

金神农食用菌栽培丛书

反季节栽培**白灵菇**新技术

主 编 张胜友



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

反季节栽培白灵菇新技术

主 编 张胜友

副主编 林兴盛

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

反季节栽培白灵菇新技术/张胜友 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2010年2月

ISBN 978-7-5609-4662-7

I. 反… II. 张… III. 食用菌类-温室栽培 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 090886 号

反季节栽培白灵菇新技术

张胜友 主编

策划编辑:余 强

封面设计:秦 茹

责任编辑:余 涛

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:5.25 插页:4 字数:108 000

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 978-7-5609-4662-7/S · 3

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

目 录

第一章 白灵菇概述	1
第一节 白灵菇人工栽培的发展前景	1
第二节 白灵菇的分类	3
第三节 白灵菇的形态特征	4
第四节 白灵菇生长的环境条件	7
第五节 白灵菇的食用、药用价值	15
第二章 白灵菇菌种培育技术	17
第一节 菌种分级	17
第二节 菌种培育的基本要求	19
第三节 菌种培育技术	25
第四节 菌种引种技术	53
第五节 菌种储藏	55
第六节 菌种复壮	60
第七节 菌种质量控制	61
第三章 白灵菇反季节栽培新技术	64
第一节 反季节栽培的工艺流程	64
第二节 栽培设施与设备	65
第三节 栽培时间的确定	71
第四节 栽培用料的计划与准备	72
第五节 栽培	74
第六节 常见问题及预防措施	105





第四章 病虫害的预防与控制	112
第一节 制种及发菌期病害	112
第二节 出菇期病害	128
第三节 生理性病害	139
第四节 白灵菇病虫害的综合防治	143
第五章 白灵菇商品化处理	148
第一节 白灵菇商品质量	148
第二节 白灵菇采收	150
第三节 白灵菇预处理	151
第四节 白灵菇的储藏	155
主要参考文献	161

第一章 白灵菇概述

白灵菇是干旱草原上大型真菌的代表品种。我国最早在新疆荒漠地区发现白灵菇,其春季腐生或寄生在伞形科阿魏植物的根茎基部或根部,此外,在其他 2~3 种草本植物上也能生长。白灵菇在我国仅产于新疆木垒、青河、托里、塔城、阿勒泰等气候恶劣的沙漠戈壁里。白灵菇在欧洲还寄生在植物刺芹上,在国外广泛分布在南欧、中非、北非、中亚和西亚地区。

白灵菇是一种腐生或寄生兼有的菌类,刚发现时曾有人认为它是寄生菌,不能进行人工栽培,但实践证明,白灵菇是可以进行人工栽培的。只是人工栽培时,培养材料的可选范围比一般的侧耳狭窄得多。20 世纪 50 年代初,法国、印度和德国等国的科学家进行了驯化栽培及遗传分类方面的研究。1974 年印度在克什米尔地区分离得到阿魏菇天然菌株,并在段木上驯化栽培成功。1974 年法国科学家 Cailleux 和 Diop 进行了阿魏菇的驯化栽培试验,从阿魏菇子实体分离得到菌株,并驯化栽培成功。我国于 1983 年由中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所分离得到几个有价值的菌株,并以棉籽壳、云杉木屑、麸皮为培养料驯化栽培成功。

第一节 白灵菇人工栽培的发展前景

白灵菇是近年来商业化栽培成功的一种食用菌新品种,





其菇体肥大、颜色洁白、菌肉细嫩、久炖不绵、清爽滑润、美味可口、营养丰富,投放市场后深受广大消费者的喜爱

我国白灵菇商品化生产始于北京,现在广东、新疆、河南、天津、山东、河北、甘肃、内蒙古、青海、云南等地亦有较大面积的推广。白灵菇的生产方式有两种:季节性设施栽培和工厂化生产。近几年的栽培实践证明,在我国长江以北诸省,以及长江以南的华南地区,利用自然温度和季节性设施都能栽培白灵菇,但长江以南地区栽培的白灵菇,菇质稍疏松,商品价值不及长江以北。

随着科学技术的迅速发展,全面发展农、林、牧业生产新模式已势在必行,新的立体农业、绿色农业、有机生态农业应运而生,新兴的食用菌产业已成为立体农业和生态农业的重要产业之一。

人工栽培白灵菇具有以下特点。

(1) 备受餐饮业的欢迎,它可用于炒、涮、炸、炖、煲、扒等各种烹饪方法。

(2) 颜色洁白无瑕,给人以美感。口感爽滑、细嫩,特别耐煮耐炖,符合广大消费者口味。

(3) 易保鲜耐储藏,冷冻后的产品能保存 15 ~ 17 天,即使再加上 7 天的市场销售期,也不会出现腐烂现象。适宜罐装,有利于扩展市场。

(4) 营养丰富,蛋白质含量高,还具有抗癌、防癌、抗氧化、提高机体免疫力等作用。

(5) 售价高,市场价格比一般食用菌的高,对栽培者有较大的吸引力。

近年来,白灵菇的生产量和销售量都在增长,栽培技术也在不断进步,生产成本逐年降低。

以往发展食用菌生产,大多以林木资源为原料,而白灵菇的栽培可以不使用资源紧缺的林木,它可以用木材加工的下脚料,如锯木屑及棉籽壳、玉米秆、甘蔗渣、麸糠等多种材料为培养料进行栽培。白灵菇的栽培场所也可从室内移向室外,如园林下、竹木荫下、冬闲田搭棚、南方甘蔗园等。

由于使用各种农副产品下脚料代替木材栽培,不但开拓了平原缺林地区发展白灵菇生产新途径,而且可使废料变成饲料源,促进了畜牧业的发展。如麸糠、玉米秆、甘蔗渣等经粉碎后栽培白灵菇,每 50 千克培养料一般能生产 20 ~ 25 千克鲜菇,并分解大量的纤维素、木质素,剩下的培养料中含有丰富的菌丝蛋白等营养物质,是各种畜、禽和鱼苗的好饲料和饵料。

白灵菇生产是一种技术性较强的劳动密集型产业,随着农村产业结构的调整,大批农民离“土”不离乡,搞商用白灵菇生产,创办白灵菇制种、栽培、加工、营销一条龙的企业,不但能解决农村大批剩余劳动力的就业问题,也可以成为城市下岗工人再就业、再创业的劳动致富之路。

第二节 白灵菇的分类

白灵菇(*pleurotus nebrodensis*)属于真菌门担子菌伞菌目侧耳科侧耳属。

白灵菇是分离自阿魏植物上的侧耳属的担子菌并经人工选育而成的商业品种,中文名称为阿魏蘑、阿魏菇、阿魏侧耳、白灵蘑、白灵侧耳或白阿魏蘑,商品名为白灵菇。





第三节 白灵菇的形态特征

白灵菇的基本形态因生长发育阶段不同,可分为孢子、菌丝体、子实体三种形态。

一、孢子

孢子呈长椭圆形至椭圆形,透明,大小为 $(14.68 \sim 15.96)$ 微米 $\times (5.32 \sim 7.78)$ 微米,有内容物。孢子表面光滑,无色,产生于菌盖下面菌褶的表面,数量很大。孢子是白灵菇有性繁殖时的“种子”,有“+”和“-”两种性别。野生的白灵菇靠孢子传播繁衍后代,自然结合率低,又易受到外界不适宜的自然条件的影响,因此,野生的白灵菇数量很少。

现在人工栽培的白灵菇不用孢子播种,孢子只是作为育种的材料,进行孢子配对,从而选出优良的菌株。生产中使用的“菌种”,是人工培育的菌丝体和培养基的纯培养物,是菌丝体菌种,也是进行无性繁殖的材料。

二、菌丝体

菌丝体是白色绒状物,由无数纤细的单根管状菌丝细胞组成,是白灵菇的营养体。在显微镜下,菌丝透明、多细胞、有竹节状横隔、各节相通,直径为 $1 \sim 10$ 微米。菌丝依靠顶端细胞不断分裂和产生分支而伸长、壮大。菌丝细胞除了能分泌各种胞外水解酶,降解基质中的有机物质,还可以吸收、输送水分和营养物质,其作用类似于植物的根、茎、叶。孢子萌发后产生菌丝,菌丝按其发育过程和生理作用可以分为三种类型。

(1) 初生菌丝,又叫一次菌丝,由孢子萌发产生。初生菌丝

在白灵菇生活史中存在的时间很短,主要依靠储藏在孢子中的营养进行生长。初生菌丝之间很快地互相交接,形成次生菌丝。

(2) 次生菌丝,也叫二次菌丝,比初生菌丝粗,呈绒毛状,是白灵菇菌丝的主要存在形式。次生菌丝为人工播种用的菌种及培养料中的菌丝的主要组成物质。次生菌丝发育到一定阶段,在适宜的环境条件下,子实体便可以结成。

(3) 分化菌丝,也叫三次菌丝,由次生菌丝分化而成。如形成子实体的菌丝,其结构细密,高度组织化,已不能吸收营养,只有输送养料和支撑生长的作用。此外,采收后菌柄基部的须状物也是分化菌丝。

三、子实体

子实体是白灵菇的繁殖器官,由已分化的菌丝体组成,是可食用的部分,俗称为“菇”。子实体由菌盖、菌褶、菌柄等组成,如图 1-1 所示。

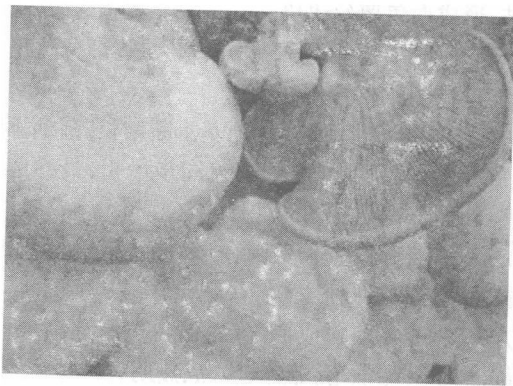


图 1-1 白灵菇子实体





(1) 菌盖:菌盖最初呈微小的半球形或圆球形,以后随菌柄变大变粗,菌盖逐渐生长,先变大,后平展,边缘稍内卷,最后边缘卷曲展开,中央逐渐下凹,形成歪漏斗状,直径达6~18厘米或更大,菌盖中部肥厚,达0.3~6厘米,白色,遇干旱低温环境,菌盖常发生龟裂,露出白色菌肉,其上会产生白色鳞片。

(2) 菌褶:菌褶着生在菌盖下面,刀片状,呈辐射状排列,长短不一,近延生,奶油色至淡黄或白色,稠密而柔软,宽2~5毫米,长短不一。菌褶的表面着生孢子,孢子无色,光滑。

(3) 菌柄:菌柄偏生或中生,长3~8厘米,直径1.3~3.8厘米,上粗下细,表面光洁,肥壮,圆柱状,白色。菌柄实心,菌肉脆嫩、细密、富含纤维素,经烹调,呈现特有的脆嫩口味。

白灵菇子实体发育的过程一般分为以下五个时期。

(1) 扭结期:当菌丝生理成熟时,受低温、变温刺激,菌丝开始扭结,形成白色菌丝团块。

(2) 珊瑚期:随着菌丝团块不断增大,逐渐分化出丛状子实体原基,呈珊瑚状。

(3) 瓶形期:珊瑚状子实体原基不断增长,菌柄不断增粗增长,呈肥壮的酒瓶状;也有的菌盖同步增粗,最终菌柄长至正常子实体大小,呈肥壮的圆柱形。

(4) 展盖期:菌柄生长呈圆柱形以后,菌盖不断扩展,呈边缘内卷的圆形或近圆形。

(5) 成熟期:在菌盖成形之后,菌盖边缘逐渐展开,菌褶逐渐变黄,孢子开始散落,菇体进入成熟期。

第四节 白灵菇生长的环境条件

自然界中不同的菌类存在于特定环境下,对环境条件有不同要求,即使同一种菌类在不同生长发育时期,对环境条件的要求也不尽相同。

影响白灵菇生长发育的环境因素有物理因素、化学因素、生物因素等,具体包括水分、温度、光照、营养、空气、酸碱度等。

一、水分

水分是一切生物体生命活动的基础,一切生物都是以水为媒介来维持其生命活动的机能,否则这些机能就将停止。白灵菇生长的水分主要来源于三个方面:一是培养基;二是空气湿度;三是人工补充。水分对白灵菇生长产生的影响主要有以下四个方面。

1. 水分对孢子萌发的影响

一般情况下,白灵菇孢子在水中或在阿魏、拉瑟草、刺芹等较适宜的培养材料浸出液中,在 $22 \sim 26^{\circ}\text{C}$ 的适温即可大量萌发。在高温、高湿条件下,孢子在较短时间内便会失去萌发能力;在低温、干燥条件下,如在 0°C 的低温下,孢子不含水分便可在较长时间内保持萌发能力。

2. 空气相对湿度对白灵菇菌丝与子实体的影响

(1) 对菌丝生长的影响 在培养基含水量适宜的条件下,空气相对湿度偏低时菌丝生长偏慢,但杂菌等污染率也偏低,正品率会增加,而空气相对湿度偏高时菌丝生长加快,但





易发生杂菌污染和虫害滋生。在菌丝生长前期,空气相对湿度一般应控制在 70% 左右,后期应提高至 70% ~ 80%。这样,既有利于菌丝生长,又可减少杂菌污染和虫害滋生。

(2) 对子实体发育的影响 白灵菇的发育阶段不同,对空气相对湿度要求也不同。菇体扭结期,较高的相对湿度(90% ~ 95%)有利于原基的扭结和形成。幼菇生长发育期,较低的空气相对湿度,可以使菇体生长速度变慢,例如,在空气相对湿度为 70% ~ 80% 的条件下,幼菇能够继续生长发育,但会导致菇体变小、产量降低、菇盖易产生龟裂;在较高的相对湿度下,菇体增大、朵形漂亮。子实体生长发育的最适相对湿度为 85% ~ 95%。过湿和高温环境通常会引起菇体发黄、腐烂。

3. 菌丝生长对水分的要求

商业化栽培白灵菇是以培养料栽培为主,即以秸秆、木屑、棉籽壳、甘蔗渣、麦秸、麸糠、野草粉等为培养料。培养料的种类不同,其粗细度、软硬度不同,制成培养料时吸水能力也会有很大的差异。如粉碎后的麸糠吸水性比木屑的差,甘蔗渣吸水性比木屑的强,硬质树种木屑吸水性比松软质树种木屑的差,粗木屑吸水性比细木屑的强等。因此,由不同材料配制成的培养料含水量变化幅度也较大,在装袋或装瓶时正常培养基含水量应掌握在 60% ~ 70%。含水量过高会导致基内氧气不足而影响菌丝生长,同时,杂菌污染也易增多;含水量过低则菌丝生长缓慢且无力。一般瓶装菌种培养基含水量应在 60% 左右,袋装培养料含水量应在 65% ~ 70%。

4. 子实体分化发育对水分的要求

一般来说,子实体分化发育对水分的需求比菌丝生长对

水分的需求大。但如果出菇期间大量浇水,又不注意通风,会使菇盖变黄腐烂,杂菌和虫害也随之滋生。总体来说,培养基含水量以 70% 左右为宜。

二、温度

白灵菇对温度的要求,大体上可以分为菌丝体和子实体两个阶段的要求。这两个阶段对温度的要求显然是不相同的,菌丝体阶段对温度要求高一些,子实体阶段对温度要求低一些。这种子实体的分化和菌丝体的生育明显要求不同温度的特性,称为变温结实性。

白灵菇是典型的低温条件下变温结实性食用菌,温度可以影响白灵菇孢子萌发、菌丝生长及子实体的分化和生长发育,是影响白灵菇子实体发育主要的因素之一。

1. 白灵菇菌丝、子实体生长对温度的要求

5 ~ 32℃ 为白灵菇菌丝生长的温度范围,适宜温度为 20 ~ 27℃,最适温度为 24 ~ 26℃。基质中的菌丝体在低温条件下生命力保存完好,基质菌丝仍能保持旺盛的生命力。早春冰雪融化之时,正是白灵菇出土的时节,这时的温度仅为 0 ~ 15℃。在人工栽培条件下,8 ~ 25℃ 均可形成子实体,而以 15 ~ 20℃ 时生长较快,品质也较好。

从栽培实践来看,白灵菇菌丝在温度由低转高的环境下,或日夜温差较大的条件下,较易分化形成子实体原基。在低温条件下,子实体菌盖更肥大,菇肉更肥厚结实,但生长较缓慢,且不易开伞,较耐储存。在较高的温度条件下,菌柄较长,菌盖易开伞,子实体较瘦小,易发黄,特别是在高温(23℃ 以上)和高湿条件下极易发生菇体腐烂发臭。为了培养市场需





求的短柄宽盖型白灵菇,建议在低温、高湿、适光条件下培育。

2. 气温、菌温、堆温与菌丝生长的关系

气温是指自然的室内或室外温度。菌温是指培养基内菌丝活动的温度,也称作品温。堆温是指带有活动菌丝的菌筒、菌袋在堆叠时的小空间内的温度。

(1) 菌温与气温之间的关系 纯培养的菌丝体,如袋栽、瓶栽或制原种栽培时,随着菌丝不断的生长、新陈代谢的加强,其菌温亦随之升高,在菌丝生长达到最旺盛时,其菌温往往比气温高出 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 堆温、菌温、气温之间的关系 带有活动菌丝的菌袋、菌瓶堆叠得越挤,堆叠数量越多,方位角越死,其堆温也越高;菌丝生长越旺盛,堆温也越高;气温偏高,堆温也随之升高。由于白灵菇秋季栽培常在高温季节利用塑料袋或玻璃瓶培养菌丝体,其菌温对外界的气温及堆温的感应快,且新陈代谢随菌丝生长而加强,管理者应经常注意其“三温”之间的关系,防止因“烧菌”、“烧堆”造成损失。

3. 恒温与变温的作用

在单一恒温条件下,白灵菇难以形成子实体。要想得到理想的子实体,必须给予恒温和变温的处理。

为了让健壮的菌丝体发育成人们所需的子实体,菌袋经过长时间的生长发育,生理上趋于成熟,但还需要有一个变温刺激的过程。当菌丝体达到生理成熟时,需要自然或人为地突然对白灵菇菌丝体给予短暂的低温刺激,迫使白灵菇繁殖后代,产生繁殖体——子实体。否则,即使培养时间够长、温度适宜,也只能在菌棒的外表层形成一层厚厚的菌被而无法形成原基。

三、光照

光线是大部分植物生长发育不可缺少的条件,而光线对食用菌则没有直接的作用,菌丝体和子实体的生长都不需要光线,这一特点为室内人工栽培白灵菇提供了有利条件。白灵菇的菌丝在生长阶段喜欢黑暗环境,子实体的分化生长阶段需要弱光的刺激。不同光照强度对其子实体生长有不同的影响。

1. 光照对菌丝生长的影响

白灵菇菌丝在完全黑暗环境下能很好地生长,在光照条件下,菌丝生长速度较黑暗条件下的慢。强光对菌丝生长是不利的,不仅菌丝生长受到抑制,而且明亮的光照,易招引各种带病菌的昆虫及害虫等。

2. 光照对子实体的影响

没有光照的刺激,白灵菇生理成熟后仍然难以形成子实体,但是,并不是光照越强越好。

(1) 弱光对子实体生长的影响 在极弱的光照(5 勒以下)条件下,子实体发育很差;在弱光照(50~100 勒)条件下,子实体能正常成形与发育,但往往菌柄偏长,呈象鼻状。

(2) 中等强度散射光对子实体的影响 为了生产柄短、菌肉足够结实的白灵菇,白灵菇原基形成以后,应把它放在500~2000 勒的光照强度下生长,以利于菇柄变短、菌肉结实肥厚,产生质地优良的商品菇。

(3) 强光和直射阳光对子实体的影响 在强光和直射阳光下,菌袋和菇体水分易过度蒸发,子实体表面发生龟裂,对子实体生长和发育不利。





四、营养

尽管白灵菇有弱的兼性寄生能力,但其主要生活方式是营腐生,以纤维素、木质素等作为碳源,靠分泌各种酶类分解纤维素、含氮有机物(如蛋白质)为氮源,同时依靠分解吸收有机体的无机盐、维生素类等,构成其营养物质基础。

1. 碳源

碳源是白灵菇最重要的营养物质,它不仅能提供碳素作为合成碳水化合物和氨基酸的原料,同时又是重要的能量来源。白灵菇能广泛利用碳源,如糖类、淀粉、树胶、果胶、半纤维素、纤维素、木质素和泥炭等各种碳水化合物,这些碳源主要来源于农作物的秸秆之中,由于嗜热及中温性微生物的发酵降解,加上白灵菇菌丝分泌的各种酶,可将其分解为简单的碳水化合物而为白灵菇所利用。在栽培上可以使用棉籽壳、木屑、甘蔗渣、稻草、麸皮、米糠、野草粉等材料作为人工栽培的培养基,提供碳源。

2. 氮源

氮源是白灵菇细胞内蛋白质和核酸等合成的主要营养元素,也是生命元素。白灵菇菌丝能以有机质,如麸皮、米糠、酵母浸膏、蛋白质、氨基酸等为氮源。生产栽培实践中,在白灵菇营养生长阶段控制碳、氮比(25~40):1为好,生殖生长阶段碳、氮比应比营养生长阶段的高,出菇期碳、氮比为(70~200):1。过高浓度的氮会抑制白灵菇原基的分化。

氮素是白灵菇细胞合成蛋白质、核酸和酶类的主要原料。白灵菇以无机氮为唯一氮源时,菌丝生长较慢,且有不出菇现象发生。这是因为它没有利用无机氮合成其细胞所必需的全