

优质蘑菇 高产栽培新技术

李 昊 主编

YOUZHI MOGU GAOCHAN ZAIPEI XIN JISHU



金盾出版社

JINDUN CHUBANSHE

S646.1

134

优质蘑菇高产栽培新技术

主 编

李 昊

编著者

潘崇环 吴百昌

李兴旺 刘政学

周建设

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书全面系统地讲解了蘑菇的最新高产栽培与加工技术,包括蘑菇概述、蘑菇的生物学特性、蘑菇无公害生产的要求、蘑菇的生产设备、蘑菇各类优质高产栽培法、蘑菇的病虫害防治、蘑菇的采收、蘑菇的保鲜等。本书所述各类优质蘑菇的高产栽培新模式等内容具有代表性、先进性、实用性和普遍性等特点,可供不同地区、不同条件的读者参考。同时,本书注重市场调研和经营指导,适合新老菇农、一线科技人员,以及农林院校等相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

优质蘑菇高产栽培新技术/李昊主编. —北京:金盾出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-5082-9423-0

I. ①优… II. ①李… III. ①蘑菇—蔬菜园艺—无污染技术
IV. ①S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 093222 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:兴浩装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:8.375 字数:210 千字

2014 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~5 000 册 定价:18.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)



第一章 蘑菇概述.....	(1)
一、分类地位	(1)
二、经济价值	(1)
三、栽培概况	(2)
四、发展前景	(3)
第二章 蘑菇的生物学特性.....	(6)
一、形态特征	(6)
二、生活简史	(7)
三、子实体发育过程	(8)
四、生长条件	(9)
第三章 蘑菇无公害生产的要求	(15)
一、农产品质量安全分级.....	(16)
二、蘑菇生产的污染途径.....	(17)
三、蘑菇无公害生产的要求.....	(19)
第四章 蘑菇的生产设备	(29)
一、必备器材.....	(29)
二、菌种培养室.....	(42)
三、栽培设施.....	(44)
四、常用药剂.....	(57)
第五章 蘑菇各类优质高产栽培法	(66)
一、传统高产栽培法.....	(66)
二、床畦式栽培增产新法	(117)

三、袋式栽培高产法	(118)
四、块式栽培高产法	(122)
五、日光温室高产栽培法	(123)
六、大田中棚高产栽培法	(125)
七、田间小拱棚高产栽培法	(130)
八、露地高产栽培法	(135)
九、稻田玉米秸栽培蘑菇高产法	(138)
十、与香瓜、草菇轮作高产栽培法	(139)
十一、与油菜轮作、间作高产栽培法	(141)
十二、与西葫芦轮作高产栽培法	(146)
十三、林果园下套种高产栽培法	(148)
十四、蔗田套种高产栽培法	(155)
十五、香蕉园套种高产栽培法	(160)
十六、冬暖大棚蘑菇与蔬菜套种高产栽培法	(163)
十七、菇菌轮作、套种周年高产栽培法	(165)
十八、草菇废料高产栽培法	(171)
十九、以青鲜玉米秸为主料的高产栽培法	(179)
二十、以棉秆为主料的高产栽培法	(182)
二十一、以菌草为主料的高产栽培法	(187)
二十二、以沼渣为主料的高产栽培法	(189)
二十三、以麻黄下脚料为主料的高产栽培法	(192)
二十四、微喷加小拱棚反季节高产栽培法	(193)
二十五、土窑洞反季节高产栽培法	(195)
二十六、短周期高产栽培法	(198)
二十七、秋延后高产栽培法	(201)
二十八、连续两批出菇的高产栽培法	(203)
二十九、有机生态型高产栽培法	(205)
三十、一年三季周年高产栽培法	(207)

第六章 蘑菇的病虫害防治.....	(211)
一、综合防治措施	(212)
二、侵染性病害防治	(215)
三、非侵染性病害防治	(226)
四、虫害防治	(232)
第七章 蘑菇的采收.....	(243)
一、鲜蘑菇的质量要求	(243)
二、蘑菇采收适期的确定	(246)
三、蘑菇采收时的注意事项	(247)
第八章 蘑菇的保鲜.....	(249)
一、低温保鲜	(249)
二、气调保鲜	(251)
三、辐照保鲜	(252)
四、负离子保鲜	(253)
五、化学药剂保鲜	(253)
附录.....	(256)
一、培养基(料)加水量表	(256)
二、空气相对湿度对照表(%)	(257)
三、培养基(料)酸碱度(pH 值)的调节法	(259)
四、照度与灯光容量对照表	(259)
五、高压锅中冷空气排除程度与温度的关系	(261)

第一章 蘑菇概述

一、分类地位

“蘑菇”是蘑菇属所有真菌的通称,狭义的“蘑菇”则是指“白色双孢蘑菇”。白色双孢蘑菇学名 *Agaricus bisporus*,简称双孢蘑菇、双孢菇、白蘑菇、蘑菇等,在分类学上属于真菌门,担子菌亚门,层菌纲,伞菌目,蘑菇科,蘑菇属。蘑菇属在自然界中种类多,分布广,迄今世界上已发现了蘑菇属的 200 多个种类,我国就占了 40 多种。

双孢蘑菇因其多数担子上只着生 2 个担孢子而得名。世界上所栽培的双孢蘑菇,根据其菇体色泽不同,又分为白色、棕色、奶油色 3 个品系。这 3 个品系中,白色双孢蘑菇菇体纯白色,颇受市场欢迎,是目前各国主栽的品种;而棕蘑和奶油色蘑菇只在少数国家有少量栽培。

二、经济价值

蘑菇菇体洁白,肉质肥嫩,味道鲜美,营养丰富,深受国内外广大消费者欢迎。据测定,每 100 克干菇中含蛋白质 36 克,脂肪 2.5 克,碳水化合物 27.5 克,热量(热能值)1372 千焦。蘑菇是一种理想的高蛋白、低脂肪、低热量的营养保健食品。其蛋白质含量与牛奶相当;脂肪含量却仅为牛奶的 1/10;其热量低于苹果等多种水果;其不饱和脂肪酸占总脂肪酸的 79%,比鸡肉和猪肉都高。

蘑菇蛋白质中含有 18 种氨基酸,其中人体必需的 8 种氨基酸齐全,特别是赖氨酸和亮氨酸的含量十分丰富。此外,蘑菇中还含有磷、钠、锌、钙、铁等矿质元素和维生素 B₁ 等多种维生素。

蘑菇味甘性平,具有提神健胃、平肝阳、降血压、理气化痰等药效功能,可辅助治疗体虚纳少、腹胀、痰多、恶心、感冒、腹泻等症。鲜蘑菇含有多种酶类物质,如胰蛋白酶、麦芽糖酶、酪氨酸酶等,可以帮助消化和降低血压,因此对高血压、高血脂、糖尿病等多种疾病均有较好的辅助疗效;哺育婴儿的妇女常食可增加乳汁的分泌量。多吃蘑菇能增强人体的免疫功能。蘑菇中的不饱和脂肪酸含量较高,食后不会增加血液中的胆固醇,可预防动脉硬化、肝硬化、冠心病以及肥胖症等。此外,蘑菇中所含核糖核酸,能诱导机体产生干扰素,可抑制肿瘤的生长和发展。蘑菇浓缩浸出液制成的健肝片是治疗肝炎的辅助药品,对于防治迁延性肝炎、慢性肝炎、肝肿大、早期肝硬化以及白血病等均有一定的疗效。

三、栽培概况

双孢蘑菇的人工栽培起源于法国,至今已有 300 多年的历史。白色双孢蘑菇已成为世界上栽培面积最广、栽培国家最多、年产量最大的一种食用菌,是西方国家工厂化、自动化生产程度最高的品种,也是我国食用菌的主栽品种之一。

蘑菇的栽培主要有季节性栽培和工厂化栽培两种形式。其中,工厂化栽培具有周年生产,产量更高、质量更好,经济效益更高等优势,是蘑菇生产发展的方向。美国、德国、意大利、澳大利亚等发达国家相继实现了双孢蘑菇的机械化、工业化生产;近年来,荷兰、美国等国家又将这一技术输出到波兰、匈牙利、印度等发展中国家。

目前,我国 30 多个省(自治区、直辖市)均有数量不等的蘑菇

栽培,蘑菇的主产区有福建、山东、河南、江苏、四川、浙江、广西、上海、河北、甘肃等省(自治区、直辖市)。发展到现在,北方地区的蘑菇总产量已基本占到全国蘑菇总产量的一半,这对我国蘑菇产业的发展起到了非常重要的作用。目前我国蘑菇的平均单产已达到每平方米 12 千克以上,2012 年鲜蘑菇产量已经超过 200 万吨。我国已成为世界第一大的蘑菇生产国,年产量及年出口量均居世界首位。

但是,我国目前的蘑菇生产技术水平与发达国家相比,整体上还要落后 30 年左右;在产品质量稳定性、市场营销方式等方面,同样落后于人。我们只有积极引进国外的先进生产理念、大力改革创新本土生产模式等,才能尽快缩小与发达国家的差距。

现在,我国的蘑菇产业已经到了转型升级的关键时期。这其中包含两个重要的内容:一是栽培模式的转变。因为传统的栽培模式已经无法满足国内外市场发展的需要,所以逐步实现工厂化以及设施化、标准化、集约化等栽培方式就成了蘑菇产业发展的必然趋势。二是产业内涵的转变,即从数量型向质量型的转变。我国现在虽然已是蘑菇生产大国,但绝不是蘑菇生产强国。只有不断提高产品质量,再结合市场需求稳步增加产量,才是赢得市场的根本之计。

四、发展前景

发展蘑菇生产,主要有以下优点。

(一)栽培原料易得,成本低廉

蘑菇属于草腐菌,主要利用稻草、麦秸等各种农作物秸秆以及少量畜禽粪便等为原料进行栽培,原料来源广,生产成本较低。此外,蘑菇生产还能将种植业、加工业等产业结合起来。例如,栽培

蘑菇后的废菌料,既可以用来种植草菇等食用菌,又可以作为优质的有机肥——废菌料,不仅可以还田,促进粮、蔬、果、林等农林植物的生长,还可以加工成优质的生物有机肥等,其利用途径很多。这样将其综合利用,变废为宝,既提高了农业综合生产力,又改善了生态环境。

(二)生产周期可长可短,栽培方式多样

蘑菇从播种到出菇(以出现大量原基为标志)一般需要 30~50 天(最快 20 天)。若整个生产过程没有停顿,一个生产周期(即从播种到采收完毕,一般采收 3~6 潮菇)为 3~4 个月,所用时间较短。但是,传统的栽培方式多从秋季的 8~10 月份开始播种,9~11 月份采收,12 月份至翌年 3 月份,除了广东、广西等地以外,我国的大部分地区因冬季寒冷,蘑菇要越冬休菇,不能采收;到第二年的 3 月下旬至 5 月份,才能接着采收几潮春菇,所以整个生产周期较长。现在,这一传统的栽培方式已日益被各类新型的栽培模式所取代。例如,有些人采用新型更耐低温的菌株,或采用科学有效的升温、保温措施(只需很少的投资),就可以在寒冷的冬季继续采菇;还有些人利用高海拔地区、高寒地区、防空洞、山洞等条件,实行反季节短周期栽培,也获得了不菲的收入;大型工厂化栽培的巨大生产效益暂且不论,近年来,有不少人利用空调等控温或智能化调控设备进行中小型规模的蘑菇周年化栽培,一年就可以实现 3~4 个生产周期,其效益是传统的栽培模式所不能比拟的。

(三)栽培效益可观,利润十分诱人

生产实践证明,蘑菇栽培的投入产出比一般为 1:3~5 甚至更高,也就是说,栽培者投资 1 元钱,一个生产周期结束后,可以收入 3~5 元甚至更高。例如,1 000 米² 的实际栽培面积(多是床架式栽培),仅一个生产周期下来,可以盈利 3 万~5 万元甚至更多。

这还只是指传统的栽培方式,若是采用反季节栽培,或与各类作物、林果等其他菇菌间作、套种、轮作,或是采用工厂化生产方式等,其单位栽培面积获利会更多。

(四)市场潜力较大,生产前景广阔

蘑菇因其质嫩味鲜、营养丰富,深受国内外消费者的青睐。作为世界第一的蘑菇出口国,我国的蘑菇产品在国际市场广受欢迎。几十年来,我国的蘑菇产品(主要以蘑菇罐头、盐渍蘑菇、蘑菇干片等形式)大量出口到欧美、日本等国家和地区。除这些传统的出口产品和渠道外,近年来,我国有不少的蘑菇生产者、经营者已将鲜蘑菇产品成功打入俄罗斯、日本、韩国等国外市场。而国内市场,更是潜力巨大。作为传统的优质菇品,虽然我国的蘑菇人均消费水平距离发达国家以及世界人均消费水平还有很大差距,但随着我国人民生活水平的不断提高,以及人们消费习惯的不断进步,国内的蘑菇消费量正以每年 10%~20% 的速度在逐年递增,这为我国蘑菇产业的发展奠定了更加坚实的基础。14 亿人口的巨大市场,未来开发前景无限广阔。我们相信,随着国内蘑菇栽培技术的提高,以及我国蘑菇产品开发和营销方式的不断进步,蘑菇产业将会给广大蘑菇生产者、经营者带来更加丰厚的经济收益。

第二章 蘑菇的生物学特性

一、形态特征

蘑菇包括菌丝体和子实体两大部分，现分别讲述其形态特征。

(一) 菌丝体的形态特征

菌丝体又叫菌丝，它是蘑菇的营养器官，具有摄取、输送营养的作用。菌丝外观呈白色，在显微镜下观察，是一条条具有分枝和横膈的多细胞管状体，由顶端分裂生长。菌丝体经多次分枝生长，构成蛛网状的绒毛菌丝体。潜入培养基、堆肥或土壤中的菌丝称为“基内菌丝”；在培养基、堆肥及土壤表面蔓延的菌丝则称为“气生菌丝”。绒毛菌丝体再生长发育，即成绒状菌丝束（又叫菌丝索），在适宜的条件下便扭结成菌蕾，而后迅速形成子实体。

(二) 子实体的形态特征

子实体中等至稍大，多群生或丛生。它是蘑菇的繁殖器官，由菌丝束不断分化形成，是人们可食用的部分，俗称蘑菇或菇。成熟的蘑菇像一把撑开的雨伞，由菌盖、菌褶、菌膜、菌环、菌柄等部分组成。

成熟菇的菌盖直径一般在 2~12 厘米，商品菇要求菌盖直径控制在 1.5~6 厘米。菌褶是蘑菇开伞后，菌盖下面呈片状的部分。菌膜是菌盖边缘与菌柄连接着的一层白色薄膜，起保护菌褶的作用。蘑菇成熟时菌膜破裂，菌褶裸露，通常称为“开伞”（商品菇要求不开伞）。菌环则是子实体开伞以后，菌膜在菌柄四周残留

第二章 蘑菇的生物学特性

的一圈白色盆状薄膜，容易脱落。担孢子(简称“孢子”)是蘑菇有性繁殖的“种子”，老熟时褐色，椭圆形，光滑；孢子印深褐色或咖啡色。菌柄位于菌盖下面，中生，白色，光滑或略有纤毛，近圆柱形，内部中实或松软。成熟菇的菌柄一般长2~6厘米，直径1~4厘米；优质的蘑菇，菌柄粗而短，表面光滑，组织紧密；生长不良的蘑菇，菌柄细而长，且组织疏松(图2-1)。



图2-1 蘑菇子实体示意图

1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌环 4. 菌柄 5. 根状菌丝束

二、生活简史

蘑菇的生活史分为有性循环和无性循环两种方式。蘑菇生活史的有性循环，简单地说，就是孢子→菌丝体→子实体→孢子的循环过程(图2-2)。蘑菇的无性循环，就是不用孢子，不经过有性繁殖过程而产生子代，即用组织分离法或基内菌丝分离法获得蘑菇菌种，进行栽培而产生的子代。

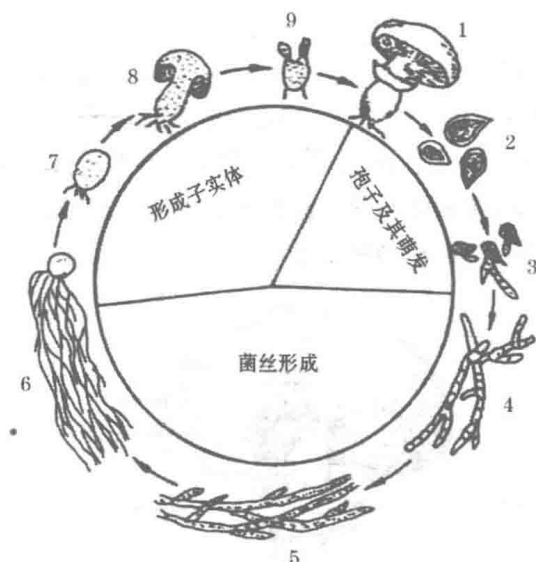


图 2-2 蘑菇的有性生活史

1. 成熟的子实体 2. 担孢子 3. 孢子萌发 4. 一次菌丝体
5. 二次菌丝体 6. 菌丝体及原基 7. 菌蕾
8. 菌蕾纵剖面 9. 担子和担孢子的形成

三、子实体发育过程

根据蘑菇子实体不同发育阶段的形态特征,我们可以人为地将其生长发育过程分为 5 个时期。

(一)原基期

蘑菇菌丝体的生长发育达到生理成熟后,在内外因素的作用下,尤其是环境温度降低时,在覆土层内形成密集的组织化菌丝体团束,就是子实体的原始形态,俗称原基。原基着生于菌丝体上,体态很小,但肉眼可见,似米粒状,白色,单生、散生或群生。

(二) 菌 蕾 期

原基进一步分化形成菌蕾(又叫菇蕾),剖开其已具有菌盖、菌柄的雏形,子实层内部组织刚刚发育。菌蕾通常分布在覆土层表面的土粒之间,菌柄生长速度较菌盖快,呈倒葫芦形,大小如黄豆粒,菌盖直径0.2~0.4厘米。

(三) 幼 菇 期

蘑菇的各部分组织器官已完全分化,但尚未发育成熟,菌盖长速已接近或超过菌柄。此时,菌柄逐渐增粗,菌盖迅速长大,并由球形变成半球形,直径为0.4~2厘米,俗称“纽扣菇”。蘑菇群体在此阶段由于受生长空间等限制,只有生长势强的个体可以发育长大,其余个体则停止生长并萎缩变褐而死。

(四) 初 熟 期

幼菇长到一定重量时,菌盖与菌膜逐渐分离,但菌膜还未破裂。此时,蘑菇子实体已达到初熟,菌盖半球形或扁半球形,直径2~5厘米或更大。初熟子实体组织紧实、质嫩,菌盖不开伞,与菌柄紧贴在一起,没有间隙。

(五) 成 熟 期

随着子实体的进一步生长发育,菌盖变薄,菌膜拉大破裂,粉红色的菌褶清晰可见,随即开伞至展平,盖缘上卷。褐色的担孢子大量弹落,菌褶随之变褐或者变黑,菇质低下,采收稍迟即快速失水萎缩或软腐死亡。

四、生长条件

蘑菇从菌丝生长到产生成熟子实体,都要求一定的生长条件,

这些条件主要有营养、温度、水分、酸碱度、空气、光照以及覆土等。蘑菇有贴生型、气生型、半气生型 3 种菌株类型,不仅不同类型的菌株对生长条件的要求有差异,就是同一菌株在不同的生长发育阶段,对生长条件的要求也不完全相同。因此,蘑菇栽培者必须熟知蘑菇生长发育所需要的条件,在蘑菇生产的各个环节,采取相应的技术措施,使各类环境因子能满足其生长发育的要求。只有这样,才能栽培成功并实现优质高产。

(一) 营 养

营养是蘑菇生长发育的物质基础,培养基(料)中的营养是否丰富合理,将直接影响蘑菇的产量和质量。蘑菇生长所需的营养物质主要包括碳、氮、矿质元素、维生素等。

蘑菇能够利用的碳源和氮源很多。培养母种时,常利用葡萄糖和蔗糖等作为主要碳源,蛋白胨和酵母膏等作为主要氮源;培养原种以及栽培种时,则常用麦粒(谷粒)、棉籽壳、麦秸或稻草等为主要碳源,干牛粪粉、麦麸等为主要氮源;栽培时,则利用各类农作物秸秆、棉籽壳、玉米芯、菌草(人工种植或野生较适于栽培蘑菇的草类)、菌渣(即食用菌栽培后的废料,又叫废菌料、菌糠)等原料作为碳源材料,畜禽粪、饼肥、麦麸、米糠、玉米粉(即玉米面)、硫酸铵、尿素等作为氮源材料。一般要求,在发酵之前,栽培原料的碳氮比(C/N)应以 28~35:1 为宜;经过发酵之后,培养料的碳氮比降为 15~21:1,正适合蘑菇菌丝的生长发育。氮素比例过多或过少,均会影响蘑菇的生长。

矿质元素包括主要元素和微量元素,主要元素有钙、磷、钾、硫、镁等,微量元素有铁、铜、锌、硼等。在配制培养基(料)时,常通过添加石膏(硫酸钙)、碳酸钙、过磷酸钙、硫酸镁等无机盐来提供钙、磷、硫、镁等主要元素;由于蘑菇培养料多以秸秆为主料,而秸秆中含有丰富的钾,已能满足蘑菇生长发育的需要,故通常不需要

另行添加,但在制作各级菌种以及栽培后期追肥时,可根据实际情况添加适量的磷酸二氢钾等钾肥。据研究,堆肥中氮、磷、钾含量的比例以 13 : 4 : 10 为好。微量元素在水中和培养料中常含有少量,一般不再另外加入。

维生素是组成各种酶活性基团的成分之一,对蘑菇的营养代谢等方面具有重要的作用,其中最重要的是维生素 B₁(硫胺素),此外还有维生素 H(生物素)、维生素 B₂(核黄素)等。这些维生素在各类原料中也有一定的含量,一般不必刻意添加。若有需要,一般在铺料、覆土以及栽培后期追肥时,将其溶入水中再喷洒于堆肥或覆土中。另外,根据配方情况,在蘑菇培养料中添加适量的植物油等油脂,也能起到良好的增产、提质作用。

(二)温 度

温度是蘑菇生长发育的重要因子。蘑菇属中低温型变温结实性菇类,其在不同的发育阶段对温度的要求也不同。一般来说,菌丝生长阶段要求温度高一些,而子实体生长阶段则要求温度低一些。另外,不同的菌株在各自相应的发育阶段,对温度的要求也不尽相同。一般来说,菌丝体生长的温度范围是 4℃~33℃,最适温度 20℃~25℃,此时菌丝长速较快,生长势强。低于 4℃,则停止生长;超过 33℃,菌丝生长不良,停止发育,且易染杂菌。子实体的生育温度范围是 8℃~23℃,其中 16℃左右最适宜形成原基。在原基出现到子实体采收(成熟)这段时间,子实体发育生长的最适温度为 14℃~18℃;高于 18℃,子实体生长过快,菇柄细长,肉质疏松,品质下降,并易开伞;低于 12℃,子实体长速慢,菇肉肥厚,组织紧密,菇质优,但产量较低;若低于 5℃,子实体便停止生长。

以上介绍主要是指传统蘑菇菌株的耐温范围,但近年来选育出的一些新型广温型菌株,其菌丝及子实体的耐温范围更广,其中