

全国高等学校农林规划教材

食用菌栽培学

吕作舟 主编



内容提要

本教材共 30 章。前 5 章为基础知识,包括食用菌的形态结构及分类、生理生态、遗传与育种、菌种制作与保藏等内容。其后的 23 章按食用菌种类分章编写,包括国内外目前普遍进行商业化栽培的 22 种食(药)用菌和 4 种驯化中的食用菌。每种菇类分别介绍生物学特性和栽培技术。最后 2 章分别介绍食用菌病虫害防治和食用菌的保鲜与加工。每章后面有小结和思考题,书后附有 5 个附录,其中包括 9 个食用菌栽培学实验,可供不同专业参考和选用。

本教材条理清楚,简明扼要,图文并茂,篇幅适中。可作为农、林、师范院校中园艺、植保、资环、林学、微生物学、生物学及农经等专业本(专)科生的教材,也可供食用菌科研工作者和相关从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培学/吕作舟主编. —北京:高等教育出版社,2006.5

ISBN 7-04-019264-0

I. 食... II. 吕... III. 食用菌类-蔬菜园艺-高等学校-教材 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 031867 号

策划编辑 李光跃 责任编辑 张晓晶 封面设计 张 志 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 俞声佳 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京宏伟双华印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 29.75
字 数 730 000
插 页 2

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 5 月第 1 版
印 次 2006 年 5 月第 1 次印刷
定 价 32.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19264-00

本书编审人员

- 主编** 吕作舟(华中农业大学)
- 编者** (按姓氏拼音为序)
- 陈立国(华中农业大学)
- 李春如(安徽农业大学)
- 李荣春(云南农业大学)
- 李 晓(吉林农业大学)
- 李增智(安徽农业大学)
- 吕作舟(华中农业大学)
- 汪中文(北京中国科学院微生物研究所)
- 王贺祥(中国农业大学)
- 王卓仁(华中农业大学)
- 谢宝贵(福建农林大学)
- 杨新美(华中农业大学)
- 余知和(长江大学)
- 张引芳(上海雪国高榕生物技术有限公司)
- 主审** 林芳灿(华中农业大学)
- 黄 毅(福建农林大学)

序

在生物学范畴的二级学科中虽然没有包含菌物学,但菌物学所研究的却是生命世界中不可或缺的,与人们生活息息相关,对国民经济能够发挥重要作用的一类生物。在自然界中,菌物与动物、植物、微生物共同完成生命生生死死的物质循环,它是不可或缺的一环,但这并不等同于在循环经济中它也是不能缺失的环节。循环经济是以环保和节约为基础,倡导在经济发展中的“低消耗、高利用、再循环”。而只有把菌物资源变成产业,又使产业进入到符合上述原则的经济循环中去发挥作用,才真正实现了它在双重循环中须臾不可离开的重要角色。通常把研究食、药用菌物的学科称为蕈菌学,由它为主形成的产业即蕈菌产业,蕈菌产业作为循环经济中“资源—生产(减少污染)—消费—资源再生”物质和能量循环流动过程中的起点和终点,体现了新的系统观、新的经济观、新的价值观、新的生产观和新的消费观,可以把人类经济活动对自然环境的不良影响降低到最低程度并创造出最佳生态效益、经济效益和社会效益。

人类在认识自然—要改造自然—与自然和谐相处的过程中,尽管在认识时空上有差异,但对蕈菌却一直钟爱有加,自有文字记述始,我国在汉字中就有蕈、菌、芝、栉、菰等对不同类群的区分,且又将认知和应用紧密相连。汉朝的《长歌行》中把“仙人骑白鹿,发短耳何长,导我上太华,揽芝获赤幢”采集得到的灵芝用作使人“身体日康强,发白复又黑,延年寿命长”的灵丹妙药就是十分生动而直白的记述。而更多的文字中用它寄托爱,把它奉为神。历代本草中当然少不了对这一大类群生物的关注!人类对它的认知、需求自然要涉及生产,早在公元前1世纪就有了与道家方术有关的种芝法,9世纪中后期的《四时纂要》则更详尽记述了自汉以来逐渐成熟起来的种菇法:“畦中下烂粪,取构木可长六七尺,截断碓碎,如种菜法,于畦中匀布,土盖。水浇常令润,如初有小菌子,仰把推之,明旦又出,亦推之。三度后,出者甚大,即收食之。”随着时间的推移,尽管西洋有了双孢菇,东洋有了椎茸(香菇)的大规模生产,但无论在品种(种类)上、数量上、质量上,中国的蕈菌一直遥遥领先于世界各国,尤其是根据中国国情在群众中孕育、发展起来的各种生产蕈菌的模式都带着浓郁乡土气息的清新!现在我国的食用蕈菌业已发展成为种植业中仅次于粮、棉、油、菜、果的第六大类产品,产值超过200亿元,产量占世界总产量的70%以上,出口量占亚洲出口量的80%,全球贸易的40%,国际蘑菇学会主席 Mark Wach 博士说:“经过20年的发展,中国已成为世界上最大的食用菌生产国和出口国”。这正是国际同仁对我国蕈菌产业的肯定。食用菌出口在进入洋人餐桌的同时,近年逐渐受到国人的重视,随着国民生活水平的日益提高,生活质量、膳食结构在发生着变化,从求饱、求好到求健康,不仅仅是时尚,更是一个民族健康发展的需求,特别是疯牛病、SARS、禽流感等威胁人类健康之际,健康食品更备受青睐!由联合国权威部门对膳食结构“一荤,一素,一菇”的郑重推荐,将蕈菌业直接引领到前台,这也势必推动蕈菌产业的进一步发展!

但是,我国的蕈菌产业在具备诸多发展优势的同时也存在着一些亟待解决的问题,诸如资源保护和新材料的收集保育,品种保护和相关政策法规的制定,生产标准低,产品精细加工,产业化

与产业集群之间结构优化,学科一梯队建设—人才培养等都需要一批敢于直面不足,敢于挑战陈腐,敢于献身的“勇士”,有针对性地加以解决,并从点滴做起,如,有关食、药用菌育种栽培的书籍,如果说在20世纪四五十年代是寥若晨星的话,到了八九十年代应可谓繁星满天了,它们在帮助农民脱贫致富奔小康中曾经或正在发挥积极的作用,但是其中也不乏毫无创新,甚至以讹传讹,贻误他人者!

吕作舟教授大学毕业于文革年代,但并未放弃对科学的追求,终在恢复招研后的第一年考入我国食用菌蕈菌学科的“重镇”——华中农大,师从蕈菌学泰斗杨新美教授。业内人士私下常把这一期研究生谑称为“黄埔一期”,这或许是人们从一定意义上对这批历经磨难,涉过科技文化贫瘠期之后发奋报国重又崛起一代所寄托的厚望!吕教授就是不负众望中的一员,他以笔作舟济学海,设帐课徒授真经。先后主编、参编了20多部著作,发表了50余篇有影响的学术论文,培养了一大批不同层次的人才而备受同行称道。随着新时期食用菌业的高速发展,需要有一本能对基本理论、概念正本清源,反映最新科研成果,包含较高技术含量的著作问世,吕作舟教授邀集了一批当前活跃在这一领域的中青年学者共襄此举、自出机杼并终有所成!

在拟定本书框架结构时他曾多次谦虚地让我提出意见,付梓之前嘱我作序,我却感实难胜任。我与作舟教授有着相近的经历又同为“黄埔一期”,且在为同一事业耗费着心血,真着实难拒其热诚敬业之心于千里之外,权聊寄数语也算有感而发,更多的是对作舟教授的敬仰和对食用菌业更上层楼的期望。

中国蕈菌产业一定能也必定会长盛不衰!

中国菌物学会理事长

吉林农业大学教授

俄罗斯农科院外籍院士 于长春



前 言

《食用菌栽培学》教材内容分为30章,前5章为基础知识,中间23章按食用菌种类分章编写,后面2章为“食用菌病虫害防治”和“食用菌的保鲜与加工”。包括国内外目前普遍进行商业化栽培的22种食(药)用菌和4种驯化中的食用菌。编写次序为:先写双孢蘑菇和香菇,然后按木腐菌类、草腐菌类和驯化中的食用菌依次编写。有关毒蘑菇的知识放在第二章“食用菌的形态结构及分类”中介绍。此外,这本教材还有5个附录,包括9个实验指导,可供不同专业参考和选用。

在编写本教材的基础知识方面,参考了国内外菌物学的先进理论和知识;在应用方面,着重介绍了成熟的食用菌栽培技术,包括具有中国特色的新技术、新成果。每章后面有小结和思考题。

本教材注意到了相关课程之间的交叉和衔接,以及本教材各章节之间的交叉和衔接,尽量避免脱节和重复,力求简明扼要,条理清楚,图文并茂,篇幅适中。可供农、林、师范院校园艺、植保、资环、林学、微生物学、生物学及农经等专业的本(专)科生参考。

这本教材采用各章分别署名,以利于读者和作者联系;同时,本教材采用全书统一列出参考文献的方式,以减少重复。

应该特别说明的是,这本教材是在恩师杨新美教授主编的《食用菌栽培学》(中国农业出版社,1996)的基础上,传承与开拓的结果,是高等教育出版社和各参编单位大力支持的结果,是主审和全体参编人员通力协作的结果。

限于时间和水平,本书错漏之处在所难免。衷心希望我国菌物学同仁、食用菌专业及有关专业师生在使用中多提宝贵意见,以利于本教材再版时的修正与完善。

吕作舟

2005年10月22日

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118



平菇



羊肚菌



姬松茸



大杯蕈



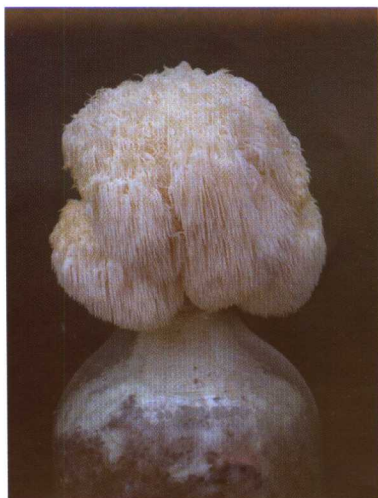
牛肝菌



白杨树菇



松茸



猴头菌



双孢蘑菇



杏鲍菇



花菇



灵芝



长根菇



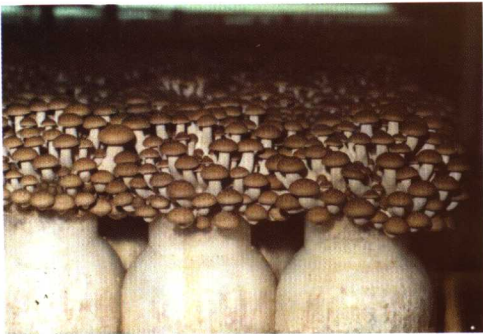
平菇



秀珍菇



姬菇



真姬菇



草菇



榆黄蘑



香菇



杨树菇



银耳



渔舟唱晚



香菇鸡球

目 录

第一章 绪论	1	一、子囊菌门	33
第一节 概述	1	二、担子菌门	34
一、概念	1	第五节 毒菌	41
二、食用菌的营养价值	1	一、毒菌及中毒类型	41
三、食用菌产业的经济价值和社会效益	2	二、毒菌中毒后的急救措施	44
第二节 中国古代食用菌发展简史	2	本章小结	45
一、发展简史	2	思考题	46
二、早期的食用菌栽培技术	3	第三章 食用菌的生理及生态	47
第三节 食用菌生产的现状及展望	4	第一节 概述	47
一、国内外食用菌生产概况	4	第二节 食用菌的生理基础	48
二、展望与思考	7	一、营养物质	48
第四节 食用菌栽培学的性质和任务	7	二、代谢及其相关的细胞结构	51
一、食用菌栽培学的性质和地位	7	三、生长与发育及其环境条件	53
二、食用菌栽培学的任务	7	第三节 食用菌的生态	58
三、食用菌栽培学教学基本要求	8	一、引言	58
本章小结	8	二、木材腐朽与大型真菌	59
思考题	9	三、菌根菌与其宿主的关系	62
第二章 食用菌的形态结构及分类	10	本章小结	64
第一节 营养体	10	思考题	64
一、菌丝体的形态与构造	10	第四章 食用菌的遗传与育种	65
二、菌组织	16	第一节 食用菌的生活史	65
第二节 形态发生	17	一、担孢子	65
一、生殖和孢子	17	二、初生菌丝	66
二、食用菌菌丝细胞的双核化和子实体的形成	19	三、次生菌丝	66
第三节 子实体	23	四、子实体	66
一、子囊果的结构	23	第二节 食用菌的交配系统	66
二、担子果的结构	25	一、初级同宗结合	66
第四节 食用菌的分类	33	二、次级同宗结合	66
		三、二极性异宗结合	66
		四、四极性异宗结合	67
		第三节 引种与选择育种	68

一、引种	68	第六节 菌种保藏方法及复壮技术	104
二、选择育种	69	一、菌种保藏方法	104
第四节 杂交育种	70	二、菌种的退化与复壮	106
一、杂交育种的基本原则	70	第七节 菌种的质量检验	107
二、杂交育种的方法	71	一、菌种质量标准	107
第五节 诱变育种	72	二、菌种质量鉴定	107
一、基因突变	72	本章小结	108
二、诱变剂和诱变机制	74	思考题	108
三、诱变育种的基本方法	79	第六章 双孢蘑菇栽培	109
第六节 生物技术 在食用菌良种选育 中的应用	80	第一节 生物学特性	110
一、原生质体融合技术	80	一、形态及分类地位	110
二、分子生物学技术的应用	84	二、菌丝生长与子实体的形态 建成	111
本章小结	90	三、生活史	112
思考题	90	四、生长发育条件	112
第五章 食用菌菌种制作与保藏	91	第二节 常规栽培技术	114
第一节 菌种制作的基本设施	91	一、栽培季节的选择和菌种准备	114
第二节 灭菌与消毒	92	二、菇房的设置和消毒	115
一、常用灭菌方法	93	三、培养料的配方与堆制	116
二、常用消毒方法	94	四、播种及播种后的管理	117
三、空气过滤除菌	95	五、覆土及覆土后的管理	118
第三节 菌种分离	95	六、出菇管理	120
一、孢子分离法	95	七、采收与分级	120
二、组织分离法	96	八、间歇期的管理	121
三、基内菌丝分离法	97	九、越冬管理	122
第四节 固体菌种制作	97	十、春菇管理	122
一、培养基的种类	97	第三节 工厂化生产技术	122
二、培养基的制作	98	一、菇厂设施与设备	123
三、接种	99	二、工艺流程	125
四、菌种培养	99	三、技术要点	125
五、银耳混合菌种的分离与制作	99	本章小结	128
第五节 液体菌种制作	100	思考题	129
一、液体菌种生产设备	101	第七章 香菇栽培	130
二、工艺流程	102	第一节 生物学特性	131
三、培养基	102	一、形态及分类地位	131
四、接种	102	二、生活史	131
五、液体菌种培养的条件	103	三、生长发育条件	131
六、发酵质量的监测	103		

第二节 香菇用林的培育与利用	134	一、栽培季节	181
一、常见与常用菇树	135	二、工艺流程	181
二、香菇用林的培育和利用	135	三、栽培管理	181
第三节 段木栽培	137	本章小结	190
一、工艺流程	137	思考题	190
二、技术要点	137	第十章 银耳栽培	191
第四节 袋式栽培	146	第一节 生物学特性	192
一、工艺流程	146	一、形态及分类地位	192
二、技术要点	146	二、生活史	192
第五节 畦式栽培	154	三、生长发育条件	193
一、工艺流程	155	第二节 栽培技术	194
二、技术要点	155	一、栽培季节	194
本章小结	158	二、工艺流程	194
思考题	158	三、栽培管理	195
第八章 黑木耳栽培	160	本章小结	198
第一节 生物学特性	160	思考题	198
一、形态及分类地位	160	第十一章 金针菇栽培	200
二、生活史	161	第一节 生物学特性	200
三、生长发育条件	161	一、形态及分类地位	200
第二节 段木栽培	164	二、生活史	201
一、工艺流程	164	三、生长发育条件	202
二、技术要点	164	第二节 常规栽培技术	203
第三节 代料栽培	172	一、工艺流程	203
一、工艺流程	172	二、技术要点	203
二、技术要点	173	第三节 工厂化生产技术	206
本章小结	176	一、工艺流程	206
思考题	176	二、设施与设备	206
第九章 毛木耳栽培	177	三、栽培管理	208
第一节 生物学特性	177	本章小结	212
一、形态及分类地位	177	思考题	212
二、生活史	178	第十二章 平菇栽培	213
三、生长发育条件	178	第一节 生物学特性	213
第二节 袋式栽培	179	一、形态及分类地位	213
一、栽培季节	179	二、生活史	214
二、工艺流程	179	三、生长发育条件	215
三、栽培管理	179	第二节 栽培技术	216
第三节 集约化栽培技术	181	一、床式栽培	216

二、袋式栽培	218	思考题	242
本章小结	220	第十六章 杨树菇栽培	243
思考题	220	第一节 生物学特性	243
第十三章 杏鲍菇栽培	221	一、形态及分类地位	243
第一节 生物学特性	221	二、生活史	243
一、形态及分类地位	221	三、生长发育条件	244
二、生活史	222	第二节 栽培技术	244
三、生长发育条件	222	一、栽培季节	244
第二节 栽培技术	223	二、工艺流程	245
一、工艺流程	223	三、栽培管理	245
二、技术要点	223	本章小结	248
本章小结	226	思考题	248
思考题	227	第十七章 真姬菇栽培	249
第十四章 白灵菇栽培	228	第一节 生物学特性	249
第一节 生物学特性	229	一、形态及分类地位	249
一、形态及分类地位	229	二、生活史	249
二、生活史	229	三、生长发育条件	250
三、生长发育条件	229	第二节 栽培技术	250
第二节 栽培技术	230	一、工艺流程	250
一、工艺流程	230	二、技术要点	250
二、栽培季节	230	本章小结	254
三、栽培方式	230	思考题	254
四、技术要点	230	第十八章 竹荪栽培	255
本章小结	234	第一节 生物学特性	255
思考题	234	一、形态及分类地位	255
第十五章 滑菇栽培	235	二、生活史	256
第一节 生物学特性	235	三、生长发育条件	256
一、形态及分类地位	235	第二节 常规栽培技术	257
二、生活史	235	一、栽培季节	257
三、生长发育条件	236	二、工艺流程	257
第二节 栽培技术	237	三、栽培管理	257
一、品种选择	237	本章小结	261
二、栽培季节	238	思考题	261
三、培养基配方	238	第十九章 猴头菌栽培	262
四、盘栽	238	第一节 生物学特性	263
五、袋栽	241	一、形态及分类地位	263
本章小结	242	二、生活史	263

三、生长发育条件	264	二、生活史	287
第二节 栽培技术	266	三、生长发育条件	287
一、栽培季节	266	第二节 栽培技术	288
二、工艺流程	267	一、栽培季节	288
三、栽培管理	267	二、工艺流程	288
本章小结	270	三、栽培管理	289
思考题	271	本章小结	296
第二十章 灰树花栽培	272	思考题	296
第一节 生物学特性	272	第二十三章 鸡腿蘑栽培	297
一、形态及分类地位	272	第一节 生物学特性	297
二、生活史	272	一、形态及分类地位	297
三、生长发育条件	273	二、生活史	298
第二节 栽培技术	274	三、生长发育条件	298
一、栽培季节	274	第二节 栽培技术	299
二、栽培场所	274	一、栽培季节	299
三、栽培料配方	274	二、工艺流程	299
四、装袋、灭菌、接种	274	三、技术要点	299
五、发菌期管理	274	四、采收与加工	302
六、出菇期管理	275	本章小结	303
七、采收	277	思考题	303
本章小结	278	第二十四章 灵芝栽培	304
思考题	278	第一节 生物学特性	304
第二十一章 草菇栽培	279	一、形态及分类地位	304
第一节 生物学特性	279	二、生活史	305
一、形态特征	279	三、生长发育条件	305
二、生长发育和形态建成	280	第二节 栽培技术	306
三、生活史	280	一、栽培季节	306
四、生长发育条件	280	二、工艺流程	306
第二节 栽培技术	281	三、栽培管理	307
一、栽培季节	281	四、灵芝孢子粉收集	309
二、工艺流程	281	本章小结	309
三、技术要点	282	思考题	310
本章小结	286	第二十五章 茯苓	311
思考题	286	第一节 生物学特性	311
第二十二章 巴西蘑菇栽培	287	一、形态及分类地位	311
第一节 生物学特性	287	二、生活史	312
一、形态及分类地位	287	三、生长发育条件	312

第二节 栽培技术	314	二、形态及分类地位	345
一、工艺流程	314	三、生活史	345
二、技术要点	314	四、生长发育条件	345
第三节 茯苓的加工	323	五、栽培技术	347
一、产品加工	323	第二节 冬虫夏草	349
二、茯苓药材商品与规格标准	324	一、概述	349
本章小结	325	二、形态及分类地位	350
思考题	325	三、生活史	350
第二十六章 猪苓	326	四、生长发育条件	351
第一节 生物学特性	326	五、栽培技术	353
一、形态及分类地位	326	六、液体发酵	354
二、生活史	327	第三节 块菌	355
三、生长发育条件	327	一、概述	355
第二节 栽培技术	328	二、生物学特性	355
一、场地选择	328	三、块菌的培育	358
二、栽培时间	328	第四节 松茸(松口蘑)	360
三、栽培方法	328	一、概述	360
本章小结	330	二、形态及分类地位	362
思考题	330	三、生活史	362
第二十七章 蛹虫草栽培	331	四、生长发育条件	363
第一节 生物学特性	332	五、栽培技术	365
一、形态及分类地位	332	本章小结	367
二、生活史	332	思考题	369
三、生长发育条件	334	第二十九章 食用菌病虫害防治	370
第二节 蚕蛹培养基栽培	335	第一节 病害及杂菌的防治	370
一、栽培季节	335	一、竞争性杂菌	371
二、工艺流程	335	二、侵染性病害	376
三、栽培管理	336	三、生理性病害	378
第三节 米饭培养基栽培	339	第二节 害虫及其他有害动物的防治	380
一、栽培季节	339	一、主要害虫	380
二、工艺流程	339	二、螨类	382
三、栽培管理	339	三、线虫	382
本章小结	341	四、其他有害动物	383
思考题	342	第三节 食用菌病虫害的综合防治	383
第二十八章 野生食用菌的驯化	343	一、生态调控	383
第一节 羊肚菌	344	二、物理控制	384
一、概述	344	三、化学防治	385