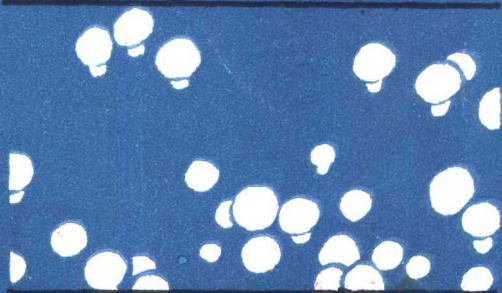


人防地道 栽培食用菌



陆锡娟 编写

中国林业出版社

人防地道栽培食用菌

陆锡娟 编写

责任编辑 刘万海

封面设计 李 颀

人防地道栽培食用菌

陆锡娟 编写

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 北京通县印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 2.25印张 48千字

1989年9月第一版 1989年9月第一次印刷

印数1—3000册 定价: 1.15元

ISBN 7-5038-0548-X/S·0242



前 言

食用菌营养丰富，味道鲜美，是国内外市场上的畅销商品。近几年，我国食用菌生产发展迅速，成为广大农村的一项重要副业。由于我国部分城市利用早期人防地道栽培食用菌成功，为城镇发展食用菌生产和人防工事实行平战结合走出了一条新路。

为了适应食用菌发展的需要，根据江苏等省科研、生产及教学中的成果和经验，并参考了外地的技术资料，编成本书，着重介绍目前在人防地道中栽培较多的几个品种，以及使用较普遍，并有一定推广价值的栽培技术，本书通俗易懂，着重实践，供各地利用人防地道从事食用菌生产者参考。

本书由周永才副研究员帮助修改定稿，并得到《江苏食用菌》编辑部沈光伟高级工程师的大力支持，谨表示感谢。由于编写时间仓促，加上水平有限，错误之处难免，敬请批评指正。

作者

1989年1月

目 录

一、概 论	(1)
(一) 发展食用菌生产的意义	(1)
(二) 人防地道栽培食用菌的前景	(2)
二、人防地道的生态环境	(2)
(一) 温度	(2)
(二) 湿度	(2)
(三) 光照	(3)
(四) 空气	(3)
(五) 病虫害及其防治	(4)
三、食用菌的基本知识	(5)
(一) 形态结构与生活史	(6)
(二) 生活条件	(8)
四、平菇栽培	(15)
(一) 概述	(15)
(二) 生物学特性	(16)
(三) 栽培技术	(19)
五、金针菇栽培	(27)
(一) 概述	(27)
(二) 生物学特性	(28)
(三) 栽培技术	(30)
六、银耳栽培	(40)
(一) 概述	(40)
(二) 生物学特性	(41)
(三) 栽培技术	(44)
七、猴头菌栽培	(54)
(一) 概述	(54)

(二) 生物学特性·····	(55)
(三) 栽培技术·····	(56)
八、食用菌的制种技术与菌种保藏·····	(58)
(一) 菌种制做的设备和材料·····	(58)
(二) 灭菌·····	(60)
(三) 食用菌培养基的配制·····	(63)
(四) 菌种的保藏·····	(67)

一、概 论

(一) 发展食用菌生产的意义

食用菌是一种营养丰富、味道鲜美的菌类食品。食用菌不仅有很高的营养价值，而且经常食用，能调节人体新陈代谢，增强机体免疫能力，并且有的种类食用菌能降血压、降胆固醇和抗癌等功效。为此，人们称它为“健康食品”。值得提出的是，绝大多数食用菌能直接分解利用各种有机质，使农、林有机废料转化为植物性蛋白，这为合理利用生物资源，解决环境污染，化害为利和变废为宝、改善人民生活提供一条有效途径。

发展食用菌生产，不与农业生产争地，原料来源广，投资少，成本低，易推广，有明显的经济效益。发展食用菌生产不受场地限制，城市、农村，室内、室外，地面、地下（人防地道）均可栽培，并可解决城市部分青年就业和合理安排农村闲散劳动力。栽培食用菌的废基质还可利用作饲料和肥料。

世界上一些发达国家对食用菌生产都非常重视，消费量也比较大。如1980年西德每人年平均食用量达2250克，法国为2000克，美国为1200克，而中国目前只有几百克。

我国幅员辽阔，有着丰富的林木和农作物秸秆资源，加上适宜的地理气候条件，对发展食用菌十分有利。

(二) 人防地道栽培食用菌的前景

利用人防工事栽培食用菌，有冬暖夏凉、湿度大、建筑面积利用充分等优点。利用早期人防地道发展食用菌，既可为食用菌生产提供一条有效途径，也为人防地道实行平战结合开辟了一条新路。根据江苏等省几年来的实践，在人防工事内可发展平菇、金针菇、银耳、猴头等多种食用菌。

二、人防地道的生态环境

(一) 温 度

人防地道和地面环境比较，温度变幅小，夏天阴凉，冬天温暖，没有高温和严寒的威胁，一年四季可以产菇。据调查，江苏省在1米深的地道中，常年温度在10—28℃之间；在4—8米深的人防地道中，常年温度为12—18℃；10—14米深处的常年温度为16—20℃。除平菇生料栽培因6—8月间病虫害较多不利生长和银耳冬季温度偏低不宜栽培外，其余时间均可栽培食用菌。

(二) 湿 度

人防工事内的空气相对湿度通常都较洞外大，年平均湿度达70—90%，对菇类生长较有利。但梅雨季节湿度过大，

也不宜于菇类生长。

(三) 光 照

人防地道内无自然光线，由于菇类菌丝体生长不需要光，而子实体生长需要一定的散射光，因此利用人防地道栽培食用菌，则需设置人工光源。据扬州市新华中学的实验资料，每天只要在管理时予以照光，即可满足子实体的生长要求。南京农学院植保系的研究表明，在通风条件良好的人防地道内，菇床床面得到1—3勒克司的光照度，每天光照约4—6小时；通风条件差的则要4—10勒克司，就可满足子实体形成所需的光照要求。江苏省微生物研究所做了光质（波长）对菇类生长影响的试验，发现蓝紫光能促进子实体分化，有利于子实体发育。因此，在防空洞中通常每隔4—5米装一只4瓦的日光灯（距灯管0.5—1米处的照度约为30—120勒克司），在菇类分化和子实体生长阶段，每天开灯6小时左右。如果用多层床架式栽培，光源装在洞壁一侧（另一侧放床架）比装在洞顶光照分配更合理些。在洞内配置人工光源时，可根据各菇类对光照的不同要求，洞内结构、培养条件等因素综合考虑，在尽可能节约电能的前提下，以达到各类菇种最适的光照要求。但是，过弱的光照对子实体生长也不利，容易长出柄长盖小的畸形菇。

(四) 空 气

由于二氧化碳下沉积聚，所以人防地道内的二氧化碳浓度比地上高，往往超过300PPm，有的高达1000PPm以上。

根据江苏省微生物研究所的试验，对大多数菇类的子实体而言，光照是子实体形成的必要条件，而空气则是子实体生长发育的重要因素。对于菌丝体，都有较强的耐抗二氧化碳的能力，即使在二氧化碳浓度较高的情况下，也能较好地生长，另外一定浓度的二氧化碳能促进原基分化；但原基分化后必须立即加强通风，使原基能正常发育生长。因此在洞口小自然通风条件差的人防工事内，二氧化碳会危及菇类的正常生长发育。如不及时通风换气，会出现菇蕾萎缩现象及长出发育不正常的畸形菇。为了克服上述弊端，需进行机械通风换气。方法是在洞口安装鼓风机或排风机，其功率大小视洞容积大小决定，一天通风三次左右，每次0.5—1小时，尽量保持二氧化碳浓度在300ppm以下。

(五) 病虫害及其防治

由于人防地道通风差、湿度大、没有阳光，尤其在夏天，病虫害的发生和蔓延十分猖獗。危害严重的主要病虫害有根霉、毛霉、木霉、曲霉、细菌性的褐腐病等。主要虫害有菌蛆、菇蝇、菇螨等。

对于病虫害的防治，要坚持以防为主，以治为辅、防治结合的方针。在栽培前，对人防地道要先清扫，然后用石灰水、漂白粉或乐果喷洒一次。进出口处设置纱门，防止老鼠、蜗牛及害虫的侵入。最后每100米³还要用硫磺100—150克加敌敌畏、福尔马林各50毫升和适量锯屑掺合点燃熏蒸24小时左右。然后打开洞门，通风排气，直至无毒气留存时方可使用。

如果人防洞中的菇木和菌块被轻度污染，可撒薄薄一层

石灰粉在染菌处，即可较有效地抑制杂菌蔓延。待杂菌控制住以后，再轻轻将染菌处剷除。严重污染时要拿到洞外处理。用生料作培养料时，要拌入0.2%多菌灵或用0.7%甲基托布津、0.1%高锰酸钾水溶液进行消毒。

虫害防治视其虫口密度采取相应的措施。如少量发生时，可用0.2%除虫精喷洒在培养基上，用塑料膜严封一夜即能全部杀死。若害虫发生量大，则在收菇结束后，要打开塑料薄膜，用磷化铝熏蒸，效果很好。

三、食用菌的基本知识

食用菌俗称菇或蕈，是一类可以食用的大型真菌，具有肉质或胶质的子实体。食用菌大多是菜肴中的珍品，是一类名贵的菌类蔬菜。据统计，世界上可供食用的真菌种类达2000多种，而我国目前报道的食用菌为350种，药用菌为100种，毒菌有80种。在350种食用菌中，97.2%属担子菌纲，2.8%属子囊菌纲。目前能进行人工栽培的种类有40多种，但作为商品生产的只有20种左右。

据统计，1986年全世界食用菌总产量为200多万吨（鲜菇）。其中蘑菇的栽培量最大，它是唯一在全球进行栽培的食用菌，产量占食用菌总产量的75%；其次是香菇，占10%；草菇占4%；还有平菇、金针菇、滑菇、银耳、木耳等共占10%。我国栽培最多的是福建省，其次是江苏省、浙江省等。产量最大的是双孢蘑菇，其次是香菇、银耳、平菇、草菇、金针菇、猴头、木耳等。

(一) 形态结构与生活史

1、形态结构 食用菌由菌丝体和子实体两部分组成。菌丝体呈须状，存在于土壤、粪草或树干等基物中，是食用菌的“营养器官”，主要功能是分解基物，吸取营养。子实体是食用菌的“繁殖器官”，也是供食用的部分，主要功能是产生孢子，繁殖后代，从外表形态上看，食用菌有伞状、头状、片状、花朵状、笔状、树枝状、球状等，其中以伞状最普遍，其子实体形状似伞，所以又叫伞菌。如双孢蘑菇、香菇、草菇、金针菇、大肥菇、鸡枞、松茸等。从结构上看，一般将食用菌分为两大类，即菇类和耳类。菇类的子实体一般有菌盖、菌柄之分；而耳类无菌柄、菌盖，其子实体呈鸡冠状或菊花状。

菇类子实体的形态结构常以伞菌为代表。典型的伞菌子实体除菌盖、菌柄外，还包括菌褶、菌环、菌托等。其中可食部分主要是菌盖、菌褶和菌柄三部分。菌环和菌托属子实体的附属部分，而且不是所有伞菌子实体都具有的。子实体形态结构见图1。

食用菌菌盖的颜色一般为白色、灰白色、灰褐色或黑褐色，也有呈鲜艳的紅、黄、紫、青、绿等多种颜色。如蘑菇为白色、

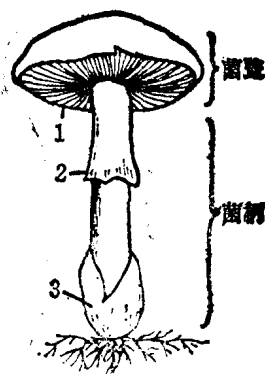


图1 伞菌模式图

- 1、菌褶
- 2、菌环
- 3、菌托

草菇为灰黑色、香菇褐色、金针菇金黄色、榆黄菇黄色。同一属的食用菌的颜色也不尽相同。

2、生活史 食用菌的生活史是指从孢子萌发开始，经菌丝体，发育成子实体，再产生孢子的整个过程。

孢子在一定的温度、湿度和营养条件下很快萌发，逐渐形成初生菌丝（又称一次菌丝或单核菌丝）。由于初生菌丝自身不能发育成子实体，必须通过核配（染色体成双倍）后才能正常发育成子实体。初生菌丝在生活史中存在的时期较短，通过同宗结合或异宗结合，使初生菌丝发生细胞融合，

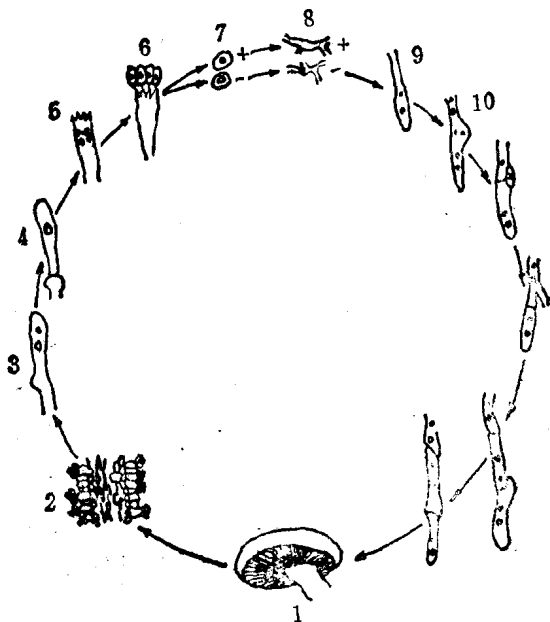


图2 香菇的生活史

- 1、香菇子实体 2、子实体 3、原担子 4、核配
 5、减数分裂 6、担孢子成熟 7、不同性的担孢子
 8、单核菌丝接合 9、质配后的双核菌丝 10、双核菌丝细胞分裂

即进行质配，形成含有两个核的次生菌丝（又称二次菌丝或双核菌丝）双核菌丝体进一步发育，就可形成子实体原基。原基只是在双核菌丝体上形成的火柴头状的纽结团，后逐渐长大为菌蕾，并进一步分化成菌盖、菌柄。菌盖成熟时，又从子实层上撒下无数孢子，重新开始新一代。简单地说，所谓生活史就是孢子→初生菌丝体→次生菌丝体→子实体→孢子的生长过程。孢子的生活史见图 2。

（二）生活条件

食用菌和所有的生物一样，都是在特定的环境条件下生存的，影响食用菌的环境条件有物理因素、化学因素及生物因素，其中重要的有温度、湿度、水份、空气、营养、pH值和一定的光照条件。不同种的食用菌对环境条件的要求不同。如金针菇喜寒，草菇爱暑，口蘑盛产于草原，平菇、香菇、金针菇、木耳、猴头菌则出现在枯枝上，鸡枞多扎根在蚁窝中，而美味牛肝菌则总是生长在松根旁。同一种食用菌在不同发育阶段对环境条件的要求也不同。如一般食用菌在菌丝体生长阶段通常要求较高的温度；在子实体形成阶段（原基期），则要求较低的温度和一定的散射光条件；而在子实体发育阶段，所需温度介于两者之间，并需要充足的氧气，较多的水份和较高的相对湿度。因此，为了获得高产优质菇，人们必须满足不同种食用菌在不同发育阶段的生活条件。

1、温度 温度是食用菌生长发育最重要的环境因素之一。各种食用菌只能在一定的温度范围内生长，而且都有其最低、最高和最适生长温度。当温度低于最低生长温度时，便

停止生长。但低温只抑制菌的生长而无杀伤作用。根据这个原理，常用低温（0—5℃）方法来保存菌种。高温能使菌体蛋白质凝固变性，破坏酶的活力，进而杀伤菌类。例如侧耳菌丝在40℃时便会死亡。人们利用高温对微生物有杀伤作用这一原理来进行消毒灭菌。食用菌菌丝体的生长和子实体的生长发育对温度要求也不相同。根据子实体分化时对温度要求的不同，大体可将食用菌分为三种类型。

（1）低温型：子实体分化最高温度在24℃以下，最适温度为20℃以下。

（2）中温型：子实体分化最高温度在28℃以下，最适温度为20—24℃。

（3）高温型：子实体在高于32℃时也能分化，最适温度为28—32℃。

常见食用菌对温度的要求见表1。根据温度变化与子实体形成的关系，还可将食用菌分为恒温结实类食用菌和变温结实类食用菌。如金针菇、双孢蘑菇、猴头、黑木耳、草菇等属恒性结实类。这一类食用菌虽可在恒温条件下形成子实体，但要获得高产优质，也需要一定范围内的变温刺激。又如香菇、平菇等属变温结实类食用菌。它们必须在变温刺激条件下才能形成子实体，而且温差越大，越有利于出菇和提高质量。通常香菇在日夜温差达到10℃左右时才能形成子实体。

2、水份和湿度 水不仅是食用菌的重要成份，而且也是它新陈代谢，吸收营养必不可少的基本物质。食用菌在生长发育的各阶段都需要水份，在子实体发育时期更需要大量水份。

通常含水量为65%左右的培养料最有利于菌丝体生长。

表1 常见食用菌对温度的要求

单位: °C

温度类型	项目 种 类	菌丝体生长温度		子实体分化与发育最适温度	
		生长范围	最适温度	子实体分化温度	子实体发育
低温型	双孢蘑菇	6—33	24	8—18	13—16
	香菇	3—33	25	7—21	12—18
	佛罗里达平菇	10—35	25—28	5—24	18—20
	美味侧耳	10—35	24—27	5—18	13—17
	凤尾菇	10—35	23—28	16—23	20
	猴头菌	12—33	21—24	12—24	15—20
	金针菇	7—30	23	5—19	8—14
	松口蘑	10—30	22—24	14—20	15—16
	滑菇	5—33	20—25	5—15	7—10
	中温型	木耳	4—39	30	15—27
银耳		12—36	25	18—26	20—24
大肥菇		6—33	30	20—25	18—22
高温型	草菇	12—45	30—36	22—35	30—32
	灵芝	15—35	25—30	10—32	25—28

菌丝体生长阶段的空气相对湿度一般要求为70%左右,子实体发育阶段的相对湿度为80—90%。因此,需在菇房内经常喷水,保持一定的空气相对湿度,子实体发育时期还需在培养基上喷水。

几种食用菌对湿度的要求列于表2。

3、培养基的酸碱度(pH值) 酸碱度用pH值来表示。pH值等于7时为中性;大于7时为碱性,数值愈大碱性愈强;小于7时为酸性,数值愈小酸性愈强。大多数食用菌喜偏酸性环境,都有一定的生长pH值范围和生长最适pH值。通常适宜菌丝体生长的pH在3—8之间,最适pH值为

表 2 几种食用菌对温度的要求

单位：%

项目 发育期 种类	培养料含水量		空气相对湿度	
	菌丝体生 长阶段	子实体生 长阶段	菌丝体生 长阶段	子实体生 长阶段
双孢蘑菇	60—65	75—80	60—70	80—90
香菇	60—65	65—70	60—70	80—90
草菇	60—65	65—70	60—70	85—95
侧耳	60—65	65—70	70—80	85—90
银耳	65—70	70—75	70—80	85—95
木耳	65—70	75—80	70—80	85—95
猴头菌	60—65	65—70	70—80	80—95
金针菇	60—65	65—70	60—70	85—90
滑菇	60—65	65—70	70—80	90—95

5—5.5。如pH值大于7时，生长缓慢；大于8时生长停止。

pH值是影响食用菌新陈代谢的重要因素。在栽培食用菌时，务必使之在适宜的酸碱环境下生长发育。但是，在制备各种菌种或熟料栽培时，因杀菌后pH要下降，故在配置培养基时要将pH适当调高0.5—1，以使杀菌后降到适宜范围。几种食用菌生长的最适pH值，见表3。

表 3 几种食用菌生长的最适pH值

种类	木耳	银耳	香菇	侧耳	猴头菌	双孢蘑菇	大肥菇	草菇
最 适 pH值	5.0—5.4	5.0—6.0	4.0—5.4	5.4—6.0	4.0	6.8—7.0	6.0—6.4	7.5

4、氧和二氧化碳 食用菌为非绿色植物，不能利用二