

食用菌栽培技术丛书

双孢蘑菇

设施栽培实用技术

Shuangbaomogu
Sheshi Zaipei Shiyong Jishu

陈青君 魏金康 主编



中国农业大学出版社

CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS

S646.1/
129

食用菌栽培技术丛书

双孢蘑菇设施栽培实用技术

陈青君 魏金康 主编

中国农业大学出版社

• 北 京 •

内 容 简 介

本书内容包括双孢蘑菇的概述、生物学特性、培养料堆制与发酵技术、覆土、菌种、农业式顺季节栽培、工厂化栽培、采收和主要病虫害防控。其中重点讲述了国内隧道发酵技术进展和工厂化双孢蘑菇菇房管理技术。书中采用的图片绝大多数来自作者近几年的实际科研和实践。本书突出技术的实用和实践操作,尽量反映双孢蘑菇近两年的最新成果和技术,适于基层生产领域的技术人员、管理人员和高等院校师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

双孢蘑菇设施栽培实用技术/陈青君,魏金康主编. —北京:中国农业大学出版社,2015.4

ISBN 978-7-5655-1213-1

I. ①双… II. ①陈…②魏… III. ①双孢蘑菇-蔬菜园艺
IV. ①S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 079411 号

书 名 双孢蘑菇设施栽培实用技术

作 者 陈青君 魏金康 主编

策划编辑 孙 勇

责任编辑 田树君

封面设计 郑 川

责任校对 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525,8625 读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618 出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup> e-mail cbsszs @ cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2015 年 4 月第 1 版 2015 年 4 月第 1 次印刷

规 格 880×1 230 32 开本 5.5 印张 107 千字 彩插 2

定 价 15.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

主 编 陈青君 魏金康

副主编 王守现 师迎春

参 编 (按姓氏拼音排序)

邓德江	刘瑞梅	刘 昕	李方乔
李继显	李春伶	沙 飞	商洪义
王贺祥	张国庆	赵 龙	咎宏平
张海萍	宗海杰		

序

随着食用菌产业的健康发展和人民生活水平提高后对食用菌营养保健功能的认识提高,食用菌产品越来越受到大众的青睐。北京市有 2 000 多万人口,食用菌消费市场很大,需求的数量和品种也很多,北京及周边地区发展食用菌种植市场前景广阔。

2011 年北京成立了食用菌创新团队,对产业的发展起到了强有力的支撑作用。在这个平台支持下,岗位专家与综合试验站、田间学校工作站密切合作,开展了一系列食用菌高产试验、新品种、新技术试验示范以及新设施设备的引进利用工作,在对全市的食用菌进行了反复调研的基础上,对先进技术进行了总结、归纳和提炼,针对全市的主要栽培菇种编写了这套实用系列丛书,以供广大菇农学习参考。

北京市食用菌创新团队

2014 年 12 月

前 言

随着中国经济的腾飞,人民生活水平快速提高,国内市场对双孢蘑菇鲜品需求旺盛,市场价格较好。中国国内的双孢蘑菇产业已引起国内外食用菌业界的高度关注,产业正在成为投资热点,处于战略转型的关键时期。与此同时,传统的土法生产(顺季节)、从欧美引进的现代化双孢蘑菇种植技术以及中国式的双孢蘑菇工厂化种植模式在国内并存。

北京地区的双孢蘑菇产业主要集中在密云의尖岩村、苇子峪村、太师庄村、生茂菇厂和通州的西集镇、草场村、怀柔的长哨营。栽培设施种类有高架棚菇房(福建模式)、日光温室和控温菇房。前两种传统栽培方式由于菇房内部环境依靠自然气候,外部环境因堆料导致卫生差、病害严重,菇房内部工作环境窄小、劳动强度大等原因,目前已经所剩无几。北京生茂鲜菇厂是20世纪80年代最早引进美国设备、21世纪又进一步引进荷兰设备的蘑菇厂,曾经为2008年奥运会专供双孢蘑菇,其单个菇房生产过程全部在电脑控制下进行,可达到 30 kg/m^2 产量。但由于存在投资和运营等诸多问题,目前北京双孢蘑菇能够进行工厂化种植的企业和合作社仅有少数几家,并且受外地市场影响主要开展反季节种植。

荷兰一直是世界双孢蘑菇种植技术及种植设备的开创者和领导者,欧美的双孢蘑菇生产技术已经非常成熟。由于东西方文化、理念和经济发展水平的差异,中国从西方引进先进的双孢蘑菇菌种、技术和设备时,如何求同存异,洋为中用,消化和吸收西方双孢蘑菇产业先进的理念、成熟的经验是我国双孢蘑菇产业面临的首要问题。由于国内双孢蘑菇工厂化栽培历史较短,其栽培的模式还在不断地完善之中,本书是近几年国内生产的一些实践和总结,不当之处敬请批评指正。

编 者

2015 年 3 月

目 录

第一章 概述	1
一、概念	1
二、国内外双孢蘑菇产业发展现状	1
第二章 生物学特性	5
一、形态特征和生长条件	5
二、培养料的营养和要求	9
三、培养料堆制原理	25
第三章 培养料堆制与发酵技术	33
一、人工堆肥技术	33
二、隧道发酵技术	38
三、培养料隧道发酵工艺和流程	52
第四章 覆土	62
一、覆土的作用	62
二、覆土材料的理化性状	63
三、覆土材料的种类	64
四、覆土调制及消毒	66
第五章 菌种	70
一、菌种常识	70

二、品种类型及主要品种特性	73
三、菌种制作方法及国内外菌种制作单位情况	
简介	78
四、菌种质量的鉴别	80
五、菌种的保藏及运输	80
六、制种还是买种?	83
第六章 农业式顺季节栽培	85
一、栽培季节选择	85
二、播种及菌丝培养管理	85
三、覆土	89
四、出菇期管理及采收	90
五、冬季管理	96
六、春季管理	97
第七章 工厂化栽培	99
一、工厂化地址选择及平面布置	99
二、工厂化栽培设施和设备	101
三、工厂化栽培双孢蘑菇菇房的设计要点	102
四、工厂化栽培技术	113
五、工厂化生产注意问题	125
第八章 采收	127
一、分级	128
二、采收方法	130
三、采收系统	130

四、采收后贮藏和运输	133
第九章 主要病虫害防控	134
一、主要病害及其防控	135
二、虫害及其防治	154
参考文献	162

第一章 概 述

一、概念

双孢蘑菇 (*Agaricus bisporus*) 别名蘑菇、洋蘑菇、白蘑菇, 欧美各国生产经营者常称之为普通栽培蘑菇 (common cultivated mushroom) 或纽扣蘑菇 (button mushroom)。双孢蘑菇在分类上隶属担子菌门, 伞菌目, 蘑菇科, 蘑菇属。因其肉质肥厚细嫩, 味道鲜美, 营养丰富, 又具有较高的保健功能, 被欧洲人誉为“植物肉”, 美国人称为“上帝的食品”, 深受国内外消费者欢迎。目前全世界有 100 多个国家或地区栽培双孢蘑菇, 产值数十亿美元, 有“世界菇”之称, 也是最早实现周年化、工厂化生产的食用菌, 其中产量最多的是中国、美国、法国、荷兰、英国等。在发达国家工业化生产已逐渐成为双孢蘑菇栽培的主导模式, 我国目前大多数农户的双孢蘑菇栽培仍为季节性农业式生产为主, 有些企业和合作社开始了工厂化栽培, 其栽培水平和规模还处于起步阶段。

二、国内外双孢蘑菇产业发展现状

双孢蘑菇栽培起源于法国路易十四时代, 距今已有 300

多年。目前欧美国家的双孢蘑菇产业已经非常发达和成熟,实现了产业专业化分工,栽培料和覆土材料由大型专业公司制作,供给众多家庭菇场栽培出菇,把大公司的资本技术优势与家庭菇场的劳动效率优势结合起来,分工合作的产业模式使得先进技术得以应用推广,提升了欧洲整个蘑菇产业的效益。此外,欧洲生产双孢蘑菇使用的是麦秆和鸡粪,有一系列的制作程序与机械设备参与,栽培者可以购买发好菌的培养料,从而免去最繁重、工作条件最恶劣的劳动环节,以便将精力集中于菇场的出菇管理,使双孢蘑菇栽培成为饶有兴致的园艺活动。目前较为知名的企业有 Christiaens Group、美国 Monterey Mushroom、Giorgio Food 公司和一些菌种企业,如 Amycel、Sylvan、Lambert 等。

我国双孢蘑菇栽培的历史较短,20 世纪 30 年代福建有小规模的栽培,但规模性栽培始于 60 年代,1979 年开始引进二次发酵技术,80~90 年代引进了一批国外的工厂化生产设备,但由于种种原因,双孢蘑菇产业工厂化进程缓慢。但在育种方面福建省农业科学院食用菌研究所先后培育了 As2796、W2000、W192 菌种,对产业的发展起到了重要的作用。

我国目前菇农多数采用农业式应季栽培方式,由于传统的栽培模式与正在高涨的人工成本、劳动强度产生矛盾,机械化堆料、新型的菇房建设正在被生产者和产业发展指导所采纳。工厂化隧道和标准化菇房建设成为产业再投入时的重要

选择,双孢蘑菇产业正在面临着—个重要的转型阶段。

目前存在的问题是,工厂化资金投入大、生产环节多,技术难度大等是企业经常忽视的问题,国内在对产业发展理念上的差异导致投资观念和管理观念的差异,具有现代农业装备条件的双孢蘑菇工厂化产业尚有待形成。在研究方面,我国对双孢蘑菇菌种、培养料制备和出菇控制的基础理论研究还很匮乏。发酵隧道建造缺少工程专家的参与,对发酵过程微生物区系的变化,发酵参数的控制知之甚少。在栽培模式上有一些介于传统和工厂化之间的过渡型栽培模式、中国式爱尔兰栽培模式和半工厂化模式,采用何种模式,多大规模能够持续立足市场,如何与罐头企业联合等问题有待探索。

双孢蘑菇稳定生产的关键在于栽培原料的稳定,培养料的制作,泥炭土等覆土材料的制备,以及对病虫害的预防,我国的从业者尚有必要充分认识和理解。

由于双孢蘑菇周年供应方面的利润空间、国家设施农业结构的调整 and 综合国力的提高,双孢蘑菇工厂化生产正在崛起,如山东集盛食品有限公司、辽宁焕然菌业、聊城奥登等;还有不少企业家跃跃欲试,如漳州龙海企业家准备到苏北灌南进行投资,与美国著名企业合作,进行双孢蘑菇工厂化栽培,置菇房 300 余间,计划日出菇量 100 t,规模之大,为近来之最。福建紫山集团在江苏洪泽建厂,引进欧洲控制程序设

备,四川成都、南充等地有三家中型企业也在运行之中,山东聊城、邹城等地也在鲜蘑菇高价位刺激下进行着栽培模式的改良,国内几家双孢蘑菇专用设备厂也在加紧研发,这都预示着我国双孢蘑菇栽培开始向工厂化栽培模式探索和转型。

第二章 生物学特性

一、形态特征和生长条件

(一)形态特征

双孢蘑菇的基本形态可分为两大部分。一是构成菌床主体的菌丝体；二是生长在菌床表面的子实体，如图 2-1 所示。

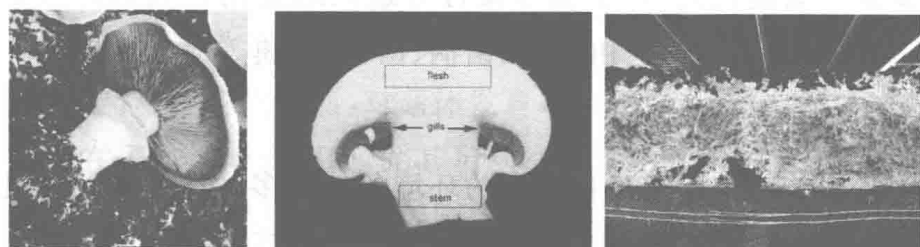


图 2-1 双孢蘑菇的基本形态

1. 菌丝体

双孢蘑菇菌丝体是由无数管状细胞组成，被称作营养器官，菌丝体多为白色至灰白色，裁培养菌期间，菌床中的菌丝体形态主要为绒毛状菌丝。菌床在覆土调水时，特别是在喷结菇水前后，土层中的菌丝体由绒毛状转变成线状。线状菌

丝除具备结菇功能外还会继续交织、增粗,形成菌丝束。菌丝束呈现束状或根须状,主要作用是输送养分和支撑子实体的生长。

2. 子实体

双孢蘑菇子实体俗称菇体,它由菌丝发育而来,是供人们食用的部分,被称作繁殖器官。双孢蘑菇子实体有白色、浅褐色,发生初期,其体形很小,似米粒状或铆钉帽状的原始小菇蕾,所以人们俗称其为米菇、钉头菇。菇蕾逐渐分化发育,长出菌盖,菌柄的雏形,呈倒葫芦形,黄豆粒大小时,菌柄逐渐增粗,菌盖不断长大,并由球形变为半球形,菇蕾发育成纽扣状幼菇。幼菇长大后,子实体发育并进入成熟期。成熟后的子实体外形呈伞状,它由菌盖、菌柄、菌褶、菌膜等部分组成。

(二)生长条件

影响双孢蘑菇生长发育的环境条件很多,主要有营养、温度、水分、空气、光照、酸碱度及覆土层微观环境等。

1. 营养

双孢蘑菇是一种草腐菌,属异养型生物,体内无叶绿素,不能通过光合作用来制造养分。所需的营养物质主要是碳源、氮源和无机盐。碳源主要来自作物秸秆,常用的氮源是粪肥、饼肥和化肥。双孢蘑菇菌丝分解纤维素和木质素的能力差,也不能直接吸收蛋白质,不能用未经发酵腐熟的培养料栽培双孢蘑菇。培养料必须通过堆制发酵,经物理、化学的作用

和微生物降解,才能达到能够被双孢蘑菇利用的状态。

双孢蘑菇生长发育所需要的无机盐包括主要元素磷、钾、钙、镁等和微量元素铁、铜、锌、硼、钼等,在培养料、覆土层和栽培用水中均有一定含量,不足部分一般在培养料配制时加入。

2. 温度

双孢蘑菇不同温型的品种以及在不同的生长发育阶段,对温度的要求不同,常用的中低温型品种的发菌温度为 $6\sim 32^{\circ}\text{C}$,最适温度为 $22\sim 24^{\circ}\text{C}$,超过 33°C 基本停止生长, 35°C 以上死亡。出菇的温度范围为 $6\sim 22^{\circ}\text{C}$,最适温度为 $13\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。双孢蘑菇发菌阶段除注意环境温度变化外,更要注意料温的检测,后者一般较前者要高。出菇期间,要保持菇场内温度相对稳定,温度变化剧烈,对菇体发育不利。

在子实体形成期间,尤其是从幼蕾到幼菇阶段,温度只能维持原温,不可使之回升,否则会造成大批薄皮硬开伞菇或大量菇蕾萎缩死亡。因为菌丝实质上像相互连通的“管子”,在较低温时菌丝相互扭结,形成菇蕾,养分借助菌丝细胞中原生质的流动集中运往菇蕾供生长发育,若温度回升,尤其是较高温度时间偏长,菌丝又把菇蕾中的养分输送给周围的菌丝,供菌丝蔓延生长,结果使大批幼菌蕾死亡。孢子散发的温度以 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ 为最好,若超过 27°C ,就是相当成熟的子实体,也不会发出孢子。孢子萌发的温度以 $24\sim 26^{\circ}\text{C}$ 为最佳,过高或过低都会延长萌发时间或不萌发。