

经济生物丛书

草菇栽培

(修订本)

秦世学 编著



S646.1/TSX

科学普及出版社

经济生物丛书

草 菇 栽 培

(修订本)

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实用性科普读物。《草菇栽培》是其中一种。本书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。自1982年初版以来，深受广大读者欢迎，现经作者根据最新资料补充修订，再次与读者见面。

本书可供科研人员、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

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔县燕东印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32印张：3字数：61千字

1986年9月第1版 1986年9月第1次印刷

印数：1—12,000册 定价：0.55元

统一书号：16051·1108 本社书号：1192

再 版 前 言

《草菇栽培》初版于1982年。近三年来,随着农村经济改革的迅速进展,食用菌栽培业也象其它生产一样,有了较快的发展。特别是棉籽壳、废棉花被用作栽培原料以来,单产有了大幅度的提高。

从商品生产观点考虑,今后的草菇栽培,除设法提高单产外,还应引入新的品种,如白色菌种,同时应努力实现培养料的循环利用,以提高资源的利用率;避免废弃物对城镇环境的污染。

本书与读者见面后,收到不少来信。食用菌栽培者希望增加一些农村易行的新技术和新经验;城镇居民则希望多讲些有关营养的问题。乘此修订的机会,我们进行了较大的修改,补充了一些新材料。但因作者水平有限,不当与错误之处仍恐难免,请专家和读者不吝赐教。

作者

1985年6月北京

目 录

一、栽培概况	1
二、形态和结构	3
(一) 子实体	3
(二) 菌丝体	5
三、生物学特征	7
(一) 营养	7
(二) 温度	11
(三) 湿度	12
(四) 酸碱度	13
(五) 通风	14
(六) 光照	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	50
(三) 害虫和杂菌的防治	62

七、采收和加工	66
八、营养价值	68
九、烹饪	82
(一) 香菇炖三菇	82
(二) 蚝油豆腐	82
(三) 腿汁扒芥菜	83
(四) 折鹅掌鱼云	84
(五) 鲜陈草菇汤	84
参考资料	85

一、栽培概况

草菇的祖籍是哪里？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——武则天的浩封。因此，自唐朝以来，南华寺就被佛门奉为圣地，远近的善男信女，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，就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规定，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。从这些资料中可以看出，中国是草菇的“老家”，它在中国至少已有200多年的栽培历史了。

目前，在我国广东、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，成为当地农民的主要副业之一。近年来北京、河北、河南、山东等省市也已开始栽培草菇，栽培面积逐年扩大。

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，到东南亚和其它国家谋生。这些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、区乡及家庭，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。全世界记载了草菇属的100多个种。目前的栽培种主要是草菇[*Volvariella Volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing.] 据报道，有些地区采用同属的其他种(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，但其原料广泛，栽培周期短，营养价值高，因此，栽培面积和产量逐年增加。

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。它们的躯干高大，容易识别。草菇属低等植物，尽管没有根茎叶的分化，但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它环境因素而变化。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

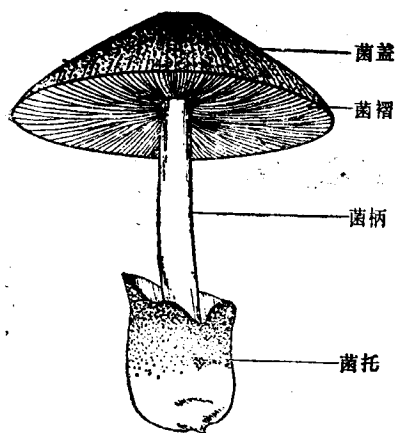


图1 草菇子实体

通常有4个担孢子。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，随成熟程度而有所不同，从淡黄色

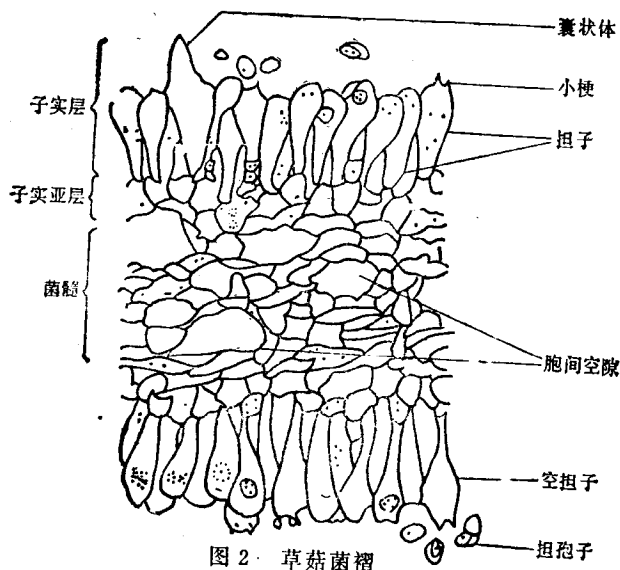


图2 草菇菌褶

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。

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。

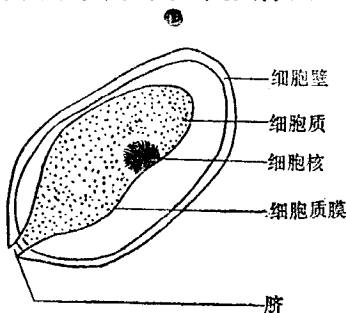


图3 草菇担孢子

3. 菌托 菌托位于菌柄下端，是子实体的最下部分。它是淡褐色的环状物。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，交织得比较疏松，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。幼龄菌落是透明的，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，宽度为7.7~

11微米。细胞长度为67~268微米。每个细胞内含有一个单倍体的核。核平均大小为1.5~2.5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。

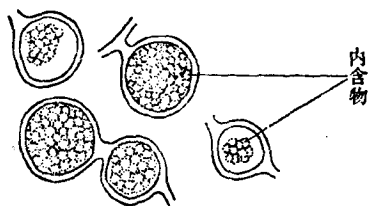


图4 草菇厚垣孢子

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。只是生长得更快更繁茂。在洋菜培养基和其它纤维培养料上，大多数次生菌丝体的培养物中，都含有很多厚垣孢子。

厚垣孢子褐色，圆形，平均直径为58.8微米^①。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，布满整个试管壁。

① 1 微米 = 0.001 毫米

三、生物学特征

(一) 营 养

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，无机含氮化合物中的硫酸铵、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，凡含纤维素的材料，原则上均可作草菇的培养料。现将几种物质的营养成分列于表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。近年来开始应用棉籽壳和废棉作为草菇培养料，取得了高产和稳产的收成。

不管是利用稻草还是棉籽壳、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。

几种物质的营养成分(%)

表 1

材 料	成 分	水 分	粗 蛋 白	粗 脂 肪	粗纤维 (包括木 质素)	无氮浸出 物(可溶 性碳水化 合物)	钙	磷	灰 分
玉 米 粘 稻 草		11.2	3.5	0.8	33.4	42.7	0.39		8.4
大 麦 草		13.5	4.1	1.3	23.9	36.9	0.31	0.1	15.3
小 麦 草		15.5	3.2	1.3	37.1	34.6	0.31	0.11	8.3
高 粱 粘		13.5	2.7	1.1	37.0	35.9	0.26	0.1	9.8
大 豆 粘		10.2	3.2	0.5	33.0	48.5			4.6
玉 米 芯		13.5	13.8	2.4	28.7	34.0	1.41	0.36	1.6
米 糠		13.5	1.1	0.6	31.8	51.8	0.40	0.25	1.3
谷 糠		13.5	11.8	14.5	7.2	28.0	0.39	0.03	25
大 麦 麸		13.5	7.2	2.8	23.7	40.6			12.3
小 麦 麸		13.5	6.7	1.7	23.6	44.5			10
干 酒 糟		12.8	11.4	4.8	8.8	56.3	0.15	0.62	5.9
		16.7	28.4	2.3	9.2	40.0	0.35		4.4

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。

在配制草菇培养料时，应注意培养料的碳氮比例。据有关资料报道，草菇的营养生长和繁殖生长都不需要高氮营养。一般认为草菇培养料的碳氮比以60:1为好。

在加入含氮物质配制培养料时，要选择对草菇生育有利的氮源。在配制草菇培养料时，加入不同含氮物质对草菇菌丝生长的作用不同。在基础培养基中，分别加入0.2%的硝酸钠、硫酸铵、尿素、蛋白胨、谷氨酸钠（即结晶味精）、

天门冬酰胺，进行实验的结果说明，用蛋白胨作氮源时，菌丝利用率最高，生长最旺盛，粗壮而整齐。其次是天门冬酰胺、谷氨酸钠、硫酸铵和尿素，硝酸钠的利用率很低（表2）。

不同氮源对草菇菌丝生长的影响(平皿) 表 2

氮 源	菌丝干重 (毫克/30毫升)	日 长 速 (厘米)	菌 落 特 征
硝 酸 钠	23.0	1.38	细弱，透明，稀疏，分枝少
硫 酸 铵	40.1	1.50	较旺，均匀，后期气生菌丝多
尿 素	49.0	—	接种块恢复慢，但新生菌丝生长后长势较旺
蛋 白 胨	184.4	1.64	生长旺盛，粗壮而整齐
谷 氨 酸 钠	71.6	1.62	较纤细，但长势较旺盛
天门冬酰胺	150.8	1.27	较粗壮而致密
无 氮 对 照	22.0	1.31	细弱，透明而稀疏

硫酸铵和尿素是常见的化学肥料，容易得到。在向草菇培养基中加入这两种含氮物质时，不仅要注意用量，还应注意处理方法。菌丝的生长量随培养液中硫酸铵含量的增加而减少，以0.05%硫酸铵中的长势最好。在进行栽培试验中，也观察到在培养料中加入的硫酸铵的含量不同，效果不同，硫酸铵含量为干料总量的0.5%时，其菇体产量多于含量为1%的（表3）。在用尿素作氮源进行培养基（料）灭菌时，低温（60℃）灭菌比高温灭菌效果好，低温灭菌的菌丝

硫酸铵对草菇产量的影响

表 3

硫酸铵含量	播种至采收时间 (天)	百斤干料产量 (斤)	形 态 特 征
0.5%	13	18.6	群生, 朵形发育正常
1%	12	7.9	单生, 朵形小, 菌盖薄
对 照	12	13.6	群生, 朵形发育正常

生长量比高温灭菌的高一倍多。究其原因, 可能是高温灭菌引起尿素分解, 放出氨和氰氢酸, 使培养基pH升高并带有氨味, 从而危害菌丝生长。

为了在配制含有适宜碳氮比的培养料时加氮方便, 现将几种主要物质的含氮量列于表 4 中。

几 种 物 质 的 含 氮 量

表 4

含 氮 物 质	含氮量(%)	含 氮 物 质	含氮量(%)
尿 素	46.00	大 豆 饼	6.72
硫 酸 铵	21.00	菜 籽 饼	5.29
石 灰 氮	21.00	棉 籽 饼	5.50
血 粉	13.40	牛 粪	2.81
黄 豆	5.85	鱼 粉	10.01

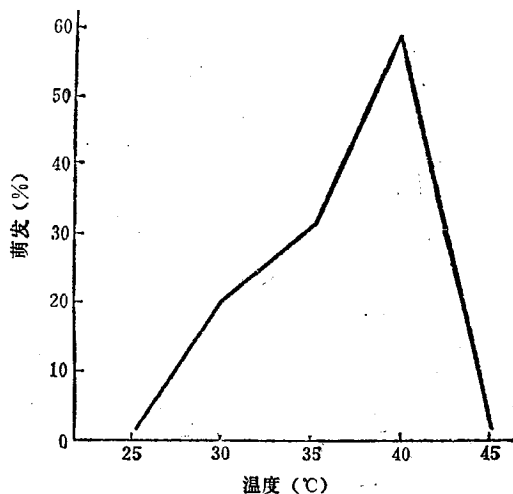
除了碳源和氮源外, 钾、镁、硫、磷和钙等, 也是草菇生长发育所必需的。但它们的需要量远不及碳素和氮素多, 而且有些天然纤维材料中已有足够的含量, 无需外加。

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 B_1 。但维生素 B_1 的耐热性较差，在 120°C 以上即迅速分解。所以加维生素 B_1 的培养基灭菌温度不宜过高。

(二) 温 度

草菇产于亚热带地区，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 $15\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。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 时孢子不萌发， 30°C 时孢子萌发率不超过20%， 35°C 以上孢子萌发率才急剧上升， 40°C 时萌发率达到最高；超过 40°C 又急剧下降， 45°C 时不再萌发（图5）。



培养基 $\text{pH}7.5$

图5 温度对孢子萌发率的影响