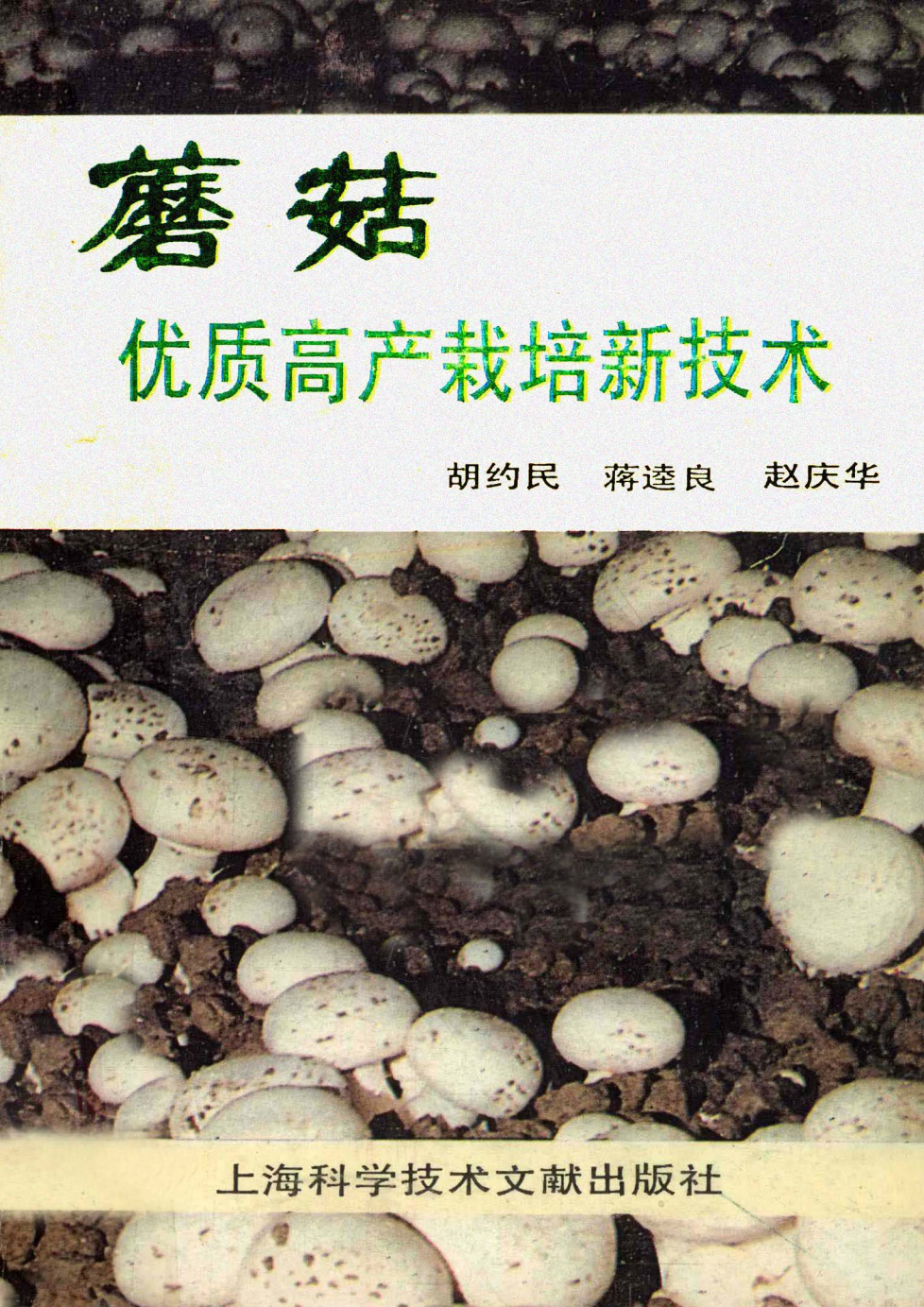




磨菇

优质高产栽培新技术

胡约民 蒋逵良 赵庆华

上海科学技术文献出版社

蘑菇优质高产栽培新技术

胡约民 蒋逵良 赵庆华

上海科学技术文献出版社

(沪)新登字 301 号

蘑菇优质高产栽培新技术

胡约民 蒋逵良 赵庆华

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

上海市农科院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 5.75 字数 129,000

1993 年 7 月第 1 版 1993 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—5,000

ISBN 7-5439-0301-6/S·50

定价:4.20 元

前 言

双孢蘑菇是世界食用菌中最主要的品种。它的产量占食用菌总产量的一半左右,同时它也是世界各国都能接受的所谓国际性食用菌。我国蘑菇总产量已达 20 余万吨,年出口蘑菇罐头 7 万吨左右,是国际蘑菇罐头市场的首位供货者,也是我国的重要创汇农业品种。因此蘑菇栽培业在食用菌栽培业中占有重要的地位。在农村,蘑菇栽培是致富的有效手段。上海郊县就有过这样的口号:“若要富,种蘑菇”。在蘑菇产区,到处可以看到由种植蘑菇而致富的“蘑菇村”,那里有着众多由蘑菇“建造”起来的漂亮的“蘑菇楼”。目前蘑菇又进入“菜篮子”工程,使得城市菜篮子更加丰富多采。

我国虽然已是世界上列居第二位的蘑菇产大国,但是蘑菇栽培目前还只限于几个重点省、市,蘑菇栽培水平的现状也不十分令人满意,与国际水平相比以及国内地区之间相比单产相距甚远,说明尚有很大潜力有待挖掘。80 年代以来,蘑菇栽培的新技术、新工艺、新菌株不断地涌现,使劳力投入降低,劳动条件改善,产量和品质明显提高。本书除系统地介绍蘑菇栽培的基础知识外,重点突出了 80 年代以来蘑菇栽培技术的新发展,如培养料二次发酵技术、培养料增温剂发酵技术、棉籽壳和麦粒制种技术、河泥窖糠覆土技术、塑料薄膜菇房以及杂交育种方面的新成就等。这些技术,大都获得过省、市级的科技进步奖或农业科技进步奖,并都已有较大的推广覆盖面,技术已趋于成熟。它们基本解决了种蘑菇脏和累的问题。

题,为进一步巩固和发展蘑菇生产创造了条件。发展蘑菇生产的余地还非常广阔,尤其是城市近郊以鲜蘑菇服务于城市,前途无限,出口外销也还有待拓宽。本书把上述能使蘑菇优质高产的新技术较系统地奉献给读者,如能为我国蘑菇种植业的发展添砖加瓦,作者将会感到很大的满足。

本书着重实用性,主要的篇幅用于实际操作,同时也注意从理论上阐明道理。编写指导思想本着从实际出发,理论结合实际,普及与提高相结合的原则,使初学者借以入门,帮助入门者能有所提高。

本书可作为菇农的栽培手册,蘑菇工作者如基层辅导员的工具书,食用菌专业人员及专业学校学生的参考书,也可以用于作为培训班教材。

成书过程中,张秋萍等同志帮助整理资料、抄写校对书稿;如皋市林梓多种经营服务公司钱同春经理曾给予大力支持,在此诚恳致谢。

由于作者学识浅陋、水平有限,疏漏不妥之处在所难免,恳请同仁指正。

编者

1993年5月

目 录

一、蘑菇优质高产栽培基础知识	(1)
(一)栽培蘑菇的种类	(1)
(二)蘑菇栽培发展简史	(1)
(三)发展蘑菇生产的意义	(4)
(四)蘑菇生产有良好的生态效应	(6)
(五)蘑菇的形态	(7)
(六)蘑菇的生活史	(9)
(七)蘑菇的生长发育需要的外界条件	(10)
二、蘑菇菌种生产	(14)
(一)优质菌种的标准	(14)
(二)目前国内主要蘑菇菌株简介	(17)
(三)蘑菇菌种的分级和母种制作	(22)
(四)蘑菇栽培种的类型	(25)
(五)菌种料的制作	(27)
(六)培养料的灭菌	(33)
(七)接种设备和接种	(34)
(八)蘑菇制种中容易出现的问题和对策	(38)
(九)菌种出售时的最后质量检验	(45)
(十)制种时间的安排	(45)
(十一)制种中杂菌瓶料的处理	(46)
(十二)液体菌种简介	(47)
三、栽培方式和菇房设置	(51)
(一)普通地面菇房	(51)

(二)民房改建菇房	(52)
(三)半地下和地下菇房	(53)
(四)塑料薄膜菇房	(54)
(五)国外蘑菇栽培方式简况	(56)
四、栽培材料及其堆制发酵	(58)
(一)蘑菇菌丝生长需要的营养	(58)
(二)培养材料的配比	(60)
(三)常用的栽培材料	(64)
(四)堆制方法	(70)
五、菇房消毒、播种、覆土	(85)
(一)菇房清洁消毒要求及做法	(85)
(二)进料翻格和播种	(86)
(三)发菌管理	(88)
(四)覆土	(89)
六、菇房管理	(97)
(一)温度管理	(97)
(二)水分和空气管理	(99)
(三)床面管理	(103)
(四)越冬和春菇管理	(104)
七、菌床施肥	(108)
八、栽培和制种中异常情况的判断和处理	(118)
(一)培养料堆制发酵期间异常情况及其处理	(118)
(二)播种时可能出现的异常情况及其处理	(120)
(三)发菌期可能出现的异常情况及其处理	(121)
(四)出菇期可能出现的异常情况及其处理	(124)
九、病虫害管理	(129)
(一)蘑菇病虫害的特点	(129)

(二)蘑菇病害的种类·····	(130)
(三)蘑菇病害的综合防治·····	(131)
(四)蘑菇主要病害·····	(132)
(五)蘑菇主要虫害·····	(142)
十、采收、保鲜和加工·····	(151)
(一)采收·····	(151)
(二)保鲜·····	(154)
(三)加工·····	(158)
附录·····	(165)
(一)常用农药简介·····	(165)
(二)常用消毒药剂使用浓度及配制·····	(170)
(三)常用计量单位换算表·····	(172)
(四)主要农副产品营养成分表·····	(174)

一、蘑菇优质高产栽培基础知识

蘑菇是世界上最著名的栽培食用菌之一，它的年产量约占世界食用菌总产量的 50% 以上；在我国它也是最主要的和出口数量最多的食用菌栽培品种。

（一）栽培蘑菇的种类

蘑菇，英文名称为 Mushroom。但这个名称是一个广义的称谓，它泛指所有的伞菌。例如，我国出口的盐渍平菇，在包装上就印有“盐渍蘑菇”字样。汉语的蘑菇，是双孢蘑菇（*Agaricus bisporus*）、四孢蘑菇（*A. Campestris*）和大肥菇（*A. biforquis*）三种菇的统称。四孢蘑菇、大肥菇至今尚未形成规模型商品生产。所以，现在称呼的蘑菇，实际上仅指双孢蘑菇而已。某些地区把双孢蘑菇也称为白蘑菇、洋菇和洋蘑菇。

世界各国栽培的双孢蘑菇，一般有三个品系。即白色品系（又称法国种）、棕色品系（又称波希美亚种）和奶油色品系（又称哥伦比亚种）。三个品系中，以白色品系的品质为最佳。我国商品栽培的双孢蘑菇，全部是白色品系。本书以后所称的蘑菇均指双孢蘑菇中的白色品系。

（二）蘑菇栽培发展简史

蘑菇人工栽培起始于法国，距今约有 300 余年的历史。首

先是巴黎附近的菜农,发现废弃的马厩肥堆上长出了蘑菇,既无毒且又味道鲜美,食后有神清气爽之感。以后他们又发现用漂洗过蘑菇的水浇在马厩肥上,蘑菇长得更多。继而又把出过蘑菇的马厩肥移到另外未出过蘑菇的马厩肥上,在适当的气候条件下也长出了许多蘑菇。

在注意到这种现象后,重复这样的操作,这可以说是人工栽培蘑菇的起始,其时间大约在 1650 年左右。第一篇关于蘑菇人工栽培的论文出现于 1707 年,作者是法国人 D·托尼弗。在该论文中,作者认为蘑菇的“种籽”存在于马厩肥中;把长在马厩肥中的菌丝移到另一处堆有的马厩肥的床架上,再盖上一层泥土,蘑菇就会茁壮生长。这样的描述,已经能表达出蘑菇栽培的基本面貌。到本世纪中期,蘑菇人工栽培技术已有了很多重要的进展。例如 1754 年,瑞典人兰德伯记述了一个能周年栽培蘑菇的菇房设施;1780 年,法国人强布赖发现,巴黎附近的石灰溶洞中栽培蘑菇效果特别好,引发了一场在溶洞中栽培蘑菇的热潮,并开始传向世界各地;1894 年,法国的康斯坦丁和马特鲁乔特用孢子分离的方法,得到了蘑菇的纯菌种;1902 年,迪哥用组织分离法得到了蘑菇的纯菌种;1932 年,美国人先顿用谷粒制作蘑菇菌种获得成功。前人的大量研究工作推动了蘑菇生产的发展。但是,由于长期以来受到“种蘑菇一定要用马粪”这一传统观念的束缚,以及技术上的保守,使世界蘑菇的总产量到 1964 年才达 21.7 万吨。其中美国占第一位,其次是法国,中国台湾名列第三。可是到 1990 年,世界蘑菇产量却激增至 142.4 万吨,25 年中净增产量 120.7 万吨,增加了 6.56 倍。可见,蘑菇生产的真正“起飞”,是在本世纪中叶以后。形成这种飞跃的原因,除了人们对蘑菇是绝好的健康食品这一认识的加深外,还由于蘑菇生产技术

的不断进步。例如不使用马粪,甚至无粪也能栽培蘑菇;培养料发酵技术、覆土技术的改进;优良菌种的选育成功;制种技术的改进等等,使蘑菇单位面积产量大幅度提高,成本降低,效益增加。这种发展趋势估计还将继续下去,蘑菇生产的发展前景仍然看好。80年代以前,蘑菇年产量占全球食用菌产量的70%以上,如1981年蘑菇产量92.29万吨,占全球食用菌总产量127.59万吨的72.4%。近年来由于香菇、平菇及其它特种食用菌产量的增加,蘑菇在食用菌总产量中的比例似有所下降。目前蘑菇的主产国有美国、法国、中国(含台湾省)、荷兰、韩国、波兰、澳大利亚、英国、意大利等。近年来,地处热带的印度尼西亚利用高海拔山区发展蘑菇生产也获得了成功。

我国的人工栽培蘑菇,是从1935年才开始的。据传最初是上海的跑马厅利用赛马粪便并从英国进口菌种培育出了蘑菇,其栽培面积只有400平方米左右。以后福建省福州市等地区也有少量栽培蘑菇,但规模极小直至解放初,全国的蘑菇栽培面积仅1467平方米。1955年发展到4000平方米。1958年后由于用猪、牛粪代替马粪栽培蘑菇获得成功,栽培面积不断扩大,发展迅速,至1970年已达到700万平方米,1979年为1800万平方米。至1990年,我国大陆的蘑菇栽培面积达到了2600余万平方米,台湾省的蘑菇栽培面积为330万平方米。我国总栽培规模超过了蘑菇人工栽培的起始国同时也是主产国的法国,仅次于美国,名列世界第二。我国的蘑菇罐头出口量历来在世界蘑菇罐头市场中列居首位。因此,我国的蘑菇生产对整个世界蘑菇市场具有举足轻重的作用和意义。

(三)发展蘑菇生产的意义

蘑菇栽培已经成为我国某些地区农村农民致富的主要行业。作为副业,一般菇农栽培 111 平方米面积的蘑菇,纯收入可达 2000 元以上,相当于在乡镇企业中一个普通工人的年收入。福建省莆田市的蘑菇专业大户有年收入达到 7 万元者。所以,栽培蘑菇不仅能作为农村一项重要的副业生产,而且也能办成有一定规模的、具有工厂化生产内涵的企业,对推动农村经济发展有其独特的作用。我国蘑菇的加工产品,包括罐头蘑菇、盐水蘑菇、脱水蘑菇、速冻蘑菇等也是出口农副产品中的主要品种,年创汇达 2 亿美元以上。故可以说,发展蘑菇生产利国利民,功在国家,利在自己。

蘑菇生产除了上述的农村可以致富和为国家创汇以外,其意义还在于蘑菇生产能把农村大量原来没有多少应用价值的、仅仅作为燃料或者肥料的秸秆、畜粪等废料转化成高质量的蛋白质资源。蘑菇肉质鲜嫩,美味可口,其营养价值更为近代营养学者所称道。鲜蘑菇的蛋白质含量达 3.7%,为一般蔬菜的 6 倍以上。蘑菇干片含蛋白质达 42% 以上。组成蘑菇蛋白质的氨基酸有 18 种,其中包含 8 种人类必需氨基酸。可见蘑菇不仅蛋白质含量高,而且其蛋白质的品质也非常好。蘑菇蛋白质的消化率达 88.5%,可以被人体充分利用。蘑菇还含有丰富的核苷酸、维生素和微量元素。据测定,鲜蘑菇含有的维生素有 V_B (包括硫胺素、核黄素)、 V_C 、 V_{2k} 、烟酸、泛酸等 6 种。蘑菇的营养成分列于表 1 和表 2。

表1 蘑菇和几种食品的营养成分对比(mg/100g)

项 目	水分 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	糖类 (克)	纤维素 (克)	钙 (毫克)	铁 (毫克)	磷 (毫克)	钾 (毫克)	热量 (千焦)
蘑 菇	85.6	3.5	0.5	7.3	1.1	13.7	3.6	150.8	380.3	1372
大白菜	94	1.4	0.1	3	0.5	0.7	42	33	0.4	79
番 茄	96	0.6	0.3	2	0.4	0.8	0.4	37	—	54
菠 菜	93	2.0	92	2	0.6	33	0.4	42	—	79
豆 腐	90	4.7	1.3	3	0.1	240	1.4	64	—	172
猪 肉 (肥)	60	2.2	90.8	0.8	0	1	0.4	26	—	3469

表2 蘑菇和几种食品的维生素含量比较(mg/100g)

项目	V _{2A} (胡萝卜素)	V _{2B1} (硫胺素)	V _{2B2} (核黄素)	V _{2B5} (烟酸)	V _{2C} (抗坏血酸)	V _{2B3} (泛酸)	V _{2B6} (吡哆酸)	V _{2B12} (叶酸)
蘑 菇	0	0.12	0.52	5.85	8.60	2.38	0.45	0.93
大白菜	0.11	0.02	0.04	0.30	24	—	—	—
番 茄	0.31	0.03	0.02	0.60	11	—	—	—
菠 菜	2.96	0.04	0.13	0.60	31	—	—	—
桔 子	0.55	0.08	0.03	0.30	30	—	—	—
苹 果	0.08	0.01	0.01	0.10	5	—	—	—
香 蕉	0.25	0.02	0.05	0.70	6	—	—	—
冬 笋	0.08	0.08	0.08	0.60	1	—	—	—
猪 肉	0	0.53	0.12	4.20	0	—	—	—
牛 肉	0	0.07	0.15	6.0	0	—	—	—

蘑菇除了具有丰富营养的外,还具有多种医疗功能。它含有多钟转氨酶,对降低血压十分有效;蘑菇中的核苷酸具有良好的保肝功能,常吃蘑菇对治疗慢性肝炎有效,市售中成药健肝片就是以蘑菇加工过程中的杀青水中含有的核苷酸制成的。近年来,国内外的学者还发现蘑菇核苷酸上有抗病毒功能。另外,蘑菇中还含有丰富的酶,如辅酶、淀粉酶、麦芽糖酶、蛋白酶等消化酶,有助消化功能。食用蘑菇有一种微甜的感觉,这是由于蘑菇含有甘露糖和海藻糖的缘故。蘑菇有一种惹

人喜爱的香味,这种香味主要来自有机盐类,它常常能引起和提高人们的食欲。蘑菇除了上述的主要优点以外,它还具有低脂肪和低能量的特点。蘑菇生产过程几乎不与工业污染接触,因此,同时它也是一种无公害食品。在当今环境污染日益严重的世界里,尤其是工业发达的地区,能有蘑菇这样的健康食品供人们享用,确实难能可贵。

(四)蘑菇生产有良好的生态效应

栽培蘑菇的原料大都是农产品的下脚料甚至是废弃物,价值很低,不及时处理反而极易污染环境。例如大型饲养场、养禽场的畜粪就是如此。而栽培蘑菇就是利用这些易污染的畜粪等低价值材料,因此整个栽培过程可以看作是把这些低价值材料或废弃物进行无害化处理的过程。蘑菇菌丝生长时,把作为培养料的秸秆、粪肥进行降解,供自己生长需要。菌丝体长到一定时候,扭结形成菌蕾,过后生长成子实体蘑菇。栽培蘑菇后的堆料,虽然碳水化合物有所降低,但水溶性有机物、氮素化合物、磷、钾等无机物反而增加。维生素也有较大幅度的增加。这种堆料用作饲料,家禽家畜极易消化吸收。据资料报道,蘑菇菌糠饲料粗蛋白含量为 6.15~10.92%,相当于三七糠的粗蛋白含量。表 3 比较了菌糠饲料与三七糠、稻草、牛粪的营养成分。从表中可以看出,稻草、牛粪等经过栽培蘑菇以后的营养成分比原材料反而有所提高。

表 3 菌糠饲料营养成分比较

品 名	粗蛋白含量 (%)	真蛋白含量 (%)	粗纤维含量 (%)	粗脂肪含量 (%)
菌糠饲料	8.54	7.74	7.44	0.81
三七糠	6.64	6.26	27.30	0.83
稻 草	—	3.71	29.49	—
牛 粪	—	7.25	15.54	—

福建省三明市在以菌糠饲料喂饲家禽家畜试验中,对试

验组和对照组进行互相比较,结果试验组的所有家禽家畜都表现增重,增重的幅度为6~22.8%。江苏省常州市在1984年进行以菌糠饲料喂猪的研究,以加工复配的菌糠饲料代替30%的五五糠喂养30~35公斤重的苗猪(处理组),喂饲150天后,结果处理组增重11公斤,增收13元,饲料成本下降61.94元,两项相加净增收75.58元。

蘑菇下床料也是较好的肥料。由于大部分氮素已经转化为菌体蛋白与木质素的复合体,肥效稳定。而且还能增加土壤腐殖质含量,改善土壤团粒结构,具有改良土质的功效。蘑菇下床料含有氮素0.90%(见表4),111平方米的蘑菇下床料总重约1.5吨,含有纯氮13.5公斤,相当于64.28公斤硫酸铵,可供2亩田施肥的需要。

表4 蘑菇下床料的成分与一般堆料的比较

项 目	水分(%)	含氮素(%)	含磷酸(%)	含钾(%)
蘑菇下床废料1	45.96	0.9	0.73	1.09
蘑菇下床废料2	60.8	0.99	0.51	0.59
一般堆料	48.2	0.88	0.29	0.42

农产品下脚料如秸秆废料,以及易污染环境的畜禽粪,通过蘑菇菌丝的转化,不但生产出高品质的食品——蘑菇,而且使环境得到净化;下床废料经肥田后,收获庄稼,又能得到秸秆,可再用于栽培蘑菇。这是一个完美的良性循环系统,有最佳的生态效应,能以另一种独特的形式来改良土壤。

(五)蘑菇的形态

蘑菇属层菌纲,无隔担子亚纲,伞菌科,蘑菇属,是一种腐生性真菌。

蘑菇的形态结构主要分为菌丝体和子实体两个部分。菌丝体是蘑菇的营养部分(或叫营养器官),呈蛛网状。主要功能是分解基质,吸取和贮存营养。子实体是蘑菇的繁殖部分(或叫繁殖器官),主要功能是产生孢子,繁殖后代,也是供人们食用的部分。

1. 菌丝体的形态

菌丝体是由孢子萌发后形成的。孢子在一定条件下萌发出菌丝,大约需要7~12天时间。菌丝无色透明,是一条条有横隔的多细胞管状体,由顶端分裂生长。菌丝经多次分裂生长,形成蛛网状的绒毛状菌丝。绒毛状菌丝进一步生长发育形成线状菌丝。当线状菌丝,特别是在粗、细覆土层中形成的线状菌丝,遇到适宜的条件,菌丝束上就会形成一点膨大物,类似米粒大小的瘤状,这就是幼蕾(或叫菌蕾)。幼蕾再发育即成为子实体(即蘑菇)。

在蘑菇的整个栽培过程中,不同生长时期菌丝的形态也不一样。在菌种生产过程中和播种后的发菌阶段,是生长旺盛的绒毛状菌丝。因为绒毛状菌丝是蘑菇菌丝存在的主要形式,能独立地吸收营养,进行分裂生长。所以在菌种瓶内和培养料上经接种或播种后生长繁殖的菌丝,就是绒毛状菌丝。但绒毛状菌丝不能直接形成子实体,它只能通过覆土调水在覆土层中变成线状菌丝后才能出菇。因此当蘑菇覆土调水以后,特别是在喷洒结菇水出菇水的前后,在土层里形成了线状菌丝,才可以不断地出菇。当秋菇结束,进入越冬期后,土层中的绒毛状菌丝、线状菌丝大多已萎缩,留下的主要是索状菌丝。索状菌丝也不结菇,到了春季随着气温升高,并经过调水等措施后,索状菌丝萌发出绒毛状菌丝,在适宜的条件下,绒毛状

菌丝再变成线状菌丝,又长出子实体。因此,在越冬期间,一定要尽量保护好索状菌丝,以便春菇获得高产。

2. 子实体的形态

(1)菇盖(即菌盖):菇盖是子实体最明显的部分,好像一顶帽子。幼菇菇盖呈圆球形,随着子实体的逐渐发育,慢慢展开呈半圆形、伞形。这种半圆形、伞形的形状,统称菇形。目前生产上要求的菇形呈圆整饱满,肉肥厚,菇体结实,色泽白。

(2)菇柄(即菌柄):长在菇盖下面的中央,呈白色圆柱状。优质蘑菇的菇柄短而粗壮,无白根空心。生长不良或种性欠佳的蘑菇柄细长,组织疏松。

(3)菌膜:菇盖边缘与菇柄连接着的一层薄膜,叫做菌膜。蘑菇在成熟时菌膜破裂,称为“开伞”。在收购加工上要求菌膜不破裂,否则商品价值降低。

(4)菌褶:当蘑菇开伞后,菇盖下面呈片状的部分即为菌褶。菌褶初期呈粉红色,成熟时呈深咖啡色。

(5)菌环:蘑菇开伞后,菌膜在菌柄周围残留的一圈环状痕迹叫菌环。

3. 孢子

孢子就是蘑菇的种子,生长在菌褶的两侧,肉眼看不见。在显微镜下观察,呈褐色椭圆形,大小为 $6.3 \sim 7.6 \times 4 \sim 5$ 微米。一只蘑菇最多可产生的孢子达 100 万个左右。

(六)蘑菇的生活史

所谓蘑菇生活史,就是指从蘑菇孢子萌发开始,经菌丝体