

国外菇菌 栽培技术

著 (荷兰)皮特·欧

译 叶彩云

校 梅跃明



《国外菇菌栽培技术》一书系统全面详尽地介绍了菇菌栽培的各个方面，包括制种实用技术、培养料的制备、接种、养菌和出菇管理、采收及采收后加工贮藏技术和病虫害的防治等。重点介绍荷兰双孢蘑菇的机械化操作技术、现代化气候控制设施和隧道集中二次堆沤发酵技术。本书资料丰富、内容全面、技术先进实用、图文并茂，是广大的菇菌生产者、研究人员、技术推广人员、农业院校的师生学习参考的一本实用的工具书。



作者皮特·欧先生出生于1963年，福建农林大学客座教授，目前担任荷兰农业部园艺创新基金会主任，荷兰经济、农业和创新部智囊团——创新网的职员，销售菇菌栽培专用设备的ECO Consult (www.spore.nl)基金会总裁。

皮特曾就读于荷兰代尔夫特理工大学(Delft University of Technology)学习采矿工程专业，因洞察到菇菌行业的可持续发展潜力，于1985年改行从事菇菌栽培业。他是菇菌塔(栽培20多个不同品种菇菌的信息中心)创始人之一。于1989年制作(编写)纪录片(手册)《中国台湾栽培的菇菌》。第一本专著《菇菌栽培》于1991年由图尔(Tool)出版社出版，编写该书的初衷是面向发展中国家，但1996年更新再版包含大量宝贵资料，因此在西半球畅销。2003年更新再版，增加了双孢蘑菇的最新栽培技术。曾为荷兰Agromisa基金会编写农业技术系列手册之《菇菌栽培专辑》，该专辑被翻译成法语、西班牙语，甚至斯瓦西里语。皮特目前从事新培养料的制备技术、新品种销售和菇菌残料应用方面的研究工作。

译者叶彩云1988年毕业于江西农业大学畜牧兽医系，获农学学士学位。现为江西省赣州市农业和粮食局农业利用外资办公室高级牧医师，从事翻译工作20余年，发表畜牧兽医专业译文10多篇。于2008年5月通过考试获得国家人事部颁发的翻译专业资格(水平)英语笔译三级和口译三级证书。曾为20多个国家的100多位农业专家做过口译，与驻赣德国专家一起工作3年半时间，英汉互译文字达500多万汉字。翻译擅长领域：农业、招商引资项目建议书、项目可行性研究报告与评估报告、生物技术、医药、外贸函电和商务合同。她地道、专业的英汉口笔互译水平得到国内外专家的高度赞扬。



专业审核梅跃明先生出生于1965年7月，江西省安远县人，现任安远县食用菌生产管理办公室主任。多年从事食用菌产业建设工作，发表论文多篇，获得国内领先水平的科技成果和发明专利多项，享受县政府特殊津贴。



Mushroom Cultivation

Appropriate Technology for Mushroom Growers

国外菇菌栽培技术

- 著： Peter Oei （皮特·欧），荷兰农业部园艺创新基金会主任
- 译： 叶彩云，赣州市农业利用外资办公室高级牧医师
苏 州，赣州市畜牧研究所所长，高级牧医师
- 校： 梅跃明，赣州市安远县菌业生产管理办公室主任
- 译 审： 林冬梅，福建农林大学菌草研究所所长助理，博士
谢宝贵，福建农林大学生命科学学院教授



江西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

国外菇菌栽培技术 / (荷) 皮特·欧著 ; 叶彩云译

— 南昌 : 江西科学技术出版社, 2011. 8

ISBN 978-7-5390-4444-6

I. ①国… II. ①欧… ②叶… III. ①食用菌类—蔬菜园艺 IV. ①S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 157048 号

版权合同登记号: 14—2011—071

本书经版权所有人 Stichting ECO Consult, the Netherlands 授权,

同意由江西科学技术出版社发行中文简体字版本。

非经书面同意, 不得以任何形式复制转载。

国际互联网 (Internet) 地址: <http://www.jxkjcb.com>

选题序号: ZK2010606

图书代码: B11031—101

**Mushroom Cultivation
Appropriate Technology for Mushroom Growers**

(荷) 皮特·欧 (Peter Oei) 著

国外菇菌栽培技术

叶彩云 译

梅跃明 校

责任编辑/程宁宁

封面设计/苏 江

出版发行/江西科学技术出版社

社址/江西省南昌市蓼洲街 2 号附 1 号

邮编/330009 电话/(0791) 86623491 86639342 (传真)

印刷/赣南教育发展中心印刷厂

版次/2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷

开本/889×1194 1/16 15.25 印张

字数/480 千字

书号/ISBN 978-7-5390-4444-6

定价/80.00 元

赣版权登字—03—2011—233 版权所有, 侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误, 可向承印厂调换)

序一

福建农林大学菌草研究所所长、菌草技术发明人 林占熺
2011年3月

皮特·欧 (Peter Oei) 先生是福建农林大学菌草研究所的客座教授，现任荷兰农业部园艺创新部主任。看到由皮特著、叶彩云女士翻译的《国外菇菌栽培技术》一书的中文稿，我感到非常高兴。对于皮特盛情邀请我给本书写序，以及撰写菌草技术一章，也觉得责任重大。皮特曾经赠送该书英文版给我，不久后，我的老朋友、原世界粮农组织驻伊拉克的代表哈米德·哈德旺博士在我家的书橱中看到这本书，十分喜欢，就不由分说地要走了。可见这本书对于本行业人士来说也是十分难得。

我和皮特的交往始于 2004 年。他太太是福州人，夫妇俩常带着两个活泼可爱的儿子到福州探亲。他了解菌草技术后，就极为热心地宣传和推介菌草技术，并努力推动国际交流。

2004 年，他参加了第二届国际菌草业发展研讨会，介绍了欧洲香菇发展的趋势。2005 年，他组织了荷兰和周边国家的菇菌企业主参加在银川召开的第三届国际菌草业发展研讨会，会后参观访问了福建省内一些菇类企业。早在 2005 年的会议上，他就介绍了“太阳能农业城”的概念——能量、水和养分在生产和生活体系的内部循环，依靠太阳能和沼气提供能源，为将来菇菌农场或者企业的可持续发展描绘了一幅美好的蓝图。这些内容现在看来也还是具有指导意义的。建议皮特将来在书里也对各国菌业利用新能源的实践情况和案例进行介绍，以供从业者借鉴。

皮特在本书里对世界各国的各类菇菌栽培方法、乃至市场销售都做了全面、细致的介绍，提供了非常丰富的信息，更可贵的是，它易读、易懂、可操作性与实践性强，此外，译者叶女士的用词也相当准确。

对于许多非生物学专业背景的菇菌行业的从业者，以及许多有志于从事菇菌行业的人来说，这是一本难得的参考书。

在此对皮特表示衷心的祝贺！

序二

中共赣州市委常委、农村工作部部长 曾新方
2010年12月

读完由叶彩云同志翻译的《国外菇菌栽培技术》一书中文版译稿后，我感到异常欣慰。这部译著能得以出版，呈现在读者们面前，是叶彩云同志及所有参译人员辛勤劳动的结果。这里，应译者的意愿写序，简单介绍该书主要内容，并对本书在中国出版表示祝贺。

《国外菇菌栽培技术》原著由荷兰 Backhuys Publishers(贝克海斯出版社)出版，由荷兰著名菇菌栽培专家皮特·欧(Peter Oei)先生著，已多次更新再版。2003年6月更新再版的第三版英文版已全部脱销。此次出版的中文版，删除了过时内容，增加了一些新的内容。它系统全面详尽地介绍了当前世界各地菇菌栽培各个方面的技术：各种菇菌的制种实用技术、培养料的制备、接种、养菌和出菇管理、采收及采收后加工贮藏技术和病虫害防治等。着重介绍荷兰双孢蘑菇工厂化生产的机械化操作技术、现代化气候控制设施和隧道集中二次堆沤发酵技术；日本的工厂化瓶栽技术；还介绍了其他国家的香菇、平菇、木耳、金针菇、草菇、灵芝、猴头菇等菇菌的袋料栽培技术和野生菇菌的采集知识等。本书资料丰富、内容全面、技术先进实用、图文并茂，是广大菇菌生产者（企业）、研究人员、技术推广人员、农业院校的师生学习参考的一本实用的工具书。本书可以帮助农民发展食用菌生产，从而达到脱贫致富、提高经济效益的目的，对我国菇菌栽培具有广泛深远的经济影响和社会影响。

致 谢

2008年10月,我应赣州市外国专家局的邀请,为法国著名菇菌栽培专家多米尼克·苏尔梯(Dominique Sourty)先生做翻译,专家带来了一本英文版的《菇菌栽培技术》,书中关于各种菇菌栽培技术的介绍和图片深深地吸引了我,于是借来利用工作之余的一切空闲时间阅读,目的是希望在专家离开赣州之前看完全书。但在专家离开赣州前夕,我还有很多内容没有看完,此时我已经对美妙的菇菌世界着迷了,于是复印下来慢慢阅读,并在空闲时间翻译成中文。当时翻译的目的,只是为了练笔和学习菇菌栽培技术,并没有想到出版。翻译初稿完成后,我告诉了多米尼克·苏尔梯先生。他叫我想办法在中国出版,说这是一本菇菌栽培技术方面非常全面、权威和实用的参考书,更新再版的第三版英文版都已脱销,在中国出版将对广大的菇菌生产者、农业技术推广人员、农业大学的师生有很大的帮助。在此,我要感谢多米尼克·苏尔梯先生鼓励我出版中文版,并帮助我与作者取得联系。

做出版中文版的决定后,我想经费从哪里来呢?有人告诉我,可以找中共赣州市委农村工作部的曾新方部长请求资助。可我与 he 素昧平生,他怎么会资助我呢?考虑了很久,我于2009年8月写了一份申请资助出版经费的报告,但我一直不敢去找他。直至2009年12月23日,我才鼓起勇气,怀着试试看的心情,将报告呈给曾新方部长。看了我的报告,听了我对本书的介绍之后,部长当即表示可以资助出版,这出乎我的意料,当时激动的心情难于言表。曾新方部长如此尊重科学、尊重知识、爱惜人才,令我异常感动,铭记终生。在此,我要特别感谢他,没有他的支持,我翻译的这本书稿就不可能付梓。

本书原著含有300多张插图,收到作者寄来的原著电子版时,我以为将其中的照片复制黏贴到我的中文电子版中是很容易的事,但真正做时我却束手无策,因为我不能对书中的内容进行任何操作。同事钟同庆科长得知这一情况后,主动帮忙。他花了近一个星期的时间,帮我把300多张照片转换成了可以在Word文档中随意插入和编辑的格式。在此,我要特别感谢他无私的帮助,没有他的帮助,我就无法将原著图片插入中文电子版中,本书也就不可能出版。

我要特别感谢我丈夫苏州先生,在我因洽谈合同、编写排版的繁重压力而烦恼(译著《柑橘健康管理》同年出版)时,他不断安慰、鼓励我,说什么“天道酬勤”、“把一个困难和问题解决之后,你就成功了”,并主动承担部分家务劳动。还要感谢我儿子苏江帮我设计了漂亮的封面以及对一些图示文字进行处理。

特别感谢福建农林大学菌草研究所所长、菌草技术发明人林占熺教授在百忙之中为本书写序,感谢安远县菌业生产管理办公室梅跃明主任、福建农林大学菌草研究所所长助理林冬梅博士和福建农林大学生命科学学院谢宝贵教授对本书进行审核校对。

本书准备出版过程中,还得到江西省报业集团王有国主任,江西省新华发行集团彭昌明书记的指导和帮助,在此一并致谢。

叶彩云
2011年2月

目 录

第1章 菇菌的益处.....	1
1.1 宗教的历史和起源.....	1
1.2 野生食用菌.....	1
1.3 食用菌及其栽培.....	2
1.4 营养价值.....	2
1.5 药用.....	4
1.6 土壤改良作用.....	4
第2章 菇菌的一般生物学知识.....	5
2.1 真菌分类学.....	5
2.2 真菌生态学.....	6
2.3 真菌的生活史.....	8
2.4 菇菌生理学.....	9
第3章 培养料的特点.....	11
3.1 物理与生物化学特性.....	11
3.2 发酵.....	12
3.3 混合.....	13
3.4 热处理.....	13
3.5 各种培养料处理方法的优缺点.....	14
第4章 菇菌品种的技术资料概述.....	15
4.1 菇菌栽培的适宜温度范围.....	15
4.2 辅料.....	17
第5章 菌种、育种及品种保护概述.....	19
5.1 为什么使用菌种?.....	19
5.2 遗传与育种.....	20
第6章 环境保护与认证计划.....	22
6.1 环境保护体系.....	22
6.2 荷兰的 MBT (环保栽培) 计划.....	25
6.3 美国英属哥伦比亚省菇菌的有机认证管理标准.....	25
第7章 可行性: 成本与效益.....	28
7.1 可行性研究.....	28
7.2 培养料生产设施投资.....	28
7.3 培养料生产的运转费.....	29
7.4 菇房投资.....	29
7.5 菇菌栽培运转费.....	30
7.6 整个菇场的利润率.....	30
7.7 价格.....	30
7.8 产量.....	31

第8章 菇菌市场与销售	33
8.1 市场调研	33
8.2 推销价格	33
8.3 产品	34
8.4 物流配送	35
8.5 促销	40
8.6 拉丁美洲：新兴的菇菌市场	40
8.7 香菇在美国的销售问题：来自中国的影响因素	42
8.8 未来市场发展趋势	42
第9章 制种实用技术	43
9.1 要求	43
9.2 灭菌设备	44
9.3 清洁的环境	45
9.4 培养物（母种）	47
9.5 菌种容器	49
9.6 原种	50
9.7 菌种质量	54
9.8 中国福建省的菌种质量管理	55
第10章 气候控制概述	57
10.1 引言	57
10.2 通风	57
10.3 通风系统	57
10.4 温度	59
10.5 相对湿度	60
10.6 二氧化碳浓度	61
10.7 光照	62
第11章 简易的菇场	63
11.1 菇场选址	63
11.2 香菇原木室外栽培	65
11.3 与蔬菜套种	65
11.4 室内栽培：菇房设计要考虑的因素	66
11.5 菇棚	66
11.6 菲律宾的菇房	67
11.7 台湾省的HO-型菇房	67
第12章 先进的菇菌栽培场与隧道	69
12.1 引言	69
12.2 第一次堆沤发酵（前发酵）设施	69
12.3 环境、气味与氨气	71
12.4 第二次/第三次发酵隧道	73
12.5 第四次发酵房间	75
12.6 菇房	76
第13章 现代化气候控制设施	79

13.1 测定	79
13.2 控制	80
13.3 具体的控制要求	81
13.4 节能创新	83
第 14 章 用发酵培养料栽培菇菌概述.....	84
14.1 发展中国家双孢蘑菇栽培情况简介	84
14.2 栽培各阶段及其要求	84
14.3 堆沤发酵过程	86
14.4 播种与发菌	90
14.5 覆土（发展中国家）	90
14.6 用堆沤发酵培养料栽培的其他菇菌的生长参数	92
第 15 章 覆土.....	94
15.1 覆土的特性	94
15.2 覆土生产	95
15.3 计算实例	97
第 16 章 双孢蘑菇栽培的室内堆沤发酵过程.....	98
16.1 选择性培养料	98
16.2 原材料	99
16.3 室内堆沤发酵	100
16.4 气味的清除	102
16.5 第二次和第三次堆沤发酵	103
16.6 微生物在堆沤发酵中的作用	104
16.7 微生物生存条件	106
16.8 其他生物的影响	107
第 17 章 双孢蘑菇栽培：从发菌到采菇.....	108
17.1 双孢蘑菇的品系及其特性	108
17.2 蘑菇栽培中的菌丝体生长	109
17.3 辅料	110
17.4 覆土中养菌（第四阶段）	112
17.5 C.A.C-ing: 覆土中添加已发菌培养料	113
17.6 喷水	113
17.7 恢复	114
17.8 恢复期间的栽培技术	115
17.9 冷却	115
17.10 子实体形成	117
17.11 栽培技术	118
17.12 子实体发育	120
17.13 从原基萌发到形成第一潮菇前，包括第一潮菇的栽培技术	121
17.14 第二潮菇的栽培技术	122
17.15 第三潮菇	123
17.16 加热、清库与消毒	123
17.17 双孢蘑菇的质量	123
17.18 手工采菇	124

17.19 机械采菇	128
第18章 双孢蘑菇的机械化栽培	129
18.1 第一阶段：堆沤发酵培养料的制备	129
18.2 第一次堆沤发酵所需要的设备	130
18.3 第二次/第三次堆沤发酵所需设备	132
18.4 培养料和覆土的运输	133
18.5 运输培养料和覆土所需设备	134
18.6 菇房进料和清料	134
18.7 床架系统所需设备	135
18.8 培养料块	136
18.9 塑料袋	136
18.10 栽培期间的机械化设备	137
第19章 用巴氏消毒培养料栽培菇菌	139
19.1 装巴氏消毒培养料的容器	139
19.2 蒸气和热水浸泡巴氏消毒	140
19.3 蒸气巴氏消毒	140
19.4 用巴氏消毒培养料栽培平菇	141
19.5 热水浸泡	142
19.6 墨西哥用咖啡渣栽培平菇	142
19.7 墨西哥用咖啡渣栽培平菇的可行性	144
19.8 大球盖菇的栽培	145
19.9 草菇的栽培方法	148
19.10 玉米与草菇套种：中国大陆的案例分析	152
第20章 用灭菌培养料栽培菇菌	153
20.1 用灭菌培养料栽培菇菌的不同方法	153
20.2 培养料生产要求	154
20.3 培养料袋/瓶	155
20.4 装料	158
20.5 灭菌	159
20.6 播种与发菌	160
20.7 平菇	161
20.8 灵芝和松杉灵芝	164
20.9 金针菇	165
20.10 袋栽银耳	167
20.11 猴头菇	169
20.12 用灭菌培养料栽培木耳	171
第21章 用灭菌培养料栽培香菇	173
21.1 引言	173
21.2 美国香菇栽培情况介绍	176
21.3 案例分析：中国福建省古田县香菇栽培	176
21.4 泰国香菇栽培	178
21.5 中国台湾省用灭菌料袋栽培香菇	179
21.6 欧洲香菇栽培	180

21.7 用预热培养料栽培香菇	181
21.8 案例分析：芬兰栽培外来菇菌	183
第22章 菌根真菌的采集与“栽培”	186
22.1 引言	186
22.2 从菌根真菌中受益：采集野生菇菌	187
22.3 赞比亚的有机认证菇菌采集	187
22.4 建立块菌树木园	189
第23章 采收后处理	192
23.1 质量等级与采收	192
23.2 保存方法	194
第24章 病虫害	199
24.1 卫生消毒措施	199
24.2 昆虫	200
24.3 白蚁	201
24.4 螨虫	202
24.5 线虫	202
24.6 蜗牛和蛞蝓	203
24.7 寄生真菌和腐生真菌	203
24.8 细菌	208
24.9 病毒病	209
附录A 杀虫剂的安全使用	210
附录B 品种保护和菌种库	212
附录C 孢子过敏	215
附录D 养护图表	217
附录E 蚁巢菌属：非洲和东南亚常见的一个属	222
附录F 菇菌栽培的化学分析	224
附录G 管理与积极性	226
附录H 词汇	229

第 1 章 菇菌的益处

菇菌的益处可根据用途划分为:

- 作为具有特殊营养价值的食品, 价格较高
- 作为更接近上帝的一种手段
- 作为改善健康状况的药物或补品
- 作为织物的天然染料
- 作为被污染土壤的生物改良剂, 或用来中和酸性径流

第一个益处是经济上最重要的, 最后一个益处(生物改良作用)仍在试验阶段。

1.1 宗教的历史和起源

人类几千年前就开始采集野生菇菌。菇菌要么直接鲜吃, 要么干燥保存, 供以后食用。自远古时代起, 菇菌就被当作一种特殊食品。中国和日本的编年史表明: 人们采集野生香菇, 作为贡品敬奉给皇帝。罗马人在特殊场合食用菇菌。然而, 在有些国家的文化中, 所有的菇菌都被当作毒蘑, 是魔鬼送来的毒礼。当今, 不同饮食习惯的千百万人的互相移民, 使得食用菇菌越来越普遍。第 8 章菇菌市场与销售将进一步讨论菇菌的适口性问题。



左图: 许多裸盖菇对精神有强烈的影响并会引起幻觉(PFE 友情提供)

右图: 中美洲菇菌石像, 这一文物说明了在西班牙殖民前, 菇菌在拉丁美洲宗教中的重要性



法国一个教堂中的中世纪壁画, 把善恶树刻画成菇菌

人类也食用能产生幻觉的菇菌。据美国著名银行家罗格·瓦逊(Roger Wasson)的研究, 神化菇菌(菇体内藏着上帝的菇菌)构成了许多宗教的基础。罗格·瓦逊一生中大部分时间都在研究这种特殊的菇菌, 他想法证明了这一理论适用于墨西哥和北美印第安人, 并认为在印度教中相当有可能是这样的。在世界上许多地方, 萨满教巫师食用菇菌或特殊植物后, 达到极乐境界, 在这样的地方, 老的仪式早就被其他宗教的仪式所取代。在现代西方社会, 由于文化与自然之间界线分明, 食用神化菇菌常常是非法的; 引起幻觉反应的化学品甚至被认为是硬毒品。有少部分人重新发现了这类菇菌提高意识水平的用途, 并利用收集的孢子, 想法开发出了一种简单的栽培技术。

1.2 野生食用菌

菇菌作为食品食用, 争议要少得多。在许多文化习俗中, 仍然在野外采集普通食用菌。罗马人非常喜欢菇菌, 皇帝本人经常亲自烹调菇菌。有故事说, 偷采皇帝的橙盖鹅膏菌的人, 要受到双手被砍掉的处罚。有些文化习俗中特别害怕有毒菇。例如在英国, 人们极不愿意采集野生菇菌。但我们还未找到为什么有些少数民族讨厌菇菌, 而有些民族却特别喜爱菇菌的原因。

对许多人来说, 菇菌是种奇怪的生物, 这种生物体一年大部分时间, 实际上都默默无闻地生活在地下或木头内, 只有出菇后才表现出自己的存在。许多菇菌的这一奇特的形态学特征, 使人类编造出了许多充满魔鬼、巫婆和小精灵的荒诞故事。

早在十六世纪, 欧洲有些科学家就发现了孢子的功能, 但他们的发现在几个世纪里并没有太多的推



牛肝菌是最受欢迎的野生食用菌，由于要靠树来满足对碳的需求，所以不能用栽培平菇或香菇的培养料栽培。这些餐馆食品经销店中的牛肝菌被切成了两半，目的是为了说明里面没有幼虫

菌。这些尝试让人们了解了杨树菇的生态状况。

中国人是最早专业栽培菇菌的，早在 1313 年就出版了一本介绍用原木栽培香菇方法的书。中国人甚至建了一座庙来纪念僧人吴三公，因为他发现，敲击完全发好菌的原木，可以提高产量。我们现在知道，这种物理敲击法刺激子实体形成，并将原木内贮存的 CO_2 （二氧化碳）释放出来。草菇的栽培也有几百年的历史，稻草建堆发酵后，就可用来栽培草菇，最初，菇菌生产者依靠空气中的孢子自发接种。有资料表明，木耳的栽培历史更长，始于公元前 600 年。

双孢蘑菇最早在法国驯化，早在 1707 年，人们就开始介绍它的栽培技术了。它的栽培技术以下面这一事实为依据：长出菇菌的堆沤畜禽粪肥，可用于接种新堆沤的马粪。十九世纪末，法国人开发出了菌种（菇菌种子）的多孢子培养技术，之后美国人达加（Duggar）开发出了组织培养技术。大概在那时，日本科学家开发出了在原木上接种栽培香菇的方法。二战后，在许多国家都普遍可以买到可靠菌种，因此，双孢蘑菇的栽培迅速发展起来。



长在自然培养料——原木上的香菇

菇菌栽培有许多优点：无需占用耕地、农业下脚料被转化成肥料和土壤改良剂、创收。菇菌是蛋白质及重要维生素和矿物质的额外来源。特别是中国及其台湾省开发出了低投入栽培菇菌的许多方法，非洲和拉丁美洲国家对菇菌栽培也越来越感兴趣。

目前，菇菌生产者经常对栽培方法保密，出版本书的目的是传播各地的知识，其中有些方法是用英语首次发表。推广工作者及菇菌生产者可以借鉴世界其他地方的案例分析，开阔眼界，但必须因地制宜地使用这些技术。例如，墨西哥开发的用咖啡渣废料栽培菇菌的技术，也可在非洲的咖啡产区应用，但菇场的组织管理及培养料容器类型可以不同。

1.4 营养价值

一种产品的营养价值，要与完整的食谱联系起来考虑。没有什么东西本身是保健的，不同食品的组合，才可能表现出微量元素、维生素和蛋白质的充足或不足。

许多菇菌被认为是保健食品，因为它们含有大量的优质蛋白质、维生素（ B_1 、 B_2 、 C ）和矿物质，且脂肪含量低，此外，有几个品种对降低血压、治疗肿瘤及病毒病具有明显的作用。决定营养价值的多数成分位于细胞壁内，细胞壁本身由几丁质（和许多其他成分）组成。几丁质是一种很难降解的化合物，昆虫的皮肤也普遍由这种物质组成，因此，在食物烹调过程中使细胞壁分解并在进食时充分咀嚼是非常重要的，这样可以提高其消化率。

蛋白质：蛋白质通常通过测得的氮含量乘以 6.25 来确定，这样做的前提是，假设氮仅仅以蛋白质形式存在，然而，有些氮包含在细胞壁（几丁质）中，因此， $70\% \times 6.25 = 4.38$ 这个系数被认为更接近真正的蛋白质含量。菇菌常常被认为是重要的蛋白质来源，但实际上它们的蛋白质含量相当低，通常为鲜菇重量的 3%~4%，而含水量通常约占 90%。

第1章 菇菌的益处

如果考虑干重中蛋白质含量,人们发现其含量为19%~35%。菇菌的蛋白质含量比大豆(占干重的39%)低,但比大米、橘子、苹果高得多。蛋白质的价值由形成蛋白质的氨基酸种类决定。菇菌含有人体必需的所有氨基酸及多数普遍的非必需氨基酸和酰胺,如果一种或多种必需氨基酸供应不足,所有其他氨基酸的利用率都会同样降低。动物性食品的蛋白质,一般来说比蔬菜类食品更平衡,例如,谷物几乎不含赖氨酸,但赖氨酸是菇菌中最丰富的必需氨基酸,因此,菇菌蛋白质可以作为日常饮食的重要补充。

脂肪:下页的表格表明,脂肪含量占干重的1%~8%,平均为4%,不饱和脂肪酸至少占脂肪总含量的72%,主要为亚油酸,亚油酸含量高是菇菌被称为保健食品的原因之一。动物脂肪中含有丰富的饱和脂肪酸,对健康有害。

维生素和矿物质:菇菌是硫胺素(维生素B₁)、核黄素(维生素B₂)、烟酸、生物素及抗坏血酸(维生素C)等维生素的很好来源,一般来说,菇菌含有大量的磷、钠、钾及少量的钙。

碳水化合物和纤维:纤维也是健康饮食的一部分。在现代社会中,有些食品被精制(如白面包),因此,纤维含量少,而新鲜菇菌含有较多的纤维和碳水化合物。

菇菌中的维生素含量(单位:微克/100克)

	硫胺素	烟酸	核黄素	抗坏血酸
双孢蘑菇	1.1	55.7	5.0	81.9
新鲜毛木耳	0.2	1.6	0.9	没有资料
干燥毛木耳	0.2	4.7	0.6	0
金针菇	6.1	106.5	5.2	46.3
新鲜香菇	7.8	54.9	4.9	0.0
干燥香菇	0.4	11.9	0.9	0.0
平菇	1.16~4.8	108.7	4.7	0.0
草菇	0.35~1.2	4.88~91.9	1.63~3.30	20.2

注:(摘自 Eliv V. Crisan 及 Anne Sands 于 1978 年在 Chang & Hayes 上发表的文章)

菇菌的成分

	最初 含水量%	粗蛋白 N × 4.48	脂肪	总碳水 化合物	不含氮 碳水化合物	纤维	灰分	能量(千卡/ 100克干物质)
双孢蘑菇	88~90	1	1.7~ 3.1	51.3~ 62.5	44.0~ 53.5	8.0~ 10.4	7.7~ 12	328~368
毛木耳	89.1	24~34	0.9	79.9~ 93.2	68.0~82.9	2.5~ 21.60	0.9	347~391
金针菇	89.2	4.2~8.7	1.9	73.1	69.4	3.7	7.4	378
香菇	90~91.8	17.6	4.9	67.5~ 78.0	59.5~70.7	7.3~ 8.0	3.7	387~392
红平菇	92.2	13~17	1.1	59.2		12.0	9.1	261
佛罗里达侧耳	91.5	25.0	1.6	58.0		11.5	9.3	265
秀珍菇	73.7~ 90.8	27.0	1.6~ 2.2	57.6~ 81.8	48.9~74.3	7.5~ 8.7	6.1~ 9.8	345~367
凤尾菇	90.1	10.5~30.4	2.0	50.7		13.3	6.5	300
凤尾菇		26.6	2.4		45.3	9.3	8.8	276
草菇	89.1	25.9						

注:表中数据,除最初含水量(以含水量占总重量的百分比来表示)及能量值以千卡表示外,其他都是占干重的百分比。(摘自 Eliv V. Crisan 及 Anne Sands 于 1978 年在 Chang & Hayes 上发表的《菇菌的生物学及栽培》一文及 Bano 等在《热带菇菌杂志》1981 年 1(3)6 期发表的文章)



菇菌产品：从左到右分别为干燥灵芝、香菇提取物（上面是用香菇提取物生产的润肤霜）、1罐和1瓶猴头菇提取物和干燥的灰树花

1.5 药用

低级真菌产生了重要的药物，如青霉菌(菇菌栽培中常见杂菌)产生的青霉素和其他抗生素。在西方国家，菇菌的药用没那么广泛。有时使用菌丝体，但亚洲人认为子实体更好。仅在中国，就可以购买到700多种以菇菌作为主要成分的药品，据卫生部统计，至少有106种药品含有灵芝、43种含有虫草、7种含有香菇。据估计，仅1995年，菇菌药用和保健产品营业额达50~60亿美元，这些产品要么以完整的菇菌（常常是干燥的）销售，要么做成菇菌粉、胶囊或茶品销售。

菇菌的保健作用，主要限于疾病的预防或恶化，其治愈作用不大，但随着这方面的研究越来越多，发现其治愈作用可能仅仅是时间迟早的问题。

1.5.1 心血管疾病

心血管疾病常常由胆固醇含量高引起，菇菌含有大量纤维，脂肪含量低，在饮食中非常合适。用香菇，特别是肉厚的冬菇做试验表明：它们具有降低胆固醇的作用，甚至与肥肉一起煮，也可降低胆固醇水平。平菇中也含有能降低老鼠血浆和肝脏胆固醇水平的物质。

1.5.2 癌症

许多菇菌含有能抑制肿瘤生长速度的物质，常属于多糖类，如香菇中的香菇多糖，裂褶菌中的裂褶菌素和灰树花中的灰树花多糖。猴头菇的提取物，可用来增强化疗和放疗效果，改善病人健康状况。

1.5.3 糖尿病

动物研究表明：虫草、香菇、灰树花和秀珍菇等菇菌对糖尿病的治疗有效，更早的文献中提到用鬼伞属中的鸡腿蘑治疗糖尿病。

1.5.4 防自由辐射病与感染

自由辐射可损坏身体细胞，诱导癌症，是特殊转化过程的结果。许多生物活性化合物，可保护身体免遭自由辐射病危害，被称为抗氧化剂，存在于许多菇菌中。已证明银耳、黑木耳和灵芝对感染有积极疗效。

1.6 土壤改良作用

本书中介绍的多数栽培菇菌，都是所谓的白腐担子菌，都能够降解植物材料中的主要成分木质素。木质中含有木质素纤维，木质素纤维中包含更容易降解的纤维素，木质的另一个主要构成成分是半纤维素。与许多外来污染物一样，木质素难于降解，其结构与芳香多环类（PAH）相似，由苯环与碳原子和氢原子成线状、角状或丛状结合在一起。菇菌的一个有利作用是能分解有机污染物，如芳香多环类、多氯联苯（PCB）和二噁英。细菌曾用来改良被汽油污染的土壤，能分解许多芳香多环类，但不能分解含四个以上苯环的芳香多环类，因为更复杂的芳香多环类水溶性极差，污染物与有机物质牢固地结合在一起，细菌很难到达。

白腐（木质素降解）担子菌菌丝体作用原理却不一样，产生的胞外酶能到达即使与腐殖质结合在一起的非溶解性污染物中。科学研究中最常用的微生物是黄孢原毛平革菌，能分解萘和苯并芘，然而，土壤中不容易满足这种真菌最适宜生长的特殊要求，如高温（37℃）和高氧气浓度。对另一种微生物杂色云芝也进行了大量研究，结果表明，它能产生胞外过氧化物酶，人们认为这种酶能分解芳香多环类。

在美国宾夕法尼亚州，还提到用菇菌堆沤料中和煤矿中的酸性废水。研究表明：一种所谓的“连续产生碱性（SAPS）”的被动处理酸性废水的技术，在宾夕法尼亚州取得了良好的效果。这种技术用酸性废水冲刷石灰和50~70厘米厚的残料，使水的pH值逐渐升高，使重金属沉降下来，而不会堵塞石灰石的孔隙。

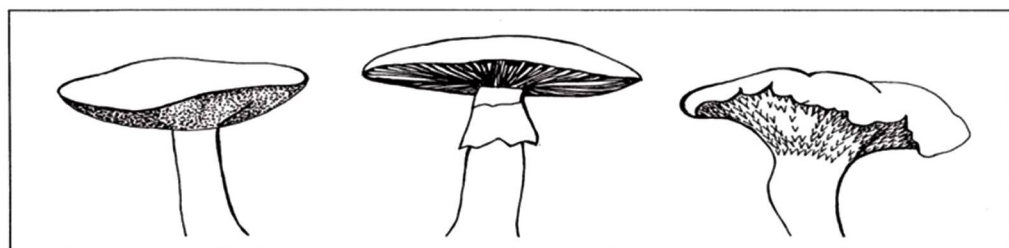
第2章 菇菌的一般生物学知识

为了了解菇菌栽培及其特性,需要了解一些生物学知识,使生产技术更好理解,弄清栽培失败的原因。本章讨论下面几个内容:

- 真菌的分类学
- 真菌的生态学
- 真菌的生活史
- 菇菌的生理学

2.1 真菌分类学

所有的菇菌都属于真菌王国,是与植物、动物及细菌完全不同的一个类别。与植物一样,真菌也有明显的细胞结构,但没有植物最重要的特征:通过叶绿素直接利用太阳能的能力,因此,真菌跟人类,事实上跟所有动物一样,依靠其他生物体获得食物。除酵母菌外,所有真菌都形成所谓的菌丝,这是起源于孢子的细线,分枝形成菌丝体,受精后,菌丝体进入有性阶段形成孢子。产生孢子的较大(约大于1毫米)结构被称为菇菌(子实体),菇菌本质上属于真菌最引人注目的部分,但事实上,仅是子实体而已。许多不同的形状演变后,形成能产生几百万个孢子的结构,但真菌的主要部分长在地下或木质内。



增加表面积从而增加潜在孢子弹射数量的不同方法:(从左到右)菌管(牛肝菌)、菌褶(蘑菇)、菌刺(猴头菇)

栽培的多数菇菌属于担子菌,在所谓的担子上产生孢子,另一个重要的类别是子囊菌,在子囊(袋子)中产生孢子。

真菌分类学仍然是一个备受争议的问题,主要是因为不同的菇菌种类多,而得到正确描述的却相对较少,特别是在发展中国家,有成千上万个品种不为科学家所知,尽管有时当地人非常了解某些品种。据估计,地球上有约150万个不同的菇菌品种,到目前为止,只有64,000个品种得到了描述。热带雨林及边远地区的许多品种,有可能在科学家还没来得及描述就消失了,因此,除了自然保护外,分离土生株系,并在菌种库中保存其培养物就显得特别重要。

2.1.1 菇菌的学名及俗名

本书使用的都是菇菌的学名,因为学名与俗名相比更不容易引起混淆,但在市场营销这一章也使用一些俗名。

有些人只把栽培的白蘑菇认为是真正的蘑菇,把其余的都称为毒菇。平菇这一名称应用于20多种不同的菇菌,每一种都有自己的栽培特点,如最适宜的温度范围、颜色及生长速度。在一个区域范围内,同一菇菌的名称,可能在省与省间,甚至在同一个少数民族内都不一样。大的鸡枞菌,在布隆迪被称为Igihefu,津巴布韦的Bemba人称为Chikolawa,Lozi人称为Tou Swen(意思为白色的大象),Chewa人称为Utale。使用学名并且说明品系的起源,就能明白每一个品种的含义。

市场营销这一章列出了一张学名和俗名对照表,不同品种的营销特点如质地与味道,以及可以瞄准的市场。