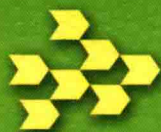


新农村建设丛书

刘晓龙 蒋中华 编著



食用菌菌种生产技术



吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

农业农村部农业技术推广分署

中国食用菌菌种生产技术推广站



食用菌菌种生产技术



中国食用菌菌种生产技术推广站
编 著 中国食用菌菌种生产技术推广站

新农村建设丛书

食用菌菌种生产技术

刘晓龙 蒋中华 编著

吉林出版集团有限责任公司
吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌菌种生产技术/刘晓龙编.

—长春:吉林出版集团有限责任公司,2007.12

(新农村建设丛书)

ISBN 978-7-80762-161-4

I.食... II.刘... III.食用菌类—菌种 IV.S646.036

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 203027 号

食用菌菌种生产技术

编著 刘晓龙 蒋中华

出版发行 吉林出版集团有限责任公司 吉林科学技术出版社

印刷 大厂书文印刷有限公司

2010 年 3 月第 2 版

2010 年 3 月第 1 次印刷

开本 880×1230mm 1/32

印张 3.25 字数 79 千

ISBN 978-7-80762-161-4

定价 16.00 元

社址 长春市人民大街 4646 号

邮编 130021

电话 0431-85661172

传真 0431-85618721

电子邮箱 xnc 408@163. com

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

《新农村建设丛书》编委会

主 任	韩长赋			
副 主 任	荀凤栖	陈晓光		
委 员	(按姓氏笔画排序)			
	王守臣	车秀兰	冯晓波	冯 巍
	申奉澈	任凤霞	孙文杰	朱克民
	朱 彤	朴昌旭	闫 平	闫玉清
	吴文昌	宋亚峰	张永田	张伟汉
	李元才	李守田	李耀民	杨福合
	周殿富	岳德荣	林 君	苑大光
	侯明山	闻国志	徐安凯	栾立明
	秦贵信	贾 涛	高香兰	崔永刚
	葛会清	谢文明	韩文瑜	靳锋云
责任编辑	司荣科	祖 航		
封面设计	姜 凡	姜 旬	恂	
总 策 划	刘 野	成与华		
策 划	齐 郁	司荣科	孙中立	李俊强

出版说明

《新农村建设丛书》是一套针对“农家书屋”、“阳光工程”、“春风工程”专门编写的丛书,是吉林出版集团组织多家科研院所及千余位农业专家和涉农学科学者,倾力打造的精品工程。

本丛书共分五辑,每辑 100 册,每册介绍一个专题。第一辑为农村科技致富系列;第二辑为 12316 专家热线解答系列;第三辑为普通初中绿色证书教育暨初级职业技术教育教材系列;第四辑为农村富余劳动力向非农产业转移培训教材系列;第五辑为新农村建设综合系列。

丛书内容编写突出科学性、实用性和通俗性,开本、装帧、定价强调适合农村特点,做到让农民买得起,看得懂,用得上。希望本书能够成为一套社会主义新农村建设的指导用书,成为一套指导农民增产增收、脱贫致富、提高自身文化素质、更新观念的学习资料,成为农民的良师益友。

目 录

第一章 概述	1
第一节 菌种发展史	1
第二节 菌种分级	3
第二章 食用菌生物学特性	6
第一节 食用菌营养	6
第二节 食用菌生长发育条件	9
第三章 食用菌生产设施设备	15
第一节 场选择和建造	15
第二节 生产设备	16
第四章 消毒与灭菌	23
第一节 消毒与灭菌方法	23
第二节 消毒与灭菌的应用	33
第三节 消毒灭菌效果检验	40
第五章 食用菌培养基	43
第一节 培养基类型	43
第二节 培养基配制原则	47
第六章 母种生产	49
第一节 母种培养基配方	49
第二节 母种培养基制作	53
第三节 母种接种与培养	57
第四节 母种质量标准与检验	59

第七章 原种和栽培种生产 64

第一节 原种和栽培种培养基制作 64

第二节 原种和栽培种培养基灭菌 68

第三节 原种和栽培种接种与培养 71

第四节 菌种质量标准与检验 75

附录 81

参考文献 97

第一章 概 述

第一节 菌种发展史

一、食用菌菌种生产历史和现状

食用菌是一类可供人们食用的大型真菌,具有肉质、胶质或纤维质的子实体,俗称“菇”、“蕈”、“菌”、“耳”,如香菇、平菇、猴头菌、黑木耳、银耳、榆耳和双孢菇等。在分类学上,大部分属真菌门中的担子菌亚门,少部分属于子囊菌亚门,子实体都比较大,与其他真菌相比,它们是属于最大型的,因此也称“大型真菌”。药用菌是指能治疗疾病、具有药用价值的一类真菌,即对人体有保健作用,对疾病有预防、抑制或治疗作用的真菌,如灵芝和猪苓等。其中有一些种类不仅具有医疗保健作用,还可以食用,被称为药食兼用真菌,如猴头和榆耳等,它们广义上都称为药用真菌。

我国是世界上对食用菌研究和记载最早的国家,对食用菌进行研究栽培有 2000 多年的历史。早在 2000 多年前就已经进行食用菌栽培了,但不是采用纯菌种栽培,而是采用原始的砍花法栽培,如灵芝、香菇和黑木耳栽培等,浙江省庆元县的吴三公庙就是很好的例证。而采用纯菌种栽培是从双孢菇开始的,也就是我们常说的蘑菇。双孢菇栽培起源于法国,1707 年法国人以野生蘑菇菌丝体作为菌种栽培双孢菇。1893 年双孢菇孢子发芽培养基培养纯菌种获得成功。1902 年双孢菇组织分离培育菌种获得成功。19 世纪初,双孢菇栽培开始从法国传到英国、荷兰、德国和美国,并扩大到世界各地。

二、食用菌菌种的由来

自然选种也称为常规选种、常规育种。这是获得优良品种简单而有效的方法。最初的食用菌菌种和品种都是通过这一方法获得的。食用菌在自然界的生存和进化中,由于不同的环境条件,形成了不同的遗传性状,可以从中分离和筛选出具有优良农艺性状适合栽培的食用菌品种。目前使用的许多品种都是从野生食用菌上分离、筛选、驯化和培育而来的。野生食用菌和人工栽培的食用菌在生长发育过程中都会产生变异,从突变的个体中选育优良品种,也是自然选种的一种方法。如白色双孢菇是从奶油色蘑菇突变个体中选育出来的,白色平菇是从灰色的糙皮侧耳突变个体中选育出来的,黑灰色平菇低温品种是从灰白色美味侧耳突变个体中选育出来的。食用菌生产中主要分离方法有组织分离、基内菌丝(或菇木)分离和孢子分离3种。

1. 组织分离 选择新鲜干净、农艺性状好的子实体,在无菌条件下用手或镊子将食用菌子实体掰开,再用灭菌的接种刀,在掰开的断面中切一小块菌肉,迅速移到琼脂培养基上,放在适宜温度($26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$)下培养,就能从菌肉上长出新生菌丝体。子实体分离法简单可靠,比较常用。

2. 基内菌丝(或菇木)分离 是利用生长食用菌菌丝的基质作为分离材料进行分离的一种方法,属于组织分离法中的一种。在食用菌生产上主要是利用栽培袋(瓶)、菌床培养料、段木等作为基内菌丝分离对象。如果是袋(瓶)的材料,多选用袋(瓶)底部菌丝较幼嫩的部分进行分离。分离时取一块无污染的菌丝块,在无菌条件下,掰开菌丝块,从中挑取绿豆大小、菌丝生长旺盛的菌丝块,移入试管即可。如果是菌床宜选择内部无污染的菌丝块。菇木分离法简单不可靠,必须进行出菇试验。

3. 孢子分离 分为单孢分离和多孢分离。就是采用成熟的食用菌子实体,在无菌条件下使子实体进行孢子释放,然后进行培养,再选择不同形态特征的食用菌单个菌落,移接到斜面培养基

上。最后进行出菇实验,这种方法技术复杂,一般食用菌科研单位进行杂交育种时使用。

第二节 菌种分级

食用菌菌种是指在适宜基质上发育良好并已充分蔓延,具有结实能力,可用作食用菌生产种源的菌丝体。食用菌菌种分为固体菌种和液体菌种两种,固体菌种又分为母种、原种和栽培种。生长在固体培养基上的食用菌菌种称为固体菌种,目前我国食用菌生产上使用的各级商品菌种都是固体菌种,如以试管作为容器的斜面母种,以菌种瓶(袋)为容器的原种和栽培种。固体菌种的母种大多采用 PDA 试管培养基,固体菌种的原种和栽培种大多采用木屑培养基,也有采用其他类型的固体菌种的。液体菌种是将固体母种接入装有液体培养基的特定容器里,并给予必要的生长条件,通过振荡、搅拌或气流漩涡等方式,使之迅速繁殖而产生菌丝球,称为液体菌种。液体菌种由于缺乏质量检验技术和方法,且技术要求高、生产难度大、成本高以及技术不成熟等原因,尚未大面积推广应用,只是在平菇、黑木耳、灵芝、金针菇和香菇等品种上小面积试验,目前大多数食用菌加工企业和药厂应用液体发酵获得菌丝体来提取有效成分,而不是用于栽培食用菌。

一、菌种分级

1. 菌种分级 我国食用菌菌种分为母种(一级种)、原种(二级种)和栽培种(三级种)3级。母种是经各种方法选育得到的,具有结实性的菌丝体纯培养物及其继代培养物,以玻璃试管为培养容器和使用单位,也称一级种、斜面种或试管种。母种又分为保藏母种、扩繁母种和生产母种等。原种是用母种在木屑、粪草等天然固体培养基上扩大繁殖而成的菌丝体纯培养物,也叫二级种。原种常以透明的玻璃瓶或塑料菌种瓶或 14 厘米×28 厘米聚丙烯塑料袋为培养容器和使用单位,原种用来繁育栽培种或直接用于栽培。

栽培种是用原种在天然固体培养基上扩大繁殖而成的,直接作为栽培基质种源的菌种,也叫三级种。栽培种常以透明的玻璃瓶、塑料瓶或塑料袋为培养容器和使用单位。栽培种只能用于栽培,不可再次扩大繁殖成菌种。一般采用母种生产原种,采用原种生产栽培种,栽培种再用于食用菌栽培,也有用原种直接栽培食用菌的,如代料地栽黑木耳。

2. 菌种类型 食用菌固体菌种主要有以下几种类型:木屑种、粪草种、谷粒种、木块种和颗粒种,这几种菌种类型都有各自的优缺点。

(1)谷粒菌种 是指用小麦、玉米、高粱或谷子等作物子粒做培养基生产的食用菌菌种。国外欧、美等国的双孢菇生产中使用的几乎全是谷粒菌种。国内山东九发集团在双孢菇生产中首先使用谷粒菌种,国内一些食用菌菌种生产企业和食用菌栽培户也开始选择谷粒菌种。它的优点是菌丝生长健壮、生活力强、发菌快,在基质中扩展迅速;缺点是鼠害发生严重。

(2)粪草菌种 以畜粪和稻草为培养基主料生产的食用菌菌种,称为粪草菌种。国内双孢菇生产大多采用谷粒或谷粒与粪草相结合菌种,也有少量栽培户采用粪草菌种的。粪草菌种具有成本低、制作简单等优点;缺点是菌丝生长缓慢,菌丝不强壮,接种时菌种损伤严重等。目前有将粪草作为过桥料少量放置在谷粒菌种表面,以利菌丝快速萌发。

(3)枝条菌种 是采用木筷子或枝条作为培养基而生产的食用菌菌种,枝条菌种在香菇和黑木耳等食用菌栽培上应用。它的优点是菌种在接种时不受伤害,菌丝萌发快,污染率低;缺点是菌种生产技术要求高,菌种培养期长。

(4)颗粒菌种 是用木屑、秸秆、堆肥等适宜材料采用人工压制成型基质后生产的菌种,也叫种木粒。颗粒菌种的生产工艺日益完善。目前,中国台湾以及浙江庆元已经从国外引进颗粒菌种生产线,进行香菇代料袋栽菌种生产。国外日本和韩国已经

进行颗粒菌种的生产应用。虽然颗粒菌种在国内尚未形成主流种型,但有广阔的发展前景。

(5)菌种钉 是指用圆形、楔形等小木块为培养基制作的食用菌菌种,也叫木块菌种。这种种型的菌种通常仅用于香菇、黑木耳等木腐食用菌段木栽培。不过,近年在少数地区的香菇代料袋栽中也有应用。

二、菌种繁育体系

1. 二级菌种繁育体系 二级菌种繁育体系就是不经过原种生产过程,采用母种直接生产栽培种,栽培种直接用于食用菌生产的菌种繁育体系。如我国代料地栽黑木耳就是采用二级菌种繁育体系生产的,而日本菌种生产都是采用二级菌种繁育体系,即母种生产栽培种。

2. 三级菌种繁育体系 三级菌种繁育体系就是采用母种生产原种,原种生产栽培种,栽培种再用于食用菌生产的菌种繁育体系。我国食用菌菌种生产大多采用三级菌种繁育体系,即母种(一级种)、原种(二级种)和栽培种(三级种),但黑木耳除外。我国食用菌菌种繁育体系包括二级菌种繁育体系和三级菌种繁育体系两种,但是主要以三级菌种繁育体系为主,个别食用菌种类采用二级菌种繁育体系。

第二章 食用菌生物学特性

第一节 食用菌营养

食用菌和其他微生物一样,在生长发育过程中要不断地吸收所需要的物质,这些物质称为营养。因为食用菌没有叶绿素,不能进行光合作用,其所需营养是通过菌丝细胞表面的渗透作用,从周围基质中吸收可溶性养分,并且借助酶的作用来分解和利用有机物质,因此被称为异养生物。

一、营养类型

在自然界中,食用菌所需要的营养物质,都依靠植物供给。同样是异养生物,但它们对供养生物体的生活状态常有选择。有些食用菌必须由活植物体上获得所需养料,有很多食用菌只能从死亡的动植物体和它们的产品、加工品上取得养料,还有些食用菌基本上是腐生的,根据食用菌摄取营养方式的不同,将食用菌分为腐生性食用菌、寄生性食用菌、共生性食用菌 3 种营养类型。

1. 腐生性食用菌 是一类从无生命的有机质中吸取营养物的真菌,营养物质的来源主要是动植物的遗体,动物和植物的脱落物,如落叶、枯枝、树根以及动物的粪便和毛发等。腐生性食用菌能分解自然界中大量的有机物质,目前人工栽培的食用菌大多数为腐生性食用菌。

(1)木腐性食用菌 指生活在木材或活立木上的死亡部分,分解吸取其养分,破坏其结构,导致木材腐朽的食用菌。木腐性食用菌一般不侵害活立木,而只是在已经枯死的枝丫上生长。如灵芝、蜜环菌、金针菇、香菇、平菇、滑菇、猴头菌和黑木耳等均为木腐性

食用菌。

(2) 草腐性食用菌 指以腐熟的稻草和动物粪便作为营养的食用菌,如草菇、双孢菇和大肥菇等。

2. 寄生性食用菌 食用菌几乎能够侵入所有的生物体来获取营养,这些食用菌不是寄生者便是捕食者。捕食性食用菌主动积极地捕获其他有机体,然后杀死它们作为食物。而寄生性食用菌侵入活的植物或动物,靠植物或动物的养分在其体内生活并繁殖,并对植物或动物产生危害。很多寄生性食用菌能够寄生在昆虫和其他节肢动物上,称为昆虫寄生食用菌。昆虫寄生食用菌包括虫草属中的冬虫夏草,而冬虫夏草是一种名贵的中药。

3. 共生性食用菌 能与所有植物的根系结合。植物根系被食用菌感染,但食用菌对根系却无有害或为害甚小。食用菌与植物根系结合形成特殊的共生体称为菌根。共生性食用菌广泛分布于子囊菌亚门中的块菌和大团囊菌属,担子菌亚门中的牛肝菌、口蘑、鹅膏、杯伞、蜡伞、丝盖伞、铆钉菇、乳菇、双孢菇、松塔牛肝菌、齿菌、鸡油菌及革菌等属中。

二、营养物质

食用菌对营养物质的吸收利用包括碳源、氮源、无机盐和维生素等。

1. 碳源 是构成食用菌细胞和代谢产物中碳骨架的营养物质,也是食用菌生命活动的能量来源。食用菌的碳源包括纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶、戊聚糖类、有机酸类和醇类等。在常见的碳源中,单糖、低分子有机酸和醇类均可直接吸收利用,纤维素、半纤维素、淀粉等大分子化合物,必须经过菌丝细胞所产生的胞外酶分解成葡萄糖、阿拉伯糖、木糖、果糖等简单的糖类后,才能被吸收利用。在食用菌生产中,除葡萄糖、蔗糖外,碳的主要来源是各种植物原材料,如木屑、木材、稻草、豆秸、玉米芯、棉子壳等。在培养基中加入葡萄糖能诱导胞外酶的产生,加快纤维素的分解,一般加入量为 0.5%~1%。不同的糖类,对于某一种食用菌

的功能不同。如葡萄糖促进双孢菇菌丝生长;甘露糖促进平菇菌丝生长;蔗糖、果糖、淀粉和纤维素对平菇子实体形成有利。在食用菌吸收的碳素中,只有 20%用于合成细胞,而 80%用于维持生命活动所需的能量被氧化分解。在食用菌的生命活动中,碳素营养物质需要量最大。

2. 氮源 是合成食用菌细胞蛋白质、核酸和酶类的主要原料。食用菌可利用的氮源包括无机氮(铵盐、硝酸盐)和有机氮。食用菌菌丝没有充分利用无机氮合成细胞所必需的氨基酸的能力,所以以无机氮为唯一氮源时,菌丝生长缓慢且不出菇。为了使食用菌高产,生产上通常加入尿素、氨基酸、蛋白质等有机氮。还可加入黄豆粉、麦麸、米糠等。

在食用菌菌丝分解过程中碳氮比十分重要。一般菌丝细胞的碳氮比是 8~12:1,在食用菌生长过程中 50%的碳供给呼吸的能量,50%的碳组成菌丝细胞,所以培养基的碳氮比是 16~24:1,有足够的碳供给微生物全部利用氮。培养基的碳氮比一定要适当,碳氮比值过高,抑制原基分化,延迟出菇,碳氮比值过小,早出菇,产量低。一般营养生长阶段碳氮比 20:1;一般生殖生长阶段碳氮比 30~40:1;不同的食用菌和培养料,碳氮比也不同。如双孢菇堆料前,碳氮比为 33:1;发酵后碳氮比为 17:1;草菇为 40~60:1;香菇木屑培养基碳氮比为 25:1;椴木为 260~600:1。

有些食用菌能生长在碳氮比非常高的木材基物上,如变色多孔菌,可在树桩上形成子实体。食用菌在缺氮情况下,仅有的氮供给主要的代谢过程,如形成核酸和解聚酶。有些食用菌还能再利用衰死菌丝的氮。如果基物碳氮比较低,如鲜草碳氮比 15:1,新鲜豆科植物碳氮比低于 10:1,超过食用菌所需要的氮,在分解过程中大量的氮被其他生物利用。

3. 无机盐 是构成细胞物质的组成元素。以磷、钾、硫、钙、镁等元素需要量大,称为大量元素,其中以磷、钾、镁三元素最为重要。使用浓度一般 100~500 毫克/千克。矿物质元素广泛存在于

天然有机物中,如木屑、玉米芯、稻草和棉子壳等。铁、钴、锰、钼、硼等元素称为微量元素。使用浓度一般为 1 毫克/千克。微量元素来源于培养基的有机物和水中。无机盐存在于细胞质中,维持体细胞一定的渗透压,或作为酶的催化剂。

4. 生长素 包括维生素和核酸一类具有特殊生理活性的化合物,它们用量少,作用大。维生素包括维生素 B₁(硫胺素)、维生素 B₂(核黄素)、维生素 B₉(叶酸)、维生素 B₃(尼克酰胺)、β-氨基苯甲酸、维生素 B₁₂(氰钴胺素),以及核酸、核苷酸等。维生素 B₁ 是脱羧酶辅基的重要组分,是食用菌碳代谢必不可少的酶类。有些食用菌不能合成维生素 B₁,缺乏时生长发育受阻,甚至不出菇,必需添加,加入浓度为 0.01%~0.1%毫克/千克。核酸和核苷酸促进子实体生长发育,特别是环-磷酸腺苷酸,具有生物激素的功能,使不结实的单核菌丝产生子实体。生长素一般存在于马铃薯、米糠和麦麸等原材料中。

第二节 食用菌生长发育条件

一、温度

食用菌生长发育只有在一定的温度条件下才能进行。不同种类、不同发育阶段,对温度的要求不同。根据食用菌生长温度范围和最适温度,通常分为高温性、中温性和低温性 3 类。自然界中绝大多数食用菌都是中温性的,它的最适生长温度为 25℃~37℃,其中腐生食用菌最宜温度在 25℃~30℃;低温食用菌最适生长温度在 10℃~15℃,包括海洋、冷水河流和冷藏库(冰箱边缘)中的真菌。

适宜食用菌生长发育的温度范围称有效温区。大多数食用菌的有效温区在 7℃~30℃ 范围之间。有效温区的下限,称最低有效温度,又称发育起点温度。有效温区的上限,称最高有效温度。在最高和最低有效温度之外,有一段狭窄的极限高温区和极限低温区,它的上限称极限高温,下限称极限低温。在有效温区内,有一