



高职高专“十二五”规划教材

食用菌 栽培技术

■ 弓建国 主编

SHIYONGJUN
ZAIPEI JISHU



化学工业出版社



高职高专“十二五”规划教材

食用菌 栽培技术

■ 弓建国 主编

SHIYONGJUN
ZAIPEI JISHU



化学工业出版社

· 北京 ·



内 容 提 要

本书以就业、创业为导向,走产学研结合发展道路,培养高素质技能型专门人才为指导思想,以提高学生实践能力、创新能力、就业能力和创业能力为目标,阐述了食用菌的形态、分类、生理、生态、栽培生产技术的实用知识,品种涉及木腐菌、草腐菌、药用菌、珍稀食用菌、野生名贵食用菌等,并介绍了食用菌栽培种病虫害防治以及食用菌加工技术等内容,加强了可操作性和实用性。本书按照知识体系自身的连贯性、相关性、工艺性展开内容。章前的“学习目标”提出了学习层次的具体要求;章后的“知识链接——食用菌小技巧”是对学习内容的补充和强化;书末的实践技能训练项目是食用菌栽培关键技术的实战演习。

本书不仅适合作为本科院校、高职高专院校生物技术、园艺等相关专业的教材,也可供中等专业学校作为教材和教学参考书,还可作为食用菌栽培技术培训教材及食用菌栽培爱好者、生产者自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培技术/弓建国主编. —北京:化学工业出版社, 2011.2

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-10395-6

I. 食… II. 弓… III. 食用菌类-蔬菜园艺-高等学校:技术学院-教材 IV. S646

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第006465号

责任编辑:梁静丽 李植峰
责任校对:蒋 宇

文字编辑:焦欣渝
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张16 字数421千字 2011年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00元

版权所有 违者必究

《食用菌栽培技术》编写人员名单

主 编 弓建国

副 主 编 欧善生 许 谦

编写人员 (按姓氏笔画排序)

弓建国 (集宁师范学院)

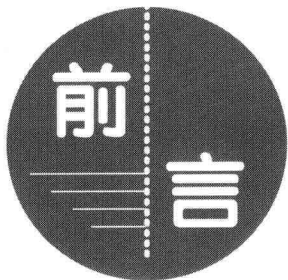
马晓林 (集宁师范学院)

许 谦 (菏泽学院)

欧善生 (广西农业职业技术学院)

高喜叶 (集宁师范学院)

郭美兰 (集宁师范学院)



食用菌生产是现代生物技术应用的重要组成部分。随着人们对食用菌类食品营养保健功能认识的提高,食用菌产业发展十分迅速,目前已成为振兴农业经济的支柱产业,成为农村产业结构调整的重要组成部分,是促进社会主义新农村建设的有效途径。“食用菌栽培技术”是在生物、园艺学相关学科基础上形成的一门新兴的综合性学科,是一门实践性较强的实用技术课程,也是生物技术、园艺等相关专业的主干课程之一。在现代农业、现代生物技术的发展中,“食用菌栽培技术”的教学内容日趋综合,日益丰富,尤其是它的实践性和操作性日显突出。因此,必须加强“食用菌栽培技术”课程的实践环节,防止理论教学和实践环节脱节问题,只有确立实践环节的重要地位,才能真正学好这门课程。

现代的课程教学改革以学生能就业和自主创业为导向,以学生职业能力培养为核心,与行业企业紧密配合,走产学研结合发展道路,培养高素质技能型专门人才为指导思想,以提高学生实践能力、创新能力、就业能力和创业能力为目标,来确定教学模块和内容,精心设计实践教学模式。

为配合教学改革的需要,我们联合编写了本教材。本教材力求突出实践性、开放性和职业性,把工学结合作为教学内容编写的切入点,对基础理论以够用为度,重点学习当前在生产中正在使用的新技术,介绍在近期推广的新技术、新方法,重视校内学习和实际工作的一致性。为了使本书编写的内容和形式体现上述特点,我们参阅了大量有关食用菌的教材和文献,同时通过互联网了解食用菌的最新资料,使本书内容尽量新颖。为了使本书内容形象生动,具有很强的可读性和适用性,尽可能引用新颖、形象的照片和图片,每章前有学习目标,章后有实用的生产小技巧。

全书由集宁师范学院、菏泽学院、广西农业职业技术学院的几位长期从事食用菌教学和科研、具有丰富教学实践经验的教师合作编写而成。具体分工如下:绪论由弓建国编写,第一章由马晓林编写,第二章由许谦编写,第三章由弓建国编写,第四章由高喜叶编写,第五章由弓建国和许谦编写,第六章由郭美兰编写,第七章、第八章、第九章由欧善生编写,实践技能训练项目由弓建国编写。全书由弓建国对初稿部分进行了适当的补充和改写,并最后统稿。

本书的出版得到了内蒙古高校科研项目(NJ09206)的资助,同时在编写过程中,也得到了集宁师范学院领导和多位同事以及参编院校领导的关心和支持,特别得到了化学工业出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之编写时间比较仓促,书中难免存在许多不足之处,敬请广大师生、同行和读者提出宝贵意见,以便再版时修正。

编 者
2011年1月

目 录

绪论	1
一、食用菌栽培技术的内容与任务	1
二、发展食用菌产业的经济意义	1
三、食用菌产业现状	2
四、我国食用菌业存在的主要问题	4
五、我国食用菌业发展的趋势	4
六、食用菌栽培技术的教学	5
第一章 食用菌栽培基础知识	7
第一节 食用菌的种类	7
一、子囊菌中的食用菌	7
二、担子菌中的食用菌	7
三、食用菌的分类地位	8
第二节 食用菌的形态结构	9
一、子实体	9
二、菌丝体	10
第三节 食用菌的生活史	12
一、菌丝营养生长期	13
二、菌丝生殖生长期	13
第四节 食用菌的营养	14
一、食用菌的营养方式	14
二、食用菌的营养生理	16
第五节 食用菌对环境生活条件的要求	17
一、温度对食用菌生长发育的影响	17
二、空气对食用菌生长发育的影响	17
三、光对食用菌的影响	18
四、pH 值对菌丝和子实体的影响	18
五、水分对食用菌生长发育的影响	19
第六节 食用菌的育种技术	19
一、自然选种	19
二、杂交育种	22
三、细胞融合育种	24
四、诱变育种	24
五、基因工程育种	26
【知识链接】 菌种脱毒生产小技巧	26
第二章 食用菌制种与保藏技术	27
第一节 食用菌菌种概述	27
一、菌种的概念	27
二、菌种的类型	27
三、菌种制种程序	27
第二节 菌种生产设备	27
一、配料设备	27
二、灭菌设备	28
三、接种设备	30
四、培养设备	32
五、培养料的分装容器	33
六、封口材料	33
七、加温加湿器	34
八、菌种保藏设备	34
九、液体菌种生产设备	35
第三节 消毒与灭菌	35
一、物理消毒灭菌	35
二、化学消毒灭菌	37
第四节 母种培养基的配制与灭菌	38
一、培养基配制的基本原则	38
二、常用培养基种类	38
三、母种培养基的配制方法	38
四、母种培养基的灭菌	40
五、母种培养基试管斜面的摆放	40
第五节 母种的转管与培养	40
一、母种的转管	40
二、母种的培养	41
三、母种培养中常见的异常情况原因	41
第六节 原种和栽培种生产技术	42
一、原种、栽培种培养基的配制与灭菌	42
二、原种和栽培种的接种与培养	44
第七节 液体菌种的生产与应用	45
一、液体菌种的优点	45

二、液体菌种的培养	45	第九节 食用菌菌种的保藏	46
三、液体菌种的使用	45	一、低温斜面保存法	47
第八节 食用菌菌种质量的鉴定	46	二、液体石蜡保存法	47
一、母种质量鉴定	46	【知识链接】 缩短食用菌生产周期的 小窍门	47
二、原种和栽培种的质量鉴定	46		
第三章 木腐型食用菌的栽培	48		
第一节 平菇栽培技术	48	四、黑木耳产业的发展方向	90
一、简介	48	第四节 金针菇栽培技术	91
二、生物学特性	48	一、简介	91
三、平菇的种类	51	二、生物学特性	91
四、平菇栽培技术	53	三、栽培技术与管理	93
第二节 香菇栽培技术	63	四、工厂化金针菇生产	97
一、概述	63	第五节 银耳栽培技术	98
二、香菇生物学特性	64	一、简介	98
三、栽培技术	67	二、生物学特性	98
四、香菇的管理技术	71	三、银耳近缘种	100
五、花菇的栽培	78	四、菌种培养	100
第三节 黑木耳栽培技术	79	五、栽培管理技术	101
一、简介	79	【知识链接】 平菇增产小技巧	104
二、生物学特性	80	【知识链接】 香菇生产小技巧	105
三、黑木耳栽培方法	82		
第四章 草腐型食用菌的栽培	106		
第一节 双孢菇栽培技术	106	三、鸡腿菇栽培场所与栽培季节的 选择	126
一、简介	106	四、鸡腿菇栽培料制备与处理	127
二、生物学特性	107	五、覆土材料选择与处理	129
三、栽培品种的选择	109	六、鸡腿菇栽培方法与管理技术	129
四、栽培场地和栽培方式	110	第三节 草菇栽培技术	136
五、双孢菇栽培季节及原料的配制	111	一、简介	136
六、播种及发菌期管理	115	二、草菇的生物学特性	137
七、覆土	117	三、草菇主要栽培品种	139
八、出菇管理	120	四、草菇栽培季节和栽培场所的确定	140
第二节 鸡腿菇的栽培技术	124	五、草菇栽培技术	140
一、简介	124	【知识链接】 酷暑种草菇的技巧	145
二、鸡腿菇生物学特性	124		
第五章 药用菌栽培	147		
第一节 灵芝栽培技术	147	第三节 猪苓栽培技术	158
一、简介	147	一、简介	158
二、灵芝生物学特性	147	二、生物学特性	159
三、栽培技术	149	三、栽培技术	160
四、灵芝盆景制作	153	第四节 云芝栽培	161
第二节 桑黄栽培	155	一、简介	161
一、简介	155	二、生物学特性	161
二、桑黄生物学特性	155	三、云芝的栽培技术	162
三、人工栽培技术	157	第五节 猴头栽培	163

一、简介	163	【知识链接】 灵芝组织分离小技巧	167
二、生物学特性	163	【知识链接】 猴头纯菌种分离小技巧	168
三、栽培管理技术	165		
第六章 珍稀食用菌栽培	169		
第一节 姬松茸栽培	169	一、简介	189
一、简介	169	二、生物学特性	189
二、生物学特性	169	三、栽培管理技术	190
三、栽培管理技术	170	四、采收	191
四、采收加工	172	五、采后管理	191
第二节 真姬菇栽培	173	第七节 阿魏菇栽培	191
一、简介	173	一、简介	191
二、生物学特性	173	二、生物学特性	192
三、栽培管理技术	174	三、栽培管理技术	193
四、采收	177	四、采收	194
第三节 杏鲍菇栽培	177	第八节 金福菇栽培	194
一、简介	177	一、简介	194
二、生物学特性	178	二、生物学特性	195
三、栽培管理技术	179	三、栽培管理技术	195
四、采收	181	第九节 灰树花栽培	197
五、覆土转潮	181	一、简介	197
第四节 大球盖菇栽培	181	二、生物学特性	197
一、简介	181	三、栽培管理技术	198
二、生物学特性	181	四、采收	202
三、栽培管理技术	183	第十节 鲍鱼菇栽培	202
四、采收	185	一、简介	202
第五节 杨树菇	186	二、生物学特性	203
一、简介	186	三、栽培管理技术	204
二、生物学特性	186	四、采收	205
三、栽培管理技术	187	五、转潮管理	205
第六节 黄伞栽培	189	【知识链接】 食用菌袋栽通气小技巧	205
第七章 野生名贵食用菌的驯化栽培	207		
第一节 虎奶菇栽培	207	一、简介	210
一、简介	207	二、生物学特性	210
二、生物学特性	207	三、栽培管理技术	211
三、栽培管理技术	209	【知识链接】 栽培食用菌补充营养的 小技巧	212
第二节 牛舌菌栽培	210		
第八章 食用菌主要病虫害及防治	214		
第一节 食用菌生理性病害	214	二、细菌性病害	218
一、菌丝徒长	214	三、病毒性病害	218
二、畸形菇	215	四、线虫病害	218
三、萎缩、死菇现象	215	第三节 竞争性杂菌的防治	219
四、薄皮早开伞	215	一、真菌类	219
第二节 食用菌侵染性病害	216	二、细菌类	221
一、真菌性病害	216	三、其他杂菌类	221

第四节 食用菌害虫及其防治	222	三、防治害虫方法	223
一、常见害虫种类	222	【知识链接】 草木灰防虫小技巧	223
二、防治原则	223		
第九章 食用菌的加工技术	224		
第一节 食用菌的保鲜技术	224	一、食用菌的干制加工	227
一、食用菌采后的生理变化	224	二、食用菌的盐渍加工	228
二、食用菌保鲜的原理	225	三、食用菌的深加工	230
三、食用菌保鲜的方法	225	【知识链接】 防治菇类萎蔫的小技巧	232
第二节 食用菌的加工技术	227		
实践技能训练项目	233		
实训一 食用菌母种培养基制作	233	实训六 香菇熟料袋栽	237
实训二 母种转管（再生母种的生产）	234	实训七 金针菇栽培	238
实训三 食用菌原种、栽培种的制作	234	实训八 双孢菇栽培	239
实训四 食用菌菌种分离	235	实训九 灵芝栽培	242
实训五 平菇生料与熟料栽培	236	实训十 食用菌病虫害的识别与防治	242
附录	244		
参考文献	245		

绪 论

【学习目标】

了解我国发展食用菌产业的意义和发展食用菌产业的优势，激发学生学习食用菌栽培技术的兴趣。

一、食用菌栽培技术的内容与任务

食用菌是高等真菌中能形成大型肉质或胶质子实体或菌核类组织，并能供食用的菌类总称，俗称菇、蕈、耳。食用菌栽培技术是研究食用菌的形态构造、生理机能、生长发育及变异的规律，同时研究食用菌与环境条件的相互关系以及食用菌的分布规律、资源开发利用和人工栽培技术的一门科学；主要阐述食用菌的形态结构、生活条件、菌种生产及病虫害防治等基础知识，并介绍常见优良栽培品种的生物学特性、栽培技术及实训指导，重点突出操作性和实用性。食用菌栽培技术也是农学、农艺、园林、生物技术等一切以食用菌栽培为生产对象或研究对象的一门重要专业基础课程，是生物学、农业微生物学、环境微生物学、食品微生物学等学科的基础课。因此，食用菌栽培技术的任务不仅是研究食用菌类和食用菌的生活条件和发展规律，而且重点是研究食用菌栽培资源的开发利用及生产实际应用。

二、发展食用菌产业的经济意义

1. 食用菌的营养价值和药用价值

食用菌的营养丰富，干物质中蛋白质约占 25%，比一般的蔬菜含量高；粗脂肪约占 8%，碳水化合物约 60%（其中糖类 52%，粗纤维 8%），矿物质约 7%。食用菌的氨基酸种类齐全，谷类食物所欠缺的种类在食用菌中都有，尤其是赖氨酸和亮氨酸，完全能满足人体的需要。食用菌含有多种维生素，其中 B 族维生素、麦角甾醇、烟酸含量比其他食物高；过去认为只有动物性食物才含有的维生素，在食用菌中都有。此外，食用菌含有多种矿质元素，如钙、磷、锰、镁、铁、锌、铜、钠、硫、氯、碘、硒等。人们经常食用菇类，有利骨骼成长、保养牙齿、保持肌体的应激性，例如金针菇，有增加儿童的身高、体重、增强记忆力的功效，在日本被称为增智菇。除此之外，食用菌还可加速血红蛋白的合成，维持心肌功能，增加伤口的愈合率，降低血脂、血糖，预防糖尿病，而且有利于促进体内物质的吸收与转运及体温的调节。因此，食用菌是积极的保健食品，其天然原料的组合和制作过程均以营养保健为依据，也是无污染的绿色食品。目前，经国家卫生部门批准的 200 多种营养保健品，其中含有食用菌的产品达 40 多种。随着人民生活水平的提高，对保健食品的需求会更加迫切，食用菌将成为最理想的长寿食品。

近代科学研究证实，食用菌不但营养丰富，而且其药用价值也是一般药物所无法比拟的，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 原能增强人体体质和防治感冒，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，老熟后有止血功效，可治疗胃出血。茯苓有养身、利尿之功效。假蜜环菌能产生假蜜环甲素和乙素，是医治胆囊炎的特效药。有些食用菌中还含有大量的锗和硒，能提高人体免疫机能和推迟细胞衰老等。如灵芝不仅具有健脑强身作用，还具有治疗神经衰弱和延年益寿的功效。此外，食用菌中含有的真菌多糖，在动物实验及临床实践中发现，对移植的动物肿瘤有较强的抑制作用，并能增强机体的免疫功能，减

轻放疗和化疗的副作用，同时增强其疗效，是一种较好的具有“扶正固本”功能的抗癌药物。例如猴头菇对胃癌和食道癌有一定的疗效；香菇多糖对肉瘤 S-180 有一定的抑制作用；云芝多糖用于肝癌的预防和治疗。除上述药用功能外，食用菌尚有抗病毒、调节内分泌、保肝护肝、清热解表、镇静安神、化淤理气、润肺祛痰、利尿祛湿等功效，如香菇的干扰素诱导物质的抗流感病毒作用，鸡腿菇和蛹虫草的降血糖作用，灵芝和猴头菇的保肝护肝作用，双孢菇和虎皮香菇的清热解表作用，蜜环菌的镇静安神作用，金耳、银耳的润肺止咳化痰作用等。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，其中有抗癌作用的真菌大约有 150 多种，现已应用于临床的近 10 余种。我国现已开发出的菇类药物有十多种，例如云芝糖肽、云芝肝泰、猴头菌片、三九胃泰、猪苓多糖、金耳胶囊、银耳孢糖胶囊、香菇多糖、蜜环菌片、香云片、胃乐宁、灵芝粉等。

2. 发展食用菌产业的社会生态效益

中国大农业的发展是三色农业，即绿色农业、蓝色农业和白色农业。绿色农业就是如何科学、巧妙地利用光合作用，生产粮食、蔬菜、水果。蓝色农业就是开发海洋，利用科学技术从海洋里产出更多的海菜和海鲜产品。白色农业就是微生物农业，即食（药）用菌工业，它不仅能解决人们所需要的蛋白质，而且还能用于医药行业，解决与人们生命相关的重大疾病项目。食用菌是白色农业中的一种，是人类最具潜力的健康食品，这已经是不争的事实。联合国粮农组织也指出“一荤、一素、一蘑菇是人类的最佳饮食结构”。“吃”是人类社会永远的第一需要，所以，食用菌产业不仅是个朝阳产业，更是个日不落产业，而且有无限巨大的发展空间。进入 21 世纪以来，我国农业面临严重挑战，普通粮、油、菜等农产品在广大范围内出现了相对过剩，导致农民的经济收入很低，农民生活水平增长速度较慢，甚至出现负增长现象。在这种情况下，食用菌生产作为调整农村产业结构、开辟农业增收的新途径和新领域，对农业产生重大影响。食用菌人工栽培是利用广大平原和山区的下脚料生产味道鲜美、营养丰富的优质食品；它不仅可以改善环境，变废为宝；利用薄地或闲地种植，提高土地的利用程度；而且可与农作物错季生产，充分利用农村剩余劳动力。况且食用菌的投入产出比高，效益明显，是一般粮食作物的 20~40 倍。因此，食用菌生产被冠以生态农业、高效农业、节水农业、致富农业、创汇农业的美名，成为一项集经济效益、生态效益和社会效益于一体的农村经济发展项目。食用菌又是一类有机、营养、保健的绿色食品，发展食用菌产业符合人们消费增长和农业可持续发展的需要，是农民快速致富的有效途径。

三、食用菌产业现状

1. 食用菌产业发展概况及产业地位

中国是认识、利用和人工栽培食用菌最早的国家，人工栽培历史已有 1400 多年。全世界食用菌种类约 2000 种，已人工栽培成功的食用菌有 90 多种。据中国食用菌协会统计，1978 年中国食用菌产量还不足 10 万吨，产值不足 1 亿元；而到 2007 年全国食用菌总产量已达 1682 万吨，在不足 30 年的时间内扩大了约 170 倍，占全世界总产量的 70% 以上，总产值突破 600 亿元。福建、河北、江苏、四川等食用菌种植大省产量均达上百万吨，食用菌产业县已有 500 多个，产值超亿元的县有 100 多个，从事食用菌生产、加工和营销的各类食用菌企业达 2000 多家，从业人员已达 2500 万人。中国已成为世界食用菌生产大国，食用菌已成为产量仅次于粮、棉、油、菜、果的第六大类产品，成为农村经济发展的支柱产业。据中国海关统计，2007 年全国食用菌产品出口达 71.47 万吨，创汇 14.25 亿美元，2006 年出口 60.39 万吨，创汇 11.21 亿美元，同比增加了 18.3% 和 27.1%，占亚洲出口总量的 80%，占全球食用菌贸易的 40%。干香菇已占据东南亚、欧、美等地区 70 多个主要香菇消费国市场，食用菌产品出口到 126 个国家和地区。食用菌进口值为 1000 万~2000 万美元，相比出口，顺差大，主要从日本和韩国进口，以高档食用菌罐头为主，满足高端消费群体，预计食

用菌进口将呈现逐年增加趋势。

2. 食用菌的分布

在中国由于地形地貌复杂,气候类型繁多,森林、草原植被和土壤种类、生态类型多种多样,为野生食用菌的生长、繁衍创造了良好的生态环境。例如,东北地区有广阔的森林及森林草原地带,食用菌种类有松菇、蜜环菌、元蘑、金顶菇、猴头菌、黑木耳、香菇、平菇、牛肝菌、铆钉菇等。内蒙古、新疆地区食用菌种类有口蘑、大马勃、杏香菇、雷蘑、阿魏蘑等。华北落叶阔叶林地区,主要有香菇、黑木耳、银耳、口蘑、平菇、猴头菌等。华中华南地区降雨量多,常绿树为主,该地区几乎集齐了国内主要食用菌的所有种类。西南地区森林广阔,地形复杂,气候适宜,该地区食用菌种类最多,多种珍稀的食用菌在该地区常有出现,如鸡油菌、红菇、乳菇、绿菌、鹅膏菌、丝膜菌、竹荪、牛肝菌、干巴菌等。青藏高原地区虽然地势高、气候寒冷,但有一些食用菌十分珍贵,主要有黄绿蜜环菌、金顶蘑、杉平菇、虫草菌等。据卯晓岚先生估计,我国食用菌至少可达 900 多种,是世界上野生食用菌种类资源最为丰富的国家之一。然而,可培养出子实体的约 90 多种,能进行大规模商业性栽培的仅 20~30 种,大量的食用菌仍处于野生状态。这些野生食用菌以其独特的纯天然营养品质,被国际公认为绿色食品中的珍宝,有待于我们去研究、驯化、栽培及利用。

3. 食用菌主栽品种与主产区

从栽培品种来看,中国人工栽培的食用菌品种约有 60 多种,如双孢菇、香菇、金针菇、平菇、凤尾菇、秀珍菇、滑菇、竹荪、毛木耳、黑木耳、银耳、草菇、银丝草菇、猴头菌、姬松茸、杏鲍菇、白灵菇、灰树花、皱环球盖菇、长根菇、鸡腿蘑、真姬菇等,新种类不断增加,珍稀种类开发已起步,而且将会成为新的增长点。除常规品种外,珍稀菇如姬松茸、真姬菇、杏鲍菇、阿魏菇、白灵菇、杨树菇、鲍鱼菇、袖珍菇、大球盖菇、虎奶菇、牛舌菌等,虽单产稍低,但色、香、味方面都是无与伦比的,其质量大幅度提高,已具备国际竞争力。除人工栽培食用菌外,还发展了以灵芝、冬虫夏草、茯苓等为代表的药用菌产业和以松茸、牛肝菌、块菌、羊肚菌等为代表的野生食用菌产业。从产区来看,福建、黑龙江、河北、河南、山东、浙江、江苏、广东和四川等省为重点产区,福建的银耳、白背毛木耳、香菇、双孢菇和浙江的香菇等食用菌出口老产区,河南的香菇、湖北的香菇、河北的滑菇和反季节香菇、山东的双孢菇和姬菇等食用菌出口新区,云南、四川的松茸、牛肝菌、羊肚菌和菌块等野生菌出口区,这些主产区占中国食用菌出口总额 75% 以上;而且食用菌生产向产业化方向发展较快,出现了一大批专业化、工厂化生产企业,使分散的、小规模副业式生产向企业化、集约化方向发展。

4. 国外食用菌生产概况

国外食用菌产业主产国家的栽培生产方式基本上为工业化设施生产。例如日本、韩国等,各生产场规模较大,栽培场所以电脑智能控制菇房为主,整个生产过程机械操作按一定程序进行生产,仅在机械尾端人工辅助操作。食用菌的筛料、拌料、装瓶、灭菌工作在生产车间完成,接种转入接种室;栽培室与生产车间成为一体,其室内设有自动加湿装置及控温设施,户外控制屏上明显显示各项技术指标,总监视室内大型电子监视仪总控各栽培室栽培生产情况。有些国家还建成了年产鲜菇千吨以上的工厂。在 1950 年,全世界较大面积的栽培食用菌约 5 类,产量约 7 万吨,西欧一些生产蘑菇的国家,每平方米栽培面积的平均产量约为 2000g 左右。到 1980 年,栽培种类已超过 12 类,产量约 121 万吨;有的国家每平方米的产量已提高到 27kg。近年来,还发展了既供观赏又供食用的家庭种菇和用菌丝体液体发酵生产食品添加剂的技术,而且大部分都采用了计算机控制,可以周年稳定地生产。但栽培公司生产的蘑菇一般都由人工采收,经分类包装后直接运送到附近的超市出售。有的国家还研制出了用于食用菌采摘的机器人。

四、我国食用菌业存在的主要问题

1. 食用菌产业标准建设滞后

我国食用菌的行业标准建设滞后,与国际标准相比尚存差距,难以与主要出口市场接轨。发达国家通过立法等形式,对农药残留、放射性残留、重金属含量、化学添加剂等制定了苛刻的技术标准。国际食品法典有 2572 项标准,欧盟有 22289 项,美国有 8669 项,日本有 9052 项,其中有些标准是专门针对某国或某类产品而专门设计制定的。以日本为例,2006 年 5 月施行《食品中残留农业化学品肯定列表制度》以来,据中国海关统计,中国食用菌产品对日出口因农残等超标受阻共有 64 批次,2007 年有 33 批次。这说明在食用菌生产过程中违禁使用农药的问题依然严峻,应引起高度重视。

2. 生产规模小且加工技术落后

中国食用菌生产方式多数是以千家万户的“手工作坊”种植栽培,种植人员的素质和栽培条件不一,规模小,并且中国食用菌产业深加工是薄弱环节,技术加工设备远远落后于发达国家。大部分加工企业还停留在保鲜、烘干、盐渍等粗加工的层次,产品质量差异大,而且整个产业科技含量低下,从业人员老龄化,生产缺乏后劲等,这无法适应国际市场对食品安全的要求。

3. 知识产权制度有待完善

长期以来,由于中国知识产权意识薄弱,食用菌开发人员对食用菌专利保护重视不够,造成中国食用菌知识产权严重缺乏。同样,中国食用菌地理标志产品保护始于 2002 年,至 2007 年 6 月 29 日,食用菌产品地理标志专用标志也就 18 件,这与中国作为食用菌生产大国的地位极不相称。中国在国外知识产权保护更是一片空白,食用菌出口频繁遭遇食用菌专利壁垒,2004 年 4 月,日本开始实施的《种苗法修正案》,对 22 类 145 种食用菌种源实施保护,如发现进口的食用菌使用在日本登记注册的菌种的近源种,将对其加收专利费。

4. 科技含量低,软硬件技术落后

在食用菌工厂化生产过程中,环境因子的调控直接影响着食用菌的产量和质量。我国食用菌生产的环境控制软硬件都比较缺乏。因此,要实现食用菌的工厂化生产就必须建立以计算机和各种传感器为主要构成的环境控制系统,研究食用菌的生长与外界环境因子的关系,将食用菌的生长参数可操作化,建立食用菌生长模型、环境控制模型及控制成本模型相结合的动态系统模型,提高食用菌生长环境的控制水平,以提高食用菌产品的产量和质量,增强我国食用菌产品在国际市场上的竞争力。

五、我国食用菌业发展的趋势

1. 实施食用菌专业化和优势生产区域布局的战略

根据生态环境和资源分布,推进食用菌专业化和优势生产区域布局,提高食用菌生产和管理水平,合理布置食用菌生产,避免结构雷同,加快产业现代化进程。选择一些优势食用菌品种,能最大限度地发挥当地自然资源和社会经济优势,进行食用菌的区域化和专业化生产,这样既可提高食用菌的整体素质和效益,又可促进食用菌标准化、规模化、专业化生产,带动加工、运输、销售等相关产业的发展,拓宽食用菌生产领域,延长产业链。实施食用菌优势生产区域布局战略,有利于集中相对优势投入,改善生产基础设施和装备水平,促进优势生产区域率先基本实现现代化,提高食用菌产品的国际竞争力。

2. 加强食用产品精深加工技术与开发

目前,中国食用菌产品加工业仍处于初加工阶段,大部分出口产品仍以原料性的大包装初级加工产品为主,精深加工品少,自己创新产品更少,产品附加值低。中国应加大食用菌精深技术、储藏保鲜技术、系列产品研究开发与投入力度,提升食用菌深加工开发与生产能力,推进现代化、智能化和工厂化生产。着力开发食用菌营养保健产品、休闲食品、饮料以

及特殊疗效的各类药物制品等,拓宽消费渠道,延伸食用菌产业链,提高食用菌深加工产品出口份额。

3. 加大自主知识产权保护力度

知识产权保护制度是市场经济正常运行的重要制度,又是开展国际科学技术、经济、文化交流的基本环境和条件之一,对促进科学技术进步、文化繁荣和经济发展具有重要现实意义。近年来,由于中国食用菌产品出口屡遭知识产权纠纷,食用菌知识产权保护已迫在眉睫;我们应该加强植物新品种保护、专利、地理标志等的知识产权制度宣传、培训力度,积极开展食用菌生产、加工等各环节专利保护工作,加紧食用菌菌种资源调查鉴定和食用菌DNA标记,实现食用菌种源与食用菌地理标志产品保护。

4. 完善食用菌产业标准

现行的食用菌技术标准及法规未能对中国食用菌产业形成有效保护。通过对现有的相关国际标准、国家标准、行业标准、地方标准、企业标准的统计整理,借鉴发达国家在食品安全方面的成功经验,根据食用菌产业特点,以市场为导向,以食用菌产品、食用菌质量安全监测方法、食用菌卫生与环境保护、食用菌物流、食用菌加工、食用菌菌种培育、繁殖、食用菌原产地保护、食用菌从业人员健康、食用菌信息等多个方面为基础,制定出系统性、先进性、实用性、协调性、可扩展性的食用菌标准体系。规范食用菌野生资源保护采集、人工种植、生产、加工、销售等所有环节,实现食用菌生产的开发有标生产、有标销售、有标监测,推进食用菌产业健康、持续、规模化、集约化生产。

5. 加大食用菌的药用价值开发

由于食用菌有多种抗病治病的药用价值,所以国内外许多研究学者逐渐由食用菌的食用转入药用研究及开发的研究。近年来,国内外对药用真菌,特别是对食用较普遍的担子菌多糖抗肿瘤作用研究很重视,已发现食用菌含有多糖体并对小白鼠肉瘤和人体肿瘤有显著抑制作用的,仅在担子菌中就有60种以上。因此,从可食用的担子菌中寻找新的抗肿瘤药物或其他药物是很有意义的,这样把真菌的食用与药用结合起来,对食用菌的进一步开发具有广阔的前景。

6. 加快食用菌生产现代化

我国食用菌生产的主力军是农民,是属于季节性自然经济的小农生产。此种生产不仅分散、低效,而且是产品质量不能确定,不能保证食品安全。因此,在大市场、新技术下催生了食用菌生产的工业化。近年来采用日本模式,进行工厂化生产。目前采取公司和农户相互合作式的食用菌工厂化生产,并引入工业发酵技术,采用以液体接种为技术核心的整套机械化制袋、灭菌、接种、养菌的一条龙机械化生产线,可像工厂中生产工业零部件那样快速、大量、高质量地制作和培养高质量的菌包(种),然后将菌包分散给农户出菇。一方面提高企业核心竞争能力,使其在市场开拓、生产组织、标准实施、产量控制、产品收购、价格调节上发挥更加重要的作用,同时通过低成本扩张使企业尽快积蓄形成世界级企业的能量;另一方面引导农民逐步跻身并尽快适应于现代化的农业生产行列,充分调动广大农民的生产积极性,提高他们的收入水平。此种公司加农户的生产方式可带动千家万户,从生产到加工产业化综合开发,使生产由手工变机械,成本由高变低,技术由复杂变简单,规模由分散变集中,周期由一季变多季,风险由高污染变为低污染。提高生产栽培的科技含量,用现代生物技术和机械化自动化设施提高生产水平,改变生产方式。此外,工厂化生产过程中的配套技术要跟得上,如食用菌采收后的贮藏、保鲜等问题。

六、食用菌栽培技术的教学

食用菌栽培技术是一门应用性科学。因此,在食用菌课程的教学过程中,应针对培养农业高等技术应用性人才的目标,研究食用菌栽培课程的教学目标和教学内容,建设校内与校外相

结合的实践教学基地,运用课内与课外相结合的教学方法,建立知识与能力相结合的考核体系,形成教学与技术指导相结合。应改革传统的教学模式,探索“教学-研究-技术开发”一体化的模式,加强实践教学,培养学生的创新能力;充分利用食用菌实验室和食用菌栽培场地,进行各项实验和各种技能训练。让学生通过亲自制种、栽培、管理和销售食用菌,掌握食用菌实际生产中的基本操作技能,包括相关仪器设备的使用和维护,从而达到培养学生实践动手能力的目的。另外,要充分利用消费市场和校外实训基地,使学生获取相关的专业知识和技能。鼓励学生利用课余时间进行市场调查,到附近的菌种厂或菇场参观学习或实践锻炼;并鼓励学生积极参与教师食用菌栽培的科研课题,专门带领学生到相关的企业及校外实训基地进行生产实习,进一步熟悉食用菌生产过程、操作技能和工作环境。总而言之,通过多种途径使学生的知识、长见识、长才干,全面培养学生的专业技能和综合素质,为就业、创业奠定基础。

思考题

1. 发展食用菌产业的意义是什么?
2. 我国发展食用菌产业的优势有哪些?

第一章 食用菌栽培基础知识

【学习目标】

1. 了解食用菌构成的基本形态特征、菌丝发育成子实体的形态变化。
2. 了解食用菌的种类、生长所需的生态环境、食用菌营养代谢及生长发育规律。
3. 掌握食用菌遗传发生规律及食用菌育种技术。

第一节 食用菌的种类

全世界已发现大约有 2000 多种食用菌，但目前仅有 90 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，现已发现 980 多种食用菌，常见种类如下。

一、子囊菌中的食用菌

少数食用菌属于子囊菌，在我国它们分别属于麦角菌科、块菌科、羊肚菌科、地菇科、马鞍菌科。

- (1) 麦角菌科：冬虫夏草。
- (2) 块菌科：黑孢块菌、白块菌、夏块菌。
- (3) 羊肚菌科：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

耳类包括木耳科、银耳科、花耳科的食用类。

- (1) 木耳科：黑木耳、毛木耳、皱木耳、琥珀褐木耳等。
- (2) 银耳科：银耳、金耳、茶耳、橙耳等。
- (3) 花耳科：桂花耳。

2. 非褐菌类

非褐菌类包括珊瑚菌科、锁瑚菌科、绣球菌科、牛舌菌科、齿菌科、灵芝菌科、多孔菌科。

- (1) 珊瑚菌科：虫形珊瑚菌、杵棒、扫帚菌。
- (2) 锁瑚菌科：冠锁瑚菌、灰锁瑚菌。
- (3) 绣球菌科：绣球菌。
- (4) 牛舌菌科：牛舌菌。
- (5) 齿菌科：猴头、珊瑚状猴头。其中猴头是著名的食用兼药用菌。
- (6) 灵芝科：灵芝、树舌。灵芝被誉为灵芝仙草，有神奇的药效。
- (7) 多孔菌科：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。

3. 伞菌类

伞菌类包括伞菌科、牛肝菌科、鸡油菌科、红菇科的可食用菌类。其中伞菌科的食用菌种类最多。

- (1) 鸡油菌科：鸡油菌、小鸡油菌、灰号角、白鸡油菌等。
- (2) 伞菌科：双孢蘑、野蘑菇、林地蘑菇、大肥蘑。
- (3) 粪伞科：田头菇、杨树菇。
- (4) 鬼伞科：毛头鬼伞、墨汁伞、粪鬼伞、白鸡腿蘑。
- (5) 丝膜菌科：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：鸡油伞蜡伞、小红蜡伞、变黑蜡伞、鸚鵡绿蜡伞。
- (7) 光柄菇科：灰光柄菇、草菇、银丝草菇。
- (8) 粉褐菌科：晶盖粉褐菌、斜盖褐菌。
- (9) 球盖菇科：滑菇、毛柄鳞伞、白鳞环锈伞、尖鳞伞。
- (10) 靴耳科：靴耳。
- (11) 鹅膏科：灰托柄菇、橙盖鹅膏菌。
- (12) 口蘑科：大杯伞、雷蘑、长根菇、松口蘑、金针菇、堆金钱菌、红蜡蘑、棕灰口蘑、榆生离蜡伞等。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。
- (13) 牛肝菌科：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：铆钉菇。
- (15) 桩菇科：卷边网褶菌、毛柄网褐菌。
- (16) 红菇科：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：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科、鬼笔科、轴灰包科、黑腹菌科和层腹菌科。其中黑腹菌科和层腹菌科属于地下真菌，即子实体的生长发育是在地下土壤中。

- (1) 灰包科：网纹灰包、梨形灰包、大秃马勃、中国静灰球。
- (2) 鬼笔科：白鬼笔、短裙竹荪、长裙竹荪。
- (3) 轴灰包科：荒漠胃腹菌。
- (4) 黑腹菌科：倒卵孢黑腹菌、山西光腹菌。
- (5) 须腹菌科：红须腹菌、黑络丸菌、柱孢须腹菌。
- (6) 层腹菌科：梭孢层腹菌、苍岩山层腹菌。

三、食用菌的分类地位

食用菌属于菌物界真菌门中的担子菌亚门和子囊菌亚门，其中大约有 90% 的食用菌属于担子菌，10% 属于子囊菌，其分类地位可以从图 1-1 中得以了解。

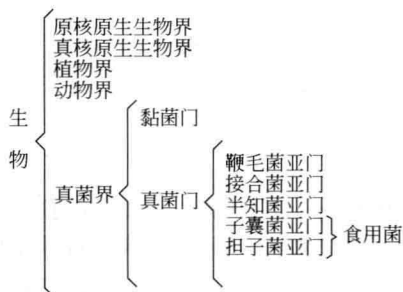


图 1-1 食用菌的分类地位