

金神农食用菌栽培丛书

新法栽培 双孢蘑菇

主 编 张胜友



 华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



新法栽培双孢蘑菇

主 编 张胜友
副主编 樊晓琳 陈红燕
编 委 马国助 马小方
王立金 邢云飞

华中科技大学出版社
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

新法栽培双孢蘑菇/张胜友 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010年2月

ISBN 978-7-5609-5561-2

I. 新… II. 张… III. 蘑菇-蔬菜园艺 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 124679 号

新法栽培双孢蘑菇

张胜友 主编

策划编辑:余 强

封面设计:秦 茹

责任编辑:许 杰

责任监印:熊庆玉

责任校对:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉正风图文照排中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/32 印张:5.5 插页:4 字数:114 000

版次:2010年2月第1版 印次:2010年2月第1次印刷 定价:13.80元

ISBN 978-7-5609-5561-2/S·25

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

双孢蘑菇又名蘑菇、白蘑菇、洋蘑菇等,隶属担子菌纲伞菌目伞菌科蘑菇属。在世界食用菌生产中,双孢蘑菇的栽培历史悠久,栽培范围广泛,几乎所有的国家都有栽培,其产量居于首位。

本书共六章,内容包括双孢蘑菇的各种新型栽培技术,季节性周年栽培技术,制种技术,菌种遗传育种,病虫害的防治等,兼收并蓄国内外先进的蘑菇生产技术,并穿插大量的图片,图文并茂,易于理解,且所有数据真实可靠,指导意义强,所述内容着重实用性和效益性,指明了技术关键和生产结果。本书可供食用菌生产者和科研工作者参考。

目 录

第一章 概述	1
第二章 双孢蘑菇的生物学特性	5
第一节 形态及营养	5
第二节 蘑菇生长的外界环境条件	11
第三章 双孢蘑菇菌种生产技术	14
第一节 蘑菇菌种的生产工艺流程	14
第二节 蘑菇菌种生产的常用设备	14
第四章 栽培场所的选择	38
第一节 常见菇房的样式	39
第二节 其他新法栽培场所	43
第三节 菇房的清理与消毒	45
第五章 栽培技术	48
第一节 栽培季节	48
第二节 蘑菇堆肥配方与发酵	49
第三节 菌草栽培蘑菇	69
第四节 堆肥的发酵	80
第五节 播种及发菌阶段管理	115
第六节 覆土材料与操作	118





第七节 出菇及其管理	134
第六章 主要病虫害控制	138
第一节 病害控制	138
第二节 虫害控制	154
附录	157
主要参考文献	170

第一章 概 述

一、栽培双孢蘑菇的意义

1. 栽培双孢蘑菇可以为人类提供营养丰富的食品

双孢蘑菇味道鲜美,营养丰富,深受广大消费者喜爱。双孢蘑菇的蛋白质含量约为笋、菠菜等蔬菜的2倍,与牛奶相当;其脂肪含量仅为牛奶的1/10;双孢蘑菇内含丰富的氨基酸,其中谷氨酸和精氨酸含量十分丰富;双孢蘑菇还含有维生素B₁、维生素B₂、维生素C等多种维生素;钙、铁、磷、锌等元素的含量也十分丰富;双孢蘑菇所含不饱和脂肪酸占脂肪酸总量的74%~83.1%,比猪肉等肉类都高,且热量较低。由上可知,双孢蘑菇是一种高蛋白、低脂肪,营养价值高的健康食品。今天的社会,人类已面临人口增加、耕地减少的难题,食物不足将是影响社会发展的重要因素。利用微生物的降解和转化能力,用农作物秸秆等来栽培营养丰富的双孢蘑菇,将是人类解决食物问题的一个重要途径。

2. 栽培双孢蘑菇能促进农业生态系统的良性循环

栽培双孢蘑菇可以利用农作物秸秆,牛、马、鸡等牲畜的粪便。许多农作物下脚料,如麦秸、玉米秆、稻草等都可以用来栽培双孢蘑菇。全世界每年合成有机物约2000亿吨,其中只有10%转化为可以食用的淀粉和蛋白质。这些有机物是一种取之不尽的生物资源。全世界每年有30亿吨农作物秸秆。我国年产农作物秸秆5亿吨,如果利用其中的1/10来栽





培双孢蘑菇,按生物学效率60%计,就可以生产3000万吨鲜双孢蘑菇。由此可知,利用栽培双孢蘑菇来提高资源利用率,有十分广阔的发展前景。在生产双孢蘑菇的同时,经过菌丝的分解,许多原来不能被利用的物质将转化成结构简单、可溶于水且含有丰富菌体蛋白的菌糠。菌糠可以用于养殖业如养猪、养鱼等,既节省纯饲料又降低养殖成本;还可以作农用肥料增加土壤的有机质、改善土壤结构、增加土壤肥力、促进作物增产。菌糠还是生产沼气的好原料,其产沼气量比一般沼气原料高77%左右。

3. 栽培双孢蘑菇可以产生显著的经济效益和社会效益,是提高农村经济水平的重要途径

栽培双孢蘑菇具有原料广泛、周期短、投资少、见效快的特点,其投入产出比可达到1:(3~5)。双孢蘑菇生产是我国“菜篮子工程”的重要组成部分。随着双孢蘑菇生产技术的提高,双孢蘑菇已作为一种蔬菜摆上了普通百姓的餐桌。实践证明,栽培双孢蘑菇的经济效益较高。在广大农村地区,利用农作物秸秆来发展双孢蘑菇生产有两方面的优点:一方面可以充分利用农业废料,变废为宝;另一方面,可以充分利用农村闲散劳动力,发展农村经济,增加农民收入。

二、双孢蘑菇的生产现状与发展前景

双孢蘑菇在世界上得到广泛栽培,栽培区域广泛,主要分布在拉丁美洲、欧洲、亚洲及澳大利亚。1994年,全球菇类年产量达490.93万吨,其中双孢蘑菇产量为384.6万吨,约占总产量的78.3%,比1990年的双孢蘑菇总产量142.24万吨增加170.4%。双孢蘑菇是全世界均有销售的菇类,其消费

量正随着饮食文化的进步而增加。在发达国家,双孢蘑菇生产已实现工厂化,小型菇场年产量1万千克左右,大型菇场年产量可达25万~100万千克。堆料、覆土甚至采菇均实现工厂化,双孢蘑菇产量也相对较高。美国一个季度单产高达每平方米32千克,荷兰全年可生产6.5个周期,实现周年化生产,单产每个周期达每平方米25千克。我国双孢蘑菇栽培始于20世纪20~30年代,但当时发展非常缓慢,至1949年全国栽培面积仅200平方米。新中国成立后,随着栽培技术的不断完善和新菌株的选育,我国双孢蘑菇栽培得到快速发展。1970年栽培面积达到700万平方米,1990年达到2000万平方米,年产量突破20万吨。1997年全国双孢蘑菇总产量达24.9万吨,占全国菇类总产量400万吨的6.2%。我国双孢蘑菇栽培区域广泛,主要集中在江南及长江流域一带,以福建、浙江、江苏、四川等省为主产区,其中又以福建省产量最大。近年来,河北、山东、河南、广东、新疆也有一定规模,且发展非常迅速。虽然我国双孢蘑菇生产量较大,但是我国双孢蘑菇生产仍是农村的一项副业,生产仍以自然气候为主,基本上是“靠天收”,许多先进技术没有得到及时推广。双孢蘑菇的单产和原材料的生物转化率与先进国家相比仍存在比较大的差距,栽培技术还有待不断改进。

因国内劳动力低廉,在国际市场上我国双孢蘑菇的价格极具竞争力,现已成为世界双孢蘑菇出口大国。1989年,我国出口双孢蘑菇罐头112314吨,鲜品双孢蘑菇911吨,双孢蘑菇干片244吨;1992年,出口双孢蘑菇罐头121372吨,鲜品双孢蘑菇993吨,双孢蘑菇干片405吨;1996年,出口双孢蘑菇罐头162507.77吨,鲜品双孢蘑菇28323.18吨,双孢蘑菇干片5716.4吨。随着我国加入世界贸易组织,双孢蘑菇产





品出口量持续增长,双孢蘑菇生产具有比较广阔的发展前景。一方面,随着我国经济的快速增长,人民生活水平的迅速提高,国内双孢蘑菇的消费量逐年增长;另一方面,发达国家因劳动力成本过高,双孢蘑菇生产量逐年下降,但双孢蘑菇需求量却在不断上升,不得不加大进口量。现在国际市场上双孢蘑菇罐头和双孢蘑菇速冻产品供不应求。在国内国际前景看好的形势下,我们应不断更新技术,提高单产和总体水平,推动双孢蘑菇生产朝着集约化、规范化发展,既满足内需,又满足出口,使我国双孢蘑菇生产步入新的快速发展阶段。

第二章 双孢蘑菇的生物学特性

第一节 形态及营养

一、一般形态特征

双孢蘑菇是典型的伞状菌,其子实体为伞形,由肉质的菌盖、菌褶、菌环、菌柄及根状索组成。整个子实体的表面洁白、光滑,菌褶着生在菌盖的反面,呈片状,初期呈淡粉红色,成熟时呈深咖啡色,在每片菌褶的两个侧面着生许多担子及担孢子。菌丝体为营养器官,子实体为繁殖器官。双孢蘑菇的食用部分为子实体。

1. 孢子

孢子是双孢蘑菇有性繁殖的基础,双孢蘑菇孢子呈椭圆形,着生于菌褶两侧,成熟后为褐色,成熟孢子大小为 $(6 \sim 8.5)$ 微米 $\times (5 \sim 6)$ 微米。一个成熟子实体可产生几千亿个担孢子。

2. 菌丝体

由许多菌丝连结在一起组成的营养体类型称为菌丝体。菌丝是双孢蘑菇的基本构成单位。双孢蘑菇的菌丝属多细胞生物,透明,有横隔,有分支,菌丝靠其尖端细胞不断分裂和产生分支而伸长、壮大。菌丝具有分解基质营养并吸收输送营养和水分的作用。根据菌丝不同的生长阶段可将其分为三类。





(1) 一次菌丝。一次菌丝又名营养菌丝、初生菌丝、绒毛菌丝。孢子萌发后,形成多核的初生菌丝,然后产生横隔,形成每个细胞都含有双核的初生菌丝。在菌种培养过程及栽培覆土前生长的菌丝多为绒毛状初生菌丝,其形态为绒状、纤细。

(2) 二次菌丝。二次菌丝又名发育菌丝、线状菌丝。同一孢子萌发的两条菌丝多能结合形成二次菌丝。双孢蘑菇覆土后,绒毛菌丝在合适的条件下,扭结成线状菌丝。线状菌丝是形成子实体的基础。线状菌丝在不利条件下可形成厚垣孢子。厚垣孢子在环境改善后可萌发结实。

(3) 三次菌丝。三次菌丝又名分化菌丝、索状菌丝。线状菌丝继续发育增粗生长为三次菌丝。三次菌丝再分化形成子实体的各部分。菌柄基部的须状物、子实体采摘后留下的菇根及越冬前后土层内的粗壮菌丝都是索状菌丝。索状菌丝具有输送营养和支撑菇体的作用。

3. 子实体

双孢蘑菇的成熟子实体如一把撑开的雨伞(见图 2-1),

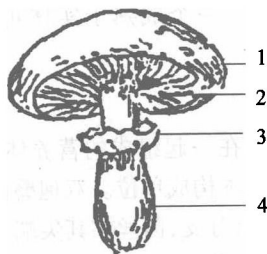


图 2-1 双孢蘑菇子实体

1—菌盖; 2—菌褶; 3—菌环; 4—菌柄

可分为以下几部分:菌盖、菌褶、菌柄、菌膜和菌幕、菌环。

(1) 菌盖。是子实体的主要部分。其直径为4~12厘米,呈球形、半球形,成熟后展开呈伞形。菌盖为白色,表面光滑。菌盖的大小、厚薄、颜色是决定双孢蘑菇品质好坏的关键。

(2) 菌褶。菌褶着生于菌盖下面,呈放射状,长短不一,交替排列着生于菌肉上。初期为白色,逐渐呈粉红色,成熟开伞后转为暗褐色。菌褶两面为子实层,着生有许多棍棒状的担子。每个担子的顶端各生有2个担子柄,每个担子柄上各生1个担孢子。由于每个担子上有2个担孢子,所以叫做双孢蘑菇。

(3) 菌柄。菌柄着生于菌盖中央,白色光滑,呈圆柱状。一般直径1.5~4.5厘米,长5~10厘米。菌柄在条件适宜及未开伞时短粗、坚实。在条件不适宜或开伞后菌柄会逐渐伸长、变软。菌柄的作用是支撑菌盖并作为通道向菌盖输送水分和营养。

(4) 菌膜和菌幕。子实体未开伞时,在菌盖和菌柄之间有一层薄膜,其作用是保护菌褶,此时称为菌膜。随着子实体的长大,菌膜伸长变薄,直至破裂。留在菌盖上的称为菌幕。菌膜的破裂是子实体过于成熟的表现。

(5) 菌环。菌膜破裂后,菌膜在菌柄中部留下的一圈膜状物为菌环。菌环单层、白色、易脱落。菌环是进行分类的重要依据。

二、生活史

双孢蘑菇的生活史是由成熟子实体弹射孢子。孢子萌发出菌丝,菌丝扭结形成子实体,子实体成熟后再弹射孢子,这样一个反复循环而形成下一个世代的过程,如图2-2所示。



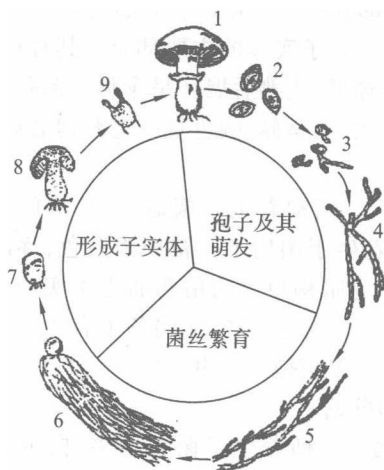


图 2-2 双孢蘑菇的生活史

- 1—成熟子实体； 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；
9—担子和担孢子的形成

三、生长基质和营养物质

双孢蘑菇是一种草腐菌,不能利用太阳能进行光合作用,完全通过菌丝从腐熟的培养料中吸取营养物质,满足自身生长发育的需求。

1. 碳源

凡是提供双孢蘑菇细胞和代谢产物中所含碳元素的营养物质均称为碳源。碳源不仅是合成碳水化合物和氨基酸的原料,而且是双孢蘑菇生命活动重要的能量来源。双孢蘑菇可以利用多种碳源,如葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、淀粉、木质素、纤维

素、半纤维素等。这些物质都广泛存在于秸秆等原料中。双孢蘑菇的菌丝分解纤维素和木质素的能力差,培养料应经堆制发酵。通过对培养料的堆制发酵,利用一些嗜热及中温型的微生物和双孢蘑菇菌丝自身分泌的酶,将这些纤维素类物质分解为可利用的小分子化合物。双孢蘑菇菌丝生长阶段主要消耗木质素,出菇期间主要消耗戊聚糖和 α -纤维素,因此,双孢蘑菇碳素营养成分不能单一。

2. 氮源

凡是提供双孢蘑菇细胞和代谢产物中所含氮元素的物质均称为氮源。氮源是合成蛋白质和核酸的原料。双孢蘑菇不能利用硝态氮,但能很好地利用铵态氮。双孢蘑菇不能直接吸收蛋白质,但能很好地利用蛋白质的水解产物,如蛋白胨、氨基酸等。堆肥中,双孢蘑菇菌丝可利用的氮源主要是存在于秸秆细胞中与木质素结合的蛋白复合体,以及堆制过程中合成和积累起来的微生物蛋白体。在堆肥发酵过程中若添加氮元素(尿素、硫酸铵等),则可以促使秸秆软化及微生物的活动,并促使秸秆转化成菌体蛋白和多糖体,成为双孢蘑菇生长的良好氮源。

应当注意的是,双孢蘑菇生长过程中的碳氮比率要合适。合适的碳氮比是堆肥组成的一个重要方面。合成微生物所需能量由碳水化合物分解得到,而氮元素转化为菌体蛋白留在培养料中,致使培养料的碳元素减少,氮元素增加。因此,堆制过程中,原料的碳氮比率是慢慢下降的。一般来说,配料时,碳氮比率在(30~33):1,堆制发酵后应为(17~18):1。

3. 无机盐类

双孢蘑菇生长所需的矿质元素以无机盐形式被双孢蘑菇吸





收和利用。这些矿质元素有磷、钾、镁、钙、铁及一些微量元素。

磷是双孢蘑菇生长中重要的营养元素。磷主要是在核酸和能量代谢过程中起作用,也是碳代谢中不可缺少的元素。没有足够的磷元素,碳、氮就不能被很好地利用而影响菌丝的正常生长。对于菌丝来说,磷元素的缺乏比其他元素的缺乏的危害更大。如果有适量的磷元素存在,那么在高浓度的氮元素下,菌丝也能生长;如果磷元素缺乏,在较高浓度的氮元素下,菌丝也不能正常生长。但过量的磷元素也会引起双孢蘑菇减产。在培养料中,一般可添加1%~3%的磷肥(过磷酸钙)。

钙元素对双孢蘑菇菌丝是必需的,对促进菌丝体生长和子实体形成都有很重要的作用。钾、钠、镁等离子如果浓度过高,将会对菌丝有抑制作用,钙的存在可以起到平衡钾、镁、钠、磷等元素的作用,从而消除危害。而且钙的加入可以使培养料和土壤凝聚成团粒,提高培养料和土壤的蓄水保肥能力,并改善堆肥的通气性,促进菌丝的繁殖。另外,钙的加入还有稳定培养基pH值的作用。在生产上,一般加入石膏、碳酸钙、熟石灰等作为钙源。

除了以上元素外,其他如镁、钾、铁、铜、锌等元素对菌丝体营养吸收、促进原基形成都有重要作用。如钾元素主要参与细胞的组成、营养吸收、呼吸代谢等。镁元素可以增加酶活性。铁元素有利于双孢蘑菇原基的形成。这些元素及铜等微量元素存在于堆肥和水中。

4. 生长因子

在双孢蘑菇生长过程中,除了碳元素、氮元素、无机盐外,还需要一些生长素,维生素类及生长素类物质统称生长因子。

生长因子的需要量很小,但对双孢蘑菇的生长发育及子实体的生长却有着重要的作用。生长因子一般在培养料及微生物的

活动代谢中可以得到。如嗜热放线菌可产生生物素、泛酸、烟酸、硫胺素等,腐生菌可合成B族维生素等。而一些生长素可以通过在培养料内添加如二十烷醇、恩肥等得到,以满足增产的需要。

另外,双孢蘑菇堆肥培养料中的一些微生物菌体,对双孢蘑菇生长发育的作用也很重要。这些微生物菌体有助于双孢蘑菇菌丝分解、吸收培养料中的营养成分,也可提供某些营养源,并可以改善堆肥的保水性。已知双孢蘑菇菌丝能同化的菌体有嗜热腐生菌、普通嗜热放线菌、链霉菌属、绿色假单胞菌等。

第二节 蘑菇生长的外界环境条件

外界环境主要指温度、湿度(水分)、空气、光照及酸碱度。

一、温度

温度是双孢蘑菇生长、发育过程中一个主要的生活条件。不同温型的菌株对温度的要求有所不同。一般来说,双孢蘑菇孢子弹射最适温度为 $18\sim 22^{\circ}\text{C}$ 。如果温度超过 27°C 或低于 14°C ,双孢蘑菇就不能弹射孢子。孢子萌发最适温度为 24°C 。双孢蘑菇菌丝生长温度为 $5\sim 33^{\circ}\text{C}$,最适温度为 25°C ,超过 35°C 菌丝不能生长,甚至死亡。应将菌丝生长温度控制在 $22\sim 24^{\circ}\text{C}$,此温度下的菌丝生长速度虽然不是最快,但菌丝粗壮浓密,再生力强。双孢蘑菇菌丝能耐低温,不耐高温,在 -20°C 时双孢蘑菇菌丝也不会死亡,所以双孢蘑菇可以安全越冬。

子实体发育温度为 $4\sim 23^{\circ}\text{C}$,最适为 $13\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。温度低于 12°C ,子实体生长慢、数量少、个体小、肉厚但产量低。温度高于 19°C ,子实体数量多,但生长过快、个体小、重量轻、菇

