



普通高等教育“十三五”规划教材
植物生产类专业应用型本科教材

食用菌 栽培学

马瑞霞 王景顺◎主编

Edible
Mushroom
Cultivation



普通高等教育“十三五”规划教材
植物生产类专业应用型本科教材

食用菌栽培学

马瑞霞 王景顺 主 编

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌栽培学/马瑞霞, 王景顺主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 8

普通高等教育“十三五”规划教材 植物生产类专业应用型本科教材

ISBN 978 - 7 - 5184 - 1110 - 8

I. ①食… II. ①马… ②王… III. ①食用菌—蔬菜园艺—高等学校—教材 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 157107 号

责任编辑: 贾 磊

策划编辑: 李亦兵 贾 磊 责任终审: 张乃东 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 晋 洁 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 20.25

字 数: 400 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5184 - 1110 - 8 定价: 49.00 元

邮购电话: 010 - 65241695 传真: 65128352

发行电话: 010 - 85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

160647J1X101ZBW

本书编写人员

主 编：马瑞霞 王景顺

副主编：张坤朋 路志芳

编 者：（以姓氏笔画为序）

杨利玲 吴秋芳 陈瑞利 崔瑞峰

前 言

Preface

食用菌栽培是现代生态农业的重要组成部分。从 20 世纪初发明纯菌种以来,食用菌人工栽培技术不断改进和完善,生产规模不断扩大,形成了一个新的产业,受到了世界各国的普遍重视。随着科学研究的深入和科学技术的发展,人们对食用菌的认识不断加深。医学界发现多种食用菌有促进人体健康、预防或治疗疾病的作用。生物界、环境保护界认为,食用菌是大自然生态良性循环的积极参与者,它们能分解、利用工农业副产品、废料,生产出高蛋白食品;栽培过食用菌的培养料,又可作饲料,饲养家畜、家禽等;畜禽粪便可产生沼气,沼气渣是优质农田肥料。因此,发展食用菌栽培,可加快城乡废弃物在生态循环中的转化速度,增加产品输出,提高整个生态系统的生产力。经济学界认为,食用菌栽培投资少、见效快,可向立体发展,占地少,城乡皆宜,经济效益和社会效益显著,食用菌栽培前景广阔。

食用菌栽培学是高等院校生物类、植物生产类专业等的一门选修课,通过本课程的教学,旨在培养更多懂理论、会技术的食用菌高级专门应用型人才。我们据此编写了本书,在编写过程中,尽可能参考了国内外的最新进展,力求做到内容全面、完整、新颖,且图文并茂,深入浅出,通俗易懂,适应性强。内容包括:Ⅰ. 基础理论部分。介绍了食用菌的形态结构、菌种制作、菌种复壮与保藏方法、食用菌生产设备与设施、灭菌与消毒、病虫害防治、食用菌贮藏与加工等内容。Ⅱ. 栽培技术部分。介绍了各种传统食用菌和各地正在兴起发展的新特食用菌的栽培技术。Ⅲ. 实验指导。

本书由安阳工学院生物与食品工程学院的老师根据多年的教学、科研实践和有关文献资料,分工合作编写而成。他们是马瑞霞(编写绪论、第十章、附录)、王景顺(编写第一章、第四章、第五章、第六章第四节、第七章、第十二章)、张坤朋(编写第六章第五节、第八章)、路志芳(编写第六章第一节和第二节、第九章第一节和第二节)、杨利玲(编写第三章、第六章第三节)、吴秋芳(编写第二章、第十一章)、崔瑞峰(编写第九章第三节至第六节)、陈瑞利(编写第十三章)。全书由马瑞霞、王景顺对部分章节进行了改写,由马瑞霞统稿。

在编写过程中,得到了多地许多专家同行的支持和帮助,同时参考了一些兄弟院校所编的食用菌栽培学教材、讲义,以及其他书籍、期刊和互联网资料等,在此一并向他们致以衷心的感谢!

限于编者的业务水平,书中错漏难免,恳请专家、同行提出批评和修改意见。

编者

目 录

Contents

绪论	1
第一章 食用菌基础知识	10
第一节 食用菌的形态结构	10
第二节 食用菌的营养	19
第三节 影响食用菌生长发育的环境因素	30
第二章 食用菌遗传育种与保藏	43
第一节 遗传学基础知识	43
第二节 常用育种方法	46
第三章 场地、设施与灭菌	49
第一节 菌种生产的设施与设备	49
第二节 食用菌生产场地	55
第三节 灭菌与消毒	57
第四章 食用菌菌种生产	61
第一节 母种生产	62
第二节 原种和栽培种生产	72
第三节 液体菌种生产	79
第五章 菌种分离、保藏与复壮	88
第一节 母种分离	88
第二节 菌种保藏	95
第三节 菌种退化与复壮	101
第六章 木腐型食用菌栽培	103
第一节 平菇栽培	103
第二节 香菇栽培	112
第三节 黑木耳栽培	124

第四节	银耳栽培	136
第五节	金针菇栽培	145
第七章	草腐型食用菌栽培	154
第一节	双孢菇栽培	154
第二节	鸡腿菇栽培	168
第三节	草菇栽培	176
第四节	竹荪栽培	182
第八章	药用菌栽培	193
第一节	灵芝栽培	193
第二节	猴头菌栽培	200
第三节	茯苓栽培	205
第四节	蛹虫草栽培	210
第九章	珍稀食用菌栽培	215
第一节	真姬菇栽培	215
第二节	杏鲍菇栽培	220
第三节	大球盖菇栽培	225
第四节	茶薪菇栽培	229
第五节	灰树花栽培	234
第六节	白灵菇栽培	238
第十章	食用菌保鲜与加工	242
第一节	食用菌的保鲜技术	242
第二节	食用菌产品的加工	245
第十一章	食用菌病虫害的发生与防治	253
第一节	生理性病害及其防治	253
第二节	竞争性杂菌及其防治	255
第三节	食用菌常见害虫及其防治	262
第四节	食用菌病虫害的综合防治	267
第十二章	食用菌周年栽培与多层次综合利用	272
第一节	食用菌周年栽培技术	272
第二节	食用菌多层次综合利用	275

第十三章 实验指导	281
实验一 食用菌形态结构观察	281
实验二 食用菌母种的制作	282
实验三 食用菌原种和栽培种的制作	284
实验四 食用菌母种分离	286
实验五 平菇的生料栽培	288
实验六 木屑袋料栽培香菇	289
实验七 段木栽培黑木耳	292
实验八 金针菇熟料栽培	294
实验九 双孢菇栽培	296
实验十 蛹虫草栽培	297
附录	300
附录一 各种培养料的碳、氮含量与碳氮比	300
附录二 培养料含水量换算表	301
附录三 蒸汽压力与蒸汽温度对应表	302
附录四 常见食用菌主要栽培方式与生物学效率	302
附录五 农副产品主要矿物质元素含量	303
附录六 农作物秸秆及副产品化学成分	304
附录七 生产 10 万瓶(袋)菌种厂的基本设备	305
附录八 霉菌、细菌和虫卵在培养料不同发酵温度下的 存活时间	306
附录九 常用消毒剂配制及用途	307
附录十 常用药剂防治对象及用法	307
附录十一 食用菌菌种管理办法	308
附录十二 食用菌卫生管理办法	312
参考文献	313

绪论

一、食用菌与食用菌栽培学概述

（一）食用菌

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，它不仅包括大型的食用真菌，而且还包括被食品工业用于酿造的丝状真菌和酵母菌等小型的食用真菌。狭义的食用菌是指可供人类食用的大型真菌，即食用菌是一类可供食用或药用的具有肉质或胶质等显著子实体的大型真菌。大型真菌一般形体较大，肉眼可见，多为肉质、膜质或胶质，常被称作“菇”“蕈”“菌”“蘑”“耳”，如香菇、双孢蘑菇、黑木耳。

世界上已被描述的真菌达 12 万余种，能形成大型子实体或菌核组织的达 6000 余种，可供食用的有 2000 余种；我国已报道的有 980 种，其中能进行人工栽培的有 90 余种，已形成大规模商业化栽培的有 50 余种。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亚门，约 10% 属于子囊菌亚门。多数食用菌是菜肴中的珍品，因此也可以说食用菌是一类菌类蔬菜。

（二）食用菌栽培学

食用菌栽培学是现代生物科学的重要分支学科之一，是白色农业的重要组成部分。国际上创立该学科是在 1934 年，日本称之为菌蕈学。它主要研究食用菌的形态、分类、生理、生化、遗传、栽培、生态及其开发利用等方面的内容。食用菌栽培学和其他许多学科有着极密切的联系，它是在微生物学、发酵学、园艺学、生态学及环境工程学等多门学科原理的基础上发展起来的具有独特专业性的一门边缘学科。它不仅是一门基础学科，同时也是应用学科。

食用菌栽培学主要侧重于食用菌栽培技术，它的主要研究对象是大型真菌中可供人类食用的真菌，主要任务是研究食用菌高产的理论和栽培技术，具体来说，就是研究食用菌生长发育规律和产量形成规律及其与环境条件的相互关系，并探讨实现食用菌高产、稳产、优质、高效的栽培技术措施，从而促进食用菌产业的发展，生产更多更好的食用菌产品，以满足人类生活的需要。

二、发展食用菌生产的意义

（一）食用菌的营养价值和药用价值

1. 营养价值

评价食物的营养价值主要在于蛋白质及其氨基酸组成、碳水化合物、脂肪、维生素、

矿物质和膳食纤维的含量和比例。食用菌富含蛋白质，低脂肪，低糖，无淀粉，无胆固醇，多维生素、氨基酸、矿质元素及膳食纤维，且比例平衡，结构合理。现代人们崇尚“三低一高”的食品，即低脂肪、低糖、低盐、高蛋白质的食品，食用菌则被列为首选食品。

食用菌营养丰富、口感鲜爽、风味独特，已被联合国粮农组织（FAO）推荐为21世纪的理想健康食品。现代科学研究证明，食用菌中蛋白质含量相当丰富，蛋白质含量一般占其子实体鲜重的3.5%~4.0%，比芦笋和卷心菜高2倍，比柑橘高8倍，比苹果高12倍，其蛋白质含量高于多数蔬菜和水果，也高于小麦、水稻、玉米、谷子等粮食作物（表0-1）；双孢蘑菇的蛋白质含量则是瘦肉的2倍，鸡蛋的3倍，牛奶的12倍。

国际上有专家预测，21世纪食品将由20世纪的植物蛋白和动物蛋白组成的二元结构发展为以植物蛋白、动物蛋白和菌类蛋白组成的三元结构。所以，我国著名的保健专家洪昭光教授提出“一荤、一素、一菌”为健康合理的饮食结构。

表0-1 部分食用菌与蔬菜、粮食中蛋白质含量的比较 单位：g/100g干重

食用菌		蔬菜		粮食	
种类	蛋白质	种类	蛋白质	种类	蛋白质
蘑菇	36.1	白萝卜	0.6	小麦	12.4
香菇	13.4~18.5	大白菜	1.1	稻米	8.5
平菇	10.5~30.4	菠菜	1.8	玉米	8.5
草菇	25.9~30.1	黄瓜	0.8	高粱	9.5

组成食用菌蛋白质的氨基酸种类齐全，含量丰富。除常规氨基酸外，还含有8种人体不能合成的必需氨基酸及一些特殊含氮化合物。食用菌独特的鲜味和香味，一般来源于多种游离氨基酸。

食用菌脂肪含量很低，且74%~83%是对人体健康有益的不饱和脂肪酸，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，还能降低胆固醇含量和血液黏稠度，预防高血压、脑血栓等心脑血管疾病。如蘑菇中脂肪含量为2%，只及猪肉的1/16。其次，食用菌中无胆固醇，而类甾醇含量丰富，同样可以降低血液中胆固醇的含量。

食用菌还含有丰富的维生素，如维生素B₁、维生素B₂、维生素B₃、维生素C、维生素D原等（表0-2）。食用菌维生素含量是蔬菜的2~8倍。一般每人每天吃100g鲜菇可满足人体维生素的需要。据测定，每100g鲜草菇中维生素C含量高达206.27mg，为辣椒的1.2~2.8倍，是柚和橙的2~5倍、番茄的17倍。香菇含有丰富的维生素D原，维生素D原经紫外线照射可转化为维生素D。每1g干香菇含维生素D原高达128IU（国际单位），是大豆的21倍，紫菜的8倍。一个正常人每天需要维生素D为400IU（国际单位），每天食用3~4g干香菇就可满足对维生素D的需求。

表 0-2

部分食用菌中维生素的含量

单位: mg/kg 鲜品

菌类	维生素				
	维生素 B ₁	维生素 B ₂	维生素 B ₃	维生素 C	维生素 D 原
双孢菇	1.6	0.7	48.0	131.9	1240.0
香菇	0.7	1.2	24.0	109.7	2460.0
平菇	4.0	1.4	107.0	93.0	1200.0
草菇	12.0	33.0	919.0	206.27	—
金针菇	3.1	0.5	81.0	109.3	2040.0

食用菌是人类膳食所需矿物质的良好来源。其含量最多的矿物质是钾, 约占总灰分的 45%。其次是磷、硫、钠、钙, 还有人体必需的铜、铁、锌等。如香菇、木耳含铁量约是蔬菜的 100 倍。平菇含铜量居食用菌之首, 每 100g 干菇含铜量达 60mg, 是猪肉的 100 多倍、面粉的 40 多倍、大米的 90 多倍。银耳含有较多的磷, 有助于恢复和提高大脑功能。香菇、木耳含铁量高, 每 100g 干木耳含铁 185mg, 多食木耳对营养性贫血患者非常有益。

食用菌是人类膳食纤维的主要来源之一。膳食纤维在人体内具有独特的营养功能, 因此被营养学界称为除了水、蛋白质、糖类、脂类、维生素、矿物质六大营养素之外的“第七营养素”。它是一种不易被消化的食物营养素, 但它可以促进胃肠蠕动, 增加消化液的分泌, 减少有害物质的吸收, 利于粪便排出等。食用菌含有较高的膳食纤维, 如平菇含有 7.4%~27.6%, 双孢菇含有 10.4%。食用菌集中了食品的一切良好特性, 所以又被称为上帝食品、长寿食品、植物性食品的顶峰等。

2. 药用价值

食用菌不仅营养丰富, 是理想的美味食品, 而且还有一定的营养保健和药用功能。食用菌所含的多种真菌多糖、糖蛋白、糖肽、腺苷、三萜类、甾醇、特殊蛋白质和脂肪酸等生物大分子, 可有效地提高人体免疫机能, 调节生理代谢, 预防疾病, 延缓衰老, 增进健康。特别是近年医学研究发现食用菌可具抗肿瘤、降血压、降血脂、降胆固醇、清除血液垃圾、软化血管、预防血管内壁粥样硬化、抗血栓、护肝、健肾、补血、促进肠蠕动、加速排毒、减缓艾滋病症状等诸多功能, 如姬松茸、猪苓、茯苓、银耳、香菇、灵芝、冬虫夏草、云芝、树舌、平菇、裂褶菌、灰树花、猴头菌等。这些菌类中的多糖体都具有很高的抗癌活性(表 0-3)。

表 0-3

几种食用菌抑癌率

单位:%

菌类	抑癌效率	菌类	抑癌效率
香菇	80.7	猴头	91.3
平菇	75.3	木耳	42.6
茯苓	96.9	银耳	80.0
金针菇	81.1	草菇	75.0

目前已在临床应用的有多种食用菌多糖, 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。从香菇中分离出的6种以上多糖体具有较强的抗肿瘤作用。食用菌已成为筛选抗肿瘤药物的重要来源。

食用菌产生多种抗生素，可消炎去痛，毒性低，副作用小，具有较高的抗菌活性。现已知的抗生素已达近百种，如假蜜环菌产生的假蜜环菌甲素和假蜜环菌乙素，可以治疗胆囊炎和慢性肝炎，猴头菌素对消化系统的炎症有特效。

另外，食用菌中的蘑菇核糖核酸具有很好的抗病毒作用，为人类预防各种病毒带来了新的希望，以此来开发制造新的抗流感病毒及其他病毒的药物。食用菌还有抗衰老、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。

总之，由于食用菌的多种抗病治病的药用保健价值，现已引起国内外许多研究人员的重视，逐渐由食用扩大转入药用研究及药用开发研究。目前出现了不少新产品，除了制成各种保健茶、保健饮料外，还可制成多种煎剂、片剂、糖浆、胶囊等，有的还制成针剂、口服液等。另外，在食用菌中，现已发现对人体肿瘤有抑制作用的就有60多种，因此从食用菌中寻找新的抗肿瘤药物或其他药物具有重要意义，把真菌的食用和药用结合起来，对食用菌的进一步开发具有实践意义。

(二) 变废为宝，促进生态系统的良性循环

食用菌菌丝体能把纤维素、半纤维素、木质素等大分子物质，在酶的作用下分解成葡萄糖等小分子物质，吸收利用转化成可食用的优质菌体蛋白，所以食用菌能有效利用农副产品的下脚料，使废弃物变废为宝。我国是一个农业大国，每到收割季节，大量下脚料堆积在农村的房前屋后，人们通常用作肥料、饲料、燃料或者烂掉，这是极大的污染和浪费。若用来栽培食用菌就会变废为宝。我国每年约产农业下脚料 5.25×10^8 t、工业下脚料 5.0×10^7 t、畜禽粪便 2.5×10^8 t，此外还有野草资源。目前仅用其0.5%~0.6%栽培食用菌，这些广泛存在的下脚料对人类而言是废弃料，也是很大的污染源，而对食用菌来说却是必需的食粮。食用菌栽培有效利用农副业的废弃物，不仅能大大改善农村地区秸秆乱堆或焚烧，畜禽粪便乱堆破坏环境的现象，还能促进物质的循环利用，对节能环保等都有重要的意义。

(三) 促进当地经济发展，开拓就业门路

食用菌生产不与人争粮、不与粮争地、不与地争肥、不与农争时，不会与农业生产发生矛盾，完全可以利用庭院空地、闲散劳动力进行生产。食用菌的生长期短，从种到收一般为30~40d，是理想的“短、平、快”项目。另外，食用菌栽培技术易学、易懂，生产设备简单，投入值低，产出值高。食用菌还可以进行出口贸易，增加经济收入，体现出良好的经济效益。我国山多、林地多、地形复杂、气候多样，为各种不同的食用菌提供了良好的生活环境。在大力发展林木业的同时，可以有计划地发展食用菌栽培业。

食用菌产业的发展，也促进了农村经济的发展，增加了农民收入。如浙江寿宁县1996年累计总产值14亿元，当年栽培香菇1亿袋，创造产值5.7亿元，占农业总产值的53.3%，形成“半县花菇半县茶”的农业新格局。全县靠种菇摘掉了9个贫困乡的贫困帽子，人均收入大幅度提高。

另外，福建古田，浙江庆元，河南沁阳、西峡，山东烟台、莘县，湖北曾都等地通过菇业的发展，都不同程度地推动了当地经济的发展，食用菌产业已成为当地的支柱产业。

发展食用菌生产还为农村富余劳动力找到了就业门路。我国是一个人口众多的国家，农业人口占比大，劳动力资源极为丰富。食用菌生产是劳动密集型产业，发展食用菌生产为农村富

余劳动力就业找到了出路。据统计,我国目前直接从事食用菌相关产业的人数约有3500万人,有些食用菌生产乡镇从事食用菌生产的人数已占总人口的70%~80%。

食用菌产业的发展也激活了其他相关行业的活力,如餐饮业、运输业、塑料行业、粮棉加工业、制药业等,大大促进了地方经济的发展。

总之,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,进行综合利用,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,大大提高了整个生态系统的生产能力。

三、食用菌栽培简史

中国是世界上最早认识、利用和栽培食用菌的国家,在漫长的历史发展中创造了灿烂的菌蕈文化。数千年前,人类开始了观察、采食食用菌的实践活动:远在旧石器时代,原始居民已大量采食菇类;在浙江河姆渡的新石器时代遗址中发现有谷物和菌类化石,距今至少已有7000余年,是人类采食食用菌蕈最早的物证;公元前400~前300年,战国时期的《庄子》中有“朝菌不知晦朔”的论述,在《齐物论》中提出“乐成虚,蒸成菌”,《列子》中有“朽壤之上,有菌芝者。生于朝,死于晦。”的记述,比较科学地阐述了菇类的生理和生态条件。中国是多种食用菌的栽培发祥地,在当今世界广泛栽培的食用菌中,香菇、木耳、金针菇、草菇、银耳、茯苓、灵芝、猪苓等都为我国最早人工栽培的菌类。例如,茯苓的栽培起源于南北朝;木耳的栽培大约在7世纪起源于湖北省房县;香菇栽培起源于浙江的龙泉,已有800多年的历史;草菇的栽培起源于广东的曹溪南华寺,约有200年的历史,1932年由华侨把草菇的栽培方法带到马来西亚后,很快遍及东南亚及北非,所以草菇在世界上有“中国菇”之称;银耳栽培起源于湖北房县,距今已有100多年的历史。

欧洲工业革命后,随着微生物学、真菌学、遗传学、生理学等学科的发展,德国、法国、英国、美国、日本等把食用菌的栽培和加工业推进到科学化的阶段,并发展成为重要的产业。20世纪初,法国在双孢蘑菇纯菌种的分离培养方面首先获得成功。日本在20世纪20年代末首先制成香菇的纯培养菌种。第二次世界大战后,荷兰、美国、日本等发达国家的食用菌生产趋于工厂化、机械化和集约化。20世纪60年代,欧洲、北美洲的食用菌产量占世界总产量的90%以上。20世纪70年代东南亚的发展中国家和地区,如中国、韩国等食用菌生产发展速度大大超过欧洲和美国,居世界前列。

19世纪末20世纪初,一些在国外留学的研究人员开始在国内传播西方和日本的种菇技术。随后,我国的食用菌生产得到了飞速的发展,各种栽培技术不断提高,并开发利用了许多食用菌资源,培育出大量的新品种,规模和产量也不断扩大,已经形成了一门新兴的产业。

四、食用菌产业的现状与发展趋势

(一) 食用菌产业的现状

1. 产量与产值不断增加

目前,我国已成为世界上最大的食用菌生产国和出口国,食用菌产量逐年增加。出口量虽然年年增加,但占全国总产量的比值却年年下降(表0-4),说明支撑食用菌产业发展的主要市场在国内。

表 0-4

中国食用菌产量与出口量 (2001—2014)

年份	鲜产量/ 10^3 t	出口量 (干鲜重) / 10^3 t	出口量占 产量的比例/%	出口额/ 百万美元
2001	7818	443	5.7	472
2002	8650	382	4.4	463
2003	10390	433	4.2	622
2004	11600	582	5.0	902
2005	13340	628	4.7	960
2006	14741	604	4.1	1120
2007	16820	715	4.3	1425
2008	18272	683	3.7	1453
2009	20206	529	2.6	1307
2010	22013	491	2.2	1750
2011	25717	520	2.0	2407
2012	28280	478	1.7	1740
2013	31697	512	1.6	2691
2014	32700	582	1.8	2906

2. 栽培种类逐年增多

食用菌栽培种类已由 20 世纪 80 年代的 10 余种发展到目前的 100 多种, 其中常规栽培的种类有双孢蘑菇、香菇、平菇、草菇、金针菇、滑子菇、银耳、黑木耳、毛木耳、猴头菌、竹荪等。由于市场需求稳中有升, 效益稳定, 生产得到巩固和发展。食用菌种类的增加也得益于珍稀菌和野生菌的驯化和开发。近年来人工驯化和开发了大量的珍稀菇类, 如真姬菇、姬松茸、杏鲍菇、阿魏蘑、白灵菇、茶薪菇、鸡腿菇、灰树花、榆黄蘑、大球盖菇等, 虽然多数珍稀菇类产量低, 但是栽培面积小, 生产量少, 市场不饱和, 价格居高不下, 很有发展潜力。

3. 产品加工多样化

目前食用菌产品加工除了传统的初加工处理, 即对食用菌产品进行简单的加工处理如烘干、糖浸、盐浸、膨化等, 生产出脱水烘干制品、腌制品、罐头制品、方便食品、休闲小吃等产品外, 还可进行深加工处理, 即通过一定的加工工艺, 生产出具有特定功能的食用菌保健品、酒品、饮品、药品和化妆品等菌类产品, 如食用菌发酵乳、猴头口服液、猴头酒、猴头露、香菇糯米酒、香菇保健蛋糕、食用菌面包、平菇软糖、香菇酱油、草菇酱油等。韩国将灵芝、姬松茸、香菇等混合加工后制成保健茶很有消费市场。开发生产中成药品, 如香云片、香菇多糖片、香菇多糖注射液、猴菇片、天麻密环菌片、密环菌冲剂、亮菌片、云芝肝泰键肝片等。

4. 栽培方式多样化

按照产品供应可分为季节性栽培、周年栽培和反季节栽培; 按产地可分为棚室栽培、林地栽培、露天栽培; 按栽培方法可分为瓶栽、袋栽、床栽、层架栽培、墙式栽培等; 按照设备条件可分为工厂化栽培、农业设施栽培(以日光温室、塑料大棚、遮阳网覆盖等栽培)和仿野生

栽培（是一种半保护栽培条件下的近野生栽培方式，适用于块菌、松茸、松乳菇等共生菌）等。

5. 食用菌工厂化生产快速发展

食用菌工厂化生产是最具现代农业特征的产业化工业生产方式，其采用工业化的技术手段，组织高效率的机械化、自动化作业，实现食用菌的规模化、智能化、集约化、标准化、周年化生产。

我国食用菌工厂化生产在2008年后发展迅速，据中国食用菌协会调研统计，2009年是246家，2010年为443家，截止到2014年9月，全国食用菌工厂化企业有729家（含在建、新建企业42家）。食用菌工厂化生产的品种也由初期的金针菇、双孢菇，扩展到杏鲍菇、白灵菇、蟹味菇、滑子菇等十几个品种。我国食用菌工厂化生产发展非常迅速，如2013年上海市金针菇工厂化生产量约为300t/d，杏鲍菇生产量约为25t/d。

（二）发展趋势

1. 向高效益发展

发展珍稀菌类、反季节栽培及多层次立体栽培，使食用菌在品种、时间及空间上全方位产生经济效益，是食用菌发展的必然方向。

2. 向高质量发展

要振兴食用菌产业，必须按照国际、国家、行业标准体系及市场需求组织生产经营活动。菌种要实行生产许可证制度，大力推广利于标准化、工厂化、周年化生产的液体菌种。生产中应减少农药和激素的使用，提高产品安全性，对病虫害的防治要多采用物理和生物防治法。菌种质量和菌品质量都要按照行业标准进行检验，菌品要建立注册商标，零售要有包装，树立名牌意识。

3. 向工厂化、规模化发展

今后主产方式将由零星栽培逐渐转向区域化布局、规模化发展、专业化生产、产业化推进。生产主体将由企业逐步取代农户，机械化、自动化取代劳动强度大、效率低、质量差的手工操作。

4. 向增值化发展

食用菌深加工，向保健食品、药品方向开拓新产品。如各种类型的菇类食品、饮料、滋补品等，其生产工艺较简单，但其产品却身价倍增。食用菌以原料形式进入市场，效益低。加工技术、层次越高，升值倍数越大。此外，菌丝体与子实体的化学成分无本质区别，在生产上获取菌丝体比子实体要容易得多，从菌丝体的发酵液中提取所需的药品、食品和保健品已成为一个关注的热点。

食用菌还有较强的观赏性，是天然的艺术品，如形态奇特、质地坚硬不腐的灵芝盆景是古朴典雅的工艺品。食用菌产业以其劳动密集和资源密集的行业优势，以变废为宝，促进农业可持续发展的生态优势，以美味、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。

食用菌产业如何以种类优势、规模优势、加工优势、质量优势和品牌优势去打开国内外市场，需要不懈的努力与探索。它毕竟是一个新兴行业，在科研、开发、生产、加工、销售及管理等还存在很多问题。但国家和政府已把食用菌列为发展特色农业、高效农业、创汇农业和农业结构调整的重要发展产业，随着政策到位、科技投入以及人们对食用菌的作用、效益、

前景认识程度的提高,食用菌产业会不断克服自身的困难,保持健康有序地发展,尽快实现成为食用菌生产强国的目标。

(三) 存在的问题及制约因素

1. 食用菌资源保护与开发的矛盾日益尖锐

由于食用菌产业较大程度依赖于资源,过量砍伐树木、过量采挖珍稀菌类已对环境及资源造成了严重的破坏,使可持续发展面临困境。

2. 产业标准建设滞后

目前我国有食用菌国家标准 20 项,行业标准 32 项,其中 29 项是 20 世纪 80 年代到 90 年代公布实施的,20 项是 2000 年以后颁布实施的,3 项是 2003 年新修订的,与国际标准相比尚存差距,食品质量安全监测指标无法满足国外市场对食品安全的要求,不利于产品出口,很容易出现一些贸易纠纷。

发达国家通过立法对农药残留、放射性残留、金属含量、化学添加剂等制定了严格的技术标准。目前仅在农药残留限量指标上,国际食品法典有 2572 项,欧盟有 22289 项,美国有 8669 项,日本有 9052 项标准,其中有些标准是有针对性制定的。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本出口因农药残留等超标受阻共有 64 批次,2007 年有 33 批次,福建占 15 批次。

3. 市场制度制约食用菌产业发展

目前食用菌市场流通杂乱,整个市场处于无序竞争状态,没有明显的强势品牌。分散经营的菇农常受商贩的控制,出现“价格战”。以次充好、收购压级压价、销售抬级抬价的现象时有发生。此外,产品加工因大部分工厂规模小、科技含量低、加工能力有限,以致品质低劣,虽有产量,但效益低下,缺乏市场竞争力。同时,菌种市场比较混乱,缺乏严格规范的管理力度。

4. 食用菌出口形势严峻

近年来,由于经济发展及国外的绿色壁垒等原因,食用菌产业扩大国际市场十分困难。我国食用菌安全问题比较突出,农药残留和有毒有害物质残留超标,加上安全标准体系不完善,不能适应国际市场对食品安全的要求。

5. 食用菌产业发展不平衡

我国食用菌生产目前发展很不平衡,西部地区发展尤为缓慢。大型城市中心及沿海发达地区城市市场消费意识较高,中小城市受经济、文化及消费意识的影响,消费品种比较单一。

6. 食用菌品种自主知识产权不完善

在食用菌品质的保护方面,发达国家多采用专利保护。我国还没有将食用菌纳入作物品种的审定和认定体系中,也未建立食用菌品种登记制度。同时,具有自主知识产权的品种严重缺乏。目前使用的品种,多为通过非正规途径如民间引进或交换获得,具有自主知识产权的新品种面临流失。

此外,我国食用菌在科研、产品质量、深加工等领域与世界先进水平相比,也有较大的差距。

(四) 我国食用菌产业的展望

1. 加强食用菌生产的产业化、标准化建设

目前我国大型食用菌生产企业极少,产业化水平较低。由分散生产向集约化、产业化生产

发展,由手工生产向自动化、标准化生产发展,才能实现企业化管理,提高食用菌生产经营水平,实现高产优质,才会提高在国际市场上的竞争力和抵御市场风险的能力。

2. 加强食用菌产品的深加工力度

充分发挥食用菌的营养价值和保健价值,由其生产保健品、药品、食用添加剂、加工食品等,提高食用菌的利用价值,增加产品附加值,实现更高的经济效益和社会效益。

3. 加强菌种管理

政府部门应加强食用菌品种的选育、审定登记和菌种生产的规范管理。

4. 加强科研工作

应加强食用菌遗传学、生理学、生态学、生物工程方面的研究,为创造新品种、为食用菌栽培的高产优质高效提供理论依据。

五、如何学好《食用菌栽培学》

《食用菌栽培学》是农林、生物类专业的必选课程之一。学习本课程的主要任务是掌握食用菌的基本理论和基本技能,并掌握当前食用菌生产上推广应用的多种栽培方法与病虫害防治技术,为以后从事食用菌生产和科学研究奠定坚实的基础。食用菌生产技术属于应用科学,是一门实践性较强的课程,其理论来源于实践,反过来又指导生产实践,因此在学习食用菌生产技术的过程中,首先必须学好教材的基础知识,理解基本概念和基本操作技能,掌握主要食用菌的生物学特性和对环境条件要求的规律以及常见栽培品种的栽培方法;其次,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,在掌握理论的基础上结合实际,举一反三,灵活运用,在实践中不断学习和提高;再次,要进一步拓宽知识面,经常翻阅有关的期刊。在整个的理论和实践过程中,要以严谨的科学态度,逐步学会用辩证唯物主义的观点和方法观察问题、分析问题和解决问题。

思考题

1. 什么是食用菌?
2. 发展食用菌生产的意义是什么?
3. 试述我国食用菌产业的发展状况。