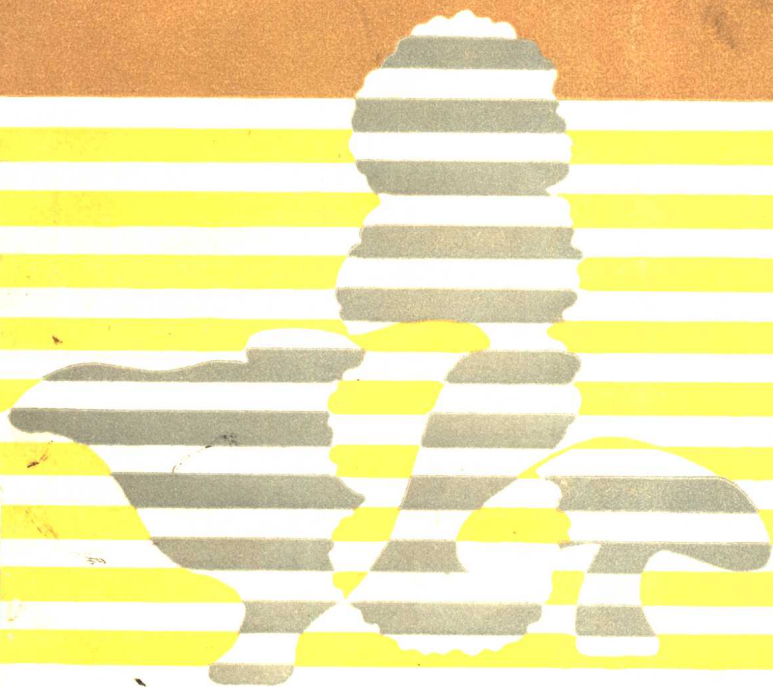


食用菌的 干湿差培养法

甘肃省科学院生物研究所

刘祖贵 编著



46.04
235

四川科学技术出版社

食用菌的干湿差培养法

刘祖贵 编著

四川科学技术出版社

一九八六年·成都

责任编辑:侯砚楠

封面设计:吕小晶

技术设计:李蓉君

食用菌的干品与保鲜法

刘祖贻 编著

四川科学技术出版社出版

(成都盐道街三三)

四川省新华书店发行

渡口新华印刷厂印刷

统一书号: 16291·224

1986年11月第一版 开本 787×1092 1/32

1986年11月第一次印刷 字数 139千

印数 1—3,000册 印张 6.625

定价: 1.65元

前 言

随着人民科学知识和生活水平的提高，食品必然向低能量高蛋白方向发展。食用菌正是一类风味鲜美，营养丰富的食品。

甘肃省于1957年开始人工培养食用菌。但由于没有适合干、冷气候条件的菌种和相应的培养方法，加之污染严重、产量低、经济效益不显著，因此曾两起两落。

近几年，我们针对西北的气候特点，在引种驯化、培养方法、病虫害防治上和群众一道作了一些研试工作，初步摸索出了适应于西北地区气候特点的干湿差培养法，在生产上已收到了较好的效果。

为了更好地普及食用菌基础知识，促进生产的稳固发展，使这一培养法在治穷致富上起到应有的作用，我们编写了这本普及读物，供广大从事科普教育和生产的同志参考。

参加研试工作的有：王秉峰、于宗礼、侯世昌、曹文濫、沈立光、芦洪英同志。协助进行生产性试验的单位有：兰化304厂、504厂、白银公司绿化队、甘肃省食用菌生产技术服务中心、骆驼滩大队、伏龙坪清真食品厂等。编写中赵先男同志参加资料整理工作，在此一并致谢。由于水平有限，本书不足之处，恳望读者批评指正。

刘祖贵

1985年8月于兰州

目 录

一、食用菌的生物学基础

- (一) 食用菌及其分类地位.....1
- (二) 食用菌的营养成分及其利用价值.....2
- (三) 食用菌的野生环境.....4
- (四) 食用菌的生活方式.....5
- (五) 食用菌的形态与结构.....6
- (六) 食用菌的繁殖方式与生活史.....9
- (七) 食用菌子实体的形成.....13
- (八) 食用菌的生活条件.....15
- (九) 食用菌所需的营养成分.....21
- (十) 食用菌简介.....25

二、食用菌制种的基础知识

- (一) 制种的主要设备条件.....31
- (二) 菌种的制作程序.....36
- (三) 培养基及其配方.....37
- (四) 高压锅的使用方法.....38
- (五) 培养基的制作.....40
- (六) 接种与无菌操作.....42
- (七) 纯菌种的分离方法.....43
- (八) 菌种的培养.....44
- (九) 菌种的选育.....44

(十) 菌种的保存.....	52
----------------	----

三、食用菌的制种技术

(一) 蘑菇的制种技术.....	56
(二) 香菇的制种技术.....	60
(三) 平菇的制种技术.....	63
(四) 榆黄蘑的制种技术.....	67
(五) 凤尾菇的制种技术.....	68
(六) 滑菇的制种技术.....	69
(七) 金针菇的制种技术.....	72
(八) 草菇的制种技术.....	75
(九) 猴头的制种技术.....	78
(十) 黑木耳的制种技术.....	81
(十一) 银耳的制种技术.....	84
(十二) 灵芝的制种技术.....	92

四、食用菌的培养方法

(一) 干湿差培养法简介.....	95
(二) 蘑菇的培养方法.....	96
(三) 香菇的培养方法.....	134
(四) 平菇的培养方法.....	137
(五) 榆黄蘑的培养方法.....	141
(六) 凤尾菇的培养方法.....	145
(七) 滑菇的培养方法.....	151
(八) 金针菇的培养方法.....	155
(九) 草菇的培养方法.....	161
(十) 猴头的培养方法.....	165
(十一) 黑木耳的培养方法.....	168

(十二) 银耳的培养方法.....	170
(十三) 灵芝的培养方法.....	176
五、主要病虫、杂菌的防治	
(一) 杂菌.....	179
(二) 害虫.....	182
(三) 病害.....	184
(四) 防治方法.....	189
六、常用技术资料	
(一) pH值及其测定与调整.....	192
(二) 测定水分的方法.....	193
(三) 菇房空气中二氧化碳的简易测定法.....	194
(四) 空气相对湿度的测定.....	195
(五) 孢子反应及其防治.....	195
附录1: 有关资料	
表12 主要食用菌的成分.....	196
表13 几种食用菌与常用食品营养成分的比较.....	197
表14 食用菌培养料的营养成分.....	198
表15 几种有机肥的成分.....	199
表16 主要农药的使用方法.....	200
附录2:	
常用药液的配制.....	202
附录3:	
常用计量单位的换算.....	203
主要参考文献	205

一、食用菌的生物学基础

(一) 食用菌及其分类地位

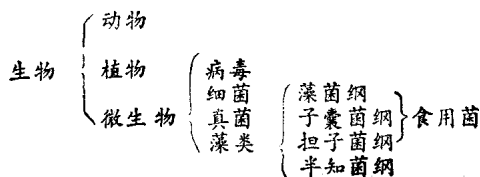
食用菌即可食性大型真菌。

真菌是一类没有根、茎、叶和叶绿素的低等植物。从生物学的观点看，这部分生物有真正细胞核，没有叶绿素，能进行有性和无性繁殖，能产生孢子，它们的营养体通常是丝状的且有分枝的结构，具有甲壳质或纤维质的细胞壁，并且常是进行吸收营养的生物。

大型真菌是指能生长发育形成可见子实体或菌核结构的真菌。但是，不是所有的大型真菌都可供食用，其中有一部分含有有毒成分。

食用菌是指可供食用的部分大型真菌。如：双孢蘑菇、凤尾菇、平菇、香菇、猴头、木耳、银耳等。

分类学上食用菌大部分属于担子菌纲，有少数属于子囊菌纲。



(二) 食用菌的营养成分及其利用价值

食用菌是一类没有叶绿素的丝状真菌，它不能直接利用太阳能制造食物，必须从其他植物的废物中吸取营养。在2千多种食用菌中，广泛地被食用的约25种，但能进行人工栽培或半人工栽培的仅10来种。随着科学技术的进展，目前食用菌的栽培已遍布全世界。

比较重要的食用菌有：蘑菇、香菇、平菇、草菇、黑木耳、白木耳、猴头、美味牛肝菌、口菇、松乳菇、竹荪、羊肚菌、鸡枞菌、林地蘑菇、豹皮菇等。目前人工栽培面积较大的食用菌主要有：蘑菇、香菇、平菇、草菇、黑木耳、白木耳等。

食用菌早享有“素肉”和“健康食品”之称。大部分是高级名贵的佐食品。除具有独特的香味和鲜味外，还含有丰富的营养成分。如蛋白质、脂肪、糖类等。干蘑菇蛋白质含量是猪肉蛋白质含量的4倍，鸡蛋蛋白质含量的2.5倍，牛奶蛋白质含量的11倍。其中氨基酸和酰胺十分丰富，同时还含有一般农、牧产品正缺少而人又必不可少的所有必需氨基酸（在总

氨基酸含量中25~40%是由必需氨基酸组成)。此外,食用菌还含有丰富的维生素和矿物盐类。如100克干香菇中就含有维生素B₁70毫克、维生素B₂1.13毫克等,以及钙124毫克、磷415毫克、铁25.3毫克。

由于食用菌的内含物远远超过了其他动、植物食品的营养成分,因此,多数食用菌具有很高的药用价值。如香菇可用之解毒、降低血压、减少胆固醇及滋补强身。据报道:某些食用菌还含有特殊的多糖物质、干扰素诱导物——双链核糖核酸和香菇素——核酸类成分,能抑制肿瘤、对病毒性疾病有一定的免疫作用,并能溶解一定量的胆固醇。

食用菌的营养价值和药用价值使它具有较高的经济价值,1吨蘑菇罐头出口价值为2千美元左右,与1吨肉类罐头相等,15罐425克的蘑菇罐头外汇换回率相当于1只上海手表。目前菌类食品已被国际上公认为新的食物源之一。第二次世界大战后每年以7~14%的速率增长,目前总产已突破100万吨,我国1968年总产仅为4.1万吨,1980年已达到8.5万吨。

当前,世界人口已超过43亿,每天增加约19万人,每分钟有150个以上的婴儿出世。据有关方面预测,公元2000年世界人口将达60亿,这样一个惊人的增长速度,单靠传统的农业增产的办法来满足人口增长对于粮食,特别是对于蛋白质的需要,历史证明是相当困难的。因为每个人在世的一生中要消耗约10吨碳水化合物,1.6吨蛋白质,1吨脂肪。当前世界上已经有1/3的人营养不足,主要是蛋白质不足(特别是植物蛋白的奇缺),每年世界上蛋白质至少缺少3500多万吨。从世界范围讲每人每天平均消耗65.9~69.0克蛋白质,但我国每人每天平均消耗量低于世界平均水平,而美国

每人每天平均消耗101.8克。由此可见,必须尽快增加我国蛋白质的年产量,以使中华民族繁荣兴旺。但是,生产1公斤牛肉需要7公斤粮食,生产1公斤猪肉需要4公斤粮食,生产1公斤鸡蛋要3公斤粮食。看来要过快地增加动物蛋白的生产,不太适合我国粮食还不十分富裕的国情。而大力发展食用菌生产,可以基本不要粮食,只需要一些动、植物不能直接利用的纤维素、木质素等农、林业副产品,而这些农业副产品资源十分丰富。有关专家认为:全世界禾秆草每年约有23亿5千万吨以上;中国的禾秆草每年在3亿5百万吨左右(包括台湾省),我国每年只要用其中的1/4来栽培食用菌类,每年可生产5千万吨的鲜菇,全国按10亿人计算,平均每人每天均可食到约130克可口香美而营养相当于2~3个鸡蛋的食用菌类。同时,食用菌不占耕地,不与农、林业争肥、争光(不少菌类可利用现有人防工事种植),并可进行工厂化、小空间、多层次的立体生产,受自然条件制约小,增殖快,周期短,产量高。因此,可以预言:随着人类对于微生物资源的开发与利用,随着食用菌科学研究和生产的发展,在不远的将来,菌类必将在推动人类社会进步和提高人民生活水平中起到独特的作用。

(三) 食用菌的野生环境

食用菌生长在气候湿润、有机质含量丰富的自然环境中。不同的菌类要求不同的气候条件,喜欢不同的基质。例如:蘑菇多生长在草地上,尤其在有腐熟牲畜粪、草的地方,常可见到直径十几米的蘑菇圈;香菇、平菇、猴头等生长在枯朽

死木上；而凤尾菇、草菇等多生长在湿热环境的草堆上。

按其生长习性通常可分为两个类型：

1. **草质腐生型**：这类菇生长在植物茎、叶分解形成的腐殖质上。如双孢蘑菇、凤尾菇、草菇等。

2. **木质腐生型**：这类菇通常生长在死树上。如平菇、香菇、猴头、木耳等。

（四）食用菌的生活方式

食用菌的种类不同，摄取营养的方式也不同。通常分以下4种：

1. **腐生性**：多数人工栽培的菌类都为腐生性。它们生活在死亡的植物残体或有机质上，分解木质素、纤维素，吸收其分解产物或其它原有内含的小分子养分，但缺乏分解侵害植物活体的能力，它们可在土壤上，腐熟的植物茎、叶上，粪堆垃圾上生长。如平菇、香菇、猴头等，常可在死树或树伐后的树桩、倒木上采到；蘑菇、凤尾菇、草菇等常生长在腐熟的草堆或其它有机质上。

2. **寄生性**：这类菌能引起树木腐朽，它们能从活的动、植物体吸取所需的营养。如冬虫夏草、牛肝菌等。属于这一生活方式的菌类不易人工栽培，多属野生型。

3. **共生性**：森林中的菌类多属此类。如菌根菌类，它们从树的根吸收不含氮的有机质，树木并不受影响。相反还扩大了共生树根的吸收面积，增加了树木所需营养和水分的来源。同时菌根菌死亡分解后又能肥沃土壤。两者共同互利地生存。银耳菌丝与香灰菌丝等也属这类。

4. **兼寄生性(兼腐生性)**:这类菌类介于寄生性与腐生性之间。如密环菌、通常长在倒树上,有时在活树上也可见,同时还能与天麻共生。

(五) 食用菌的形态与结构

食用菌通常都比较大,一般在3~18×4~20厘米左右。甘肃省人工栽培的凤尾菇有高20厘米,直径20~25厘米一簇;重1公斤以上。平菇高20~25厘米,直径近30厘米,重2.25公斤。江西曾发现大如雨伞的香菇王,1961年在哈尔滨曾见到大如西瓜的马勃,1963年山东报道了重达3.5公斤的猴头。

食用菌的形态甚多。有头形、笔形、花形、树形、舌形、球形、伞形等。但以伞形为多。

食用菌一般由菌丝体和子实体构成。其中菌丝体是营养体,子实体是繁殖器官。菌丝体对食用菌的作用相当于高等植物的根、茎、叶等营养器官,它的功能是从培养料中分解并吸收营养物质。子实体对食用菌的作用相当于高等植物的花、果、种等繁殖器官,它的功能是繁殖后代,同时,亦是当前人们食用的主要部分。

1. **菌丝体**:当前,食用菌主要是指担子菌纲中的大型真菌。担子菌的菌丝体绝大多数是由具有横隔及分枝的菌丝组成。菌丝上两个横隔间就是一个细胞。由孢子而来的单核菌丝通常历时很短,很快就形成次生双核菌丝,每1个次生菌丝细胞内有2个细胞核,由它构成的菌丝称双核菌丝。双核菌丝在担子菌的生活史中,生活阶段所占时期较长,这也是担子菌的特征之一。担子菌的另一个显著特征是,菌丝以锁状联合

的方式产生新生细胞。锁状联合往往发生在菌丝顶端双核细胞的二核之间，或两个细胞间的横隔膜旁。开始由细胞壁生出一个突起，然后伸长并向自体细胞壁轴向弯曲，进而与母细胞的近端细胞壁联合相通。在此过程中，二个核同时进行分裂。*a* 核的一个子核通过突起进入母细胞的近端，*b* 核的一个子核则向母细胞的远端移动，母细胞的中央和突起基部生出隔膜，将母细胞分成各具2个核的子细胞。目前人们对于锁状联合主要功能的认识是运输或交换营养物质、成桥便于质配和核配。

2. 子实体：子实体即我们通常说的蘑菇或木耳、猴头等采食部分。它是由无数菌丝网集而成，成熟的子实体能

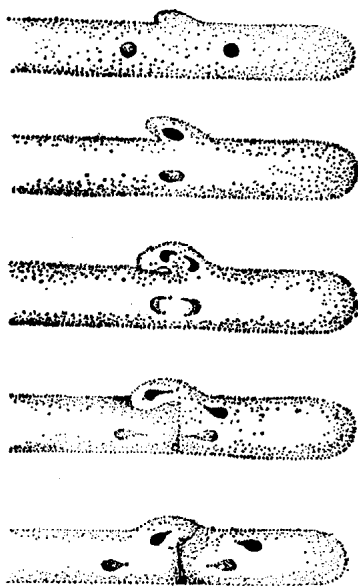


图1 担子菌的锁状联合示意图

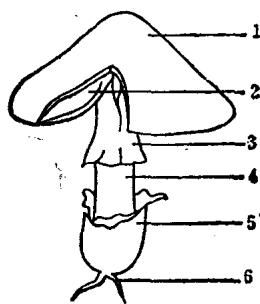


图2 伞菌模式图

1. 菌盖 2. 菌褶 3. 菌环
4. 菌柄 5. 菌托 6. 菌丝束

产生孢子进行繁殖，食用菌中不同属种的子实体形态结构差异较大，现以伞菌担子果为代表，略加说明。

(1) 菌盖：菌盖是子实体上部的伞状部分。它生长在菌柄上，形状多样，常见的有钟形、斗笠形、半球形、平展形、漏斗形等。菌盖表面是由菌丝构成的皮层，里面因有色素，而使菌盖呈现各种颜色。皮层上有的还有纤毛、鳞叶、疣点等附属物。皮层以下是菌肉，菌肉一般为白色或灰白色，也有淡黄色、粉红色，菌肉受伤后有的有变色反应。菌盖边缘，不同种不同时期从幼体到成熟外形不一，有内卷、反卷、上翘、全缘、波状、撕裂等。这些都是分类的依据之一。

(2) 菌褶：菌褶是孕育和着生担孢子的地方。在菌盖背面成放射排列的片状物就是菌褶。因孢子的不同颜色，菌褶呈白色、粉红色、咖啡色等。在它的两侧着生子实层，子实层上产生棒状担子，每个担子上可产生2个或4个担孢子。

(3) 菌柄：菌柄是支持菌盖的柱状、棒状、纺锤状部分。它多生在菌盖的中央，但有的偏生、侧生，或根本无菌柄。不同种菌柄的质地也不同，有肉质、蜡质、纤维质和脆骨质等。

(4) 菌环：菌环是内菌幕的残留物。子实体幼小时期菌盖边缘和菌柄连接着的一层膜，叫内菌幕。当菌盖展开时，将内菌幕撕裂，并在菌柄上留下一个环状物，即称菌环。

(5) 菌托：子实体菌蕾时期外面包着一层膜叫外菌幕，当子实体开伞时，外菌幕撕裂，遗留在菌柄基部的袋状或环状物叫菌托。

（六）食用菌的繁殖方式与生活史

食用菌均为真菌。而真菌的繁殖能力极强，繁殖方式多样。如一点菌丝团块，在适宜的生活条件下，很短时间内就能进行增殖。在自然界的野生状况下，它们往往通过各种无性或有性的方式来繁殖。了解食用菌无人干涉状况下的原始生长繁衍过程及其生活史，对于野生食用菌资源的开发与利用，对于进行野生菌种的分离、驯化与选育都是十分必要的。

1. 无性繁殖：无性繁殖是细胞未经两性（或异极性）细胞的结合而产生新个体的繁殖方式。多数食用菌利用菌丝碎片的扩大增殖就属于此种类型。它是通过细胞分裂而实现的。但在自然界中野生食用菌的无性繁殖，主要是通过无性孢子来实现的。如草菇的菌丝体能产生厚垣孢子；银耳的菌丝体能产生节孢子等。这些无性孢子在适宜的条件下发芽，发育成菌丝体。

2. 有性繁殖：有性繁殖是不同极性的单倍体细胞配合（经过质配和核配），产生一定形态的有性孢子，通过有性担孢子（担子菌类）进行繁殖。担孢子发生在双核菌丝的顶细胞内。顶细胞内的双核一般是有性别的。在它进行有性生殖时，异性配合形成1个二倍体，此核经两次减数分裂形成4个单倍体子核，这时顶细胞膨大变成担子。然后担子发出4个小梗，小梗顶端稍膨大，4个单倍体小核分别进入4个小梗内。此后，每核均发育成1个孢子，即担孢子。典型的担子都发生4个担孢子，但二孢蘑菇只有2个不具性别的担孢子。

担孢子都是单细胞、单核、单倍体。

在有性繁殖中，食用菌有两种结合繁育类型，即同宗接合与异宗接合。

同宗接合：通常也称自交可孕，它是由同一菌丝细胞间通过自体结合而产生有性孢子来完成世代交替的现象。

异宗接合：通常也称自交不孕，它必需由两个不同性别的菌丝细胞交配，才能生育的现象。

现以蘑菇（同宗接合）与黑木耳（异宗接合）为例，简介食用菌这两种生活史的代表类型。

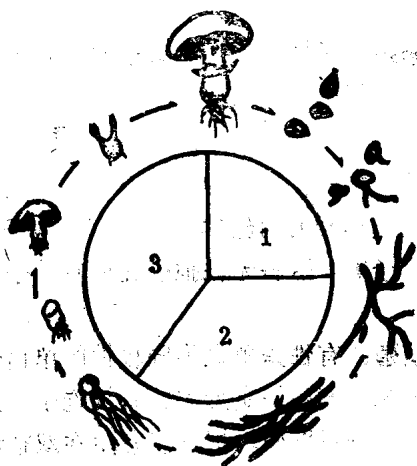


图3 蘑菇生活史

1. 孢子及其萌发 2. 菌丝繁育 3. 形成子实体

蘑菇的生活史：蘑菇为雌雄同株，菌丝细胞间无性别，菌丝细胞间的结合为同宗接合。孢子萌发时，先在一端长出芽管，芽管不断延伸、分裂、形成菌丝，这时菌丝细胞内仅有一个细胞核，称单核菌丝（或称一级菌丝），单核菌丝细胞进一步