

河南省高等教育教学改革研究成果（2017SJGLX112）

食药菌栽培技术

主 编

朱自学 王红星 周国敏

周口师范学院生命科学与农学学院

河南省高等教育教学改革研究成果（2017SJGLX112）

食药菌栽培技术

——周口师范学院校本教材

主编 朱自学 王红星 周国敏

编委 纪秀娥 李淑梅 杜红阳 张云霞 张鸿飞

2019年9月

编写说明

《食药用菌栽培技术》是生物学相关专业的专业技能选修课程。本课程定位是以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点，增强针对性、突出实用性，培养学生初步具备从事食用菌生产的能力，为发展高效农业奠定基础。

通过本课程的学习，使学生学会消毒和灭菌的方法，高压灭菌和常压灭菌技术，培养料发酵技术，母种、原种和栽培种培养基制备与无菌操作接种技术，菌种分离和提纯技术，生产中的拌料、装袋、灭菌、接种、环境调控、病虫害防治等技术；使学生初步掌握食用菌制种技术，主要食药用菌栽培技术，产品保鲜加工方法。掌握食用菌生产上常规仪器的使用和基本操作技能。

本讲义是编者在多年实践教学的基础上编写而成，由于编者水平所限，该讲义中错误和不妥之处在所难免，恳请有关专家、老师和同学们批评指正，以便修订。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 食用菌基础	1
第二节 食用菌的发展前景	5
第三节 食用菌生产概况及发展趋势	11
第二章 食药食用菌形态结构及分类	18
第一节 菌丝体	18
第二节 子实体	25
第三节 大型真菌的分类	29
第三章 消毒与灭菌	35
第一节 基本概念	35
第二节 灭菌方法	37
第三节 消毒方法	42
第四章 食用菌的菌种制作及菌种保藏	48
第一节 概述	48
第二节 基本设施	52
第三节 菌种分离与培养	61
第四节 培养基的配制和菌种生产（制种技术）	65
第五节 菌种保藏	73
第五章 食用菌的生理及生态	80
第一节 食用菌的生理基础	80

第二节 食用菌生长发育对环境条件的要求	88
第六章 平菇的栽培技术	104
第一节 概述	104
第二节 平菇对营养和生理条件的要求	110
第三节 平菇的栽培技术	114
第七章 其它常见食用菌栽培	127
第一节 香菇	127
第二节 金针菇	140
第三节 木耳	151
第八章 食用菌主要病虫害及防治	168
第一节 食用菌主要病害及其防治	168
第二节 食用菌主要虫害及其防治	173
第九章 食用菌的储藏与加工	177
第一节 食用菌的储藏	178
第二节 食用菌常用加工方法	179

第一章 绪论

第一节 食用菌基础

一、概述

食用菌又称食用真菌，广义的食用菌是指一切可以食用的真菌。它不仅包括大型真菌，而且还包括小型真菌，如酵母菌、脉胞霉、曲霉等。狭义的食用菌是指高等真菌中可供人类食用的大型真菌，通常形体较大，多为肉质、胶质或膜质。俗称菇、菌、蘑、蕈、耳等。主要包括担子菌亚门和子囊菌亚门中的一些种类。大约有 90%的食用菌属于担子菌纲，而少数则属于子囊菌纲。我们平时所说的食用菌就是指狭义概念上的食用菌，主要包括平菇、香菇、银耳、木耳、猴头、灵芝、草菇、鸡腿菇、灰树花、杏鲍菇、白灵菇、姬松茸、牛肝菌、双孢蘑菇、竹荪、羊肚菌、金针菇、茯苓、冬虫夏草、滑菇等。食用菌也被人们称为食用菌蕈或食用蕈菌，我国古代就把生于木上的菇称为菌，长于木上的称为蕈(xùn)。食用菌有时也被人们称为蘑菇，其实蘑菇的含义是多样的，通常指具有肥大子实体的担子菌或子囊菌。狭义的蘑菇概念仅指担子菌，特别是伞菌目的真菌，尤指双孢蘑菇和四孢蘑菇。而由我国创始的草菇又被国外通称“中国蘑菇”。

目前已发现的食用菌约有 2000 多种，专家们估计自然界中食用菌的品种可能多达 5000 余种。我国是世界上拥有食用菌品种最多的国家之一，优越的地理位置和多样化的生态类型，孕育了大量具有珍

稀保护价值和经济价值的野生食用菌类。目前，已有记载的食用菌品种数量多达 980 余种，其中具有药用功效的品种有 500 余种。至今，我国已人工驯化栽培和利用菌丝体发酵培养的达上百种，其中栽培生产的有 70 多种，形成规模化生产的有 30 多种。

总之：食用菌（Edible Fungi）是一类可供人类食用的大型真菌的统称，或“可形成可食子实体的大型真菌”，俗称蘑菇。而“蘑菇”通常是指有明显伞、柄之分的伞菌，食用菌中大多数属此类，因而得名。

二、食用菌主要类群

食用菌种类繁多，据估计全世界有 5000 多种，其中可食的 2000 余种。我国有（已报道）720 余种，人工栽培：100 余种，有商业价值的 20 余种。在真菌分类中它们属于真菌门：子囊菌亚门：5%（食用菌中）；担子菌亚门：95%（食用菌中）。

大宗人工栽培食用菌有：双孢蘑菇、香菇、平菇、木耳、草菇、金针菇、滑菇等。

平菇属：金顶侧耳、糙皮侧耳、美味侧耳、紫孢侧耳（姬菇）、凤尾菇、佛罗里达侧耳、鲍鱼菇、白灵菇、杏鲍菇、袖珍菇等。

木耳：黑木耳、毛木耳、白木耳、金耳、榆耳、云耳、血耳、大光木耳、橙耳、槐耳、石耳、茶耳等。

还有：猴头、竹荪、灵芝、蛹虫草、鸡腿蘑、茶薪菇（杨树菇）、巴西菇（姬松茸）、舞茸（灰树花）。

小宗种植：花脸、榛蘑、亚侧耳、大球盖、长根菇、真姬菇、大

杯蕈、高大环柄菇、黄伞、牛舌菌、金福菇、大斗菇、松毛菇、草仙菇、金口蘑、双环林地蘑、牛肝菌、羊肚菌等。

常见食用菌类代表



香菇



草菇



平菇



金针菇

常见药用菌类代表



黑木耳



猴头



猴头



灵芝



冬虫夏草

珍稀菌类代表



羊肚菌



美味牛肝菌



鸡油菌

第二节 食用菌的发展前景

食用菌风味独特，营养丰富，既有食用功能又有保健功效。食用菌生产具有“不与农争时，不与人争粮、不与粮争地、不与地争肥、比种植业占地少、用水少，比养殖业投资小、见效快、周期短”等特点，为农业资源综合利用，实现农林牧立体种养良性循环打下良好基础。是现代有机农业和特色农业的典范，正以其独特的生产优势、市场优势、劳动密集和资源密集的行业优势、促进农业可持续发展的生态优势及其美味、保健、绿色、安全为特点的产品优势已成为一个颇具生命力的朝阳产业。

一、食用菌是功能性食品

食用菌是高蛋白、低脂肪、富含维生素、矿物质和膳食纤维的优质美味食物。已被联合国推荐为 21 世纪的理想健康食品、绿色食品、有机食品。嗜口性好：不仅好吃，而且又具有香、鲜味十分丰富的良好的口感。香菇：香味浓郁、口感滑脆；鸡枞：味如鸡丝；羊肚菌：十分鲜美；松口蘑：蘑菇之王 700—100 元/公斤；竹荪：（汤如乳汁）蘑菇皇后；鲍鱼菇、杏鲍菇、白灵菇等风味各不相同；一个菇、一种味、无法用语言形容。

农业发展史上的两次绿色革命：第一次：马铃薯的应用；第二次：杂交水稻和矮秆小麦的应用；第三次将是“白色革命”。利用真菌生产高质量的食用菌类食品，被称之为 21 世纪“白色农业”的发展方向。因此，食用菌将会成为人类未来的重要食品来源。

1. 食用菌子实体中蛋白质的含量很高。约占鲜重的 3%~4% 或占干重的 30%~40%，介于肉类和蔬菜之间。食用菌所含的蛋白质是由 20 多种氨基酸组成的，其中有 8 种是人体必需氨基酸。其营养成分见表 1-1。

表 1-1 食用菌的营养成分（每 100g 干品主要成分）

种类	产地	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
双孢蘑菇	北京	11.3	38.0	1.5	24.5	7.4	17.3
口蘑	北京	16.8	35.6	1.4	23.1	6.9	16.2
香菇	北京	18.5	13.0	1.8	54	7.8	4.9
金针菇	北京	10.8	16.2	1.8	60.2	7.4	3.6
平菇	北京	10.2	7.8	2.3	69.0	5.6	5.1
羊肚菌	北京	13.6	24.5	2.6	39.7	7.7	11.9
牛肝菌	四川	22.4	24.0	—	48.3	—	5.3
大红菇	四川	15.1	15.7	—	63.3	—	5.9
木耳	北京	10.9	10.6	0.2	65.5	7.0	5.8
银耳	北京	10.4	5.0	0.6	78.3	2.6	3.1

注（引自中国医学院卫生研究所《食物成分表》1983）直线表示未经测定

2. 脂肪含量却较低。仅为干重的 0.6%~3%，是很好的高蛋白质低能值食物。在其很低的脂肪含量中，不饱和脂肪酸占有很高的比例，多在 80%以上。不饱和脂肪酸种类很多，其中的油酸、亚油酸、亚麻酸等可有效地清除人体血液中的垃圾、延缓衰老，还有降血脂、预防高血压、动脉粥样硬化和脑血栓等心脑血管系统疾病的作用。

3. 食用菌还含有丰富的维生素。如维生素 B₁、B₂、B₁₂、维生素 D、

维生素 C 等。食用菌维生素含量约是蔬菜的 2~8 倍。一般每人每天吃 100g 鲜菇可满足维生素的需要。鸡腿菇含有维生素 B₁和维生素 E 对糖尿病肝硬化都有治疗效果；灰树花含有维生素 B₁和维生素 E，能防止黄褐斑及抗衰老等功效。

4. 食用菌是人类膳食所需矿物质的良好来源。含有丰富的矿物质元素，这些营养元素有钾、磷、硫、钠、钙、镁、铁、锌、铜等。矿物质元素种类数量与其生长环境有密切关系。有些食用菌还含有大量的锗和硒。

5. 药用保健作用。我国利用食用菌作为药物已有两千多年历史，是利用食用菌治病最早的国家。在汉代的《神农本草经》及明代李时珍的《本草纲目》中就有记载。食用菌对调节人体机能，提高免疫力，降低血压和胆固醇，抗病毒，抗肿瘤以及延缓衰老等有显著功效。如灵芝含有硒（Se）元素能提高人体免疫机能及延缓细胞衰老等作用；猴头可治疗消化系统疾病；马勃鲜嫩时可食，老熟后可止血和治疗胃出血；茯苓有养身、利尿之功效；木耳润肺、清肺的作用，降血栓，降血脂；冬虫夏草有良好的营养滋补和免疫排毒功效，可以抑菌防癌、抗病毒，是延年益寿的食疗、药膳佳品；双孢蘑菇中的酪氨酸酶可降低血压，核苷酸可治疗肝炎，核酸有抗病毒的作用；香菇中的维生素 D 原能增强人的体质和防治感冒，可防缺钙，抗癌，还可防治肝硬化；灵芝调节血压、增强血液携氧能力、调节神经、保肝护肝；菇有“菇类多糖”提高人体免疫能力、抗癌等。

随着科学技术的发展，食用菌的药用价值日益受到重视，有许多

新产品如食用菌的片剂、糖浆、胶囊、针剂、口服液等应用于临床治疗和日常保健。特别是从食用菌中筛选天然抗肿瘤药物，近几年发展很快，至少有 150 种大型真菌被证实具有抗肿瘤活性。目前已在临床应用的有多种菇类多糖，如香菇多糖、云芝多糖、猪苓多糖、灰树花多糖、灵芝破壁孢子粉等，被作为医治癌症的辅治药物，可以提高人体抵抗力，减轻放疗、化疗反应。食用菌已成为筛选抗肿瘤药物的重要来源。



二、市场广阔

随着世界经济的发展，人民生活水平和科学文化认识水平的提高，对食用菌的需求会越来越大。经济的发展总伴随着食物结构的改变，营养学家提倡科学的饮食结构应是“荤—素—菌”搭配。欧美不少国家把人均食用菌的消费量当作衡量生活水平的标准。新加坡年人均食用菌的消费量约为 4kg，日本约为 3kg，美国约为 1.5kg，中国约为

0.5kg。中国人口众多，其膳食结构逐步向营养、抗病、保健、无公害方向发展，对食用菌消费量每年约以 10% 的速度上升，食用菌作为保健食品、有机食品、绿色食品在我国消费潜力巨大。鲜菇加工的品种多样，涉及领域有医药、罐头、酱制品、食品添加剂、保健茶、休闲食品、蔬菜制品等。不仅提高了食用菌的利用率，而且大幅度地增值，提高了经济效益。国际市场上食用菌及其加工品的交易日趋活跃，我国食用菌产品的出口量也逐年上升。无论看国际市场还是国内市场，食用菌的销路非常宽阔，属于供不应求的紧俏品，有潜在的巨大市场。

三、社会效益显著

食用菌产业是劳动密集型产业，可直接或间接转化大量的农村、城郊富余劳动力，这为农村转移富余劳动力提供了有效的途径，增添了增收渠道。同时，食用菌产业的壮大发展还会带动其他相关产业，比如商贸、交通运输、机械加工、原辅材料、农膜包装、旅游饮食、金融银行业的发展，可达到农民增收、农业增效、财政增长的目的，能形成“兴起一个产业，富裕一方百姓”的农村经济新格局。

四、经济效益高

食用菌生产以其独特的低投入、高产出、见效快的短平快优势，已成为广大农民群众增收致富的一大产业，从事食用菌种植的农户们或是通过此项生产脱掉了贫困的帽子，或是在增收致富道路上又找到了新的途径。另外，各种食用菌系列深加工产品不仅可提高食用菌的利用率，而且大幅度地增值，从而提高经济效益。

五、生态效益好

食用菌产业是一个高效、生态、环保的产业，能将种植业、养殖业、加工业和沼气生产有机结合起来，综合利用，变废为宝，形成了一个多层次利用物质及能量的自然平衡的生态系统，可大大提高整个生态系统的生产能力。

农林的副产品均可作为生产各种食用菌的原料，如各种农作物的秸秆、玉米芯、棉籽壳、麸皮、米糠、高粱壳、花生壳；林业上各种木材加工剩余的木屑、柞蚕场轮伐、果树修剪下枝杈；酿造业上的酒糟、醋糟以及各种畜禽粪尿等。用来栽培食用菌就会变废为宝。利用食用菌生产的废料生产饲料、肥料、粉末状活性炭、无土栽培蔬菜基质。菌糠回田下地，作为良好的有机肥料，使大田作物丰收，产量增加；用作饲料，可减少精料，增强家畜抗病力；用于沼气生产，产量比一般沼气原料多产气70%以上。栽培模式有利用秸秆生产草腐菌，饲料—养殖—沼气池—沼渣、沼液—食用菌、蔬菜、果品的循环经济模式；利用木腐菌废料生产草腐菌的循环生产模式。形成了“菌糠饲料—养殖—粪便—沼气池—沼液还田”的循环链条。通过食用菌循环经济的带动，以食用菌为核心的产业链可促进林业、种植业、养殖业及循环链条其它环节的发展。

第三节 食用菌生产概况及发展趋势

一、生产概况

(一)世界生产概况

20 世纪 30 年代栽培食用菌的国家有 10 余个,总产量 5.5 万吨,主要是双孢蘑菇。50 年代初不足 10 万吨,60 年代食用菌飞速发展,欧洲、北美一些国家食用菌的发展平均以年 7%的速度增长,产量占世界的 90%以上。70 年代栽培食用菌的国家发展到 80 多个,总产量 100 万吨。东南亚发展中国家和地区如中国和韩国发展速度超过欧洲和美国,产量约占总产量的 20%。自 70 年代后,欧洲开始滑坡,亚洲发展很快,年增长速度约 10%,主产地由欧洲变成亚洲。80 年代中期总产量超过 200 万吨,到 90 年代中期已达 500 万吨。50 年总产量增长了 50 多倍。

国外食用菌生产发展主要以荷兰为代表的双孢蘑菇生产和以日韩为代表的木腐菌生产,这两种截然不同的生产方式其共同点在于以机械化代替人工,产品优质,生产高效,周年均衡供应,已经从劳动密集型产业跨入了规模化、机械化、智能化的发展道路。

(二)我国生产概况

我国是认识和利用食用菌最早的国家。对食用菌的认识和食用的历史,早在 2000 多年前先秦时代就有所记载。除双孢蘑菇在 1707 年由法国人首次栽培成功外,绝大多数的食用菌包括金针菇、木耳、香

菇、草菇、银耳、灵芝、猪苓、茯苓、猴头等都是我国最早栽培成功的。金针菇的驯化栽培大约有 1400 多年的历史，香菇在我国已有 800 多年的栽培历史，草菇的栽培大约有 200 多年的历史。我国 1935 年从法国引进双孢蘑菇进行人工栽培，上世纪 70 年代前基本是半人工栽培，70 年代后进行全人工栽培。使得我国食用菌生产得到飞速发展，各种栽培技术得到不断提高，食用菌资源得到了开发利用，培育出大量的新品种，已逐步形成了一门独立的学科，又是一个新兴起的大产业。到现在已商品化生产平菇、香菇、金针菇、猴头、银耳等 30 多种食用菌。栽培最广的是平菇，遍及全国 20 多个省区。全国食用菌总产值仅次于粮、棉、油、果、菜，位居第六位，超过了茶叶及蚕桑。食用菌产量居世界前列，其中香菇、草菇、平菇、银耳、木耳、猴头、滑菇、竹荪、茯苓等产量均居世界第一位。蘑菇、金针菇、花菇、灰树花等的总产量居世界第二，成为世界最大的生产国和出口国。

我国食药食用菌物种资源丰富，经过 30 多年(2017.2)的发展，我国人工生产的食用菌已经实现传统生产和现代化种植方式并存。我国食用菌产量已占到世界总产量的 70%以上，是名副其实的食用菌生产大国，但不是强国。目前：中国超亿元的县 26 个，其中 13 个 1—5 亿元，13 个 5 亿元以上。食用菌总产量在种植业中仅次于粮食、蔬菜、果品、油料。除了丰富的野生菌资源，我国食用菌和药用菌的栽培种类已达 70 多种，大宗品种有香菇、平菇、木耳、双孢菇、金针菇、草菇等，一系列的珍稀品种如白灵菇、茶树菇、真姬菇、灰树花和羊肚菌等也受到市场青睐。近年来，金针菇、杏鲍菇、海鲜菇和双

孢蘑菇等工厂化生产品种日渐丰富，灵芝、虫草、茯苓和天麻等药用菌市发展较快。食用菌产品的深加工水平不断提升，目前调味品、保健品和药品等种类近 500 种。三产融合能力增强，产业特色鲜明，行来已经进入发展的新阶段。

据中国食用菌协会对全国 27 个省、自治区、直辖市（不含西藏、宁夏、青海、海南和台湾省区）的统计调查显示，1978 年中国食用菌产量尚不足 10 万吨，产值不足 1 亿元。依据中国食用菌协会发布的《关于印发全国食用菌 2015 年产量、产值和出口统计调查结果的分析》，2015 年全国食用菌总产量已经达到 3,476.15 万吨，产值为 2516.38 亿元，比 2014 年的产量 3270 万吨增长了 6.3%，比 2014 年的产值 2258.1 亿元增长了 11.44%。

2015 年年产量居前 7 位的品种							
种类	香菇	黑木耳	平菇	金针菇	双孢蘑菇	毛木耳	杏鲍菇
产量（万吨）	766.66	633.69	590.18	261.35	337.96	182.58	136.49

排在前 7 位的品种产量都超过 100 万吨，总产量占当年全国食用菌总产量的 83.4%。许多领域达到世界领先水平：代料香菇、黑木耳、毛木耳、银耳。

我国不仅是食用菌生产大国，也是食用菌消费大国，所生产的食用菌绝大部分用于国内消费。根据数据显示，我国 2015 年出口食用菌 50.7 万吨，创汇 29.79 亿美元，比 2014 年的 28.33 亿美元增长 5.2%，但出口量仅占当期全国总产量的 1.46%，可见我国的食用菌供应仍仅能满足国内需求，在我国提出“一带一路”国家战略后，食用菌出口迎来前所未有的发展机遇，行业生产规模亟待进一步扩张。

据中国海关和国家统计局数据，2015年我国共出口食（药）用菌类产品50.7万吨（干、鲜混合计算）。出口金额在1亿美元以上的品种有干香菇、干木耳和小白蘑菇罐头。我国的香菇、木耳、银耳等已出口到亚洲、美洲、欧洲及非洲等近百个国家和地区。

我国的食用菌重点产区主要分布在河北、河南、山东、浙江、江苏、福建、云南和四川等省。全国已有福建古田、浙江庆元及河南泌阳3个食用菌专业批发市场，全国从事菇业人数近3000万人。我国食用菌生产现正以15%的年增长速度发展，成为世界上名副其实的食用菌生产大国及出口大国。

二、我国食用菌业的发展趋势

(一) 向多品种发展

根据市场需求，发展新、优品种，尤其是国内外畅销的品种，并注重野生品种的驯化研究。食用菌生产品种由原来以平菇、香菇为主，发展到平菇、香菇、金针菇、双孢蘑菇、草菇、木耳、白灵菇、茶树菇、姬松茸、鸡腿菇、灰树花、猴头、杏鲍菇、灵芝等品种。近年又有一批珍稀食用菌试种成功，如北冬虫夏草、长根菇等。随着人民生活水平的提高，食用菌市场向着多品种、高档次的方向发展是必然趋势。

(二) 向高质量发展

高标准生产基地的建设、高质量食用菌产品的开发，为食用菌产业发展打下产品基础，食用菌从栽培到加工、包装、储运、销售的全过程要遵循无公害的原则，以便生产出有竞争优势的高质量产品。增

强我国食用菌产品在国际市场上的竞争力。各地制定食用菌生产加工系列标准，按照“高标准起步、高水平建设、高速度发展、高效益示范”的原则，完善食用菌标准化保障体系、技术服务、产品检测等三大体系，及产品质量可追溯体系，使食用菌产品实现优质、高效、绿色、安全。

(三)栽培原料向多样化发展

随着新技术、新品种的不断开发和推广，国家封山育林政策的实施，人们环保意识的增强，会逐渐淘汰传统的木段栽培方式，向代用料栽培发展。拓宽培养材料不仅能降低生产成本，也是保持我国食用菌生产长期繁荣的必由之路。代料栽培食用菌已不仅仅限于木屑、棉籽壳、蔗渣、酒糟、稻草、农作物秸秆、高粱壳、玉米芯等农林副产品，一些杂草、果皮、树叶等也逐渐用来栽培食用菌。

(四)由家庭作坊生产向工厂化生产集约化经营方向转变

我国食用菌生产，多以农户作坊式分散分户季节型栽培为主。不能适应大市场、大流通的要求。近几年，食用菌产业正在发生着两个突变，即经营体制由分散分户、自产自销的小农经济向高产优质高效益的产业化、商品化市场经济转变；经济增长方式由粗放型经营、农村副业地位向集约型、工厂化、精细化、一体化的现代企业经营地位转变。近年来，随着食用菌产业的快速发展和消费者质量安全消费意识的增强，我国食用菌生产模式及时实现了转型升级，一部分传统的作坊式家庭式栽培正在被标准化、工厂化生产模式所替代。全国生产加工及贸易的企业众多，我国有 1000 万户种菇户，是主力军，烟台

九发、京都 菇业、锦绣大地、上海天厨等一大批专业化、工厂化生产企业发展起来，使分散的、小规模的家庭式生产向企业化、集约化方向发展，提高产业管理水平，增强国际竞争能力。仅工厂化生产的规模企业就有近 500 家，主板上市企业 5 家。大型企业相对集中分布在江苏、福建、山东等省份。其中，每日生产鲜菇量 100 吨以上的企业，如上海雪榕生物科技股份有限公司、天水众兴菌业科技股份有限公司及武汉如意情集团股份有限公司等 20 多家，其产品类型涵盖有双孢菇、金针菇、蟹味菇、杏鲍菇、白灵菇等。增强了在国际市场上的竞争能力。

(五) 由手工操作向机械化方向发展

用机械操作代替手工操作，可显著提高劳动效率。近几年，我国已有不少食用菌专用机械面世，只要搭配合理，就可以形成流水线生产。

(六) 栽培季节向周年化发展

根据我国经济发展水平，农业生产以不同季节栽培不同品种施行周年栽培为最佳方式，例如，北方一个菇棚，可平菇—草菇—香菇或平菇的周年栽培，可柱状田头菇—鲍鱼菇—香菇或平菇的周年栽培，还可平菇—灰树花—白阿魏侧耳的周年栽培，总之，不同地区、不同气候条件、不同栽培设施可以选择不同的周年栽培模式。

(七) 向增值化发展

食用菌由以销售鲜菇、干制或腌制为主，发展为精深加工，向保健食品、药品方向开拓新产品。各种食用菌系列深加工产品、调料、

方便快餐相继问世,不仅提高了食用菌的利用率,而且大幅度地增值,提高了经济效益。此外,利用菌丝发酵液中提取物生产药品、食品及保健品已成为一个关注的热点。

(八) 市场向网络化发展

随着信息产业的发展,市场网络迅速扩大,市场信息传递迅捷,产、供、销联系日益紧密,产销渠道将日臻通畅完善,这就需要生产者和经营者都要及时掌握市场信息,以立于不败之地。

三、食药两用菌栽培学的任务

1. 掌握必需的基础知识和栽培原理、制种方法。
2. 掌握几种先进的栽培技术。
3. 了解产业动态、发展战略
4. 具备有一定的科技攻关能力。

复习题

一、名词解释

1. 食用菌
2. 大型真菌

二、选择题

1. 可用于止血、消炎、止咳利咽、多用于口腔手术后止血的食用菌为 ()。

A 马勃 B 羊肚菌 C 冬虫夏草 D 灵芝

2. 目前还不能人工栽培的食用菌是 ()

- A 金针菇 B 猴头菌 C 茯苓 D 美味牛肚菌
3. 下列常用来治疗胃溃疡的食用菌是 ()
- A 灵芝 B 猴头菌 C 茯苓 D 猪苓
4. 可用于预防和治疗消化道疾病的食用菌为 ()。
- A 灵芝 B 黑木耳 C 白木耳 D 猴头菌
5. Fe 含量较多，可用于治疗小儿贫血的理想辅助食品的食用菌为 ()。
- A 灵芝 B 猴头 C 白木耳 D 黑木耳
6. 有机锗含量特别丰富的食用菌有 ()。
- A 竹荪 B 灵芝 C 冬虫夏草 D 猴头

三、简答题

1. 试述食用菌的营养价值和药用价值。
2. 简述我国食用菌业的发展趋势。

第二章 食药食用菌形态结构及分类

第一节 菌丝体

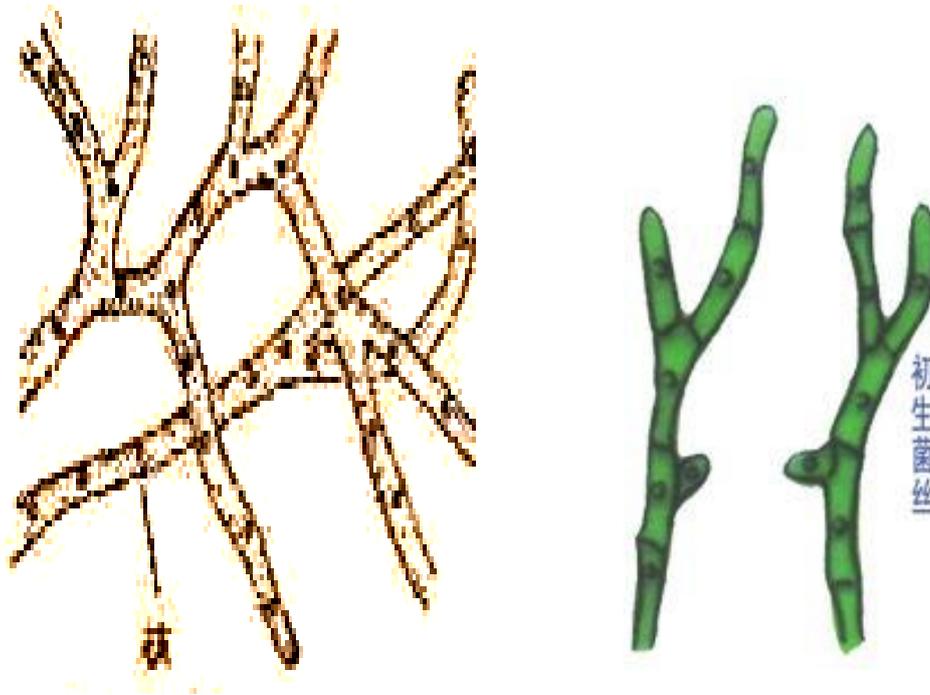
一、菌丝体的形态

菌丝体是食用菌的营养器官，相当于绿色植物的根、茎、叶。它生长在土壤、草地、林木或其他基质内，分解基质、吸收营养，能从基质内吸收水分、无机盐和有机养分，以满足其生长发育的需要。菌丝体是基质内无数纤细的菌丝(hypha)交织而成的丝状体或网状体，绝大多数呈白色。因其生于基质内，且十分纤细，因此人们一般很少注意到它的存在。如果环境条件适宜，菌丝体就能不断地向四周蔓延扩展，利用基质内的营养，繁衍自己，使菌丝体增殖。达到生理成熟时，菌丝体就会扭结在一起，形成子实体原基(primordium)，进而形成子实体。食用菌生产中所使用的菌种(spawn)，实际上就是纯菌丝体。

食用菌的菌丝都是多细胞的，由细胞壁、细胞质、细胞核所组成。菌丝是由管状细胞组成的丝状物、是由孢子(spore)吸水后萌发产生芽管，芽管的管状细胞不断分枝、伸长、发育而形成的。食用菌的菌丝都是有隔菌丝(图 1—1)。食用菌的菌丝都是有隔菌丝，细胞中细胞核的数目不等。通常子囊菌的菌丝细胞含有一个核或多个核，而担子菌的菌丝细胞大多数含有两个核。含有两个核的菌丝叫双核菌丝(dicaryotic hyphae)和三生菌丝(third hyphae)。

1. 初生菌丝 它是由孢子萌发形成的菌丝。开始时菌丝细胞多核、纤细，后产生隔膜，分成许多个单核细胞，因此又称为单核菌丝(uninucleate hyphae)或一次菌丝。单核菌丝无论怎样繁殖，一般都不会形成子实体，只有和另一条可亲和的单核菌丝质配

(plasmogamy) 之后变成双核菌丝，才会产生子实体。子囊菌的单核菌丝发达且生活期较长，而担子菌的单核菌丝生活期短且不发达。



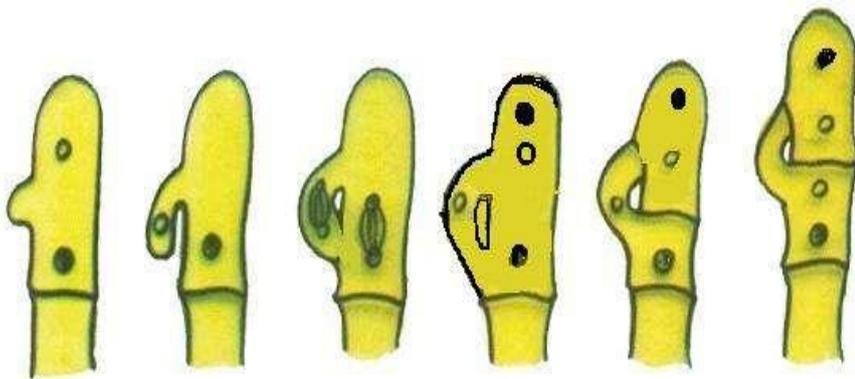
2. 次生菌丝 由于两条初生菌丝经过质配而形成的菌丝称为次生菌丝或二次菌丝。由于在形成次生菌丝时，两个初生菌丝细胞的细胞核并没有发生融合，因此次生菌丝的每个细胞含有两个核，所以又称为双核菌丝。它是食用菌菌丝存在的主要形式。食用菌生产上使用的菌种都是双核菌丝，只有双核菌丝才能形成子实体。



双核菌丝

大部分食用菌的双核菌丝顶端细胞上常发生锁状联合 (clamp connection), 它是一种状似锁臂的菌丝连接, 这是双核菌丝细胞分裂的一种特殊形式, 也是鉴别菌种的主要内容之一。

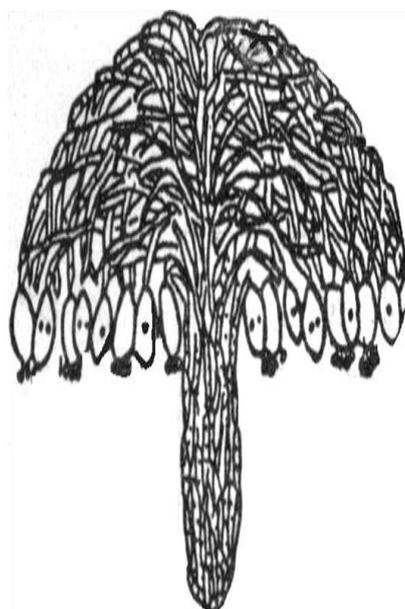
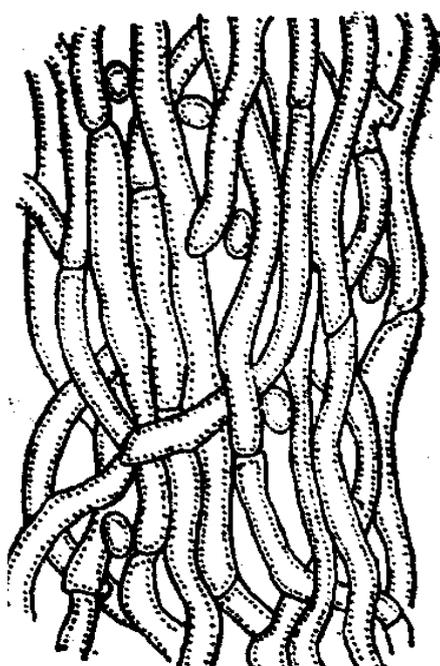
锁状联合现象主要存在于担子菌中, 尤其是香菇、平菇、灵芝、木耳、鬼伞等菇中, 但并不是所有的担子菌中都有锁状联合。



锁状联合过程

担子菌中许多种类的双核菌丝都是锁状联合进行细胞分裂，不断增加细胞数目，一个双核细胞形成两个新的双核细胞。经过双核化的菌丝体，通常寿命很长，可多年产生子实体，栽培上就可利用这一点不断地向四周辐射扩伸，由于中心老菌丝体死亡，周围形成的菌丝体常形成圆形，产生的子实体在地上成圆圈状生长，这种现象叫蘑菇圈 (fairy ring)，又称“仙人环”，常发生于森林边缘和草原上。因其菌丝体由圈里向外逐年新生和相继死亡，使蘑菇圈直径可达几米或几百米。

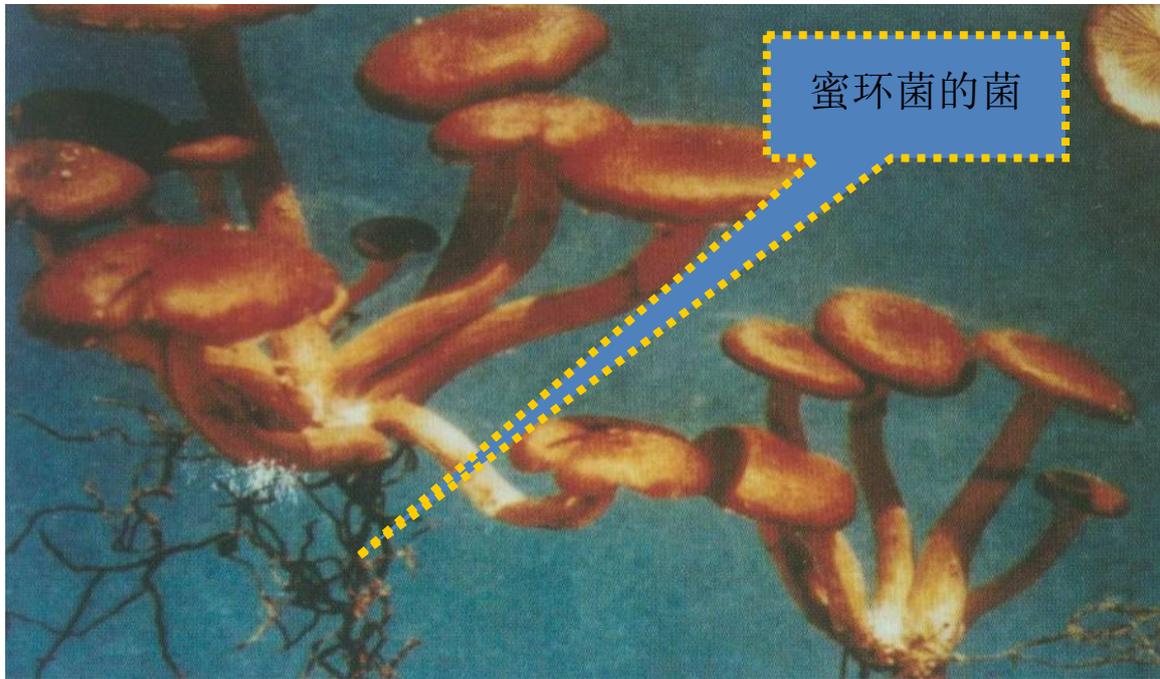
3. 三生菌丝 由二次菌丝进一步发育而形成的已组织化的双核菌丝，称为三生菌丝或三次菌丝，也称结实性双核菌丝，如菌丝的组织体中菌索 (rhizomor-ph)、菌根 (myoorrhiza)、菌核 (scherotium) 中的菌丝以及子实体中的菌丝。



二、菌丝的组织化

1. 菌索 有些食用菌的菌丝缠结而成的形似绳索状的菌丝组织体。

蜜环菌、安络小皮伞等。



2. 菌核 由菌丝体和贮藏营养物质密集而形成的有一定形状的休眠体，称为菌核。猪苓、雷丸、茯苓等。



茯苓的菌核

3. 菌丝束 (mycelial cord) 由大量平行菌丝排列在一起形成的肉眼可见的束状菌丝组织。如双孢菇。

4. 菌膜 (hypha membrane) 有的食用菌的菌丝紧密地交织成一层薄膜即菌膜。如香菇转色。

5. 子座 (stroma) 它是由菌丝组织即拟薄壁组织和疏丝组织构成的容纳子实体的褥座状结构。子座是真菌从营养生长阶段到生殖生长阶段的一种过度形式。但与食用菌有关的子座多为棒状或头状，如珍



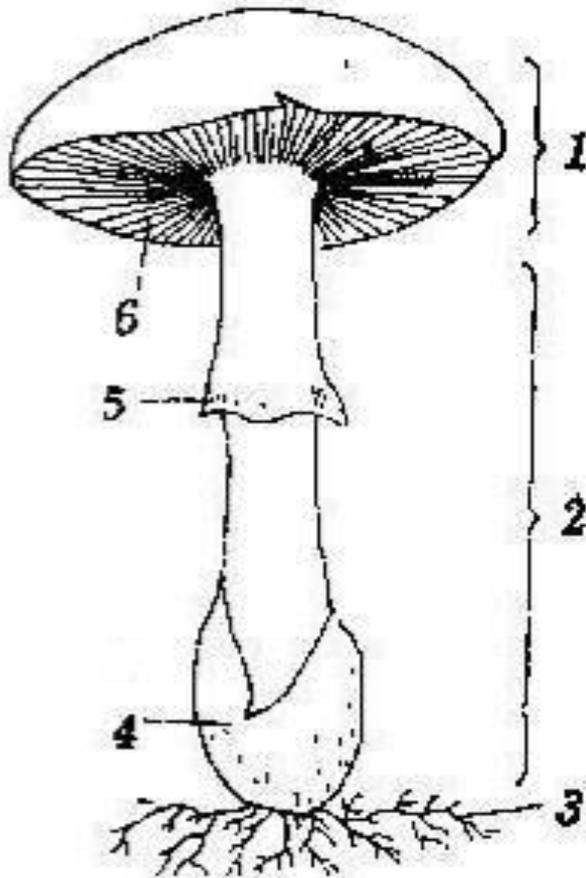
冬虫夏草
子座

贵中药冬虫夏草、蛹虫草、蝉花等子座都呈棒状。

6. 菌根 真菌的菌丝有的能和高等植物的根系生长在一起，组成互供养分的共生体，即菌根。食用菌中较为常见的外生菌根菌，如松茸和赤松根系、某些块菌和栎树根系共生时，除有少量菌丝进入根皮细胞间和寄主交换营养物质外，大量的菌丝则在根的周围形成类似菌索的根状组织，这就是外生菌根。许多珍贵的食用菌属于外生菌根菌。

第二节 子实体

子实体是食用菌的繁殖器官，是由已分化的菌丝体组成、能产生孢子的菌体或菇体。



伞菌模式图

1. 菌盖, 2. 菌柄, 3. 菌丝体; 4. 菌托;
5. 菌环, 6. 菌褶

食用菌的子实体实际就是指生长在基质表面,可供人们食用的部分,相当于绿色植物的果实。也就是人们通常称之为“菇、菌、蘑、耳、蕈”的那一部分。食用菌的子实体一般都是生长在基质表面,如土表、腐殖质上、朽木或活立木的表面上,只有极少数的食用菌(地下真菌)子实体生于地下土壤中,如子囊菌中的块菌、担子菌中的黑腹菌、层腹菌、高腹菌、须腹菌等。子囊菌的子实体能产生子囊(ascus)及子囊孢子(ascospore),是子囊菌的“果实”,故又称为子囊果(ascocarp)。担子菌的子实体能产生担子(basidium)及担孢子

(basidisporc), 故又称为担子果 (basidicarp)。因目前人工栽培的食用菌基本上都属于担子菌, 所以人们常吃的食用菌实际上几乎都是食用的担子果。

食用菌子实体的形态、大小、质地因种类不同而异, 大小一般为几厘米至几十厘米, 常呈伞状、喇叭状、棒状、珊瑚状、球状、块状、耳状、片状等。

子实体产生孢子的部位:

猴头: 刺表

木耳: 木耳光滑一面凹

银耳: 瓣片两侧都光滑

羊肚: 凹表

伞菌: 管内、菌褶表面

灵芝: 表面 (红的部分)

下面着重以伞菌为例, 简单地介绍子实体的形态。

一、菌盖

菌盖是人们食用的主要部分, 也是食用菌的主要繁殖器官, 呈伞状或帽状, 位于菌柄之上, 是食用菌的最明显部分, 由表皮、菌肉、菌褶组成。也是评价产品质量的主要部分。

(1) 形状: 圆、半圆、扇、匙、半球、钟、斗笠、漏斗、卵圆、圆桶形、喇叭。

(2) 边缘状态: 全开、内折、外翻、内外卷

(3) 表面状态: 光滑、皱纹、条纹、龟裂、绒毛、鳞片

(4) 颜色：多种多样

(5) 表面是否易脱落

(6) 菌肉：质地：肉质、胶质、蜡质、革质。

二、菌褶

菌褶位于菌盖下方的片状结构，被菌盖所覆盖。在结构上有子实层、子实层基（子实下层）和菌髓三部分组成。在子实层上产生孢子。孢子颜色、孢子印状态；菌褶生长状态等都是分类依据。

三、菌柄

生长在菌盖下面，有的位于菌盖下面中部，有的偏向一侧，是子实体的支持部分，也是输送营养和水分的组织。

1. 形状、长短、粗细、质地等因种类不同而各异，也因生活条件不同而有较大差异。

2. 着生部位：中生、偏生、侧生

3. 质地：肉质、纤维质、脆骨质

4. 实心或空心、光滑或有网纹、棱纹、鳞片、茸毛、纤毛。有的有菌环或菌托。

四、菌幕、菌环、菌托

菌幕（veil）是指包裹在幼小子实体外面或连接在菌盖和菌柄间的那层膜状结构。前者称外菌幕，后者称内菌幕。

菌环：随着子实体成熟，内菌幕有的残留在菌柄上发育成菌环（annulus）。有的部分残留在菌盖边缘形成菌缘附属物。菌环的大小、厚薄、单层或双层以及在菌柄上着生的位置，因种类不同而异。

菌托：在子实体的生长发育过程中，随着子实体的生长，外菌幕被撕裂，其大部分或全部留在菌柄基部，形成菌托（volva）。其形状有苞状、鞘状、鳞茎状、杯状等，有的由数圈颗粒组成。

第三节 大型真菌的分类

食用菌的分类是人们认识、研究和利用食用菌的基础。野生食用菌的采集、驯化和鉴定，食用菌的杂交育种以及资源开发利用都必须

有一定的分类学知识。

一、食用菌的分类地位

Whittaker (1969 年) 提出的生物界系统包括植物界、动物界、原核生物界、原生生物界、真菌界和非细胞形态结构。和其它生物一样也是按界、门、纲、目、科、属、种的等次依次排列的。种是基本单位(变种、生理小种或培养小系)。品种: 有共同祖先, 有一定经济价值, 遗传性状比较一致的人工栽培的食用菌群体。

菌株: 指单一菌体的后代, 由共同祖先(同一种、同一品种、同一子实体)分离的纯培养物。

二、食用菌的分类依据

食用菌的分类主要是以其形态结构、细胞、生理生化、生态学、遗传等特征为依据的。特别是以子实体的形态和孢子的显微结构为主要依据。

三、食用菌的种类

全世界目前已发现大约 25 万种真菌, 其中有 1 万多种大型真菌, 可食用的种类大约有 2000 多种, 但目前仅有 70 多种人工栽培成功。有 20 多种在世界范围被广泛栽培生产。我国的地理位置和自然条件十分优越, 蕴藏着极为丰富的食用菌资源。到目前为止, 在我国已经发现 780 多种食用菌, 它们分别隶属于 144 个属、46 个科。

(一) 子囊菌中的食用菌

少数食用菌属于子囊菌, 在我国它们分别隶属于 6 个科, 即麦角菌科、盘菌科、马鞍菌科、羊肚菌类、地菇科和块菌科。

1. 麦角菌科：冬虫夏草；
2. 块菌科：黑孢块菌、白块菌、夏块菌；
3. 羊肚菌：羊肚菌、黑脉羊肚菌、尖顶羊肚菌以及皱柄羊肚菌等。
4. 地菇科：网孢地菇、瘤孢地菇。
5. 马鞍菌科：马鞍菌、棱柄马鞍菌。

（二）担子菌中的食用菌

1. 耳类：木耳目、银耳目、花耳类的食用类。常见的种类：

（1）木耳科的黑木耳、毛木耳、皱木耳以及琥珀褐木耳等。其中黑木耳是著名食用兼药用菌。

（2）银耳科的银耳、金耳、茶耳、橙耳等。其中银耳和金耳也是著名的食用兼药用菌。

（3）花耳科的桂花耳。

2. 非褐菌类：珊瑚菌科、齿菌科、绣球菌科、多孔菌类、灵芝菌科。常见的种类：

（1）珊瑚菌科的虫形珊瑚菌、杵棒、扫帚菌。

（2）锁瑚菌科的冠锁瑚菌、灰锁瑚菌。

（3）绣球菌科的绣球菌。

（4）牛舌菌科的牛舌菌。

（5）齿菌科的猴头、珊瑚状猴头、卷缘齿菌。其中猴头是著名的食用兼药用菌，被誉为中国四大名菜之一。

（6）灵芝科的灵芝、树舌。其中灵芝被誉为灵芝仙草，有神奇的药效。

(7) 多孔菌科的灰树花、猪苓、茯苓、硫色干酪菌。猪苓、茯苓的菌核都是著名的中药材。灰树花又称栗子蘑，近年来越来越受国际市场的青睐。

3. 伞菌科：伞菌目、牛肝菌目、鸡油菌目、红菇目的可食用菌类。其中伞菌目的食用菌种类最多。常见的种类：

(1) 鸡油菌科的鸡油菌、小鸡油菌、灰号角、白鸡油菌等。鸡油菌近年来在国际市场上十分走俏，尤其是盐渍的鸡油菌。

(2) 伞菌科的双孢蘑、野蘑菇、林地蘑菇、大肥蘑。

(3) 粪伞科的田头菇、杨树菇。

(4) 鬼伞科的毛头鬼伞、墨汁伞、粪鬼伞、白鸡腿蘑。

(5) 丝膜菌科的金褐伞、黏柄丝膜菌、蓝丝膜菌、紫丝膜菌、皱皮环锈伞等。

(6) 蜡伞科的鸡油伞蜡伞、小红蜡伞、变黑蜡伞、鸚鵡绿蜡伞。

(7) 光柄菇科的灰光柄菇、草菇、银丝草菇。

(8) 粉褐菌科的晶盖粉褐菌、斜盖褐菌。

(9) 球盖菇科的滑菇、毛柄鳞伞、白鳞环锈伞、尖鳞伞。

(10) 靴耳科的靴耳。

(11) 鹅膏科的灰托柄菇、橙盖鹅膏菌。

(12) 口蘑科的大杯伞，雷蘑、鸡、肉白香蘑、长根菇、松口蘑、金针菇、堆金钱菌、红蜡蘑、棕灰口蘑、榆生离褐伞等。其中松口蘑是十分珍贵的食用菌，在日本享有“蘑菇之王”的美称，每千克鲜品其价格高达几十美元到上百元美元。

(13) 牛肝菌科的美味牛肝菌、厚环乳牛肝菌、褐疣柄牛肝菌、黏盖牛肝菌、黑牛肝菌、松乳牛肝菌、松塔牛肝菌。

(14) 铆钉菇科的铆钉菇。

(15) 桩菇科的卷边网褶菌、毛柄网褐菌。

(16) 红菇科的大白菇、变色红菇、黑菇、正红菇、变绿红菇、松乳菇、多汁乳菇。

(17) 侧耳科的香菇、虎皮香菇、糙皮侧耳、金顶侧耳、桃红侧耳、凤尾菇、小平菇。

4. 腹菌类：腹菌类的食用菌主要指灰包目、鬼笔目、轴灰包目、黑腹菌目和层腹菌类。其中黑腹菌目和层腹菌目属于地下真菌，即子实体的生长发育是在地下土壤中或腐殖质层下面土表完成的真菌。常见的种类有

(1) 灰包科的网纹灰包、梨形灰包、大秃马勃、中国静灰球。

(2) 鬼笔科的白鬼笔、短裙竹荪、长裙竹荪。

(3) 灰包菇科的荒漠胃腹菌。

(4) 黑腹菌科的倒卵孢黑腹菌、山西光腹菌。

(5) 须腹菌科的红须腹菌、黑络丸菌、柱孢须腹菌。

(6) 层腹菌科的梭孢层腹菌、苍岩山层腹菌。

复习题

一、名词解释

1. 异宗结合

2. 同宗结合

3. 锁状联合
4. 初生菌丝
5. 次生菌丝
6. 菌落
7. 菌环
8. 菌核
9. 菌索

二、选择题

1. 食用菌的孢子着生在（ ）上。
A 菌褶 B 菌盖 C 菌柄 D 菌环
2. 绝大多数食用菌有菌柄，其着生位置有：中央生，侧生和偏生等。蘑菇和平菇菌柄的着生位置分别为（ ）。
A 中央生和侧生 B 侧生和中央生
C 偏生和偏生 D 中央生和中央生
3. 食用菌在分类上属于（ ）。
A 细菌 B 真菌 C 植物 D 动物
4. 子实体有菌环的食用菌（ ）。
A 香菇 B 金针菇 C 平菇 D 蘑菇
5. 食用菌在生活过程中由菌丝密集形成的块状或颗粒状的称为菌核休眠体，其主要功能是（ ）。
A 抵抗不良环境 B 贮存养分 C 输送养料 D 繁殖
6. 属于囊菌纲的食用菌有（ ）。

- A 金针菇 B 羊肚菌 C 冬虫夏草 D 猴头
7. 属担子菌纲的食用菌有 ()。
- A 金针菇 B 羊肚菌 C 冬虫夏草 D 猴头
8. 下列食用菌属于子囊菌的是 ()
- A 香菇 B 草菇 C 双孢蘑菇 D 羊肚菌
9. 目前还不能人工栽培的食用菌是 ()
- A 金针菇 B 猴头菌 C 茯苓 D 美味牛肚菌

三、填空题

1. 以伞菌为例，其子实体形态一般为_____、_____、_____，有的还具有_____和_____。
2. 菌盖下面片层状的结构称_____。

四、判断题

1. 食用菌生产中，只有双核菌丝才具有结实性。 ()
2. 食用菌是一类没有叶绿素的自养型真核生物。 ()
3. 食用菌的生活方式，主要是腐生和共生。 ()
4. 食用菌的单核菌丝是不能分化产生子实体的。 ()

五、简答题

简述食用菌的生活史。

第三章 消毒与灭菌

第一节 基本概念

微生物在自然界广泛分布，可以说它无处不在、无处不有，凡是生物能够生活的地方都有它们的分布，它们以菌体或孢子的形态存在，并随着各种媒介、途径广泛传播。这里所说的微生物包括细菌、真菌、放线菌、病毒等所有微生物，凡是食用菌可以生长的地方，它们都可以生长，它们有的与食用菌争夺养分，有的甚至可以抑制食用菌菌丝的生长，总之它们对食用菌的正常生长发育影响很大。因此在食用菌栽培生产中，凡是培养的食用菌以外的微生物统称杂菌。为了保证食用菌的正常生长发育，必须杀死或抑制其它杂菌的生长，这是食用菌栽培生产成败的关键，也是食用菌栽培生产种必须掌握的一项最基本的技术。

灭菌：是指在一定范围内，用物理或化学方法杀灭培养料或容器中的一切微生物，包括营养体、孢子等休眠体，使培养料或容器成为无菌状态，是一种彻底的灭菌方法。

消毒：是指在一定范围内，用物理或化学方法杀灭或清除培养料中、物体表面以及环境中的部分微生物，是一种不彻底的灭菌方法。也就是说消毒后还存在部分活的微生物，如细菌的芽孢、霉菌的厚壁孢子等。所以消毒的作用是使有害的微生物暂时不在危害食用菌的生长发育，并可防止病虫害的传播。医学上所说的消毒是指对病原微生物的杀灭。

防腐：是指用物理或化学方法暂时抑制微生物的生长，达到防止物品腐败霉变的目的。如浸制标本等。

杀菌：指杀死微生物菌体，通常不包括芽孢等。

除菌：指用物理方法（机械方法）除去液体或气体中的微生物，如过滤离心分离、静电吸附等。

在食用菌生产或科研实践中，菌种的分离培养、试管菌种（母种）的扩大繁殖、原种和栽培种的制作等，其培养料、接种工具、接种场地等都必须事先进行彻底的灭菌，达到无菌状态，同时遵守无菌操作规程，只有这样才能保证培养的各级菌种达到纯培养。

对于生产用的菇房、菇架，生产中用的工具、器皿、出菇场地等要进行消毒处理，以消灭危害食用菌的各种可能的微生物和害虫，这样才能为食用菌的优质高产提供可能。

第二节 灭菌方法

各种微生物都由蛋白质组成，加热灭菌可以使核酸变性、蛋白质凝固从而达到杀死微生物的目的。加热灭菌经济有效，简便易行，可分为干热灭菌和湿热灭菌两种。

一、干热灭菌

1. 火焰灭菌是直接利用火焰将微生物杀死的方法，它适用于金属制的工具，玻璃器皿口等物品的灭菌。



2. 干热灭菌是利用热空气进行灭菌的方法。灭菌温度 140°C — 160°C ，时间 2—3h，它只适用于金属及玻璃器皿的灭菌。电热干燥箱是干热灭菌常用的设备。



二、湿热蒸汽灭菌

1. 高压蒸汽灭菌：是一种最有效、使用最广泛的灭菌方法。蒸汽压力与温度成正比。高压灭菌所采用的蒸汽压力与时间，应根据具体物质而定。高压灭菌锅的形式与规格较多，有立式、卧式、手提式，能源使用电、蒸汽、煤等。

使用高压蒸汽灭菌锅应注意以下几点：① 灭菌锅内的冷空气必须排尽；② 灭菌锅内的基质排列一定要稀疏些，使蒸汽流畅通；③ 灭菌时升压和降压要缓慢；④ 灭菌过程应注意保持棉塞干燥。

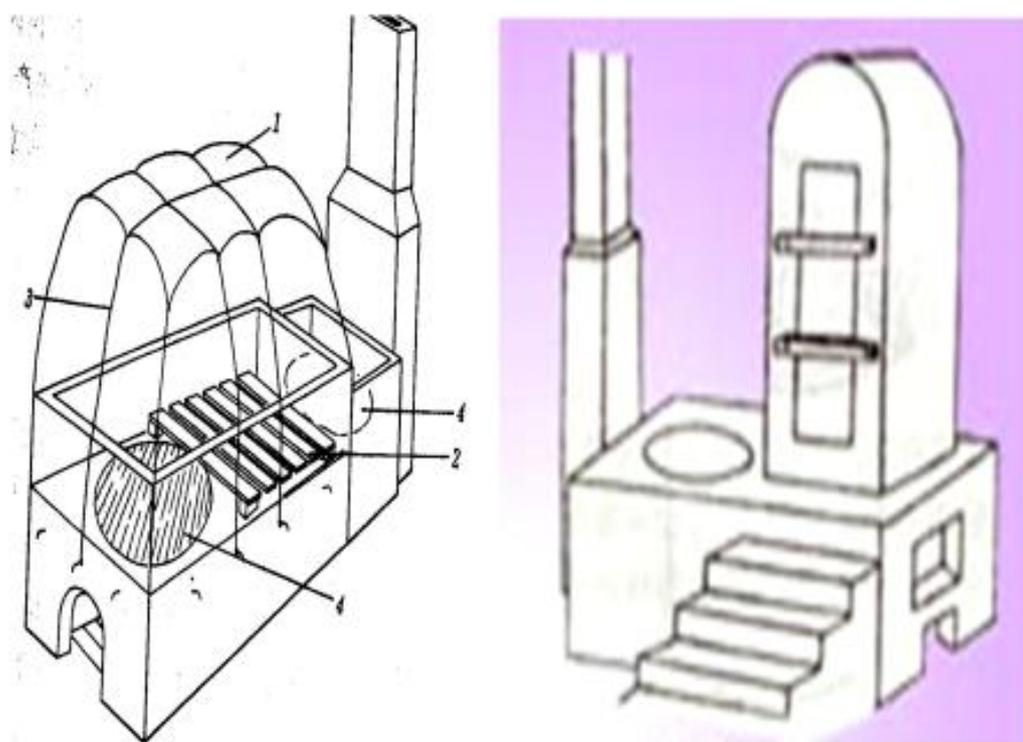


高压蒸汽灭菌锅

2. 常压蒸汽灭菌法：这是利用自然压力的蒸汽灭菌方法。可用土蒸锅，蒸茏等灭菌。由于常压，温度较高压的低得多，故灭菌时间要

长，一般需要 8-10 小时，中途不间断（防止烧干锅）。其优点是结构简单、成本低、便于自制，适宜于家庭制种。

3. 常压间歇灭菌：常压间歇灭菌就是利用多次反复蒸煮的方法达到灭菌的目的。通常用于栽培生产。具体操作：将要灭菌的材料装袋（瓶）后放蒸笼上加热蒸煮，从水沸腾冒气开始计时，维持 1 小时，这样可以杀死培养料中的杂菌营养体，但杂菌的孢子、芽孢等还保持着生活力，待降温后保持 25-37℃，培养一天，使原来没有杀死的孢子、芽孢萌发成营养体，再进行第二次蒸煮灭菌 30-60 分钟。这样重复 3-4 次，即可达到彻底灭菌的效果。



自行建造常压蒸汽灭菌蒸锅



第三节 消毒方法

一、低温消毒法（巴氏消毒法）

一些不耐高温的食品，如牛奶、果子酒、酱油等，需要低温消毒，加热到 60℃ 维持 30min，即可杀死食品中的病原菌及多数细菌营养体。蘑菇培养料配好后的发酵，就是采用巴氏消毒法，杀死蘑菇培养料中有害的病虫、杂菌。



二、沸水消毒法

主要用于针筒等器材的消毒，将有关的器材置沸水中烧煮一定时间，以杀死微生物的营养体。

三、化学药剂消毒法

这是利用化学药剂进行杀菌的方法。杀菌剂的种类及使用浓度：

1. 重金属盐类：所有的重金属盐类对微生物都有毒害作用，如硝酸银、氯化汞等。

2. 氧化剂：常用的氧化剂有高锰酸钾、过氧化氢、漂白粉、漂白精等，常用的高锰酸钾溶液浓度是 0.1%，氯气自来水清洁剂浓度为 1ppm，漂白精浓度为 400ppm。



高锰酸钾溶液浸泡

3. 有机化合物：甲醛(福尔马林)5%甲醛溶液用于种子表面消毒，原液可用于接种箱、培养室、栽培室等空间消毒，熏蒸用量 6—10ml/M³。或者二者混合使用，用于环境的空间消毒。即通常用 5 份 (ml) 甲醛、1 份 (g) 高锰酸钾，称量好后，把甲醛溶液倒入容器内，然后投入称

量好的高锰酸钾，立即关闭门窗一昼夜，即可达到熏蒸杀菌的效果；5%的苯酚溶液主要用于环境的消毒；生石灰按与水 4:1 比例首先化合成熟石灰，使用时可将熟石灰撒于杂菌处，也可配制成 5-10%的水溶液进行喷洒，主要用于菇房及出菇场所的消毒。



高锰酸钾-甲醛熏蒸法

4. 新洁尔灭：0.25%新洁尔灭溶液可用作皮肤、种子消毒。

四、紫外线杀菌

紫外线主要用于接种室或接种箱的空间消毒。医院经常用紫外线进行环境消毒。紫外线杀菌波长为 200nm-300nm，而 260nm 杀菌力最强。其杀菌原理就是杂菌细胞吸收紫外线后使蛋白质、核酸和酶变性而导致死亡。所以工作人员不要在紫外线灯开启的环境下工作。紫外线的穿透力比较弱，因此紫外线照射只适用于空气及紫外线能照射到的物体表面的消毒。紫外线还可使空气中的氧气产生臭氧，臭氧也具有一定的杀菌作用。为了提高紫外线的杀菌效果，经紫外线照射后应

保持一段黑暗时间。所以常选择下班前开启紫外灯照射 20-30 分钟。
即可杀死空气中 95%以上的微生物等杂菌。



五、干燥消毒

利用干燥使微生物失水,达到杀菌或抑菌的目的,称为干燥消毒。
食物、药品等经过适当干燥,便可长时间保存,蘑菇干片即是。

六、渗透压消毒

利用高渗透压杀菌或抑菌的方法称渗透压消毒。在高渗溶液中,
微生物细胞由于脱水,质壁分离,不能正常进行新陈代谢而死亡,盐
水蘑菇就是利用这一原理制成。

复习题

一、名词概念

1. 堆料发酵

2. 无菌操作
3. 灭菌
4. 常压灭菌
5. 杂菌
6. 排冷气
7. 消毒
8. 防腐
9. 生料栽培
10. 熟料栽培

二、填空

1. 常用灭菌方法有_____和_____两种。
2. 湿热蒸汽灭菌主要有_____、_____和_____。
3. 酒精消毒常用浓度为_____效果最好。

三、选择题

1. 用物理或化学等方法杀死培养料或容器中的所有微生物使其完全无菌的方法称为（ ）。
A 消毒 B 灭菌 C 防腐 D 抑菌
2. 用物理或化学等方法杀死培养料或容器中的部分微生物，这种不彻底的灭菌方法称为（ ）。
A 消毒 B 灭菌 C 防腐 D 抑菌

四、判断题

1. 利用紫外线杀菌时在黑暗条件下使用比白天使用杀菌效果好。（ ）

2. 在灭菌的时为防止高温季节培养料发酵变酸无论是常压还是高压灭菌在开始烧火时都应旺火猛攻。()
3. PDA 培养基多采用 0.103 MPa, 121℃ 灭菌 30min 的高压蒸汽灭菌法。()
4. 在严格的消毒条件下,进行的菌种移植操作就称为无菌操作。()
5. 高压灭菌时所需的灭菌时间应从加热开始计时。()

五、问答题

1. 堆制发酵料的原理是什么? 注意事项是什么?
2. 分析食用菌生产中杂菌污染的来源。
3. 简述高压灭菌的一般步骤及应注意的主要事项。

第四章 食用菌的菌种制作及菌种保藏

第一节 概述

一、菌种的概念

在植物分类学上，食用菌属于孢子植物，所以，它是用孢子繁殖的，孢子相当于种子植物的“种子”。在自然界中，食用菌的孢子借风力传播到适宜的环境条件下，萌发形成菌丝体，菌丝体生长繁衍到生理成熟后，在一定的条件下，就可形成子实体。子实体在产生有性孢子，完成生活周期。

在生产实践中人工栽培食用菌时，一般不用孢子直接播种（有些为异宗配合），来栽培食用菌，而是用孢子或子实体组织细胞经培养萌发形成的纯菌丝体作为播种材料。因为菌丝体具有再生作用，所以通常把菌丝体和培养它的培养基一起当做菌种使用。

因此，生产上通常所指的菌种，实际上是指在一定培养基质中经过人工培养形成的纯菌丝体和它的培养料。

制种是食用菌生产最重要的环节。菌种的优劣，直接影响到食用菌的产量和质量。优良菌种包含两大方面的含义：一是指菌种本身的生物学特性，如高产、优质、抗逆性强；二是指菌种纯度高、菌令适中、菌丝状态正常、无虫害、无杂菌污染。因此培育优良的菌种，是提高食用菌生产水平的重要环节。

二、菌种的类型

人工培养的菌种，根据菌种培养的不同阶段，可分为母种、原种和栽培种 3 类。一般把从自然界中，首次通过孢子分离或组织分离而得到的纯菌丝体称为母种，或称一级种。它是菌种类型的原始母种。原始母种通过移接(转管)成数支试管(斜面)种，这些移接的试管种，通常又称为再生母种。

把母种接种到木屑、谷粒、棉子壳、粪草等瓶(袋)装培养基上培养而成的菌种称为原种，或称二级种。它是母种和栽培种之间的过渡种。

把原种接种到相同或类似的材料上，进一步扩大培养而得到的直接用于生产的菌种称栽培种，或称三级种。

菌种的培菌令要适中：菌种级别、接菌培养时间、保藏条件、培养基种类不同而不同。

一级菌种：斜面培养基，最适菌令：20—30 天，0—4℃保藏：2—3 个月。



一级菌种（母种）

二级菌种：谷粒培养基，最适菌令：20—30 天，常温保藏，1 个月；木屑培养基，最适菌令：50—60 天，常温保藏，2 个月。



二级菌种（原种）

三级菌种：木屑培养基，最适菌令：60—70 天，常温保藏，2—3 个月。



三级菌种（栽培种）

菌种分级：一、二、三级菌种（母种→原种→栽培种）

三、制种的程序

食用菌的菌种生产，一般按三级菌种的生产程序，基本上是按菌种分离→母种扩大培养→原种培养→栽培种培养的程序（工艺流程）进行。



一、二、三级菌种

一级菌种（母种）：斜面试管。

二级菌种（原种）：固体培养基、玻璃瓶等容器、一级菌扩繁得来的。

三级菌种（栽培种）：固体培养基、塑料袋等容器、二级菌扩繁得来的。

区别：无本质区别，其区别仅在于：纯度不一样、菌种量不一样。

第二节 基本设施

一、场地设施

1. 培养室

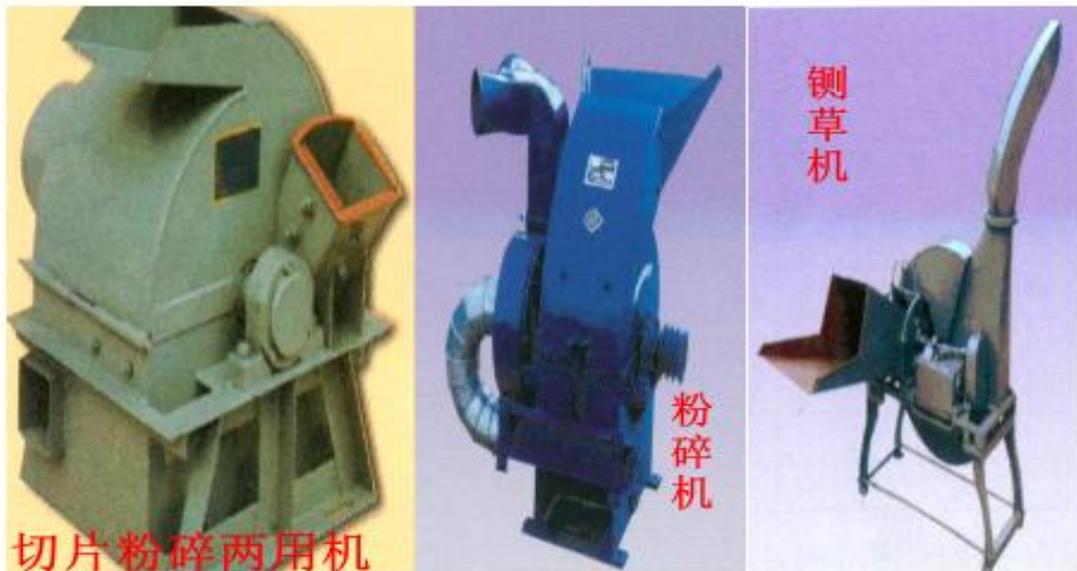
培养室是培养菌种的场所。室内装有放置菌种的架子。要求干燥向阳，房间不宜过大，面积 20—25m²，以培养 5000—6000 瓶菌种为宜。

2. 生产场地

地下室、防空洞或塑料大棚生产。

3. 机械化生产（选料、拌料、装瓶、（装袋）、灭菌、接菌，都有机械）。

原料处理设备



拌料机



培养料分装设备

装袋机



二、配料称量设备

试管有多种规格，常用的是 21mm×200mm、25mm×200mm。

菌种瓶一般容量是 750ml、口径 3cm 的玻璃瓶，也有用罐头瓶、广口瓶生产的。效果以前种规格为好。但均要求能耐高温、高压，并要无色透明，便于检查菌丝生长和杂菌污染情况。



生产菌种的塑料袋要求用聚丙烯塑料薄膜袋，常用的规格是 17cm×34cm。塑料颈圈高 3cm，直径 3.5cm。用橡皮筋或塑料绳扎口。

菌种袋



药物天平、托盘式天平，称量 1000g，感量-1.0g；扭力天平，称量 100g，感量 0.01g；分析天平，称量 100g，感量 0.1—1.0g。可根据不同要求选用。

孢子收集器是用来采收菌类孢子的一种装置，包括底盘、培养皿、三角架、纱布及有孔灯罩或钟罩等。

拌料设备主要有拌料机、铁铲等。

装料设备主要有装料机、铁铲等。

三、灭菌设备

主要有灭菌锅。灭菌锅是一个可以密闭并能耐受一定压力的金属锅。锅底（或夹层）盛水，加热后由于锅内（夹层）蒸汽增加而压力

加大，温度升高，从而杀死锅内内容物的杂菌菌体及孢子，达到灭菌的目的。灭菌锅有两种：

1. 高压蒸汽灭菌锅，具有灭菌时间短，效果好，省燃料等优点。缺点是投资较大，常用的有手提式、立式、卧式等，也有用钢板自制的。



2. 土蒸锅，是自制的常压蒸汽灭菌锅。



四、接种设备

接种设备有接种箱、接种室、超净工作台、负离子发生器。

接种箱用木材和玻璃制成，要求密闭。接种箱的前后装有两扇能启闭的玻璃窗，下方开两个小洞口，洞口装有布袖套。箱的大小可自行决定，以方便操作为宜。接种箱结构简单制造方便，成本低，且体积小，便于消毒彻底。



接种室要求密闭、干燥，体积 5m^3 — 7m^3 为宜，外面应设有一间缓冲室，两室的上方要求安装紫外线灭菌灯及日光灯。

超净工作台是利用过滤灭菌的原理，先将空气过滤，得到无菌空气，然后将无菌空气从风洞处排出，使工作台范围内成无菌状态。



负离子发生器是采用强电离对空气进行灭菌的一种新方式。通过电离使菌体蛋白质和核酸变性死亡，灭菌效果较理想。

五、培养设备

培养设备有培养室、电热恒温培养箱。

电热恒温培养箱是采用自然对流通外式的结构，冷空气从底部风孔进入，经电热器加温后，从两侧对流孔间上升，并从内胆左右侧小孔进入内室，再经箱顶的封顶盖调节，使培养箱内温度均恒。



电热恒温培养箱

培养室是培养菌种的场所。室内装有放置菌种的架子。要求干燥向阳，房间不宜过大，面积 20—25m²，以培养 5000—6000 瓶菌种为宜。



培养室

温度计、湿度计。用来观察培养室、栽培室等处温度、湿度、以便根据情况加以调节。常用的有棒形温度计和干湿球温度计。

菌种厂的布局



第三节 菌种分离与培养

一、菌种的分离

菌种分离就是纯化菌种，获得母种。食用菌菌种分离方法主要有组织分离法、孢子分离法、耳木分离法和土中菌丝分离法。这些过程都是在无菌条件下和无菌操作进行的，在菌种分离前都要对接种箱和接种室进行彻底消毒灭菌。

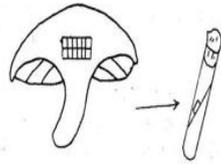
(一) 组织分离法

组织分离法是利用子实体内部组织来获得纯菌种的方法，根据不同的分离材料大体可分为三种。

1. 子实体组织分离

① 种菇的选择 从优良的品系中选取优良的个体作种菇，以单生菇、菇形圆整、无病虫害菇作分离材料。

② 分离 把种菇带入接种箱内，用 75%酒精表面消毒，用解剖刀在菌柄中部纵切一刀，然后撕开，挑取菌盖与菌柄交界处的一小块组织，接种到 PDA 培养基上，20℃—25℃培养数天后就可看到组织块及培养基上有白色菌丝，即表明分离成功。



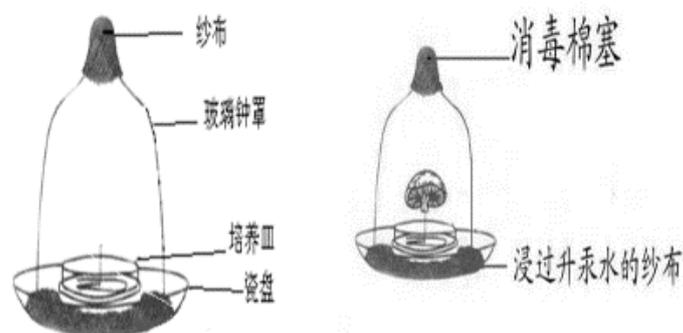
2. 菌核组织分离 茯苓、猪苓、雷丸等药用菌，常利用菌核分离得到菌种。分离方法是将菌核表面消毒后，用解剖刀切开，取中间组织 1 小块，接入 PDA 培养基上，20℃—25℃ 培养。

3. 菌索分离 密环菌，假密环菌常用菌索来分离。方法是将菌索表面消毒后，去掉菌鞘，把白色菌髓部分用无菌剪刀剪成小段。移接在 PDA 培养基上，20℃—25℃ 培养，有白色菌丝长出且无污染，即表明分离成功。

(二) 孢子分离法

孢子分离法是利用菌类的成熟孢子能自动弹射的原理，在无菌操作条件下，使孢子在适宜的培养基上萌发长成菌丝体而获得菌种。

1. 整菇插种法：是将整只成熟度适当的种菇，经表面消毒后，插入孢子采集器内，放在适当的温度下，让其弹射孢子的方法。蘑菇、香菇、草菇等食用菌常用此法采集孢子。



2. 钩悬法：将新鲜的成熟度适当的耳片用无菌水冲洗后悬挂在无菌的三角瓶内或有孔钟罩内，在一定温度下让其弹射孢子。木耳、银耳常用此法采收孢子。



将收集到的孢子接种在适宜的培养基上培养获得母种。

(三)、耳木（菇木）分离法

耳木（菇木）分离法是利用耳木或菇木中的菌丝体得到菌种的方法。

1. 耳木的采集与选择 一般在该菌的生长季节里，选取耳片子实体大、肉质肥厚、颜色形态正常、出耳整齐、成熟度适当、耳木腐朽程度较轻、无杂菌感染的耳木或菇木进行分离。

2. 分离方法 在所选耳棒长有子实体的部位，横断面锯下锯成 1cm 厚薄的木片，带入已经消毒的接种箱（或接种室）内。将上述木片浸入 0.1% 升汞溶液中 30s-60s，用无菌水冲洗数次，以冲去残留的升汞液，放在无菌纱布上吸干水分，用灭过菌的解剖刀切去树皮部分，把木片劈成火柴梗大小的小木条，截去两端，随后用镊子将小木块放入 PDA 培养基上进行培养，每管放一块，放适宜温度下培养。

3. 培养 在 20℃-25℃ 温度下培养 2-3 天，即可见木条周围长出白色绒毛状菌丝，继续培养 10-15 天左右，菌丝即可长满斜面，然后转管扩大培养。

（四）土中菌丝分离法

它是利用菌类地下的菌丝体来分离得到菌种的一种方法。主要用于腐殖质腐生菌的分离，用前述三种方法能分离得到菌种，一般不采用这一方法。但在野外采集时，菇类子实体已腐烂，而又十分需要该菌种时，就要用此法分离。具体操作如下：

1. 取菇体下与菇根相连的菌丝体，尽可能取较清洁的菌丝束。

2. 由于土壤中含有各种微生物，如细菌、放线菌、霉菌等，因此分离时要用无菌水反复冲洗菌丝束，把附着的泥土等杂物冲洗干净，用无菌棉花或纱布吸干水分。

3. 取菌丝束尖端部分，接入有细菌抑制剂的培养基中，25℃ 左右培养，无杂菌污染即分离成功。

4. 菌丝的鉴定。在土中获得的菌丝，其可靠性较小，必须经过出菇鉴定，才能确认是该菌的菌种。

二、菌种的培养

接种后的原种或栽培种全部拿到培养箱或培养室，根据不同食用菌菌丝发育最适温度进行培养。培养 2~3 天后，菌丝开始生长时，要每天定期检查，如发现黄、绿、橘红、黑色杂菌时，要及时拣出清理。尤其是塑料袋菌种，检查工作到菌丝长满为止。培养室切忌阳光直射，但也不要完全黑暗；注意通风换气，室内保持清洁，空气相对湿度不要超过 65%；同时菌种瓶、袋不要堆叠过高，瓶间要有空隙，以防温度过高造成菌丝衰老，生活力降低。特别是对加温的培养室要注意：一要保持室内温度的稳定，因在温差较大的情况(特别是母种培养)会形成冷凝水，而使菌丝倒伏变黄。有条件的话，可根据菇类的菌丝生长对温度的要求，按品种分开放在不同温度的培养室(箱)内培养。同时要注意经常调换原种、栽培种排放的位置以使同一批菌种菌丝生长一致。二要注意通风换气，以免室内二氧化碳浓度过高而影响菌丝生长。



接种培养

第四节 培养基的配制和菌种生产（制种技术）

培养基是用人工方法配制的含有各种供食用菌生长繁殖所需要的营养物质的营养基质。培养基必须具备三个条件：第一，含有食用菌生长所需的物质，如水分和养分，这些物质要有合适的比例；第二，具有一定的生化反应所需的合适酸碱度和一定的缓冲能力，具有合适的渗透压和一定的氧化还原电位；第三，必须经严格灭菌，保持无菌状态。

由于食用菌菌种培育通常采用三级生产，即母种培育、原种培育和栽培种培育，所以和生产菌种相应用的培养基也可分为三种类型。

一、母种生产（一级菌种）

食用菌母种菌丝体比较细弱，分解养料的能力较差，所以常在营养丰富而又易于吸收利用的培养基上进行培养，常用的母种培养基是：马铃薯-葡萄糖-琼脂培养基，简称 PDA 培养基。

1. 培养基制备

马铃薯-葡萄糖-琼脂培养基是广泛应用于绝大多数食用菌的母种培养基，所以又叫基本培养基。其配方是：马铃薯 200 克、琼脂 20 克、蔗糖 20 克、水 1000 毫升。或加富 PDA 培养基：即马铃薯 200 克、琼脂 20 克、蔗糖 20 克， KH_2PO_4 3 克； MgSO_4 2 克，加水 1000 毫升定容。



条状



粉状

制备过程：土豆→洗净、去皮、切片→煮沸 10 分钟→过滤→加琼脂→煮沸 10—15 分钟→加糖→定容→趁热及时分装试管（10—15ml/支，注意：不粘管内壁口）→封口（非脱脂棉）→加防潮盖。每 10 支试管扎成一捆，上半部用牛皮纸或 2 层报纸包住，用棉线捆扎好，竖放于高压蒸汽灭菌锅中。

2. 灭菌：高压蒸汽灭菌，压力 1.2—1.3Kg/cm²，时间 30 分钟。分装试管后及时灭菌，灭菌时间不能太长，一般以 30 分钟即可，以免消毒时间过长会破坏培养料的营养成分，不利于菌丝生长。注意：升压时排净冷气，降压时不可过快。

3. 摆斜面：待高压蒸汽灭菌锅压力指针基本降到 0 时，或温度降到 60℃ 以下时，打开锅盖取出试管，斜放于干净无菌的桌面上，待冷却至室温时即做成斜面培养基。也可挑取 2-3 支试管放置于 25℃ 恒温箱中培养 3-5 天，若培养基表面没有发现杂菌以及乳白色细菌产生，则表示灭菌彻底，可供接母种使用。



4. 接种：要求无菌操作，接种场所：无菌室、超净台、接种箱等事先灭菌消毒，熏蒸或紫外照射，接种用具无菌。接种时：菌种块要小、放在斜面上 1/3 处，转接率 30—40 支/支。

5. 贴标签：标签粘贴在管口的正上方。

6. 培养：保持温度 24—26℃，湿度 60—70%，黑暗条件下培养。

7. 检查：2—3 天检查一次，去掉污染、生长过快、不均匀、异常状态的试管。一般 10—15 天可长满试管，试管长满后即可使用或出售。贮藏时在 0—4℃、干燥、无光条件下，一般可储藏 2—3 个月。

好母种



退化母种



二、原种、栽培种（二级菌种、三级菌种）的生产

原种、栽培种培养基可用相同配方，配制步骤也基本相同。原种由母种繁殖而成，主要用于扩大、繁殖栽培种，也可直接用于栽培生产。

（一）原种、栽培种常用培养基

1. 木屑培养基：木屑 78%，麸、糠 20%，石膏 1%，糖 1%，水适量，适用于平菇、木耳、香菇、猴头。
2. 棉子壳培养基：棉子壳 78.5%，麸、糠 20%，石膏 1.5%，水适量，适用于平菇、猴头、金针菇、鸡腿菇。
3. 粪草培养基：稻草（切碎）78%，干粪 20%，石灰、石膏各 1%，水适量，适用于蘑菇，草菇，鸡腿菇，姬松茸。各种培养料应是无霉烂、新鲜、干燥。各种培养基的含水量应保持在 60%左右。

将培养料拌匀装入菌种瓶（或袋）内、装料松紧适宜，上下一致，

装料高度以齐瓶（袋）肩为宜。然后用锥形木棒在瓶的中央向下插一个小洞，塞上棉塞。

栽培种的装袋



装好的料瓶（袋）采用高压蒸汽灭菌或常压蒸气灭菌，装好的料瓶（袋）要当天灭菌，以免培养料发霉变质。

（二）接种与培养

1. 原种接种与培养：

（1）原种接种：原种是试管母种第一次扩大生产后的菌种。每支试管可转接 10-20 瓶，严格无菌操作。接种容器以小口玻璃瓶最佳、其它次之。无菌操作：指接菌操作的过程中，始终坚持以隔离接种目的菌种之外的其它微生物为原则而进行的操作过程。

实现无菌操作的“三个前提”：① 容器密封，培养基灭菌彻底（绝

对的); ② 菌种纯净 (绝对的) (制种、保存); ③ 环境灭菌 (相对的); 在以上三个前提下, 通过人为操作实现“无菌操作”。



(2) 原种培养

① 培养条件: 适温 24—26℃, 黑暗, 湿度 60—70%, 通风良好;
② 2—3 天检查一次, 及时剔除非正常个体, 是提高菌种纯度的重要手段; ③ 8—10 天摇瓶, 生长点多, 分布均匀, 缩短菌龄; ④ 再过 8—10 天, 菌丝长满瓶, 即可使用。

(3) 贮存: 低温、闭光、干燥。

2. 栽培种接种与培养:

(1) 栽培种接种: 原种或二级菌种扩大生产一次的菌种, 每瓶 (袋) 可转接 50—60 瓶 (袋)。栽培种培养基与栽培料基本一致的材料。所以栽培种既可做菌种又可作栽培。栽培种所用容器一般为大口

瓶或塑料袋,500ml 菌种瓶可以装湿料 0.5—0.6 市斤;17×33cm 袋,可以装湿料 1.8—2.0 市斤。

栽培种栽培料当温度降至 30℃ 以下时,即可以接种。其一般程序:中午出锅→入冷却室(无菌室)喷雾消毒→晚上熏蒸→次日早准备菌种(外表消毒)→紫外灯照射→接菌员换无菌服装→入接菌室喷雾→接种操作。一般中途不得离开,每次连续接种 4—6 小时。

注意事项:

- 1) 揭锅→菌瓶(菌袋)入冷却室,越快越好,且要求趁热出锅(连续生产必需的)。
- 2) 避免菌瓶与污染源接触;①专人操作、使用专用工具、着专有工作服(避免交叉污染);②路线越近越好;③避免接触灰尘、泥土和其它污染源;④发现破损袋,马上用胶带封破袋。
- 3) 快速冷却
- 4) 增加冷却室湿度(与喷雾消毒结合)

(2) 栽培种培养:

温度: 前期:一周之内 27—28℃; 中期:一周~15 天 24—26℃; 后期:15 天后 22—24℃。保持空气相对湿度:60—70%。黑暗条件,通风良好; 定期倒堆检查:去杂、去劣,防高温烧菌,促进发菌一致。

(3) 栽培种成品贮存:低温、干燥、避光;贮存时间:2—3 个月;栽培种可直接用于出菇。

第五节 菌种保藏

无论是母种、原种或栽培种，如果未及时使用，其菌丝就会很快衰老，降低生产力，影响产量和质量。因此，菌种必须进行适当的保存。其目的是保持菌种的生活力，降低死亡速度，保持菌种原有的优良性状，防止退化，确保菌种纯正，防止杂菌感染。菌种保存的形式通常以试管菌种的形式保存。菌种保存的基本原理，主要是通过采用低温、干燥与缺氧的条件，以降低其新陈代谢，使其处于休眠状态，从而达到保藏菌种的目的。

一个优良菌株被选育出来以后，必须保持其优良性状，防止杂菌污染，才不致降低生产性能。因此保藏好菌种，对研究和生产食用菌都具有十分重要的意义。菌种保存的方法很多，常用的有斜面低温保存法，液体石蜡保存法等。有条件的还可采用冷冻真空干燥和液氮超低温保存等方法。

一、斜面低温保藏法

这是最简单最普通的保藏方法，即将菌种在适宜的斜面培养基上培养成熟后，置于4—5℃的低温下保藏，以后每隔2~3个月转管一次。此法适用于除草菇外的所有食用菌菌种。草菇对低温忍耐力差，它的菌丝体在5℃下即易死亡，因此草菇菌种应保藏在10~13℃的环境中。一般生产上，草菇多采用室内常温保藏。

低温保藏菌种的培养基一般用营养丰富的天然培养基，如马铃薯—葡萄糖—琼脂培养基等。为防止菌种在保藏过程中产生酸过多，在

配制保藏用培养基时需添加少许缓冲盐，如磷酸二氢钾(KH_2PO_4)或碳酸钙等。

具体做法：待菌丝刚长满试管斜面时，选择菌丝生长发育健壮，菌丝菌落边缘整齐的试管斜面菌种，外用硫酸纸或牛皮纸包好，置4—5℃冰箱中保藏。一般可保藏几个月。



斜面低温保藏菌种虽然简便，但保藏时间较短，需经常转管，容易发生退化现象。为了弥补这一缺点，在生产上，最好把斜面低温保藏法与其他保藏法结合起来，以减少转管次数。母种在第一次转管时，尽量多移斜面试管，部分用第一次生产，取几管作矿油保藏(或冷冻干燥、液氮低温保藏)，其余则作为以后几批生产用的母种，暂存于4~6℃低温处，待低温保存的菌种用完后(或超过储存期后)，再从第一代矿油保存的菌种移出繁殖。这样做能使每批生产使用的菌种都保持在前几代的水平上，有利于菌种优良性状的保持。

二、液体石蜡保藏法

食用菌菌丝均可用液体石蜡保藏，方法简单，只在斜面菌种试管内，注入一层已灭过菌的液体石蜡，注入量以高出斜面 1 厘米为宜，使菌种与空气隔绝，降低其新陈代谢活动，然后在棉塞外包以塑料薄膜，直立存放于室内干燥处。一般可保存 3 年以上，但最好 1—2 年移接一次，即使不移接，室温下可保藏 6~8 个月。用此法保藏的菌种不必置于冰箱内，室内比冰箱内保藏效果更好。



液体石蜡又名矿油，在医药商店有售。液体石蜡使用前，要经高压蒸汽灭菌 2~3 次(每次 30min)，彻底灭菌后方可使用。灭菌后的液体石蜡，由于有水蒸气渗入，会影响菌种保存质量，因此，需要放在 44℃烘箱中，烘烤 8~10h 小时，使水蒸气蒸发(在室温下也可以，不过所需的时间要长些)。然后用无菌吸管将灭菌后的液体石蜡加入

要保藏菌种斜面试管内，用量要高出斜面尖端约 1cm。将棉塞齐口剪平，再用蜡密封管口。

使用液体石蜡菌种时，不必倒去矿油，直接用接种针从斜面上挑取少许菌体，放在新鲜的培养基上，经过培养，即可应用。原母种可重新封口继续保藏。

三、其他保藏菌种方法

1. 沙土保藏法：此法是将食用菌孢子保藏于干燥的无菌沙土中，保藏期可长达 2—10 年。此法是采用真空、干燥和低温三种手段来保藏菌种，因此菌种保藏期长达数年后仍不降低其原有性能。

2. 液体超低温保藏法：试验证明，用 $-130\sim-196^{\circ}\text{C}$ 液态氮超低温冰箱能保藏所有食用菌菌种，包括一些不能用冷冻干燥保藏的菌种，也能在超低温冰箱中保藏。由于超低温能使代谢水平降到最低限度，因此菌种基本上不发生变异。

3. 菌丝球生理盐水法：先将食用菌菌种用液体振荡培养 3~7 天，然后将形成的菌丝球吸入装有 5mL 无菌生理盐水的试管中，每管约移入 4—5 个菌丝球。试管用无菌橡皮塞塞上，并用蜡封口，置室温或 4°C 下保藏。一般可保藏 1~2 年。

4. 麦粒菌种保藏法：麦粒菌种保藏法是利用麦粒作培养料。

原种和栽培种培养好后，应立即用于扩接栽培种或栽培生产，不宜保存过久，时间越长，生活力越差，也越容易感染杂菌。若因特殊情况不能及时使用，原种瓶口用牛皮纸包好，置 $4\sim 14^{\circ}\text{C}$ 条件下可保

藏一年左右。栽培种短期保存也可放于阴凉、干燥通风的室内，但种瓶不宜堆叠过高，以免堆内发热，加速菌丝老化。

复习题

一、名词解释

1. 菌种
2. 母种
3. 原种
4. 栽培种
5. 食用菌的驯化

二、填空：（每空 1 分，共 16 分）

1. 菌种保藏在生产中应用最多的是_____保藏法，保藏温度为_____。
2. 制菌种的基础程序为_____、_____、_____。
3. 土豆培养基配方种土豆_____克、琼脂_____克、葡萄糖_____克、水_____ml。
4. 制菌种的关键步骤为_____和_____。
5. 菌种保藏要求使菌种不_____、_____和_____。
6. 食用菌保藏菌种一般大多以_____进行的，菌种保藏的目的是_____
____、_____、_____。
7. 食用菌菌种的生产，一般需要经过_____、_____和_____三级培养过程。
8. 营养液中加入 1.5%~2%琼脂制成的培养基称_____。

三、选择题

1. 不宜放入 4℃ 冰箱内保藏的食用菌 ()。
A 香菇 B 金针菇 C 草菇 D 蘑菇
2. 冷冻、真空、干燥保藏法保藏菌种一般可保藏 ()。
A 10 年左右 B 3~5 年 C 3~6 月 D 6 年
3. 琼脂在固化培养基中起的作用是 ()
A. 速效碳源 B. 迟效碳源 C. 凝固剂
4. 生产上使用的食用菌菌种是 ()
A. 担孢子 B. 初生菌丝 C. 次生菌丝
5. 制 PDA 培养基时, 琼脂应 ()
A. 制取马铃薯滤液前加入 B. 制取马铃薯滤液中加入
C. 马铃薯滤液加热至即将沸腾时加入
6. 原种、栽培种培养基进行高压灭菌常用的温度是 ()
A. 128.1℃ B. 121℃ C. 100℃
7. 香菇培养料适宜含水量是 ()
A. 70% B. 65% C. 55%

四、判断题:

1. 人们通常所指的菌种, 实际上就是指经过人工方法培养的纯菌丝体。
()
2. 草菇试管母种的保藏温度是 4℃。()
3. 母种培养基常用的基本物质磷酸二氢钾的作用仅是提供磷和钾元素。()

4. 低温保藏的母种在使用前一定要活化。（ ）

五、问答题：

1. 制菌种的基本设备和程序是什么？
2. 简述食用菌母种培养基的配制过程？
3. 怎样鉴别优质菌种。
4. 食用菌菌种保藏原理和方法？
5. 简述防止菌种退化的措施。

第五章 食用菌的生理及生态

第一节 食用菌的生理基础

一、营养物质

食用菌和其他生物一样，需要不断地从外界摄取某些营养物质，以维持其正常的生命活动，各种食用菌吸收的营养物质不尽相同，每种物质的需要量也不相同。概括起来，这些物质可以分为碳素、氮素、无机盐和生长素四类。现分述如下：

1. 碳素物质

碳源主要参与食用菌细胞物质的构成，同时还为食用菌的生长发育提供能量，在制作培养料配方时要充分考虑碳源的含量。食用菌不能以二氧化碳、碳酸盐等无机碳为碳源，它只能吸收利用有机碳，食用菌所吸收利用的碳素均为有机碳化合物。如纤维素、半纤维素、淀粉、果胶、有机酸、醇、单糖、双糖等。

葡萄糖、果糖、甘露糖、乳糖等单糖是食用菌的速效碳，可过细胞膜的主动吸收进入细胞内，不需要转化，直接参与细胞代谢。

蔗糖、麦芽糖、海藻糖等双糖，部分食用菌可不经过转化被完整地吸收到细胞中去。有些种类则需要相应酶的作用下水解为单糖后吸收利用，是比较容易吸收利用的碳源。

淀粉、纤维素、半纤维素、木质素等多糖是食用菌生长的长效碳，但食用菌不能直接吸收利用，而必须经食用菌分泌的胞外酶将多糖分

解为单糖、双糖后才能被吸收利用。食用菌在生长过程中，菌丝能够分泌分解酶的种类和数量决定了这种食用菌可利用的多糖种类及利用率。

有些食用菌没有直接分解多糖的能力，必须进行培养料的发酵处理，在多种微生物的联合作用下，将其转化为可以利用的单糖、双糖。

食用菌生产中所需要的碳源，除葡萄糖、蔗糖等单糖、双糖外，主要来源于麦草、稻草、玉米芯、棉籽壳、木屑等农林副产品及其下脚料中。这些产品都是食用菌的长效碳源，具有来源广泛、取材容易、价格低廉、可再生等特点，是栽培食用菌的重要原料。为了促进菌丝生长，在培养料中应当加入 0.5%—5%的葡萄糖等速效碳，作为菌丝生长初期的辅助碳源，促进菌丝早发菌、早吃料、早定植，诱导纤维素酶、半纤维素酶、木质素酶等胞外酶的产生，为特效碳的充分利用打好基础。



棉籽壳



玉米芯



2. 氮素物质

它是食用菌合成蛋白质和核酸不可缺少的原料。食用菌在生长发育的过程中，所需要的氮源主要有蛋白质、氨基酸、尿素、铵盐和硝酸盐。蛋白质必须经蛋白酶分解成氨基酸后才能被吸收。

食用菌可利用的氮源有简单的有机氮、复杂的有机氮和无机氮三大类。氨基酸、尿素等是食用菌的速效氮，菌丝可以不经转化直接吸收利用。蛋白胨、蛋白质等复杂的有机氮是食用菌的长效氮，必须经过胞外酶的分解，转化成为小分子的有机氮才能被吸收利用。选用什么样的含氮物质做氮源，应根据培养对象可产生的胞外酶的种类、数量来决定培养料发酵处理的时间与强度。

大多数食用菌可以用铵盐和硝酸盐等无机氮做氮源，铵盐和硝酸盐都是食用菌的速效氮，菌丝可直接吸收利用，且铵盐更易被吸收利用。但如果在培养料中只有无机氮而没有有机氮，则菌丝生长非常缓慢，子实体分化困难，不出菇。这是由于菌丝不能以无机氮为原料合成其生长必需的全部氨基酸。在食用菌生产中常用的氮源有蛋白胨、酵母膏、尿素、麸皮、米糠、豆饼、畜禽粪便、硝酸铵、硫酸铵等。尿素在高温下易分解，释放出氨和氢氰酸，会造成培养料的酸碱度升高和菌丝的氨中毒，影响菌丝生长。所以，尿素不宜用于熟料栽培。在栽培食用菌的配方中，尿素的使用量应掌握在 0.1%—0.2% 之间，并且主要用于生料和发酵料栽培的食用菌中。

一般认为食用菌培养料中的含氮量小于 0.064%，菌丝生长纤弱无力，产量低；含氮量大于 0.064%，菌丝生长旺盛，但子实体分化难，发育慢。



3. 无机盐

食用菌的生长还需要一定量的无机盐，如磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、硫酸钙、硫酸镁、硫酸亚铁等。其中以磷、钾、镁三元素最重要，而其他元素铁、钴、锰、锌、钼需要量很小，在做培养基时，由于普通水中含量很多，故不必再补加。

(1) 大量元素对食用菌生长影响较大，缺乏其中任何一种都会造成产量损失。

磷是细胞的结构物质，是细胞膜，细胞核和一些酶及辅酶的成分。同时它还以磷酸代谢的形式参与细胞能量代谢，并参与调节细胞的渗透性。磷对食用菌的生长发育有着非常重要的作用，被食用菌吸收利

用的磷主要是无机磷酸盐，如磷酸氢二钾、磷酸二氢钾、磷酸钾、过磷酸钙等，常用量 1%—2%。磷酸氢二钠、磷酸二氢钠食用菌不能吸收利用。食用菌还可利用有机磷酸盐，如肌醇三磷酸、酪蛋白等。

硫是含硫氨基酸、维生素及含硫或巯基酶的组成成分，常用的硫酸盐是硫酸钙、硫酸镁、硫酸铵等，常用量 1%—3%。

钙是食用菌细胞内重要的二价阳离子，是某些蛋白酶的激活剂，能够抵抗某些二价阳离子过量而引起的毒害，还能起到缓冲剂的作用。生产中常用的钙盐有硫酸钙、碳酸钙和石灰，常用量 1%—3%。

食用菌生长还需要一定量的镁，镁在食用菌细胞内的主要作用是构成某些酶的活性成分，如己糖磷酸化酶、异柠檬酸脱氢酶等酶的构成成分，在糖的氧化代谢中起着重要调节作用。生产中硫酸镁常用量为 0.1%~0.5%，使用量过大会造成毒害。

钾的主要作用是酶的激活剂，能促进碳水化合物的代谢，控制原生质的胶体状态和细胞质膜的透性，影响营养物质的输送。由于植物细胞中富含钾，以植物性产品为原料培养食用菌时一般不会出现钾元素缺乏，个别品种特别需要时，加入适量的草木灰即可。

(2) 微量元素虽然需求量极小，但对食用菌生理的影响十分重要和显著。在用一种无机分析方法检测不到微量元素存在的培养基上，食用菌仍然能够正常生长，而不会出现因微量元素缺乏导致的生理性病害发生。在水和玉米芯、棉籽壳、木屑、大豆秆等植物性产品中所含的微量元素已经足够食用菌正常生长了，所以在食用菌栽培中一般

不需要另外添加微量元素；如果额外添加，不仅无益，相反还会造成盐中毒。

4. 维生素

维生素是食用菌生长发育必不可少，而又用量极小的一类小分子有机化合物。它主要起辅酶的作用，参与酶的组成和菌体代谢。它虽然不能提供能量，也不是细胞和组织的结构成分，但一旦缺少维生素，酶就会失去活性，新陈代谢就会失调，导致菌体生长和发育异常。所以，在食用菌栽培中，培养料中仅有碳源、氮源、矿质营养和水分是不够的，在缺乏维生素的培养料上食用菌生长乏力，无法实现栽培目的。有些食用菌（金针菇、香菇、鸡腿菇等）自身无合成维生素的能力，通常称其为营养缺陷型，栽培这类食用菌时就要注意添加维生素。在食用菌生产中，常用马铃薯、麸皮、米糠、玉米面、麦芽、酵母膏等原料制作培养基。在这些原料中一般含有种类齐全、数量足够的维生素，基本能够满足食用菌的需要，通常可不必另外添加。

大多数维生素不耐高温，温度在 120℃ 以上时维生素就会发生分解而失效，对培养料灭菌时，切忌长时间高温，

对食用菌生长影响最大的是 B 族维生素和维生素 H 以及维生素 P。维生素 B1（硫胺素）、维生素 B2（核黄素）、维生素 B5（泛酸）、维生素 B6（吡哆醇）、维生素 H（生物素或维生素 B7）等是构成各种酶的活性基本成分。维生素 B1 是羧基酶的辅酶，维生素 B2 是脱氢酶的辅酶，培养基中缺少了维生素食用菌就会生长缓慢，严重时停止生长。

在野生食用菌的驯化工作中，经常遇到的一个问题是菌丝体在人

工培养基上不生长或生长缓慢，子实体不分化发育慢，其中一个重要原因就是人工培养基中缺乏某些野生食用菌生长所需要的维生素，或在对培养基进行高温灭菌时破坏了原来存在的维生素。

5. 生长因子

是促进子实体分化的微量营养物质，主要是核酸和核苷酸，其中的环腺苷酸（CAMP）具有生育激素的功能，当培养基中加入一定量的环腺苷酸可使美味牛肝菌在人工培养基上形成子实体。另外，萘乙酸（NAA）、赤霉素（GA）、吲哚乙酸（IAA）、吲哚丁酸（IBA）等生长激素也能促进食用菌子实体的生长发育，在栽培中也有应用，但仍处于实验研究阶段，应用时要控制好浓度，浓度过高会抑制生长。在食用菌生产中常用浓度为吲哚乙酸（IAA）10mg/L、萘乙酸（NAA）20mg/L、赤霉素（GA）10mg/L、三十烷醇 0.5~1.5mg/L，

生长素在许多物质（如土豆、麦芽、酵母、米糠等）里都含有，因此在使用这些培养料时不必添加。

二、食用菌的营养类型

食用菌属异养性生物，自身不能合成养料，而是通过菌丝细胞表面的渗透作用，从周围基质中吸收可溶性营养物质。不同种类的食用菌摄取营养的方式不同，一般可分为腐生性、共生性、寄生性三种类型。

（一）腐生类型 大部分食用菌属此类。他们营腐生生活方式，从正在分解或已经死亡的植物体以及无生活力的有机体上吸收养料，可分为木生型、土生型、粪草生型三个生态群。木生型食用菌主要生

长在枯立木、倒木、树桩及断枝上。土生型食用菌多生长在森林腐烂落叶层、牧场、草地、肥沃田野等特定生长场所。粪生型食用菌多生长在腐熟堆肥、厩肥以及腐烂草堆或有机废料上。目前，进行商业性栽培的菇类几乎都是腐生性菌类，但在实际生产中要根据它们的营养生理来选择合适的培养料。

兼性腐生的虫草菌



(二) 共生类型 这类食用菌不能独自在枯枝腐木上生长。它们需要的营养必需由活的松树等植物来供给，由于植物和这些食用菌在营养上彼此有益，因此称为共生菌。如菌根菌就是菌类与高等植物共生的代表，大多数森林蘑菇都是这种菌根菌。在食用菌中，不少种类能和高等植物、昆虫、原生动物或其他菌类形成相互依存的共生关系。

菇类菌丝能包围在树木根毛的外围形成伪柔膜组织，称为外生菌根，一部分菌丝可延伸到森林落叶层 50 厘米处，能帮助树木吸收土壤中的水分和养料，并能分泌激素、刺激植物根系生长；树木则能为

菌根菌提供光合作用所合成的碳水化合物。块菌科、牛肝菌科、口蘑科、红菇科、鹅膏菌科等的许多种类都是菌根菌。它们常和一定树种形成共生关系。法国在橡树林接种黑孢块菌、日本在赤松林接种松口蘑。在热带和亚热带有近百种蚂蚁能栽培蘑菇，这是昆虫与菌类共生的一种自然现象。我国的鸡枞菌就是与白蚁共生的食用菌。高等真菌之间也存在共生现象。

（三）寄生类型 这类食用菌是完全寄生在活着的寄主体内，从活着的寄主细胞中吸取养分。这种营寄生生活的种类非常稀少，大多数是兼性寄生类型，即兼备上述两种类型，它们既可以在枯枝、禾草上生长，又能寄生于活的植物体上。如蜜环菌，它既能像香菇那样在枯木上繁殖生长，又能侵入到天麻等植物的根内营寄生生活。多层孔菌和层孔菌，都是寄生性菌类；



兼性寄生的蜜环菌

第二节 食用菌生长发育对环境条件的要求

自然界任何生物都是在特定环境下生存的，不同种类食用菌由于原产地的差异，对生活环境的要求不尽一致，如金针菇喜寒，草菇习暑，口蘑盛产于草原，猴头菌则出现在枯枝上，鸡枞菌多扎根在蚁窝中，牛肝菌总是长在松根旁。就同一种食用菌在不同发育阶段，也需要不同的环境条件。影响食用菌生长发育的环境条件主要有水分、湿度、温度、通气、酸碱度（PH 值）、光照等。

一、水分及湿度

水不仅是食用菌细胞的重要成分，而且是菌丝吸收营养物质及代谢过程的基本溶剂。由于水比热大，导热性好，还能有效地调节食用菌生长环境的温、湿度。食用菌没有像植物根尖那样专门的吸收器官，是通过菌丝与所接触基质间的渗透压差吸收水分。吸水力的大小取决于培养料中水分多少、细胞膨压大小及菌体蒸发快慢等。细胞中水分稍有不足，整个代谢都会受到影响。所以，人工栽培食用菌的各个阶段，都应保持合适的水分条件。

（一）菌丝营养生长对水分要求

人工栽培的食用菌，其营养菌丝阶段所需的水分，主要来自培养基。为促进菌丝在基质中快速萌发、健壮生长，接种前控制好培养料中的含水量十分重要。含水量是指水分占湿料重的百分含量。

段木栽培香菇、木耳等，含水量以 35%–45%为宜，因为在此范围内木材中部分导管、木纤维及细胞间隙有一定的水分；部分间隙、导管水分较少，菌丝生长时即能吸收到水分，又具有一定的通气性，因

而易萌发定植。接种一年后的段木，随着年分的增加，菌丝量的增殖、孔隙度相应加大，含水量也应提高到 60% 左右，以利菌丝的生长和子实体大量形成。

用木屑、棉籽壳、稻草等进行袋料栽培，原料质地疏松，孔隙度大，适宜含水量在 58%–65%之间。例如双孢蘑菇接种时的含水量是 60%–65%，如果高于或低于这个标准，都会使产量降低。因为菌丝束的形成常由培养料的含水量来决定，若培养料的含水量为 40%–50%，菌丝生长慢，而且稀疏或不能形成菌丝束；若培养料的含水量超过 65%时，随着水分的增加通透性下降，菌丝束的形成则减少，若含水量超过 75% 时菌丝则停止生长。因此掌握好培养料的适宜含水量是发菌好坏的关键。

虽然配料时已按要求满足了各类食用菌的水分需要量，但是在发菌过程中由于菌丝的吸收和蒸发（特别是微孔发菌法），常会损失部分水分，严重时会影响菌丝生长和出菇。因此，当空气干燥时，应通过向地面喷水等方式，使空气相对湿度维持在 70%–75%左右。

（二）子实体发育对水分湿度的要求

食用菌子实体一般含水量可达菇体重量的 85%–93%。其水分绝大多数是从基质中获得，只有培养料水分含量充足，才能形成子实体。但也不能忽视空气湿度对子实体发育的影响，子实体原基形成后，代谢旺盛，组织脆嫩，能否正常发育，一定条件下取决于周围环境的相对湿度。因而控制好出菇期空气相对湿度特别重要。

食用菌对空气相对湿度的要求，随种类和发育阶段不同而有差异。

一般子实体形成时期要求的空气相对湿度比菌丝生长阶段要高些。如平菇，其菌丝体生长阶段要求空气相对湿度为70%–80%，子实体发育阶段的适宜空气相对湿度为85%–95%。如果空气相对湿度低于60%，平菇子实体就会停止生长，当空气相对湿度降至40%–45%时，子实体不再分化，已分化的幼菇也会干枯；但空气相对湿度超过96%时，由于菇房过湿，易引起二氧化碳积累、蒸腾速度降低、营养物质传导受阻、易招致病虫害滋生，导致食用菌生长发育不良而减产。

因此，在生产食用菌时，必须根据所栽食用菌品种的生物学特性，灵活采取通风换气、少喷水、勤喷水，干湿交替的措施来调节菇房空间的相对湿度，以利于子实体的生长发育。

二、温度

温度是影响食用菌生长发育和自然分布的最重要因素。只有具备某种食用菌菌丝生长的温度，又在一定时期具有食用菌子实体形成所需温度的地方，才能使该食用菌在此地生存下来。在人工栽培中，温度直接影响各个生长阶段的进程，决定生产周期的长短，也是食用菌产品质量和产量决定性因素之一。不同种类的食用菌或同一种食用菌的不同品系及不同的生长发育阶段，对温度的要求不尽相同。

（一）菌丝生长的温度效应

各类食用菌菌丝在营养体增殖期生长的快慢，除本身固有的特性之外，主要是受温度的制约。温度对菌丝生长的影响，一方面随着温度的升高，菌丝细胞代谢速度加快，促进菌丝的生长和增殖；另一方面，因细胞主要活性物质蛋白质、核酸等对高温敏感，温度过高其结

构及活性会受到破坏和影响，而使菌丝生长减慢。如：香菇菌丝体在 5℃时每天生长 6.4 毫米，在 25℃时生长可达到 85.5 毫米，在 30℃时生长 41.5 毫米。因此，菌丝生长有一定的温度范围和最适温度。一般最低温度为 0-5℃，最高温度为 35-39℃，最适温度为 20-30℃。

菌丝体对温度的需求特点：耐低温、喜适温、怕高温。对温度需求范围较宽，一般在 20℃~30℃之间，适宜温度一般在 25℃左右。

食用菌的菌丝在最低温度与最适温度之间生长速率随着温度的升高而加快，在最高温度与最适温度之间生长速率随着温度的升高而降低。这里指的最适温度是菌丝生长最快时的温度，但在生产中往往不是最合适的温度，因为菌丝生长最快时细胞呼吸旺盛，物质消耗过快而菌丝生长细弱。为了培育健壮菌丝体，常把发菌温度控制在略低于生理最适温度 2-5℃的范围内，即“协调最适温度”下培养，虽然菌丝生长速度略慢，但菌丝生长的健壮、浓密、旺盛。

食用菌的菌丝较耐低温，对高温敏感。一般在 0℃左右不会死亡。如口蘑菌丝体在自然界可耐 -13℃的低温，香菇菌丝在菇木内遇到 -20℃的低温仍不会死亡。但食用菌一般不耐高温，如香菇菌丝在 40℃下经 4 小时，42℃下 2 小时，45℃下 40 分钟就会死亡。其它食用菌的致死温度均在 45℃以内。然而草菇例外，它在 40℃温度下可以旺盛生长，但不耐低温，其菌丝在 5℃以下就会很快死亡。

（二）子实体发育阶段的温度效应

食用菌在菌丝生长、子实体分化及发育三个阶段中，对温度的要求各不相同。一般菌丝体生长阶段所需温度较高，子实体分化时期所

需温度较低，子实体发育所需温度介于二者之间。

按照食用菌子实体原基分化时对温度的要求可将食用菌分为三种类型：

1. 低温型 子实体分化最高温度在 24℃ 以下，最适温度为 20℃ 以下，如香菇、金针菇、双孢菇、平菇、猴头菌等，通常在秋末至春初产生子实体。

2. 中温型 子实体分化最高温度在 28℃ 以下，最适温度 22-24℃。如木耳、银耳、大肥菇等，多在春、秋季节产生子实体。

3. 高温型 子实体分化最高温度在 30℃ 以上，最适温度在 24℃ 以上。如草菇、长根菇等，此类食用菌大多在盛夏发生。

根据子实体分化阶段对变温刺激的反应，又可将食用菌分为两大类：

1. 变温型 变温处理对子实体分化有促进作用。如香菇、侧耳等，菌丝从生理上发育成熟后，单受降温刺激不能形成菇蕾，必须有一定的温差刺激，温差幅度越大出菇越快，越多，将这些菌类称之为变温结实类。

当诱导菇蕾形成之后，子实体发育和温差大小关系不大，但生长快慢与温度高低有关。温度偏高，生长周期缩短、生长快、菌盖薄、开伞早、干物质少、品质差；相反温度偏低、生长缓慢、肉质紧密、菌盖肥厚、质量好，但周期长。

2. 恒温型 变温对子实体分化无促进作用，如木耳、双孢蘑菇、草菇、猴头、灵芝、大肥菇等。双孢蘑菇子实体发育最佳温度为 16℃

左右。温度突然上升或下降都容易导致蘑菇早开伞。这些菌称之为恒温结实类。

实际生产中由于品种、菌株不同、对温度的要求差异很大。如香菇就有高温、中温、低温菌株之分。高温品系的子实体发育温度为15-20℃；而低温品系子实体发育温度为5-10℃。另外平菇根据子实体发育对温度的不同要求，也分为高温型、中温型和低温型三个品系。

食用菌生产时必须充分了解所栽品种的温度类型，根据品种对温度的要求确定合适的栽培时期。例如平菇生产多在春、秋两季进行，冬季由于气温逐渐下降应选中低温型品种，如糙皮侧耳系列，珞珈一号、江都792，新农6号、杂17等。春季栽培由于气温逐渐上升，应选中高温型品种，如凤尾菇、侧5、佛罗里达侧耳等。这样既能满足菌丝生长对温度的要求，又延长了产菇期，同时也节省开支。

对温度的需求规律。由高到低：孢子萌发>菌丝体生长>子实体分化和生长（子实体分化需求温度最低）。

三、氧气和二氧化碳

食用菌为好氧性异养生物。通过释放胞内或胞外酶对有机物进行生物氧化获得代谢所需要的能量和物质。

呼吸作用是食用菌维持正常生命活动不可缺少的生理过程。不同发育阶段需氧量大小不同。一般生殖生长阶段需氧大于营养生长(菌丝生长)阶段。

(一) 菌丝营养生长阶段对通气的要求

不同菌类在菌丝营养生长阶段需氧量存在着差异。将菌种接种在

有较长斜面试管中，一部分试管用石蜡封口，另一部分用棉塞封口作对照。置同一温度（20-21℃）下培养，比较两者菌丝生长情况。从12种食用菌试验来看，实验表明，氧的正常供应对菌丝生长是必须条件，在通气不良情况下，不同菌类的菌丝生长受到影响也不同。如香菇、金针菇，在较低的氧分下能或多或少生长，但大多数受到严重抑制。栽培实践中当通气不良时，多表现菌体生活力下降，生长缓慢，菌丝体稀疏灰白等。

菌丝生长阶段不仅需要氧气供应充足，同时对高浓度的二氧化碳反应敏感。据测定双孢蘑菇菌丝体在10%的二氧化碳浓度下，其生长量只有正常通气下的40%，二氧化碳浓度越高，产量越低。平菇等食用菌虽能忍耐一定的二氧化碳，但浓度较高时就抑制菌丝的生长。平菇袋料栽培，采用塑料袋微孔通气发菌技术使发育时间缩短40%，成功率达95%以上，杂菌发生率明显下降。在香菇、银耳等袋料栽培过程中，采取增氧发菌措施，也有促进菌丝生长的效果。

（二）生殖生长阶段对通气的要求

食用菌由菌丝营养生长阶段转入生殖生长阶段，即子实体分化初期，低浓度的二氧化碳（0.034%-0.1%时）对子实体的形成是必要的，但一旦子实体原基分化形成，由于呼吸旺盛，对氧气的需求也急剧增加，这时0.1%以上的二氧化碳浓度对子实体就有毒害作用。据调查，在人防工事中栽培平菇，如洞中二氧化碳浓度在1000毫克/升以下时子实体尚可正常形成；当空气中二氧化碳浓度超过1300毫克/升时，就会发生畸形菇。实验还发现凤尾菇比平菇能忍受更高的二氧化碳浓

度，说明不同种类所忍受的二氧化碳浓度也是不同的。

良好的通风换气能补充菇房内新鲜空气，排除过多的二氧化碳和其它代谢废气。此外，适当通风还可调节空气的相对湿度，减少病菌滋生。可见，栽培食用菌过程中，菇房内经常进行通风换气，是获得高产优质子实体的一项关键措施。

胶质菌(银耳、木耳)进行室内栽培通风不良时，耳片不易展开，即使展开，耳蒂也过大，干品泡松率低。香菇野外人工段木栽培时畸形率为1%-2%；而在室内进行代料栽培时，往往第一潮菇的畸形率高达50%-70%，这和栽培室的二氧化碳的浓度高低有关。

灵芝子实体形成对二氧化碳更为敏感，二氧化碳在0.1%浓度时不形成菌盖，菌柄分化呈鹿角状；二氧化碳浓度增到10%时子实体形态极不正常，甚至连皮壳也不发育。又如双孢蘑菇，当菇房中的二氧化碳浓度大于1%时会出现菌柄长、开伞早、品质下降等现象；二氧化碳浓度超过6%时，菌盖发育受阻，菇体畸形呈鼓锤状，商品价值受到很大影响。人工栽培金针菇时与上述情况则不同，在菇蕾形成之后，提高二氧化碳浓度到1%，子实体产量和品质良好，但二氧化碳浓度高于5%时，又抑制子实体的形成。因为一定浓度的二氧化碳能抑制金针菇的菌盖开伞，促进菌柄伸长。人们在食用菌生产中利用金针菇这一特性促使子实体不易开伞，使菇柄生长达到一定长度以提高商品价值。

四、酸碱度 (PH 值)

食用菌所处环境的酸碱度，直接影响菌丝细胞内酶的活性、细胞

膜透性以及金属离子的吸收能力。食用菌的新陈代谢是在一系列酶的作用下进行的，酶是具有催化效应的蛋白质，每一种酶的作用都有相应的 PH 值，过高过低都将使酶的活力降低，从而使新陈代谢减慢甚至停止。PH 值的变化，还可改变细胞膜的透性，影响细胞对某些物质的吸收，PH 值过低时妨碍细胞对阳离子的吸收，一些金属离子如镁、钴、锌等会形成不溶性盐类，难于吸收；PH 值过高还会影响菌体代谢过程中物质的内外传递和正常呼吸。

不同种类的食用菌菌丝生长有其最适、最低和最高 PH 值。一般木腐菌类和共生菌类及寄生菌类大都喜欢在偏酸的环境中生长；粪草类食用菌喜欢在偏碱性的基质中生长。

总体来说，适宜菌丝生长的 PH 值大于 7.0 时生长受阻，大于 9.0 时生长停止。据测定，猴头菌菌丝最适 PH 值为 3.0-4.0、木耳 PH 值为 5.0-5.4、银耳 PH 值为 5.0-6.0、大肥菇 PH 值为 6.0-6.4。其中猴头菌是最耐酸的食用菌，它的菌丝在 PH 值 2.4 时仍能生长。草菇是一种耐碱的食用菌，其孢子萌发与菌丝体生长的最适 PH 值为 7.5 左右，在 PH 值 8.0 的草堆中，其子实体仍能发育良好。

人工栽培食用菌应该把培养基的 PH 值控制在合适范围内，否则将会影响菌丝的新陈代谢。配料时，培养料内的 PH 值应比最适 PH 值偏高些，因为培养基的 PH 值在灭菌和堆置的过程中会有所下降；另外菌丝体在新陈代谢中也会产生有机酸（如醋酸，琥珀酸、草酸等），使基质中 PH 值下降。生产上为了使菌丝生长稳定在最适 PH 值范围内，常在培养基中加 0.2% 的磷酸氢二钾和磷酸二氢钾等缓冲物质以调节

酸碱度。如果所培养的菌类产酸过多，也可在培养基内加少许碳酸钙、石灰等，以中和或缓冲培养基酸度的变化。

五、光照

（一）光照与菌丝营养生长

食用菌不含光合色素，营养菌丝生长时期不需要光线，甚至光线对营养菌丝生长是一种抑制因素。

（二）光照与子实体发育

除了在无光条件下能完成整个生活史的菌类（茯苓、大肥菇）以外，一般地说，食用菌在子实体分化和发育阶段都需要一定的散射光。如香菇、草菇等在完全黑暗下不形成子实体；侧耳、灵芝等在无光条件下虽能形成子实体，但菇体畸形，只生长菌柄，不长菌盖，不产孢子。而金针菇在暗光条件下却能形成柄长、盖小、色白的“优质菇”。

光照对子实体的形成也有影响，其作用机理目前还不清楚。研究发现：光照主要是诱导菌盖发育，促进菌盖形成。若在黑暗条件下菌柄徒长则不形成菌盖。

光照对子实体的形态、品质和色泽等也有很大影响。不同的光强度和光质可显著地改变菌柄的长度和菌盖形状。光照不足时草菇呈灰白色；黑木耳的色泽也会变淡，耳片薄而软，黑木耳只有在光强为250-1000勒克斯时，才会出现正常的红褐色，耳片厚，质嫩而具弹性的子实体。研究表明，许多木腐菌类如灵芝、金针菇、侧耳等其子实体均有向光性，尤其在子实体分化初期反应特别灵敏，而地上生长的伞菌如蘑菇的子实体，在所有发育阶段均表现为无向光性。猴头

菌虽无向光性，但其菌刺有向地性。

研究光照对食用菌发育的影响，在生产上具有指导意义。子实体发育需要光照的食用菌不可栽置在完全黑暗的菇房内，必须有一定的光照。据调查，在防空洞栽平菇，菇床表面光照强度必须达到 4-10 勒克斯，子实体才能正常发育。由此可见，适度的散射光是促使食用菌优质、丰产的重要条件。

上述五个因素是影响食用菌生长发育的主要环境条件。环境是一个综合体，各个因子是互相联系、互相影响、互相制约的。一个条件发生变化，会导致其它环境条件也发生变化。生产中采取某些管理措施，改善环境条件时必须要有整体观念，不能顾此失彼。

复习题

一、名词概念

1. 木腐菌
2. 草腐菌
3. 恒温结实
4. 变温结实
5. 发菌期

二、选择题

1. 栽培草菇培养料适宜的 PH 值是 ()
A 3~5 B 5~6 C 6~7 D 8~9
2. 食用菌培养料中添加麸皮主要是提供 ()

- A 碳源 B 氮源 C 磷 D 钙
3. 双孢蘑菇栽培时 CO₂ 浓度偏高，出现（ ）。
- A 菌柄细长 B 子实体成簇生长 C 菌柄粗壮 D 子实体生长过快
4. 属高温型的食用菌有（ ）。
- A 大肥菇 B 白木耳 C 草菇 D 灵芝
5. 属中温型的食用菌有（ ）。
- A 灵芝 B 黑木耳 C 白木耳 D 大肥菇
6. 子实体可在完全黑暗环境下生长发育的食用菌有（ ）。
- A 金针菇 B 猴头 C 蘑菇 D 黑木耳
7. 下列属于粪草生食用菌有（ ）。
- A 银耳 B 木耳 C 蘑菇 D 草菇
8. 培养料中加石膏、CaCO₃ 等的作用主要有（ ）。
- A 提供 Ca⁺⁺ B 中和有机酸 C 补充碳源 D 提供能源
9. 培养料中麸皮、米糠的主要作用有（ ）。
- A 补充维生素 B 提供碳源 C 提供氮源 D 提供矿质元素
10. 金针菇栽培中产生针尖菇的原因主要是（ ）。
- A 营养不良 B 温度偏低 C C/N 失调 D CO₂ 浓度过高
11. 珊瑚丛型猴头产生的原因主要有（ ）。
- A 营养不良 B 温度偏低 C C/N 失调 D CO₂ 浓度过高
12. 鹿角状灵芝产生的原因主要是（ ）。
- A 营养不良 B 温度偏低 C C/N 失调 D CO₂ 浓度过高

13. 栽培食用菌的培养料中米糠（或麸皮）的用量一般控制在（ ）左右。

A 10%~20% B 5%~10% C 30%~40% D 40%~50%

14. 菌种不宜放入 4℃冰箱内保藏的食用菌（ ）。

A 香菇 B 金针菇 C 草菇 D 蘑菇

15. 生长最适 pH 约为 5~6 的食用菌有（ ）。

A 草菇 B 香菇 C 平菇 D 蘑菇

16. 香菇段木栽培时段木含水量应控制在（ ）左右。

A 20~25% B 80~90% C 40~50% D 70~75%

17. 香菇培养料适宜含水量是（ ）

A 70% B 65% C 55% D 60%

三、填空题

1. 按食用菌的生活方式不同，可将其分为_____、_____、_____三种类型，大部分食用菌属于_____。

2. 食用菌依其适宜温度不同，可分为_____、_____、_____。

3. 食用菌的营养物质种类繁多，根据其作用和性质可能分为_____、_____、_____、_____。

4. 食用菌菌丝体，生长阶段和子实体生长阶段对环境条件要求呈现出一定规律性，对温度要求一般是前 _____ 后 _____，对湿度、光线、氧气要求一般是前 _____ 后 _____。

5. 食用菌栽培管理主要调节 _____、_____、_____、_____。

6. 适宜的_____、_____、_____、_____、_____等环境条件是食用菌旺盛生长的保证。

四、判断题

1. 草菇是高温型的食用菌。（ ）
2. 花菇是香菇中的珍品和极品，与栽培管理有很大关系。（ ）
3. 食用菌的生活方式，主要是腐生和共生。（ ）
4. 多数食用菌在分化期都需要一定量的散射光。（ ）
5. 所有食用菌在分化期都需要一定的温差刺激。（ ）
6. 食用菌在子实体生长期所需的温度较菌丝体低。（ ）
7. 食用菌在子实体生长期所需的光照较菌丝体强。（ ）
8. 栽培使用的木屑最好是阔叶树的。（ ）
9. 配料时添加石膏粉，主要为食用菌生长提供磷素养料。（ ）
10. 空气湿度大，利于花菇生长。（ ）
11. 一般来说，食用菌是属于耐高温，怕低温的生物。（ ）
12. 食用菌菌丝体阶段和子实体阶段适宜温度相同。（ ）
13. 食用菌菌丝体生长阶段在黑暗或弱光下均可生长良好，而子实体形成阶段必需有散射光的刺激。（ ）
14. 鸡腿菇菌丝体具有不覆土不出菇的特点。（ ）
15. 散射光是所有食用菌所必须的生活条件。（ ）
16. 草菇试管母种的保藏温度是 4℃ 。（ ）
17. 双孢菇菌丝体生长阶段和子实体生长阶段均不需要光。（ ）
18. 灵芝是高温和恒温结实食用菌。（ ）

五、问答题

1. 食用菌的生长条件有哪些？
2. 导致子实体畸形的主要因素有哪些？
3. 食用菌需要的主要营养物质
4. 影响食用菌生长发育的主要环境因素

第六章 平菇的栽培技术



2016 级平菇栽培实验

第一节 概述

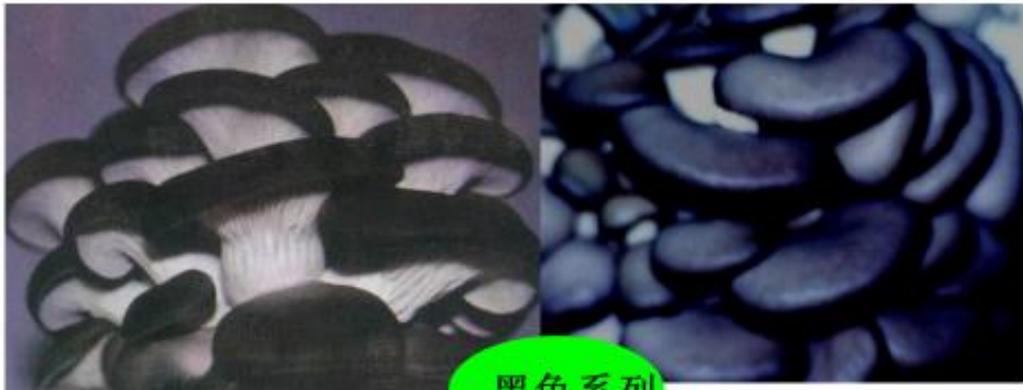
平菇又叫侧耳，也称蚝菇，被广泛栽培的有 10 多个种。最常见的有糙皮侧耳（即通常所谓 平菇）、榆黄菇、凤尾菇、佛罗里达侧耳等。平菇是世界上栽培量最大的食用菌之一，也是我国发展速度较快、种植面积较广、经济效益较高的食用菌种类。目前，除我国外，种植面积较大的国家有韩国、日本、泰国、印度、新加坡、意大利、匈牙利、德国等国家。美国、加拿大、法国、波兰、澳大利亚等国家也开始重视平菇的生产，平菇已成为世界性的适用菌。平菇肉质肥厚、风味独特、营养丰富，味道鲜美宜口。分析结果表明，平菇含有的蛋

白质丰富，且含有人体必须的多种氨基酸和矿质元素，经常食用可以增强人体的免疫力，降低体内的胆固醇、降低血压并防治肝炎，有健身强体的功能。

由于平菇长势强，抗逆能力强，平菇的适应性很广，可以采用熟料、发酵料、半熟料栽培，也有人采用生料栽培。它的原料来源十分广泛，木屑、作物秸秆，以及蔗糖渣、甜菜渣、木糖 肥料等工业生产下的脚料都可以用来栽培平菇。平菇栽培方式多种多样，可以是袋栽、畦栽，也可以是地栽。平菇栽培相对容易、出菇快、生产周期短、产量高，因此，初学者可以以栽培平菇为起点，逐步掌握其它菇种的栽培技术。

按颜色划分



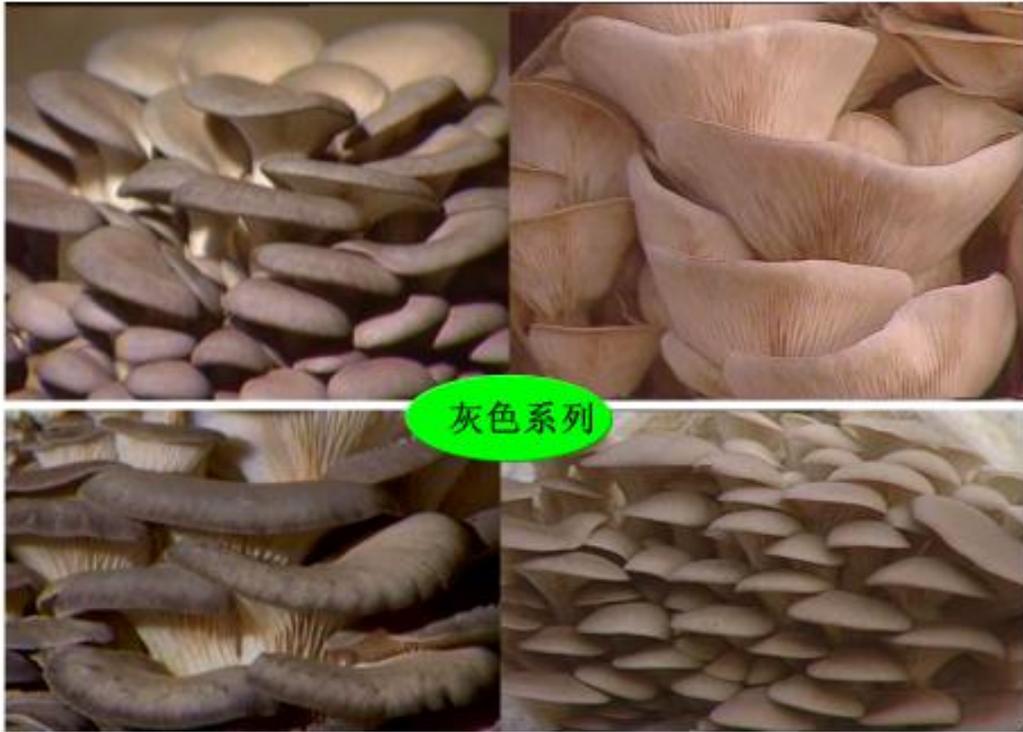


黑色系列



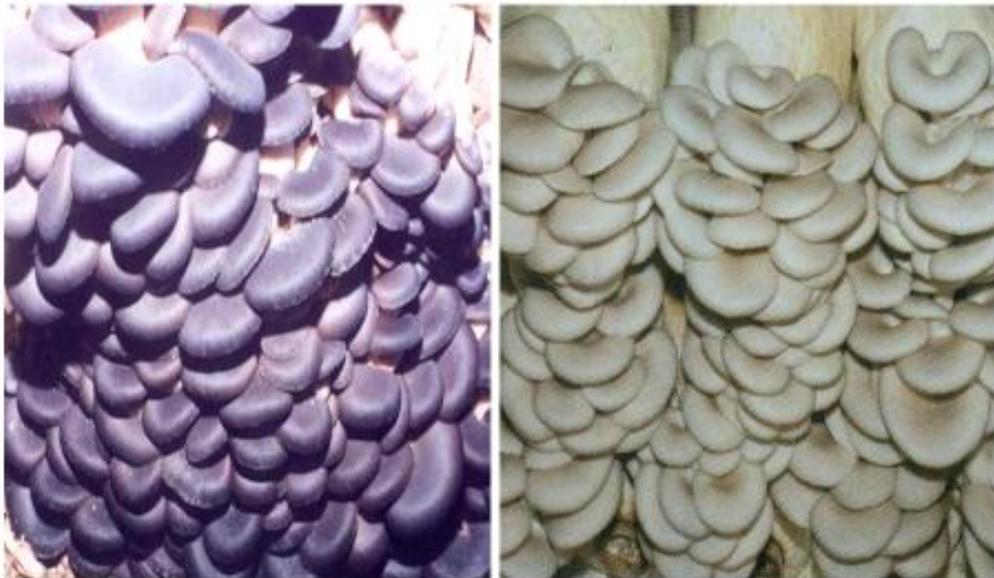
白色系列





按温度划分

低温型



糙皮侧耳



佛罗里达



姬菇

中温型



凤尾菇

高温型



红平菇



榆黄蘑



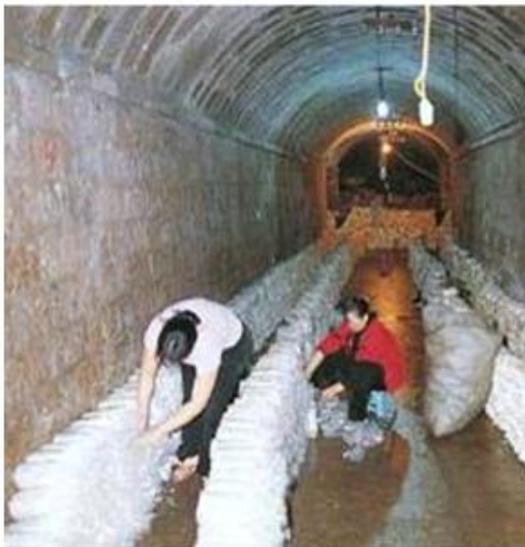
鲍鱼菇

栽培场所

地上式栽培



地下式栽培



第二节 平菇对营养和生理条件的要求

一、 营养

平菇的生活力很强,可以从各种天然材料中获得生长发育所需要的碳素营养、氮素营养及维生素物质。各种农林副产品,如木屑、棉籽壳、玉米芯、蔗渣、甜菜废丝、麦 麸、米糠、豆饼粉、稻草等等都可以作为栽培平菇的原料,再加些过磷酸钙、石膏等平菇生长更好,这些原料变化很大,应根据具体情况进行合理搭配。

二、 温度

平菇的不同发育时期对温度要求不同。孢子萌发的最适温度为 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$; 菌丝在 $3 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 之间均可生长,在 $25 \sim 27^{\circ}\text{C}$ 间生长最快。子实体形成需要较低温度,以 $10 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 为最适宜,也因平菇的品种不同略有差异。平菇属于变温结实性菇类,菌丝成熟后,人工变温能刺激子实体的分化和形成。在平菇的生长温度范围内,使昼夜温差为 10°C 左右,可促进子实体的形成。

三、 湿度

水是平菇生长的重要条件。菌丝生长要求培养料含水量为 $60 \sim 65\%$ 。含水量 过高、过低都不利菌丝生长。子实体发育要求较高湿度,以空气相对湿度 $85 \sim 90\%$ 为合适。低于 80% ,子实体发育缓慢;高于 95% ,子实体易腐烂,容易污染杂菌。

四、 空气

平菇是好气性真菌,需要吸收氧、排除二氧化碳。但菌丝生长对

氧的需要量不 太高，发菌前期，混在培养料中的氧就够了，后期养菌室需要通风换气。子实体发育要求通气良好。如果二氧化碳过多，抑制子实体的形成和发育，甚至形成畸形菇。所以当平菇子实体形成时，菇房要通风换气，保持空气新鲜。但风也不能直接吹在菇体上，否则也会影响子实体发 育。

五、 光照

平菇菌丝在黑暗条件下能正常生长。子实体形成需要一定散射光，因此，在平 菇形成子实体时，菇房内要能射进一定散射光，利于菇体发育。光线过暗能形成畸形菇。直射光照射能抑制子实体形成或使表成的子实体干裂。

六、 酸碱度（PH值）

平菇在 PH值 3 ~9 之间均能生长，但喜欢偏酸的环境，生长的最适 PH值为 5.5-6.0 如果培养料过酸可用石灰水调节。

七、 促进原基分化的技术措施

平菇在温型合适的情况下，菌丝长满培养料后即出现原基分化，产生子实体。但出过一潮菇后，第二潮菇，第三潮菇的原基形成的比较慢，可采取以下措施，促进原基分化，缩短生产周期。

（1）生态刺激法

温差刺激：平菇为变温结实菇类，可利用昼夜温度的变化，结合人工管理措施，使环境的温度变化在 10℃以上，有利于原基的发生。

干湿刺激：在菇床喷重水或培养料内灌水，提高了培养料的含水量和环境湿度后，采用加 大通风量和延长通风时间的方法，造成培

养料面干湿交替的生长环境，以加快菌丝的扭结分化。

光线刺激：根据平菇原基发生具有光效应的特点，给予一定的光线刺激，可促进子实体分化。

（2）机械刺激法

搔菌：当气生菌丝生长旺盛，培养料表面形成一层厚菌皮，影响原基分化。此外，采收第一、二潮菇后，由于停水养菌，培养料表面板结，透水透气能力下降，加快了菌丝衰老，也会影响原基分化。因此要根据不同情况，采取不同搔菌措施。料面板结，菌皮过厚，失水过多，严重时料面出现干裂，可将料表面薄薄铲去一层菌皮，或将老化菌丝切去一层；对于菌皮较厚，但菌丝尚未老化的，可用小刀等尖利工具在料表面划出纵横交错的小沟来搔菌；室外畦床栽培的，可用扫帚在料面来回扫动，将老菌皮划破。不论采取何种搔菌方法，都应该将刮下的老菌丝清除干净，同时提高环境湿度，待菌丝恢复生长后，再进行喷水。搔菌后被切断的菌丝形成愈伤组织，加快养分积累与扭结，一般在搔菌 7 天后，即能形成大量原基。

惊菌：这是一种古老的机械刺激方法。用木板敲击培养料表面，也可以挤压菌袋，使培养料表面出现细微裂痕，给营养菌丝以一定刺激，称之为惊菌。惊菌之后，在培养料表面喷施重水，加膜覆盖，一般经过 7 天左右时间，即可出现大量菌蕾。

接触（阻碍）刺激法：对于畦床栽培，当菌丝长满后，将消过毒的小木片、薄木板、竹片或玻璃碎片插入培养料并留在培养料以下 2 厘米处，可促进子实体的形成，提前出菇。镇压刺激：对于畦床栽

培，菌丝长满后，在床面放小石块、砖块等重物镇压，对菌丝施加重力刺激，会在镇压物周围出现更多的原基。

打洞填土：对于畦床栽培，用直径为 4 厘米的木棒成品字型在床面打洞，洞穴距 20 厘米，深至料底。打洞时，木棒在料内稍摇动几下，使边缘培养料出现裂缝，然后在洞内放入经过曝晒的土粒，土粒要高出床面 1 厘米，并结合喷水管理，土洞周围会出现大量实体原基。碎块灌水：平菇畦床栽培经过 1-2 潮菇后，用竹片将培养料撬动，使其表面出现裂缝，然后用大水浇灌，灌后覆膜保湿，在缝隙及附近块面上会出现大量菌蕾。

（3）化学刺激法

施用三十烷醇、2, 4-D 或赤霉素等，可促进菌丝生长，加速菌蕾形成。另外，喷施磷酸盐、硫酸盐、维生素和有机酸（如苹果酸、柠檬酸等）可促进菌蕾形成。

第三节 平菇的栽培技术

平菇的栽培模式很多，推广面积较大的有熟料大袋墙式栽培和发酵料大袋墙式栽培两种，下面分别加以介绍。

一、熟料大袋墙式栽培

工艺流程图：选择合适的培养料配方 → 拌料、装袋 → 灭菌、接种、养菌 → 出菇管理 → 采收。

（一）培养料配方

代料栽培平菇的原料很多，主要的有杂木屑、玉米芯等，各地可因地制宜选用。常用配方有：

配方一（%）：杂木屑 78，麸皮（或米糠）20，糖 1，石膏 0.5，石灰 0.5。

配方二（%）：杂木屑 78，玉米粉 15，黄豆粉 5，糖 1，石膏 0.5，石灰 0.5。

配方三（%）：玉米芯 80，麸皮 18，糖 1，石膏粉 1。

配方四（%）：玉米芯 60，木屑 20，麸皮 18，糖 1，石膏粉 1。

配方五（%）：棉籽壳 100，石灰 2。

配方六（%）：棉籽壳 100，石膏 2，过磷酸钙 2，石灰 2

配方七（%）：棉籽壳 100，米糠 10，石灰 1，石膏 2，过磷酸钙 2

以上配方中可加入 0.1-0.2%的多菌灵抑制杂菌。

（二）拌料、装袋

不管选择何种原料，要求培养料必须新鲜、干燥、无霉变。杂木

屑使用前必须过筛，玉米芯要粉碎成蚕豆大小的颗粒。溶于水的料要先分批用适量水溶解，其他不溶于水的预先和主料进行干拌，拌料时必须注意使培养料的总含水量维持在 65%左右（用力攥时指缝间有水线），做到吸湿均匀。料拌好后，要迅速分装。用 23cm×55cm 的聚丙烯塑料筒装料，边装边压实，装料后形成直径约为 15cm 高为 35cm 的料柱，袋的两端可用颈圈加棉塞封口，也可用书钉形铁丝垂直插入料内固定端口塑料以封口，每袋约装干料 3 斤左右。

（三）灭菌、接种、养菌

采用常压灭菌，灭菌开始时要猛火在 4 个小时内将使灭菌仓内温度达 100℃，再保持 8-12 小时，闷一晚后至第二天起锅。

料袋起锅后要及时放入已消毒好的无菌室，待料温下降至 28℃ 以下时在无菌操作条件下以足量蒸汽封口，向袋两头接入菌种。一般每袋栽培（三级）种可接 15 大袋，接种后的菌袋最好放入干燥、清洁、黑暗的房间培养，培养室地面撒石灰可防止杂菌污染。菌种刚接入培养料时，菌丝生长很慢，先是菌种自身恢复生长能力，然后开始吃料。菌种开始吃料了称为菌种的定植。这一阶段是菌种适应新环境的阶段。经过生长迟缓期以后，菌丝适应了所处的营养环境条件，便开始快速生长。在菌丝生长阶段，应控制温度在 20—28℃ 范围内，并注意控制空气湿度在 70% 以下，每天通风换气 1—2 次。另外，每隔 7—10 天应翻堆检查一次发现问题及时处理。经过 35 天左右，菌丝即可长满料袋。

（四）出菇管理

出菇场地要求洁净，通风良好，有保温设施，取水排水方便。使用前应进行消毒杀虫处理，并在通风口安装纱窗，入口地面撒石灰。

将菌袋打开，用锋利刀片在塑料筒表面三分之二处环割，揭去三分之二部分，留下三分之一部分。用菌袋砌成两堵墙（菌袋脱去塑料筒端相对、向内），有塑料筒端向外，两墙的间隙应下宽上窄，两墙间隙及菌筒间隙用菜园土（用 1%石灰及杀虫剂处理过）充填，墙高约 10 层菌袋，顶部用泥砌成水渠状，以便从此处向墙内注水。也可以按以下配方配制营养土：菜园土或塘泥 500kg、石灰 5-10kg、KH₂PO₄ 2.5kg、草木灰 5-10kg，调整好水分备用。

菌墙砌好后，进行人工催蕾，此时最适温度为 15-17℃，人为拉大出菇场内的温差（高温不超过 22℃，温差 10℃左右），向菌墙内注水，并向地面喷水，环境湿度在 90%，但不直接向菌袋上喷水，同时给予一定光照，刺激促进菌蕾产生。也可以不解开袋口，菌丝成熟时，尽量造成 10-12℃的温差，促进原基分化，当菌袋两端形成密集的菌蕾时，再解开袋口进行出菇管理。

出菇前期，保持空气相对湿度在 90-95%，光照 1000-1500lx，加强通风，通风量由小到大。当菌盖变大、菌盖与菌柄区别明显时，菇体需水量增加，每天可喷水 3-4 次。喷水应根据天气变化灵活掌握：阴雨天少喷或不喷；晴天多喷勤喷；高温天中午不喷早晚喷；冬天中午喷温水，结合向菌墙中注水，空气相对湿度保持在 95-98%。同时加强通风和光照，使珊瑚期转入成形期，提高成菇率。成形期以前不可向子实体上直接喷水，否则会造成畸形或烂菇。此时管理的关

键 在于解决保湿和通风的矛盾，可采取地面灌水，通风后立刻喷水的方法，使子实体尽量从空气中吸收水分，减少培养料中水分的散失。当空气相对湿度低于 90%时，培养料中的水分大量散失，不仅会影响到第一潮菇的产量，还会影响第二潮菇的发生。但空气相对湿度长期处于饱和状态，会引菇死亡。一般菇体在 5-26℃下可以生长，最适温度为 18℃左右。



原基期：白色瘤状物



桑葚期：粒状物



珊瑚期：长短不齐的杆状物



成型期：短杆顶端分化出小扁球



幼菇期：菌盖小、菇体硬实、颜色深



成熟期:菌盖边沿较薄、色较浅、较软

(五) 采收

当菇体八分熟时(即菌盖已展开但边缘稍向内卷且未释放孢子),即可采收。如果采收过迟,不仅影响第一潮菇产量和品质,第二潮菇转潮慢,产量低,品质差。采收时用刀从基部将菇体割下,去除残留的根部和死菇,表面形成的菌膜也应及时除去,因为衰老的菌膜会使表面板结,影响料深处的呼吸。由于料表面板结,水分不能蒸腾,以水为载体的运输作用也会受到影响。因此,对于衰老的菌皮要全部刮去,对于菌丝较嫩洁白,而且菌皮较薄的菌袋,可用小刀等利器将菌皮纵横刮破,改善基内菌丝呼吸效果,重新将菌袋口叠好,停止喷水3天,使菌丝恢复,准备出第二潮菇。

采收次日,可向裸露的菌袋喷施1%的复合肥,每隔数小时喷施一次。袋上述肥液渗入袋中后,再按下述配方喷施营养液:VB92g, VB11g, MgSO450g, ZnSO420g, H3BO330g, H2O50kg,

喷料 500 kg。隔 1 天后再喷施 PH13-14 的石灰水，调整料面酸碱度，防止杂菌污染，然后将袋口拉直。当菌盖直径长至 5 厘米以上时，再按下列配方喷施营养液：VB91g, VB11g, KH₂PO₄480g, MgSO₄450g, ZnSO₄20g, H₂O50kg，每天喷 2 次，延续喷 2-3 天。肥液不可喷到菌褶上，以免造成死菇。

二、覆土栽培

配制营养土（%）：沙壤土，石灰、磷肥各 2%，尿素 0.5%。

处理：喷 0.5%DDV，3%~5%甲醛，覆膜堆闷约 2 天。

（一）畦式覆土

1. 做畦：畦宽 1m、深 0.3m，灌足底水，喷杀虫及杀菌药
2. 埋菌棒：出完 1~2 茬菇后，脱去菌袋，排菌块(间距 3cm)，间隙用配制营养土填充，表层覆土 1cm 厚，首次浇透水，以后常洒水，保持表层土湿润，给予温差刺激，7~10 天即可遍畦出菇。



埋菌棒



覆土



出菇

(二) 牆式覆土 (菌袋半脫)

制作菌墙：菌袋脱去半，使菌袋的裸露端相对，间距约 30cm，间隙用配制营养土填充，一层菌袋、一层湿润营养土，墙顶土厚 8~10cm，中间修蓄水沟，墙顶及菌墙两侧用泥巴抹光。



三、阳畦生料栽培

特点：成本低、产量高，但受自然条件影响大

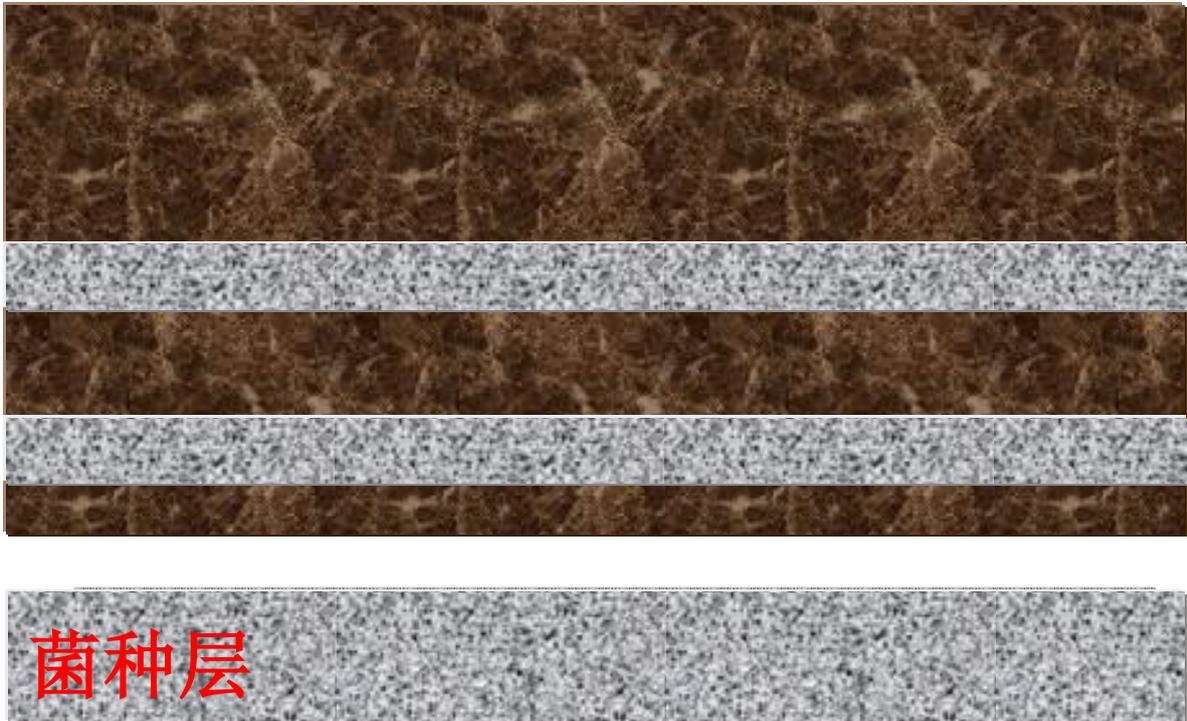
（一）做畦播种：

畦宽 150cm,畦深 30cm ,中间留 15cm 土埂便于管理，灌足底水，喷洒杀虫药，撒一层生石灰。

（二）播种方法

1. 层播法：一层培养料，一层菌种，播 3~4 层，每层压实，总厚度 9~15cm。最上层菌种占用种量的 50%，中下层各占用种量的

25%，最上层菌种表面覆盖消毒报纸，报纸上方覆盖薄膜(大于畦面)，然后盖上草帘。



②穴播→挖穴放种

层播法

2. 穴播：挖穴放入菌种，穴距8~10cm，深3~4cm，多余菌种撒播培养料表面。菌种表面覆盖消毒报纸，报纸上方覆盖薄膜，然后盖上草帘。



穴播法

(三) 管理

发菌期保持料温 24~26℃，勿高于 30℃，7~10 天后抖动薄膜，增加透气，勿揭去薄膜，勿洒水，

复习题

一、名词解释

1. 覆土栽培
2. 反季节栽培
3. 生料栽培
4. 发菌期

二、选择题

1. 盐渍保存食用菌主要利用的原理是（ ）
A 增加食用菌的水分 B 增加渗透压
C 提高水的流动性 D 改善食用菌的品质
2. 平菇组织分离时应选去的组织部位是（ ）

A 菌盖与菌柄交界处 B 菌盖 C 菌褶 D 菌柄基部

3. 下列食用菌栽培时必须覆土的是 ()

A 香菇 B 双孢蘑菇 C 金针菇 D 猴头菌

4. 蘑菇栽培管理特点是需要 ()。

A 光照 B 覆土 C 低温 D 高湿

三、判断题

1. 鸡腿菇菌丝体具有不覆土不出菇的特点。 ()

2. 我国平菇年总产量居所有食用菌之首位。 ()

3. 平菇属于恒温结实食用菌。 ()

4. 平菇菌丝发育成熟后，人工变温刺激才能促使子实体分化和形成。
()

四、填空题

1. 平菇按照其对温度的要求可分为_____、_____、_____、_____。

2. 平菇覆土栽培有_____和_____。

3. 平菇生料畦栽培菌种播种方式可采用_____或_____。

4. 平菇生产上促进子实体分化和形成最常用的方法是_____。

五、问答题:

1. 生料栽培平菇在气温较高季节如何进行发菌管理？以防出现杂菌污染？

2. 简述食用菌产品的保鲜方法。

3. 平菇栽培中覆土的作用是什么？

4. 试述食用菌熟料栽培的主要步骤？

第七章 其它常见食用菌栽培

第一节 香菇

香菇栽培源于中国，至今已有 800 年以上的历史。香菇，又名花菇，素有“山珍之王”之称，是高蛋白、低脂肪的营养保健食品。香菇是世界第二大食用菌，也是我国特产之一，我国是香菇生产第一大国，产量居世界第一位。香菇富含维生素 B 群、维生素 D 原（经日晒后转成维生素 D）、铁、钾等。

一、香菇形态特征

（一）菌丝体

担孢子萌发时不产生典型的芽管，而是先膨大，然后沿长轴方向生长，担孢子在培养基上培养形成单核菌丝。

单核菌丝：不具产生子实体的能力。条件适宜时，单核菌丝的顶端细胞反复分裂，向前伸长。细胞分裂时，细胞核首先分裂。

双核菌丝：两条可亲和的单核菌丝进行质配形成双核菌丝。白色、细短绒毛状，气生菌丝少，略有爬壁现象，老熟菌丝分泌褐色素，形成有韧性菌皮，生长较慢。香菇的双核菌丝具有锁状联合。

当双核菌丝达到生理成熟，外界条件适宜时，双核菌丝就进入纽结阶段。最初菌丝互相交织成菌丝团，其后逐渐增大，内部变得很致密，当直径达 1-2mm 时，成为坚固的菌丝团称为原基。以后逐渐分化、膨大而形成子实体。

（二）子实体

香菇子实体单生、丛生或群生。菌盖直径 5-12cm，有时可达 20cm，幼时半球形，后呈扁平至稍扁平，表面褐色、褐色至肉桂色，中部往往有深色鳞片，边缘常有白色毛状或絮状鳞片。菌肉白色，稍厚，具香味。



菌盖下面有菌幕，后破裂，形成不完整的菌环。菌褶白色。菌柄常偏生，白色，弯曲，菌环以下有纤毛状鳞片，纤维质，内部实心。菌环易消失，白色。孢子印白色。孢子光滑，无色，椭圆形至卵圆形，双核菌丝有锁状联合。

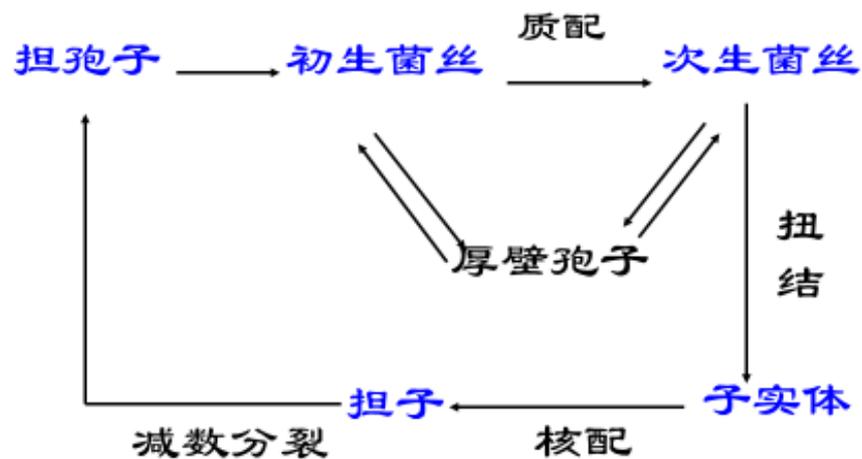
（三）生活史

香菇的生活史和典型的担孢子菌的生活史基本相似，大体上可分为以下步骤：

担孢萌发→产生四种不同交配型的单核菌丝→两条可亲和的单核菌丝通过接合，进行质配→横隔处常见锁状联合，形成双核菌丝→在适宜条件下，双核菌丝形成子实体→在菌褶上，双核菌丝的顶端细胞发育成担子，担子排列成子实层→在成熟的担子中，两个单倍体核发生融合（核配），形成一个双单倍体核→担子中的双单倍体核进行

两次成熟分裂，其中包括一次减数分裂。最后在担子顶端形成 4 个担孢子→担孢子成熟后弹射，在适宜环境中萌发完成生活周期。

香菇生活史 (属异宗结合性菌类)



二、生长发育

(一) 营养条件

香菇是一种木腐菌，主要的营养成分是碳水化合物和含氮化合物，以及少量的无机盐和维生素等。菇木和培养基中的各种营养物质，只有溶解在水里才能被香菇吸收利用。

①碳源

香菇菌丝能利用广泛的碳源，包括单糖类、双糖类和多糖类，糖浓度在 1-5%比较好。

②氮源

香菇菌丝能利用有机氮和铵态氮，不能利用硝态氮和亚硝态氮。在香菇菌丝营养生长阶段，碳源和氮源的比例以 25-40: 1 为好，高浓度的氮会抑制香菇原基分化。在生殖生长阶段，要求较高的碳。

③矿质元素

除了镁、硫、磷、钾之外，铁、锌、锰同时存在能促进香菇菌丝的生长，并有相辅相成的效果。钙和硼能抑制香菇菌丝生长。

④维生素类

香菇菌丝的生长必须吸收维生素 B₁，其他维生素则不需要。适合香菇生长的维生素 B₁ 浓度大约是每升培养基 100um。在段木栽培中，香菇菌丝分泌多种酶类分解木质素、纤维素、淀粉等大分子物质，从菇木的韧皮部和木质部吸收碳源、氮源和矿质元素。

（二）环境条件

1. 温度

香菇是变温结实性的菇类。担孢子萌发的最适温度为 22-26℃。

菌丝生长的温度范围为 5-24℃，最适宜温度 24-27℃，但由于木材的保护作用，在气温低于-20℃的高寒山地或高于 40℃的低海拔地区，菇木也能安全生存，菌丝不会死亡。

香菇原基分化温度 8-21℃，最适温度 10-12℃。子实体分化发育温度 5-24℃，最适温度 8-16℃。同一品种，在适宜温度范围内，较低温度（10-12℃）下子实体发育慢，菌柄短，菌肉厚实，质量好；在较高温度（20℃以上）下子实体发育快，菌柄长，菌肉薄，质量差。在恒温条件下，香菇不形成子实体。

2. 水分

在锯木屑培养基中，菌丝生长的最适含水量是 60-70%；在菇木中适宜的含水量是 32-40%，在 32%以下接种成活率不高，在 10%-15%条件下菌丝生长极差。子实体形成期间菇木含水量应保持 60%左右，空气湿度 80-90%为宜。

3. 空气

香菇属好气性菌类，足够的新鲜空气是保证香菇正常生长发育的重要环境条件之一。栽培环境过于密闭易产生畸形的长柄菇、大脚菇。

4. 光线

香菇是需光性真菌，适宜的散射光是香菇正常生活的一个必要条件。但是，菌丝生长不需要光线。研究表明：波长为 380-540nm 的蓝光对菌丝生长有抑制作用，但对原基形成最有利。香菇子实体的分化和生长发育需要光线。没有光线不能形成子实体，香菇原基在暗处有徒长的倾向，盖小、柄长、色淡、肉薄、质劣。

5. 酸碱度

适于香菇菌丝生长的 pH 值是 5-6。pH 值在 3.5-4.5 适于香菇原基的形成和子实体的发育。在段木腐化过程中，菇木的 pH 值不断下降，从而促进子实体的形成。

三、香菇栽培技术

（一）香菇段木栽培

1. 菇场的设置

菇场应选择避风、向阳、水源近，有树荫，多石砾，偏酸性的缓坡地。进行场地整理。

2. 菇树选择及段木准备

(1) 菇树选择

可以用来栽培香菇的树木不少于 200 种，绝大多数是属于壳斗科、桦木科和金缕梅科的阔叶树。不含芳香性物质；树皮厚薄适中，不易脱离，减少杂菌侵染的机率；木质适当坚实，边材多，心材少，利于香菇菌丝体充分分解利用。

(2) 树径和树龄

段木栽培香菇不宜选用过粗和过细的树木，一般以直径 12-20cm 较合适，树龄 10-25 年为宜。

(3) 段木准备：主要包括砍树、原木干燥和截枝等工作。

①适时砍树：提倡叶黄砍树，也即是进入休眠阶段。此时贮存养分最丰富，树皮与木质部结合紧密，搬动时不易脱皮。已经砍伐的菇木称原木。



②适当干燥：让原木干燥，实际上是调节段木的含水量，以利于接种后菌丝体定植和生长发育。不同树种的含水量不同，因而干燥的时间也不一致，常以干燥后没有萌芽力为度，或者以接种打洞时树液不渗出为宜，此时的含水量约为 40-45%。

③截枝：原木经适当干燥后（当原木截面出现几条短的裂纹时），就应及时截枝。截枝后的原木称段木。段木长度以 1.0-1.2m 为宜，截枝后应尽快用 5%新鲜石灰乳涂刷截面，防止杂菌从伤口侵入。

3. 接种培养

(1) 接种期：一般在气温为 5-20℃ 进行接种。以月平均气温 10℃ 左右最适宜。

(2) 打接种穴：接种木屑菌种或棒形木块菌种，用手电钻打孔器打接种穴。接种一般以行距 6cm 左右，穴距 12 厘米左右为宜。近两端的穴，至少应距离断面 5cm，以防止杂菌入侵。穴直径 1.2-1.5cm，深 1.5cm 左右。穴要打成梅花形，过细的段木可采用螺旋式打穴。

(3) 接种：穴打好后，要把菌种尽快接入，以防穴壁干燥及杂菌侵入。一般要求边打穴边接种，每穴的接种量为穴深的 80%为宜，接种后，立即用蜡涂封，或与穴口大小一致的木块盖上，用锤敲平，防止雨水和杂菌虫害侵入，减少穴内水分蒸发，保护菌丝生长。

(4) 培养：接种后的段木应及时放到室内或室外选好的菇场上堆放，段木上堆后，应保持堆放场的温度为 10-15℃，段木的含水量为 50-60%。段木的堆放主要有直立式和井叠式。

菇木堆放后，加强管理，创造一个适合香菇菌丝生长和子实体形成的良好条件，堆放期间的管理是决定香菇栽培成败的一个重要因素，它关系到菌丝的成活率和第一批菇发生的迟早，必须做好以下几项工作：保湿保温；检查菌种成活率；翻堆；遮荫；防止杂菌和虫害。

4. 子实体分化与生长

段木接种后，菌丝的生长速度因菇木大小、树种、堆放和管理情况不同而有差别。当菌丝基本发育成熟，气温维持在 14-16℃时，菇蕾相继出现，这时应将菇木移到适于子实体形成的出菇场所（应具有 6-7 成荫蔽，空气相对湿度以 75-90%为宜），把菇木起架，让其出菇。段木呈人字形，交错排列，菇木间距 10cm 以上，便于子实体形成和采收。

菇木起架前将菇木浸在水中 8-12 小时保持一定湿度，这样出菇整齐，浸水时不宜用流水浸，以避免养分损失；也可采用喷水办法，喷水需连续补水 4-6 天，每天间歇性喷洒 3-6 小时。

当第一批菇采收后，不能马上补水，让菇木干燥一段时间（1-2个月），再补水进行第二次催蕾，这样可使菌丝受到刺激，促进分化。

5. 采菇后管理

段木栽培香菇具有一次性接种，多年出菇的特点。出菇多在春、秋两季。采收一般待菇盖展开70-80%时，菌伞尚未完全展开，即菌盖边缘稍内卷，菌膜刚破裂时，是采收的最佳时期。此时菇形、菇质、风味均较优。其产量可达10-15斤/m³。

菇木经过几个月的子实体生长发育，原来积累的营养物质大多发育成香菇。为了第二年生产高产优质的香菇，需继续恢复生长积累物质。因此，在香菇采收期结束后，尽快地恢复菌丝长势，积累营养物质。在菇木采收完后，将菇木移回堆放场，重复前面的过程，即堆放、补水、起架等。

（二）香菇代料栽培

香菇生产历来都是被局限在少数地区用段木或原木进行栽培，由于受到树木、地区、季节的限制，发展很慢。自上海大面积推广木屑栽培法以来，为发展香菇生产，开辟了一条新途径，代料栽培得以迅速发展。



所谓代料栽培，就是利用各种农林业副产物为主要原料，添加适量的辅助材料，制成培养基，来代替传统的栽培材料（原木、段木）生产各种食用菌。

代料栽培的原料：用来栽培香菇的主要代用料是阔叶树木屑、部分针叶树木屑（如：柳、杉、红松）以及刨花、纸屑、棉籽壳、废棉、甜菜渣、稻草、玉米秆、玉米芯、麦草、高粱壳、花生壳、谷壳等。此外，许多松木屑用高温堆积发酵或摊开晾屑的办法，除掉其特有的松脂气味，亦可用来栽培香菇。

1. 培养基的配制

培养基是香菇菌丝体生长发育的基质、可以提供香菇菌丝体生长发育所必需的水分、碳源、氮源、各种元素和生长因素，使菌丝体能正常、健壮地生长。

原料配方	锯木屑	棉籽壳	米糠（或麸皮）	蔗糖	硫酸钙	水
配方甲：	78%	--	20%	1%	1%	适量
配方乙	40%	40%	20%	1%	1%	适量

制法：木屑以阔叶树的为好，棉籽壳均要求干燥无霉烂、无杂质。米糠或麸皮要求新鲜、无虫。将木屑（或棉籽壳）与麸皮、石膏粉拌匀，蔗糖溶于水，将其加水至用手紧握一把培养料时，指缝间有水渗出而不下滴为宜。然后将其装入菌袋中，边装边用捣木适度压实，装至瓶颈处为止，压平表面，再在培养基中央钻一洞直达瓶底，然后进行灭菌处理。

2. 接种与培养

（1）房间消毒：使用前 4 天把出料用的工具放入室内密封门窗，达到室内密封不漏气，把每个房间用硫磺点燃后熏蒸房间或高锰酸钾-甲醛熏蒸。

（2）接种时间：当料袋温度降到 30℃ 时开始接种，接种时间最好安排在早晚进行。

（3）接种程序：以 4 个人为宜，做好分工，进行操作，点燃酒精灯，菌种打孔，取菌种接入培养袋，封口。接完的菌袋“井”字形堆放，每堆 5 层。

（4）培养室保持暗光，室温控制在 25℃ 左右。增加通风换气，促进菌丝迅速愈合，防止高温发霉。待菌丝发育成熟后，利用温差、干湿差，刺激子实体形成。

香菇属变温结实性菇类，一般在恒温条件下，香菇原基始终不能形成菇蕾。但当条件改变，它将迅速形成子实体。

3. 出菇期的管理

加强各阶段的水管理，是提高香菇产量的重要措施。根据香菇不同季节的生长特点，对水分的管理也有所侧重。管理上主要是抓菇房保温、保湿和保持新鲜空气。保持空气湿度 85%~90%。

第一批菇收后，停水几天，以利菌丝恢复，然后连续喷水几天，使它干干湿湿；加大温差 10℃ 以上，有利于下一批子实体的形成。

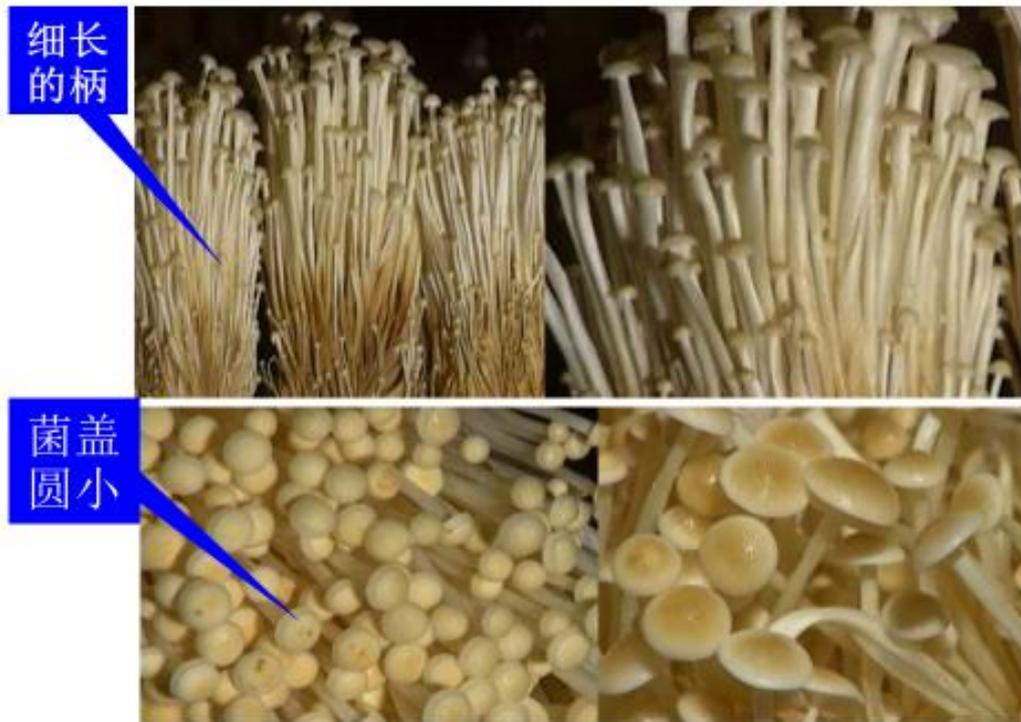
4. 采收与加工

(1) 采收：采收早了会影响产量，采收迟了又会影响质地，只有坚持先熟先采的原则；才能达到高产优质。具体采收标准是：当菌伞尚未完全张开，菌盖边缘稍内卷，菌褶已全部伸直时，为采收最适期，采菇应在晴天进行。

(2) 干燥：烘烤技术的好坏，会直接影响到香菇的质量，火力太猛会把菇烤焦；火力不足，则会使其发黑；时间拖长还会腐烂，要特别注意烘烤方法。香菇的干燥法有烘干和晒干两种，多采用烘干和烘晒结合法。



第二节 金针菇



金针菇学名毛柄金钱菌，又称毛柄小火菇、金菇、智力菇等，因其菌柄细长，似金针菜，故称金针菇，属伞菌目白蘑科金针菇属，具有很高的药用和食疗作用。

金针菇在自然界分布广泛，可完全在黑暗环境中生长，但必须从培养基中吸收现成的有机物质，所以为腐生营养型，是一种异养生物，易生长在柳、榆、白杨树等阔叶树的枯树干及树桩上，是一种木材腐生菌。属担子菌类。

据测定，金针菇氨基酸的含量非常丰富，高于一般菇类，尤其是赖氨酸和精氨酸含量的含量特别高，且含锌量比较高，赖氨酸具有促进儿童智力发育的功能，对儿童的身高和智力发育有良好的促进作用，

又称“增智菇”；金针菇干品中含蛋白质 8.87%，碳水化合物 60.2%，粗纤维达 7.4%，经常食用可防治溃疡病。有研究又表明，金针菇所含的一种叫做多糖体朴菇素的物质，具有很好的抗癌作用。金针菇既是一种美味食品，又是良好的保健食品，在国内外市场很受欢迎。

一、金针菇形态特征

（一）菌丝体

菌丝体由孢子萌发而成，在人工培养条件下，菌丝通常呈白色绒毛状，有横隔和分枝，很多菌丝聚集在一起便形成菌丝体。和其它食用菌不同的是，菌丝长到一定阶段会形成大量的单细胞粉孢子（也叫分生孢子），在适宜的条件下可萌发成单核菌丝或双核菌丝。

（二）子实体

子实体即食用部分，主要功能是产生孢子，繁殖后代。金针菇的子实体由菌盖、菌褶、菌柄三部分组成，多数成束生长，肉质柔软有弹性。

菌盖呈球形或呈扁半球形，直径 1.5~7 厘米，幼时球形，逐渐平展，过分成熟时边缘皱折向上翻卷。菌盖表面有胶质薄层，湿润时有粘性，色黄白到黄褐，菌肉白色，中央厚，边缘薄。

菌褶白色较稀疏，长短不一，与菌柄离生或弯生。担孢子生于菌褶子实层上，孢子圆柱形，无色。

菌柄中央生，中空圆柱状，稍弯曲，长 3.5~15 厘米，直径 0.3~1.5 厘米，菌柄基部相连，上部呈肉质（亦有说菌柄为纤维质、胶质），下部为革质，表面密生黑褐色短绒毛。

二、金针菇生长条件

（一）营养条件

金针菇是腐生真菌，只能通过菌丝从现成的培养料中吸收营养物质。在栽培中，培养料的选择对产量和质量有很大的影响。金针菇菌丝生长和子实体发育所需的营养包括氮素营养、糖类营养、矿质营养和少量的维生素类。

氮素营养是金针菇合成蛋白质和核酸的原料，在栽培料中麦麸、大豆粉等原料含有大量的氮素养料。

糖类主要指碳水化合物，它是金针菇生命活动的能源和构成细胞的主要成分。金针菇可利用培养料中的淀粉、纤维素、木质素。在菌丝生长阶段，培养料的碳、氮比以 20：1 为好，子实体生长阶段以 30~40：1 为好。

金针菇需要的矿质元素有磷、钾、钙、镁等，所以在培养料中应加入一定量的磷酸二氢钾、硫酸钙、硫酸镁等矿质原料。

金针菇也需要少量的维生素类物质，由于在培养料中如麦麸、豆粉中含有的维生素量基本可以满足金针菇生活需要，因而在栽培中常不再添加维生素类物质。

（二）环境条件

1. 温度：金针菇属低温结实性菇类，菌丝体在 5~32℃ 范围内均能生长，但最适温度为 22~25℃，菌丝较耐低温，但对高温抵抗力较弱，在 34℃ 以上停止生长，甚至死亡。

子实体分化温度为 3~18℃，但最适温度为 8~13℃。低温下金

针菇生长旺盛，温度偏高，菌柄细长，菌盖小。同时，金针菇在昼夜温差大时可刺激子实体原基发生。

2. 水分：菌丝生长阶段，培养料的含水量要求在 65%~70%，低于 60%菌丝生长不良，高于 70%培养料中氧气减少，影响菌丝正常生长。子实体原基形成阶段，要求环境中空气相对湿度在 85%左右。子实体生长阶段，空气相对湿度保持在 90%左右为宜。湿度过低子实体不能充分生长，湿度过高，容易发生病虫害。

3. 空气：金针菇为好气性真菌，在代谢过程中需不断吸收新鲜空气。菌丝生长阶段，微量通风即可满足菌丝生长需要。在子实体形成期则要消耗大量的氧气，特别是大量栽培时，当空气中二氧化碳浓度的积累量超过 0.6%时，子实体的形成和菌盖的发育就会受到抑制。

4. 光线：菌丝和子实体在完全黑暗的条件下均能生长，但子实体在完全黑暗的条件下，菌盖生长慢而小，多形成畸形菇，微弱的散射光可刺激菌盖生长，过强的光线会使菌柄生长受到抑制。以食用菌柄为主的金针菇，在其培养过程中，可加纸筒遮光，促使菌柄伸长。

5. 酸碱度：金针菇要求偏酸性环境，菌丝在 pH 3~8.4 范围内均能生长，但最适 pH 值为 4~7，子实体形成期的最适 pH 值为 5~6。

三、金针菇栽培技术

金针菇栽培方法有熟料栽培和生料栽培两种。

（一）金针菇熟料栽培

金针菇熟料栽培是指将培养料通过常压或高压灭菌，在无菌条件下接种培养的栽培方法。此法成功率高，出菇整齐，产量高。

1. 栽培季节：利用自然温度栽培金针菇，选择适宜的生产季节是获得优质高产的重要一环。

金针菇属于低温型的菌类，菌丝生长范围 5~32℃，最适宜温度 22~25℃；子实体分化发育适应范围 3~18℃，以 8~13℃ 生长最好。温度低于 3℃ 菌盖会变成麦芽糖色，并出现畸形菇。

人工栽培应以当地自然气温选择。南方以晚秋，北方以中秋季节接种，可以充分利用自然温度，发菌培养菌丝体。待菌丝生理成熟后，天气渐冷，气温下降，正适合子实体生长发育的低温气候。

2. 栽培场所：金针菇栽培分为发菌期、出菇期两大步。发菌阶段要求场所保温、通风、干净。出菇阶段最好选择在室外建半地下式菇房，即往地下挖 1 米深，再在四周用土垛起 1 米高的墙，上盖塑料膜及草帘。

3. 原料配比

配方一：棉籽壳 100 公斤、麦麸 20 公斤、玉米面 5 公斤、石膏粉 2 公斤、过磷酸钙 1 公斤、白糖 1 公斤。

配方二：玉米芯（粉碎）75 公斤、麦麸 20 公斤、玉米面 3.5 公斤、石膏粉 2 公斤、黄豆面 1.5 公斤、过磷酸钙 1 公斤、白糖 1 公斤。

高粱壳、锯末、花生壳、豆秆、玉米秆、油菜秆等大多数农作物秸秆粉碎后均可代替配方中的玉米芯，但无论选用何种原料，都要求新鲜、干净、无霉变。

按比例称量好各原料，除白糖需加水溶化外，其余均应拌均匀。加水充分搅拌并使含水量达到 65% 左右，再闷 2~4 小时，即可装袋。

4. 装袋灭菌: 选用宽 15~17 厘米、长 33 厘米的塑料袋一头出菇, 或 15~17 厘米宽、55 厘米长的塑料袋两头出菇。装袋时边装料边压实, 装好后两端用细绳扎成活结。按常规方法高压或常压灭菌。

5. 接种培菌: 灭菌好的塑料袋, 冷却至室温后即可进行接种。接种时严格无菌操作, 一端接种, 一般每瓶种 (750 克/瓶) 可接 50~60 袋。两端接种, 一般每瓶种 (750 克/瓶) 可接 25~30 袋。接种后及时将袋移入培养室, 在温度适宜的条件下, 约 24 小时菌丝开始萌发, 在 20~25℃ 室温下生长约 40~50 天即可长满袋。一般 9 月中旬接种, 大部分 10 月底发满菌丝, 叫全期发菌。以后接种由于温度较低, 发菌半袋后便边爬料边出菇, 叫做半期发菌出菇。

6. 出菇管理: 袋栽金针菇的栽培方式多种多样, 归纳起来有五种:

- ① 满袋装料, 套袋出菇。
- ② 满袋装料, 套袋倒卧出菇。
- ③ 半袋装料, 盖纸站立出菇。
- ④ 半袋装料, 披膜倒卧出菇。
- ⑤ 中间装料, 倒卧两头披膜出菇。

全期发菌的栽培袋出菇期的管理工序为解开袋口→翻卷袋口→堆袋披膜→通风保湿催蕾→掀膜通风 1 天→披膜促柄伸长→采收→搔菌灌水→保温保湿催蕾。管理方法同前, 直至收获 4 茬菇。

半期发菌的栽培袋, 在培菌期内, 菌丝发满半袋后, 两端即有幼菇形成, 此时应及时按全期发菌的管理方法将菌袋移入栽培场。

堆袋披膜: 堆袋披膜是在不断生产中探索出的新技术, 采用这项

技术可提高场地利用率，提高产量，提高金针菇质量。

具体方法是将两端袋口解开，将料面上多余塑料袋翻卷至料面。可根据袋的长短决定一端解口或两端解口，一端解口摆放方法是将两个袋底部相对平放在一起，高度以 5~6 袋为宜，长度不限。在出菇场内地面及四周喷足水分，然后用塑料膜覆盖菌袋。此法保温保湿良好，后期又可积累二氧化碳，有利于菌柄生长。

保湿通风催蕾：披膜后保持膜内小气候，空气相对湿度 85%~90%，每天早上掀膜通风 30 分钟，约 7~10 天可相继出菇，出菇后可适当加大通风，保证湿度，但不可把水洒到菇体上。

掀膜通风抑制：当柄长到 3~5 厘米时要进行降湿降温抑制。具体措施为停止向地面洒水，掀去塑料膜，通风换气，冬天保持 2 天，春秋保持 1 天，使料面水分散失，不再出菇，已长出的菇也因基部失水而不再分枝。

培育优质菇：抑制完成后，进入柄伸长阶段，要培养柄长、色白、盖小的优质金针菇，必须控制好温度、湿度、光照、二氧化碳浓度这四因素之间的关系。

- A. 温度：控制在 6~8℃。
- B. 湿度：空气相对湿度 85%~90%。
- C. 光照：极弱光，光源位置不能改变，否则子实体散乱。
- D. 二氧化碳：浓度达 0.11%~0.15%可促使菌柄伸长，超过 1%抑制菌盖发育，达到 3%抑制菌盖生长而不抑制菌柄生长，达到 5%就不会形成子实体。通过控制通风量维持高二氧化碳浓度。

一般温度在 10~15℃条件下，进入速生期 5~7 天菇柄可从 3 厘米长到 12~15 厘米，10 天后可长到 15~20 厘米，这时适时采收。

搔菌灌水：第一茬菇采收后，要进行搔菌，即用铁丝钩将菇根和老菌皮挖掉大约 0.5 厘米左右，并将料面整平。若菌袋失水，应往袋内灌水，可将塑料袋口多余的塑料膜拉起往料面上灌水，6~10 小时后将水倒出，然后再进行催蕾育菇管理。一般情况下，金针菇种一次可采收 3~4 茬，生物转化率可达 80%~120%。

（二）金针菇生料栽培

金针菇生料栽培的关键是控制好温度，严防杂菌污染，而控制好温度主要是掌握好栽培季节。生料栽培播种时间不宜过早，气温稳定在 15℃左右为适宜的播种期，河南地区以 11 月份栽培为最适宜期。

1. 菌床制作

菌床上先铺上用 0.2%高锰酸钾水溶液消毒过的塑料膜，塑料膜要比菌床宽 2.5 倍，薄膜上先撒少许菌种，再铺上一半的料，料面上再撒一层菌种。菌种分布是中下层少，四周及表层多，菌种量占投料总量的 10%~15%，床料厚 5~8 厘米，播种后将床面稍压实，再用塑料膜覆盖料面，以利保温保湿。生料栽培金针菇原料最好选择棉籽壳，在拌料时加入 0.1%的 50%多菌灵，加水量不可过大，一般含水量要求 60%~65%。

2. 发菌管理

播种后在 10℃温度下，约 15 天菌丝长满料面并向深层发展。若播种 10 天后，发现个别地方菌种不萌发，可掀起薄膜 10~15 分钟。

发菌 40 天左右，菌丝可基本发满料。当床料菌丝发透后，每天揭膜通风 10~20 分钟，当菌床表面呈白色并有琥珀色液滴出现时，将塑料膜撑高 20 厘米，上面铺放报纸，每天在报纸上喷雾保湿，雾粒要细、少、匀、勤，维持报纸湿润，不可直接喷雾在菇床上，否则易引起烂菇。

子实体不同发育阶段要求不同的空气相对湿度，当菌柄长达 2 厘米时，膜内空气相对湿度应保持在 90%，当菌柄长达 10 厘米时，减少喷水次数，使菇床小区空间空气相对湿度降至 80%~85%。在出菇期，要注意加大菇房通气量，待菇长至 12~15 厘米时，及时采收，并清理料面，干燥 1 天后，再补足水分，盖上薄膜，保温保湿，促使二茬菇形成。采收后，管理方法同前，共采收 3~4 茬。

四、金针菇采收与加工

采收的标准是菌盖轻微展开，不宜太迟，以免柄基部变褐色，基部绒毛增加而影响质量。

（一）金针菇分级

1. 一级菌盖呈半圆球形，直径 0.5~1.3 厘米，柄长 14~15 厘米，整齐度 80%以上，无褐根，无杂质。
2. 二级菌盖未开伞，呈半圆球形，直径 1.2~1.5 厘米，柄长 13~15 厘米，柄基部浅黄至浅褐色，有色长度不超过 1.5 厘米，无杂质。
3. 三级菌盖直径 1.5~2 厘米，柄长 10~15 厘米，柄基部黄褐色占 1/3，无杂质。

（二）金针菇暂时贮存

金针菇不耐鲜贮，采收后需尽快处理，暂时存放应放在低温黑暗处，将菇体摊薄，禁止堆积，严禁向菇体洒水。

（三）金针菇初加工

将菇体检验杂质后在冷水中冲选两遍，取出至不滴水，然后放入沸水中（不能用铁、铜锅）煮沸 5~10 分钟，捞出，冷水冲洗后放入 0.1%~0.2% 的柠檬酸水中，送往罐头加工厂。

1. 金针菇盐渍

(1)预煮把 5%~10% 食盐水置于铝锅内煮沸，倒入金针菇，煮沸 5~7 分钟，捞出沥去水分。

(2)盐渍每 100 公斤菇加入 25~30 公斤食盐。先在缸底放一层盐，加一层菇，反复至缸满，再注入煮沸后冷却的饱和食盐水，使菇浸泡在食盐水中，再加入调整液，使溶液 pH 值达 3.5 左右，不足用柠檬酸调节。

(3)管理冬天 7 天翻缸一次，共 3 次；夏天 2 天一次，共 10 次。一般盐渍 20 天即可装箱外运。

2. 金针菇制罐头

把优质的金针菇放在开水中烫几分钟捞起，进行脱色，然后放在生理盐水中，制罐，高压灭菌消毒，即制成罐头。其工艺为：采收→挑选→杀青→冷却→分装→加液→排气→压盖→杀菌（123~130℃，30 分钟~90 分钟）→冷却→保温（38℃）→检验→成品。



金针菇制罐头



金针菇塑膜真空包装

3. 金针菇塑膜真空包装

金针菇采用聚丙烯塑料膜包装，用高频抽气机密封，低温保藏，在 1℃环境中可保鲜 20 天，7~8℃保鲜 10 天。

（四）金针菇保鲜技术

1. 低温贮藏法

(1) 常温保鲜：采收后的新鲜金针菇经整理后，立即放入筐、篮中。其上覆盖多层湿纱布或塑料薄膜，置于阴凉处（自然气温 20℃ 以下），一般可保鲜 1-2 天。

(2) 简易包装后低温保藏：新采收的金针菇经整理后，用低密度聚乙烯薄膜袋（DpE）袋，膜厚 20 毫米，分装，抽真空封口，将包装袋竖立放入专用筐或纸箱内，1-3℃低温冷藏。可保鲜 13 天左右。

2. 化学保鲜法

采用对人畜安全，无毒的化学物质用于浸泡或喷洒在金针菇表面，以达到延长金针菇新鲜的目的。可用于金针菇保鲜的化学物质有：焦亚硫酸钠、氯化钠、稀盐酸、高浓度的二氧化碳、保鲜剂、抗坏血酸及比久等。

(1) 焦亚硫酸钠喷洒保鲜：用 0.02% 焦亚硫酸钠溶液漂洗金针菇

以除去泥沙碎屑，再用 0.05%焦亚硫酸钠溶液浸泡 10 分钟护色，捞出沥干后分装塑料袋中可保鲜数天。

(2)氯化钠（即食盐）、氯化钙液保鲜：0.2%食盐液加 0.1%氯化钙制成混合浸泡液，将刚采收整理好的金针菇浸泡上述混合液中，要求菇体浸入液面以下 30 分钟，捞出沥干分装塑料袋中，可保鲜数天。

第三节 木耳

黑木耳又名木耳,是我国传统的保健食品和出口商品。我国人民采食利用黑木耳的历史悠久,远在公元前 73 年,戴圣所著《礼记》中就有记载,黑木耳的人工栽培起源于中国,大约在 600 年前我国就开始人工栽培黑木耳,是世界上人工栽培的第一个食用菌品种,至今已有 1400 多年历史。

木耳主要生长在中国和日本。我国所生产的木耳大部分是东北木耳和秦岭木耳。其中黑龙江省牡丹江地区海林市、东宁县(2012 年 12 月晋升为国家级木耳批发市场)和吉林省蛟河县黄松甸镇是中国最大的黑木耳基地。



木耳子实体

一、形态特征

(一) 菌丝体形态特征

黑木耳子实体成熟时，在其腹面的子实层上产生大量的肾形担孢子。担孢子在适宜的条件下萌发长出芽管，芽管伸长生长形成单核菌丝。有的黑木耳单个担孢子萌发形成的单核菌丝也能形成子实体，产生担孢子，完成单抱结实，但产量很低。

两条具有亲和力的异质单核菌丝（+、-）经过质配形成形成双核菌丝。双核菌丝通过锁状联合进行分裂不断生长，双核菌丝发育成熟，条件适宜时便分化发育成子实体。

黑木耳菌丝白色、绒毛状，多分枝、有横隔，后略呈米黄色，在培养基上培养菌丝前端整齐、平铺，紧贴培养基生长，无爬壁现象，生长速度中等偏慢。菌丝老化后在菌落表面出现污黄色斑块，同时在培养基内分泌黑色素，使基质变成茶褐色。菌龄较长的母种，在培养基斜面的边缘或底部出现胶质状或琥珀状颗粒原基。

木耳菌丝在生长过程中能分泌许多种酶，对木材有很强的分解能力，所以能利用木材中的半纤维素、纤维素、木质素为碳源。

（二）子实体形态特征

木耳从颜色分有白木耳和黑木耳两种，从生长情况分有野生的和人工培育的两种，野生木耳生长于栎、杨、榕、槐等 120 多种阔叶树枝上，单生或丛生，常曾屋瓦状叠生。人工培植以段木和袋料为主。市场上销售的绝大部分是人工培育的，野生黑木耳珍贵稀少，以长白山黑木耳最为著名。

黑木耳子实体呈耳状、叶状或杯状、边缘波浪状，自然情况下常以侧生的短柄或狭细的附着部固着于枯木上或树木的枯死部分。富含

铁、钙、磷和维生素 B1 等。新鲜的木耳质地柔软呈胶质状，薄而有弹性，湿润时半透明，耳片直径 3~10 厘米，腹面平滑下凹，边缘略上卷，背面凸起，并有极细的绒毛，呈黑褐色或茶褐色。干燥后收缩为角质状，硬而脆，背面暗灰色或灰白色；吸水后膨胀，可恢复原状，表面附有滑润的粘液。

二、木耳生长发育

（一）营养条件

黑木耳是腐生性真菌，只生活在枯死的树木上，多生于柞（zuò）树、桦树等阔叶树的枯木上，完全依赖基质中的营养物质生活。黑木耳对营养的要求以碳水化合物（如葡萄糖、淀粉、半纤维素、木质素等）和含氮物质（如氨基酸、蛋白胨、蛋白质等）为主，还需要钾、镁、磷、钙等。木耳菌丝在生长过程本身能不断分泌多种酶，来分解基质中的物质以吸收利用。木耳菌丝的碳氮比一般为 40:1。

（二）环境条件

1. 温度

黑木耳是一种中温型真菌，菌丝在 6~36℃ 之间均可生长，但以 22~32℃ 最适宜；菌丝对严寒有很强的抵抗力，在 2℃ 时只有极微弱的生长，但在黑龙江北部冬季气温降到零下 39℃ 也不至于冻死，但是温度低于 3℃ 或高于 40℃ 菌丝生长受到明显的抑制，高于 36℃ 时，几乎停止生长。

黑木耳子实体在 15~27℃ 都可分化出子实体，但以 20~24℃ 最适宜。河南省卢氏县就是因为良好的天然环境造就了卢氏黑木耳为其

地理保护产品。

孢子在 22~32℃时均能萌发。

黑木耳的子实体在适宜生长的温度范围内，温度越高，生长速度越快，长出的耳片色淡、质薄；温度越低，生长速度越缓慢，形成的耳片色黑、肉厚。所以春秋季节生产的木耳比夏季伏天生产的木耳质量要好。

2. 水分

水是黑木耳重要的生存条件，黑木耳不同生长发育阶段对水分要求不同。一般菌丝生长阶段培养基水分含量以 60%为最适。对于代料栽培，水分过多，通气不良甚至造成水分积累于袋的底部，使菌丝生长迟缓或不能生长到底。也常常造成菌丝无氧呼吸使栽培料发酸，变味(酸、臭)。培养基水分过少，菌种恢复的慢，特别是在母菌转原菌的培养基中水分过少，可造成母菌不萌发、不成活。原种扩大栽培种也常因水分含量少，接种后栽培种不成活，即使成活了，生长滞缓，菌丝生长纤细、发灰，颜色不正、菌袋非常轻。耳木含水量一般要求 80~90%，子实体形成时要求耳木含水量达 70%以上。

子实体形成阶段要求空气相对湿度 90%~95%，低于 85%时，子实体发育缓慢、肉薄、质硬。过湿也会抑制菌丝生长甚至造成子实体腐烂，且易感染霉菌，造成污染。

3. 光照

木耳菌丝在完全黑暗中均能正常生长，散射光对菌丝的生长有促进作用，子实体生长不仅需要一定的散射光(光照强度 250~1000 lx)，

而且还需要少量的直射光，才能生长良好。在荫蔽的环境中子实体发育不良，色淡而质薄；在黑暗的环境中，子实体很难形成。

4. 空气

黑木耳为好气性真菌，对氧气需要量特别大，主要是吸收氧气分解复杂的有机物获得能量。但不同发育阶段对氧气要求不同，一般菌丝生长初期，对氧气的需求量较低，一般情况都能满足。当菌丝定植以后逐渐生长发育，对氧气需要量加大。一般是通过通风换气来解决。但随着菌丝生长，氧气缺乏时，二氧化碳浓度增大，对黑木耳菌丝体的生长会产生抑制作用。为了保证氧气的正常供应，菌丝培养阶段培养室应注意通风换气，保证氧气的正常供应。出耳阶段如果缺氧，子实体不易展片。

5. 酸碱度(pH 值)

所有的木腐菌在其新陈代谢之后，都会产生一定量的酸。黑木耳和其他木腐菌一样，由于长期生活于微酸性的条件中，所以喜好在微酸性的条件下生活。其菌丝体在 PH 值 4~8 的范围内都可以生长，但 pH 值 5~6.5 时较为适合；pH 值小于 4 或大于 8 时菌丝体生长受到明显的抑制。在栽培袋的生产过程中，由于培养料在高温高压灭菌中产生一些游离的鞣酸，降低了 pH 值，所以在料中一般要加些石灰或磷酸氢二钾等来调整 pH 值。加入石灰对霉菌有明显的抑制作用，能提高栽培袋田间抵抗杂菌的能力。



三、木耳栽培技术

木耳既可野生又可以人工培植。人工栽培方法有段木栽培与塑料袋代料栽培等多种方式。

（一）木耳段木栽培

黑木耳人工栽培起源于中国，至今已有 1400 多年历史，是世界上人工栽培的第一个食用菌品种。解放后，中国科技工作者开始培育黑木耳固体纯菌种，发明了段木打孔接种法，这种方法使段木栽培黑木耳产量大大提高。黑木耳人工培育用的段木并不是枯木，一般是新伐下来的木头，制成一段一段的，然后在上面钻孔，植入菌种，经过培养产生木耳。



1. 黑木耳段木栽培场地的选择

栽培黑木耳的场地，应选择背风向阳，光照时间长，遮阴较少，比较温暖，昼夜温差小，湿度大，而且耳树资源丰富，靠近水源的地

方为好。场地选好后要进行清理，首先把杂草、枯枝烂叶清除干净，开好排水沟，并在地面上撒石灰和喷敌敌畏等进行灭菌杀虫。

2. 黑木耳段木栽培耳树的选择和处理

栽培黑木耳的耳树，种类很多，凡能栽培香菇的树种都可用来栽培黑木耳。主要的是选用壳斗科、桦木科等的树种，如麻栎、栓皮栎、槲栎、白栎、米楮、华氏栎等；此外，枫杨、枫香、榆树、槐树、柳树、桑树、悬铃木、榕树等也是常用的树种。

砍树时期是从树木进入休眠之后到新芽萌发之前。树龄以 8~10 年生为宜。树径在 10~14 厘米为好。砍树后经去梢。荆枝，截成 1~1.2 米的段木。把锯好的段木，架晒在地势高、干燥、通风、向阳的地方，每隔 10 天左右翻动一次，促使段木干燥均匀。一般架晒 30~40 天，段木有七、八成干，即可进行接种。

3. 黑木耳段木栽培人工接种

人工接种是栽培黑木耳成败的关键，也是新法栽培最大的特点。接种时间，一般以气温稳定在 15℃ 以上，有利于黑木耳菌丝生长的时候。具体时间因各地气候条件不同而有差异，南方各省约在 3~4 月间。适当提早接种，有利早发菌，早出耳，同时早期接种气温低，可减少杂菌，害虫的感染。

接种前，先将段木表面清洗，再放阳光下晒 2~3 小时后备用。人工接种常用的菌种有木屑菌种、树枝菌种和楔形木块菌种。接木屑和树枝菌种的，要用电钻或直径 11~12 毫米的皮带冲打孔，穴探 15~20 厘米。一般纵向种穴间距离 10~12 厘米，横向种穴间距离为 4~6

厘米。如适当密植，把纵向种穴间距离缩短至6~7厘米，有利于发菌和提高产量。行与行的穴交错成成品字形或梅花形排列。木屑菌种要塞满穴，外加比接种穴直径大2毫米的树皮盖，盖平、盖紧，以防菌种干燥。接树枝菌种的，种木要与耳木平贴。打穴、接种、盖盖等要连续作业，以保持接种穴、菌种和树皮盖原有的湿度，才有利于菌种的成活。采用楔形木块菌种的，要用接种斧或木工凿，在段木上砍凿成45°角2厘米深的接种口，然后用小铁锤将楔形木块菌种打入接种口，锤紧、锤平。

4. 黑木耳段木栽培上堆发菌

接种后，为保持较高的温、湿度和足够的空气，以促使菌种在耳木中早发菌、早定植，提高成活率，必须将耳木上堆。其方法是将接种好的耳木，排成“井”字形的架，分层堆叠成一米高的小堆，堆内悬挂干、湿温度计，四周用薄膜覆盖严密，堆温控制在22~28℃之间，空气相对湿度保持80%左右，耳木之间要留5~6厘米的空隙以利通气。上堆后每隔6~7天翻堆一次，调换耳木上下左右内外的位置，使温湿度一致，发菌均匀。如果耳木干燥，可适当喷水调节，待树皮稍干后，再覆盖塑料薄膜。遇气温高时，每隔3~5天在中午揭膜通风换气一次，并结合喷水降温。一般经3~4星期的堆叠，黑木耳的菌丝已长入耳木，即可散堆排场。

5. 黑木耳段木栽培散堆排场

散堆排场是上堆的继续，目的是使菌丝向耳木深处蔓延，并使其从生长阶段迅速转入发育阶段。排场的场地要求向阳潮湿，并有适当

遮荫，排场时将耳木一根根平铺在有短草的地面上。如为泥土地，应先横放一根小木杆，然后将耳木一根根排放于横杆上，每根耳木相距6~8厘米。这样既有利吸收地面潮气，接受阳光雨露和新鲜空气，促进耳芽生长，又可避免耳木全部贴地，造成过湿，闷坏菌种和泥土溅污耳木。排场阶段，每10天左右要将耳木翻动一次，并喷水调节湿度，经过一个多月时间，耳芽大量发生便可起架。

6. 黑木耳段木栽培起架管理

起架应选择雨后初晴的天气，将排场的耳木进行逐根检查，凡有一半耳芽长出的耳木即可检出上架，用四根1.5米长的木杆，交叉绑成“X”字形，上面架一根横木，然后把检出的耳木交错斜靠在横木上，构成“人”字形的耳棚，角度为30~45，每根耳木留4~7厘米间距。管理上主要抓耳场的温度、湿度、光照和通风等条件的协调，特别要抓好水分管理，段木含水量保持70%左右，空气相对湿度控制在85%~95%之间。水分管理要有促有控，促控结合。喷水的时间、次数和水量应根据气候，耳木干湿和幼耳生长情况而灵活掌握，一般晴天多喷，阴雨天少喷或不喷，气温高时每日早、晚喷。采用干干湿湿交替的方法进行喷水，有利于子实体的形成和长大。每次采耳后停止喷水2~3天，让耳木在阳光下晒一段时间，使其稍加干燥，菌丝恢复生长后，再行喷水以刺激下批耳芽的形成。

7. 黑木耳段木栽培采收及加工

成熟的黑木耳，颜色由深转浅；耳片舒展变软，肉质肥厚耳根收缩，子实体腹面产生白色孢子粉时，应立即采收。

采收的时间，最好在雨后初晴或晴天早晨露水未干，耳片柔软的进行。采收时用手指齐耳基部摘下，并把耳根处理干净，以免溃烂。如遇阴雨天，成熟的耳片也要采摘，以免造成烂耳。

采下的黑木耳，摊薄在晒席上晒干。未干之前不得翻动，防止耳片内卷失去美观。阴雨天可把湿耳在室内摊开晾干，等晴天再晒或用炭火烘干。干制的黑木耳，随即装入塑料袋，藏放干燥通风处，以防吸潮变质。



(二) 木耳代料栽培

该技术改变了依靠木材生产木耳的历史，使黑木耳栽培从林区走向了田间大地。塑料袋代料栽培以木屑、棉籽壳、蔗渣、秸秆等农副

产品为原料来代替段木生产黑木耳。经过拌料、装袋、灭菌、接种、培养等过程，摆在田间大地、果园林下出耳。塑料袋代料栽培黑木耳技术极大地扩大了黑木耳栽培原料与栽培区域，大大缩短了生产周期，实现天然无公害，更利于规模化、机械化、标准化生产，发展前景十分广阔。它的优点是节省木材，工艺简便，生产成本低，生长周期短，见效快。常用的有瓶栽、袋栽和菌砖栽培三种形式。

塑料袋代料栽培黑木耳最先由辽宁省朝阳市食用菌研究所发明成功，1994 年被列为“国家级科技成果重点推广计划”和“八七扶贫攻坚计划”，同年获两项国家发明专利（ZL 94110092.8；ZL 94110204.5），2000 年获得“全国食用菌行业十佳优秀科技成果奖”，2006 年得到世界银行、国务院扶贫开发小组、民政部的奖励和支持。



1. 培养料配方

	主料	麦皮或米糠	蔗糖	石膏粉	黄豆粉	水
锯木屑	78%	20%	1%	1%	0	65%
甘蔗渣	78%	20%	0	1%	1%	65%
棉籽壳	78%	20%	1%	1%	0	65%

2. 制作方法

瓶栽和袋栽都是按常规方法将上述培养料配好后装入瓶子或塑料袋内，经高压灭菌或常压灭菌后取出，待培养料温度降至 30℃ 左右时，以无菌操作接入菌种，便可移到栽培室进行培养。菌种刚接入培养料时，菌丝生长很慢，先是菌种自身恢复生长能力，然后开始吃料，菌种开始吃料了称为菌种的定植。这一阶段是菌种适应新环境的阶段。经过生长迟缓期以后，菌丝适应了所处的营养环境条件，便开始快速生长。菌砖栽培，其菌丝培养与瓶栽方法相同，待菌丝长满全瓶后，挖出，压成苗砖培养。

3. 栽培管理

代料栽培是在室内进行，要创造良好的环境条件，以满足黑木耳在生长发育过程中对温度、湿度、光照、空气等的要求，从而取得优质、高产、稳产。完成发菌的栽培袋应及时排场出菇，如推迟排场，菌丝就会在培养料表面形成一层白色菌皮，影响耳芽的产生和生长发育。

(1) 选择出耳场地：耳场应选择靠近水源、地势较高、环境卫生，通风良好的地方，也可以选择 在树林或河边树荫下。目前耳场常选择用塑料棚。塑料棚建制时需设置前后门窗，以便空气对流；棚顶要覆盖草帘以遮阳光的直射；棚内地面可设若干水槽或铺设砂土、煤渣等富集水分；棚内空间搭架，以便吊菌袋出耳。

(2) 菌袋开孔出耳开孔前，先绕扎袋口，然后拔塞脱环将菌袋浸入 0.1% 的高锰酸钾溶液（或 5% 石灰水溶液）中旋转几次，然后提起，随即挂袋（袋间相距 15cm）。在 23℃-25℃ 下培养 5-7 天，待袋

壁出现子实体原基后开孔。开孔时，使用的刀片和操作中双手用酒精棉球消毒。用刀片在袋面划十字形或V字形的破口，口长2cm，穴距8-10cm，行距6-8cm，呈梅花型排列。



菌袋开孔后关键是保温出耳，要防止孔口菌丝干燥失水，但不可向菌袋直接喷水，以免孔口积水影响耳芽生长。棚内应向空间喷水，保持耳场的空气湿度在85%-90%之间。温度控制在15-22℃，并保持一定的散射光和新鲜的空气。大约经5-7天，划口处便会有耳芽生成，待耳芽生长5天左右，芽基已封住孔口，这时便可直接向耳片喷水。喷水应轻喷、勤喷。开始时每天傍晚向耳片喷水一次，以耳片湿润为度。喷水次数要根据气温的高低和耳片的大小灵活掌握。在保温的同时一定要注意保证耳场通气良好，空气新鲜。从耳基形成到采收一般20-30天，整个生长期为2-3个月。

四、木耳食药价值

黑木耳既有食用价值又具有药用功效，是我国传统的保健食品，富含蛋白质、脂肪、多糖和钙、磷、铁等元素以及胡萝卜素、维生素 B1、维生素 B2、烟酸等，还含磷脂、固醇等营养物质。被誉为“菌中之冠”。同时，木耳味甘，性平，具有很多药用功效。能益气强身，有活血功效，并可预防缺铁性贫血等；可养血驻颜，令人肌肤红润，容光焕发，能够疏通肠胃，润滑肠道；同时对高血压、高血脂患者有很好的预防和治疗作用。

食用新鲜木耳可中毒，新鲜木耳中含有一种称为“卟啉”的特殊物质，因为这种物质的存在，人吃了新鲜木耳后，经阳光照射会发生植物日光性皮炎，引起皮肤瘙痒，使皮肤暴露部分出现红肿、痒痛，产生皮疹、水泡，水肿等，严重的可致皮肤坏死。

干木耳是经暴晒处理的成品，在暴晒过程中会分解大部分卟啉，而在食用前，干木耳又经水浸泡，其中含有的剩余卟啉会溶于水，因而水发的干木耳可安全食用。浸泡干木耳时最好换两到三遍水，这样能最大限度的除掉有害物质。但也不要在水中长时间浸泡，否则木耳内的维生素会流失，使营养价值降低，而且溶解于水的农药也有可能反渗入木耳中。

复习题

一、填空

1. 我国产量和出口量均居世界第一位食用菌是_____
2. 香菇的担孢子成熟后在适宜环境中萌发形成_____

3. 香菇代料栽培，菌丝培养最适宜含水量是_____；段木栽培，菌丝培养最适宜含水量是_____。
4. 金针菇栽培的方法主要有_____和_____两种。
5. 金针菇发菌半袋后便边爬料边出菇，这种出菇方式叫做_____。
6. 黑木耳的人工栽培主要有_____和_____两种。

二、判断题

1. 香菇是低温和变温结实性的菇类。在恒温条件下，香菇不形成子实体。（ ）
2. 香菇菌丝的生长不需要光线，但子实体的分化和生长发育需要一定的散射光。（ ）
3. 金针菇属低温结实性菇类，昼夜温差较大可刺激子实体原基发生。（ ）
4. 黑木耳的担孢子萌发形成的单核菌丝也能形成子实体（ ）
5. 黑木耳是腐生性真菌，野生木耳只生活在枯死的树木上。（ ）
6. 黑木耳的子实体在适宜生长的温度范围内，温度越高，生长速度越快，长出的耳片色淡、质薄。（ ）
7. 黑木耳的子实体在适宜生长的温度范围内，温度越低，生长速度越缓慢，形成的耳片色黑、肉厚。（ ）

三、选择题

1. 香菇段木栽培时段木内含水量应控制在（ ）左右。
A 20~25% B 80~90% C 40~50% D 70~75%
2. 香菇培养料适宜含水量是（ ）

A 70% B 65% C 55% D 60%

3. 金针菇栽培中产生针尖菇的原因主要是（ ）。

A 营养不良 B 温度偏低 C C/N失调 D CO₂浓度过高

4. 世界上人工栽培的第一个食用菌品种是（ ）

A 香菇 B 黑木耳 C 平菇 D 金针菇

四、简答题

1. 简述香菇或黑木耳的段木栽培方法。

2. 简述金针菇的代料栽培过程。

第八章 食用菌主要病虫害及防治

食用菌病虫害是指与食用菌争夺养分和空间，危害食用菌生长发育，引起食用菌的产量和质量下降的微生物及害虫。病害有两类，为侵染性病害和生理性病害。危害食用菌的害虫一般有菇蚊、菇瘿、跳虫、螨类、线虫类及软体动物等。

第一节 食用菌主要病害及其防治

一、竞争性杂菌与防治

(一) 制种期杂菌

1. 常见杂菌

(1) 链孢霉：也叫好食脉胞霉，孢子橙红色或粉红色，也叫红色链孢霉，属中高温型好气性真菌，条件适宜时，生长极快，传播迅速，在以木屑、棉籽壳等作为培养料栽培的菌类中常发生。主要危害是与食用菌争夺养分与空间，常生长于袋口棉塞及菌袋表面，菌丝可在纵深发展，待菌丝长满袋后，自然消失，对出菇影响不大，但如与木霉交叉感染，则危害极大。

(2) 曲霉：主要有三种，黄曲霉、黑曲霉、灰曲霉。菌落形状中间黄绿色，周围一圈白色，属中高温型 25—30℃，喜湿度大，微酸性环境，菌丝生长良好时，可将其覆盖，对出菇影响不大，主要危害是与食用菌争夺养分和空间。

(3)青霉与拟青霉：菌落颜色较青较蓝，周围白色，与食用菌争夺养分和空间，危害性比曲霉大。

(4)毛霉、根霉：菌丝象烂棉絮，根霉会产生假根，是培养料含水量偏高的表征，主要危害是与食用菌争夺养分和空间。

(5)木霉：产生绿色孢子，菌落呈绿色也叫绿色木霉，能分泌霉，起破坏作用，并产生孢外毒素，常造成烂筒，危害极大。

(6)细菌类：培养料有有机物腐烂的腥臭味，大多为细菌性污染。

2. 杂菌发生的原因

杂菌发生的原因主要有：袋口扎不紧，灭菌不彻底，培养料不新鲜或湿度偏高，接种时无菌操作不严，搬运过程中松袋或刺破菌袋，培养环境消毒不彻底，环境中杂菌孢子浓度大，侵染源丰富，管理时喷水量过大，空气湿度大，环境通风不良，温度偏高等都是引起杂菌发生的主要原因。细菌发生原因主要是灭菌不彻底。

3. 杂菌污染的主要防治方法

食用菌杂菌污染的防治方法主要有以下几方面：

一是应选择空气新鲜、场所干净、通风良好、凉爽干燥、水源清洁、远离仓库、畜禽舍无污染源的场地作栽培场。

二是搞好环境卫生，对场地预先采用甲醛、硫磺、敌敌畏等高效低毒的药剂进行严格消毒，药剂经常轮换使用。

三是严格要求无菌操作，把好无菌关。

四是对污染杂菌袋采用深埋、沤肥、火烧等集中处理。

(二) 蘑菇生产过程中的主要杂菌及防治。

1. 胡桃肉状菌，是蘑菇覆土上长的杂菌，培养料发酸、发黑、发粘、不长菇，具有较浓漂白粉味道。主要是由于菇房和培养料不透气，而后遇高温、高湿而爆发，或是培养料堆制过熟、粪肥过多、含 N 偏高。防治胡桃肉状菌的方法主要应加强菇房通风透气，对覆土材料严格消毒，培养料堆制采用二次发酵。

2. 蘑菇粉孢霉，发生在蘑菇栽培中、后期覆土层中，初期菌丝短而细，菌丝旺盛，似棉絮状，后期菌丝萎缩，呈灰白色，最后产生橘红色的菌丝，致使出菇稀少或不出菇。防治方法可采用 0.1% 甲基托布津喷洒，往返三遍，5 天后可再用 800 倍多菌灵液再喷一次。

3. 石膏霉(白色石膏霉和褐色石膏霉)，感染石膏霉后，培养料发黑，产生恶臭，菌丝受抑制，一旦发生会使蘑菇绝收。主要原因是在建堆时加入了过多的石膏或石灰，发酵不良引起，可采用过磷酸钙溶液喷洒，降低 PH 值，也可用 500 倍多菌灵或 1:7 醋酸或 5% 石炭酸溶液喷雾，控制其发展，不影响出菇。

4. 鬼伞：培养料不新鲜，高温、高湿、培养料中存有游离氨、粪肥未转化，鬼伞便会大量发生。防治：培养料使用前在烈日下爆晒 1-2 天，用 1%—2% 的石灰水浸泡，同时增加接种量，鬼伞发生时应及时摘除鬼伞，并可采用明矾水中和培养料中的氨。

二、侵染性病害与防治

食用菌受到有害生物侵染而发生病害，叫侵染性病害。真菌性侵染，叫真菌性病害，细菌性侵染叫细菌性病害。

(一) 真菌性病害

1. 蘑菇湿泡病

(1) 蘑菇湿泡病：也叫疣孢霉病、白腐病、菇癌。是蘑菇最主要的病害，秋菇出菇期遇高温，极易爆发成灾，严重时颗粒无收。发生症状，首先是出现一些白色斑点，并在菇床和培养料上扩展，寄生于子实体，并使子实体发生畸型，早期块状，后期有菌盖偏小、菌梗偏大，蘑菇后期变成褐色、软、湿，并流出橙褐色的清液，伴有恶臭味，发生原因主要是高温和通气不良。

(2) 蘑菇湿泡病的防治：一是搞好环境卫生，注意菇房清洁和覆土材料消毒，覆土材料消毒可用甲醛密闭薰蒸 36 小时；二是要选好栽培季节，第一潮菇出菇期温度避开 25℃ 以上高温；三要及时处理病斑，防扩散，并做好治虫防病，以防昆虫携带传播；五是药剂防治，可用 1:800 倍多菌灵或托布津喷洒。

2. 轮枝霉病(褐斑病、干泡病)

(1) 危害：主要发生于蘑菇，感染后产生褐斑，早期子实体发育不良，颜色灰白，幼菇感染成洋葱菇，中期有唇裂现象，质地较干，不流水滴，无难闻气味。

(2) 防治：采取有效防虫治病，病菇周围用 2% 甲醛、500 倍多菌灵或 1000 倍百菌清喷洒。

3. 鱼籽菌

(1) 症状及危害，粒状，园球状，乳白色，也叫尿素病。感染后培养料发酸发黑，菌丝疏而稀少。若早期感染，菌丝难于定植。发生的主要原因是培养料含水量过高和发酵不良。

(2)防治：搞好培养料的发酵工作，加强菇房管理，做好通风透气，发现感染时可用 50%多菌灵可湿性粉剂 800 倍喷雾。

(二)细菌性病害

1. 蘑菇细菌性斑点病

(1)危害：常在春菇后期，逢高温、高湿，特别是菌盖有水膜时极易发生，使菌盖产生褐斑，但不危害菌肉。

(2)防治：保持恒温，减少变温，喷水后加强通风，菌盖上不能有水珠残留，发病时用 1%漂白粉液喷雾。

2. 金针菇细菌性斑点病

(1)危害：菌盖上的病斑不规则，外圈颜色较深，呈深褐色，条件适宜时很多病斑连成一片，使菌柄、菌盖变黑褐色，质软，有黏液，最后整朵腐烂。

(2)防治：控制出菇温度不大于 15℃，发生时可用 1%的漂白粉液喷雾。

三、生理性病害与防治

(一)菌丝生长阶段

1. 菌丝徒长：当培养料中含 N 量偏高，菌丝大量进行营养生长，不扭结出菇的现象。主要预防方法是配好培养料，加强通风换气，产生菌皮时用器具挑去菌皮。

2. 菌丝萎缩：主要原因一是料害，料中 N 量偏高，产生氨中毒，二是水害，喷水过多，造成缺氧，三是温度过高烧菌。

(二)子实体阶段

子实体阶段发生的生理性病害主要是地雷菇、空心菇、硬开伞、死菇等，预防方法主要是加强管理。

第二节 食用菌主要虫害及其防治

食用菌害虫主要包括昆虫纲、蛛形纲和有害动物三大类。常见虫害主要有：菇蚊、菇瘿、跳虫、螨类、线虫类等。

一、食用菌害虫的主要防治措施

（一）菇场管理

菇场周围不良环境是造成食用菌有害生物大量发生的重要因素，选择良好的栽培场地以避免虫源，清洁栽培场地及菇房废弃的培养料以切断害虫侵入菇房的途径；袋料高温发酵，菇房熏蒸消毒在生产中能起到良好的预防作用；菇场的门窗应安装 60 目的尼龙纱网并在其面上经常喷洒除虫菊酯、鱼藤精等植物杀虫剂，以防成虫进入。

（二）物理防治

利用成虫的趋光性，用电子灭蚊器、高压静电灭虫灯及黑光灯诱杀成虫。菇房的进出口要保持黑暗，应随时关灯，阻止成虫飞入。食用菌干品可采用日光曝晒、烘干等降低含水量的方法以防止害虫的发生。微波是一种电磁波，物品可吸收微波的能量，转化为热能，使温度升高，达到干燥和杀灭害虫目的。

（三）化学防治

化学防治目前仍是防治食用菌害虫十分有效的方法。随着我国加入 WTO 后，国外对我国出口产品纷纷设置“绿色壁垒”，特别是日本，

仅食用菌农残限量要求就有 38 项（2007 年以前数据）。食用菌子实体生长周期短、直接食用，许多杀虫剂对其有毒害作用。当前，食用菌害虫化学防治的重点是筛选高效、低毒、低残留的农药品种和探索科学的施药方法。国家认证注册可用于食用菌害虫防治的药剂极少，许多农药在食用菌上被禁用。目前所用药剂多数选自于蔬菜和果树的一些高效、低毒、低残留的农药品种，如锐劲特、阿克泰、阿维菌素、苦参碱、除虫菊酯及鱼藤精等。密闭良好的菇房可用磷化铝熏蒸杀死菇房空间、床面和培养料中的害虫，熏蒸时间 24~27h，药量视菇房面积的大小而定。食用菌干品仓库也可用磷化铝熏蒸杀灭害虫。

（四）生物防治

随着科技的发展和人们生活水平的提高，生物防治成为今后的发展趋势。目前食用菌的生物防治主要是运用捕食性天敌、寄生性天敌和病原微生物。捕食性天敌主要有双草螨 (*Digamasellus fallax*)、粪寄螨 (*Parasitus fimetorum*) 和窄蛛螨 (*Arctoseiulus scetratus*) 等捕食性螨类，这些螨类能捕食双翅目、蜚蠊目和线虫纲的多种害虫。国内曾有人提出利用苏云金杆菌 (*Bacillus thuringiensis*) 等生物农药进行菌蚊的防治，因为它已相当广泛地应用在农作物害虫的生物防治上，这为食用菌害虫的防治提供了可借鉴的方法。

（五）综合防治

由于人工栽培的各种食用菌属腐生性真菌，其栽培的环境条件和营养基质均适宜害虫的发生，解决好菌种生产和栽培过程的虫(螨)害问题是获得高产优质食用菌的重要保证。综合防治对害虫来讲，要

求不单纯依赖一种方法，而是通过一系列的措施来减少虫口密度。总之，食用菌有害生物的防治，较理想、较安全的方法是搞好栽培场所的环境卫生，创造有利于食用菌生长而不利于害虫生长、繁殖的环境条件，做到“预防为主，防重于治”。

二、常见食用菌害虫及防治

(一) 闽菇迟眼菌蚊(又名：尖眼菌蚊、菇蚊、菌蛆、菇蝇)

1. 危害：主要发生于双孢蘑菇、凤尾菇、平菇、黑木耳、毛木耳、银耳、金针菇、香菇、茶树菇等。主要危害是幼虫取食菌丝体，造成菌丝萎缩，菇蕾枯萎，幼虫可从子实体基部钻蛀，造成窟窿，并伴有难闻腥臭味，成虫不直接危害子实体。

2. 防治：(1) 搞好卫生，减少虫源，门窗安装 60 目纱门、纱窗。(2) 灯光诱杀，可在菇房装一黑光灯或白炽灯，在灯下放一盆水，滴上几滴农药，白天开灯诱杀，晚上关灯。(3) 药剂防治，可用 25% 溴氰菊酯 1500-2000 倍液喷洒，在一批食用菌采收后施用，采收前 7 天禁用。

(二) 嗜菇瘿蚊(瘿蝇、小红蛆、菇蝇)

1. 危害：所有食用菌都可受其危害，主要是取食菌丝，钻蛀子实体，引起烂菇，严重时颗粒无收。

2. 防治：同菌蚊，也可对培养料停止喷水，使幼虫停止生殖和缺水死亡。

(三) 蚤蝇(厩蝇、粪蝇、菇蛆、菇蝇)

1. 危害：主要危害双孢蘑菇、凤尾菇、平菇、银耳、木耳等。

2. 防治：同菌蚊，接种后关好门窗，以防成虫飞入菇房内繁殖造成危害。

(四) 食菌大果蝇

1. 危害：主要发生于蘑菇、平菇、银耳、木耳等，幼虫取食菌丝体和子实体，当危害木耳类时可造成流耳。

2. 防治：(1) 同菌蚊；(2) 可在菇房悬挂敌敌畏药液布条，击到果蝇；(3) 可用酒:糖:醋:水=1:2:3:4 加几滴敌敌畏进行诱杀。

(五) 星狄夜蛾

1. 危害：主要是幼虫取食菌丝和子实体，并排出大量粪便，影响菌丝生长扭结，污染菇体，降低品质。

2. 防治：安装纱门纱窗，可用 20%速灭杀丁或菊酯类 5000—8000 倍液喷杀。

(六) 跳虫

1. 危害主要是取食菌丝，有时也钻蛀子实体，降低商品价值。

2. 防治可用 0.1% 的鱼藤精或 1:150-200 除虫菊喷洒。

(七) 螨类(菌虱、红蜘蛛)

1. 危害：能危害所有食用菌，主要是咬断菌丝，咬食小菇蕾，也可直接危害子实体，并能使人全身奇痒难忍，产生过敏反应。

2. 防治：(1) 菇房彻底消毒，杜绝虫源；(2) 停止出菇管理，用敌敌畏密闭熏蒸菇房；(3) 可用 1500 倍菊乐合酯喷杀。

(八) 线虫

1. 危害：主要是咬食菌丝体，为其它病虫害的入侵创造条件，诱

发各种病虫害交叉感染。

2. 防治：(1)可用蒸汽、培养料堆温、热水浸泡来杀灭线虫；(2)使用清洁水源，可在水中加入适量明矾净化水质；(3)药剂可用 1:500 倍马拉松乳液喷杀。

第九章 食用菌的储藏与加工

采摘后的新鲜食用菌，常温下易腐烂变质，在包装和运输过程中也容易破损，降低质量，造成损失。在生产旺季，食用菌主要是鲜销，

大量生产的、一时销售不了的，必须做好保鲜和储存。以调节、丰富市场供应。

第一节 食用菌的储藏

食用菌的贮藏主要是保鲜贮藏法

一、冷藏法

温度是影响农产品呼吸作用的最主要因素。在 5~35℃ 内，温度每上升 1℃，呼吸强度即增大 3 倍，结果使环境温度上升更高。但冷藏温度也不宜过低，通常控制在 0~8℃ 之间。

冰冷在生产上最常用，将食盐或氯化钙加入冰中，把冰放置在贮藏食用菌的上方。

二、气调贮藏法

其原理是降低 O₂ 浓度，增加 CO₂，从而抑制呼吸作用。O₂ 浓度低于 1% 可抑制食用菌开伞，在 5% 时刺激开伞；高浓度的 CO₂ 能抑制食用菌开伞，但 CO₂ 浓度太高又会促进食用菌无氧呼吸，产生毒害。

气调方法：（1）将食用菌放入有一定透明性的容器内，让其自然降氧；（2）人工降氧法，即充入二氧化碳和氮气。

气调与冷藏结合效果会更好。

三、辐射处理

应用钴 60 或钷 137 放出的 γ 射线为放射源，对食用菌进行辐射处理，可使其体内的水和其他物质发生电离，产生游离基或离子，能有效的抑制食用菌开伞，延缓菌体变色过程，杀死或抑制腐败微生物

和病原物，从而起到保鲜作用，结合冷藏效果更好。辐射应控制好剂量，以 20 万拉德较为适宜。

四、植物激素处理法

有些激素可以抑制食用菌的呼吸，延缓衰老，延缓贮藏时间；有些激素还可以抑制食用菌开伞。可选用的激素有：矮壮素(ccc)、2.4-d、青鲜素(mh)、吲哚乙酸(iaa)、萘乙酸(naa)等，使用浓度因不同菌类而异，一般为几个至几百个 ppm。

第二节 食用菌常用加工方法

一、干制加工法

干制的一种方法是晒干，将鲜菇(耳)薄薄地摊在苇席或竹帘上，放在太阳下暴晒至干，摊晒时要注意勤翻动，小心操作，以防破损，一般鲜菇有两个大晴天即可晒干，晒干后装入塑料袋中，迅速密封后即可贮藏。但并不是所有食用菌都适合干制加工，如蘑菇干制后鲜味和风味都不及鲜菇；平菇、猴头菇、滑菇一般以鲜吃为好；金针菇虽然可以干制，但也以鲜食为好，如果干制，应先在锅内蒸煮 10 分钟再干制；而香菇、黑木耳、银耳则主要以干制为主。

另一种方法是烘干，将鲜菇放在烘箱、烘笼或烘房中，加热或干燥，温度保持 60~65℃，控制温度上下波动不要大于 7℃。如采用烘房烘干的，应间隔 5~6 小时打开通气孔通风排湿一次，时间 10~15 分钟。直至烘干后装袋贮藏。

二、腌制加工法

将食用菌放入高浓度的食盐溶液中，食盐产生的高渗透压使得食用菌体内、外所携带的微生物等杂菌处于生理干燥状态，原生质收缩，这些杂菌微生物虽未被杀死，但也不能活动，保证了食用菌久藏不腐。主要有蘑菇、平菇、猴头菇、滑菇等采用腌制加工法。

三、罐藏加工法

将食用菌的子实体密封在容器里，经高温处理后将其中绝大部分微生物杀死，同时防止外界微生物再次入侵，以获得食用菌在室温条件下长期保存。所有食用菌都可以加工成罐头，但加工最多的是蘑菇、草菇、银耳、猴头等。