

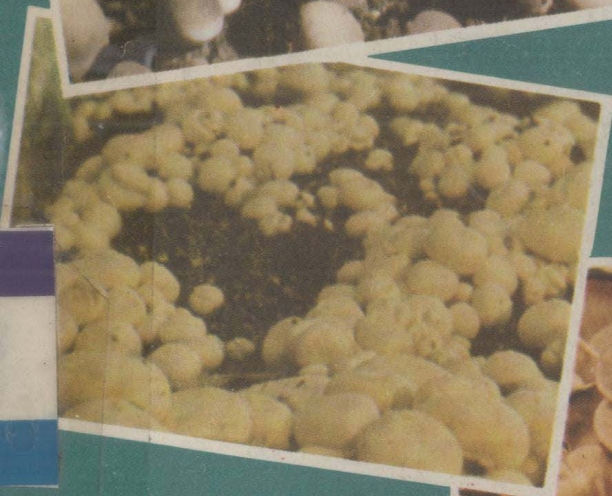
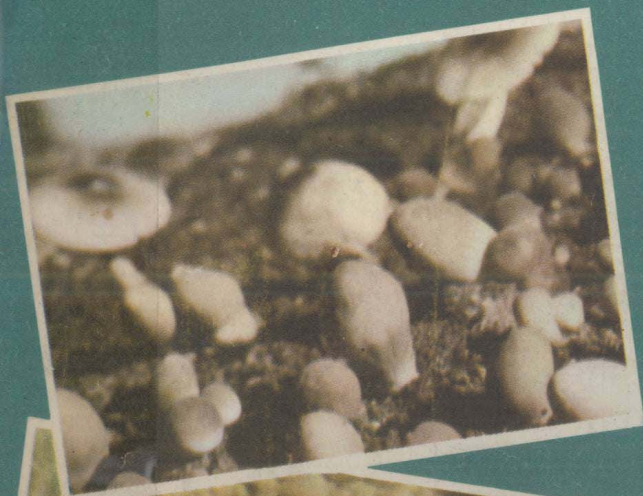
SHIYONGJUNZAIPEIJISHU

食用菌栽培技术

汪 麟 赵占国

印桂玲 李育岳

李福全 编 著



河北科学技术出版社

食用菌栽培技术

汪 麟 赵占国

印桂玲 李育岳

李福全 编著

河北科学技术出版社

再 版 前 言

发展食用菌生产,不仅可以向市场提供更多的营养食品,满足人民生活的需要,而且是农村发展商品生产,增加经济收入的一条致富门路。

为适应生产食用菌的需要,提高栽培技术,促进生产的发展,我们于1982年编写出版了这本《食用菌栽培技术》小册子。该书出版后,受到广大读者的欢迎,几年间先后印刷了三次。

随着食用菌生产的发展和科学技术水平的提高,新的食用菌科技成果不断涌现,栽培技术也日臻成熟。我们根据近几年的工作实践和各地群众的经验,参照国内外有关资料,对《食用菌栽培技术》作了重新修订。在内容方面,增加了凤尾菇、草菇、金针菇、滑菇、猴头、银耳等6个品种,补充了平菇袋式堆积栽培,香菇和黑木耳的代料栽培等章节,大量删掉了一些理论性较强的东西,从而更为实用。

该书紧密结合生产实际,着重介绍了具体的栽培技术,文字通俗易懂,可供农村食用菌栽培专业户、食用菌菌种厂、栽培场、食用菌栽培爱好者和农业学校师生参考。

编 者

一九八五年十一月于保定

目 录

第一章 食用菌基础知识	(1)
一、食用菌的形态结构	(1)
二、食用菌的生活史	(4)
三、食用菌生长发育的条件	(5)
第二章 平菇	(13)
一、培养料的准备	(14)
二、栽培方法	(16)
第三章 凤尾菇	(35)
一、凤尾菇的特点	(35)
二、栽培方法	(36)
第四章 草菇	(41)
一、棉籽皮栽培草菇	(42)
二、麦秸栽培草菇	(54)
三、稻草栽培草菇	(58)
四、废棉栽培草菇	(65)
第五章 双孢蘑菇	(68)
一、菇房与消毒	(68)
二、培养料的调制	(74)
三、进料与播种	(81)
四、播种后至覆土前的管理	(84)

五、覆土·····	(85)
六、覆土至出菇前的管理·····	(89)
七、蘑菇的发生和出菇后的管理·····	(90)
八、采收及采收后的处理·····	(96)
第六章 香菇 ·····	(101)
一、香菇段木栽培法·····	(102)
二、香菇的代用料栽培法·····	(120)
第七章 金针菇 ·····	(128)
一、瓶栽与袋栽·····	(129)
二、生料床式栽培·····	(132)
第八章 滑菇 ·····	(136)
一、箱式栽培·····	(136)
二、塑料袋栽培法·····	(142)
三、栽培滑菇注意事项·····	(145)
第九章 猴头 ·····	(147)
一、材料准备·····	(148)
二、配制培养料·····	(149)
三、装瓶及灭菌·····	(150)
四、接种和培养·····	(150)
五、出菇管理·····	(151)
六、采收·····	(151)
第十章 黑木耳 ·····	(153)
一、黑木耳的段木栽培·····	(153)
二、袋式栽培黑木耳·····	(176)
第十一章 银耳 ·····	(188)
一 银耳菌种的制备·····	(189)

二、栽培方法	(191)
三、培养室的处理	(194)
四、袋栽银耳的科学管理	(195)
五、采收与加工	(197)
六、再生耳的管理	(198)
第十二章 食用菌病虫害防治	(199)
一、病害及其防治	(199)
二、虫害及其防治	(206)
第十三章 食用菌加工方法	(211)
一、干制法	(211)
二、盐渍法	(212)
第十四章 菌种制作技术	(214)
一、制种设备及用具	(214)
二、培养基的配制	(221)
三、纯菌种繁殖法	(230)
四、菌种质量的检查	(242)
五、菌种保藏方法	(244)
附录	(247)
一、毒菇的识别与中毒防治	(247)
二、酸碱度简易测定法	(251)
三、空气湿度的计算方法	(251)
四、温湿度换算表	(252)
五、常用药品的配制	(256)
六、常用计量单位及换算	(257)

第一章 食用菌基础知识

一、食用菌的形态结构

食用菌是一类大型真菌，由菌丝体和子实体两部分组成。食用菌靠菌丝体从基质中吸收营养，当菌丝体生长到一定阶段，积累了足够的养分，达到生理成熟后，则形成可供食用的子实体。

（一）菌丝体

菌丝体是食用菌的营养体，一般为绒毛状，由一根根很细微的管状菌丝组成。菌丝由孢子萌发而成。孢子在适宜条件下萌发，长出芽管，芽管伸长、发育、分枝成菌丝。菌丝互相错综交结成为菌丝体。食用菌的菌丝都是多细胞的。在管状的菌丝中有许多隔膜把菌丝分隔成多个细胞，每个细胞的外圈是细胞壁，壁的内侧有细胞膜，膜内包裹着原生质、细胞核、液泡、线粒体等结构。

按照发育的不同阶段，食用菌菌丝分为初生菌丝和次生菌丝两个阶段。初生菌丝由孢子萌发而成，比较纤细，每个细胞中只有一个细胞核，又叫单核菌丝。初生菌丝一般不会

形成子实体。初生菌丝经过配对后，菌丝细胞核由一个变为两个，成为次生菌丝。因为次生菌丝中的每个细胞含有两个核，所以又称双核菌丝。大多数食用菌的基本形态是双核菌丝，具有产生子实体的能力。在显微镜下观察，一般菌丝较细的食用菌如香菇、木耳等双核菌丝上形成好似一把锁的锁状联合；而菌丝较粗的食用菌如双孢蘑菇、草菇，在双核菌丝上就没有锁状联合。

有些食用菌的菌丝在生长发育过程中往往形成一些特殊的结构，如蜜环菌的许多菌丝体交织在一起形成绳索状的菌索；茯苓是菌丝生长过程中形成的一种菌丝，如块状，它是休眠组织，也是储存养分的组织，有抵抗不良环境的能力。

（二）子实体

子实体是食用菌繁殖器官，就是通常所说的“菇”、“耳”等食用部分。子实体的形状多样，有的呈耳状（木耳），有的呈头状（猴头），多数呈伞状（草菇、双孢蘑菇、香菇等）。典型的伞菌子实体，是由菌盖、菌褶、菌柄等三部分组成的（图1）。

1. **菌盖** 又叫菇盖，是菌褶着生的地方，是繁殖器官的保护组织。不同食用菌菌盖的形状也各不相同。有半球形（双孢蘑菇）、斗笠形（草菇）、扇形（侧耳）、漏斗形（凤尾菇）等。

2. **菌褶** 又叫菇叶，位于菌盖下方，呈放射状排列的片状结构，是产生担孢子的地方。菌褶与菌柄相互连接的方式，不同品种也不一样。一般分为四种：一是离生，即菌褶

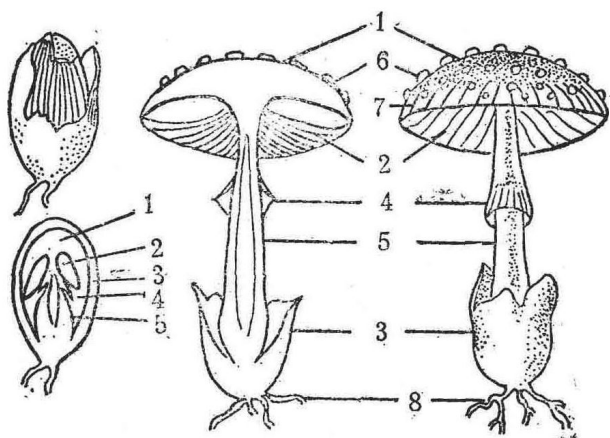


图1 蘑菇示意图

1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌托 4. 菌环 5. 菌柄
6. 鳞片 7. 条纹 8. 菌丝索

与菌柄之间有一定距离，如双孢蘑菇和草菇；二是直生，即菌褶和菌柄成直角形的相互连接，如蜜环菌和滑菇；三是凹生，即菌褶类似直生，但在连接部位出现弯曲或一个凹陷的缺口，如香菇；四是延生，即菌褶和菌柄连接时，菌褶沿着菌柄往柄下端延长生长一段，如平菇和凤尾菇。

3. 菌柄 又叫菇柄，是支持和输送养料的器官。有的生于菌盖中央，叫中生（如双孢蘑菇），有的偏生（如香菇），也有的侧生（如侧耳）。

在伞菌的菌柄上往往还有两种重要的附属物，即菌环和菌托，但不是每种食用菌都有。菌环生于菌柄上，是一种膜质的环形结构；菌托生于菌柄基部，呈杯状结构，象苞脚（如草菇），故又称苞脚菇。

二、食用菌的生活史

食用菌的生活史，就是它一生所经历的生活周期。即从孢子萌发开始，经菌丝体阶段，形成子实体再产生孢子的整个发育过程。

有些食用菌在菌丝阶段，形成分生孢子或厚垣孢子。例如，金针菇在菌丝阶段出现分生孢子，遇适宜的条件可萌发变成单核菌丝或双核菌丝；草菇的菌丝上则往往形成厚垣孢子，在适宜条件下萌发为菌丝体。

食用菌有性繁殖的方式，分为两大类，即同宗结合和异宗结合。

（一）同宗结合

有少数食用菌如双孢蘑菇没有性的区别，可以由同一孢子或同一母体上产生的孢子形成的单核菌丝相互接合而形成能结实的菌丝，类似植物的自体受精，是自交可孕。属于同宗结合的食用菌，约占食用菌总数的10%。

（二）异宗结合

大多数食用菌（约90%）的初生菌丝有性的区别。分为“雌”、“雄”两种（通常用“+”、“-”表示）。同一性别的菌丝之间不亲和，不能生育。只有性别不同的两条菌丝进行配合才能生育，产生子实体。这种结合方式又称自交不育。如黑木耳、香菇和平菇等。

异宗结合的食用菌，其菌丝体的性别是由遗传因子——“性基因”控制的。如木耳、滑菇的性别是由一对遗传因子 Aa 控制的。它们所产生的担孢子以及由担孢子萌发所产生的初生菌丝，不是 A 型的便是 a 型的。即每个担子上所产生的四个孢子中，有两个是 A 型的，另外两个是 a 型的。四个孢子分属两种类型，这种属性称为二极性。二极性的初生菌丝只有组合成“ Aa ”时彼此才能亲和，可育率为 50%。另外一类食用菌如香菇、侧耳、毛木耳、银耳、金针菇等的性别，是由双对独立分离的遗传因子 Aa 和 Bb 所控制的。这类食用菌占食用菌的多数。这些食用菌每个担子上所产生的四个孢子，分别为 AB 、 Ab 、 aB 、 ab 四种类型。这种属性称为四极性。四极性的初生菌丝只有组合成“ $AaBb$ ”时才可行，其可育率为 25%。

了解食用菌的性别，在生产上是很重要的。凡属同宗结合的食用菌，挑选优良的单孢子进行繁殖，获得的纯菌丝有结菇能力，可用来培育菌种。对于异宗结合的食用菌，必须通过不同性别的单孢子或单核菌丝进行配对“杂交”，才能获得双核菌丝，产生子实体，否则就只长菌丝，不长子实体。

三、食用菌生长发育的条件

食用菌生长发育过程，需要一定的生活条件。人工栽培食用菌时，必须熟悉和掌握这些条件，采用正确的栽培方法，充分满足它们生长发育的需要，才能培育成功并达到稳产高产的目的。

食用菌生长发育的条件主要包括温度、湿度、营养、酸碱度、空气和光照等。

（一）温度

温度是食用菌生长最重要的环境因素之一。各种食用菌只能在一定温度的范围内生长，而且各有其最低生长温度、最高生长温度和最适生长温度。食用菌各个生育阶段对温度的要求是各不相同的。一般担孢子萌发和菌丝体生长适宜温度是 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。多数食用菌，其菌丝体有耐低温的特性。黑木耳菌丝体能耐 $-30\sim -40^{\circ}\text{C}$ ，不会死亡；但草菇却不耐低温，菌丝体在 5°C 以下即死亡。因此，草菇的试管母种只能在 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 的室温保存，不宜放在冰箱中。一般食用菌子实体分化和形成的适宜温度为 15°C 左右。根据子实体对温度的要求，可分为低温型、中温型和高温型三类。

1. **低温型** 子实体分化最高温度是 24°C ，最适温度为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。如香菇、蘑菇、平菇、猴头等。

2. **中温型** 子实体分化最高温度是 28°C ，最适温度在 $20\sim 24^{\circ}\text{C}$ 之间。如黑木耳、银耳等。

3. **高温型** 子实体分化的最高温度是 30°C 以上，最适温度在 $24\sim 28^{\circ}\text{C}$ 之间。如草菇等。

一般食用菌子实体的分化需要变温刺激，称为变温结实菇菌。香菇和平菇更为明显。因此，香菇和平菇，当菌丝体达到生理成熟时，可采用低温刺激促其早出菇（表1）。

表 1 几种食用菌生长发育的温度 (°C)

品 种	菌 丝 体		子 实 体	
	温度范围	最适温度	温度范围	最适温度
平 菇	10~35	24~27	7~20	13~17
凤尾菇	15~35	25~27	8~24	15~21
香 菇	5~34	25	7~20	15~18
蘑 菇	6~32	22~24	8~18	13~16
猴 头	12~33	21~24	12~24	15~20
金针菇	7~30	23~25	5~19	8~14
黑木耳	4~39	25~28	15~30	24~27
银 耳	6~36	22~25	18~26	20~24
草 菇	15~42	28~35	22~35	30~32

(二) 湿度(水分)

湿度和水分也是食用菌生长发育的条件。子实体中含90%的水分,营养物质只有溶于水,才能通过原生质膜渗透到细胞内部;代谢的废物只有溶于水,才能排出体外。菌丝分泌的各种酶,也只有溶于水才能分解纤维素、蛋白质等。另外,培养料中的含水量,直接影响着菌丝的发育。一般含水量应在60%左右,即料水比以1:1.5~1.6为宜。含水量超过70%时,培养料中就会因氧气不足而影响菌丝呼吸,并易发生杂菌。段木栽培黑木耳时,木材含水量应在30~40%,低于20%,菌丝即停止生长。因此,段木含水量是保证黑木耳菌丝定植成活的重要条件(表2)。

栽培场地的空气相对湿度,直接影响着培养料干湿度的变化。空气干燥,培养料中水分蒸发加快;反之,水分蒸发

表2 几种食用菌生长发育的水分与湿度(%)

品 种	菌 丝 体		子 实 体	
	培 养 料 含 水 量	空 气 相 对 湿 度	培 养 料 含 水 量	空 气 相 对 湿 度
平 菇	60~65	70~75	65~70	80~90
凤尾菇	65~70	65~75	65~75	80~90
香 菇	55~60	65~75	60~65	80~90
蘑 菇	60~65	60~70	60~65	85~90
猴 头	55~65	70~75	60~65	85~90
金针菇	55~60	60~70	65~70	85~90
黑木耳	55~60	70~75	65~70	85~95
银 耳	55~65	70~75	65~70	85~95
草 菇	70~85	85~95	70~85	85~95

就慢。一般在菌丝体阶段,空气相对湿度应保持在65~75%之间,出菇期间应提高到85~90%之间。但空气相对湿度也不宜过高,若相对湿度在95%以上时,会促使病菌生长和阻碍菇体的蒸腾作用。蒸腾作用是促进细胞内原生质流动和营

营养物质运转的因素，直接关系到子实体的生长。空气相对湿度的测定，一般多用简易干湿球温度表。计算方法可参阅附录三空气湿度的计算方法。

（三）营养

食用菌所需营养可分为碳源、氮源、无机盐类和生长素四类。

1. **碳源** 碳源的主要作用是构成细胞质，并为食用菌提供生命活动的能量。

食用菌是一类异养生物，它的碳源来自各种有机物，其中以糖类最好，葡萄糖和蔗糖是最常见的碳源。此外，有机酸、氨基酸、醇类、淀粉、纤维素、半纤维素和木质素等大分子化合物，食用菌不能直接吸收，它的菌丝能分泌各种水解酶，将这些复杂的物质分解为简单的物质，然后吸收利用。因此，富含纤维素和木质素的树木、枝条、木屑、落叶、稻草、麦秸、玉米秸和棉籽皮等农副产品，都是食用菌的重要碳源。

2. **氮源** 氮源主要有蛋白质和氨基酸。它是合成蛋白质和核酸不可缺少的原料。

食用菌生长发育需要有合适的碳氮比例，称为“碳氮比”。一般认为，食用菌在菌丝生长阶段碳氮比以 20:1 为好，而子实体生长阶段，碳氮比以 30:1~40:1 为宜。

木屑、玉米秸、稻草、麦秸、玉米芯等都含有丰富的纤维素、木质素等碳源营养，是培养食用菌的廉价原料。但因其氮源不足，会影响菌丝生长，若适当添加一些含氮较多的

米糠或麸皮，可促进菌丝生长，提早出菇，显著地提高产量。

3. 无机盐 无机盐以磷、钾、钙为最重要。磷对食用菌的生长，核酸的形成，能量的代谢等，都有重要作用。没有磷，碳和氮就不能很好地利用。所以，在平菇和双孢蘑菇的培养料中，一般都添加1~3%的磷肥。钾对细胞的组成，营养物质的吸收，呼吸的进行，起着十分重要的作用。一般秸秆原料中均含有丰富的钾盐。钙可促进菌丝生长和子实体形成。钙还能平衡钾、镁、钠等元素，中和酸根，起稳定培养料pH值的作用。所以，配料时一般需添加1%的石膏或石灰粉，以利于菌丝生长。

此外，食用菌生长还需要铁、铜、钼、锌、钴、锰等微量元素。因为它们在普通水中的含量能满足菌丝生长的需要，一般不必另外添加。

4. 生长素 食用菌生长发育还需要有核酸和硫胺素等多种维生素，需要量虽然很少，但不可缺少。维生素在马铃薯、米糠、麸皮中含量较多，可以用这原料来配制培养基以解决食用菌所需的维生素。

(四) 酸碱度(pH 值)

酸碱度以pH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。

pH值对食用菌的影响很大，它能改变细胞膜上的电荷，影响细胞对营养物质的吸收；它还能影响各种酶的活性，从

而影响细胞的代谢活动。

多数食用菌喜酸性环境，在碱性环境中则生长发育不良。据测定，各种食用菌菌丝体生长的最适 pH 值，双孢蘑菇 6.8~7.0，平菇 5~6，凤尾菇 6.5~7.5，香菇 4~5，黑木耳 5~5.4，银耳 5~6，猴头 4，草菇 7.5~8.0，金针菇 5~6。为了满足食用菌对 pH 的要求，人工栽培时必须创造适宜的酸碱环境，即在配制培养料时，必须注意 pH 值的调整。因为培养料在灭菌后 pH 常下降，同时，在培养过程中，由于菌丝体代谢过程中产生的多种有机酸的积累，使 pH 值降低。所以，在配制培养料时，应将 pH 值适当调高。另外，为了防止培养料偏酸或偏碱，在配料时可加入 1% 的石膏粉或碳酸钙，这些盐类对 pH 的变化有缓冲作用。

（五）空气

食用菌是一种好气性真菌，菌丝体和子实体的呼吸作用要不断地吸入氧气，呼出二氧化碳。所以，氧和二氧化碳也是影响食用菌生长发育的重要生态因子。菇房空气中的二氧化碳超过一定浓度，就会抑制菌丝和子实体生长，造成菌丝萎缩，小菇死亡。栽培双孢蘑菇，当菇房中二氧化碳浓度大于 1% 时，往往出现菌柄长，开伞早，品质下降现象；二氧化碳浓度超过 6% 时，往往菌盖发育受阻，出现畸形菇。为防止二氧化碳积存过多，菇房内需经常通风换气，不断补充新鲜空气，排除过多的二氧化碳和其他有害气体。这是食用菌栽培中确保子实体正常生长的一项关键性措施。另外，在制作菌种和代料栽培时，要注意到培养料的松紧度和含水