

菇农手册

胡昭庚 主编



浙江科学技术出版社

菇 农 手 册

主 编

胡昭庚

编写人员

胡昭庚	闵绍桓	方菊莲
郑社会	胡匡宏	鲁浙安

照片插图

程婷婷	俞绵恒	闵绍桓
-----	-----	-----

浙江科学技术出版社

责任编辑：陈小兵

封面设计：詹良善

责任校对：张 宇

菇农手册

胡昭庚 主编

*

浙江科学技术出版社出版

浙江上虞印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本 850×1168 1/32 印张 11.75 字数 400 000

1997年8月第 一 版

1997年8月第一次印刷

ISBN 7-5341-0778-4/S · 193

定 价：16.00 元

前 言

我国的食用菌人工栽培已有 1 800 年历史,是香菇、银耳、黑木耳、草菇、茯苓、灵芝、竹荪的发源地。目前,我国食用菌总产量已居世界首位,成为食用菌王国。发展食用菌生产,对振兴农村经济、帮助贫困山区脱贫致富、改善城乡人民食物结构与扩大出口创汇等,均具有十分重要的意义。

食用菌生产既是投资省、见效快的一项开发性产业,又是科学性较强、技术要求较高的技术密集型产业,技术水平的高低不仅影响到效益的好坏,而且直接关系到生产的成败。编者根据多年来的实践经验,博采各家所长,从科学性、实用性出发,采用图表解的格式,编写了《菇农手册》一书。它的特点是直观、可读性强和通俗易懂、查考方便。书中每章后均设有“注意问题”、“成败关键”、“异常现象”、“新的栽培方式”等内容,目的在于帮助读者解决实践中常遇到的难点。“新技术、新经验”一章介绍了取材方便、行之有效的一些新的栽培方法,特别是其中简易液体发酵内容,是读者常来信咨询的问题。附录中还增加了食用菌生产中经常碰到的计算方法和例题,以方便读者计算。

限于编者水平有限,错漏和不尽人意之处,敬祈读者批评指正。

胡昭庚

1997 年 6 月

目 录

一、概论	1
(一) 食用菌及概况	1
(二) 发展食用菌生产的意义	1
(三) 食用菌的产销趋势和开发前景	5
二、食用菌的基础知识	9
(一) 形态结构	9
(二) 生活条件	13
三、食用菌的菌种生产	21
(一) 场地、器具及主要设备	21
(二) 消毒和灭菌	25
(三) 培养基的分类	29
(四) 培养基的制备	30
(五) 菌种的分离	30
(六) 菌种质量鉴别和菌种保存	32
四、蘑 菇	38
(一) 菌事安排	38
(二) 栽培技术	41
(三) 采收加工	55
(四) 研究动态	57
五、香 菇	61
(一) 代料栽培	61
(二) 段木栽培	71
(三) 反季节栽培	85
六、黑木耳	87
(一) 代料栽培	87
(二) 段木栽培	95

(三) 黑木耳新的栽培方式	100
(四) 大光木耳栽培技术	100
七、银耳	104
(一) 代料栽培	104
(二) 段木栽培	109
(三) 银耳栽培的成败关键	114
八、金针菇	117
(一) 袋栽	117
(二) 床栽	124
(三) 栽培中的异常现象	128
九、草菇	130
(一) 室外栽培	130
(二) 室内栽培	137
(三) 提高产量的措施	141
十、平菇	145
(一) 室外畦栽	145
(二) 室内栽培	150
(三) 微孔立体栽培	152
(四) 栽培中的异常现象分析	154
十一、竹荪	156
(一) 室外畦栽	156
(二) 竹林地栽	161
(三) 室内栽培	163
(四) 高温型棘托竹荪栽培	165
(五) 新技术探讨	167
十二、灵芝	169
(一) 瓶栽	169
(二) 袋栽	174
(三) 段木栽培	176
(四) 生产中应重视的问题	180

十三、猴头	184
(一) 瓶栽	184
(二) 袋栽	187
(三) 畸形菇及防治	189
十四、天麻	191
(一) 段木栽培	191
(二) 代料栽培	198
(三) 天麻的有性繁殖	200
(四) 退化原因及真假天麻的识别	205
十五、猪苓	208
(一) 室外栽培	208
(二) 室内栽培	212
(三) 研究动态	214
十六、可开发的食用菌新品种	215
(一) 羊肚菌	215
(二) 牛舌菌	220
(三) 灰树花	223
(四) 柱状田头菇	227
(五) 鲍鱼菇	230
(六) 鸡腿蘑	234
(七) 鸡油菌	238
(八) 长根菇	242
(九) 金耳	245
(十) 姬松茸	251
十七、主要病虫害防治	257
(一) 病害	257
(二) 虫害	272
(三) 菌种生产中的污染及预防措施	279
十八、新技术、新经验	283
(一) 磁化水	283

(二) 木材熏蒸物	284
(三) 几种有效防杂菌物质	287
(四) 酸性蛋白酶抑制剂 (菇宝)	287
(五) 增氧剂 (过氧化钙)	288
(六) “炮弹”菌种	288
(七) 保水剂	289
(八) 简易液体发酵及应用	290

十九、食用菌机械设备

(一) 原料加工机械	299
(二) 菌种生产机械设备	303
(三) 菌种培养与保藏设备	313
(四) 栽培管理机械	317
(五) 干制机械	321
(六) 保鲜冷藏及运输设备	323
(七) 小型罐藏设备	324

附录

1. 十二种食用菌栽培历	328
2. 食用菌生产常用符号表	340
3. 常用计量换算表	341
4. 应废除的计量单位与法定计量单位对照表	342
5. 二十四节气表	344
6. 相对湿度对照表*	344
7. 农作物秸秆及副产品化学成分表	345
8. 华氏温度与摄氏温度换算表	348
9. 培养料含水量表 (%) (1)	348
10. 培养料含水量表 (%) (2)	349
11. 盐水比重、浓度换算表 (15℃)	350
12. 蒸气压力与温度对照表	352
13. 段木材积表	352
14. 每立方米段木数量换算表	354

15. 农副产品主要矿质元素含量表 (%)	355
16. 牲畜粪的成分表 (%)	356
17. 各种培养料的碳氮比 (C/N)	356
18. 常用化肥的主要成分	357
19. 几种主要微肥的微量元素含量 (%)	358
20. 蘑菇堆肥材料配制方法	359
21. 常用计算	359
22. 部分食用菌生产机械与设备的技术性能表	362
主要参考资料	364

一、概 论

(一) 食用菌及概况

食用菌是指具有肥大多肉的繁殖器官并可供人们食用的大型真菌，俗称为“菇”、“耳”、“蕈”、“菌”。其中包括部分药用真菌。

我国食用菌约有 700 余种，可供人工栽培的近 50 种，而作为商品性规模生产的仅 10 余种。在众多的食用菌中，绝大部分隶属于担子菌亚门，如蘑菇、香菇、木耳、平菇、金针菇等；极少部分属于子囊菌亚门，如常见的羊肚菌、虫草菌、蝉花等。在担子菌亚门中，绝大多数又属伞菌目中的几个科，其次属多孔菌目、银耳目，少数属鬼笔目。通常把这四大类真菌分别称为伞菌、多孔菌、胶质菌和腹菌。它们在形态构造上有着明显的区别。

食用菌栽培是一门古老的园艺，又是一项新兴的产业，它的实用性和实践性很强。据记载，食用菌的人工栽培已有 1 800 余年历史，但直到本世纪 50 年代才得到较快的发展，而作为一项新的产业和创汇农业还是近 20 年才形成的。我国食用菌生产无论在栽培历史、资源品种、历史文化、栽培经验、烹饪技术和年总产量等方面均居世界前列，在国际上具有较高的声誉。香菇、草菇、黑木耳、银耳、金针菇、竹荪和茯苓等的人工栽培，起源于我国，后来由华裔传授到国外，为世界食用菌生产和发展起到了积极作用，作出了重要贡献。

(二) 发展食用菌生产的意义

1. 营养价值

食用菌因其质地脆嫩、香味浓郁、味道鲜美、风韵独特而赢得了人们的喜爱。一些珍稀名贵的种类，诸如鸡枞、羊肚菌、竹荪、松茸以及大宗的香菇、黑木耳、草菇等，古今中外均被誉为美味食品，至今在酒楼筵席和国内各大菜系中，均作为名饌佳肴。古人把它称之“山珍”，近代人更赋予“山珍之王”、“未被污染的食品”等美称。《吕氏春秋》中就有“味之美者，越骆之菌”的记载。

食用菌不仅口味鲜美,而且营养十分丰富。大家知道,人体生长发育离不开蛋白质、脂肪、碳水化合物、矿物质、维生素、水分及纤维素7种营养成分。其中最基本的是热量和蛋白质,而满足蛋白质的需求比满足热量的需求要难得多。因此补充蛋白质对增强体质显得尤为重要。而食用菌属高蛋白食品,据分析平均蛋白质含量为鸡蛋的2.6倍、猪肉或面粉的4倍。1千克蘑菇相当于2千克瘦猪肉或6千克鸡蛋或24千克牛奶的蛋白质含量。

蛋白质由20种氨基酸组成,食用菌中所含氨基酸多达17~18种,其中包括人体自身无法制造、植物食物中又常缺少的8种必需氨基酸,而食物必需氨基酸的有无或多寡,常被视为食品营养价值高低的标准。必需氨基酸一般从动物食品中获得,但按照我国国情,目前尚无法以大量粮食去饲养动物获取肉、蛋、奶,而以农林下脚和废渣、废料去培养食用菌,以满足人们对必需氨基酸的需求,则是一条行之有效的途径。

菇类也是天然食品中维生素的重要来源,人体较易缺乏的维生素B₁,在香菇、木耳中含量却很丰富。维生素B₁₂比肉类高,它能防治恶性贫血,具有改善神经系统功能和降血脂的作用。菇类普遍含有较丰富的麦角甾醇,经紫外线照射后能转变成维生素D,如1克香菇维生素D原含量达128个国际单位*,是大豆含量的21倍。鲜草菇维生素C含量为206.27毫克/100克,远超过一般蔬菜和水果。

菇类还含有多种具有生理活性的矿质元素,其中以磷、钠、钾含量最高,其次为钙、铁。我国膳食中一般缺铁、缺钙较普遍,因此多食含铁、钙较高的蘑菇、木耳等对青少年和老年人特别有益。

食用菌的热容量比苹果、香蕉、马铃薯、豌豆、水稻、猪肉和啤酒都低,其不饱和脂肪酸占总脂肪酸的74.0%~83.1%,比鸡肉、猪肉和啤酒都高。因此,食用菌是减肥食品和高蛋白、低脂肪、低能量的人类理想绿色自然食品。一些科学家预言,食用菌将成为21世纪人类食物的重要来源。

2. 药疗价值

食用菌的药用和保健价值不断被现代科学所揭示,并在药理和临床上有许多新的发现,引起了社会的关注。我国民间流传已久的“仙草”——灵芝为传统的滋补强壮药,有强心、安神、保肝、抗胆固醇、抗辐射和提高机体免疫功能等作用。灵芝多糖具有抑制病毒和肿瘤细胞的作用。因此灵芝被誉为疾病

* 注:1个国际单位的维生素D原含量=0.5微克的麦角甾醇。

的“克星”。著名中药茯苓有镇静安神、益脾健胃作用，祖国医药中有85%的方剂均有茯苓一味作为配伍。雷丸含有溶解蛋白醇，是一种较好的驱虫剂。冬虫夏草历来作为强壮剂和镇静剂，近年研究表明它对肺癌有较好的疗效。猪苓中提取的多糖，临床上已作为治疗病毒性肝炎和抗肿瘤药物，具有疗效可靠、使用方便、毒副作用小等优点。银耳为滋补食品，对慢性支气管炎、肺原性心脏病、慢性胃炎有较好疗效，近来发现它能提高肝脏的解毒能力和提高机体对辐射的防护力。木耳民间作为治疗腰腿疼痛、抽筋麻木的单验方，新近美国明尼苏达大学医学院发现其水溶性成分中有一种能阻止血小板凝集、减少动脉粥样硬化的物质，常食用能防治冠心病和脑血栓。香菇中含有香菇素，能使血液胆固醇明显下降，其治疗作用优于著名的降血脂药——安妥明。云芝提取制成的云芝肝肽对迁延性肝炎、慢性肝炎有良好的疗效。其他，如假蜜环菌是治疗胆道急性感染的新药；蜜环菌治疗眩晕症与天麻同功。至少有150种大型真菌已被证实具有抗肿瘤活性，并认为是一种较理想的非特异性免疫促进剂。因此，食用菌被誉为“美味的食品、可口的良药”。

3. 在高效农业中的地位

众所周知，农作物能直接被人们食用的部分只占植株总量的20%~25%，不能直接食用的部分占75%~80%。世界上，这些农副产品下脚每年多达20余亿吨，我国约有5亿吨。它们一般均作为燃料、肥料和部分饲料等予以处置，其内在的价值得不到充分的发挥和应用。如果把它们用于食用菌生产，能从中获得次级生产力的特殊作用。因为，除产出的子实体可供人们食用外，其下脚即菌渣经过菌丝分解后，使原来复杂的、不溶于水的物质，转变为简单的可溶物质，同时菌渣中大量菌丝体含有丰富的菌体蛋白，其营养价值相当于二号谷糠。试验表明，猪饲料中加入20%~30%的菌渣（又称菌糠），比采用纯糠饲养体重增加28%~47%。菌渣用作肥料，其养分可有效地被作物吸收利用，同时能增加土壤的有机质，促进腐殖质和团粒结构的形成，改善土壤理化性质，提高土壤保水、保肥性能，增加土壤肥力，从而促使作物增产。菌渣还是制造沼气的好原料，据测定100千克稻草直接投入沼气池，夏季产气量仅有25立方米，若先将稻草种植菇类，用采收菇后的菌渣作为沼气原料，年产气量比原先增长77%。有人做过统计，用100千克稻草作原料，可生产120千克鲜菇、4.3千克肉、1.5千克鱼、12.6万千焦耳热能和120千克高效有机肥，其价值比稻草本身提高34倍。如上所述，利用作物秸秆、皮壳等用于食用菌生产，能将种植业、养殖业、加工业和沼气生产等有机结合起来，形成良

性循环的资源利用系统,促进物质多次循环转化,形成高效的、无废物的生产过程,提高大农业系统的生产力。

食用菌也是发展“菜篮子工程”的重要组成部分,各种菇类鲜品相继进入了千家万户的餐桌,成为居民不可少的副食品。而我国能源日趋紧张,可耕面积逐年减少,人均占有耕地仅为世界人均占有量的1/19,若人均每天多吃0.5千克青菜,按全国12亿人口计算,则每年需多生产2190亿千克青菜,大约需增加4500万亩种植面积的耕地,这样势必会减少粮食作物的种植面积。而食用菌生产则采用立体栽培或庭院栽培及与果蔬、作物套种,占地少,可缓解耕地减少的危机,又丰富了菜篮子。

大家知道,在自然界的物质循环中,植物是生产者,动物是消费者,而微生物属于分解还原者。食用菌生产的独特优点是,促进物质的多次循环,增加产前输出,减少环境污染,提高生产效率及变废为宝、综合利用。因此,它是生态农业的中心环节和高效农业的可行途径。

4. 经济效益和社会效益

食用菌生产工艺较简单,原料来源广泛,投入不大,具有时间短、见效快、效益高等特点。随着人民生活水平的不断提高,市场需求量日趋增加。因此,发展食用菌生产是开发地方经济、山区脱贫致富和农村奔小康的重要内容。

改革开放给食用菌生产带来了大发展、大提高,发展速度之快在农副产品中首屈一指。1978年全国食用菌产量仅5万余吨,产值不过几千万元,1991年产量提高到224.6万吨,产值达到120亿元。从事食用菌生产的农民有2000余万人,人均产值600余元,有22个县突破1000万元,达亿元县的有庆元、古田、常宁、房县等。浙江省1994年鲜菇产量突破30万吨,产值超过10亿元,年收入超过1000万元的县有12个。从而使一大批贫困山区、老区、边区农民走上了脱贫致富的道路。

食用菌的出口创汇潜力很大,1994年我国出口量达22万吨,创汇4亿美元。其中,蘑菇在欧美、日本深受欢迎,出口量居世界首位。香菇自1987年以来出口量逐年增加,1994年干菇出口量达1.5万吨,成为世界最大的输出国。草菇缺口很大,满足不了外贸的需求量。近年来平菇、白背木耳等国际市场需求量猛增,货源紧缺,售价坚挺,总之外销渠道较畅,形势看好。

以上足以说明食用菌生产对发展农村经济、山区脱贫致富、发展生态农业、丰富城市菜篮子、改善人们的食物结构、增加出口创汇等都有着深远意义。

(三) 食用菌的产销趋势和开发前景

1. 产销情况

1991年世界食用菌总产量达427.3万吨,分布于近100个国家和地区,我国产量占世界总产量的52.6%,居世界首位。在我国广大农村,养菌业已成为继种植业、养殖业之后的又一支柱产业,也是劳动密集型和技术密集型的新产业。现将几种主要食用菌的产销情况简介如下:

(1) 蘑菇:产量居世界食用菌总产量的第一位。美国产量最高,进口量也最大,其次为法国、中国、荷兰和意大利等国。罐头出口量我国居第一位,目前,产销脱节,缺口较大,售价不断上涨。当前应在良种选育、栽培设施、生产工艺、罐藏质量等方面下功夫,争取优质、高产、稳产。

(2) 平菇:产量居世界食用菌总产量的第二位。我国产量最多,除内销外,目前盐渍和干制品外销势头很猛,特别是鲍鱼菇、真姬菇需求量更大。生产上应制定好产销合同,组织规模生产或集约化生产,并做好高温、中温、低温型品种搭配,以满足出口需要。

(3) 香菇:产量居世界食用菌总产量的第三位。香菇发源于我国,但在产量和质量方面日本曾一度遥遥领先并称雄国际市场。80年代后期,我国开始采用块栽和袋栽技术,香菇生产迅速崛起并普及大江南北,产量跃居世界第一,成为香菇的最大输出国。今后需加强菌种选育、科学管理、严格分档、脱水精制等方面工作,争取多产花菇和优质菇,由目前数量型转变为质量型和效益型。

(4) 木耳:产量居世界食用菌总产量的第四位。我国产量占世界总产的95%,国际市场上70%的货源由我国提供。除黑木耳外,毛木耳中的白背木耳即台湾毛木耳,因其朵大,腹面深黑,背面洁白,口味清脆鲜美而受到国际市场的青睐。在栽培上温带、寒温带宜规模生产黑木耳,亚热带低海拔地区宜发展毛木耳、大光木耳,并需改革工艺、选育良种,力争优质高产。

(5) 草菇:产量居世界食用菌总产量的第五位。该菇生产周期短,栽培易成功,但生物转化率较低,产销脱节,外销任务远不能完成,应选育良种,改变生产工艺,在提高单产的基础上,扩大生产规模。

(6) 金针菇:产量居世界食用菌总产量的第六位,日本和我国产量相当。它属于冬季栽培的菇种,生产中污染机会少,易于栽培。同时口感好,营养丰

富，群众爱吃。在满足市场需要的同时，应重视深加工和保鲜的研究。

其他，如银耳、滑菇、猴头、天麻、灵芝、茯苓、竹荪等也需因势利导组织生产。同时，重视姬松茸、羊肚菌、灰树花、盖囊菇等十几种珍稀食用菌的研究和开发利用。世界栽培食用菌产量见表1，1991年世界主要国家和地区栽培食用菌产量见表2。

表1 世界栽培食用菌产量

(单位：万吨)

品 名	1986 年		1991 年		增长率 (%)
	鲜菇重	占百分比(%)	鲜菇重	占百分比(%)	
蘑菇(包括大肥菇)	121.5	55.8	159.0	37.2	30.9
香菇	32.0	14.7	52.6	12.3	64.4
草菇	17.8	8.2	25.3	5.9	42.1
平菇(包括凤尾菇)	16.9	7.8	91.7	21.5	442.6
木耳	11.9	5.5	46.5	10.9	290.8
金针菇	10.0	4.6	18.7	4.4	87.0
银耳	4.0	1.8	14.0	3.3	250.0
猴头菇	—	—	9.0	2.1	—
滑菇	2.5	1.1	4.0	0.9	60.0
合计	217.6	100.0	427.3	100.0	96.4

2. 前景分析

当今世界面临粮食短缺、能源危机、环境污染和人口爆炸等四大问题。利用工、农、林、牧业副产品和工厂下脚、废渣发展食用菌生产，不仅能为人类提供食物，而且在清理环境污染、促进物质循环方面也起到积极作用。因此，

表 2 1991 年世界主要国家和地区栽培食用菌产量

国家或地区	蘑 菇	平 菇	香 菇	木 耳	草 菇	金针菇	其 他	合 计
中国	170 000	800 000	340 000	440 000	150 000	80 000	265 800	2 245 800
美国	341 830	695	1 844	—	—	—	351	344 717
日本	2 700	33 475	149 000	160	—	92 255	58 840	336 430
法国	231 000	—	1 000	—	—	—	—	232 000
荷兰	165 000	—	350	—	—	—	—	165 350
英国	118 000	—	—	—	—	—	—	118 000
意大利	102 000	—	—	—	—	—	—	102 000
印度尼西亚	20 000	35 000	—	10 000	—	—	—	80 000
泰国	6 000	7 000	150	4 000	63 000	—	3	80 153
韩国	8 990	51 782	12 327	—	—	350	1 349	74 798
西班牙	62 500	—	—	—	—	—	5 000	67 500
波兰	65 000	—	—	—	—	—	100	65 100
德国	56 000	—	—	—	—	—	—	56 000
合计	1 590 172	917 412	526 094	465 330	252 600	186 725	334 953	4 273 286

(鲜菇 单位:吨)

世界各国高度重视食用菌的发展，中外专家预测，今后 10 年中，食用菌的年均产量将以 50% 的速度猛增。与此同时，国际市场上食用菌的贸易将日趋活跃，发展潜力巨大。

尽管近年来全球食用菌的产量有很大增长，但目前世界每人年均消费量仅为 0.6 千克左右。尤其在发达的国家其人均消费量更高，产销缺口很大。例如，美国年人均菇类消费量以 2 千克计，每年需要 50 万吨，而他们年产量仅为 34 万吨，缺口 16 万吨，蘑菇罐头一项每年就需进口 5 万吨左右；德国年人均菇类消费量 2.5 千克计，每年需要 19.5 万吨，而年产约 5.6 万吨，缺口 13.9 万吨；日本是世界食用菌生产与消费的大国，虽然年产量达 34 万吨左右，但由于国内消费量增加，进口量逐年上升，1993 年从中国、韩国、朝鲜进口菇类约 3 万吨。除此以外，法国、加拿大、意大利等都是世界菇类贸易的主要消费市场，东欧各国也素有食用菇类的习惯，而目前栽培量很少，需求潜力很大。我国有 12 亿人口，人均年消费量不足 0.3 千克，目前食用菌正逐渐进入千家万户餐桌，如果按人均年消费 1 千克计，年消费量 120 万吨。

因此，全球食用菌生产、贸易的发展前景是十分广阔的。