



 21 世纪

农业部高职高专规划教材

食用菌栽培

常明昌 主编

农艺 园林 园艺 林学类专业用

中国农业出版社

出版说明

高 职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，近年来高职高专教育有很大的发展，为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才。当前，高职高专教育成为社会关注的热点，面临大好的发展机遇。同时，经济、科技和社会发展也对高职高专人才培养提出了许多新的、更高的要求。但是，通过对部分高等农业职业技术学院、中等农业学校高职班教学和教材使用等情况的了解，目前农业高职高专教育教材短缺，已严重影响了当前教学的开展和教育改革工作。针对上述情况，并根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》的精神，中国农业出版社受农业部委托，在广泛调查研究的基础上，组织有关专家制定了 21 世纪农业部高职高专规划教材编写出版规划。根据各校有关专业的设置，按专业陆续分批出版。

教材的编写是按照教育部高职高专教材建设要求，紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才，即培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的，德、智、体、美全面发展的高技术应用性专门人才。教材定位是：基础课程体现以应用为目的，以必需、够用为度，以讲清概念、强化应用为重点；专业课加强针对性和实用性。相信这些教材



的出版将对培养高等技术应用性专门人才，提高劳动者素质，对建设社会主义精神文明，促进社会进步和经济发展起到重要的作用。

21 世纪农业部高职高专规划教材突出基础理论知识的应用和实践能力的培养，具有针对性和实用性。适用于全国农林各高等职业技术学院、农林大学成教学院、高等农林专科学校、农林中专学校的高职班师生和相关层次的培训及自学。

在规划教材出版之际，对参与教材策划、主编、参编及审定工作的专家、老师以及支持教材编写的各高等职业技术学院、农业中专学校一并表示感谢！

中国农业出版社

2002 年 2 月

编写说明

BIANXIESHUYING

食

用菌是人类理想的健康食品。发展食用菌生产是一项投资少、见效快、能变废为宝、丰富菜篮子工程的新兴农业，这对于农民脱贫致富、农业产业结构调整和出口创汇有着重要意义。

本教材是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》及《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的精神和要求进行编写的。供农业高职高专农艺、园林、园艺、林学、种植专业教学使用，也可供农林大学本科、中专院校广大师生参考。

为了满足我国南北方不同地区的教学需要，在主要食用菌的教学内容安排上，以典型食用菌和传统教学为主，并适当增加了新栽培技术的内容，同时，将一些发展前景较好的食用菌及栽培技术也编入教材中，以供各学校选择教学。

编者根据多年来从事食用菌教学、科研和技术开发的切身体会，特别是食用菌的大规模生产、栽培技术培训、实用技术推广的经验，参阅了国内外有关文献资料，吸取了全国各地的先进经验而完成此书。

在编写过程中，编者始终坚持实践是检验真理的惟一标准，实事求是，注重理论联系实际，力求技术要适合中





国的国情，简单易行，经济有效，对食用菌大规模生产具有指导意义，并能行之有效；力求深入浅出，较为全面系统地介绍了食用菌的基础理论和实用栽培技术，从而为学生及广大食用菌爱好者更好地掌握食用菌栽培技术起到抛砖引玉的作用。

本教材共分 15 章，常明昌同志担任主编，撰写了绪论、第 1 章、第 4 章、第 6 章、第 15 章及全书插图的绘制和修改；沈淑平担任副主编，撰写了第 3 章、第 12 章和实训指导；周希华撰写第 2 章和第 8 章；张淑霞撰写第 7 章和第 9 章；何培新撰写第 10 章、第 11 章和第 14 章；魏天儒撰写第 5 章和第 13 章。本教材由著名真菌学家、山西省政协副主席刘波教授主审。在编写过程中，自始至终得到同行及朋友们的大力支持和帮助，在此一并致谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 11 月



目 录

出版说明
编写说明

绪 论 1

第一节 食用菌概述	1
第二节 发展食用菌生产的意义	2
一、为人类提供理想的健康食品	2
二、充分利用自然资源变废为宝	4
三、活跃山区经济	4
第三节 我国食用菌业	4
一、我国食用菌业的概况	4
二、我国食用菌业的发展趋势	5
► 复习思考题	5

第 1 章 食用菌的形态与分类 6

第一节 食用菌的形态结构	6
一、菌丝体的形态	6
二、菌丝的组织体	8
三、子实体的形态	9
第二节 食用菌的分类	13
一、食用菌在生物中的分类地位	13
二、食用菌的种类	14
► 复习思考题	18



第2章 食用菌的生理生态 19

第一节 食用菌的营养	19
一、营养物质	19
二、生理类型	21
第二节 食用菌的理化环境	22
一、温度	22
二、水分和湿度	23
三、酸碱度	24
四、氧与二氧化碳	25
五、光照	25
第三节 食用菌的生物环境	26
一、食用菌与微生物	26
二、食用菌与动物	27
三、食用菌与植物	27
▶ 复习思考题	28

第3章 食用菌消毒灭菌 29

第一节 培养基质的消毒灭菌	29
一、热力灭菌	29
二、拌药消毒	31
第二节 接种与培养环境的消毒灭菌	31
一、消毒杀菌剂	31
二、表面消毒杀菌	32
三、室内空间杀菌	33
四、室外培养环境的消毒	34
▶ 复习思考题	34

第4章 食用菌菌种生产 35

第一节 食用菌菌种概述	35
一、菌种的概念	35
二、菌种的类型	35
第二节 食用菌制种的条件	36
一、食用菌制种程序	36
二、制种的设备和条件	36



第三节 食用菌菌种的培养基	39
一、培养基	39
二、母种常用的培养基	39
三、原种和栽培种常用的培养基	41
第四节 食用菌菌种分离	43
一、接种箱和超净工作台的使用	43
二、无菌操作及转管	43
三、菌种的分离	45
第五节 食用菌菌种制作	48
一、培养基的选择与制备	48
二、接种	49
第六节 食用菌菌种的培养	50
第七节 食用菌菌种质量的鉴定	51
一、母种质量的鉴定	52
二、原种和栽培种质量的鉴定	52
第八节 食用菌菌种保藏	54
一、斜面低温保藏	54
二、液体石蜡保藏	54
三、滤纸保藏	55
四、自然基质保藏	55
► 复习思考题	56

第5章 平菇栽培

第一节 概述	57
第二节 生物学特性	57
一、形态特征与生态习性	57
二、生活条件	58
第三节 常见的栽培品种	59
第四节 栽培技术	59
一、熟料袋栽	60
二、发酵料袋栽	64
三、生料袋栽	66
► 复习思考题	67

第6章 香菇栽培

第一节 概述	68
--------------	----



第二节 生物学特性	69
一、形态物征与生态习性	69
二、生活条件	69
第三节 常见的栽培品种	71
第四节 栽培技术	71
一、段木栽培	71
二、代料栽培	75
三、其他栽培方法	81
► 复习思考题	82

第 7 章 金针菇栽培

第一节 概述	83
第二节 生物学特性	84
一、形态特征与生态习性	84
二、生活条件	84
第三节 常见的栽培品种	85
第四节 栽培技术	85
一、袋栽	86
二、瓶栽	90
► 复习思考题	92

第 8 章 蘑菇栽培

第一节 概述	93
第二节 生物学特性	94
一、形态特征与生态习性	94
二、生活条件	94
第三节 常见的栽培品种	96
第四节 栽培技术	96
一、栽培季节及菌种的准备	96
二、菇房与菇床的设置	97
三、培养料的配制	98
四、播种	102
五、管理	103
► 复习思考题	108



第9章 草菇栽培 109

- 第一节 概述 109
- 第二节 生物学特性 109
 - 一、形态特征与生态习性 109
 - 二、生活条件 110
- 第三节 常见的栽培品种 111
- 第四节 栽培技术 111
- 复习思考题 114

第10章 木耳栽培 115

- 第一节 概述 115
- 第二节 生物学特性 116
 - 一、形态特征与生态习性 116
 - 二、生活条件 116
- 第三节 常见的栽培品种 117
- 第四节 栽培技术 117
 - 一、棚架吊袋栽培 117
 - 二、立式地栽 120
- 复习思考题 121

第11章 银耳栽培 122

- 第一节 概述 122
- 第二节 生物学特性 123
 - 一、形态特征与生态习性 123
 - 二、生活条件 123
- 第三节 常见的栽培品种 124
- 第四节 栽培技术 124
- 复习思考题 128

第12章 猴头栽培 129

- 第一节 概述 129
- 第二节 生物学特性 130
 - 一、形态特征与生态习性 130



二、生活条件	130
第三节 常见的栽培品种	131
第四节 栽培技术	131
一、瓶栽	131
二、袋栽	134
► 复习思考题	135

第 13 章 灵芝栽培

136

第一节 概述	136
第二节 生物学特性	137
一、形态特征与生态习性	137
二、生活条件	137
第三节 常见栽培品种	138
第四节 栽培技术	138
一、段木栽培	138
二、代料栽培	139
► 复习思考题	141

第 14 章 其他食用菌栽培

142

第一节 茶薪菇栽培	142
一、概述	142
二、生物学特性	142
三、常见的栽培品种	144
四、栽培技术	144
第二节 鸡腿菇栽培	146
一、概述	146
二、生物学特性	147
三、常见的栽培品种	147
四、栽培技术	148
第三节 姬松茸栽培	150
一、概述	150
二、生物学特性	150
三、常见的栽培品种	151
四、栽培技术	151
► 复习思考题	153



第 15 章 食用菌病虫害及其防治 154

第一节 病害及其防治	154
第二节 虫害及其防治	155
► 复习思考题	158

食用菌栽培实训指导 159

实训指导一 食用菌的形态结构观察	159
实训指导二 食用菌母种的制作	160
实训指导三 食用菌菌种的分离技术	162
实训指导四 食用菌原种及栽培种的制作技术	163
实训指导五 食用菌菌种的保藏技术	164
实训指导六 平菇生料栽培技术	165
实训指导七 香菇熟料袋栽技术	166
实训指导八 黄背毛木耳熟料袋栽技术	167
实训指导九 蘑菇栽培技术	168
实训指导十 金针菇栽培技术	170
实训指导十一 草菇阳畦栽培技术	171
实训指导十二 食用菌病虫害的识别	172
实训指导十三 食用菌电化教学	173
主要参考文献	174

绪 论

第一节 食用菌概述

食用菌是营养丰富、味道鲜美、健身强体的理想食品，也是人类的三大食物之一；同时还具有很高的药用价值，是人们公认的高营养保健食品。栽培食用菌，原料来源广，技术简单易行，投资少，见效快；既可变废为宝，又可综合开发利用，有着十分显著的经济效益和社会效益。随着人们生活水平的不断提高和商品经济的进一步发展，食用菌产品不仅行销于国内各大市场，而且还畅销于国际市场。发展食用菌生产日渐成为一项很有前途的新兴产业。

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，而且还包括小型的食用真菌，如酵母菌、脉胞霉、曲霉等用肉眼难以看清的菌类。狭义的食用菌是指可供人类食用的大型真菌，常常是形体较大的，多为肉质、胶质、膜质的，是肉眼可以看得清清楚楚的真菌，通常也被人们称为“菇”、“菌”、“蕈”、“蘑”、“耳”。大型真菌就是指能产生大型子实体的真菌，主要包括担子菌和子囊菌中的一些种类。大约有 90% 的食用菌属于担子菌，而少数属于子囊菌。我们平常所说的食用菌，实际上就是狭义概念上的食用菌，主要包括伞菌类、耳类、非褶菌类和其他菌类，如常见的平菇、香菇、草菇、双孢菇、金针菇、滑菇、木耳、银耳、金耳、毛木耳、竹荪、牛肝菌、松茸、羊肚菌、蜜环菌，以及亦可药用的灵芝、猴头、冬虫夏草、猪苓、茯苓、灰包及灰树花等。食用菌也常被人们称为食用菌蕈或食用蕈菌，这样的叫法也是比较科学的，因为在古代就把生于木上的食用菌称为菌，长于地上的称为蕈。

在大自然中，蕴藏着极为丰富的食用菌资源。到目前为止，全

世界大约有 2 000 多种食用菌。我国已报道了 720 多种, 其中大约有 50 多种是美味食用菌, 近 70 种能人工栽培, 有 20 种能形成大规模商业性产业化生产。

人类对食用菌的认识、开发和利用经过了几个发展时期。我国是世界上认识和利用食用菌最早的国家。对食用菌的认识和采食的历史, 早在先秦时代就有所记载, 大约有 2 000 多年的历史。人们在采食、认识食用菌的基础上, 很早就开始了驯化、栽培食用菌。我国是世界上绝大多数食用菌人工栽培的发源地。在当今世界上著名的五大栽培食用菌中, 除双孢蘑菇为法国人于 1707 年首先栽培成功外, 其余的香菇、木耳、金针菇、草菇都是我国最早人工栽培的。最早驯化栽培的食用菌是金针菇, 距今大约有 1 400 多年的历史。木耳的栽培起源于湖北的房县, 大约有 1 000 多年的历史。香菇的栽培起源于浙江的龙泉、庆元、景宁, 大约有 800 多年的历史。草菇的栽培起源于广东的华南寺, 大约有 200 多年的历史。目前广泛栽培的一些其他食用菌, 如银耳、灵芝、猪苓、茯苓以及猴头菇等也都是我国最早栽培的。

新中国成立以后, 我国的食用菌生产得到了飞速的发展, 各种栽培技术不断得到提高、发展和创新。经过多年努力, 开发利用了许多食用菌资源, 培育出大量的新品种, 已逐步形成了一门新兴的大产业, 是世界上最大的食用菌生产国。

第二节 发展食用菌生产的意义

一、为人类提供理想的健康食品

食用菌不仅质地柔嫩、味道鲜美、食味独特, 而且还含有十分丰富的营养物质并兼有较高的药用价值。因此, 食用菌常被人们作为美味佳肴, 誉为“山珍”、“植物性食品的顶峰”、“上帝的食品”、“健康食品”、“长寿食品”等等。

过去, 食用菌中的许多种类, 如猴头、灵芝、银耳、香菇等一直被人们视为珍贵的食品或贡品, 仅供少数人享用。现在, 随着食用菌业的发展, 很多食用菌都已逐渐进入千家万户, 成为生活中与人们密切相关的菌类食品或菌类蔬菜, 如平菇、香菇、木耳、银耳、双孢菇以及金针菇等, 正在发展成为介于动物性、植物性食品之间的第三类食品, 即菌类食品。

食用菌都具有高蛋白、低脂肪、低胆固醇的特点, 含有蛋白质、脂肪、碳水化合物、多种维生素和矿质元素等成分(表绪-1)。

表绪-1 每 100g 食用菌干品的主要成分 (g)

种类	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
双孢菇	9.0	36.1	3.6	31.2	6.0	14.2
香菇	18.5	13.0	1.8	54.0	7.8	4.9
木耳	10.9	10.6	0.2	65.5	7.0	5.8
金针菇	10.8	16.2	1.8	60.2	7.4	3.6
平菇	10.2	7.8	2.3	69	5.6	5.1
银耳	10.4	5.0	0.6	78.3	2.6	3.1



食用菌中蛋白质的含量较高,子实体的蛋白质含量约为鲜重的3%~4%或干重的10%~40%,介于肉类和蔬菜之间,是大白菜、番茄、白萝卜等常见蔬菜的3~6倍。其蛋白质中氨基酸种类齐全、含量丰富,含有大量的人体生长发育所需的必需氨基酸(表绪-2)。特别是谷类食物中含量较少或缺乏的赖氨酸和亮氨酸,在食用菌中的含量也很丰富。食用菌中的蛋氨酸、胱氨酸的含量也比一般动物性食品的高。不同种类的食用菌和不同环境中生长的食用菌,其蛋白质的含量也有较大的差异,一般地上生的比长在木材上的食用菌蛋白质含量高,而生于地下土壤中的地下块菌含量更高。此外有些食用菌还含有一些稀有氨基酸。

表绪-2 4种食用菌中每100g蛋白质的必需氨基酸(g)

种 类	双 孢 菇	香 菇	草 菇	平 菇
异亮氨酸	4.3	4.4	4.2	4.9
亮氨酸	7.2	7.0	5.5	7.6
赖氨酸	10.0	3.5	9.8	5.0
蛋氨酸	微量	1.8	1.6	1.7
苯丙氨酸	4.4	5.3	4.1	4.2
苏氨酸	4.9	5.2	4.7	5.1
缬氨酸	5.3	5.2	6.5	5.9
酪氨酸	2.2	3.5	5.7	3.5
色氨酸	—	—	1.8	1.4
总 计	38.3	35.9	43.9	39.3

食用菌含有较低的脂肪,一般都在10%以下,平均为干重的2%~8%。其脂肪的性质类似于植物的脂肪,主要由不饱和脂肪酸所构成,如亚油酸、软脂酸和油酸等。而不饱和脂肪酸对人体的生长发育是十分有益的,不像动物脂肪中所含的大量饱和脂肪酸,过多摄入则对人体不利。不饱和脂肪酸具有降血脂的作用。

食用菌中还含有极为丰富的矿质营养元素,如钾、钠、钙、铁、锌、镁、磷等。食用菌含灰分4%~10%,平均为7%左右。它所含矿质营养元素的种类、数量与其生长环境有着密切的关系。有些食用菌中还含有大量的锗和硒,如灵芝,能提高人体免疫机能和推迟细胞衰老等作用。

食用菌中还含有多种维生素,为一般蔬菜所不及。尤其是维生素B类和维生素D。食用菌中维生素A的含量较低,维生素C的含量接近于一般蔬菜的含量,而维生素D原的含量却远远高于其他食品,特别是香菇,其含量最高。维生素B类的种类和含量在食用菌中都很丰富。

食用菌目前在国内外引起广泛关注,不仅因为它具有很高的营养价值,而且还在于它具有较高的药用价值,它能预防和治疗多种疾病。如双孢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,还可防治肝硬化等。猴头可以治疗消化道疾病。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。木耳有润肺、清肺和消化纤维的作用,是纺织工人和理发师的保健食品。灵芝还具有健脑强身、主治神经衰弱和延年益寿之功效。

食用菌中的真菌多糖,具有防癌抗癌的作用,能显著提高人体的免疫机能(表绪-3)。如猴头对胃癌和食道癌有一定的疗效。云芝多糖用于肝癌的预防和治疗。据统计,到目前



为止,中国的药用真菌大约有 270 种,其中有不少种类是著名的食用菌,其中能抗癌的真菌大约有 150 多种,现已应用于临床的近 10 种。

表绪-3 几种食用菌抑癌效率(%)

种 类	抑癌效率	种 类	抑癌效率
香菇	80.7	银耳	80.0
松茸	91.3	草菇	75.0
平菇	75.3	猴头	91.3
金针菇	81.1	滑菇	86.0
木耳	42.6	茯苓	96.9

我国现已开发出数十种菇类药物,如云芝糖肽、云芝肝泰、猴头菌片、三九胃泰、猪苓多糖、金耳胶囊、银耳抱糖胶囊、香菇多糖、蜜环菌片、香云片、胃乐宁、灵芝粉等。

从上所述,不难看出食用菌的确具有很高的营养价值和药用价值,是人类理想的健康食品。因此发展食用菌生产有着极为广阔的美好前景。

二、充分利用自然资源变废为宝

食用菌都是异养型的生物,绝大多数为腐生,少数为寄生或共生。它们是大自然中的分解者,能分解基质吸收营养,把人类所不能直接食用的、富含纤维素和木质素的自然资源充分利用。通过食用菌栽培而形成大量的菌类食品。

食用菌栽培的原料来源十分广泛。如各种农作物的下脚料,麦草、稻草、棉籽壳、玉米芯、麦麸、米糠、野草、作物秸秆、高粱壳等;林业上的阔叶树锯木屑、树枝、树叶、杂木和废木材;酿造业上的酒糟、醋糟;制糖业上的废甜菜丝、废糖蜜;以及各种畜禽的粪尿等。利用这些材料栽培食用菌,不仅可以得到人类理想的健康食品,同时还消除了对环境的污染,化害为利和变废为宝,从而取得良好的经济效益和社会效益。

三、活跃山区经济

国内外实践证明,利用山区的部分杂灌林木资源和剩余劳动力,进行木耳、香菇等食用菌的段木栽培,都能取得较好的经济效益,这对活跃山区经济和农民脱贫致富能起到积极的作用。我国山地复杂、菇木资源丰富、气候条件多变,这为发展一定规模的多品种食用菌提供了良好的条件。如山西夏县泗交镇,近年来用段木栽培了大量的木耳和香菇,并成为当地农民的主要经济收入来源。

第三章 我国食用菌业

一、我国食用菌业的概况

近 52 年来,我国的食用菌业得到了蓬勃发展。由 20 世纪 50 年代末较单一栽培双孢菇和黑木耳,发展到现在已商品化生产平菇、香菇、木耳、猴头、银耳、金针菇等近 20 种食用菌。1997 年生产各种食用菌鲜品总产量近 200 万 t,2000 年则为 400 多万 t,使我



国成为世界上最大的食用菌生产国和出口国。其中香菇、平菇、草菇、黑木耳、银耳、猴头、滑菇、茯苓、竹荪等食用菌的产量均居世界第一位；金针菇、灰树花以及双孢菇的产量屈居世界第二位。但是我国食用菌的消费水平和单产水平与发达国家相比都不高。

在人才培养方面，华中农业大学、南京农业大学、北京农业大学、山西农业大学等农业院校，都进行着食用菌的教学、科研，并开设了食用菌专业课。在科研方面，我国已建立了一批水平较高的食用菌专门研究机构，如上海食用菌研究所、三明真菌研究所、昆明食用菌研究所以及中国科学院微生物研究所等。

关于食用菌的栽培，目前仍采用三大类栽培方式，即木生菌类的段木栽培、草腐菌类的粪草栽培以及它们代料栽培。

二、我国食用菌业的发展趋势

(1) 由单一品种向多品种发展。20 世纪 50 年代前，人们以栽培双孢菇为主。现在香菇、木耳、平菇、金针菇、草菇、银耳及猴头等食用菌的生产都有了较大的发展。

(2) 由单一的栽培方式向多种栽培方式发展，并逐步趋于工厂化生产，进行集约化栽培，如多种形式的立体栽培、菌粮间作、菌菜间作等。

(3) 栽培用的原料来源更为多样性。从原来以段木、粪草、秸秆为主发展到代料培养，如用棉籽壳、玉米芯、高粱壳、酒糟、废棉籽等多种工农业下脚料。

(4) 不断培育新品种和提高菌种的质量。现已采用杂交育种、诱变育种、细胞融合育种等方法，从而改变过去单一使用自然育种的局面。并用新方法、新材料来培养菌种。

(5) 劳动方式逐步从手工操作向半机械化操作方向发展。

(6) 从副业生产转向专业生产，正发展成为一门新兴的产业，并带动其他相关产业发展。

(7) 从零星散户栽培向联户规模型发展。由过去的一家一户生产，发展到现在许多地方一村一乡，甚至一个县的生产，从而形成大型的食用菌生产基地。

(8) 不断加强开发利用野生食用菌资源。如一些珍贵野生食用菌的驯化栽培和出口创汇。



复习思考题

1. 什么叫食用菌？
2. 试述食用菌的营养价值的药用价值。
3. 浅谈我国食用菌发展状况。