

何园素 主编

# 中国香菇



上海科学技术出版社

# 中国香菇

何园素主编

上海科学技术出版社

# 中国香菇

何园素 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷十二厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 8 插页 1 字数 205.000

1994年7月第1版 1994年7月第1次印刷

印数 1—9000

ISBN 7-5323-3415-5/S·380

定价: 7.80元

(沪)新登字108号

**主 编** 何园素  
**副主编** 洪健尔 尹友顺  
**编写人员** (以姓氏笔划为序)  
王洪柱 尹友顺 刘苏恩  
李海鹰 谷才恩 何园素  
罗宽华 金建康 洪健尔

# 序 言

我国人工栽培香菇约有八、九百年的历史。1130年，浙江庆元县人吴继山发明用“砍花法”栽培香菇，取得成功，后人尊称他为“吴三公”，并建菰神庙来纪念他。元代王桢，在他所撰著的《农书》（1313年成书）中总结了我国劳动人民栽培香菇的历史经验，使之系统化。到了明初，刘伯温根据香菇事业的发展趋势和经济价值，上奏明廷，将这项技术作为浙江龙泉、庆元、景宁三县的专利。可见，当时我国香菇的人工栽培技术已经达到了实用推广的水平。

这项技术，又经过了约六百年的漫长岁月，在浙、赣、闽、皖等省的山区推广应用，使其技术经验有所发展。例如“浸水打木”，促进香菇子实体的茁壮生长；收集香菇孢子或将前茬子实碎砍之后“洒入砍口”，以达到接种的效果。概括地说，在这段时间，取得了两项进步：一是香菇的段（椴）木生产程序逐步完善，达到了规范化的程度；二是对于生产程序中的各项措施，如选场、砍花、催菇等也从经验操作，上升到理性认识。这是中国人民对世界食用菌事业的重大贡献。

近两百多年来，西方真菌学的迅速发展，在理论上和方法上，为真菌学的应用奠定了坚实的基础。其中分离培养、选育良种和接种技术，在食用菌种植业中都产生了显著的效果。然而，我国在解放前，由于“闭关自守”和“墨守陈规”，使食用菌事业在较长的时期内处于徘徊不前的状态。

新中国建立以后，特别是党的十一届三中全会以来，在党的基本路线指引下，中国的食用菌事业发生了突飞猛进的发展，形成一项引人瞩目的产业。在1986至1990年间，我国食用菌的总产量已跃居世界首位，年平均总产量约为200万吨（鲜重），其中香菇产

量约占 30 万吨(鲜重)。食用菌的学术研究也有长足的进步。食用菌生产技术,结合我国的国情,具有明显的特色,引起了国际同行的重视。

食用菌企业是现代生态农业的组成部分,也是乡镇企业的重要支柱之一。它在老、少、边地区是脱贫致富的一项卓有成效的门路;它在人民生活中起着保障供给的作用;它在对外贸易中为国家换取外汇。我国当前食用菌的年产值约为 35 亿元,其中出口创汇额为 2.7 亿美元。

绝大多数食用菌的菌丝和子实体含有丰富的营养成分,并且含有人体所必需的多种维生素,因此,具有调节生理的功能。食用菌是我国人民传统喜爱的“山珍”,其中有不少种类还兼具药用价值。据新近报道,香菇多糖具有促进机体免疫机能的功效,因而能够控制肿瘤细胞的发展。

何园素同志担任主编的这本《中国香菇》专著,是她长期从事香菇生产和研究的经验之作,特别是在香菇的代料栽培技术方面,尤有独到之处。此书较广泛地参考了国内外有关文献,内容丰富,资料完整,条理明畅,是一本实用性强的好书,适用于各层次食用菌专业人员的参考。谨此作序,向广大读者推荐介绍。

华中农业大学 杨新美

1993 年 11 月

# 前 言

香菇是世界上第二大宗食用菌,作为“菇中之王”,长期以来一直受到国内外消费者的珍爱。我国是香菇栽培的发源地,有着悠久的栽培历史。我国幅员辽阔,仅亚热带常绿阔叶林带约有240万平方公里。在常绿阔叶林带中,生长最盛的主要树种壳斗科植物就有6个属、320个种,其中的100多种均为优质的菇木资源。这些地区气候温和,雨量充沛,林木生长和更新也很迅速。

我国栽培香菇的自然条件得天独厚。1935年以前,中国香菇曾是一统世界,第二次世界大战前后,中日两国干香菇产量基本相等,而后日本香菇生产发展迅猛,以致一个时期日本香菇垄断着国际市场,市场占有率达80%以上。80年代以来,我国实行改革开放政策,广大食用菌科技工作者和菇农团结协作,在“还我皇冠”精神的鼓励下,香菇科研工作取得了重大突破,规模生产的发展也十分迅猛。“七五”、“八五”期间,国家把香菇生产列入了“星火计划”,成为老、少、边贫困地区脱贫致富,发展农村多种经营的一项重要内容。而今,我国香菇产量已超过了日本。然而当前最紧迫的问题是努力提高香菇的质量。

我国栽培香菇采用段木和代料两种栽培方式,它们均按其各自的优势发展着。目前代料栽培的比例在扩大,产量约占总产量的70%~80%,菇农对代料栽培的兴趣越来越浓厚,已成为我国鲜香菇出口的主要栽培方式。更可喜的是,有些地区在代料栽培中已生产出优质的花菇,花菇率已达70%~80%。段木栽培已进入了规模生产,产量与质量已有明显的提高。

作者在长期从事香菇栽培技术的研究、推广普及和咨询活动中,经常碰到各地朋友们和菇友们的来访、来信,他们抱着满腔的

致富愿望和求知欲望，迫切要求能迅速掌握香菇生产的专业知识和栽培技术。他们还渴望得到一本全面介绍香菇生产技术的参考书，为此，作者萌生了编写此书的想法。作者编写此书，还期望能为我国继续成为国际香菇生产大国起一点绵薄之力。

为便于读者能较全面地了解香菇的有关科学知识，本书对中国香菇的发展史、生物学特性、遗传和良种选育、菌种制作技术、段木栽培技术、代料栽培技术、特殊栽培法、病虫害防治，以及香菇的采摘、加工和营养成分与药用价值等方面，作了较为系统的介绍。

在编写本书过程中，作者在充分吸取我国食用菌科技工作者已取得成果的同时，还认真总结了自己长期从事香菇研究、生产实践的经验和体会，特别是在实施“星火计划”中获得较好经济效益的成功经验，并力求做到理论与实践的密切结合。

作者编写本书，得到了国务委员、国家科委主任宋健同志的亲切关怀，他在百忙之中为本书主编写了热情洋溢的信，并为本书题写了书名；我国食用菌权威、老前辈华中农业大学杨新美教授为本书撰写了序言，并作具体指导。同时也得到了上海市农业科学院食用菌研究所潘迎捷所长和华东师范大学生物系张志良教授的具体帮助，在此一并致以衷心的感谢。

由于作者水平和资料所限，书中难免有不妥或错误之处，敬请读者批评和指正。

**主编 何园素**

1993年12月



# 目 录

<b>第一章 中国香菇概述</b> .....	( 1 )
第一节 我国香菇发展简史.....	( 1 )
第二节 建国以来我国香菇事业的发展.....	( 5 )
一、重视发挥菇农的作用.....	( 5 )
二、改进传统香菇生产技术.....	( 6 )
三、应用代料栽培技术, 开辟香菇生产新 途径.....	( 6 )
四、重视香菇生产的经济效益, 提高农民 生产香菇的积极性.....	( 7 )
五、开展香菇的科学研究, 积极有效地推 广科研新成果.....	( 8 )
第三节 中国香菇的分布与经济价值.....	( 9 )
一、中国香菇的分布.....	( 9 )
二、香菇的市场与经济价值.....	( 11 )
第四节 我国香菇对国外香菇生产的影响.....	( 13 )
<b>第二章 香菇的生物学特性</b> .....	( 15 )
第一节 香菇的形态.....	( 15 )
一、菌丝体.....	( 15 )
二、子实体.....	( 16 )
第二节 香菇的生活史.....	( 18 )
第三节 香菇的营养.....	( 20 )
一、碳源.....	( 20 )
二、氮源.....	( 21 )
三、无机盐.....	( 21 )

四、代料栽培中养分的转化和利用·····	( 21 )
第四节 香菇的生活条件及各因子对其影响·····	( 26 )
一、温度·····	( 26 )
二、水分与湿度·····	( 28 )
三、空气·····	( 30 )
四、光照·····	( 30 )
五、酸碱度(pH值)·····	( 32 )
<b>第三章 香菇的遗传与良种选育</b> ·····	<b>( 33 )</b>
第一节 香菇良种选育概况·····	( 33 )
第二节 香菇的遗传学基础·····	( 34 )
一、分类学地位·····	( 34 )
二、香菇的起源与种质基础·····	( 35 )
三、香菇的细胞遗传学特点·····	( 36 )
四、香菇性因子的遗传规律·····	( 36 )
五、性因子单核体与亲本核型的获得·····	( 39 )
六、香菇的遗传稳定性与变异·····	( 40 )
七、香菇属其它种的遗传特点·····	( 42 )
第三节 香菇育种技术·····	( 42 )
一、野生资源的搜集与驯化利用·····	( 42 )
二、引种选育·····	( 43 )
三、诱变育种·····	( 44 )
四、单孢杂交育种·····	( 45 )
五、生物技术育种·····	( 47 )
<b>第四章 香菇菌种制作技术</b> ·····	<b>( 51 )</b>
第一节 菌种制作的工作场所与主要设备·····	( 51 )
一、制作场所·····	( 51 )
二、主要设备·····	( 52 )
三、消毒药品及其配制·····	( 56 )
第二节 香菇菌种的培养基·····	( 57 )
一、培养基的类型·····	( 57 )

二、培养基的配制	( 58 )
第三节 香菇菌种分离	( 65 )
一、组织分离法	( 65 )
二、孢子分离法	( 66 )
三、菇木分离法	( 68 )
第四节 香菇菌种的保藏	( 70 )
<b>第五章 香菇段木栽培技术</b>	( 73 )
第一节 菇场的建立	( 73 )
一、菇场应具备的条件	( 73 )
二、菇场的清理	( 74 )
第二节 段木的准备	( 75 )
一、段木树种的选择	( 75 )
二、树龄和菇木粗细的选择	( 78 )
三、菇树的砍伐季节与方法	( 79 )
第三节 人工接种菌种	( 81 )
一、接种前的准备	( 81 )
二、接种季节	( 83 )
三、菌种准备	( 83 )
四、接种方法和规格	( 84 )
五、接种注意事项	( 86 )
第四节 菇木管理	( 87 )
一、接种后菇木的保护	( 87 )
二、防杂菌	( 88 )
三、做好保温、保湿、保定植工作	( 89 )
四、菇木堆放技术	( 89 )
五、菇场记录和菇木鉴别	( 93 )
第五节 出菇管理	( 95 )
一、架木时间	( 95 )
二、补足水分与催蕾	( 96 )
三、采菇期管理	( 97 )

四、采收后菇木管理·····	( 98 )
<b>第六章 香菇代料栽培技术</b> ·····	( 99 )
第一节 概述·····	( 99 )
第二节 原料的准备与配比·····	( 100 )
一、选材·····	( 100 )
二、加工·····	( 101 )
三、配方·····	( 102 )
四、装袋·····	( 103 )
五、灭菌·····	( 104 )
六、接种与培养·····	( 104 )
第三节 香菇代料块栽技术·····	( 105 )
一、菌种准备·····	( 105 )
二、栽培技术·····	( 109 )
第四节 香菇代料棒栽技术·····	( 122 )
一、生产工艺流程·····	( 123 )
二、菇场选择·····	( 123 )
三、菌棒的制作·····	( 124 )
四、香菇代料棒栽的出菇管理·····	( 128 )
<b>第七章 香菇特殊栽培技术</b> ·····	( 132 )
第一节 香菇生料地栽法·····	( 132 )
一、播种前准备阶段·····	( 133 )
二、播种方法·····	( 133 )
三、发菌转色阶段·····	( 134 )
第二节 香菇反季节栽培法·····	( 136 )
一、选择良好的栽培区·····	( 136 )
二、选择适宜的菌种·····	( 136 )
三、精心安排栽培季节·····	( 136 )
四、反季节栽培管理要点·····	( 137 )
五、香菇反季节栽培的优点·····	( 139 )
第三节 香菇洞栽法·····	( 139 )

一、地下坑道环境特点	( 140 )
二、坑道或山洞的选择	( 142 )
三、设备的安装	( 143 )
四、菌种的选择与制作	( 144 )
五、栽培管理技术	( 145 )
六、杂菌防治	( 147 )
第四节 香菇液体菌种开放式栽培	( 149 )
一、食用菌深层培养简况	( 149 )
二、技术工艺要点	( 151 )
三、液体菌种开放式栽培	( 159 )
<b>第八章 香菇病虫害和杂菌及其防治</b>	( 160 )
第一节 常见害菌及其防治	( 160 )
一、污染菌种	( 160 )
二、栽培期的害菌	( 165 )
第二节 生理性病害	( 169 )
一、菌丝徒长	( 170 )
二、菌块或菌棒表层不转色	( 170 )
三、死菇	( 170 )
第三节 虫害	( 171 )
一、蓟马	( 171 )
二、凹黄覃甲	( 171 )
三、欧洲谷蛾	( 172 )
四、白蚁	( 173 )
五、蛴螬	( 173 )
六、线虫	( 174 )
七、螨类	( 174 )
<b>第九章 香菇的采摘、加工和销售</b>	( 176 )
第一节 香菇的采摘	( 176 )
一、采摘香菇的一般要求	( 176 )
二、采摘香菇的一般方法	( 176 )

第二节	香菇的保鲜与加工	( 177 )
一、	香菇的保鲜	( 177 )
二、	香菇的加工	( 179 )
第三节	香菇的分级包装和销售	( 186 )
一、	鲜香菇的出售和分级包装	( 186 )
二、	干香菇的分级包装和贮藏	( 187 )
<b>第十章</b>	<b>香菇生产机械化</b>	<b>( 189 )</b>
第一节	切片机	( 189 )
第二节	粉碎机	( 192 )
第三节	原料搅拌机	( 195 )
第四节	装袋(瓶)机	( 196 )
第五节	消毒灭菌装备	( 198 )
第六节	接菌机	( 201 )
第七节	烘干脱水设备	( 204 )
<b>第十一章</b>	<b>香菇生产经营模式和经营管理</b>	<b>( 208 )</b>
第一节	香菇生产经营模式概述	( 208 )
一、	合理地利用资源	( 209 )
二、	合理地安排劳动力	( 209 )
三、	充分发挥科学技术的指导作用	( 209 )
四、	推行科学的管理方式	( 210 )
第二节	我国香菇生产的几个具体经营模式	( 210 )
一、	福建古田模式	( 210 )
二、	上海模式	( 211 )
三、	浙江常山和富阳模式	( 212 )
四、	陕西留坝模式	( 212 )
五、	浙江开化模式	( 213 )
第三节	香菇菇场经营管理	( 214 )
一、	生产季节安排的管理	( 214 )
二、	人员配备和质量检验的管理	( 214 )
三、	劳动报酬的核定	( 218 )

四、经营管理·····	( 219 )
<b>第十二章 香菇的营养成分与药用价值</b> ·····	( 221 )
<b>第一节 香菇的营养成分</b> ·····	( 221 )
一、蛋白质·····	( 222 )
二、碳水化合物和纤维素·····	( 225 )
三、类脂·····	( 226 )
四、维生素·····	( 227 )
五、矿物质元素·····	( 228 )
<b>第二节 香菇的药用价值</b> ·····	( 230 )
一、抗肿瘤活性作用·····	( 230 )
二、抗流感病毒作用·····	( 232 )
<b>第三节 香菇在食品中的应用</b> ·····	( 233 )
参考文献·····	( 237 )
附表	

# 第一章 中国香菇概述

## 第一节 我国香菇发展简史

我国栽培香菇的历史悠久。相传在公元前 2700 年,中国人的祖先神农氏,在勇尝百草的过程中,即在阔叶树林的断树堆里发现一种散发着阵阵幽香的伞状植物,尝之,则其味鲜美,又嫩又滑,且无毒,就取名为香菇。在以野菜为食的远古时代,香菇被视为珍宝。而香菇的人工栽培,则始于宋室南迁。南宋建都武陵(今杭州)后,臣民把竹笋、野香菇视作美味佳肴,价如黄金。百姓见有利可图,即进行半人工栽培。自宋末香菇栽培初具规模以来,距今已有八百年的历史,是世界上栽培香菇最早的国家。

香菇的半人工栽培,始于浙江丽水地区。该地区野菇众多,山农仔细观察香菇的野生情形,从种植到采集进行不断地改进,初步掌握了香菇的栽培方法。到了元代,由农学家——王桢总结成文字。在《王桢农书·菌子篇》(1313 年)中有这样一段记载,……“今山中种香蕈,亦如此法,但取向阴地,择其所宜木伐倒,用斧碎斫成坎,以土覆压之,经年树朽,以蕈碎锉,匀播坎内,以蒿叶及土覆之,时用泔汁浇灌,越数时,则以槌棒击树,谓之惊蕈,雨露之余,天气蒸暖,则蕈生矣。虽越年而获利,利则其博,采讫遗种在内,来岁仍复发,相地之宜,易岁代种,所采趁生煮食,香美,晒干,则成干香蕈。今深山穷谷之民,以此代耕,殆天茁此品,以遗其利也”。这段记载,是我国目前所见的有关香菇半人工栽培法最早的专著。文章对香菇半人工栽培的记载,与沿用至今的老法栽培技术——砍花法的要点基本一致。又据材料记载,香菇半人工栽培的发明是在浙江龙泉、庆云、景宁(一九五九年并入云和县)三县的接壤地



区，在庆元建治后香菇的半人工栽培已成为历代相传积久而成的风俗。

龙泉、庆元、景宁三县为浙江省西南部与福建省接壤的括苍山区。位于东经  $118^{\circ}43'$  ~  $120^{\circ}15'$ ，北纬  $27^{\circ}$  ~  $28^{\circ}21'$ ，地处中亚热带地区。气候温暖湿润，四季分明。年均降雨量 1700 毫米，年均温度  $17^{\circ}\text{C}$ ，全年无霜期 300 天左右。境内山地面积占 90% 以上，多阔叶林及阔叶针叶混交林。木材蓄积量占全省 40%。龙泉则素有“浙江林海”之称，其凤阳山之黄茅尖海拔 1921 米，为浙江省第一高峰；庆元之百山，海拔 1875 米，为浙江省第二高峰。以此二高峰为中心向东南呈扇形辐射约 300 平方千米的地区，即为栽培香菇为主要生产项目的菇民聚居区。这些地区平均海拔 1000 米以上，山势陡峭挺拔。气候特点和这三县城镇地区截然不同。主要是夏凉，冬寒，多雨雾，多霜冻，多大风，年平均气温只有  $12.9^{\circ}\text{C}$ ，大于  $10^{\circ}\text{C}$  的有效积温为  $3600^{\circ}\text{C}$ ，年降水量 2317 毫米，相对湿度 90%，全年无霜期 187 天。菇民聚居地如此的气候条件，再加上土地少而瘠薄，十分不利于农业生产。史料记载该地区粮食一向靠外输入，人民生活十分穷困。三县菇民赖以生存的主要项目除少量水稻以外，就是香菇了。所谓“辣椒当油炒、火笼当棉袄、火篾当灯草；春三月断粮、夏三月借粮、秋三月缴租、冬三月上山（种香菇）”，就是解放前这里人民生活的真实写照。

几百年来，到“枫树落叶，夫妻分别”之时，形容枯槁、鹑衣百结的菇民们就开始成群结队地挑着铁锅和棉絮，背井离乡，长途跋涉，奔向闽、赣、皖等深山密林之中，搭起茅草房，开始生产香菇。他们在离乡之前、上山之后，少不了要祀祭吴三公，以求“神助”。

吴三公，宋时人。出生于龙泉县龙溪乡龙岩村（解放后属庆元县），地处浙江省最高峰——黄茅尖与百山嘴之间，此地恰为龙、庆、景三县之交。后迁于庆元县乔竹乡西洋地居住。相传吴三公世居深山密林，以打猎及采集野生菌蕈为生，发现阔叶树倒木所产之蕈食后无毒而健身，且其味特香，取名为香蕈。更发现树身为刀斧所砍之后，出菇更旺；且多砍多出、乱砍乱出、不砍不出。间亦有