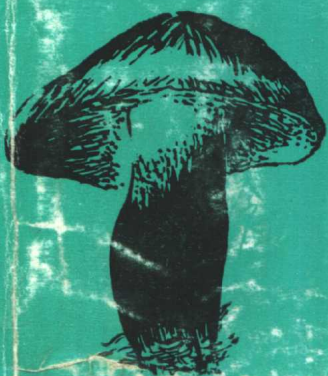
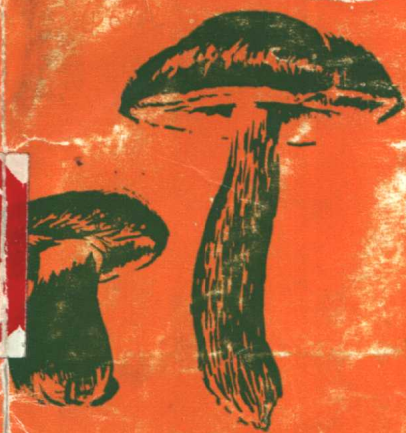


代料栽培食用菌新技术

李胜俊 曹钰普 编著



中国林业出版社



代料栽培食用菌新技术

李 胜 俊

编著

曹 钰 普

中 国 林 业 出 版 社

(京) 新登字033号

代料栽培食用菌新技术

李胜俊 曹钰普 编著

中国林业出版社出版 (北京西城区刘海胡同7号)

新华书店北京发行所发行 北京印刷三厂印刷
787mm×1092mm 32开本 9.75印张 213千字

1994年1月第1版 1994年1月第1次印刷

印数 1—3000 定价: 8.00 元

责任编辑: 李惟 责任校对: 杨静
封面设计: 张歌行 版式设计: 李静

ISBN 7-5038-1083-1/S·0602

前 言

《代料栽培食用菌新技术》系根据作者多年的实践经验，并采纳了当今国内外食用菌方面的先进技术编著而成。

本书共分三个部分18章及附录（13项基本知识）。第一部分（第一章至第三章）为基础理论、菌种生产及其鉴别方法。第二部分（第四章至第十七章）为15种菇（耳）栽培技术和科学管理、杂菌病虫害防治等。第三部分（第十八章及附录）为国内、外食用菌先进设备、技术、优良菌种、名特优质产品等简介。第二部分为重点，阐述了15种菇（耳）袋栽、压菌块栽、大田式栽、半地下式栽等多种栽培技术及经验。理论上简炼，着重对代料栽培工艺流程及杂菌病虫害防治等作了详细阐述，具有知识性、可读性、实践性为一体的特色。第十八章简明扼要地介绍了当今国内外食用菌方面的先进技术、设备、优良菌种、科研新成果、名特优质产品等，集中概括地反映了当今世界上食用菌栽培之精华。附录介绍了一些常用的基本数据，名词解释等。这是一本以广大农村、林区、乡镇企业；农民、职工、专业户、技术员为主要对象的综合性的技术书籍，同时亦可供食用菌研究人员作参考。

编者将自己几十年从事食用菌研究栽培技术方面的宝贵经验、关键难点解决办法，毫无保留地奉献给读者，希望读后有新知感，并在实践中取得更佳的经济效益。

本书引用的发表在国内外刊物上的有关资料，大都做了

注明，在此谨向原作者、译者表示谢意，并对审稿和提出修改意见的专家及编辑同志表示感谢！

由于本人水平有限，时间仓促，书中可能出现的错误和不足之处，敬请专家和读者批评指正。

编著者

1992年12月

目 录

前言

第一章 食用菌生物学特性	(1)
第一节 食用菌生长条件	(1)
第二节 食用菌的形态结构	(11)
第二章 纯菌种生产及保藏方法	(16)
第一节 厂房设备、仪器及药品	(16)
第二节 培养基的配制	(20)
第三节 消毒灭菌	(25)
第四节 接种、分离技术	(31)
第五节 培养菌种方法	(38)
第六节 保存菌种方法	(40)
第七节 常见杂菌病虫害及其防治	(44)
第八节 简易可行制种方法	(47)
第三章 菌种质量鉴别方法	(52)
第一节 黑木耳菌种	(52)
第二节 香菇菌种	(54)
第三节 平菇菌种	(55)
第四节 金针菇菌种	(56)
第五节 滑菇菌种	(56)
第六节 猴头菌种	(57)
第七节 银耳菌种	(57)
第八节 草菇菌种	(58)

第九节	蘑菇菌种	(59)
第十节	竹荪菌种	(60)
第十一节	液体菌种鉴别方法	(61)
第十二节	鉴别木腐菌类菌种几种方法	(61)
第四章	平菇栽培技术	(63)
第一节	平菇对生活条件的要求	(64)
第二节	栽培技术	(67)
第三节	平菇高产经验集锦	(79)
第四节	采收加工方法	(81)
第五章	凤尾菇栽培技术	(84)
第一节	对生活条件的要求	(84)
第二节	栽培技术	(85)
第六章	榆黄蘑栽培技术	(89)
第一节	对生活条件的要求	(89)
第二节	栽培方法	(92)
第七章	滑菇栽培技术	(95)
第一节	生物学特性	(95)
第二节	栽培技术	(100)
第三节	科学管理方法	(107)
第四节	滑菇高产栽培技术	(112)
第五节	采摘、加工技术	(114)
第六节	杂菌病虫害防治办法	(117)
第八章	金针菇栽培技术	(120)
第一节	生物学特性	(121)
第二节	代料栽培技术	(123)
第九章	黑木耳栽培技术	(130)
第一节	生物学特性	(131)

第二节	栽培技术·····	(137)
第十章	银耳栽培技术·····	(149)
第一节	对生活条件的要求·····	(149)
第二节	代料栽培技术·····	(150)
第三节	采收和加工方法·····	(155)
第十一章	香菇栽培新法·····	(158)
第一节	对生活条件的要求·····	(158)
第二节	香菇栽培工艺流程·····	(159)
第十二章	猴头菌栽培技术·····	(166)
第一节	生物学特性·····	(166)
第二节	栽培技术·····	(169)
第十三章	蘑菇栽培技术·····	(175)
第一节	营养及外界条件对蘑菇生长的影响·····	(175)
第二节	代料栽培技术·····	(178)
第三节	杂菌、病虫害的防治·····	(192)
第十四章	草菇栽培技术·····	(200)
第一节	生物学特性·····	(200)
第二节	菌种生产·····	(206)
第三节	栽培技术·····	(208)
第四节	病虫害防治·····	(216)
第十五章	松茸栽培技术·····	(218)
第一节	生物学特性·····	(219)
第二节	栽培技术·····	(220)
第三节	管理方法·····	(222)
第十六章	竹荪栽培技术·····	(223)
第一节	外界条件对竹荪生长的影响·····	(224)
第二节	竹荪的形态及生理特性·····	(227)

第三节	竹荪菌种培养技术	(229)
第四节	栽培技术	(231)
第五节	采摘、加工及包装方法	(235)
第十七章	羊肚菌栽培技术	(238)
第一节	生物学特性	(238)
第二节	栽培技术	(241)
第十八章	国内外食用菌先进技术、设备、优良菌种	(245)
第一节	国内先进技术、设备和优良菌种简介	(246)
第二节	国外先进技术、设备和优良菌种简介	(262)
附录		
1.	常见培养料一般成分含量	(279)
2.	各种培养料的碳、氮比(C/N)	(283)
3.	空气相对湿度对照表	(283)
4.	常用药品的配制	(284)
5.	低浓度药剂稀释倍数表	(285)
6.	浓度大的百分比溶液配成浓度小的百分比溶液简便计算方法	(286)
7.	各种食用菌生长温度	(287)
8.	各种食用菌生长湿度	(288)
9.	食用菌与杂菌耐碱性	(289)
10.	食用菌专业名词解释	(289)
11.	毒蘑菇简单识别方法	(297)
12.	称出耳木段重量即可得知其含水率多少	(298)
13.	食用菌生产歌谣	(302)
参考文献		(303)

第一章 食用菌生物学特性

第一节 食用菌生长条件

一、生态分布

食用菌大都生长在有机质丰富的自然环境中，一般可分5种类型：

1. 非共生菌 主要长在植物体已经分解而形成的腐殖质上，如草菇、羊肚菌等，人工用稻草可栽培草菇（又叫草腐菌）。

2. 共生菌 如松茸生长在赤松树根上，与赤松共生，还有天麻与密环菌共生，冬虫夏草与昆虫共生。

3. 寄生菌 着生在林木树干上，依赖树木生存，如平菇、滑菇、猴头等。

4. 腐生菌 生长在干死倒木上，如黑木耳、香菇等。

5. 粪生菌 生长在有机粪肥堆上，如绒鬼伞等。

二、营养方式

由于种类不同，其摄取营养方式也不同，分以下四种：

1. 寄生性 凡食用菌能引起树木腐朽，或完全依赖寄生而生存的真菌，属寄生菌。

2. 共生性 大多数森林中的蘑菇，如菌根菌、牛肝菌、

松茸等都属共生性。菌根菌与树木相互依存,相互促进生长。

3. 腐生性 这类菌庞大众多,它们生长在死亡的树木上,分解植物体,吸收养分。但缺乏侵害活植物体的能力。能在土壤中死亡的木材上、林下落叶上、干死的秸秆作物上、草茎、粪肥垃圾堆上生长,木耳、平菇、香菇等就属于此类。

4. 兼性腐生性(或兼性寄生性) 这类食用菌生殖能力强,适应范围广,其生活方式多种多样。如密环菌(榛蘑)有时能腐生生长,有时能寄生生长,长在活的树木上。还能同天麻共生,促进天麻生长。猴头菌也是如此,既能腐生,又能寄生。除了有益的真菌外,还有大量的有害的真菌,能使树木感染各种疾病,枯萎或死亡。

三、营 养 生 理

食用菌一生分为营养生长和生殖生长两个不同阶段,前者叫菌丝发育成熟阶段,后者叫子实体分化形成阶段。成熟的蘑菇、木耳,会从菌褶子实层弹射出大量的孢子,相当高等植物的种子,孢子适宜的环境下会萌发成初生菌丝(单核菌丝);两个不同性别又能性亲和(结合)的初生菌丝经质配后,形成次生菌丝(双核菌丝);次生菌丝继续生长,进而形成具有高度分化有结实性的三次菌丝(三生菌丝);三生菌丝进一步分化生长成子实体,这个过程叫营养生长阶段。

从小原基冒出到长出菌柄、菌盖、菌褶、形成孢子,这个阶段叫生殖生长阶段。

子实体是食用菌的繁殖器官,也就是我们通常称为“菇”、“耳”的部分。

1. 营养

(1) 碳源 凡是能构成细胞和代谢产物中碳结构来源的物质，如面粉、糖等叫碳源。

树木、秸秆作物中的纤维素、木质素是不溶性的高分子碳水化合物。蔗糖、葡萄糖、果糖、麦芽糖等是低分子碳水化合物。食用菌不能直接吸收利用高分子碳水化合物，必须经其分泌出的各种酶类（催化剂）分解变成单糖后，才能吸收利用。因此在做培养基时，要加1%的蔗糖或白糖，以便菌丝体能很好地吸收利用。

(2) 氮源 供食用菌生长需要氮来源的物质叫氮源。氮又分为有机氮和无机氮化合物两类。麦麸、米糠、蛋白质、蛋白胨为有机氮。尿素、磷酸二铵等为无机氮。在菌丝发育生长阶段，培养基的氮浓度是0.016%—0.064%；在子实体分化形成阶段，氮浓度稍低，是0.016%—0.033%。

以上碳素与氮素之比在营养生长阶段，碳、氮比是20:1左右；在生殖生长阶段，碳、氮比是30:1—40:1。大量需要碳素，少量需要氮素。

(3) 无机盐 无机盐也是构成细胞的成分。在培养基中少量添加磷、钾、镁、铁等盐类，即可满足生长需要。使用浓度为100—500 mg/L。

(4) 生长素 是特殊营养，其中维生素 B₁ 是所有食用菌都需要的生长因子。最适浓度为0.01—0.1 mg/L。米糠中含 V_{B₁} 量丰富，在培养基中加20%即可满足生长需要。但 V_{B₁} 不耐高温，在120℃以上时迅速分解，故灭菌温度不宜过高，以免维生素受到破坏而损失。其他生长素如生物素、烟酰胺、泛酸、叶酸、吡哆素、核黄素等也需微量。

(5) 水分 水是一切营养物质的溶媒，细胞的生化反应，都是在水的参与下进行的。水的比热高，能有效地吸收

代谢过程中所放出的热量，使细胞内的温度不致突然上升。水也是良导体，有利散热，可调节细胞的温度。因此在制做培养基时，加水量一定要合适，一般加水湿度为60%左右。

2. 化学成分 食用菌的化学成分是从培养料中吸收，经过生化变化而合成的，由各种复杂的化合物构成，含有碳、氮、氢、氧和各种矿物质（灰分）元素。其中碳、氢、氧、氮、磷、硫6种元素占原生质总量的95%，是主要元素，对生命起着重要作用。另外还需要一些微量元素，如铜、铁、锌、锰、镁等。食用菌鲜品中，70%—95%是水分，其余才是有机化合物种矿物质。见表1—1。

表1—1 食用菌细胞中的化学成分（%）

成分 种类	水分 (g)	蛋白质 (g)	脂肪 (g)	碳水化合物		灰分 (g)	钙 (mg)	磷 (mg)	铁 (mg)
				糖类 (g)	纤维 (g)				
平菇（鲜）	96.4	1.4	0.1	0.7	0.5	0.9	2	35	—
滑菇（鲜）	95.2	1.4	0.2	2.5	0.3	0.4	—	—	—
香菇（鲜）	91.8	1.5	0.4	5.4	0.6	0.3	8	39	0.7
蘑菇（鲜）	91.5	3.7	0.2	0.3	0.8	0.8	9	110	0.6
松茸（鲜）	88.3	2.0	0.3	6.7	1.8	0.9	0	40	1.3
黑木耳（干）	10.1	10.0	0.7	60.0	12.9	6.3	190	100	12.0

注：—表示未测定。

通过对干物质分析，食用菌成分中，其中碳、氢、氧、氮4种元素约占干物质的90%—97%，矿物质约占1%—3%。在有机物中，其中无氮化合物占60%，含氮化合物占8%—13%，无机灰分占5%—10%，其余是纤维素、脂肪、低分子可溶性物质、微量维生素等。

四、生长环境

生长环境包括湿度、营养、温度、空气、光照、pH 值、生物因子等。

1. 湿度 各种不同的食用菌,对水分的要求是不同的。就一般而言,在子实体分化形成阶段,比菌丝生长发育阶段要求需要较多的水分和较高的空气相对湿度。水分过多或过少,都不利于食用菌生长。水分过多,易引起子实体腐烂、感染杂菌;水分过少,使菌丝体处于休眠、停止生长状态。

木段中的水分,有两种形式存在,一部分水与细胞内其它物质相结合,叫做结合状态水;另外大部分水以游离形式存在,可以自由流动,叫自由水(即游离水)。当游离状态水蒸发完后,只剩下25%—35%结合状态的水,称为木段中纤维饱和点。木段含水分35%以上是木耳菌丝发育的起点,35%以下水分不易定植成活,最适宜含水量是40%左右。

代料栽培的培养基(原料),是食用菌生长所需要的水分的主要来源,也是出菇(耳)的重要因子,只有培养基中水分含量适宜,才能形成子实体。

计算培养料中含水量有两种方法:①湿料中含水量以60%—65%为宜。②计算干料与水分比例,在菌丝生长阶段,干料与水分比为1:1.8—2;在子实体形成阶段,干料与水分比为1:2.6—3.4。

海水、盐水不适合配制培养基。

除了培养基里湿度外,还有空气相对湿度,在养菌阶段,要求空气相对湿度要低些,以70%以下为宜。在出菇(耳)期,要求空气中相对湿度要高些,以75%—95%为宜。

2. 营养 食用菌能利用的营养成分是相当广泛的,主

要成分是碳、氮、无机盐、生长素等。

(1) 碳源 除少数高分子碳水化合物不能被利用外，其他大多数都能被利用。如单糖、葡萄糖、白糖、蔗糖、果糖、麦芽糖、半乳糖、糊精、淀粉、纤维素、半纤维素、木质素、有机酸、某些醇类等。其中以单糖类（葡萄糖等）为最好。而用化学方法制备的纯纤维素或木质素则不易被利用。

(2) 氮源 食用菌可以很好地利用有机态氮，如蛋白胨、氨基酸、胍胺等。无机态氮有尿素、硝酸铵、硫酸铵、磷酸二铵、氰氨态氮（石灰氮）等。

(3) 添加剂 在培养料中添加维生素 B₁（硫胺素），食用菌才能利用无机氮。作为矿物质源，以离子状态，供给菌丝生长之需要。所以在培养料中还要加微量硫酸镁、磷酸二氢钾、氯化钾、硝酸钙、碳酸钙等无机盐类，是必要的。

在段木中和代料培养基中，这类矿物质一般不缺少，不必另加。

3. 温度 大多数食用菌菌丝生长的适宜温度为 25—30℃ 之间，而子实体分化形成的适宜温度，都比菌丝生长的温度低一些。根据菌丝生长对温度的要求不同，食用菌分为 3 种类型：

(1) 低温型 最适温度为 20—28℃，最高为 30℃。如滑菇、金针菇等。

(2) 中温型 最适温度是 24—30℃，最高温度是 32—34℃。如黑木耳、银耳、香菇、蘑菇等。

(3) 高温型 最适温度是 28—34℃，最高温度是 36℃。如草菇、茯苓等。

根据温度变化对子实体分化形成的关系，又将食用菌分为两个类群：

恒温结实性类：这一类只要保持一定的恒温，就能形成子实体，如黑木耳、草菇、猴头、蘑菇、金针菇等；

变温结实性类：保持一定的恒温不能形成子实体，只有在变温的条件下（高、低温差刺激驯化），才能分化形成子实体。如香菇、平菇、紫孢侧耳等。

根据子实体形成对温度的要求不同，又分高温、中温、低温3种类型：①高温型 子实体分化期要求最适温度 24°C 以上，最高温度 30°C ，如草菇等。②中温型 子实体分化期要求最适温度在 $20-24^{\circ}\text{C}$ 之间，最高温度不超过 28°C 。如黑木耳、榆黄蘑、银耳等。③低温型 子实体分化最适温度在 20°C 左右，最高不超过 24°C 。如香菇、平菇、朴菇、滑菇、猴头等。

以上是不同种类的食用菌对温度的要求不一样。此外虽属同一种食用菌，但因栽培品种不同，而对温度的要求也不同，见表1—2。

表1—2 香菇品种与温度关系

品 种 名 称	安徽06	7402	7401	7403	7404	7405
子实体发育期要求的最适温度 ($^{\circ}\text{C}$)	18	10—15	12	13	17	22

4. 光线 食用菌与高等植物不一样，高等植物有叶绿素，能在阳光下进行光合作用，制造有机物。而食用菌没有叶绿素，不能进行光合作用，无法利用空气中的 CO_2 来制造有机物。因此在菌丝发育生长阶段，一般不需要光线。到子实体形成阶段，根据不同品种，需要不同的光线强度。食用菌如平菇、滑菇等有一定的趋光性（子实体向着来光的方向生长），光线能诱导子实体的产生，如没有光线，则很难

形成子实体。即使长出了，也呈畸形。

在试管母种中，常发现有波浪状起伏现象，这多半是由于昼夜明、暗交替而引起的光效应。

在直射阳光下，发现香菇、猴头有明显的抑制现象，菌丝体生长微弱，色素加深，只有在适宜的散射光下，才能形成健壮的子实体。光线的不良影响，主要是由于波长 380—540 nm 的蓝光引起的，而波长在 570—920 nm 的红光，对菌丝生长没有影响。因此在制做菌种时，应当避免光照，在无光下培养。

根据食用菌子实体形成期对光线的要求不同，将食用菌分为 3 个类型：

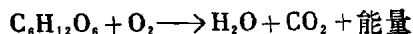
(1) 喜光型 只有在合适的散射光照射下，才能发生子实体。如香菇、平菇、滑菇、草菇、凤尾菇、猴头、黑木耳、银耳、毛木耳等。

(2) 中间型 对光线反应不很敏感，有无散射光，子实体均可分化形成。如蘑菇、黄伞等。

(3) 厌光型 不需要散射光，只有在完全黑暗条件下，才能形成子实体，如牛舌菌。

目前栽培的食用菌，大多数属于喜光型（表1—3）。

5. 空气 食用菌的能量来源依靠它所吸收的营养物质来提供，但营养物质的能量释放是靠氧化作用进行的。氧化作用中氧的来源是由食用菌的呼吸作用提供的。



所生成的 CO_2 再排出体外。氧化作用所释放的能量，供维持自身生命活动之需要。故食用菌的呼吸作用同生命活动关系极为密切。呼吸作用发生在每个细胞内，贯穿生命过程中每时每刻，是新陈代谢的中心。