忽視。因为栽培种除可以应用人造厩肥培养基之外,更主要是利用半腐熟糞稈培养基。所以对这二种培养基的要求是这样:①具有固有的物理性状(具体見培养基的制作部分);②化学反应为中性或微硷性;③具有合适的湿度。什么是合适的湿度呢?这要根据不同培养基来看。

对于人造厩肥培养基来说，湿度应在 55—60% 左右。这种情况下厩肥用手紧握成团，但在手掌上不留有湿的痕迹。将握成的团，用手一搓极易变碎，这就是最合适的湿度，可用其装瓶。

对于半腐熟藁秆培养基来说，湿度从外表上看来比厩肥培养基要大，用手紧握时，在指缝间有水溢出，但还没有达到脱落的地步。这种湿度何以在半腐熟藁秆培养基上不算大呢？原来这种培养基空隙较大，表面积较小，因而持水性不象人造厩肥培养基那样大，所以水虽然不比厩肥培养基多，但造成了过湿的假象。其次由于藁秆等吸水失水都较厩肥培养基大，如果水分不适量的多些，则易干燥。还有因藁秆空隙大，水稍多些并不会影响到空气的流通。综上所述，这种培养基是应当适量多些水分。

向半腐熟藁秆培养基中加水时，能用 1% 的糖溶液代替那就更好了。

装瓶时需要一定的工具，这也应当事前准备好。

首先是广口瓶，广口瓶容积要求 600—700 毫升，最好统一为 700 毫升左右，因为瓶太小，相对的浪费劳力和物力；瓶过大则操作运输多有不便。

其次便是捣木，捣木是一根一头尖一头膨大的小木棒，长约 35 厘米左右。膨大的一头直径约 2 厘米，平头，用以捣实培养基。有尖的一端用以在培养基中央插孔。

(2) 装瓶的方法 方法是将培养基装入瓶中一层后，用捣木的膨大一端适度捣紧，再加一层培养基，照上法捣实，如此装下去直到瓶颈。然后在瓶中央用捣木尖端将培养基插一孔，直至瓶底。这个孔的作用是：①增加与空气接触的表面积，以供足够之氧气；②减少菌丝贯穿培养基的障碍，可使菌丝沿孔

下长，这样就利于菌絲向側面生长；从而使菌絲很快充滿全瓶。③做好接种的位置。

这里有两个問題应当注意：

①适度搗实。对厩肥培养基来說，这一点尤为重要。所謂适度搗实，就是厩肥培养基在瓶內不散，不动。瓶倒置而无培养基掉出，但是可看到培养基中間有疏松的状态而不是密不可辨。因为如果压得过紧，厩肥內空隙变小，减小通气性，这不仅不利于菌絲的呼吸，而且也不利于菌絲的穿透，从而減低了菌絲的生长速度。不仅这样，更重要的是过紧会影响菌絲体的質量，其原因是由于生长变慢，下半瓶菌絲还未长滿，上半瓶菌絲由于发育時間过长已变衰老，下半瓶菌絲也将变弱。

人造厩肥培养基搗的过松，就不易在瓶內固定，使菌絲不能与其发生营养上的联系，即使发生了联系，也常常造成菌絲的机械断裂。除此之外，过松也会使水分散失、降低培养料湿度，不利菌絲生长。

对于半腐熟糞稈培养基来說，搗的稍紧些好，因为其本身空隙很大，搗实些也会有空隙。如果过松則因空隙大，使瓶中的菌絲量过少。但是这并不表明一定使糞稈間密而无隙，一般空隙不十分大也就行了。

②不必太滿。培养基不可装得过滿，应当在瓶子的 $4/5$ 处。过滿不仅不利于今后的成活檢查，而且对菌絲的空气需要也是不能充足供給的。至于太淺，对人力物力是一个相对浪費，自然也是不好。

按照上述注意的二点将瓶装好后，要把附在瓶外和瓶口的培养基擦淨或洗淨，以利于今后的檢查，且可防止杂菌借附在瓶外的培养基上发生。洗瓶时，不可使水滴入瓶中以免增

加湿度。

瓶洗好后，瓶口塞上棉塞(图57)，其目的是防止杂菌侵入。棉塞一般不宜过松，因为过松会造成杂菌侵入的机会。然而太紧了移种不便，影响通气，同时也多费棉花。具体要求是棉塞不能轻易拔掉为度。

在大规模生产时，为节省棉花起见，除尽量把棉塞打得小而精外，还可在棉塞中间包上废报纸或圆木段以减少棉花的用量。

2. 灭菌 装到瓶中的培养基，不论是厩肥培养基还是半腐熟藁秆培养基，都带来大量杂菌，如不消除，根本就不能把菌种培育成功，所以必须通过一个灭菌措施把杂菌消灭。



图 57 装好的瓶子及捣木

灭菌是用高温杀死杂菌。在菌种制备上通常采用高温高压蒸汽灭菌。用以灭菌的工具最好使用高压蒸汽灭菌器。在大规模生产时，高压蒸汽灭菌器工作效率满足不了要求，且价格昂贵，所以最方便、最经济的办法是设置“土灭菌器”。下面介绍一下这两种灭菌器的灭菌情况。

(1) 高压蒸汽灭菌器灭菌 在培养基装到瓶子里以后，应当在棉塞外包上纸，并将纸用绳扎上，防止蒸湿棉塞，因棉塞变湿后极易引起杂菌的感染。包好纸后将其直立的放到高压灭菌器内，一般可放置三层。在大规模生产时，为节省扎纸所费的劳力和纸张起见，可在每放入一层瓶子后盖上一张大纸，

亦可起保护棉塞防止湿气侵入的作用。

用高压灭菌器灭菌要求压力为 1.5 公斤/厘米²，时间保持 2 小时，冷却后取出准备移种。

(2)土灭菌器灭菌 由于生产规模大、高压灭菌器很嫌不足，所以我们试用大锅灭菌，效果也很好。兹将这种土灭菌器的构造介绍如下。

这种灭菌器分三部分：即加热部分，蒸汽发生部分，保汽盛瓶部分。

加热部分：即烧燃料的锅灶，其大小取决于锅的规格。

蒸汽发生部分：即产生蒸汽的普通大锅。

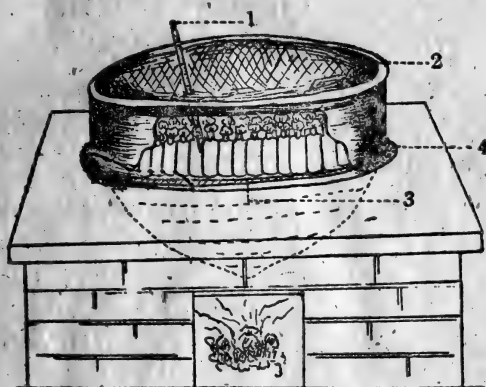


图 58 土灭菌器

1. 温度计； 2. 蒸笼盖； 3. 蒸架； 4. 封盖之细沙。

保汽盛瓶部分：即特制的蒸笼盖和一木制的蒸架。为不使蒸笼盖漏气，增强保热性，最好用 2—3 层上等草席中间夹带羊皮纸做成。在蒸笼盖上为标示温度应插一温度计。蒸架放入大锅的中部，是一用木条纵横交错钉成的木架，蒸汽可自由通过，这种蒸架用以盛放瓶子。

灭菌时,加水直抵蒸架,然后直立地将欲消毒的瓶子放在蒸架上。瓶子也要用紙包扎瓶口和棉塞,或每装一層盖上一層紙。这种土灭菌器可装大量瓶子,效率显著提高。装上瓶子以后,加上盖子,蒸籠盖与鍋台接連处用細沙或土密封,防止蒸汽外漏(图58)。

一切完毕后,使用煤、木柴等加温,当温度升到 100°C 或 100°C 以上时,保持 2 小时,然后停止加温。过一定时间(如隔一夜)再加温至 100°C 或 100°C 以上保持 2 小时。这即所謂間歇灭菌,应用的效果很好。在我們的实践中,并不进行間歇灭菌,而只高于 100°C 連續灭菌 4 小时,也很徹底。

灭菌完毕时,不能馬上打开蒸籠盖,应当冷却后再打开。这两个好处:①把个别湿了的棉塞烘干,因为停止加热后,蒸汽凝結,棉塞上的湿汽可借余热而烘干;②在冬天立刻打开盖,会使灭菌的瓶子炸破。

无论使用何种灭菌器都应注意:

①灭菌前要上足水,否則中途水蒸干后极易发生事故,这种事故往往造成极大損失;

②用完后将剩下的水排出,以防蝕損灭菌器;

③灭菌的瓶子取出后,应放在干淨而无菌的地方,最好馬上移种。

3. 移种 移种就是将母种或原种分移到另外的很多瓶中。这一过程在菌种培育上是一很重要的步骤,在很大程度上决定了菌种培育的成败与否。移种时除了需要有技术純熟的移种手以外,还需要有完全无菌的移种室。

(1)移种室的消毒 移种室如有杂菌橫生,移种时极易造成杂菌感染,所以一定要把杂菌压低到最低数量,这就需要消毒。

新开辟的移种室消毒更应彻底，消毒药品主要为 40% 福尔马林 10 倍液（4 公斤 40% 福尔马林加 36 升水），用以喷射室内的墙壁；天棚和地板，每平方米面积需要稀液 0.2 升。喷射后将移种室门窗用纸条封严，四壁都不可有漏缝。消毒持续 30 小时，有紫外光灭菌灯时再将灯打开，照射 48 小时。照射期间门窗可略略开启，以排出残余的福尔马林气体。

对于开辟已久的移种室也不宜放松，隔一定期限（一周）再用福尔马林熏闷一昼夜（浓度是 40% 福尔马林 20 倍稀释液）。

(2) 移种时所需要的用具 移种时，应用一套专门用具。主要有移种针，移种镊，酒精灯及玻璃杯。移种针用以分移母种；移种镊用以分移原种；酒精灯用以封锁瓶口或试管口，防止杂菌侵染，又兼有消毒移种针，移种镊的作用；玻璃杯用以盛放 70% 酒精以备其消毒移种针和移种镊。

移种镊是一长 30 厘米的大镊子，尖端带鸭嘴式与镊柄呈一定角度的镊头。至于移种针，酒精灯等前已说过，不再重复。

(3) 移种前的准备工作 在进入移种室以前，先打开紫外光杀菌灯，照射 1 小时。同时在移种室里洒上来苏儿水，一方面消毒，一方面防止灰尘飞扬。为了不使紫外光照射到洒布来苏儿的人，洒布来苏儿应在开灯以前。如果在紫外光灯照射完毕后洒布，就会溅起灰尘，不宜马上移种，所以在照射前洒布会使溅起的灰尘经过一小时时间自然沉降而被来苏儿吸附。

进入移种室以后，在缓冲室用肥皂将手洗净，再在高锰酸钾液内将手浸泡一下，然后换上移种服，戴上口罩进入操作室开始移种。

(4)移种方法 栽培种移种,由于装培养基的瓶子较大,一人操作极为不便,且易污染杂菌。在我們的實踐中移种以二人协同操作,效率最高。

方法是二人分別坐在移种台一角的兩側(图59)。左方一人左手拿等待移种的瓶子,用右手打开棉塞,并立即用酒精灯火焰封鎖瓶口(二人各有一酒精灯)等待移种。当移种时使瓶口略离火焰,以免使移入的菌絲塊被燒死。菌絲小塊放入瓶內后,应立刻迅速的塞上棉塞。右方另一人負責分移菌絲



图 59 移种的情形

小塊。此人也是用左手拿試管或原种的瓶子,用右手小指握住棉塞拔下,使瓶口或試管口被火焰封鎖。右手姆指、食指、中指操縱移种針或移种鑷。用移种針时是挑移母种。挑移的菌絲須帶一些培养基,塊大約为小指甲大小,这样每試管可分移 15—20 瓶不等。用移种鑷則分移原种,分移的原种菌絲塊

为姆指大小，每瓶可分移 100 余瓶。无论是原种菌絲塊或母种菌絲塊都应迅速放入另一人手拿的待移瓶子里。放入的位置，原种放在培养基中央的孔上(图 60,2)，这样可以固定，不致游动而影响成活。母种一般放在孔的肩部(图 60,1)。但这种方式不利于今后成活率的检查。所以我们多放在培养基表面，成活与否，一目了然。另外，我们认为如果成活率有把握，将母种接在孔的中部，菌絲成活后，可两端一齐长，提高培育速度。若瓶上下二端各移一块更好。

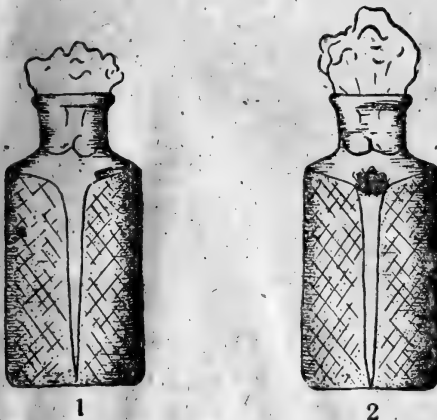


图 60 移种部位

1. 移入母种部位； 2. 移入原种部位。

针对移种时常犯以下毛病应予以注意：

分移菌絲塊的人应注意：①移种針或移种鑷前端应不断蘸取 70% 酒精在酒精灯火焰上燃烧，以消灭附于其上的杂菌，并应注意每移一块都要这样烧一下；②在挑移或挾取菌絲塊时，应将移种針或移种鑷接触管壁或瓶壁，以便使热量散失，防止烧死菌絲体塊。挑移母种时并須将移种針先接触培养

基，冷却后再挑移菌絲体；③在向待移的瓶子里放菌絲体塊时，力求迅速，防止空气中杂菌趁机侵染菌絲塊；④不使菌絲塊通过火焰，以防燒死；⑤菌絲体移到瓶中时，应尽量使与培养基密接。

拿待移瓶的人应注意：①在火焰上封鎖瓶口時間不宜过长，因而要适时拔下棉塞，以减少杂菌入侵的机会；②瓶子在火焰上要不断旋轉，以免瓶口受热不均而发生炸裂；③拔下的棉塞也要在火焰附近，不可接触桌面和其他物質以防杂菌感染。

接种过程中，二人不可无事交談，以防空气动蕩，增加杂菌侵入机会，操作时，瓶口或管口均应下傾，以减少杂菌落入其中。

4. 培养 移过种的瓶子要立即拿到培养室去培养，因为培养室中有其发育的良好条件，如果晚移入培养室内必将影响其培养速度。

(1)培养室条件 为适于菌絲体的生长，培养室一定要有合适的温度、湿度、光綫。温度应在 $20-27^{\circ}\text{C}$ 之間，最好是 22°C 左右。湿度应保持一般气湿，湿度过大則造成杂菌大发生的条件，因为大多数杂菌在高湿时发生。湿度过小时，菌瓶中水分通过棉塞外蒸，降低瓶内培养基的湿度，影响菌絲生长。光綫要求散光，因为直射光不利菌絲生长；尤其刚刚移种的瓶装菌种在直射光下极难成活。但是在绝对黑暗的情况下，菌絲体生长速度慢，也是不好的，所以应当适当遮蔭造成散光条件。

(2)培养室的設備 在培养室内設置的加温設備，如系火爐火牆，加火口应在屋外，防增加培养室的灰塵。放置瓶子的木架可分很多層，要求木質优良，以防压塌。为測定室温应設

置溫度計,其他如記錄本等。

(3)瓶裝菌種的管理

初接的菌種移到培養室後,應立放在木架上,待移入的菌絲塊與培養基建立聯繫後再臥倒迭放,以提高木架的利用率。前期之所以不臥倒是因移入的菌絲塊還沒固定,很易落到瓶側的緣故。當瓶子上架後,在架上應設立標牌,用以記載這批菌種所用的培養基的種類、酸鹼度、滅菌時間、移種日期、菌種種類等,以備於今後的檢查管理(圖61)。

菌種拿入培養室後的管理是很重要的,管理工作主要有:

①調節溫度,濕度,光綫;②檢查成活率;③處理雜菌。



圖 61 在培養室中的情況

①調節溫度,濕度,光綫 根據培養室的應有條件,用加溫,通氣,遮蔭等方法以造成菌絲良好的生長條件。通氣時,

不可使冷风直襲。

②检查成活率 移种后的第三天就应当检查，成活的特征是在移入的菌絲塊上发生多量白色絨毛，并深入到培养基中。如果不是这样，应挑出独自放在一处，隔三天再复查一下，若仍无成活特征就应当重新移种。不成活的原因可能是移入的菌絲塊衰老，培养基湿度不合适，培养基成分不当，……等原因，应及时查明，糾正。

③处理混杂菌种 培养过程中虽經处处消毒、灭菌，但仍不免有杂菌污染，因而要經常檢除被杂菌感染的菌种。感染輕者挖掉杂菌后重新灭菌；重者将培养基連同杂菌一起倒掉，倒的地方要远隔培养室，以防增加附近空間的杂菌含量。

在培养料表面剛剛发现杂菌而蘑菇菌絲已开始蔓延时，可用70%酒精做局部处理。方法是将瓶子棉塞打开，在酒精灯火焰上进行操作，用滴管等将酒精滴到杂菌的菌落上，滴上后杂菌变色死亡。但在滴酒精时应注意不要滴到蘑菇菌絲上。用这种局部处理方法便可以救挽一些菌种，尤其对青霉效果很好。

这样，用人造厩肥培养基培育的菌种在培养室內經過1—1.5月便可长滿菌絲，用半腐熟糞秆培养基的則不到一月就可。菌种培育成以后就用以播种或貯藏。

5. 貯藏 菌种培育成以后，不能馬上播种或出售时应当貯藏。貯藏时要达到停止菌絲的发育，防其衰老，但又不能使菌絲失掉生活力。因此，就必须創造菌絲休眠的条件。主要条件有低温和干燥，如貯藏也分干燥法和低温法二种。

(1)干燥法 将瓶子打破取出菌种，放到30°C烘箱中烘干，干透后包上消毒的蜡紙，放到干燥冷凉的地方。在貯藏中千万不可使受潮湿。这种菌种便称为干种，其优点在于耐貯

藏、利运输、保持旺盛的生活力；其缺点是受杂菌污染。

(2)低温法 将菌种放到3—4°C左右的温度下，这样也可停止菌絲的发育。

这二种方法都可貯藏一年左右，不使菌絲衰老。尤其厩肥培养基的菌种因致密，受外界作用慢而小，貯藏期还可长些。

(二)磚形菌种的培育 在缺乏玻瓶时，可将培养基制成磚塊状，用以培养栽培种，这就是磚形菌种。

制备磚形菌种所用的培养基种类，湿度与瓶装菌种相同，但不論用那种培养基都須造成磚形方可，所以若采用半腐熟糞稈培养基时需加少許牛糞或粘土作为粘固剂。

磚形菌种的整个制造过程分：消毒、制型、移种、培养四步。

消毒 消毒主要是培养室消毒和培养基消毒。前者是用40%福尔馬林20倍液噴射天棚、牆壁和地面，熏悶1—2晝夜；后者是用40%福尔馬林40倍液洒到培养基上，边洒边翻动培养基，大約每10斤培养基加这种稀釋液1—2斤，这要随培养基的种类而变。洒完后，用草袋盖上，3晝夜后去掉草袋，排掉培养基中的福尔馬林味，2—3天后便可制型。

制型 制型是把培养基压成磚形，这就需要模型。模型是长18厘米，寬12厘米，深7厘米的无底木斗，在斗側內4厘米高处划一目标綫。将培养基装入模型后，用一与模型口徑相同的有柄厚木盖(盖中央有小木柱，其作用是压成接种穴，图62)来压缩培养基至目标綫。压缩的程度与瓶装菌种一样。在人造厩肥培养基上宜稍松；在半腐熟糞稈培养基宜稍实。总之以制成牢固的磚塊为止，不求过实。压缩完成后将模型輕輕取下，将磚塊移到培养室准备移种。制型过程应在

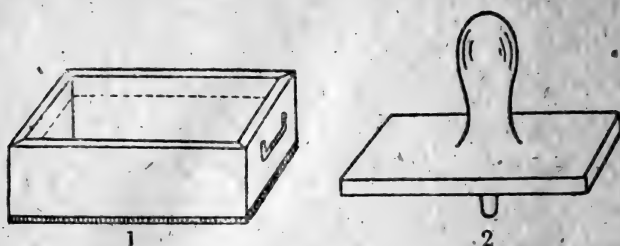


图 62 制磚模型
1. 无底木模； 2. 磚压板。

无菌室内进行, 否则杂菌必然趁机感染。关于制型所用的模型可制造多种多样, 以合用经济为度。

移种 菌磚为栽培种, 所以用原种来分移。移种时要看看菌磚湿度如何? 如过湿应略略风干后再移。菌磚的移种是很简单的, 只是将原种分成半个火柴盒大小放到接种穴上就完了, 无须酒精灯等一套。移过种的菌磚以品字形迭放起来便结束了移种手续。

培养 磚形菌种的培养与瓶装菌种大致相似, 所不同的是要保持较高的湿度, 防止菌磚干裂。一般增加湿度的方法是向地面洒水, 使室内湿度保持在 90—95% 左右。

检查生长状况时, 需抽样敲开磚塊来观察。

在培养过程中, 也同样要注意杂菌的问题, 对于菌磚来说, 由于没有瓶子保护, 如果培养室不彻底消毒, 杂菌就会增加。发现杂菌时应当早期挖掉或用 70% 酒精象瓶装菌种一样作局部处理。这样便可以将菌磚保留, 不致扔掉, 可让菌絲繼續发育。如果培养室消毒彻底, 一般不会大量发生杂菌。

20—30 天菌絲就可布满整个菌磚(图 64)。

贮藏 长好的菌磚需要贮藏时, 需用油紙(消过毒的)包

好放在低温条件下(4°C 左右)贮藏。但是这种贮藏法实际运用起来不如干燥法。干燥法就是将长好的砖形菌种放在干燥的通风良好的屋子里,室温要求在 21°C 左右,使菌砖慢慢干燥,最好一星期干燥完成,因时间过长,菌丝仍然发育,很易衰老。但是急剧干燥时菌丝易突然受害。待完全干燥后用消毒的防水油纸包好,装在箱子或筐子里,再放到干燥而冷凉的贮藏库中,在贮藏过程中应注意不受潮湿、害虫、老鼠等为害。

(三)人工培育的其他种菌种,除了瓶装菌种和砖形菌种



图 63 管状菌种



图 64 砖形菌种

之外,还有所謂片状菌种、塊状菌种、管状菌种。

1. 片状菌种,又称法国式菌种(*French spawn*),制造这种菌种所用的培养基是馬粪、麦稈,而以麦稈最多,个别的还加一点土壤。将培养基装到普通的栽培用菌床上,接种后当菌絲发育旺盛时,将菌床分割成 18 厘米直径的片状塊,干燥后就是片状菌种。

2. 塊状菌种,这是英国生产菌种的最早的一种,呈塊状。其制法与磚形菌种大同小异,只不过是原始的菌磚而已。

3. 管状菌种,在法国、英国和其他国家,通用管状菌种。这种菌种的制法是用特制的玻璃管,其中装上經過营养液浸泡过的蕈稈,然后灭菌。灭菌后用原种移种。菌絲体在蕈稈上很快的蔓延开来,当菌絲体充滿全管后,将蕈稈从中抽出,割成四半即成(图63)。这种菌种至今在匈牙利还用。

(四)菌种質量鉴定 每批菌种培育成后,应作質量檢查,必要时还应有生产鉴定。

上面所談到的各种菌种中,質量最好的是瓶装菌种;其次为磚形菌种和管状菌种;而片状菌种和塊状菌种是最粗放的,目前絕少采用。

瓶装菌种之所以好,是因其制造手續十分严密,沒有任何杂菌混杂,用以播种时不致因菌种而带进杂菌;其次菌絲体一直在稳定的条件下发育,生长健壮,生活力强。

磚形菌种之所以較次,是因其暴露在外界易引起杂菌污染;同时常常会把杂菌帶給菌床。磚形菌种还受外部的直接影响,菌絲体很易受害。但如果在制造过程中作到彻底消毒,严格防止杂菌,質量还是可以保障的。

管状菌种是英法等国所产,据作者推测其質量将介于瓶装菌种与磚形菌种之間。

对于瓶装菌种或磚形菌种來說,其質量优良与否,主要从这几方面来看:

1. 在瓶装菌种或磚形菌种内外,密布着白色絨毛状菌絲者为好。若菌絲变褐色或灰色,出綫状菌索,密度变小或出現黄褐色液体則証明菌种已衰老。

2. 将瓶装菌种的瓶子击碎或将磚形菌种的包紙打开有蘑菇香味散出。干燥的菌种是无此香味的,但一經受湿后也有此味放出,这就是好的菌种。若无香味,甚至发出臭味則証明菌种不良。

3. 菌种具固有的白色光澤,菌絲饱满者为良种。

4. 在菌种上无黄綠等杂菌者为良种。

菌种不良的原因則有以下三方面:

1. 經過多次分移的菌絲体,用以播种时,其蘑菇随分移次数之增加而减低产量。是因长期进行无性的营养体生长,会引起菌种生活力的减低。

2. 在貯藏运输中沒有保持低温干燥,而使菌絲衰老。有时温度过低还会使菌絲致死。

3. 培养基搗的过紧,湿度不合适,影响菌絲发育。

第三节 野生菌絲体与分移菌絲体

一、野生菌絲体的采集

在我們偉大的祖国,有着无边无际的原野,这上面分布着数不胜数的野生食用菌类,尤其在大森林里,食菌更加丰富多样。对于一般食用菌类我們应当怎样取种,而把它們普植全国,供应全民呢?最科学的方法是人工培育菌种。但是由于条件的限制,不能作到这点时,我們可以采集野生菌絲体。

采集是这样进行的：在7—10月野生蘑菇盛放季节，到出产蘑菇的地方，选取健壮整齐的子实体，挖掘其距基部有一定距离的土块，因为最靠近根部的菌丝有些衰老。在所掘取的土块中应当有大量菌丝。

用这种采集到的野生菌丝体就可以直接移种于菌床上。但是采集数量不足，一时满足不了时，可以贮藏或继续繁殖。

贮藏的方法同砖形菌种一样，也是放在通风良好而干燥的屋子里，使其慢慢干燥，防止突然干燥。等干燥完成后（大约一周左右）装到有大大开口的适当容器中，如木箱、筐笼等，再放在冷凉干燥的屋子里贮藏。

用其繁殖时，可将其较密地播于菌床上，一切管理，要求条件都同前面所讲的栽培管理相同。所不同的只是不复土，而让菌丝向培养料的内部伸展蔓延。当培养料完全充满菌丝后便可以分成小块播种。

但用这种方法得到的菌种，质量在大多数情况下得不到保证。这是因为①采集时没有把握得到最健壮的菌丝体；②在野外采来的土块上还带有各式各样的杂菌和害虫。所以用这种菌丝体播种，在管理上较为麻烦，产量往往很低。

二、分移的菌丝体

在缺少菌种而附近又有蘑菇栽培场时，可以分移菌丝体作为播种材料。

在栽培蘑菇的菌床上，培养料内充满着菌丝，这种菌丝分移到另外的地方就称作分移菌丝体。分移的时期不同：有的在出菇初；有的则在出菇末期。分移下来以后不能马上播种时也同砖形菌种一样干燥贮藏之。

这种菌丝体生活力和产量远不及瓶装菌种和砖形菌种，

因为它已經或多或少形成了蘑菇，菌絲已較衰老。但分移菌絲体的質量也不一样，这要看它是从何种菌床上分下来的。如果是从用瓶装菌种播种的菌床上分下来的，那么質量就較好；反之就不好。分移菌絲体的好坏也取决于分移時間，如果剛形成子实体就分，則質量就比出菇末期分的要好。

这种方法虽不理想，但以此菌种栽培毕竟还是可以得到一定的产量，因此在条件不具备的时候亦可采用。

第四章 平菇的栽培法

平菇又有人叫做冻菌、白香菌或冬蘑等,是野生在朽木上的一种美味食菌,在山林中的楊、柳、橡、枹等朽木上呈重迭状的发生很多。我国分布极为广泛,在南方如云南、四川等省是早春及晚秋发生;在北方则多在晚秋发生。

平菇属于伞菌目伞菌科北风菌属(或侧耳菌属)(*pleurotus.*),这一属中的种类很多,根据列别捷娃(Л. А. Лебедева, 1949年)的记载,北风菌属共有28种之多。北风菌中也有有毒的种类,例如日本北风菌(*Pleurotus japonicus* Kawam.)等。我们这里所说的平菇是指其中的粗皮北风菌 [*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Fr.] 一种来说的。但除平菇外,在我国各地还分布有其他种类的食用北风菌,例如美味北风菌 (*Pleurotus sapidus* Kalchb.)、晚生北风菌 [*Pleurotus serotinus* (Schroet.) Fr.] 等,它们和平菇一样,都可以用山林中的朽木或人工锯屑栽培。所以广义的平菇栽培,实质上是食用北风菌的栽培。

人工锯屑栽培平菇的历史很短,确实年代已无可考,但多认为是本世纪初期最初发明于欧洲。当时曾由一些学者进行试验研究达20年之久,始获得一定成果,并由此开始,使人工栽培业走上了一个新的阶段。

日本栽培平菇是在本世纪30年代左右,除食用之外,还有人用花盆或花瓶进行栽培,出菇后当做花卉以供观赏,曾风行一时。我国栽培平菇也是在1930年前后,但直到全国解放

前,平菇的栽培方法只有少数人曉得,国民党反动派的殘酷統治,根本不加理睬,因之20年来平菇的栽培沒有得到絲毫发展。只是在解放后才得到党和人民的重視,特别是自从我国工农业生产大跃进以来,平菇和其他蘑菇栽培一样,获得了更加迅速的发展。由于这种蘑菇品質和风味都很好,食之味如鮑魚,栽培方法很簡單,而且出菇迅速,一年四季無論是春夏秋冬皆可栽培,这对大中工业城市來說,广泛利用木材加工厂的鋸木屑来生产平菇以滿足城市工农劳动人民对鮮菇的需要,尤其有它重要的意义。

目前,在东北的旅大、辽阳、沈阳等地,都正在发展着平菇的鋸屑栽培,有的已达到了专业化的程度,每天供应市場以鮮菇。我們沈阳农学院菇类菌种場对这种平菇也作了大量的栽培和进行了研究。

人工鋸屑栽培平菇,目前在生产上存在的主要問題是改进栽培法,因迄今平菇一直是沿用小广口瓶来栽培,由于瓶內所盛装的营养基質有限,因而出菇少而且菇体小,一般只出2—3次蘑菇后,即需另行培养。为此,提高营养基質質量,增加出菇次数或用其他方法来代替瓶栽等,是当前最迫切需要解决的問題。其他如在营养基質中是否可以施加不同种类的肥料或营养液;利用植物生长刺激素如2,4-D、赤霉素等刺激菇体加速生长;大量栽培时日常管理技术和杂菌的防除等,都急待进一步的加以研究和解决。

第一节 平菇的形态及生物学特性

一、形态

(一)菇体形态 平菇菌盖扇形,菌柄生于菌盖的一側,菌

褶垂生，形同扇骨。

用瓶子栽培时，菌盖肉质肥厚，直径7—15厘米，形状有时不规则，常常中央下陷，边缘翘起。中央凹入处常有棉絮状绒毛堆积。菌盖初为黑绿色，后变白色，有时稍带黄色。衰老后菌盖表面发生龟裂。

菌褶长短不整齐，长者由菌盖边缘一直延伸到菌柄，这就是所谓“菌褶垂生”；短者仅在菌盖边缘上有一小段，但是不同长短的菌褶呈有规律的相间排列。菌褶本身为一薄片，宽0.3—0.5厘米，白色质脆易断。

孢子椭圆形，大小为 $9-11 \times 4.5-6$ 微米，无色，具有一至数个油滴。当孢子大量成熟时，可在菇体下之地板上和瓶子上发现极明鲜的白色粉层，此即为孢子。

菌柄生在菌盖的一侧，恰似扇柄，其颜色洁白，柔嫩，有棉

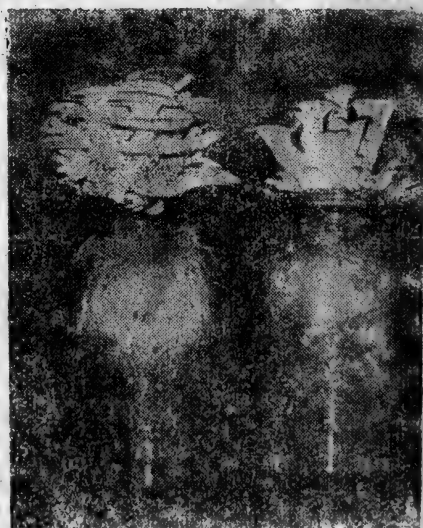


图 65,1 平菇的形态(自菌瓶中生之平菇)



图 65,2 平菇的形态(在木材上生长的平菇)

絮状白绒毛复盖,质地松疏,长为3—7厘米,粗为0.7—2厘米,从瓶口伸出,常因外界震动而摇曳于空气中。同瓶内各菇体菌柄往往基部连在一起,形成一个粗柄(图65之1)。

野生及在段木上栽培时,菌柄短粗,近似无柄,基部连在一起,致使菌盖重叠,形态略与瓶栽的不同(图65之2)。

(二)菇体形成过程 平菇长成上述那种状态,在瓶栽的条件下,根据我们的观察须经过三个阶段。

桑椹期 菌丝体发育到一定阶段,便在瓶子中培养料表面形成一团团由无数白色的极小粒状物组成的菌胚堆,恰似

桑椹,这是刚刚发生子实体的初期特征,称桑椹期(图66之1)。

珊瑚期 桑椹期保持时间只有几天,以后有些粒状物渐渐伸长,变成参差不齐的短杆状,继续生长便使整个菌胚堆变成珊瑚状,即发展到所谓珊瑚期。这些珊瑚状分枝便是原始的菌柄。在此过程中,有不少的粒状物不再发展而萎蔫了(图66之2)。

成形期:原始菌柄逐渐加粗,并在其顶端出现黑绿色小扁球,这即是原始菌盖,原始菌盖显然比原始菌柄小。有时在一个原始菌柄上有原始菌盖数个,但最终只有一个发展长好。

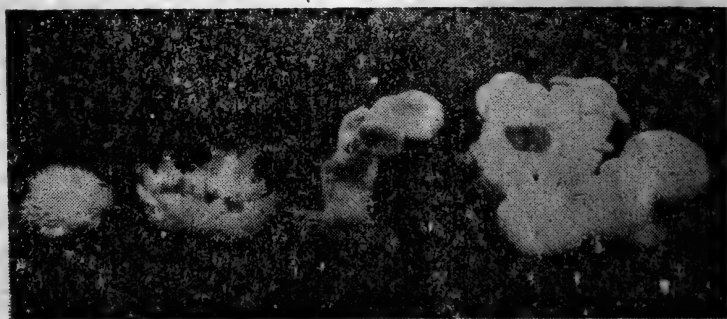


图66 平菇子实体的形成过程
1.桑椹期; 2.珊瑚期; 3—4.成形期。

原始菌盖形成后,菌柄与菌盖的生长速度就产生了有趣的现象,即菌盖生长快,菌柄生长慢,最后发展成前述的蘑菇。在这段生长过程中,有很多中途陆续停止生长,最后只剩下2—8个蘑菇。原始菌盖生长是向一侧扩大,因而形成耳状。在此过程中色泽也逐渐变淡,当其长到直径3—5厘米时变成淡黄色或白色,原始菌柄的基部则连成一粗柄(图66之3—4)。

二、生物学特性

(一) 温湿度 菌絲生长期, 要求較高的温度, 虽然在7—40°C 之間都能生长, 但在26—30°C 时生长得最好, 速度最快。7°C 以下生长极慢, 甚至停止; 温度达40°C 左右时則菌絲便停止生长了。此时对湿度要求并不严格。

平菇形成子实体, 即菇体要求較低的温度, 一般在15—18°C 的温度条件下菇体生长迅速, 菌肉肥厚, 产量高。在过高过低的温度下虽然也能形成菇体, 但速度慢, 菌肉薄, 菌柄細, 产量低。文献記載, 将长滿菌絲的瓶子放到10°C 和20°C 的温度下, 每天交互变换, 造成忽冷忽热现象, 菇体形成要迅速得多。菇体形成要求高湿, 若湿度过小則菇体小、产量低。在自然界大雨之后出現菇体也正說明了这个道理。

平菇孢子在12—18°C 温度下大量形成, 低温接近0°C, 高温接近30°C 时孢子形成显著减少, 甚至不能生成。孢子发芽温度, 一般要求更高, 据研究以24—28°C 之間最好。

(二) 营养与光綫 因为平菇是木材腐朽菌, 所以其营养物为木材或鋸木屑。一般在楊、柳、橡树、胡桃、榆树等木材上都可生长, 但以楊、柳、橡树为最好。松木对平菇是不适宜的。营养物中的酸碱度在pH3—pH7.2 之間均可, 而pH 5.5 时最好, 因为它比較喜欢酸性。

至于对光綫的要求, 和洋蘑菇一样也要求散光。

第二节 平菇栽培法

一、鋸屑的选择及培养料的組成

选择适当的培养料是栽培平菇的第一步工作。培养料的

合适与否，直接影响平菇的产量与质量。可用于栽培平菇的锯屑种类甚多，但以杨柳木锯屑最为理想，柞木等次之。松木锯屑虽然可以应用，但因其内含有松脂，不利菌丝生长，菌丝生长极为缓慢，因此栽培上最好不用。

锯屑的陈腐程度与平菇的产量及生长速度有很大关系。采用较陈腐的锯屑栽培时，产量较高，生长亦较快，这可能是因为在陈锯屑中既含有丰富的纤维素、半纤维素、木质素，也同时含有一定量的容易转变成易于吸收的速效性养分的原因。

单以锯屑作培养料可以栽培平菇。但为增加对蘑菇生长期营养的供给，提高蘑菇产量，应在锯屑中加入20—30%左右的米糠（或者麦麸）。米糠中含有丰富的糖类、氮、磷、钾等重要的营养物质，可促进生长，提高产量。除此以外，也有在培养料中加入少量（1%左右）蔗糖的，效果亦很良好，栽培者可视具体条件决定。

二、培养料的装瓶及灭菌

（一）培养料的配合 取一较大的容器，将70—80%的锯屑及20—30%（均以重量计算）的米糠倒入容器中，并混合均匀；然后用喷壶调节水分，使其含水量达到用手紧握时有水从手指间溢出为度（含水量约60%）。

（二）菌瓶的选择 栽菇瓶的选择也是件比较重要的工作，瓶子容量及口径的大小与产菇量均有关系。一般是容量大、口径大的器皿产量高；如用罐子栽培，产量更可提高。但采用大口器皿栽培时，杂菌很难防止，因此在缺乏一定设备及缺乏栽培经验的条件下还是成少败多。当发生杂菌，经过处理后虽然仍能产菇，但产量将大大减少；而且杂菌大量在瓶内蔓延之后则常常很难挽救。

目前广为采用的栽菇瓶，其容量多是500—1,200毫升，口径1—2.0寸的广口瓶。用这种瓶子栽培不但容易控制杂菌，而且产量也不逊色。

(三)装瓶及灭菌 培养料配好之后即可装瓶。为了工作方便，可将培养料分放在小箱中装瓶。每装入一些培养料之后用捣木(一头大一头带尖的木制工具)适度压实，装到瓶颈处为止。因培养料装的太浅常常造成菌柄过长、纤细，有时不易伸出瓶口。全部培养料装好压实后，在中央用捣木的尖头扎一孔洞以便日后移种。

培养料的紧实度与产菇期及产量有一定关系。装的过松时培养料不易与菌丝密接，保水很差，营养不足，致使产量降低；装的过紧时，菌丝不易蔓延下伸，迟迟不能贯穿全瓶，经长期后方在表面形成少量子实体，因不能利用下半瓶培养料，影响产量和产菇期甚巨。适当紧实度的培养料可使菌丝生长迅速，而且因营养供应适当，产菇期长，产量高。一般以培养料不散且较密，但用肉眼看来稍有空隙为好，若致密无间便是太紧了。

培养料装好之后，塞上棉塞随即灭菌。灭菌方法与洋蘑菇菌种繁殖的灭菌相同(详见洋蘑菇菌种生产)。如用高压蒸汽灭菌器灭菌时，为20磅压力一小时。以土灭菌器灭菌时(大锅灭菌)应当100°C或稍高的温度下2—3小时。灭菌后待其自然冷却即可移种。

三、移种及栽培期间的日常管理

(一)平菇的栽培适期 栽培适期是依蘑菇的生物学特性及外界条件来决定的。如前节所述平菇菌丝在7—40°C之间均可生长，但以25—30°C生长的最为迅速。子实体在7—30°C

之間均能形成，但以 15—18°C 最為合適。平菇整個生長周期在適當條件下需要四個月左右。播種期就應按上述的具體情況來確定。東北，在具有遮光的房間里以 7—8 月份播種最為合適。在具有加溫設備的地下室內冬夏均可栽培。

(二)菌種來源 初栽培時，可自專門菌種場購買菌種，待產生子實體後，可按洋菇菌種的繁殖方法進行繁殖(方法大同小異只是培養基換用木屑米糠混合物)。

(三)移種方法 移種應在無菌室或者是比較乾淨的房間里進行。移種前室內應以 5% 福爾馬林消毒(消毒前將菌瓶移入移種室中)。移種人員在移種前于緩沖室中用 3% 的石炭酸水洗手，穿上乾淨(滅過菌的)的工作服，帶上口罩後再入接種室移種。帶口罩的目的是防止因出氣使空氣振蕩使雜菌在空中浮游率增加。具體的移種方法是：一個人拿菌種瓶在酒精燈上將瓶塞打開并用大鑷子挖取菌種；另一個人也同樣將被移種的瓶子上棉塞取下，此時應迅速的將挖下的菌種移入瓶中(每瓶可移入姆指大小的菌絲塊)，菌種移入后用燈火燒一下棉塞，馬上蓋上即算移種完畢。移過一次種之後，鑷子應沾少許酒精在燈上燒一下，以防因移種次數過多粘有雜菌。全部移種完了之後即可移入培養室中進行培養。

移種量通常是每 40—60 瓶需菌種一瓶(容量 700 毫升)。

(四)栽培期間的管理 管理是平菇栽培的一項重要工作，只有在環境條件上滿足其生長的需要，才能得到良好的收穫。

在菌絲生長階段，主要的條件就是溫度。在 25—30°C 的溫度條件下，菌絲 17—20 天即可長滿全瓶(容量為 700 毫升的玻瓶)。但在低溫情況下(15°C 左右)則需 30 多天才能長滿。此期對濕度的要求雖不嚴格，但過干也會造成瓶內水分

过量蒸发,而使瓶内水分缺乏,故对室内之湿度也应加以适当之调节。如系用火爐加温,室内过干,可适当的往地上洒水。

移种之后,常不能百分之百的免受杂菌的危害,尤其是移种不熟练、设备条件差时,培养期间常在菌瓶的里面生长青霉、毛霉、麴霉等杂菌。对这种杂菌如不能及早处理则可造成整瓶菌种全部毁灭。为避免全部损失,对杂菌可以采取适当的处理。杂菌刚刚长出时,可用0.2%的升汞水或75%的酒精作局部处理。其方法是將瓶盖打开,迅速用滴管在杂菌菌落上滴入药品即可;如不这样做,单將杂菌挖除而不进行药剂处理也能收到一定的效果。当杂菌过多,不可施救时应即早將杂菌挖去,再补入少量之培养料,灭菌后再移种。

当菌絲已长滿瓶的三分之二以上时可移入栽培場并拔掉瓶塞,使其在适当条件下出菇。此期对外界条件的要求极为严格,而且因瓶塞已去,十分容易感受病虫之危害,故要求栽培場要特別干净(无菌无虫)。栽培場中应具有通风、遮光、加温(冬季栽培时)设备,并在菌瓶移入之前进行認真的消毒(办法如前)。

菌瓶移入栽培室的时间与产量有一定关系。据我們观察,以菌絲长至瓶内三分之二或将近滿瓶时移入栽培場产量最高,产菇期亦早。移入栽培場过晚,常常造成菌絲过度生长,使得养分多消耗在营养体之生长上,待生长后期子实体生长时,常常造成营养不足,致使产量降低。

菌瓶移入栽培場之后,室内相对湿度应当經常保持在90—95%左右。在高湿条件下,可促进子实体迅速形成与生长,而且質地柔嫩肥厚。为了保湿,室内地上可鋪一層細沙,并在其上洒水。在子实体尚未形成及伸出瓶口以前,可用已消毒的湿草帘作瓶口复盖保湿,效果良好。在子实体伸出瓶口之

前,切忌向瓶內噴水。因瓶內积水之后,不仅影响菌絲生长,而且非常容易造成杂菌侵入的机会。当子实体长出瓶口之后,可每天往子实体上噴一次水。此期缺水,子实体常常卷縮、生长很慢。

栽培場內的温度以 13—18°C 较为合适,低于 5°C 或高于 30°C,常常影响子实体的产生。一般看来,在适当的高温条件下子实体生长迅速,低于 10°C 子实体生长比較緩慢。

在管理过程中,应經常做好通风换气工作。通气不良,由于蘑菇自体呼吸所产生 CO_2 的积累,常常使子实体长成畸形,甚至萎縮死亡。通常在保温良好的情况下可每隔 1—2 天通风一次,每次 2—4 小时。在湿润温暖的季节,經常通风或在室外栽培均无不良影响。

平菇在黑暗条件下可以生长,但在散射光的条件下可促进子实体的形成及生长。强烈的直射光妨碍平菇的正常生活。

病虫害也是值得注意的問題。从目前栽培看来,还没有发现什么严重的病虫害。但在栽培場中青霉菌对幼小的子实体为害比較严重。受害之菇,常常变褐腐烂而不得收成。为了减少杂菌的为害,除了做好預防之外,对已发生病害的菌瓶应及早携出室外处理。如发现全部菌瓶均有病害发生,則应迅速减低室內湿度及温度。并将全部病菇連同菌柄下部的菌絲塊一齐清除,等病勢減輕后再恢复正常的管理。

(五)收获 适期收获不但菇体柔嫩,味道鲜美,而且产量亦高。当菌盖凹下部分长有白色茸状物时,質地脆嫩,是收获最好的时期。子实体长得过老时,不仅質地疏松成革質状,久煮不烂,而且重量也往往減輕。

平菇一般可收三次,亦有采收四次的。700 毫升的菌瓶

可产鮮菇 3—5 两(产量与培养料关系很大); 如用容量 10 斤的小罐栽培, 可采菇 3—4 斤。

四、平菇增产途径的探讨

提高平菇的产量, 扩大平菇的栽培, 近来已成为栽培上的中心问题。

过去有人认为: 当菌丝长满菌瓶之后, 将瓶打破, 然后把菌丝块放入栽培场中使其出菇, 可大大提高产量。但据我们实验及调查的结果, 这样做并不能增加产量, 甚至在保湿不好杂菌较多的条件下还要减产。减产的主要原因, 可能是当菌丝块去掉可以防止水分大量散失的瓶子之后, 其内部的水分就非常不易保持, 因而管理稍一马虎, 裸露的菌丝块即会因干燥而失去产菇的能力。这种方法既浪费瓶子又不好管理, 我们主张最好不用。

除此之外, 目前也有个别地方采用大器皿 (如罐子等) 栽培。这种栽培, 从单位培养料所得的产量来看, 并不比瓶栽培增产。但广泛的采用一定规格的瓶栽培, 菌瓶的来源是目前很大的问题。而且因瓶子多, 移植工作也比较繁忙。故改用大器皿栽培也有着一定的优点。目前大器皿栽培主要问题是杂菌很难控制。我们建议, 采用大口器皿栽培时应当在消毒、移种等环节上更加注意, 应当建立合格的无菌室, 并训练出熟练的移种手。

我们在生产中初步的摸索到了一个新的增产途径, ——据初步试验, 以生长刺激素处理幼小的子实体增产效果非常显著。也有人以 20PPM 的 2,4-D 溶液处理幼小的子实体比对照的增产 30—40%。我们现在还正在进行着各种生长刺激素处理的试验工作, 相信这种方法能够给我们更多的益处。



主要参考文献

1. 翰章, 肖葦 1931, 科学的种菇法, 中华書局。
2. 裘維番 1952, 中国食菌及其栽培, 中华書局。
3. 陈梅朋 1957, 蘑菇和草菇, 科学出版社。
4. 沈阳农学院菇种場: 1958年洋蘑菇栽培总结(未发表)
5. 木島常司, 1927年, マツシエルームの栽培(日文)
6. 前田政吉, 1932年, 西洋松茸の的栽培(日文)
7. 吉村岩, 1934年, 四季食用茸の的栽培(日文)
8. Лебедева Л. А. Определитель шляпочных грибов, 1949年
9. Панов М. А. Шампиньоны, 1950年
10. Николаева Т. Л. Культура шампиньонов, 1955年
11. Кульдин Н. Т. "САД и ОГОРОД" 1955年 (7): 29—30.
12. Буковский Т. Я. Разведение шампиньонов, 1956年
13. Грамов Н. Т. "САД и ОГОРОД" 1956年, (9)19—22.
14. Марков В. М. и Антонинин У. И. "САД и ОГОРОД" 1956年, (1): 33—34.
15. Горленко М. В. Грибы—друзья и враги человека, 1956年 Москва, P 157—186.
16. Буковский Т. Я. "САД и ОГОРОД" 1957年, (4)33—34.
17. Гарасов В. А. "САД и ОГОРОД" 1957年, (9)25—27.
18. Грамов К. Т. Шампиньоны, 1957年—Москва.
19. Панов М. А. Выращивание шампиньонов. 1957年 Москва.
20. Громов Н. Т. и Латсев Д. И. "САД и ОГОРОД" 1958年, (7): 26—27.
21. Lolreau, Champignon, 1950年
22. Stöller В. В. Principles and Practice of Mushroom Culture, 1954年

67.421
238

蘑菇栽培 3448

1981年 6.1.1.3.

王学林 83.3.9

张义君 83.5.7

余正范 84.2.2

67.421
238

3448

统一书号：16144.762

定 价：0.50 元