彩色图解

# 双孢蘑菇田间栽培新技术

王　波　朱华高　鲜　灵　　著

四川科学技术出版社

书　名：彩色图解双孢蘑菇田间栽培新技术

作　者： 王波

出版社：四川科学技术出版社

出版日期：2003

ISBN：7-5364-5342-6 / S646.1-64

定 价：16.00

# 前　言

双孢蘑菇是我国传统的栽培和出口食用菌之一。在20世纪60年代在福建、浙江和四川就开始大面积栽培，其产品主要供外贸出口。随后在全国20多个省市大面积生产，2000年我国蘑菇生产量达到63.7万余吨。我国蘑菇栽培已由室内床架栽培，转向室内二次发酵栽培，大大提高了单产，单位面积增产40%左右，单产达到20~30千克/平方米。在20世纪90年代初，四川开发了田间栽培双孢蘑菇技术，即在耕地内地面上直接铺料播种，利用草帘覆盖、或塑料薄膜棚覆盖进行栽培管理，每平方米产量为5~8千克，虽然单产较低。但省去了建造菇房和床架，就地取材、建堆发酵，就地栽培，大大降低了生产成本，栽培管理方便，在四川已大面栽培，并已取代了室内床架栽培，建立了规模化生产基地。

田间种植双孢蘑菇后的下脚料作有机肥，就地还田种植水稻等农作物，形成“水稻—蘑菇—水稻”种植模式，有效地综合利用了农作物秸秆，促进了农业生态良性循环。因而田间栽培双孢蘑菇具有较大的应用前景。

为了推广和普及田间栽培双孢蘑菇栽





培新技术，我们根据试验示范结果，总结各种栽培方式方法和先进的生产经验，编写出了该书，书中介绍了双孢蘑菇制种技术，草帘覆盖、塑料大棚和塑料小拱棚等栽培方式的生产管理方法，以及产品加工和病虫害控制与管理等，书中主要技术操作方法用彩色图片表示，以求达到看书学技术，看图操作管理的目的。

在编写该书过程中，广大生产者为我们提供了拍摄照片的生产现场，同时得到了四川省食用菌菌种场诸位同事的支持，在此一并致谢！

由于作者水平有限，书中错漏之处，敬请读者指正。

著 者

于四川省农业科学院土壤肥料研究所，农业部四川食用菌菌种场。

2003年5月



# 目　录

一、概述　1

(一)田间种植双孢蘑菇的作用和前景　1
(二)经济价值　2

二、生物学特性　4

(一)分类地位　4
(二)形态特征　4
(三)生活史　5
(四)营养生理特性　6
(五)生态条件　6

三、制种技术　8

(一)制种设施设备　8
(二)母种生产　17
(三)原种生产　20
(四)栽培种生产　24

四、培养料准备及配制发酵　32

(一)原料准备　32
(二)培养料配方　32
(三)培养料堆制发酵　33

五、栽培季节　38





六、草帘覆盖栽培方法 39

(一)草帘制作 39
(二)栽培场地选择 39
(三)开畦 40
(四)进料降温排氨 40
(五)播种 41
(六)覆土管理 42
(七)出菇管理 44
(八)采收标准和方法 48

七、塑料大棚栽培方法 50

(一)田间选择与搭建塑料大棚 50
(二)进料降温排氨 52
(三)播种与管理 52
(四)覆土管理 54
(五)出菇管理 55
(六)采收方法 56

八、塑料小拱棚栽培方法 58

(一)开畦 58
(二)铺料降温排氨 58
(三)播种 59
(四)覆土管理 59
(五)制作塑料拱棚 60
(六)发菌管理 60
(七)出菇管理 61

九、产品贮运与加工 64

(一)鲜菇贮运与销售 64



(二)盐渍加工　65
(三)酸渍加工　70

十、主要病虫害控制　72

(一)病害控制　72
(二)虫害控制与管理　83

附录

中华人民共和国农业行业标准　86
一、无公害食品　双孢蘑菇(NY5097-2002)　86
二、双孢蘑菇(NY/T224-P4)　90

主要参考文献　94





# 一、概 述

## (一)田间种植双孢蘑菇的作用和前景

田间种植双孢蘑菇是四川的一大特色。从 20 世纪 90 年代初开发推广以来,四川的双孢蘑菇生产由室内床架栽培,全面进入田间栽培,年生产面积达到 1400 余公顷(2 万余亩),年产量达到 4 万余吨。

田间种植双孢蘑菇是在耕地上直接铺放培养料,进行播种和覆土栽培出菇的,形成“水稻—蘑菇—水稻”的耕作模式。收割水稻后,就地晒干稻草,就地堆制发酵制作培养料,就地栽培,并用草帘,或塑料小拱棚,或塑料大棚进行覆盖管理,省去了建造菇房和原料的搬运过程,大大降低了生产成本。加之每年轮换耕地种植,能有效地控制病虫害,使蘑菇产品达到无公



图 1　田间种植的双孢蘑菇



图 2　蘑菇田内种植的水稻

害质量要求。此外,田间种植双孢蘑菇是对农作物秸秆有效综合利用的良好方法,种植蘑菇的秸秆下脚料就地还田,再种植水稻时,不需施任何肥料,就可获得优质高产,每 1 亩(0.0667 公顷)可产水稻 600 余千克。种植 1 亩(0.0667 公顷)的双孢蘑菇可产鲜菇 2000~3000 千克,高的可达到 4000 千克,种植 1 亩(0.0667 公顷)的双孢蘑菇年产值可达到 5000~6000 元,利润 2000~3000 元,比种植其他粮食作物的经济效益显著,因此田间种植双孢蘑菇是一种很有发展前景的生产方式,值得大面积推广应用。

## (二)经济价值

**1. 营养价值** 双孢蘑菇是一种高蛋白,低脂肪,富含多种氨基酸和维生素的菇类食品。其蛋白质含量居人工栽培食用菌之首位,比香菇、金针菇、松口蘑、滑菇、平菇和木耳等都要高(表 1),是芦笋、菠菜、马铃薯的二倍,与牛奶等值,可消化率达 70%~90%。双孢蘑菇氨基酸总量为 61.6%,其中必需氨基酸含量为 38.3%。

**表 1 双孢蘑菇与其他食用菌的成分(干重的%)**

| 种类 | 水分 | 蛋白质 | | 脂肪 | 碳水化合物 | | | | | | 纤维素 | 灰分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 粗蛋白 | 纯蛋白 | | 总量 | 水解生成的还原糖 | 多缩戊糖 | 甲基多缩戊糖 | 菌糖 | 甘露醇 | | |
| 双孢蘑菇 | 90.55 风干 | 47.42 | 24.65 | 3.30 | 31.49 | 19.96 | 1.17 | 0.82 | 0.75 | 5.92 | 9.38 | 8.48 |
| 木耳 | 10.47 | 9.57 | 8.82 | 2.22 | 69.96 | 54.02 | 6.86 | 1.14 | 3.13 | 3.47 | 14.18 | 4.07 |
| 平菇 | 95.3 风干 | 19.46 | 11.08 | 3.84 | 65.61 | 54.73 | 1.98 | 1.16 | 5.38 | 10.87 | 6.15 | 4.94 |
| 香菇 | 15.11 | 18.96 | 12.86 | 4.83 | 65.51 | 54.14 | 1.51 | 1.07 | 4.45 | 4.51 | 7.12 | 3.58 |
| 金针菇 | 84.45 | 31.23 | 5.78 | 5.78 | 52.07 | 33.06 | 2.32 | 1.37 | 2.87 | 6.13 | 3.34 | 7.58 |
| 滑菇 | 96.00 | 33.76 | 4.03 | 4.03 | 38.99 | 32.24 | 2.77 | 0.94 | 3.67 | 3.20 | 14.23 | 8.99 |
| 松口蘑 | 89.47 | 17.56 | 5.71 | 5.71 | 61.31 | 46.38 | 1.80 | 1.20 | 7.38 | 4.876 | 8.25 | 7.17 |

引自《マッシュル-ム栽培法》,桥本一哉,农村文化社,1987



**2. 药用价值** 双孢蘑菇还具有一定的药用价值，中医认为蘑菇味甘性平，有提神、消食、平肝阳等作用。双孢蘑菇对病毒性疾病有一定的免疫作用。所含的多糖和异蛋白具有一定的抗肿瘤活性，对小白鼠肉瘤 S-180 和艾氏癌的抑制率分别为 90%和 100%。所含的酪氨酸酶，有降血压的功效，是一种降压剂。国内市场上销售的肝炎辅助治疗药物——“711”片剂、糖浆和肝血康复片，是用双孢蘑菇的浸出液浓缩而成的，对防治和治疗迁延性肝炎、慢性肝炎、肝肿大、早期肝硬变以及白血病等均有较好的疗效。





# 二、生物学特性

## (一)分类地位

双孢蘑菇[Agacricus bisporus(Lange)Sing.]是世界上栽培最广泛的一种食用菌。双孢蘑菇在分类上隶属于真菌门(Eumycota),担子菌纲(Basidiomycetes),无隔担子菌亚纲(Homobasidiae),伞菌目(Agaricales),黑伞料(蘑菇科)(Agaricaceae),蘑菇属(Agaricus)。

学名:Agaricus bisporus(Lange)Sing.

异名:Agaricus brunnescens Peck.(现美国通用)

英文名:White mushroom;white cultivated mushroom

日本名:マッシュルーム,ツクリタケ,西洋松茸

## (二)形态特征

**1. 子实体** 双孢蘑菇子实体菌盖初期为半球形,后平展,中部稍凹,直径 4~20 厘米,表面光滑,不粘,白色至淡红色,干燥时表面有鳞片;菌肉白色,伤变为褐色,肥厚;菌褶幼时为白色,后变为粉红色,老熟后为暗紫色,密集、离生、不等长;菌柄近圆柱形,基部稍膨大,白色,光滑,中实或中部松软;菌膜为菌盖与菌柄之间连接的一层薄膜,起保护菌褶作用,白色,膜质,菌盖展开后,菌膜破裂;担子上着生有两个担孢子,罕见有一个担孢子、三个担孢子和四个担孢子的,孢子椭圆形或长椭圆形,光滑,深褐色,孢



图 3 子实体形态



子印暗紫色，大小为 6~8.5 微米×5~6 微米(图 3)。

**2. 菌丝** 菌丝体白色棉绒状。菌丝为长管状，每个细胞间有隔膜分开，无锁状联合，菌丝分枝。生产上根据菌丝体长势分为贴生型即匍匐型，半匍匐型和气生型三类 (图 4)。



图 4 菌丝体形态

## (三)生活史

双孢蘑菇是一种二极性次级同宗结合的物种。菌丝体为异核多核体，菌丝有横隔，无锁状联合，菌丝细胞中细胞核数目不定，菌丝平均

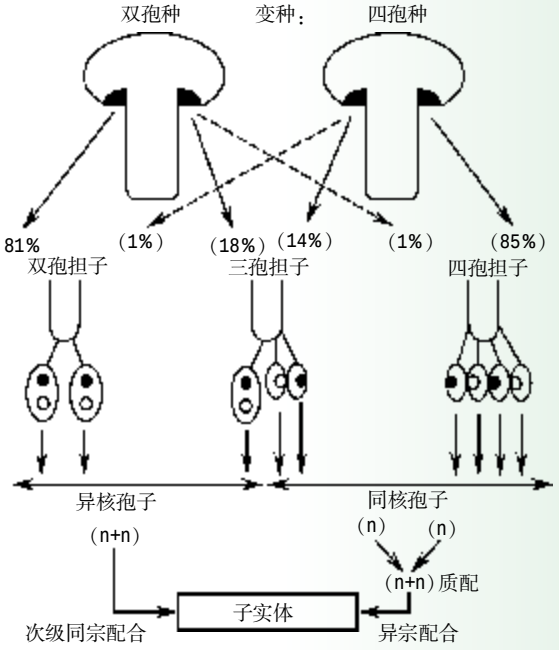



图 5 蘑菇有性生殖生活史 (Phillippe,1995)

每个细胞中细胞核为 6~10 个，菌丝尖端细胞内有 7~20 个细胞核，年幼细胞中细胞核较年老的细胞多。双孢蘑菇的担孢子多数为异核孢子，这种异核孢子是自体可育的。只有少数担子上长出三个担孢子和四个担孢子，并可形成同核担孢子，需经交配形成异核体后才可育。双孢蘑菇有性生殖有两个分枝；一支是含“+”、“-”两个不同交配型细胞核的担孢子，即异核孢子，自身可育；另一支是仅含有“+”核的担孢子和仅含“-”核的担孢子，需经萌发成菌丝并交配后形成异核体才可育。此外，也有四孢变种的蘑菇(图 5)。

## (四)营养生理特性

双孢蘑菇是一种草腐菌。双孢蘑菇生长最好的碳源为纤维素和半纤维素的分解产物；适宜的氮源为尿素、铵盐和多种氨基酸。在堆制发酵过程中，堆肥中氮被微生物利用并转化为菌体蛋白，这些菌体蛋白被分解成为双孢蘑菇生长的优质氮源。双孢蘑菇不能直接利用秸秆原料，需经堆制发酵腐熟即被微生物降解后，才能利用，因此栽培双孢蘑菇不能直接利用秸秆来栽培，这与平菇、香菇、木耳等食用菌的生产方式不同。

此外，矿物元素也是双孢蘑菇生长中不可缺少的，所需矿物元素主要为钙、镁、钾、磷、硫等，生产上常在培养料中加入石膏、碳酸钙、过磷酸钙和石灰等来补充矿物元素。

## (五)生态条件

**1. 温度** 温度是双孢蘑菇生长发育的重要因子。菌丝生长的温度范围为 5℃~33℃，最适生长温度为 22℃~26℃，在 5℃以下菌丝生长极缓慢，33℃以上菌丝生长基本停止，40℃以上就会死亡。子实体生长发育的温度范围为 4℃~24℃，最适生长温度为 14℃~18℃，温度高于 19℃时，子实体生长速度快，菌柄长，肉质疏松，易开伞，品质差。低于 12℃时，子实体生长缓慢，出菇稀少，但菇大而肥厚，组织致密。孢子萌发温度为 24℃左右，温度过高或偏低都会推迟孢子萌发。

**2. 水分与湿度** 双孢蘑菇菌丝生长的水分主要来自培养料、覆



土层和空气中水蒸气。在菌丝生长阶段，适宜的培养料含水量为60%左右，水分含量高于70%时，培养料中氧气就不足，往往会出现线状菌丝，生活力下降，影响菌丝体在料层中生长蔓延；若含水量低于50%时，菌丝生长缓慢，绒毛状菌丝多且纤细，不易形成子实体。菌丝体生长期间，覆土层的含水量以20%~22%为宜；空气相对湿度保持在75%左右。若覆土层含水量过高，会影响菌丝体向料下层生长，反而大量出现在覆土层，将会影响产量和质量。

子实体生长期间，要求环境中空气相对湿度达到90%左右，若湿度低于80%时，子实体表面会出现鳞片，从而降低质量；若长期处于95%以上的高湿状态下，原基和幼菇易死亡。子实体生长所需水分，主要是通过覆土层的含水量来满足。

**3. 空气** 双孢蘑菇是一种好气性菌类。菌丝体和子实体生长期间，都要不断地吸进氧气，呼出二氧化碳。因此要求培养料、覆土层和环境能通风透气。培养料和覆土层的通透性差，会出现因氧气不足，而抑制菌丝体向料层内生长。子实体发生期间，氧气不足，二氧化碳浓度偏高时，会影响子实体发生，以及促使子实体菌柄加长。

**4. 光线** 双孢蘑菇菌丝体生长和子实体生长发育都不需要光线。光照强时，对菌丝生长有抑制作用；子实体生长期间，处于光照环境下，菇体表面会变为红色，从而降低商品质量。因此双孢蘑菇整个生长阶段，需在黑暗的环境中进行。

**5. 酸碱度(pH)** 酸碱度是指溶液中酸碱强弱的程度，是用pH值来表示酸碱强弱的数值。双孢蘑菇菌丝生长的pH范围为5.5~8.5，最适pH为7左右。由于双孢蘑菇菌丝体生长过程中会产生有机酸，从而降低培养料中pH，因此在播种之前，要适当调高pH，使pH达到7.5左右，覆土层的pH达到7.5~8.0。

**6. 其他因子** 双孢蘑菇菌丝体需与土壤接触后才能长出菇，即栽培时需覆盖土壤，土壤中臭味假单胞杆菌的代谢产物诱导子实体形成。





# 三、制种技术

## (一)制种设施设备

### 1. 灭菌设备

(1)手提式高压灭菌锅　手提式高压灭菌锅是一种小型灭菌设备(图 6),主要用于母种培养基的灭菌。手提式高压灭菌锅分为外加热式和内加热式两种，外加热式是指将灭菌锅放在煤炉或电炉上加热;内加热式是在锅内安装有电热管,直接通电加热烧开水。手提式高压锅由锅体、内桶和锅盖三部分组成,锅盖上安装有压力表、排气阀和安全阀,排气阀是用于手动排除锅内气体的阀门;安全阀是用于稳定压力的阀门,通过自动开关来使锅内压力恒定;压力表则是显示锅内压力的大小。内桶用于盛装灭菌物。



图 6　手提式高压灭菌锅

(2) 大型高压灭菌锅　大型高压灭菌锅的大小差异较大，小的一次可灭菌几十至百余瓶装培养基，大的可一次性灭菌几百瓶至几千余瓶。有圆柱形立式、圆柱形卧式、长方体形等(图 7)。大型高压灭菌锅分为直接加热烧开水产生蒸气灭菌，和利用蒸气发生器供蒸气灭菌两种。锅体上安装有压力表、安全阀和排气管道。

(3) 常压灭菌灶　常压灭菌灶的种类较多，下面介绍几种常用的土蒸灶。

①砖制土蒸灶　用砖和水泥

制作的土蒸灶，这种灭菌灶台分为单锅和双锅灭菌灶(图 8)。单锅灭菌灶一次可灭菌 500~800 个料袋，双锅灭菌灶可灭菌 1000~1200 个料袋。单锅灭菌灶的长和宽为 1.5 米，高为 2 米，灶内安装一个口径为 1 米的铁锅。双锅灭菌灶长为 3 米，宽为 2 米，高为 2 米，灶内排放两个口径为 1 米的铁锅。灶体用砖砌制而成，内外壁均抹上水泥沙浆，内壁要求光滑。双锅灶内两口锅之间设置一个水槽，使两锅内水互相流通。另外，还需在灶体与烟道之间设置一个热水池，热水池用一个口径为 50 厘米的铁锅制作，四周用砖砌边框，用一个铁管将热水池与灶体内连接，以便向灶内补充热水。在灶体一侧开一个门，门高为 1.2 米，宽为 0.5 米，门框向内凹，宽为 4~5 厘米，要求水平光滑。在门框两侧各安装三个铁环或铁钩，直径为 7~8 厘米，用于上木棒加木契扣紧门板。门板用木板制作，在内侧贴上塑料薄膜，并在中部开一个可插入温度计的小孔。烟道高为 4 米，由下至上渐小。炉堂制作成烧煤的灶。在灶内垫二层砖，排放上木板作横隔。

②钢板制作土蒸灶　该灶用钢板制作，以蜂窝煤作燃料，操作较方便。灶体高为 2.2 米，宽为 1.3 米。在一侧开一个宽为 0.6 米，高为 1.2 米的门。在灶内距底部 30 厘米处焊接角钢，用


圆柱形立式灭菌锅


圆柱形卧式灭菌锅

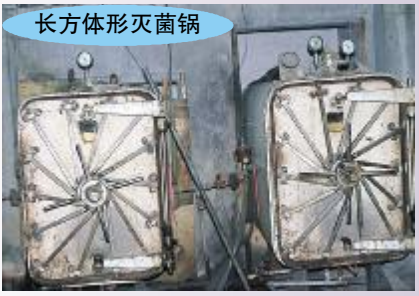

长方体形灭菌锅

图 7　大型高压灭菌锅



图 8　砖制土蒸灶



图 9　钢板制作的土蒸灶

于排放木板作横隔，下层装水。底层钢板厚为 0.5 厘米，其余部位的钢板厚为 0.3~0.4 厘米。在横隔处两侧各安装一根带小孔的铁管，并将一端伸出灶体外，安装上阀门，用作排气之用。在门框四周焊接角钢，并焊接上螺母。门也用钢板制作，在门边缘开圆孔，与门板上螺母相对应，便于将门固定。炉堂制作成烧蜂窝煤的灶，用一个煤车装煤，煤车长为 85 厘米，宽为 75 厘米，高为 40 厘米，可装 148 个煤(图 9)。此外，也可在钢板灶体外侧砌一层砖，将灶包裹起来，这样可减少散热，节省燃料(图 10)。



图 10　砖墙包裹着的钢板灶