

经济生物丛书

草菇栽培

秦世学 编著



科学普及出版社

经济生物丛书

草 菇 栽 培

秦世学 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

经济生物丛书是为适应农村开展多种经营、活跃市场和改善人民生活的需要而出版的一套科普读物。本丛书主要为实际生产服务,适当兼顾趣味性。每册介绍一种经济生物的养殖或栽培、采集、收获、鉴别以及贮运的设备和方法。内容侧重介绍国内外最经济有效的生产经验,资料准确可靠,操作要点详尽明确,并配有必要的插图。

《草菇栽培》是这套丛书的一种,是秦世学同志在蒯隆后教授指导下编著的。主要内容有:栽培概况;形态和结构·生物学特征;发育和生活史;菌种制备;人工栽培;采收和加工;食用价值;烹饪等。可供科研人员、技术员、生产、收购和贮运人员阅读。

经 济 生 物 丛 书

草 菇 栽 培

秦 世 学 编 著

责任编辑:战立克

封面设计:郝 战

· *

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国科学院印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 2 1/4 字数: 47 千字

1982 年 5 月第 1 版 1982 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—19,000 册 定价: 0.28 元

统一书号: 13051·1299 本社书号: 0433

前 言

草菇[*Volvariella Volvacea* (Bull. ex Fr.) sing]又名苞脚菇、兰花菇、麻菇、冻菇、中国蘑菇,是一种素享盛名的食用菌。它的菇肉肥嫩,味道鲜美,营养丰富,早已为国内外人民所喜食,也是我国重要的出口食用菌之一。我国人工栽培草菇已有二百多年的历史,积累了丰富的经验,为草菇栽培业做出了重要贡献。

草菇能利用纤维素废料为原料,生产菌体蛋白质。对提高人民的蛋白质营养水平,增加市场供应品种有着重要意义。

我国纤维素资源异常丰富。仅作物秸秆、棉籽壳等农业废料,即达4亿吨之多,南方各省还有大量的甘蔗渣,对草菇的发展提供了广阔的前景。培养过草菇的培养料,还可进一步利用,是综合利用纤维素的途径之一。因此,草菇的栽培面积日益扩大,由南方逐步向北方发展,栽培技术也逐步提高,由室外栽培逐步发展成室内、外栽培。

为了满足草菇栽培者对资料的需求,编写了这本小册子,供参考。在编写过程中得到娄隆后教授的鼓励和指导,初稿完成后又蒙娄教授认真审阅和具体修改;杨学圣、杨景芸同志也给予了热情帮助;高俊生、鲁冬生两同志帮助绘制了插图。谨致深切谢意。

秦世学

1981年8月

目 录

前言

一、栽培概况	1
二、形态和结构	3
(一) 子实体	3
(二) 菌丝体	6
三、生物学特征	8
(一) 营养要求	8
(二) 温度要求	10
(三) 湿度要求	12
(四) 酸碱度要求	12
(五) 通风要求	13
(六) 光照要求	14
四、发育和生活史	15
(一) 担孢子的萌发	15
(二) 菌丝体的生长和厚垣孢子的形成	16
(三) 厚垣孢子的萌发	16
(四) 子实体的发育	17
五、菌种制备	20
(一) 自然留种	20
(二) 纯菌种(母种)的制备	22
(三) 原种和栽培种的制备	27
六、栽培	34
(一) 室外栽培	34
(二) 室内栽培	45
(三) 病、虫害防治	50

七、采收和加工	52
八、食用价值	54
九、烹饪	60
(一) 香露炖三菇	60
(二) 蚝油豆腐	60
(三) 腿汁扒芥菜	61
(四) 折鹌掌鱼云	62
(五) 鲜陈草菇汤	62
主要参考资料	63

一、栽培概况

草菇的祖籍在哪里？它是如何流传的？目前都在哪些国家定居？这一连串的问题，需要寻根溯源，进行历史的考察。

据清朝道光二年（1822年）出版的《广东通志》中有关的文字记载，我国广东省北部韶关地区南华寺的和尚，当时就已栽培和食用草菇了。南华寺虽非大刹，但远近驰名。创办该寺院的惠宁，是南方德高望重的长老，并受到我国第一个女皇——唐代武则天的诰封。因此，自唐朝以来，南华寺就被佛门奉为圣地，远近的信男修女，朝圣进香者络绎不绝。和尚僧侣都是素食者，他们为了增加营养，想方设法寻找美味可口的素食品。在这种需要下，南华寺的和尚，逐渐地或者偶然地发现并掌握了一种蘑菇的原始栽培方法。按照封建王朝的传统，各地的特产珍品，都要向朝廷进贡。南华寺每年就以四箱这种蘑菇向清朝皇宫进献。所以当时把它叫做贡菇或南华菇。据张树庭教授考证（1977），所谓贡菇或南华菇就是现在的草菇。这是有关草菇最早的文字记载。因此，他推断中国广东的南华寺是草菇的发源地。在十八世纪以前，南华寺的和尚，就已栽培草菇了。此外，在福建宁德地区二百多年前的地方志中，也见到有关草菇的文字记载。从这些资料中可以看出，中国是草菇的“老家”，它在中国已有二百多年的栽培历史了。

目前，我国广东、广西、福建、湖南、江西和台湾等省，都有大量栽培，供应国内外市场需要，成为农民的主要副业之一。近年来北京、河北、山东等省市也已开始栽培草菇，栽培面积逐年扩大。1979年全国产量达到38,000吨。

由于历代反动统治者的残酷压榨，民不聊生，东南各省的许多人，背井离乡，漂洋过海，到东南亚和其他国家谋生。这些华侨也把草菇栽培技术带到了东南亚许多国家。1932年，华侨把草菇菌种带到了马来西亚。1934年缅甸也进行了草菇的栽培。此后，逐渐传到了菲律宾、印度尼西亚、新加坡、泰国、日本、南朝鲜，以及非洲的尼日利亚和马达加斯加。近年来，欧、美大陆有些地区也已开始栽培草菇。

正象户籍人员将成千上万的人们，按照居住地区和血统关系，分成省、县、区、公社、生产队及家庭，以便查找方便一样，生物学家根据各种生物的亲缘关系、形态特征、生理特点，把名目庞杂、数量巨大的各种生物分门别类，分成门、纲、目、科、属、种，以便鉴别和利用。依照这样的分类，草菇属于真菌中的担子菌亚门、层菌纲、无隔担子菌亚纲、伞菌目、鹅膏菌科、草菇属。全世界已记载的草菇属有一百多个种。目前栽培的种主要是草菇 [*Volvariella Volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing.]，据报道，有些地区采用类似的种（如 *V. diplasia*、*V. esculenta* 等）进行栽培。

就全世界栽培的食用菌来看，草菇的栽培面积和产量虽不如白蘑菇、香菇多，但原料广泛，栽培周期短，营养价值高，因此栽培面积和产量逐年增加。近年来产量一直在各种食用菌中占第三位。栽培技术也逐年提高，由室外栽培逐步发展为室内、外都可栽培。

二、形态和结构

无论庭院中洁白的玉兰花,还是路旁挺拔的杨树,或是四季常青的松柏,都是由根茎叶三部分组成的。它们是高等植物。它们躯干高大,容易识别。草菇属低等植物,尽管没有根茎叶的分化,仍有一个肉眼可见的婀娜而美丽的体姿。它的形状和结构是什么样的呢?

草菇在生长发育过程中有两个不同的发育阶段。一个阶段是菌丝体,另一阶段是子实体。大家喜欢吃而又容易见到的那部分,就是草菇的子实体,或者叫做繁殖器官。

(一) 子 实 体

成熟的草菇子实体,由菌盖、菌柄和菌托三部分组成。

1. 菌盖 菌盖是子实体的最上部分,圆形,边缘整齐,表面平滑,中央深灰色,靠近边缘处淡灰色,并有一丝丝深灰色的条纹。直径约6~16厘米,其大小随营养状况和其他环境因素而变化。菌盖的各部位生长速度不同,边缘最快,由边缘向中央,生长速度逐渐变慢。

菌盖的底面是肉红色的菌褶。菌褶的数目约为250~380片,长短交错。菌褶直而边缘整齐,基端与菌柄分离。每个菌褶由三层交织菌丝体组成。最里层菌丝体交织得比较疏松,叫做菌髓;中层菌丝体交织得比较紧密,叫子实亚层;最外层(即菌褶的两个面)叫子实层,它是菌丝体的末端细胞。这些细胞进一步发展成棒状的担子或囊状体。每个担子通常有4个

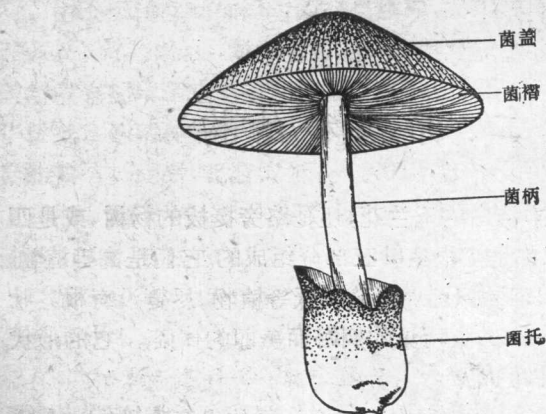


图 1. 草菇子实体

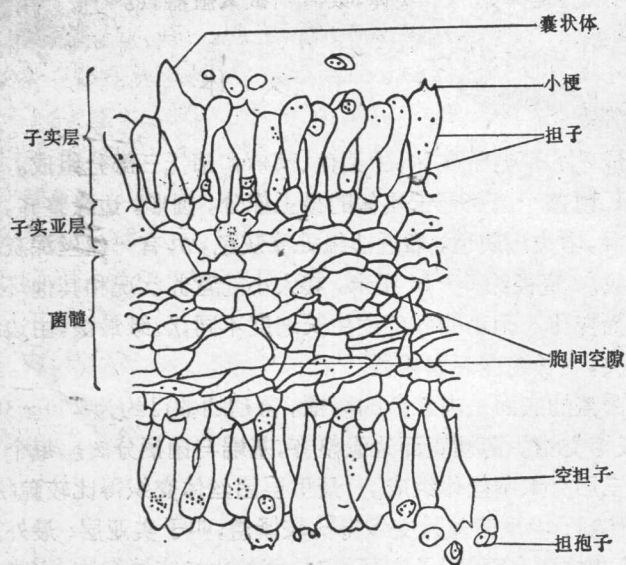


图 2. 草菇菌褶

担孢子。在显微镜下观察，担孢子着生于担子小梗上。担孢子肉红色，表面光滑，椭圆形，平均长度为7~9微米。宽的一端宽度为5~6微米，窄的一端宽度为3~4微米。在窄的一端有一厚层覆盖物。覆盖物上向外着生一根三角形刺。担孢子的颜色，随成熟程度的不同而有所不同，从淡黄色到粉红色和肉红色。担孢子是单核的。每个成熟的草菇中，担孢子的数目是巨大的，其数量从几亿到几十亿不等。

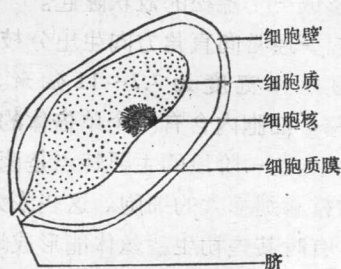


图3. 草菇担孢子

2. 菌柄 菌柄着生于菌盖下面的中央处，是支撑菌盖的支柱，与菌托相连接。幼菇时期，菌柄隐藏在包被内，粗大而短小。菌柄的长度随菌盖的大小而变化，一般约为3~12厘米。直径0.5~1.5厘米，上细下粗。白色，没有菌环。

3. 菌托 菌托位于菌柄下端，是子实体的最下部分。它是淡褐色的杯状物。最初是一柔软的薄膜，包裹着菌伞和菌柄，后期由于菌柄伸长，包被破裂而残留于菌柄基部，象一个杯子托着菌柄。菌托的基部有吸收营养物质的根状菌索。组成根状菌索的菌丝体较厚，菌丝体交织比较疏松，具有许多贮存养分的膨大细胞。

(二) 菌 丝 体

草菇的菌丝体，按其发育和形态可分为初生菌丝体和次生菌丝体两种。

1. 初生菌丝体 初生菌丝体是由担孢子萌发形成的。幼年菌落是透明的，具有菌丝的外观，呈辐射状生长。在某些培养物中，发现过绒毛状的气生菌丝体。气生菌丝体生长充分时，在菌落中央形成一个疏松的冠状隆起。

菌丝有隔膜。通常向直角方向生出分枝，有的分枝成 $70\sim 90^\circ$ 角。菌丝体宽度为 $7.7\sim 11$ 微米。细胞长度为 $67\sim 268$ 微米。每个细胞内含有一个单倍体的核。核平均大小约为 $1.5\sim 2.5$ 微米。这一阶段的主要特点是菌丝体多处膨大，特别是分枝内常常看到膨大的细胞。这些膨大细胞可能是贮存营养物质的。有时某些初生菌丝体能形成厚垣孢子。

2. 次生菌丝体 次生菌丝体有一些是由担孢子萌发、生长形成的。任何不同初生菌丝体之间都能相互融合，或形成融合桥，进行物质交换，完成同宗配合而形成次生菌丝体。这种配合可视为一种有性过程。大多数草菇担孢子形成的单倍体菌丝体，不需要任何不同菌丝体间的融合，培养5天后就自然地发育成次生菌丝体。次生菌丝体的每个细胞中含有两

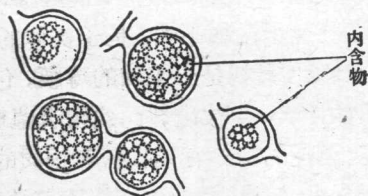


图4. 草菇厚垣孢子

个单倍体的核。次生菌丝体的生长与初生菌丝体的生长类似。只是生长的更快更繁茂。在洋菜培养基和其他纤维培养料上,大多数次生菌丝体的培养物中,含有很多厚垣孢子。

厚垣孢子褐色,圆形,平均直径为 58.8 微米。细胞多核并有很多球形内含物。在幼龄菌丝体中,褐色厚垣孢子可在透明的幼龄膨大细胞的末端发现,也会在未膨大的菌丝体中发现。在老的培养物中,厚垣孢子聚集成褐色颗粒,堆积在试管和培养瓶的壁上。试管下部堆积的更多,布满整个管壁。

三、生物学特征

牛吃草，虎食肉，猫头鹰喜欢夜间行动，向日葵随着太阳转。世间万物各有不同的要求和习性。草菇喜欢“吃”什么，它的习性又是怎样的呢？

(一) 营养要求

草菇是一种腐生型真菌。它不含有叶绿素，不能在阳光下利用二氧化碳和无机盐类合成有机物质。需要给它供给有机营养物质，使其从中获得组成菌丝与子实体的原料和所需的能量。

在草菇生长发育所需要的营养物质中，糖类和含氮化合物是最主要的。糖类中的葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素和半纤维素；有机含氮化合物中的蛋白质、蛋白胨、氨基酸、尿素，无机含氮化合物硫酸铵、硝酸铵等均可被草菇分解利用，作为碳、氮营养源。

在草菇栽培中，作为碳素营养源的，多是各种天然纤维素材料，如稻草、米糠、麦秆、甘蔗渣、芭蕉茎、烟草茎、茶叶渣、油棕榈果皮、剑麻碎屑、废棉、水风信子等。总之，含纤维素的材料，原则上均可作草菇的培养料。几种主要纤维材料的营养成分列于表1中。

国内栽培草菇多用稻草，这是因为原料广，易栽培，并已成为多年的习惯。近年来国外开始应用废棉作为草菇培养料，取得了高产和稳产的收成。

几种纤维素材料的营养成分

表 1

材 料 名 称 \ 成 分 (%)	水分	有机物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
小 麦 秆	14.38	81.19	0.48	0.22	0.63
大 麦 秆	14.30	81.20	0.64	0.19	1.07
水 稻 秆	14.39	78.60	0.63	0.11	0.85
粟 秆	15.00	76.59	0.91	0.29	0.13
杉 木 锯 屑	14.50	84.80	0.10	0.20	0.40
野 草	14.30	80.50	1.55	0.41	1.33

不管是利用稻草还是废棉等纤维素材料作培养料，草菇菌丝体只能通过渗透作用吸入分子量较小的单糖（如葡萄糖），再同化为菌丝体的组成成分或转换为能量。在草菇菌丝体与纤维材料接触时，先分泌出分解纤维素成为单糖的一系列酶类。借助于这些酶的作用，将结构复杂的纤维素逐步分解成单糖，再吸入菌丝体内。菌丝分解纤维素的速度较慢，可以加入一定量的易分解利用的碳源物质，如糖和米糠等，以诱导纤维素酶的产生，加速纤维素的分解，促进营养生长。

在加入含氮化合物制备培养料时，不仅要注意含氮化合物的种类，也应注意它们的浓度。培养料中的含氮量应当恰当，并非多多益善。因为高浓度的氮源，不仅会影响生殖生长，也会影响营养生长。碳和氮应有一个恰当的比例，一般认为营养生长阶段碳氮比（C/N）以 20:1 为好，生殖生长阶段的碳氮比以 30:1~40:1 为好。几种主要纤维材料的碳氮比列于表 2 中。

为了配制培养料时加氮方便，现将几种主要物质的含氮量列于表 3 中。

几种纤维材料的碳氮比

表 2

材 料 名 称 成分与成分比	碳(%)	氮(%)	碳氮比(C/N)
稻 草	42.3	0.62	68.4
小 麦 秆	46.5	0.48	96.9
元 麦 秆	47.0	0.65	72.3
玉 米 秆	42.3	0.48	88.1

几种物质的含氮量

表 3

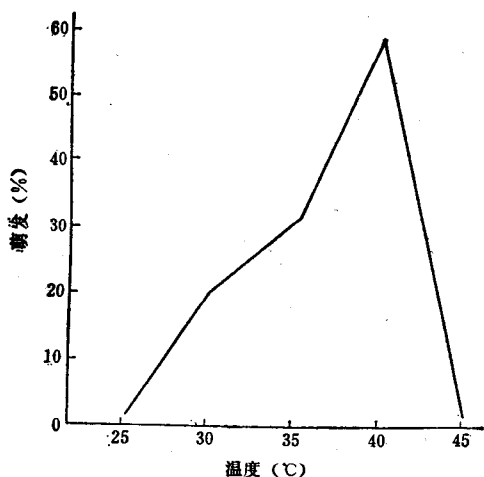
含 氮 物 质	含氮量(%)	含 氮 物 质	含氮量(%)
尿 素	46.00	血 粉	13.40
硫 酸 铵	21.00	啤 酒 糟	5.90
石 灰 氮	21.00	棉 籽 饼	5.50

除了碳源和氮源外,无机盐类,如钾、镁、硫、磷和钙等,也是草菇生长发育所必需的。但它们的需要量远不及碳素和氮素多,而且有些在天然纤维材料中已有足够的含量,无需外加。

在配制培养料时,除了加入上述各种物质外,有时需加入微量的维生素 B₁。但维生素 B₁ 的耐热性较差,在 120℃ 以上即迅速分解。所以加维生素 B₁ 的培养基灭菌温度不宜过高。

(二) 温 度 要 求

草菇原产于亚热带地区,长期的自然选择和适应,使它成为一种适应高温的真菌。其生长发育的温度范围是



培养基 pH 7.5

图 5. 温度对孢子萌发率的影响

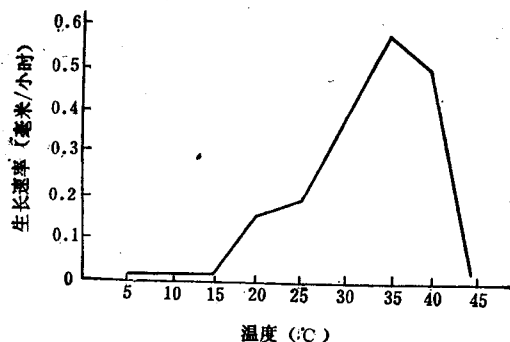


图 6. 温度对菌丝体生长的影响

15~45°C。不同生育期的最适温度有所不同。孢子萌发的温度范围在 25°C 和 45°C 之间。在 25°C 和 45°C 时孢子不萌发，30°C 时孢子萌发率不超过 20%，35°C 以上孢子萌发率才