

蘑菇露地丰产 栽培技术

刘祖贵 赵先男 编著



四川科学技术出版社

蘑菇露地丰产栽培技术

四川省自然资源研究所

刘祖贵 赵先男 编著

四川科学技术出版社

1991年·成都

特约编辑：吕华琦

责任编辑：杨旭

封面设计：解建华

技术设计：康永光

蘑菇露地丰产栽培技术

刘祖贵 赵先男 编著

四川科学技术出版社出版、发行 (成都盐道街三号)

四川省新华书店经销 四川省郫县犀浦印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.25 字数 130 千

1991年10月第一版 1991年10月第一次印刷 印数 1—10000册

ISBN 7-5364-1966-x/S·323 定价：2.10 元

前 言

目前，随着人民群众生活水平的提高，平菇、凤尾菇等一般食用菌已不能满足市场的需求，发展珍稀、名贵和较高档次的食用菌已势在必行。蘑菇正是世界公认的滋味鲜美、营养丰富的食用菌的主体品种。

食用菌生产的发展，经历了采集自然野生种和室内人工栽培（发达国家已开始工厂化生产）两个阶段。而露地人工栽培则是在此基础上又一个突破性的发展。在生态平衡、生态系统、食物链等新的科学理论的推动下，人们开始认识到“返回大自然”的重要性。因此多种食用菌又由室内走向了田间，蘑菇正是其中最重要的品种。生产实践证明，蘑菇露地栽培新技术的出现，无论是生态效益、社会效益，还是经济效益都是极其显著的，前景十分喜人。

但是，由于室外栽培受气候等因素影响大，且难于人工调控，因而也有不少地区在蘑菇露地栽培中出现了反复。为了让初学者少走弯路，入门者更上一层楼，使这一新型栽培技术真正成为农民的致富门路，形成农村新的生产力，我们以研究室多年的研究成果为基础，参考80年代国外、国内有关资料，结合群众的地方生产经验，编著了此书。此书既可以帮助生产者学到必备理论知识，也可以学到最新的露地栽培技术；但更多的是想帮助生产者，扩大视野，不拘一格，在理论指导下，从实践中，能够举一反三，因地制宜，将蘑

菇露地栽培提高到一个新水平。

编著中，承蒙四川省食用菌协会的帮助及本所应用微生物室邓茂常、王梓英、陈惠群等同志的支持，省内、外一些技术人员提供资料，不少菇农提供了宝贵经验，刘祖源同志绘图，在此一并表示深切谢意。由于水平有限，书中定有不足之处，恳望读者批评指正。

刘祖贵

赵先男

1991年元月于成都

目 录

一、概 述

- (一) 食用菌与蘑菇 (1)
- (二) 露地栽培简介 (1)
- (三) 食用菌露地栽培在生态农业中的作用 (3)
- (四) 蘑菇的营养成分与利用价值 (4)
- (五) 发展蘑菇生产的有利条件 (6)
- (六) 蘑菇的经济价值及市场需求 (7)

二、蘑菇的生物学常识

- (一) 蘑菇的分类地位 (9)
- (二) 蘑菇的形态特征 (11)
- (三) 蘑菇的生活史及繁殖周期 (12)
- (四) 蘑菇对生态环境的要求 (14)

三、蘑菇的露地栽培方法

- (一) 蘑菇露地栽培与室内栽培的比较 (23)
- (二) 培养料的准备与堆制 (24)
- (三) 栽培地的选择与准备 (38)
- (四) 播种及发菌管理 (41)
- (五) 覆土 (45)
- (六) 出菇管理 (49)
- (七) 采收 (54)

(八) 加工	(55)
--------------	------

四、蘑菇露地栽培的丰产类型

(一) 油菜地套种蘑菇	(61)
(二) 甘蔗地套种蘑菇	(65)
(三) 大田单作蘑菇	(69)
(四) 果园间种蘑菇	(71)

五、增产新技术

(一) 碳氮比理论及其运用	(73)
(二) 培养料的后发酵	(81)
(三) 干湿差培养法	(84)
(四) 使用添加剂追肥	(86)

六、主要病虫害的防治

(一) 杂菌	(90)
(二) 害虫	(94)
(三) 微生物病害	(97)
(四) 生理性病害	(102)
(五) 综合防治	(104)

七、制种的基本设备与制作

(一) 恒温箱	(107)
(二) 接种箱	(108)
(三) 灭菌灶(常压灭菌土蒸锅)	(110)
(四) 高压灭菌锅	(111)
(五) 孢子集收器	(113)
(六) 天平	(114)

(七) 玻璃器皿	(114)
(八) 小工器具	(114)
(九) 消毒药品	(115)

八、制种技术

(一) 母种	(117)
(二) 原种与栽培种	(134)
(三) 菌种的保存	(150)
(四) 菌种质量的鉴定	(154)

九、常用试验方法与技术资料

(一) 常用试验方法	(156)
(二) 常用技术资料	(162)

附：国外蘑菇栽培技术简介

(一) 法国	(170)
(二) 荷兰	(171)
(三) 意大利	(178)
(四) 美国	(184)
(五) 南朝鲜	(187)
主要参考资料	(189)

一、概 述

(一) 食用菌与蘑菇

食用菌是供人类营养需要的可食真菌。它们具有肉质或胶质的子实体，常见的有蘑菇、香菇、草菇、平菇、木耳、金针菇、银耳、滑菇、猴头等。据报道，我国食用菌已有360余种，其中大部分是滋味鲜美的菜肴佳品，且营养丰富，药效显著，被誉为当代保健食品。

蘑菇是食用菌中的老大，在诸菇种中无论产量还是面积均占食用菌的60%左右，单产也居各类食用菌之首。目前先进国家已达到每平方米一季（56天）可产25—30公斤的水平。该菇种历史长、研究深，人类已积累了丰富的栽培经验和大量的科技资料。

(二) 露地栽培简介

食用菌除了在菇房内分层立体床栽外，还可采用有附加条件的露地栽培形式，尤其是蘑菇因需覆土，移入大田后更为方便。蘑菇的露地栽培是生产蘑菇的新方法，它在大田中作畦单作，或在遮阴的作物间套作。作畦盖膜或支弓搭简易环棚，上盖草帘或塑膜，防雨、防晒、保温、保湿，创造一

个类似菇房而适合蘑菇生长发育的环境条件。

此法我国已有较长的栽培历史，30多年前上海南汇县书院公社已经有过蘑菇露地栽培的历史，并已取得了较好的成绩，曾达到每平方米出菇5公斤左右的水平；该县曾形成25万平方米，收菇85万多公斤的规模。近几年在四川省的内江、温江、郫县、什邡、简阳、金堂、丹棱、双流、彭县等地发展也很快。蘑菇露地栽培的发展为农村脱贫致富闯出了又一条新路。

蘑菇露地栽培较室内栽培有以下优点：

1. 使食用菌直接参与农业生态循环，能改良土壤，培肥耕地，增加其它农作物产量；
2. 不需新建蘑菇房和床架等设施，节约了建筑材料和人力，减少了基础投资，易于推广；
3. 由于室外地平开阔，进料、播种、覆土、喷水、采菇等均很方便，减轻了劳动强度，利于大面积推广；
4. 室外空气新鲜，昼夜温差大，蘑菇生长健壮肥大，产量较高。

它的缺点是受自然气温、雨雪影响大。如管理不当易造成菇床进水，通风不良，阳光直射，覆土粗放而造成菌丝自溶、闷坏菌丝、菇体畸形、菇盖风斑、夹带泥土等。在栽培中要根据露地栽培的特点进行管理，克服弊端，才能获得优质高产。

总之，蘑菇露地栽培是一项投资少、成本低、周期短、见效快的蘑菇栽培新技术。老产区可结合室内菇房栽培作为辅助栽培法，而后逐渐过渡；新产区可在实践中摸索总结经验，逐步往蘑菇露地生产基地的方向发展。

蘑菇露地栽培的基本原理与室内栽培的基本原理是一致的，但由于栽培条件不同，在各项具体操作管理技术上就有了自己的特点和要求，只有人为地创造良好的生态条件，才能产生经济效益。

(三) 食用菌露地栽培在生态农业中的作用

大自然的生态系统是指在一定的时间和空间范围内生物与非生物之间通过能量流动和物质循环结合成的一个生态学单位。生态农业系指人类主动参与并起到促控调节作用的那部分自然生态亚系统。在自然界的物质循环中，可以认为植物是生产者，动物是消费者，而微生物是分解者(还原者)。

生产者：通过光合作用把环境中的水、二氧化碳、无机盐类等非生物无机物质合成为构成植物体本身的各种有机物，如纤维素、木质素、淀粉、蛋白质、脂肪等，同时把辐射到地面上的一部分太阳光转化为生物能贮存在有机物中。地球上每年通过这种作用，可得到 10^{11} 吨有机物及 10^{18} 千卡的生物能。这些物质和能量除其本身呼吸消耗一部分外，最终都要被消费者和分解者呼吸氧化成无机物并将能量消耗殆尽。只有这样才能保持地球上生态系统的平衡。

消费者：分为草食动物和一、二、三级肉食动物。由于有机物在这些营养级中流动时只有10%的能量转移到下一级，经过五个营养级到达三级肉食动物的能量只有本系统内植物所转化能量的万分之一。转移过程中还剩下约90%的有

机物。

分解者：即微生物（含食用菌）。在生态系统内，生产者的产物供消费者食用后还剩下90%左右的有机物，这些有机物除少部分燃烧、沉入地下变为煤、石油外，大部分由微生物分解为无机物归回环境中，而能量则在这个系统中被各营养级上的生物活动消耗殆尽。

众所周知，食用菌是微生物家族中的重要成员，绝大多数食用菌属腐生菌，其菌丝体分泌的各种酶，能把基质中的纤维素、木纤维素、蛋白质等大分子聚合物分解成小分子，然后吸收并合成为自身的各类营养物质。当这些物质积累到一定量并遇到合适的外界条件时，就会长出它的“果实”，即子实体。食用菌子实体是营养十分丰富的现代农产品，可望成为人类食用蛋白质的主要来源之一。

由此可见，食用菌在生态系统中，特别是在农业生态系统中是非常重要的。人工栽培食用菌，是多层次转化纤维素废物，减少环境污染，增加产品输出，加快生态循环，充分利用生物能源，提高整个生态系统生产能力的有效途径。

蘑菇由野生→室内人工栽培→露地人工栽培是人类将生物返还大自然的一种新形式，而不是简单的还原和翻版。露地栽培已内含了许多人类改造自然的智慧、力量。

（四）蘑菇的营养成分与利用价值

蘑菇的肉质肥嫩、鲜美可口，早有“素肉”之称，除鲜食外，还能加工制成罐头和脱水制片。再则是它的营养丰富，鲜蘑菇蛋白质的含量高于所有的蔬菜，蘑菇干粉的蛋白质含

量高达42%以上，而且蛋白质的消化率也较高，达88.5%。蘑菇所含的氨基酸种类很多，除了常见的氨基酸如谷氨酸、精氨酸、赖氨酸、天门冬氨酸、丝氨酸、甘氨酸、苏氨酸、丙氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸等外，还含有许多稀有氨基酸，如高丝氨酸、刀豆氨酸、高胱氨酸、 β -氨基异丁酸、 α -氨基己二酸、羧基赖氨酸、肌氨酸及伞菌氨酸等。此外，蘑菇还含有许多核苷酸、维生素和矿物质等。据测定，鲜蘑菇中含有的维生素就有硫胺素、核黄素、维生素C、烟酸、泛酸和维生素K等。所以蘑菇不愧是口味鲜美、营养丰富的健康食品。

蘑菇除作菜肴食用外，还可作药用及工业用。已知蘑菇中含有多量的酪氨酸酶，对降低血压已证明十分有效；上海益民食品厂已利用蘑菇浸出液中的核苷酸制成“健肝片”，作为治疗肝炎的辅助药。华西医科大学制药厂利用蘑菇杀青水，制成“肝血灵”对白细胞减少、肝炎、贫血、营养不良疗效显著。美国、日本等国家还发现蘑菇的核酸具有抗病毒的功效。近年在日本京都召开的日本艾滋病研究会第一次学术会上，山口大学研究人员发表了从植物中提取抑制艾滋病病毒物质的报告，据《日经产业新闻》报道，这种物质是从蘑菇菌丝体中提取的，称为LEM物质，是糖蛋白质的一种，它具有抑制艾滋病病毒侵袭淋巴细胞和在细胞中增殖的作用。

蘑菇除作食品和药物外，种过蘑菇的废渣还可作饲料。

综上所述，蘑菇是食用与药用俱佳的食物，经常食用，不但增加营养，还可防治疾病，提高人们的健康水平，同时对发展畜牧业、农业也大为有益。

(五) 发展蘑菇生产的有利条件

我国地处温带和亚热带，且东南各省均临海，大多数地区气候温和湿润，很适合蘑菇的生长发育。部分干燥地区可利用多雨季节生产。即使偏西的四川省也有发展蘑菇的独特气候优势，温和湿润，9月份平均温度 21°C 左右，1月份平均温度在 5.5°C 左右，9月至下年4月很少有大雨天气，是发展蘑菇露地栽培极为有利的条件。

我国每年有大量的农副产品，这些短周期的再生资源，绝大部分均未得到充分利用；四川省这一情况尤为突出，不少稻草仍在作燃料，甚至不少地区乱堆乱放而使大批草料烂掉。据有关资料报道，我国每年有稻草1500多亿公斤、稻壳300多亿公斤、麦草1500亿公斤、玉米秆1500亿公斤、玉米芯150多亿公斤、棉籽壳近30亿公斤、棉花秆180多亿公斤，加上其它的农业副产物，如甘蔗渣、甜菜渣、各种饼粕、牲畜粪便等，年总量在5000亿公斤以上，如能用 $1/5$ 来栽蘑菇，按25%的生物效率计，可产鲜菇250亿公斤，全国人均近25公斤，总价值在500亿元以上。

我国人口众多，农村人口约占80%。实行生产责任制以后，农村投入农业种植业的劳力大大减少，知识青年也日益增多，相对廉价的劳动力是发展蘑菇生产的宝贵人才资源。以四川省而论，农村人口约9000万左右，农村劳动力约有4500万，而城郊人均耕地还在天天减少。仅以成都为例，人均耕地仅1亩左右，这就迫切地要求我们增加单位面积上的食物产量，以提高土地的承载力，发展蘑菇的露地栽培正是

提高土地承载力的出路之一。

蘑菇的培养料不需要高温消毒，仅需利用微生物堆制发酵时所产生的热量，进行巴氏灭菌即可，其碳氮比的调节可主要依靠人、畜粪，所以基础投资少，农村原料来源广，很适合农村千家万户进行个体生产，容易推广普及形成生产力。

（六）蘑菇的经济价值及市场需求

蘑菇的营养价值和药用价值使它具有较高的经济价值，1吨蘑菇罐头出口价值在2000美元左右，与1吨肉类罐头相等，15个425克的蘑菇罐头外汇换回率相当于1只中档手表。目前菌类食品已被国际上公认为新的食物源之一。蘑菇栽培已遍及全世界的70多个国家和地区。第二次世界大战后每年以7—14%的速率增长，目前总产已突破120万吨；我国1968年总产仅为4.1万吨，1986年已达22万吨。

当前，世界人口已超过50亿，每天增加约19万人，每分钟有150个以上的婴儿出世。据有关方面预测，公元2000年世界人口将达60亿，这样一个惊人的增长速度，单靠传统的农业增产的办法来满足人口增长对于粮食，特别是对于蛋白质的需要，历史证明是相当困难的。因每个人在世的一生中要消耗约10吨碳水化合物、1.6吨蛋白质、1吨脂肪。当前世界上已有1/3的人营养不足，主要是蛋白质不足（特别是植物蛋白的奇缺），每年世界上蛋白质至少缺少3500多万吨。从世界范围讲每人每天平均消耗65.9—69.0克蛋白质，但我国每人每天平均消耗量低于世界平均水平，而美国每人每天平均消耗101.8克。由此可见，必须尽快增加我国蛋白质的

年产量，以使中华民族繁荣兴旺。但是，生产 1 公斤鸡蛋要 3 公斤粮食，生产 1 公斤猪肉需要 4 公斤粮食。看来要过快地增加动物蛋白的生产，不太适合我国粮食还不十分富裕的国情。因此，用植物蛋白来代替一部分动物蛋白，利用动、植物不能直接利用的纤维素、木质素来发展蘑菇生产，解决人类对于植物蛋白的需求已成为世界各国关注的大事。

二、蘑菇的生物学常识

(一) 蘑菇的分类地位

蘑菇在分类学上隶属于真菌门(FUNGI)，担子菌纲(Basidiomycetes)，伞菌目(Agaricales)，伞菌科(Agaricaceae)，蘑菇属(*Agaricus*)。

蘑菇是几种蘑菇属食用菌的总称。包括双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*)、四孢蘑菇(*A. campestris*)和大肥菇(*A. bitorquis*)等数种，但以双孢蘑菇栽培最普遍。

双孢蘑菇通过长期的人工选育已出现了白色、棕色和奶油色三个变种(或品系)。白色种(*White species*)别名阿拉斯加种、法国种，俗称白蘑菇。由于它色泽纯白，子实体圆形，美观，肉质脆嫩，无论是鲜食或加工成罐头都适宜，加之适生温度较低，所以是世界上栽培最广泛的品种。但白蘑菇对温度的耐受力差，在运输过程中易发生开伞和菌柄徒长，中空，在采收、运输中稍受机械损伤，子实体内的酪氨酸酶很快就会氧化变色，使受伤部位变成浅红色，随后逐渐加深变成咖啡色而影响产品质量。棕色种(*Brown species*)，别名波希美亚种、美国种。这个种菌盖淡褐色，有不太明显的褐色鳞片，朵形较大，肉厚，柄粗，香味浓，但较白蘑菇粗硬，不及白蘑菇脆嫩，棕蘑菇的菌丝生命力比较