

食用菌栽培技术

SHI YONG JUN ZAI PEI JI SHU



殷利武 王玲娜 主编
刘佃林 主审



北京交通大学出版社

<http://www.bjtup.com.cn>

食用菌栽培技术

殷利武 王玲娜 主编

刘佃林 主审

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本教材对食用菌基本知识进行系统而简明的介绍,重点结合近年来食用菌栽培技术所取得的研究成果和先进经验,阐述了食用菌菌种制作和多种常见食用菌栽培管理技术。并对食用菌病虫害防治等方面也做了较为详尽的论述。全书共设4个模块,下设项目,每一个项目开头有知识目标和技能目标,结尾附有项目小结,以及练习与思考,并在项目中安排了食用菌栽培的各项任务,加强了实践动手能力的训练,重点突出可操作性和实用性,符合当前高职高专院校教育教学改革的实际需要。本书最后部分增加了基础知识和扩展知识内容,以满足学生自学的需求。另外,本书附录部分配有全书技能训练习题和解答。

本教材可作为高职高专院校生物技术、食品生物技术和园艺技术专业学生的教学用书,也可作为食用菌栽培技术人员及食用菌栽培爱好者的参考用书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培技术 / 殷利武, 王玲娜主编. —北京: 北京交通大学出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-5121-2383-0

I. ①食… II. ①殷… ②王… III. ①食用菌-蔬菜-园艺 IV. ①S646

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第207361号

责任编辑: 贾慧娟 特邀编辑: 高 军

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编: 100044

印刷者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 18.75 字数: 468千字

版 次: 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-2383-0/S·4

印 数: 1~2000册 定价: 40.00元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

编 委 会

编委会主任：贾 润

编委会成员：余丽霞 梁 伟 侯 涛

主 编：殷利武 王玲娜

前 言

本教材按照“任务驱动、项目导向”的设计思想，以推进未来职业教育发展为导向，以促进学生就业或创业为设计理念，以完成食用菌生产为驱动，注重加强理论与实践的结合，在掌握“必需、够用”的食用菌栽培基本理论同时，能够进行娴熟的栽培操作，突出实践性教学，并按照“教、学、做一体化”的教学模式组织开展教学。

本教材根据食用菌实际生产过程、岗位职责（菌种培育工、食用菌生产工）和学生自主创业所需，确定课程教学模块和内容。各教学模块和内容以“理论必需、强化技能”为原则，突出实用、突出技能。全书内容分为四个模块，各教学模块内容的针对性及适用性如下：第一模块为食用菌生产基础，主要介绍食用菌生产概况、形态发育、生活条件等基础知识，是食用菌制种、栽培、管理、加工的理论依据，是培养技能型人才和食用菌从业人员能力素质的基本要求。第二模块为食用菌菌种生产技术，主要介绍了菌种生产基础和食用菌一、二、三级菌种制作技术，其中包含培养基的配制、分装灭菌、接种、培养等多项专业技能，它既是食用菌生产的基本前提。第三模块为食用菌栽培技术，主要以平菇、香菇、双孢蘑菇、金针菇为代表来讲授各种类型食用菌的多种栽培管理技术（其中，平菇是大众化菇种，可进行生料、熟料、发酵料栽培；香菇是传统菇种、地方特色菇种，是木腐菌的代表；双孢蘑菇也是传统菇种、地方特色菇种，它是草腐菌的代表；金针菇可进行工厂化栽培）。第四模块为食用菌栽培技术测评，介绍了食用菌栽培课程的考核方法和标准，主要是为了检验学生在经过食用菌栽培技术课程学习后，对食用菌栽培基本知识和技术的掌握程度，并对学生学习效果进行评定。

根据高职高专培养目标和职业教育对象的特点，突破了传统教材的编写模式，围绕食用菌生产的岗位职责所需要的知识、能力、素质要求选取内容，以模块的方式将食用菌生产分成不同的任务，通过理论和实践一体化教学来完成。每个模块中设置的项目都是当前以及未来食用菌生产需要的技能。首先提出生产任务，然后按照生产工艺流程展开教学，使学生以技术员的身份参与到全程的生产管理过程中，在真实的生产实践情境下逐步引导

学生完成学习任务。本教材不仅关注学生职业成长，全面提升学生素质，更重要的是满足学生个人发展需求，为未来就业和自主创业奠定良好的基础。

本教材还增加基础知识和扩展知识的内容，以满足学生的自学需求，并扩展课程外食用菌方面的其他知识。另外，本书附录部分还配有全书相关技能训练习题和解答。

本教材的内容安排紧密，围绕“职业能力培养”这条主线，通过任务驱动、项目导向、创业实践的方式，将理论知识学习、职业技能训练和实际工作经历三者结合在一起，使学生在完成实际工作的过程中自觉培养和提高职业素养。

本教材注重基本技术的实训和制种能力、栽培能力的培养，使学生了解菌丝的形态结构；掌握制种过程中的基本技术和方法，具备制作母种、原种和栽培种的能力；掌握食用菌生产中的主要技术和病虫害防治方法，具备当前主要栽培品种的栽培能力和生产经营能力，进而培养学生具备独立进行食用菌生产的能力。

由于编者水平有限，编写时间仓促，难免有不妥之处，敬请各位专家、同行和广大读者批评指正。

编 者
2015 年 9 月

目 录

第一模块 食用菌生产基础	1
项目一 食用菌概述	1
任务1 认识食用菌	1
任务2 学好食用菌栽培技术	2
项目二 食用菌生物学基础	4
任务1 显微镜观察技术	5
任务2 观察食用菌的形态特征	6
第二模块 食用菌菌种生产技术	10
项目一 菌种生产基础知识	10
任务1 熟悉菌种生产类型及生产流程	11
任务2 认识菌种生产的基本设备	12
任务3 消毒与灭菌	19
项目二 食用菌一级菌种制作技术	23
任务1 制作食用菌一级菌种培养基	23
任务2 分离食用菌的组织	28
任务3 食用菌一级菌种的扩大培养	30
任务4 食用菌一级菌种质量鉴定	31
任务5 食用菌菌种的保藏技术	34
项目三 食用菌二、三级菌种制作技术	37
任务1 制作食用菌二、三级菌种	38
任务2 食用菌二、三级菌种的质量鉴定	41
第三模块 食用菌栽培技术	44
项目一 平菇栽培技术	44
任务1 平菇的熟料袋栽栽培	45
任务2 平菇的生料袋栽栽培	48

任务3 平菇的发酵料袋栽栽培	52
项目二 黑木耳栽培技术	56
任务 黑木耳的熟料袋栽栽培	57
项目三 香菇栽培技术	60
任务 香菇的熟料袋栽栽培	60
项目四 双孢蘑菇栽培技术	63
任务 双孢蘑菇的栽培	64
项目五 金针菇栽培技术	68
任务 金针菇熟料的瓶栽(袋栽)栽培	69
第四模块 食用菌栽培技术测评	72
项目一 食用菌栽培实验技能的测评	72
任务1 基本实验技术的测评	72
任务2 实验实训考核办法	74
项目二 实验设计及实施能力的测评	75
任务1 学习理解实验设计的原则和方法	75
任务2 自主设计实验	78
基础知识	81
一 显微镜的构造	81
二 食用菌的基本结构	83
三 培养基配制技术	90
四 消毒灭菌技术	93
五 一级菌种培养基	99
六 菌种分离	104
七 一级菌种的扩大培养	112
八 食用菌一级菌种质量鉴定	116
九 食用菌菌种的保藏技术	118
十 食用菌二、三级菌种培养基配制技术	121
十一 食用菌二、三级菌种的培养	129
十二 平菇熟料袋栽	131
十三 平菇生料袋栽	137
十四 平菇发酵料袋栽	141
十五 黑木耳代料栽培技术	143

十六	香菇代料栽培技术	149
十七	双孢蘑菇的室内层架式栽培	156
十八	金针菇袋栽技术	167
十九	金针菇瓶栽技术	172
扩展知识		174
一	认识食用菌	174
二	野生食用菌不能人工栽培的原因	177
三	食用菌繁殖方式及生活史	178
四	食用菌的营养	179
五	食用菌的环境条件	182
六	环境因素的综合调控	188
七	食用菌栽培	189
八	菌种退化和复壮	194
九	菌种成活率分析	196
十	食用菌的选购	197
十一	平菇的概述	199
十二	平菇发菌阶段常见问题及解决办法	204
十三	黑木耳的概述	209
十四	段木栽培黑木耳技术	211
十五	黑木耳栽培常见问题及预防措施	214
十六	香菇的概述	215
十七	段木栽培香菇技术	220
十八	香菇栽培常见问题及预防措施	226
十九	双孢蘑菇概述	229
二十	室外栽培双孢蘑菇	231
二十一	双孢蘑菇的出菇管理	235
二十二	金针菇的概述	237
二十三	金针菇生料栽培技术	241
二十四	金针菇异常现象	242
附录 A 食用菌栽培技能训练习题与解答		245
参考文献		290

第一模块 | 食用菌生产基础

项目一 食用菌概述



知识目标

1. 熟悉食用菌的概念、分类地位，以及食用菌与毒菌的区别。
2. 了解食用菌的种类、分布、营养保健价值及食用菌栽培的特点和发展前景。



技能目标

1. 培养对食用菌生产初步认识的能力。
2. 培养对食用菌栽培技术课程学习的兴趣。

任务1 认识食用菌

食用菌是一种营养丰富、味道鲜美的保健食品，含有较高的蛋白质、碳水化合物、多种氨基酸和多种维生素等营养成分，具有防癌、抗癌、防止多种疾病的功能，是一种健康无任何污染的绿色食品。食用菌的多重保健和医疗功效，成为人类健康保证的重要生物源，特别是它已经成为解决人类日益扩大的亚健康人群健康问题的天然药物，是人类健康和增强体质的重要食物。不论是人类食物保证、生态环境保护还是健康需求，食用菌都是最具发展前景的产业。

过去食用菌都是靠自然野生，采集困难产量少，随着科学技术的发展，我国 20 世纪 70 年代初开始人工栽培，80 年代进入了发展阶段，目前中国食用菌产业迅猛发展，已形成相当大的规模，我国食用菌产量占世界总产量的 65% 以上，是世界上食用菌生产大国和出口大国。

食用菌人工栽培技术其实并不复杂,只要能控制好生产及环境条件,就容易获得稳定、可靠的产量,因此具有较高的经济效益。

① 栽培条件 栽培方面的条件首先是资金,根据资金决定生产规模,一般是第一年投资较高,以后投资较低。除了资金以外,主要是栽培管理技术。

② 气候环境条件 食用菌栽培选择温度适宜的种植区域至关重要。一般除干旱、高温、沙漠地区以外,其余地区都可栽培,它的自然适宜生长温度一般在 $5\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间。我们要根据不同的品种安排不同的生产季节,使每个品种出菇时都处于最佳的温度时期,这样有利于高产、稳产。

在自然条件下,不同品种的出菇期略有差异,大多数中低温型食用菌生产季节为每年9月至次年3月,出菇期为10月至次年5月;而高温型食用菌生产季节应为每年3月至5月,出菇期为5月至9月,因此很多品种都能常年生产。

③ 栽培原料 食用菌的生产原料很广、来源丰富,主要原料有木屑、棉籽壳、玉米芯、甘蔗渣、稻草、麦草或所有农作物秸秆、牛、马、羊粪等,都可作为食用菌栽培的主要原料,其中只要有1~2种原料即可栽培,一般每千克原料可产鲜菇0.5 kg左右,生产成本很低。生长周期一般在2~6个月,很多食用菌品种都可常年生长。

④ 食用菌栽培的品种有 香菇、银耳、黑木耳、毛木耳、蘑菇、金针菇、平菇、凤尾菇、草菇、姬松茸、双孢菇、鸡腿菇、灰树花、杏鲍菇、白灵菇、茶薪菇、阿魏菇等,还有很多珍稀名贵品种正在研究开发之中。

⑤ 经济效益 食用菌栽培技术具有投资低、见效快、收益大的特点,与此同时它的原材料来源丰富、生产设备简单,操作技术容易掌握,产品销路好,因此受到中小型投资者的青睐。投资规模大小,一般根据资金多少而定,生产成本仅占产值的50%左右,资金多少都可进行栽培,但规模越大,成本越低。

食用菌最大的前景在于产品的深精加工,由于目前我国食用菌主要是以产品出口为主,深精加工方面还是一个空白,如能从食用菌中提取出氨基酸、蛋白质、多糖等营养成分及具有药用价值的化学成分,并将其用于医药、饮料、保健品、化妆品及功能性食品等行业,将会发挥巨大的作用。



学习资料

扩展知识 一、二、三

任务2 学好食用菌栽培技术

食用菌栽培技术属于应用科学,是一门实践性较强的课程,学好栽培技术,第一,必

须要掌握一定的食用菌的基本理论、知识、概念，掌握食用菌栽培的基本环节及基本操作技能；第二，要加强实践学习，在“做”中学，结合实践掌握必要的生产管理技能，在实践中要勤动脑、多动手，理论联系实际，在实践中不断学习和提高；第三，在理论学习和实践过程中，要以严谨的科学态度，逐步学会观察问题、分析问题和解决问题。

1. 明确学习目的

通过本课程的学习，第一，要对食用菌建立浓厚的兴趣，树立从事食用菌产业的志向，在学习过程，先对食用菌有一个初步的了解，包括产业概况、食用菌栽培历史、食用菌的营养价值等。第二，要掌握食用菌的生物学地位、形态特征、食用菌栽培的营养和环境条件等。第三，要掌握食用菌栽培的基本环节及基本操作技能，掌握各级菌种的制作、培养料处理、灭菌、接种、培菌和出菇管理等整个过程。能灵活运用所学知识、技能从事食用菌菌种生产、栽培管理、保鲜加工、菌品营销等工作，为就业和自主创业奠定良好的基础。

2. 端正学习态度

充分认识食用菌生产的意义，自觉培养对本课程的学习兴趣，明白“实践出真知”的道理，做好吃苦耐劳的思想准备。只有勤奋、踏实、善学、好学才能掌握真正的技术和本领。

3. 掌握学习方法

理论课认真听讲，理解记忆；实践课积极动手，勤于思考；课后充分利用课程网站和图书资料自主学习；遇到疑难问题及时与老师沟通交流并解决；通过分析比较找出各级菌种制作技术和各种食用菌栽培管理技术的异同点，挖掘其规律性；不断对课程内容进行归纳总结、分析提炼，使课程知识系统化、清晰化、简单化。

今后从事食用菌栽培过程会遇到书本上没有明确答案的难题，应多从物种进化的角度和野生状态去分析，因为每种菇都是从大自然进化而来的，都带有千百万年稳定的特性。例如，如何理解食用菌菌丝生长不需要光照这个特性，这是因为，在野生状态下，食用菌的菌丝都生长在木头、泥土或草丛中，这个生长过程都是在无光照或弱光照状态下进行的，另外，食用菌菌丝没有叶绿体，不能进行光合作用，所以在栽培过程尤其是菌丝培养过程要注意遮光；而子实体大多都生长在暴露的空气中，往往有一定的散射光照刺激。这种习性在亿万年的进化过程中被固定下来，我们在栽培管理中，就要尽可能制造出与其接近的环境，才能满足食用菌的生长要求。

4. 积极参与实践

珍惜本课程安排的各种实践机会，并利用课余时间参与实验室建设、实验准备、基地

生产管理和食用菌兴趣小组活动。积极参与食用菌市场调查和宣传咨询活动,尽可能利用寒暑假期间尝试食用菌栽培实践和到企业锻炼,进而巩固课堂知识,强化各项技能,提高个人能力,锤炼个性品质。

项目小结

本项目着重介绍了食用菌的概念、食用菌的种类和分布、营养保健价值、食用菌的生产概况,以及食用菌栽培的特点和发展前景。食用菌营养丰富,富含人体所需的氨基酸、矿物质及维生素,并具有防病、治病的功效。中国是认识和利用食用菌最早的国家,自20世纪70年代以来,我国在科研及生产模式等方面进行了大量的开拓性工作,现已成为世界上食用菌生产和出口的大国。



练习与思考

1. 什么是食用菌?其分类地位如何?
2. 试述食用菌营养保健价值和药用价值。
3. 简述中国食用菌的发展趋势。
4. 试述食用菌栽培的特点。
5. 如何学好食用菌栽培技术?

项目二 食用菌生物学基础



知识目标

1. 掌握食用菌的基本组成及其形态结构特点。
2. 了解食用菌的繁殖方式及生活史过程,理解其基本概念。
3. 了解食用菌的营养类型。
4. 熟悉食用菌在生长发育过程中所需要的营养条件和环境条件,并了解在生产中控制解决的办法,为食用菌制种及栽培管理打下理论基础。
5. 熟悉显微镜的构造、使用方法及注意事项。



技能目标

1. 掌握食用菌宏观形态特征观察能力。
2. 能够在显微镜下进行子实体和菌丝体微观结构的观察。

任务1 显微镜观察技术

一、任务目的

- 了解显微镜的构造。
- 掌握光学显微镜的使用方法。

二、材料和仪器

显微镜、装片或切片、擦镜纸、纱布、二甲苯等。

三、任务实施

1. 显微镜的取送和放置

显微镜平时存放在柜或箱中，用时从柜中取出，右手握紧镜臂，左手托住镜座，将显微镜轻轻地放在自己左肩前方的实验台上，距离桌边 3~6 cm 为宜，方便用左眼进行观察。同时使显微镜正对光源（镜内有照明装置则不必），白天采用天然光源，阴天或晚上观察可用日光灯作光源。

2. 对光

把聚光器上升到上端透镜平面稍低于载物台的刻度，将光圈开到最大。逆时针方向转动粗调节器，使镜筒上升，再转动物镜转换器，把低倍镜转到工作的位置，此时应有手感，即对准载物台的光孔。用左眼接近目镜观察，同时调节平面反射镜，使光线射入物镜。调节聚光镜和可变光阑，使视野内得到最亮和最均匀的照明。用低倍镜时，聚光器可适当降低，光强时可变光阑可适当缩小，有的显微镜用高倍镜或油镜时，聚光镜可适当调高，可变光阑孔可适当放大。

3. 低倍镜的使用

将标本片放在载物台上，顺时针方向转动粗调节器，使镜筒慢慢下降，同时两眼从外侧注视物镜镜头，当物镜镜头与载物台的玻片相距 2~3 cm 时停止。用左眼向目镜内注视（注意右眼应该同时睁开），逆时针转动粗调节器使镜筒慢慢上升，仔细观察视野的变化，

若发现有物象闪过,则略回转到模糊物象,即改用细调节器,往返旋转,直至物象最清晰,可移动载玻片进行观察。

4. 高倍镜的使用

在低倍镜找到清晰物象后,要进一步观察内部结构,可移动物镜转换器,转换高倍镜或油镜,再进行调焦,直到观察到清晰物象为止。高倍镜距载玻片 1 mm,使用油镜首先在标本上加一滴香柏油,油镜距载玻片 1 mm 以下而又未与载玻片相碰的距离。在使用高倍物镜和油镜时注意切勿与载玻片相碰,而造成镜损事故。

5. 观察完毕,将镜筒升高,取下载玻片

使用油镜时需要用擦镜纸将油用二甲苯擦净。将物镜旋至八字形后,降至接近载物台,以纱布擦净显微镜镜身后放入箱内。

四、显微镜保养和使用中的注意事项

① 不准擅自拆卸显微镜的任何部件,以免损坏。镜筒上必须插上目镜,以免灰尘进入镜筒内。

② 镜面只能用擦镜纸或绸布擦,不能用手指或粗布擦,以保证镜面的光洁度。

③ 观察标本时,必须依次用低倍镜、中倍镜、高倍镜最后用油镜,当目视接目镜时,切不可使用粗调螺旋来下降镜筒,尤其是使用油镜时更应注意这一点,以免物镜碰到玻片损伤镜面或压碎玻片。

④ 观察时,两眼睁开,养成两眼能够轮换观察的习惯,以免眼睛疲劳。并且能够在左眼观察时,右眼注视着绘图。

⑤ 拿显微镜时,一定要右手拿显微镜,左手托镜座,不可单手拿,更不可倾斜拿动。



学习资料

基础知识 一

任务 2 观察食用菌的形态特征

一、任务目的

- 认识和掌握常见食用菌子实体和菌丝体的形态特征。
- 学会观察双核菌丝及其锁状联合的方法。

- 初步掌握显微镜的操作技术。

二、任务原理

食用菌其形态结构都是由菌丝体和子实体两部分组成。认识和掌握食用菌菌丝体及子实体的形态特征是进行食用菌生产的基础。但要想看到并观察食用菌菌丝体和子实体的微观结构，必须借助显微镜放大后才能看清。

三、材料与仪器

新鲜的食用菌、浸、干制标本。显微镜、载玻片、盖玻片、镊子、解剖刀、解剖针、解剖剪等。

四、任务实施

1. 识别常见食用菌的形态特征

识别香菇、双孢蘑菇、平菇、猴头菇、口蘑、木耳、竹笋、草菇、银耳、金针菇等形态特征。

取平菇、香菇观察其子实体的组成部分及其形态特征。

2. 菌丝体形态结构观察

(1) 菌丝体宏观形态结构观察

观察平菇、猴头菇、蘑菇、木耳、草菇、银耳、金针菇等食用菌的试管菌种或 PDA 平板上生长的菌落形态，比较其气生菌丝体的生长情况，并观察菌落表面是否产生无性孢子。

观察菌丝体的组织体：蘑菇菌柄基部的菌丝束，香菇的菌膜等。

(2) 菌丝体微观形态结构观察

将清洁的载玻片中央滴半滴水。

用接种针或解剖针在试管斜面或培养料内挑取少许菌丝体置于载玻片液滴中，并用接种针或解剖针将菌丝体挑开使之分散。

用镊子加盖玻片，注意避免产生气泡。

用高倍镜观察双核菌丝体及锁状联合的形态构造。

3. 食用菌子实体形态结构观察

(1) 食用菌子实体宏观形态观察

观察其子实体的组成部分及其形态特征。

用解剖刀纵切子实体观察其菌盖组成。菌肉的颜色、质地、菌褶形状和着生情况（离

生、延生、直生、弯生)。

观察其菌柄的组成、菌柄的质地，是中实或是中空。

(2) 食用菌子实体微观形态观察

选择新鲜幼嫩的子实体→菌盖上取一小块菌褶置于左手，右手持刀片→横切菌褶若干薄片放入有蒸馏水的培养皿中→取载玻片在中央加半滴蒸馏水→用小镊子小心而轻快地在水内将切下的薄片挑起→放入载玻片水滴→染色加盖玻片→置显微镜下先用低倍镜，再用高倍镜观察菌褶两侧子实层，担子和担孢子着生情况和结构。

五、实验报告

(1) 结果分析：① 如果在显微镜下未找到目标试分析原因。② 如果显微镜不能正常使用，试分析出现故障的原因。

(2) 问题讨论：① 在使用显微镜过程中应注意哪些问题？② 在进行肉眼观察子实体宏观结构时应从哪些方面进行？③ 在用显微镜观察子实体结构时应观察哪些特征？如何观察？

六、思考与作业

(1) 绘制香菇或平菇子实体形态及纵剖面简图，并注明各部位名称。

(2) 使用显微镜时应特别注意哪些问题？



学习资料

基础知识 一、二

扩展知识 四、五、六、七

项目小结

本项目介绍了与食用菌生产有关的食用菌形态、生理、生态等方面的内容以及普通光学显微镜的相关知识。

食用菌是由菌丝体和子实体两部分组成的。菌丝体是由无数纤细的菌丝交织而成的丝状体或网状体，是食用菌的营养器官。主要功能是分解基质，吸收、转化并输送营养和水分，供子实体生长发育需要。菌丝按其发育过程和生理作用可以分为三种类型：即初生菌丝、次生菌丝和三次菌丝。子实体是真菌进行有性生殖产生孢子的结构，其功能主要是产生孢子，繁殖后代，也是人们主要食用的部分。