



农业专家大讲堂系列

食用菌

实用栽培技术

戴希尧 任喜波 主编

非外借



化学工业出版社

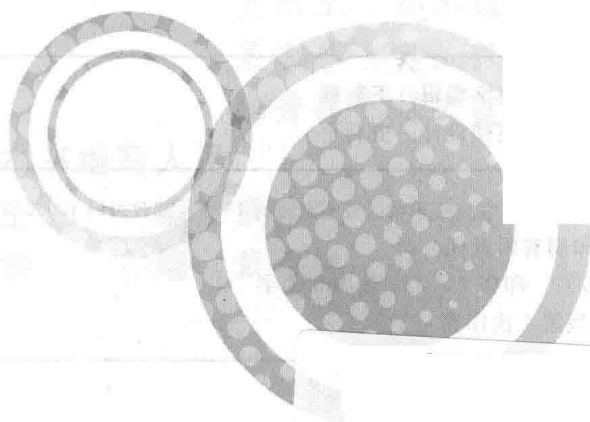


农业专家大讲堂系列

食用菌

实用栽培技术

戴希尧 任喜波 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

食用菌实用栽培技术/戴希尧, 任喜波主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 1
(农业专家大讲堂系列)
ISBN 978-7-122-22423-1

I. ①食… II. ①戴…②任… III. ①食用菌-蔬菜
园艺 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 279764 号

责任编辑: 邵桂林

文字编辑: 王新辉

责任校对: 宋 玮

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

850mm×1168mm 1/32 印张 7½ 字数 205 千字

2015 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: 25.00 元

版权所有 违者必究

《农业专家大讲堂系列》

编审专家委员会

名誉主任 赵治海
主任 兰凤英
副主任 奚玉银 崔培雪
编委会成员 (按姓名汉语拼音排序)

褚海义	崔培雪	丁培峰	冯莎莎
顾小龙	何 扩	黄 伟	兰凤英
李顺才	李文香	苗国柱	曲丽洁
史维军	孙丰梅	田再民	王云峰
吴淑琴	奚玉银	要 平	张俊花
张秀媛	赵云霞	赵治海	

本书编写人员

主编	戴希尧	任喜波		
参编	戴希尧	任喜波	王 鹏	姚太梅

前言

食用菌产品是介于肉和蔬菜之间的一种优质食品，其蛋白质含量高，脂肪含量低，富含维生素和膳食纤维，还含有多糖、酚类、萜类等生理活性物质。食用菌产品不仅营养丰富，而且还具有重要的保健价值，有益于人类健康，国内外市场非常广阔。

食用菌产业具有投入少、产出高、周期短、见效快等优点，是农民等生产经营者快速致富盈利的好项目。目前，我国虽然已成为世界上食用菌生产和出口量最大的国家，但在今后一个相当长的时期内，大力发展食用菌产业对我国仍具有重要的现实意义。

随着食用菌生产队伍的壮大和生产区域的扩大，越来越多的人希望进一步了解食用菌生产的基本知识，更希望及时了解食用菌生产的新技术、新方法，以便获得更多的经济效益，创造更多的财富。

本书在编写过程中，注重实用性、技术性，图文并茂，力求理论联系实际，在介绍与食用菌生产有着直接联系的基础知识的同时，也注重对目前栽培比较广泛的食用菌栽培技术进行详细讲解，以期对广大食用菌生产者和经营者起到指导作用，以提高菇农的理论及技术水平。

本书由戴希尧、任喜波主编，王鹏、姚太梅参编。由于编者的水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请广大读者不吝批评指正。

编者

目录

第 1 讲 绪论

1

第一节 食用菌概述 1

第二节 生产概况及发展趋势 8

第 2 讲 食用菌的形态与分类

13

第一节 形态结构与生活史 13

第二节 食用菌的分类 18

第 3 讲 食用菌的生理生态

21

第一节 食用菌的营养 22

第二节 食用菌的理化环境 29

第三节 食用菌的生物环境 34

第 4 讲 消毒灭菌

37

第一节 物理消毒灭菌 38

第二节 化学消毒灭菌 43

第 5 讲 食用菌菌种生产

50

第一节 菌种的概述 50

第二节 菌种生产主要设备 55

第三节 菌种培养基 65

第四节	菌种的接种	70
第五节	菌种的培养与质量鉴定	79
第六节	菌种保藏及复壮	82

第 6 讲 平菇（侧耳）栽培 86

第一节	概述	86
第二节	生物学特性	87
第三节	栽培品种	92
第四节	栽培技术	95

第 7 讲 蘑菇栽培 109

第一节	概述	109
第二节	生物学特性	111
第三节	栽培品种	115
第四节	栽培技术	116

第 8 讲 香菇栽培 131

第一节	概述	131
第二节	生物学特性	133
第三节	品种与栽培期的选择	136
第四节	栽培技术	139

第 9 讲 金针菇栽培 153

第一节	概述	153
第二节	生物学特性	155
第三节	栽培品种	159
第四节	栽培技术	161

第 10 讲 草菇栽培

167

第一节	概述	167
第二节	生物学特性	169
第三节	栽培品种与栽培期	173
第四节	栽培技术	175

第 11 讲 鸡腿菇栽培

184

第一节	概述	184
第二节	生物学特性	186
第三节	栽培品种与栽培期	189
第四节	栽培技术	190

第 12 讲 滑菇栽培

198

第一节	概述	198
第二节	生物学特性	199
第三节	栽培品种	203
第四节	栽培技术	205

第 13 讲 杏鲍菇栽培

212

第一节	概述	212
第二节	生物学特性	213
第三节	栽培品种	217
第四节	栽培技术	219

参考文献

229

第1讲

绪论

● 本讲知识要点:

- ✓ 什么是食用菌
- ✓ 食用菌生产意义及产业优势
- ✓ 食用菌产业的发展趋势



第一节 食用菌概述

一、食用菌概念

食用菌又称食用真菌，通常人们都习惯地把“蘑菇”称为食用菌，其实这种说法不够准确，蘑菇通常指具有肥大子实体的担子菌或子囊菌，而一些有毒的蘑菇就不算食用菌。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、丝状真菌、曲霉等，它们是用肉眼难以看清的。狭义的食用菌是指可供人类食用的，具有肉质或胶质大型子实体的大型真菌，通常它们的形体较大，多为肉质、胶质、膜质的，常被人称为菇、菌、蘑、蕈、耳，主要包括担子菌和子囊菌中的一些种类。

『知识链接』

概念扩展

我们平时所说的食用菌实际上是指狭义的食用菌，大约有90%的食用菌属于担子菌亚门，常见的有：香菇、草菇、蘑菇、木耳、银耳、猴头、竹荪、松口蘑（松茸）、口蘑、红菇和牛肝菌等；少数属于子囊菌亚门，其中有：羊肚菌、马鞍菌、块菌等。食用菌也常被人们称为食用菌草或食用草菌，因为我国古代把生于木上的食用菌称为菌。生于地上的称为草。

大自然中蕴藏着丰富的食用菌资源，据估计自然界中食用菌的品种可能达5000多种，目前已发现的食用菌约有2000多种。我国疆域辽阔，由寒带、温带、亚热带和热带构成了复杂的生态环境，孕育了大量具有珍稀保护价值和经济价值的野生食用菌类，是世界上拥有食用菌品种最多的国家之一。目前，我国已有记载的食用菌品种约980多种，隶属于48科，136属。仅云南省境内已发现850种食用菌，约占全国已发现食用菌种类的85.7%。现已70余种可人工栽培，30余种可进行大规模生产，随着人工驯化的研究及其开拓，其数目将会不断增多。食用菌既是一类重要的菌类蔬菜，又是食品及制药工业的重要资源。

食用菌栽培是现代生态农业的一个重要组成部分。食用菌的菌丝对复杂有机物有很强的分解吸收能力，生长发育速度很快，在自然界的物质转化中显示着很强的优势。因此在农业生产中形成了菌物生产、植物生产和动物生产的三大格局，使人类的膳食形成了有益健康的植物蛋白、动物蛋白及菌物蛋白的饮食结构，因此，食用菌生产愈来愈受到人们的重视。

二、食用菌的生产意义

（一）食用菌是功能性食品

食用菌味道鲜美、口感柔嫩、富含营养，随着人类对食用菌的

认识不断加深,食用菌已被联合国推荐为21世纪的理想健康食品。因此,食用菌将成为人类未来的重要食品来源,利用真菌生产高质量的食用菌类食品,被称之为21世纪“白色农业”的发展方向。它的价值主要表现在以下几个方面。

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、矿物质和膳食纤维六大营养要素的含量和比例。而食用菌具有高蛋白、低脂肪、低糖、无淀粉、无胆固醇、多维生素、氨基酸、矿物质元素及膳食纤维素,且比例平衡,结构合理等特点,被誉为“山珍”“上帝的食品”“长寿食品”“植物肉”“健康食品”等。

食用菌含有丰富的蛋白质(表1-1)和氨基酸,其含量是一般蔬菜和水果的几倍到几十倍。如鲜蘑菇含蛋白质1.5%~3.5%,是大白菜的3倍,是萝卜的6倍,是苹果的17倍。1kg干蘑菇所含蛋白质相当于2kg瘦肉,3kg鸡蛋或12kg牛奶的蛋白量。因为食用菌子实体中蛋白质含量占鲜重的3%~4%或占干重的30%~40%,介于肉类和蔬菜之间,被称为植物肉。而且食用菌蛋白质被人类利用后的吸收率达75%,而大豆蛋白质的利用率只有43%,在国际上被认为是“十分好的蛋白质来源”。

食用菌中所含蛋白质是由20多种氨基酸组成,除含有一些常规氨基酸外,还含有多种人体不能合成的必需氨基酸及一些特殊含氮化合物。食用菌还具有独特的鲜味和香味,一般认为来源于多种游离氨基酸。

表1-1 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

食用菌脂肪含量很低，占干品重量的 0.2%~3.6%，而其中 74%~83%是对人体健康有益的不饱和脂肪酸。而不饱和脂肪酸对人体的健康是十分有利的，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，还有降低胆固醇含量和血液黏稠度，预防高血压、脑血栓等心脑血管系统疾病。其次食用菌不但含胆固醇，而且含丰富的类甾醇，可以降低血液中的胆固醇含量。

食用菌还含有丰富的维生素（表 1-2），如维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 B₁₂、维生素 D、维生素 C 等。食用菌维生素含量是蔬菜的 2~8 倍。一般每人每天吃 100g 鲜菇可满足维生素的需要。如香菇含有丰富的维生素 D 原，是大豆的 21 倍、紫菜的 8 倍。每天食用 3~4g 干香菇就可满足对维生素 D 的需求。维生素 D 是钙质成骨的必需因素，多食香菇可有效预防软骨病。

表 1-2 部分食用菌维生素的含量

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。食用菌含有丰富的矿物质，其含量最高的矿物质是钾，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。此外，食用菌都不同程度地含有被称为“当代最神奇的元素”——硒元素。食用菌集中了食品的一切良好特性，所以又被称其为上帝食品、长寿食品、植物性食品的顶峰。

2. 药用价值

食用菌子实体中含有种类齐全的氨基酸和丰富的维生素，能降

低胆固醇，防治心血管病；含有各种酶，能利尿、助消化；以及含有能强身滋补、清热解毒、抗病毒和抗癌等的药效成分，具有较高的药用价值，可以是菜、是药又是保健品，如灵芝、天麻、木耳、冬虫夏草等早在古代就被当成药物。我国利用食用菌作为药物已有两千多年历史，是利用食用菌治病最早的国家。随着科学技术的发展，食用菌的药用价值日益受到重视，有许多新产品如食用菌的煎剂、片剂、糖浆、胶囊、针剂、口服液等应用于临床治疗和日常保健（图 1-1）。



图 1-1 食用菌保健品

『知识链接』

食用菌主要药效

1. 防治心血管病

食用菌不含胆固醇，低糖、低脂肪，具有降血脂、降胆固醇、降血压、净化血液、改善血液循环等作用。

2. 增强免疫力

食用菌有增强机体免疫功能，以防治或消灭细菌、病毒及癌细胞侵袭。主要活性物质是真菌多糖和糖蛋白，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,可作为医治癌症的辅助药物。食用菌已成为筛选抗肿瘤药物的重要来源。

3. 抗菌、抗病毒

目前已从食用菌中分离出几十种抗生素,这种抗生素毒性低,副作用小。如侧耳素,具有广谱性,对革兰阳性菌、革兰阴性菌、分枝杆菌、噬菌体等具有较高的抗菌活性。食用菌对病毒亦有一定的抑制作用。如含有的蘑菇核糖核酸干扰素诱导剂,能强烈抑制病毒的复制。

(二) 食用菌产业优势

1. 产业生态效益

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,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。

食用菌生产所需原料都是农副产品的下脚料,如农作物秸秆、木屑、玉米芯、棉籽壳、麸皮、米糠等。这些原料含有各种碳源、氮源、矿物质以及各种微生物代谢产物。农作物秸秆,全世界每年产量有20多亿吨,大约有36%被烧掉,一些发达国家甚至白白烧掉60%,对环境造成污染。如果把这些作物秸秆用来栽培食用菌,这是一笔取之不尽、用之不竭的可再生的生物资源。在荒地不可再垦伐、单产幅度和复种指数还难以获得大幅度增加的今天,利用农作物秸秆来发展食用菌生产有着重要意义。

『知识链接』

下脚料的利用价值

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。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营养。菌丝分解纤维素、木质素等复杂有机物的能力很强，在常温常压下，将人类不能利用的粗纤维转化成可食用的优质菌体蛋白。而且，培养料经食用菌菌丝体一系列转化，粗蛋白含量明显提高，粗纤维含量大大下降，含有丰富的氨基酸、维生素、矿物质元素、真菌多糖等物质，有浓重的菇香味，有很高的再利用价值。若用作饲料，可减少精料，增强家畜抗病力。若用作肥料，既能改良土壤，又是可溶性养分高的超级堆肥。若用于沼气生产，产量比一般沼气原料多产气70%以上。还可在菌糠中加入20%的新料，再用于栽培多数食用菌。

2. 产业经济效益

食用菌生产完全可以利用庭院空地、闲散劳动力，不会与农业生产发生矛盾。食用菌不与人争粮、粮争地、地争肥、农争时。食用菌的生长期短，从种到收一般30~40天，草菇仅需十几天，是理想的短、平、快的项目，流出的汗水很快就变成财富。栽培技术易学、易懂，生产设备简单，投入值低，产出值高，体现出良好的经济效益。

3. 产业市场广阔

随着我国经济的发展，人们生活水平的提高，人们对食用菌的需求越来越大，进入新世纪后，食用菌更是供不应求。而经济的发展必然会使食物结构发生变化，营养学家提倡科学的饮食结构应是“荤—素—菌”搭配。欧美不少国家把人均食用菌的消费量当作衡量生活水平的标准，而我国从2000年开始，国内民众对食用菌的消费量逐年提高，平均年增长30%以上，人均食用菌消费量近10kg，已是世界第一大食用菌消费大国。中国人口众多，其膳食结构逐步向营养、抗病、保健、无公害方向发展，食用菌无论作为食品还是保健品在我国消费潜力巨大。国际市场上食用菌及其加工

品的交易日趋活跃,我国食用菌产品的出口量也逐年上升。无论国际市场还是国内市场,食用菌的销路非常宽阔,属于供不应求的紧俏品,有潜在的巨大市场。

第二节 生产概况及发展趋势

一、生产概况

(一) 世界生产概况

20 世纪 30 年代栽培食用菌的国家有 10 余个,总产量 5.5 万吨,主要指双孢菇,20 世纪 50 年代,世界经济从战后开始复兴,食用菌的发展很快,从 60 年代食用菌飞速发展,主要产地是欧洲及北美,产量达到 13.6 万吨。70 年代栽培食用菌的国家发展到 80 多个,总产量 100 万吨。自 70 年代后,欧洲开始滑坡,亚洲发展很快,年增长速度约 10%,70 年代后,主产地由欧洲变成亚洲,尤其是东南亚的发展中国家和地区,如中国、韩国等的发展速度超过了美国和欧洲国家,其产量约占世界总产量的 20%。到 20 世纪 90 年代中期,世界总量超过 500 万吨。

(二) 我国生产概况

我国是具有悠久历史的文明古国,并且地大物博,有宜人的气候条件,是食用菌资源最丰富的国家,也是世界上食用菌开发及利用最早的国家。对食用菌的研究和食用古籍早有记载,如东汉王充的《论衡》中就谈到菇类可以像豆类一样在地里进行栽培。秦汉以后,种植技术渐趋完善。当今世界五大食用菌中,除了双孢菇为法国 1707 年首先栽培外,其余 4 种都是我国首先栽培成功的。我国自 1935 年从法国引进双孢菇开始进行人工栽培。20 世纪 70 年代前基本是半人工栽培,70 年代后进行全人工栽培。栽培最广的是平菇,遍及全国 20 多个省区。全国食用菌总产值仅次于粮、棉、

油、果、菜，位居第六位，超过了茶叶及蚕桑。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年的时间内扩大了近170倍，占全世界总产量的70%以上，总产值突破600亿元，其中，出口数量为71.47万吨，出口金额14.25亿美元。

我国的食用菌重点产区主要分布在河北、河南、山东、浙江、江苏、福建、云南和四川等省，这些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。全国已有福建古田、浙江庆元及河南泌阳3个食用菌专业批发市场，全国从事菇业人数近3000万人。我国食用菌生产现正以15%的年增长速度发展，其中香菇、平菇、草菇、黑木耳、银耳、猴头等食用菌产量均居世界第一位，金针菇、双孢菇产量居于世界第二位，成为世界上名副其实的食用菌生产大国及出口大国。但我国与发达国家相比食用菌的技术水平和消费水平还有一定的差距，所以还不是食用菌的生产强国。

二、发展趋势

从食用菌产业整个发展趋势看，将来的菌业可能成为一个独立产业。从大农业的角度来看，将来要分为植物类、动物类和菌类。从食用菌价值上来看，食用菌将成为第三世界主要蛋白质来源，如凤尾菇和牛肉、猪肉所含的各种成分基本相似。从销售情况看，食用菌的销售量大幅度增加，如日本近20年消费量增加了223倍。因此，食用菌前景广阔，发展空间很大，加之地方各级政府重视，栽培原料丰富，技术容易掌握，未来的食用菌产业将成为一个独立的产业，成为广大农民朋友脱贫致富的好项目。根据食用菌的发展情况，未来的食用菌将会出现以下几种可能情况。

(1) 由单一品种向多品种发展 20世纪50年代前，我国以栽培双孢菇为主，现在应根据市场需求，发展新、优、珍稀菌类，尤其是市场畅销的品种，只有这样才能保证菇农的收入，使菇农要适应市场要求，一种品种销量不好，另外的品种可以补充，提高菇农