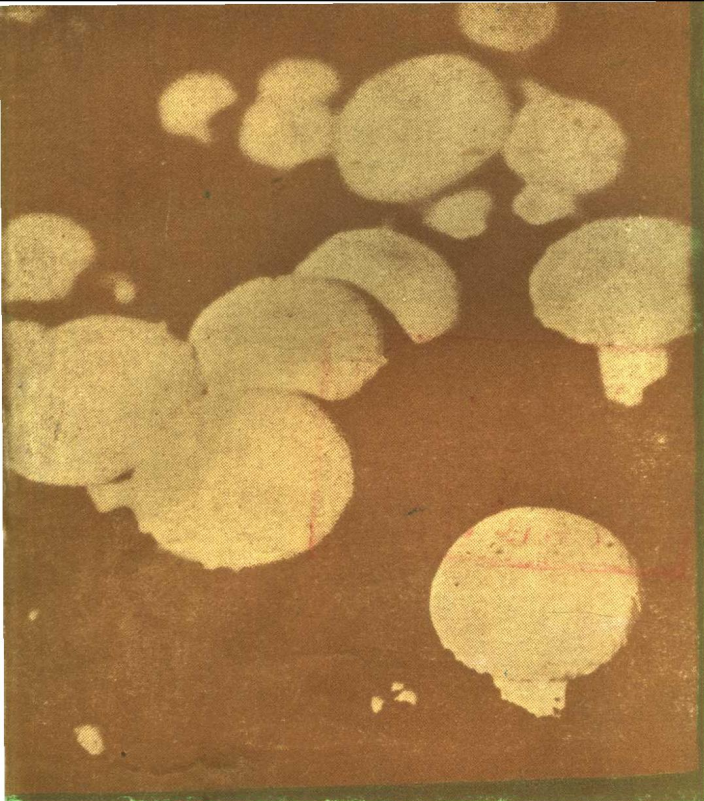




上海市农业科学院
食用菌研究所编著

农业出版社



食用菌栽培技术

食用菌栽培技术

上海市农业科学院食用菌研究所编著

本社出版部编食

上海市农业科学院食用菌研究所编著

上海市农业科学院食用菌研究所编著

上海市农业科学院食用菌研究所编著

上海市农业科学院食用菌研究所编著

上海市农业科学院食用菌研究所编著

农业出版社

食用菌栽培技术

上海市农业科学院食用菌研究所编著

食用菌栽培技术

上海市农业科学院食用菌研究所编著

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 通县曙光印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 8.25印张 169千字
1983年10月第1版 1989年12月北京第6次印刷

印数 238,101—246,700册 定价 3.00元

ISBN 7-109-00658-1/S·499

参加编写人员:

魏润野 (编写概述)

许秀莲 孙华瑜 (编写制种技术)

孔祥君 (编写蘑菇、病虫害防治)

何园素 (编写香菇)

孙华瑜 (编写黑木耳)

汪昭月 (编写银耳)

居如生 (编写平菇、构菌、滑菇)

庄金凤 (编写草菇)

陈国良 (编写猴头、灵芝、假蜜环菌)

全书由刘日新审定

目 录

一、概述	1
二、制种技术	4
(一) 食用菌的繁殖	4
1. 蘑菇的生活史	4
2. 黑木耳的生活史	6
(二) 菌种分离培养与鉴定	8
1. 制种设备	8
2. 纯菌种分离	12
(三) 菌种的选育	28
1. 自然选种	31
2. 诱变育种	32
3. 杂交育种	35
(四) 菌种的保藏	38
1. 斜面低温保藏法	38
2. 液体石蜡保藏法	39
3. 砂土管保藏法	40
4. 滤纸保藏法	41
5. 麦粒菌种保藏法	42
6. 液态氮冰箱保藏法	42
7. 真空冷冻干燥保藏法	44
三、栽培技术	47
(一) 蘑菇	48

1. 生物学特性	49
2. 菇房的设置	54
3. 栽培管理	59
4. 采收、包装及运输	98
(二) 香菇	100
1. 生物学特性	101
2. 栽培管理	103
3. 采收与加工	129
(三) 黑木耳	131
1. 生物学特性	131
2. 栽培管理	135
3. 采收与加工	149
(四) 银耳	151
1. 生物学特性	151
2. 段木栽培	158
3. 瓶栽	168
4. 采收、加工与分级标准	172
(五) 平菇	173
1. 生物学特性	174
2. 栽培管理	176
3. 采收与加工	182
(六) 草菇	183
1. 生物学特性	184
2. 栽培管理	186
3. 采收与加工	190
(七) 构菌	191
1. 生物学特性	192
2. 栽培管理	193
3. 采收与加工	195

(八) 滑菇	196
1. 生物学特性	196
2. 栽培管理	199
3. 采收与加工	204
(九) 猴头	204
1. 生物学特性	205
2. 栽培管理	205
(十) 灵芝	208
1. 生物学特性	209
2. 栽培管理	210
(十一) 假蜜环菌	216
1. 生物学特性	216
2. 栽培管理	217
四、病虫害防治	219
(一) 病害	219
(二) 虫害	244
(三) 综合防治	249
附录	253

一、概 述

食用菌是一类可供食用的大型真菌，在分类学上属于真菌门、担子菌纲或子囊菌纲。它们的营养体结构，呈分枝的丝状体，具有细胞壁，细胞内含有明显的细胞核，有性细胞的分化，能进行有性繁殖；不具有叶绿素，不能进行光合作用，大都是腐生或共生；它们的繁殖体结构多种多样，有伞状、耳状、头状、花状等，颜色也各不相同，有白色、红色、棕色、灰色、褐色、黑色、青色等。

食用菌营养丰富，味道鲜美，自古以来被人们列为菜中佳品，早有“山珍海味，猴头燕窝”之称，并且以含有高蛋白（占干重的24—44%）、低脂肪（占干重的2—8%），多种人体必要氨基酸、维生素和微量元素、多种抗生素、核苷酸、多糖等物质，能促进人体新陈代谢，增强体质，防治人体疾病而著称。假蜜环菌 [*Armillariella tabescens*, (Scop.ex.Fr.)] 含有的发光素，具有治疗急性胆囊炎的作用，猴头 [*Hydnum erinaceus* (Bull.) Pers.] 能抑止艾士腹水瘤细胞的DNA和RNA的合成，可预防和治疗胃癌、食道癌和其他消化道恶性肿瘤，香菇能明显地降低人体血液中的胆固醇等。因此，目前，人们鉴于对食用菌的防病治病特异功能，开始把它列为人类的“第三类食品”，即动物

性食物、植物性食物和菌类性食物，并把食用菌称为“健康食品”。

近几十年来，食用菌生产似雨后春笋地向前发展。1950年到1960年间，蘑菇生产平均每年增长7—8%，1960年到1970年间，平均每年增长11%，生产蘑菇的国家和地区也增加到了七十多个，几乎遍于全世界。目前国际食用菌商品市场的种类，已发展到十多个种类：如蘑菇、香菇、草菇、平菇、构菌、银耳、黑木耳、邹环球盖菇、块菌、松菇、滑菇……。

食用菌栽培，过去一直靠自然条件种植。300多年前，法国首先进行人工栽培蘑菇，当时人们利用自然粪块菌种，将其插在马厩肥中栽培，产量很低，经常失败，直到二十世纪初，蘑菇纯种制备成功后，人工栽培蘑菇才有了保证。目前一些发达国家已发展人工控制温度、湿度和通风等设备，同年生产蘑菇，一年栽培5—6次，从培养料制备、进房（或装箱）、播种到覆土采收，分别在不同的工作场所进行，基本上使用机械操作。另外，蘑菇栽培方式，也由最早的洞穴种植，地窖栽培、发展到菇房内固定床架栽培、箱式栽培。个别国家在向大型移动菇床栽培方向发展，现代化生产方式的逐步采用，使生产效率大大提高。

我国开发和利用食用菌的历史悠久，早在四千年前的《礼记》内则篇中就有“芝栢”的记述，公元六世纪，贾思勰写的《齐民要术》就介绍了食用菌的栽培，详细地记载了构菌（金针菇）[*Flammulina velutipes* (Curtis ex. Fr.) singer.] 的接种培养方法。宋代已有茯苓和香菇栽培，明初浙江之龙泉、庆元和景宁三县，曾被御封为香菇专利生产

区。大约八百多年前，我国已开始了人工栽培香菇。栽培草菇约有二百多年的历史。蘑菇栽培技术历史较短，1935年上海郊区首先种植，但发展极慢。解放后，特别是近几年来，我国食用菌生产和科研有了较大发展。五十年代，利用牛、猪粪代替马粪种植蘑菇获得成功；六十年代，开始了人工栽培银耳；七十年代，用木屑代料栽培香菇获得了成功。近年来，河北省晋县用棉子壳生料露地栽培平菇研究成功，并推广应用于生产。食用菌栽培的发展，也促进了药用菌生产的发展，灵芝、猴头、蜜环菌等药用菌驯化栽培成功，为医药的制作提供了原料。

由于食用菌生产用的培养料大都是稻麦草、木屑、甘蔗渣、猪牛马粪肥等廉价的农林、畜副产品，所需设备简单、投资少、收益高；南北方山区、平原等地区都可生产；食用菌资源丰富，又有充分的劳动力和农业副产品。因此，近年来，食用菌事业发展迅速，这对增加农民收入，活跃农村经济，改善人民生活有着积极的作用。为了加强食用菌科学技术的普及工作，根据我所历年的试验结果，并吸收了国内食用菌书刊上有关资料编写成册，供读者参考。

二、制种技术

食用菌依靠孢子繁殖，在自然界中，孢子借助风力传播，在适宜条件下，萌发形成子实体。在人工栽培条件下，培育优良菌种是栽培成功的关键。所谓优良菌种，主要指的是高产、优质、抗病的纯种。为此，我们必须了解食用菌的生活史，掌握制种技术，为生产提供优良的母种、原种和栽培种。

(一) 食用菌的繁殖

本节以蘑菇（同宗结合）和黑木耳（异宗结合）为例，介绍食用菌的生活史。

1. 蘑菇的生活史（图1） 蘑菇孢子相当于高等植物种子，在适宜条件下萌发长出菌丝，大多数蘑菇孢子长出是单核菌丝叫一级菌丝，由于蘑菇孢子无性状差别，一级菌丝之间可以相互结合（同宗结合）而形成具有双核的二级菌丝，二级菌丝在形成子实体时，分化为各种假组织的菌丝束，叫做三级菌丝，菌丝束只起着运输养分和水分的作用，双核菌丝长出的丝状菌丝，遇到适宜的环境条件，上面产生小白点，逐渐膨大形成子实体，子实体成熟后再产生孢子，这样由孢子到孢子，完成一个生活周期。双孢蘑菇的单个孢子萌发成

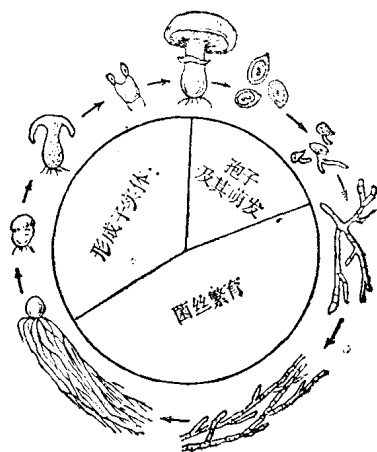


图 1 蘑菇的生活史

的双核菌丝就可以形成子实体,这仅是蘑菇的正常发育方式。近几年来,国外对子实层进行了详细的研究,发现双孢蘑菇的担子上,并非全部是产生二个担孢子,每个担子上除有 2、3、4 个单孢子外,还有 1、5、7 个单孢子的,各种类型的单孢子比例如下:

双孢担子占 81.8%	3 孢担子占 12.8%
1 孢担子占 3%	4 孢担子占 1.2%
5 孢担子占 0.013%	7 孢担子占 0.003%

当担子上长有 4 个孢子时,每个单孢子得到一个细胞核,每个单孢子就长成一种不结菇的同核菌丝,当二条有不同极性的菌丝相结合,产生一种结菇的异核菌丝。

正常的双核单孢结菇菌丝与单核的不结菇的菌丝,二种菌丝的细胞都是多核的,在形态上不能区别,而且都没有锁

状联合，只能通过结菇试验才能区别开来，因此进行单孢分离的菌种必须进行出菇试验后，才能应用于生产（图2）。

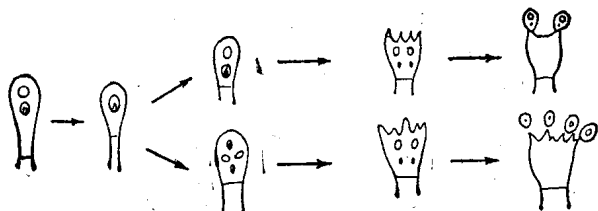


图2 双孢蘑菇的担子形成过程

2. 黑木耳的生活史（图3） 黑木耳的担孢子有“+”“-”两种极性，单核菌丝也有“+”“-”之分，菌丝的结

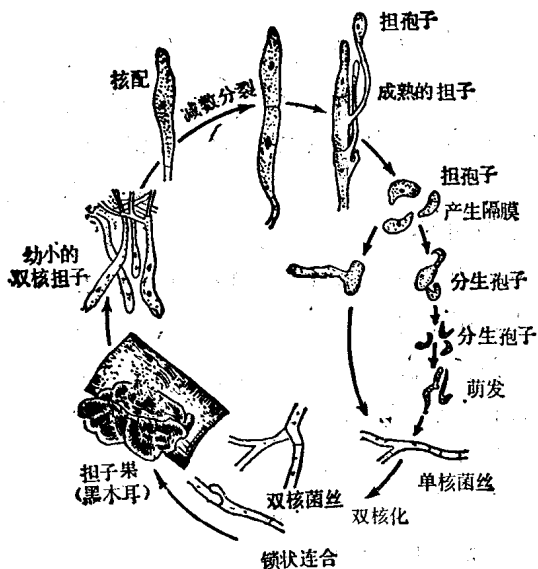


图3 黑木耳的生活史

合是异宗结合，担孢子在适宜条件下，萌发成单核菌丝，或者担孢子横裂成几节产生出许多更小的分生孢子，同一担孢子它们只能产生同性的分生孢子，营养充足时分生孢子也可以发育成单核菌丝，单核菌丝通过锁状联合，形成双核菌丝，双核菌丝不断进行细胞分裂，产生分枝，逐步达到生理成熟，进入结实阶段，形成担子果（子实体），并在子实层又产生孢子，孢子成熟后，从子实体上弹射出来，完成一个生活周期。

识别蘑菇、木耳等食用菌的担孢子，分生孢子的形状，区别各种菌丝的形态，和锁状联合的特征对分离和鉴定菌种很有用处。在自然界中，这些菌类的孢子，借助风力传播，落到树缝中或腐败的枯枝落叶上，遇到温暖潮湿的条件，萌发成菌丝，逐步生长发育形成子实体，产生孢子又随风飘扬……。就这样由孢子到孢子，菌类便不断地生殖、繁衍延续它的后代。

随着时代的前进，人们对食用菌生育特性的了解不断深入。对食用菌的利用，也由采集野生的进入半人工栽培。如把林木砍倒，砍上花纹，并适当集中，以增加孢子着落在木棒上的机会来提高产量。依靠天然孢子接种食用菌，产量很不稳定。以后就有人用木耳、银耳的孢子水，浇在木棒上；还有用长过蘑菇的培养料，掺入新的培养料中，从而摆脱了天然接种的状态，但是这样接种杂菌多，在不断的实践中，人们研究出了纯菌种。

现在，已经可以从孢子、菌丝和子实体获得纯菌种。如收集孢子，培养萌发成菌丝体称为孢子分离；从耳木或菇木上分离，获得菌丝称为耳木（菇木）分离；从子实体挑取一

块组织，培养获得菌丝的称为组织分离。

食用菌的结构和特性不一样，制种时要选择合适的分离方法。一般经验，蘑菇菌种用孢子分离方法；香菇菌种用组织分离法；黑木耳菌种采用孢子分离和耳木分离均可；银耳采用耳木分离法。

生产上应用的菌种，绝大多数是利用菌丝体制作的，以木材为基质的木腐菌，所采用的菌种有木屑种和木块种，用腐殖质作基质的有粪草种，谷粒种等。目前菌种的质量和类型，随着生产发展的需要，也逐渐改进，不断提高，如日本的香菇菌种已采用石膏制作，因此，不但要掌握分离菌种的方法，还要做好选育种工作，才能获得优良的菌种。

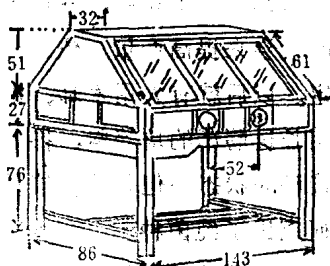
(二) 菌种分离培养与鉴定

菌种是食用菌生产的根本，纯菌种性状的优劣直接影响产量的高低，故分离选育优良菌种是食用菌生产上的重要一环。

1. 制种设备

(1) 接种箱(室)

接种箱是一个用木材和玻璃制成的小箱子，可以密闭，便于用药物熏蒸，并防止接种时杂菌感染。接种箱的前后，装有两扇能启闭的玻璃



单位：厘米

图4 接种箱

窗，下方开两只洞口，洞口装有布套，双手可伸入箱内操作。箱内顶部装日光灯和紫外线灭菌灯。接种箱的大小以放120—150瓶为宜，过大操作不方便，过小则每次接种瓶数少，不经济（图4、5）。



图5 无菌接种室

接种室与接种箱一样，关闭要严密，以便接种前进行药物熏蒸。接种室应设在向阳、干燥处，体积以5—7立方米为宜。接种室的外面应设有一小间缓冲室，门不宜对开，最好装拉门。两室的地面和墙壁要光滑，以便消毒，都要装日光灯和紫外线灭菌灯。

（2）孢子收集器 孢子收集器是用来采收菌类孢子的装置。包括直径20厘米的搪瓷盘、培养皿、有孔钟罩、三角架、纱布等（图6）。

(3) 灭菌锅 灭

菌锅是可以密闭的锅子，锅底(或夹层)盛水，加热后由于锅内(夹层)蒸汽增加而压力加大，温度升高，从而杀死锅内装物的杂菌菌体及孢子，达到灭菌目的。

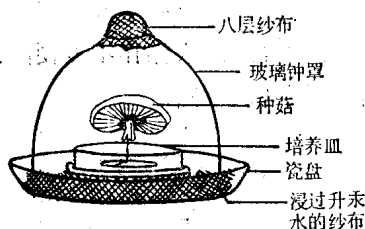


图6 孢子收集器

灭菌锅有高压蒸汽灭菌锅和土蒸锅两种，高压蒸汽灭菌锅具有灭菌时间短、效果好和省燃料等优点，但投资较大。目前工厂生产的种类有手提式、直立式、卧式等也有自制的(图7)。

自制的高压灭菌锅，锅身用8—10毫米的钢板制成，锅盖厚1—1.5厘米，凸起呈半圆形。锅上装有压力表和安全阀。锅的容量以装600—800瓶菌种为宜。

土蒸锅是在大铁锅上围一只圆形木桶，象个蒸笼。桶壁厚2.5—3厘米，内放数层钢架，用以放置消毒物品。用土蒸锅灭菌时，要注意防止漏气，影响灭菌效果。

(4) 培养室 培养室内装有架子，用来放置菌种，为了保持室内一定的温度，要用电炉或电热丝加温。在缺乏电源的地方，可用煤或柴作热源，从火道通入室内加温。有条件的可装空气调节器和排气设备，自动控制温度。

(5) 干湿球温度计 干湿球温度计又称温湿度计，用来观察温度、湿度。类型有多种，用时可参看产品使用说明。