



新农村农技员书库

INNONGCUNNONGJIYUANSHUKU

食用菌栽培与 制种技术



延边人民出版社

Yanbianrenminchubanshe

新农村农技员书库

食用菌栽培与制种技术

主编 高英

延边人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

食用菌栽培与制种技术/高英主编. —延吉:延边人民出版社,
2003.

(新农村农技员书库)

ISBN 7-80648-916-9

I.食… II.高… III.①食用菌类-蔬菜园艺②食用菌类-
制种 IV.S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 005558 号

新农村农技员书库
食用菌栽培与制种技术

主 编:高 英
责任编辑:李末玉
封面设计:张沐沉
责任校对:李末玉
出 版:延边人民出版社
经 销:各地新华书店
印 刷:长春市康华彩印厂
开 本:850×1168 毫米 1/32
字 数:7400 千字
印 张:412
版 次:2003 年 3 月第 1 版
印 次:2003 年 3 月第 1 次印刷
印 数:1-3000 册
书 号:ISBN 7-80648-916-9/S·10

定价:480.00 元(每单册:16.00 元 共 30 册)

内 容 提 要

近年来,我国食用菌产业迅速发展,成为诸多县、乡、镇的支柱产业,为我国农民脱贫致富,为我国农村经济的发展作出了重大贡献。

由于多年食用菌科技投入的严重不足,对菌种的基础研究严重缺乏,对菌种质量的鉴定缺乏快速有效的方法,从而难于管理,这使得同物异名、同名异物泛滥,假冒伪劣和退化老化菌种常流入生产,造成大面积污染、大面积不出菇、大面积畸形菇、大面积减产等严重经济损失。

菌种的问题严重影响着我国食用菌产业的健康稳定发展,特别影响入世后我国食用菌产品国际市场的开拓。为此,特编写此书。

本书主要内容:食用菌的菌种生产技术、食用菌栽培设施与建筑、栽培技术、菌种保藏和贮藏、制种技术的改良、病虫害防治等。本书内容实用价值高,具有可操作性。适合广大菇农阅读参考。

因编者水平有限,难免有误,望读者赐教。

目 录

第一章 概 述	1
第一节 食用菌生长发育所需要的条件	1
第二节 食用菌的价值	15
第三节 食用菌品种类型的划分	22
第四节 食用菌优良品种的选择	30
第二章 食用菌的菌种生产技术	33
第一节 菌种场规划布局与设施	33
第二节 菌种分级和生产的工艺流程	44
第三节 母种制作	45
第四节 原种和栽培种的生产	66
第三章 食用菌栽培设施及建造	69
第一节 菇 房	69
第二节 园艺设施	71
第四章 栽培技术	77
第一节 香菇栽培技术	77
第二节 草菇栽培技术	104
第三节 蘑菇的菌种与培养料	145
第四节 金针菇栽培技术	158
第五节 平菇栽培技术	184
第六节 猴头菇栽培技术	214
第七节 黑木耳栽培技术	220
第八节 滑菇栽培技术	233
第九节 鸡腿蘑栽培技术	242

2 食用菌栽培与制种技术

第十节 大球盖菇	246
第十一节 灰树花	249
第十二节 牛排菌	254
第十三节 羊肚菌	258
第十四节 长根菇	264
第十五节 灵芝	268
第十六节 虎奶菇	278
第十七节 鸡枞菌	282
第十八节 银耳的栽培技术	288
第五章 菌种保藏和贮藏	300
第一节 概 述	300
第二节 菌种保藏	301
第三节 菌种贮藏	304
第六章 制种技术的改良	306
第一节 小袋低耗制种	306
第二节 麦粒快速制种	310
第三节 “蚊帐”接种效果好	312
第七章 食用菌病虫螨害防治	315
第一节 食用菌病害	315
第二节 食用菌虫害	337
第八章 贮藏期的病虫螨害	379
第一节 干菇干耳贮藏期发生霉菌的种类及原因	379
第二节 干菇干耳贮藏期发生的害虫	380
第九章 常用药剂的性质及其使用方法	389
第一节 菌种生产及菇房消毒的杀菌剂	389
第二节 病害防治中常用的杀菌剂	395
第三节 害虫、害螨防治中常用的药剂	398
第四节 毒杀有害动物的药剂	405

第一章 概 述

第一节 食用菌生长发育所需要的条件

食用菌生长发育所需要的条件基本是营养和环境因子两大方面。不同的种类对营养和环境要求不同,不同的生长发育阶段对营养和环境的要求不同,甚至同一个种不同品种对环境条件的要求也不同。因此,探讨和了解食用菌生长发育所需要的条件至关重要。

尽管不同种类、不同品种、不同发育时期对营养和环境条件的要求不同,但是,对主要营养源和主要环境因子的反应还是有许多共同之处。了解这些规律性的知识,对于食用菌的生产,还是大有裨益的。

一、营养条件

食用菌的生长发育需要多种养分,将这些养分归类后,主要是碳源、氮源、矿物质和生物素四大类。

1. 碳源

碳元素是生物的最大量元素。碳是构成一切有机物的骨架,

是生物细胞的结构和能源物质。食用菌生长过程中,所需要的碳源都是有机物,这主要是木质素、纤维素和半纤维素,其次还有淀粉、糖、有机酸等。这些都是食用菌培养料中的主要成分。食用菌不能利用二氧化碳和碳酸盐类等无机碳。有机物中的淀粉、糖、醇和有机酸等小分子化合物较木质纤维素易于食用菌的吸收。糖类是食用菌最易吸收利用的碳源,因此,常在各级菌种的培养基中加入一定量的葡萄糖或蔗糖。此外,油脂类也是食用菌的优良碳源,特别是利于子实体的形成,经乳化处理的油脂对多种食用菌有显著的增产作用。

2. 氮源

氮素是碳元素以外需求量最大也是最重要的营养要素。对食用菌最好的氮源是有机氮,有机氮普遍存在于各类培养料的材料中,以各种饼肥(花生饼、柿仁饼、豆饼、菜籽饼等)、麦麸、米糠、厩肥、豆粉等含量最丰富。食用菌还能吸收多种作物用的氮肥,如磷酸二铵、硫酸铵、尿素,对这三种化肥的吸收,以前两种较好。在有机氮和无机氮中,食用菌优先利用有机氮,无机氮中优先利用铵态氮。

菌丝生长期氮素的含量最适浓度为0.016%~0.032%。在食用菌的生产中,表示培养料中含氮量常用的是碳氮比(C/N),碳氮比是栽培中配料的主要依据。多数食用菌播种时培养料的适宜C/N比值在30~40:1,出菇期的C/N比值17~20:1。食用菌栽培中的氮源主要来自有机氮。当加入化肥以提高氮含量时,要注意不可过多,否则影响出菇。有的菇种对碳氮比要求并不苛刻,在较少的含氮量条件下菌丝也可以很好的生长,草菇可以在C/N比值32~150:1下生长,香菇可在150~300:1下生长。当然,在人工栽培条件下,我们应该按其生长发育适宜的碳氮比来配料生产。

3. 矿物质

食用菌生长发育需要多种矿物质。其所需的矿物多以无机盐的形式添加。这些矿物质中可分为大量元素和微量元素两大类。

(1)大量元素 也称常量元素,主要是钙、磷、钾、硫和镁。这些元素对食用菌常有促进菌丝生长和子实体形成的作用。这些元素在栽培用的培养料中也是广泛存在的。人们为了获得更好的栽培效果,往往再额外加入这些元素的无机盐类,如硫酸钙(石膏)、碳酸钙、氢氧化钙、过磷酸钙、硫酸镁、硫酸钾、草木灰(有效成分氢氧化钾)、磷酸二氢钾、磷酸氢二钾等。其用量 0.1% ~ 0.3% 不等。

(2)微量元素 食用菌需要的微量元素主要有铁、锌、锰等,并对其有较好的富集作用。人们常通过过量加入这些元素到培养料中,获取富集产品,如富硒的平菇和富锌的金针菇。

微量元素对食用菌的作用非常微妙,使用浓度要求恰到好处,浓度过低时不显效,浓度过高时又产生毒害作用,抑制食用菌的生长。这些微量元素都不同程度地存在于作为培养料的各种秸秆皮壳中,在没有精确实验数据和称量设备的情况下,栽培时不可盲目加入,天然存在的含量就可满足食用菌生长发育的基本需要。

4. 生物素

生物素是一类有生物活性的大分子,主要是维生素类和生物激素类。它们参与食用菌的新陈代谢。这些物质是食用菌生长所必需的,一旦缺少,就会影响正常的生长发育。如维生素 B₁,可促使香菇和双孢蘑菇菌丝体中贮存的养分输送到子实体中,对其子实体的形成和发育有着不可代替的作用。一些植物激素,如赤霉素和三十烷醇对食用菌的生长发育也有促进作用。

琼脂培养基中常用的马铃薯、麦芽汁和酵母粉中都含有丰富

的维生素,培养料中的麦麸、米糠、玉米粉中也都含有多种维生素。因此,当培养基中有这些成分时,就不需再额外地添加维生素。

二、环境条件

环境条件因子中对食用菌生长发育影响较大的主要是温度、湿度、氧气和二氧化碳(通风)、光线和酸碱度。

1. 温度

温度是环境条件诸因子中最活跃的也是最重要的因素,它直接影响食用菌的自然分布,在人工栽培中,直接影响各个生长阶段的进程,决定着生产周期的长短和栽培的成败,也是食用菌产品品质和产量决定性因素之一。食用菌的不同种和品种,不同的生长发育时期对温度的要求都是不同的,生产者必须据此调节生产场所的温度。

(1)食用菌的温度类型 根据子实体形成和生长发育所要求的温度,可以将食用菌分为高温菌类、中温菌类和低温菌类三大温型。这里必须指出的是,有些种类的温型划分也不是非常固定的,划分的温型的温度值也不是完全固定的,只是一种基本参考值。这个划分也只是在食用菌的范围内,而不是在微生物的大范围内。

①高温菌类 高温菌类的子实体形成和发育需要较高的温度,在 25°C 以上,甚至菌丝体的生长要求温度也高于其他菌类(表1-1),如草菇子实体形成和发菌的适温为 $30\sim 32^{\circ}\text{C}$,其菌丝生长的适温达 $32\sim 35^{\circ}\text{C}$,盖囊菇、鲍鱼菇、毛木耳等子实体形成和发育的适温也在 25°C 以上。

②中温菌类 中温菌类的子实体形成和发育的适宜温度在 $15\sim 25^{\circ}\text{C}$,这类菌的菌丝体生长适温一般在 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$,食用菌中这类温型比较多,如香菇、糙皮侧耳、榆黄蘑、凤尾菇、银耳、灰树花、

榆耳、巴西蘑菇(姬松茸)、鸡腿菇、柱状田头菇、猴头、长根菇等。

③低温菌类 低温菌类的子实体形成和发育需要较低的温度,高于这一温度时则子实体不能形成,或不能正常发育。这类菌一般子实体形成的适宜温度低于 15°C ,人工栽培的食用菌中有金针菇和滑菇。

表 1-1 几种食用菌生长发育对温度的要求($^{\circ}\text{C}$)

项 目 种 类	菌 丝 体		子实体分化温度	子实体发育最适温度
	生长范围	适宜温度		
草菇	12~45	32~35	22~35	30~32
银丝草菇	15~36	30~32	12~28	14~22
木耳	4~39	24~28	16~28	24~27
毛木耳	10~36	25~32	24~27	24~27
鲍鱼菇	10~35	25~28	18~32	25~28
盖囊菇	10~35	25~30	20~32	27~29
双孢蘑菇	6~33	22~24	8~18	13~16
香菇	5~33	24~25	7~21	12~18
糙皮侧耳	5~33	24~28	7~22	13~18
银耳	12~35	24~26	18~25	20~23
猴头	10~33	22~24	12~24	16~21
大肥菇	6~33	26~31	17~28	20~22
凤尾菇	6~32	25~27	17~23	18~24
榆黄蘑	5~35	24~28	16~25	18~24
巴西口蘑	10~37	23~27	20~33	22~25
灰树花	5~35	25~28	15~25	18~22

6 食用菌栽培与制种技术

项 目 种 类	菌 丝 体		子实体分化温度	子实体发育最适温度
	生长范围	适宜温度		
金耳	4~35	23~25	8~25	15~20
榆耳	5~30	25	5~26	12~20
鸡腿菇	5~35	25	10~25	15~22
柱状田头菇	5~34	25	10~30	18~20
真姬菇	5~30	20~24	8~22	12~16
亚侧耳	10~30	25	8~22	10~20
长根菇		25	14~28	25
黄伞	5~35	23~25	10~18	15~18
阿魏侧耳	5~32	24~26	8~25	15~20
大球盖菇		22~27	10~16	16~21
金针菇	7~30	23	5~19	8~14
滑菇	5~33	22~25	5~15	7~10
灵芝	10~35	26~28	22~30	25~30
口蘑	3~30	20	2~30	15~17
松茸	10~30	22~24	14~20	15~16
牛肝菌	8~30	24~27	5~28	16~24

注:表中香菇、滑菇为中、低温品种。

(2)温度对食用菌生长发育的影响 温度对食用菌的不同发育阶段的影响是不同的。总的说来,不论任何发育阶段,在适宜的温度范围内,高温都使食用菌的生长加快,低温使其生长缓慢。适宜的温度使食用菌的生产周期能按预期完成,低温条件由于使食用菌的生长发育迟缓而使生产周期拉长,从经济上,使食用菌的单位时间产量降低。

①对菌丝体生长的影响。各种食用菌都有其菌丝生长的最适温度、适宜温度、最高温度和最低温度以及致死温度。温度显著地影响菌丝体的长速和活力,甚至影响到能否出菇。有的香菇品种在长期的低温条件下发菌,尽管最终菌丝长满长透了培养料,也转了色,但就是不出菇,或仅有极少的畸形菇形成。

一般说来,食用菌菌丝的生长温度范围多在 $5\sim 35^{\circ}\text{C}$,特殊种类最低生长温度 3°C ,最高生长温度 45°C 。适宜生长温度多数种在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$,特殊种类高于 30°C 。最适生长温度多数种在 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。食用菌菌丝耐低温的能力大大强于高温,多数中温菌类和低温菌类在试管斜面上可忍耐 -5°C 的低温数小时而不致死亡,在天然基质(如原木、木屑、棉籽壳等)内,可忍耐 -15°C 的低温数日;而在高温条件下,在琼脂培养基上多数菌 35°C 几小时后,活力就明显降低, 40°C 2~3小时就会死亡。多数菌的致死温度高限是 $38\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

在适宜生长的温度范围内,如香菇 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$,平菇 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的范围内,相对的低温利于菌丝体的生长,菌丝长速虽有所变缓,但菌丝体致密,长势壮,活力强。相对的高温,菌丝长速虽然较快,但菌丝体较稀疏,活力和长势都不及相对低温下的培养。因此,生产中常采取相对低温发菌。

②对菌丝生理成熟的影响。菌丝达到生理成熟后,在适宜的环境条件下才能形成子实体。当采取不适温度条件培养时,虽然菌丝也长透了基质,外观上也不见什么不正常的表现,但迟迟不出菇或出菇不良,产量不高,特别是对一些木腐菌,这种现象时常出现,如香菇、滑菇等。这正是因为菌丝生长的温度不适,其未达到生理成熟,或代谢中的不利于子实体形成物质的积累,而不利于子实体的形成。北京郊区某公司曾于1995年10~12月间接种了代料种型品种的香菇,然后置于 $2\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的塑料温室中发菌,直至翌年秋季也未能正常出菇,有70%~80%的菌棒只菇未出,而这些

菌棒菌丝也都长满并转色。而同年3~4月接种的相同品种的菌棒,当年秋冬季出菇非常理想,可见菌丝生长期温度之重要。由此教训也还可看出,温度对菌丝生理成熟的影响是个很长的过程,不仅限发菌期的某几天。

③对菌丝生理后熟的影响。有的菇类菌丝长满基质后就能马上出菇,从菌丝体生长到子实体形成几乎不需要任何的特殊生理成熟的过程。如平菇和凤尾菇的多数品种。但是,有的种类,菌丝长满基质后并不能马上出菇,即使给予其出菇最适的环境条件,也不能马上出菇。这类食用菌营养生长后需要一定时间的体内生理调整,这一时期在生产上常称为生理后熟期。这种现象在香菇中普遍存在。这个时期的长短明显受环境温度的影响。在这一时期内,温度的作用规律是:在菌丝生长适温范围内,温度越高,后熟完成越快,温度越低则越慢。但是温度高于或低于菌丝生长适温范围时,都使生理后熟期拉长。因此,有生理后熟期的菇类,要如期出菇,不但要调节好发菌期的温度,也要注意生理后熟期的温度调节。

④对子实体形成和发育的影响。食用菌子实体的形成和发育所需温度多低于菌丝体生长温度,多数低5~10℃,但也有个别种类,子实体与菌丝体的适宜生长温度相近,如鲍鱼菇、盖囊菇、巴西蘑菇(姬松茸)、银耳、木耳等。另外,子实体发育的不同阶段对温度的要求也不相同。

子实体生长发育的最初阶段是原基形成,这是子实体的雏形期。多数食用菌在完成发菌后,低温刺激有利于子实体原基的形成。原基形成和分化的温度范围比较宽,而发育的温度范围较窄。原基分化期的温度明显影响日后子实体的品质。此期温度较适或偏低时,分化进程较慢,日后长成的子实体也较健壮,若温度过高,则日后长成的子实体个体小,菌盖薄。原基分化以后的子实体迅速伸展期,子实体生长的快慢和品质直接受环境温度的影响。对

于胶质菌来说,如果温度不够,耳片伸展缓慢,品质僵硬而不柔软;温度过高则耳片太薄,品质也不好。对于肉质的伞菌来说,温度低时,子实体长速慢,肉厚、柄短、质地紧密,口感滑嫩,品质好;温度高时,子实体生长快,肉薄、柄长、质地疏松,不同程度的纤维化,特别是菌柄,品质明显下降。当温度低于子实体生长的最低温度时,生长停滞,多数种类子实体不会死亡,只要没有低到菇体冻结的程度,一旦恢复到生长温度范围,便可恢复生长。但有的食用菌温度低于生长最低温几摄氏度后极易死亡,如草菇,在低于 24℃ 时幼菇极易枯死。多数食用菌子实体活体冻结后即死亡,特殊种类则仍能存活,解冻后仍能生长,如木耳、金耳、佛罗里达侧耳的一些品种(中蔬 10 号)。

⑤对采收后子实体的影响。在生产实践中,为了保证商品质量,多种种类八成熟左右就采收了,有的更早,仅 5~6 成熟。这个时期的子实体仍处于快速伸展期的发育阶段,生理代谢活动很强。此期的高温对产品质量有显著不良影响,高温使子实体的呼吸强度增强,大量形成和释放担孢子消耗大量的养分,使商品质量大大下降;高温使子实体内多种与褐变、腐变相关的酶活性大大增强,使产品褐变、腐变。因此,采收后的产品,要及时低温处理,以避免高温的不良影响,保证产品质量。没有条件行低温处理的,要立即上市,干制处理的也要及时干燥加工。

2. 湿度

在食用菌的生产实践中,湿度常有两个含义:基质(培养料)的含水量和大气相对湿度,都用百分数表示。含水量的计算公式为:

$$\text{含水量} = \frac{\text{水重量}}{\text{培养料湿重}} \times 100\%$$

在生产实践中,也常有人使用料水比来表示基质的含水量,这一般都用在培养料的制备过程。大气相对湿度用于湿球温湿度计

观测,可在玻璃仪器或医疗器械商店买到。

不同种类的食用菌,食用菌的不同发育时期对湿度的要求不尽相同,应分别处置。

(1)菌丝体生长阶段所需的基质含水量 食用菌菌丝生长阶段所需的基质含水量多在 50%~75% 这一范围内,多数种类在 55%~65% 之间。人工栽培的种类,草菇和大球盖菇要求基质含水量高些,在 70%~78%。食用菌生长发育所需要的水分绝大部分来自基质。因此,拌料时必须水分充足。这一方面是菌丝正常生长所必须的,同时也是子实体正常生长发育的保障。多数食用菌在基质含水量 50% 时生长明显变缓,低于 40% 时,多数食用菌几乎不能生长。食用菌生产中菌丝生长都是在几乎封闭的条件下进行的,有的是用玻璃瓶或塑料袋作容器的菌种,有的是在塑料袋或薄膜包裹下的菌棒、菌砖、菌块,在这个小气候中,大气相对湿度几乎是 100%。在这些容器和包裹物之外的大气候,则以较低的大气相对湿度较利于食用菌菌丝的生长,一般应控制在 75% 以下。空气湿度过高易引起污染。

(2)子实体生长发育所需的基质含水量和大气相对湿度 子实体生长发育期也就是出菇期,这一时期所需基质含水量高于菌丝生长期,多在 70%~80%,以 75% 为最适。由于呼吸作用,在正常的发菌管理条件下,发菌完成后的基质含水量一般较接种前提高 10%~15%,正合出菇要求。同时还需要较高的大气相对湿度,一般为 85%~95%。

当基质中含水量不足时,其他环境条件适宜,仍不能形成子实体。因此,如果配料时水分加入不足,不能如期出菇,后延数日后,由于菌丝的呼吸作用,使基质中含水量增至适宜出菇,方有子实体形成。

基质中水分不足时,已形成的子实体生长缓慢,个体也不大,易出现小菇、小老菇,口感不好。出菇期基质含水量不够时,则不

再出菇或出菇很少。但是,在栽培实践中,也时有水分过大导致不出菇的问题发生。这主要是可浸水补水的菇类,如香菇,浸水过头,基质中含水量过高,氧气大大减少,使基质中的大量菌丝窒息而死。

原基形成和分化需要较高的大气相对湿度,多在 95% 左右,分化后,子实体伸展期则多在 85% ~ 95%。在生产实践中,持续较高的大气相对湿度不利于病虫害的控制,也不利于优质菇的形成。多数种类在 80% ~ 95% 之间的变温条件更利于形成伞厚柄短的优质菇。各种菇的出菇期,都不可使大气相对湿度过高,在持续高湿的条件下,子实体生长发育迟缓,或菌盖反卷而畸形。在大气相对湿度不够时常出现菌盖干缩、干裂、龟裂、生长迟缓等。

出菇场所的大气湿度主要来自培养料水分的蒸发和人工喷水,为了减少培养料的水分蒸发,减少出菇而导致的基质含水量减少,必须经常喷水,必要时补水。

(3)湿度对食用菌生产的影响 在食用菌生长发育所需的诸要素中,如果说温度决定着它们的地理分布,那么,在栽培生产中,湿度的作用则影响着生产的进程和成败。这主要从以下几个方面影响食用菌的生产:

①影响杂菌的发生为害。杂菌的预防,在生产实践中至关重要,它关系到生产的成败。侵害食用菌的杂菌多数喜湿。因此,栽培中的高含水量的基质和高的大气相对湿度都利于杂菌的发生。高湿引起的杂菌大发生常能造成菇场完全溃败。湿度适当,控制好培养料的含水量和大气相对湿度是预防杂菌的有效措施。生产上,常以稍低于其生长的含水量预防发菌期的污染。如香菇的适宜含水量在 60% 左右,而生产上常使用含水量 55% ~ 58%,适当降低基质含水量,可有效地减少发菌期污染。

②影响产量和品质。含水量和大气相对湿度不适,都不能获得丰产丰收,也影响产品品质。正如前文所述,水分和大气相对湿