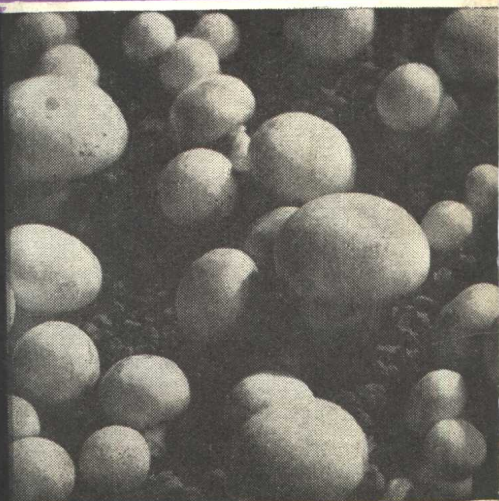


· 食用菌栽培 ·

蘑菇与草菇

MOGU
YU CAOGU



MOGU
YU CAOGU

杨庆尧 黄学馨 编著 上海科学技术出版社

食 用 菌 栽 培
蘑 菇 与 草 菇

杨庆尧 黄学馨 编著

上海科学技术出版社

食用菌栽培
蘑菇与草菇

杨庆尧 黄学馨 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海日历印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5 字数 109,000

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数 1-65,300

书号: 16119·704 定价: (科三) 0.43 元

出版说明

食用菌是指可供人们食用的大型真菌，如蘑菇、银耳、香菇、木耳……。此类真菌在我国约有 350 余种，其中不少已可进行人工栽培。

许多食用菌是营养丰富、口味鲜美的佳肴美菜，颇受群众欢迎。然而，目前国内市场上供应的只有几种食用菌，且供应季节短，数量有限，远远不能满足人们的需要。发展食用菌生产，扩大食用菌的品种和产量，让美味而营养丰富的食用菌成为大众菜肴，这对丰富副食品供应，改善人民生活具有重要意义。

食用菌为我国的传统出口商品之一，是国际市场上的畅销商品。在近代，随着人类食用蛋白质向植物性蛋白质方向发展，人们对食用菌的需求也越来越多。据统计，近年来各国人民对蘑菇的需求量正成倍地增加着。我国的蘑菇罐头生产虽然逐年有所发展，但还远远不能满足国内外日益增长的需要。因此，要大力发展食用菌生产，增加出口量，扩大对外贸易，为实现四化作出贡献。

栽培食用菌的成本一般低廉。蘑菇用粪草栽培，香菇、平菇（侧耳）等用木屑栽培，草菇可以用稻草或甘蔗渣培养。如果管理得当，只要 1 斤多木屑就可收获 1 斤鲜香菇或平菇。因此，发展食用菌生产对于扩大农村副业，增加社队收入，也有重要的作用。

此外，食用菌在真菌学研究以及医药和发酵工业等的生

产中也被广泛采用。食用菌的研究和生产大有发展前途!

我国的食用菌资源极其丰富, 是许多食用菌栽培的发源地, 劳动人民在栽培食用菌方面积累了丰富的经验。为了促进我国食用菌的生产和研究, 为了满足食用菌生产单位和新发展的地区对有关资料的需要, 我们组织杨庆尧和黄学馨两同志根据自己多年来的工作实践和科学实验, 并参阅有关中外资料, 分别编写《食用菌生物学基础》、《蘑菇和草菇》、《香菇和平菇》、《木耳和银耳》等书籍, 陆续出版, 以期为推广和发展食用菌的生产与研究做一些工作。

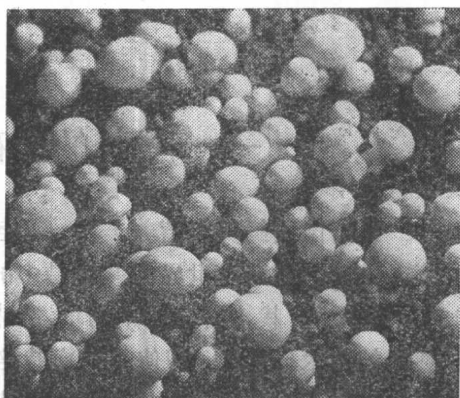
《食用菌生物学基础》一书着重介绍食用菌的形态、结构、生理、生态、代谢、遗传以及菌种选育、保藏、制作等理论知识。《蘑菇与草菇》、《香菇与平菇》、《木耳与银耳》等书就目前我国普遍栽培的几种主要食用菌的栽培管理与制种技术作了一些介绍。我们的水平有限, 在编辑、出版上一定缺点不少, 欢迎读者批评指正。

1980年8月

目 录

蘑 菇	1
一、蘑菇的基础知识	2
(一)栽培蘑菇的种类	2
(二)蘑菇栽培的历史	3
(三)蘑菇的营养价值	4
(四)蘑菇的形态构造和生活史	5
(五)蘑菇对生活条件的要求	9
二、蘑菇栽培技术	14
(一)菇房及有关设备	14
(二)培养料的配制	24
(三)播种	50
(四)覆土	56
(五)菇房管理	61
(六)蘑菇的采收和运输	73
(七)蘑菇培养料的再利用	76
三、蘑菇病虫害及其防治	78
(一)蘑菇病害	78
(二)蘑菇虫害	87
四、蘑菇的畦地栽培	93
(一)编织草帘	94
(二)粪草收集	95
(三)培养料的堆制	95
(四)准备地床	98

(五)播种及发菌管理·····	99
(六)覆土·····	100
(七)管理·····	101
(八)采收·····	103
(九)盐水蘑菇加工·····	104
五、菌种制作技术·····	108
(一)母种制作技术·····	108
(二)原种和栽培种的培育·····	124
草 菇·····	133
一、草菇概说·····	134
二、草菇的形态和生活史·····	136
三、草菇生长发育所需的环境条件·····	138
四、草菇的人工栽培·····	140
(一)室外栽培·····	140
(二)室内栽培·····	145
五、草菇的采收和加工·····	148
六、草菇菌种的培育·····	150
(一)自然留种·····	150
(二)纯菌种·····	151
主要参考资料·····	155



菇 蘑

菇類菌的營養豐富，為人類所喜食。其營養成分如下：
 1. 蛋白質：菇類含有豐富的蛋白質，其含量約為10%~15%。
 2. 碳水化合物：菇類含有大量的碳水化合物，其含量約為40%~50%。
 3. 脂肪：菇類含有少量的脂肪，其含量約為1%~2%。
 4. 維生素：菇類含有豐富的維生素，如維生素B₁、維生素B₂、維生素C等。
 5. 礦物質：菇類含有豐富的礦物質，如鈣、磷、鉀、鎂、鐵、鋅、銅、錳、鈉、氯、碘、硒等。

菇類菌的營養豐富，為人類所喜食。其營養成分如下：

(一) 菇類菌的營養成分

菇類菌的營養豐富，為人類所喜食。其營養成分如下：
 1. 蛋白質：菇類含有豐富的蛋白質，其含量約為10%~15%。
 2. 碳水化合物：菇類含有大量的碳水化合物，其含量約為40%~50%。
 3. 脂肪：菇類含有少量的脂肪，其含量約為1%~2%。
 4. 維生素：菇類含有豐富的維生素，如維生素B₁、維生素B₂、維生素C等。
 5. 礦物質：菇類含有豐富的礦物質，如鈣、磷、鉀、鎂、鐵、鋅、銅、錳、鈉、氯、碘、硒等。



菇類菌的營養豐富，為人類所喜食。其營養成分如下：
 1. 蛋白質：菇類含有豐富的蛋白質，其含量約為10%~15%。
 2. 碳水化合物：菇類含有大量的碳水化合物，其含量約為40%~50%。
 3. 脂肪：菇類含有少量的脂肪，其含量約為1%~2%。
 4. 維生素：菇類含有豐富的維生素，如維生素B₁、維生素B₂、維生素C等。
 5. 礦物質：菇類含有豐富的礦物質，如鈣、磷、鉀、鎂、鐵、鋅、銅、錳、鈉、氯、碘、硒等。

一、蘑菇的基础知识

蘑菇肉质鲜美，营养丰富，是各国人民都喜爱的菌类蔬菜。目前，蘑菇是世界上栽培最多的一种食用菌。栽培蘑菇有不少益处：栽培蘑菇所用的草、粪来源丰富，成本低廉；栽培蘑菇的技术较简单，即使是初次栽培者，也能得到相当收成；可用立体式栽培，菇房的利用率高；蘑菇栽培后的堆肥仍可利用作农家肥料，且肥效仍很高。

（一）栽培蘑菇的种类

蘑菇是几种蘑菇属食用菌的总称。包括双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*)、四孢蘑菇(*A. campestris*)和大肥菇(*A. bitorquis*)等数种，但以双孢蘑菇栽培最普遍。双孢蘑菇经过长期选择又出现了白色、棕色和奶油色三个品系(或称变种)。白色品系(White species)俗称白蘑，发源于法国。由于它色泽纯白，外观美丽，所以无论是鲜食或加工成罐头都适宜，历来各国栽培这种蘑菇甚多。但该类蘑菇对湿度的耐受力差，在运输过程中又易发生开伞或菌柄陡长、中空等弊病。棕色品系(Brown species)俗称棕蘑，是英国栽培蘑菇中的代表种，也称波希美亚种。该类蘑菇朵形中等，柄粗，肉厚，香味浓，对环境有较强抵抗力，栽培容易，也适于运输；但其色泽欠佳，有损食欲，虽能用强力漂白粉漂白，但漂白后品质下降，一般不宜用于制罐工业。奶油色品系(Cream species)又称哥伦比亚品系，淡褐色，菌盖发达，菌盖中央着色浅，菌型比白蘑大，产量较高，但因菌肉较薄，质较差，很少有人栽培。

四孢蘑菇(*A. campestris*)是早期栽培的种类,目前很少栽培。大肥菇(*A. bitorquis*)是1968年以后才开始栽培的,但近年来栽培地区不断扩大,产量也逐年提高,这是因为:(1)大肥菇虽易遭假块菌病感染,但对蘑菇病毒和线虫却有较强抗性;(2)大肥菇对低温的耐性比双孢蘑菇差,但较耐热,在夏季或亚热带国家也能栽培;(3)受伤后菌肉不变色,耐运输,适宜鲜食。目前大肥菇在我国福建、广东、广西诸省已有试种,并正在扩大推广中。



图1 双孢蘑菇(左)和大肥菇(右)

(二)蘑菇栽培的历史

蘑菇的人工栽培始于法国路易十四时代(1707年),起初是由巴黎附近的劳动人民栽培的,他们利用开掘石灰石后的洞穴进行栽培,所用菌种取自野生的蘑菇菌丝体,这种原始的栽培方法持续了近200年之久。至1893年 Costantin 和 Matruchot 才发表了蘑菇孢子的发芽培养法;1902年时, Duggar 终于用蘑菇的组织培育纯菌种,并获得成功。从此蘑菇栽培才进入了科学种菇的新阶段。19世纪初,蘑菇栽培开始从法国传至英国、荷兰、德国和美国等国家,并进一步扩大到世界各地。目前栽培蘑菇的国家有70个以上,并走上了工厂化专业性生产的道路。

我国人工栽培蘑菇开始较迟,一开始只有上海等几个大

城市有少量的栽培,产量极微。1935年上海开始种植时,只有3600平方尺,到1949年栽培面积仅16200平方尺。解放后,上海地区蘑菇栽培有了发展,1955年为36000平方尺。1958年用猪、牛粪代替马粪栽培蘑菇的试验成功,为大规模栽培蘑菇解决了肥源问题。1970年栽培面积达700万平方尺,1973年为1300万平方尺,单位面积产量也在不断提高。1979年栽培面积为1800万平方尺,1980年计划栽培2000万平方尺以上。除上海以外,目前全国大多数省市均有相当规模的栽培。

(三)蘑菇的营养价值

蘑菇生产发展如此迅速,决非偶然。一是它的肉质肥嫩,鲜美可口,除鲜食外还能够加工制罐和脱水制片;再则是它的营养价值丰富。鲜蘑菇蛋白质的含量高于所有的蔬菜。蘑菇干粉的蛋白质含量高达42%以上,而且蛋白质的消化率也较高,达88.5%。蘑菇所含的氨基酸种类也十分丰富,除了常见的氨基酸如谷氨酸、精氨酸、赖氨酸、天门冬氨酸、丝氨酸、甘氨酸、苏氨酸、丙氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸等外,尚含有许多稀有氨基酸,如高丝氨酸、刀豆氨酸、高胱氨酸、 β -氨基异丁

表 1 蘑菇的营养成分

测定项目 含量	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	碳水化合物 (克)	热量 (千卡)	钙 (毫克)	磷 (毫克)
100克鲜菇中含量	2.9	0.2	3	25	8	66
测定项目 含量	铁 (毫克)	维生素 B ₁ (毫克)	维生素 B ₂ (毫克)	维生素 C (毫克)	烟酸 (毫克)	
100克鲜菇中含量	1.3	0.11	0.16	4	3.3	

酸、 α -氨基己二酸、羧基赖氨酸、肌氨酸及伞菌氨酸等。此外,蘑菇还含有许多核苷酸、维生素和矿物质等。据测定,鲜蘑菇中含有的维生素就有硫胺素、核黄素、维生素C、烟酸、泛酸和维生素K等6种。所以蘑菇不愧是口味鲜美, 营养丰富的健康食品。

蘑菇除作菜肴食用外, 尚可作药用及工业用。已知蘑菇中含有多量的酪氨酸酶, 对降低血压已证明十分有效; 上海益民食品厂已利用蘑菇浸出液中的核苷酸制成“健肝片”, 作为治疗肝炎的辅助药。美国、日本等国家还发现蘑菇的核酸具有抗病毒的功效。随着近代蘑菇深层培养的研究成功, 人们还可利用蘑菇菌丝体来生产蘑菇蛋白质、氨基酸、草酸和菌糖等物质。蘑菇在医药和发酵工业上的应用正在不断被开发和利用。

(四)蘑菇的形态构造和生活史

蘑菇是有褶伞菌的代表。成熟时好像一把撑开的伞, 分菌盖和菌柄两个部分。菌盖宽7~12厘米, 初为扁半球形, 后平展; 表面光滑, 白色至淡黄色; 菌肉厚, 白色; 菌褶离生, 早期



图 2 蘑菇的形态

(示菌褶、菌柄、菌环等)

粉红色，后变为暗褐色。菌柄与菌盖同色，内实或松软，近圆柱形， $5\sim 9\times 1.5\sim 3$ 厘米。菌环生于菌柄中部，膜质。孢子光滑，椭圆形，一端稍尖，长 $6\sim 8.5$ 微米，宽 $4.5\sim 6$ 微米(图 3)。

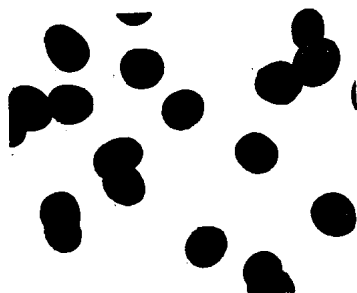


图 3 蘑菇的担孢子
(上海师范大学电镜室摄，放大 2000 倍)

一个健壮的蘑菇，能产生成亿万颗孢子，成熟时就从菌褶的两面弹散下来。孢子在适宜的环境下很快萌发。萌发时先在一端伸出芽管，芽管不断发生分枝和延长，最后形成一条条菌丝。菌丝是蘑菇的

基本构成单位，它是由一个挨一个的管状细胞组成的，粗 $1\sim 10$ 微米。蘑菇菌丝的特点是：细胞有横隔，多细胞，分枝。菌丝刚由孢子萌发时，十分细微幼嫩，每个细胞只含一个核，称为初生菌丝。初生菌丝在蘑菇的生活史中存在的时期很短，主要依靠贮藏在孢子中的养料生长，之后，各条初生菌丝间就会很快地互相交接，使两个单核的细胞的原生质聚合在一起，形成了二次菌丝。二次菌丝要比初生菌丝粗，呈绒毛状，每个菌丝细胞都含有两个核，故又称双核菌丝。

二次菌丝是蘑菇菌丝的主要存在形式。人工播种用的菌种及在培养料中的菌丝体，主要就是由二次菌丝组成的。它能独立地摄取养料，进行分裂生长。

无论一次菌丝或二次菌丝，各条菌丝之间都是相互联结着的，构成一个巨大的蛛网体。这种由许多菌丝联结着的集体，通称为菌丝体。

二次菌丝体发育到一定阶段,在一定的环境条件下,又会相互交接聚合起来,形成三次菌丝体。

虽然三次菌丝体的每条菌丝同二次菌丝一样,也是由双核细胞组成的,但是三次菌丝体已高度分化,而且它们已不是稀疏的细丝,而成为特殊的十分致密的菌丝组织。例如,菌丝束就是一种三次菌丝体,其菌丝已不能吸收养料,整个组织成为一条棉纱条状的小管,专门作为输送养料及支撑蘑菇菇体之用。

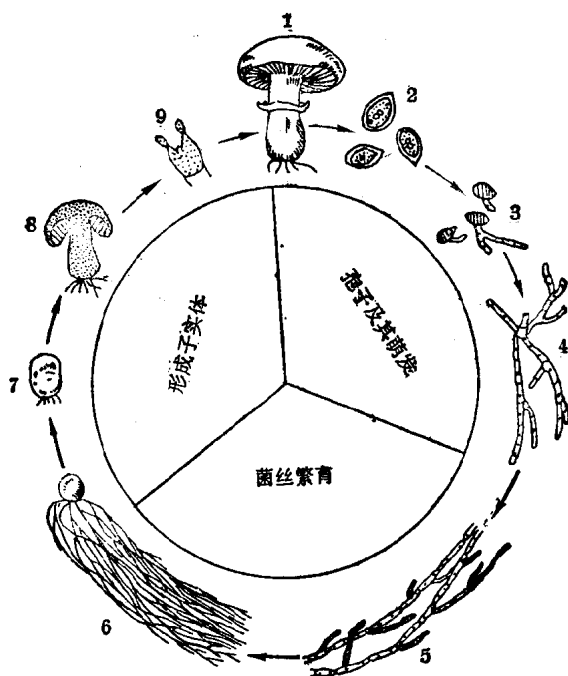


图 4 蘑菇的生活史

- 1.成熟子实体; 2.担孢子; 3.孢子萌发; 4.一次菌丝体;
- 5.二次菌丝体; 6.菌丝体及原基; 7.菌蕾; 8.菌蕾纵剖;
- 9.担子和担孢子的形成。

蘑菇实际上也是一种三次菌丝体。它是由分化了的二次菌丝体——原基发育而来的。开始形成时，只是在各条菌丝体上，尤其是在它们的交接点上产生许多小瘤状突起，随后依靠菌丝体供给的养料，迅速膨大成菌蕾，并进一步开伞成熟。

菌体的膨大增长过程，也是一个质变的过程。如果剖开那些弹子般大小的菌蕾，就可以明显地看到它已经不全是一团菌丝体了，而分化为菌伞和菌柄两部分。而且在菌伞部分，已形成放射状的整齐排列着的菌褶。组成菌褶部分的菌丝，同其他部分一样，也是由一些双核菌丝组成的。但是处在菌褶两侧的双核菌丝，在蘑菇即将成熟的时候，顶端的一个双核细胞(原担子)起了一系列复杂的变化，它逐渐变宽而扩大，顶端产生4个突起，两个核也融合为一(合子)。随后融合的核连续进行了二次分裂(其中一次分裂为减数分裂，染色体减半)，变成4个单相的核，于是它们分别挤入了4个突起，发育成为4个孢子。但也有两个突起发育不完全，最终只形成两个孢子的。前者如大肥菇或蘑菇，后者如双孢蘑菇。

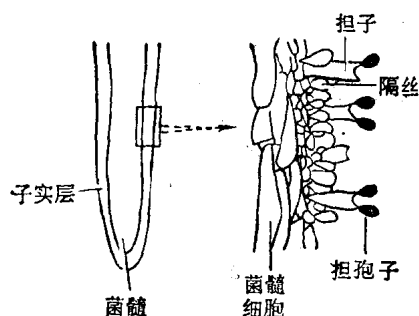


图5 双孢蘑菇的菌褶纵切面及其放大

可见，蘑菇的孢子不是直接由一条条菌丝断裂形成的，而是经过了一个复杂的变化过程，由特殊分化了的菌蕾中产生的。这种着生孢子的蘑菇，在真菌学上称为子实体。当子实体的各部分构造发育基本完成之时，就会迅速地

膨大，终于突破菌幕的包裹而开伞(留在伞柄中、上部的菌

幕残体,即为菌环),散下粉雾状的成堆孢子,又开始了它新一代的生活。

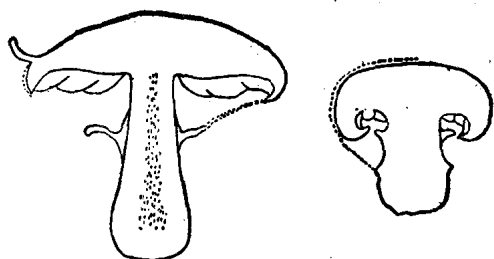


图 6 蘑菇子实体纵剖图

左: 成熟的蘑菇, 菌幕已破, 菌柄上留有菌环;

右: 幼菇, 菌幕正包裹着(用虚线表示)。

由此可见,蘑菇的生活周期,实际上是一个从孢子到孢子的循环过程。这和绿色开花植物的由种子到种子的循环过程是相似的。

(五)蘑菇对生活条件的要求

蘑菇栽培的成败与丰歉,主要决定于能否采取正确的栽培技术措施,以满足蘑菇生长发育的各个阶段所必需的生活条件。

蘑菇在生长发育所需要的生活条件,主要有营养、温度、湿度、空气、酸碱度和光线等。在不同的生育阶段对上述条件的要求也是不同的。现逐一介绍如下:

1. 营养

蘑菇是一种腐生菌,不能进行光合作用,完全依赖培养料中的营养物质来生长发育。

蘑菇喜欢吸收的碳水化合物,有葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、木聚糖、淀粉、木质素、纤维素、半纤维素及某些有机酸。纤维

素、半纤维素和木质素，大量地存在于稿秆之中，依靠嗜热及中温型微生物及蘑菇菌丝分泌的酶，裂解为简单的碳水化合物而为蘑菇利用。半纤维素在转化成戊糖(阿拉伯糖、木糖)、己糖(葡萄糖、半乳糖、果糖)之后，首先被蘑菇所利用，纤维素在转变为纤维二糖后接着被利用，至于木质素则在第三步时才开始被利用。

蘑菇不能直接利用蛋白质，但能很好地利用其水解产物，如蛋白胨、氨基酸、尿素及氨等。在堆肥的发酵过程中，氨被堆肥中的微生物利用，并转化为菌体蛋白质，这种微生物的菌体蛋白质经分解后也是蘑菇生长所需要的良好氮源。

磷也是蘑菇生长的重要营养元素，磷不仅是核酸和能量代谢中的重要组成，也是碳代谢中必不可少的元素，没有磷，碳和氮也不能很好被利用。因此，在蘑菇培养料中，无论是粪草培养料还是合成培养料，均需添加1~3%磷肥(过磷酸钙等)。

钾在细胞组成、营养物质的吸收及呼吸代谢中也十分重要，在蘑菇的合成堆肥中当然也少不了它，但由于蘑菇培养料是以稻草和麦秆为基本材料的，草茎中已含有丰富的钾，因此也可不必另外添加。

在配制合成堆肥时，另一个重要元素是钙。钙对促进菌丝体的生长和子实体的形成是十分有益的。同时钙又能平衡钾、镁、钠等元素。当这些元素存在过多时，钙能与其形成化合物，从而可消除这些元素对蘑菇生长的有害作用。此外，钙还能使堆肥和土壤凝聚成团粒，提高培养料的蓄水保肥能力。在生产上常用石膏〔即硫酸钙(CaSO_4)〕、碳酸钙(CaCO_3)和熟石灰〔 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 〕等作为钙肥。堆肥中使用这些材料还有中和酸根，稳定堆肥的pH值等作用。