

农村林业丛书



中国林业出版社

汪麟 李育岳 董宜勋 编著

北方草菇栽培技术



农村林业丛书

北方草菇栽培技术

汪 麟 李育岳 董宜勋 编著

中国林业出版社

农村林业丛书

北方草菇栽培技术

汪麟 李育岳 董宜勋 编著

中国林业出版社出版（北京西城区刘海胡同7号）
新华书店北京发行所发行 工程兵机械学校印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 2.875印张 60千字
1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数 1—10,000册

统一书号 16046·1341 定价 0.70 元

前 言

草菇原系热带和亚热带高温多雨地区的腐生真菌，以往主要在我国南方各省、自治区栽培。由于它营养丰富，味美可口，引起了我国北方地区食用菌科技工作者的极大兴趣。经过反复试验，草菇已在我北方地区“安家落户”。目前，草菇在我国大部分省、自治区、直辖市得到推广，栽培方法有了改进，栽培原料有了突破，栽培面积迅速扩大，栽培技术也日臻成熟，成为人工栽培的重要的商品菇类。发展草菇生产，对于发展商品生产，繁荣城乡经济，改善人民生活，支援外贸出口，将起着越来越大的作用。

为适应草菇生产发展的需要，普及推广栽培技术，我们将自己多年来的研究成果和栽培实践经验，并参考国内外有关资料，编写了《北方草菇栽培技术》一书。本书系统地介绍了草菇栽培技术和制种技术，突出了北方地区栽培草菇的特点，反映了草菇北移栽培的新成果和新技术，同时，也介绍了草菇的基础知识。可供农业技术员、食用菌栽培专业户和农业院校师生学习参考。

由于我们水平有限，经验不足，书中缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

本书承蒙胡常英同志绘制插图，在此表示感谢。

编 者

1987年5月于保定

目 录

一、草菇概述.....	(1)
二、草菇的营养价值.....	(2)
三、草菇的形态及生活史.....	(6)
(一) 形态特征.....	(6)
(二) 生活史.....	(8)
四、草菇的生长发育条件.....	(10)
(一) 营养.....	(10)
(二) 温度.....	(12)
(三) 水分和湿度.....	(13)
(四) 空气.....	(14)
(五) 光照.....	(14)
(六) 酸碱度.....	(14)
五、草菇的制种技术.....	(15)
(一) 制种基本设备及工具.....	(16)
(二) 消毒灭菌.....	(19)
(三) 母种的制作技术.....	(21)
(四) 原种的制作技术.....	(26)
(五) 栽培种的制作技术.....	(31)
(六) 栽培种的质量鉴别.....	(32)
(七) 菌种的保藏方法.....	(33)
六、草菇的栽培技术.....	(34)
(一) 棉籽壳栽培草菇.....	(34)
(二) 麦秸栽培草菇.....	(52)

(三) 稻草栽培草菇.....	(58)
(四) 废棉栽培草菇.....	(65)
(五) 草菇的杂菌与害虫的防治.....	(68)
七、草菇的采收与加工.....	(73)
八、草菇的烹调方法.....	(76)
(一) 肉丝炒菇片.....	(76)
(二) 菇片烧肉.....	(77)
(三) 蛋炒菇.....	(77)
(四) 素炒菇片.....	(77)
(五) 草菇蒸滑鸡.....	(78)
(六) 草菇烧卖.....	(78)
(七) 吉列草菇.....	(78)
(八) 草菇肉丝汤(荤食).....	(79)
(九) 草菇鸡蛋汤(素食).....	(79)
(十) 烧草菇海米豆腐.....	(79)
附录:.....	(81)
(一) 酸碱度(pH)简易测定法.....	(81)
(二) 空气相对湿度的计算方法.....	(81)
主要参考文献.....	(85)

一、草 菇 概 述

草菇原系热带和亚热带高温多雨地区的腐生真菌。据香港中文大学张树庭教授考证，草菇最早栽培于我国，后由华侨将栽培技术传至日本、南朝鲜、马来西亚、菲律宾、泰国、新加坡、印度、印度尼西亚等地，后又传到非洲的尼日利亚和马达加斯加；近年来，一些欧美国家也开始栽培。1981年，全世界草菇产量已达58000吨，占人工栽培食用菌总产量的4.27%，居第三位。我国是世界上生产草菇最多的国家，1981年，总产量达45600吨（其中包括台湾省19600吨），占全世界草菇总产量的78.6%。

最早栽培草菇是以稻草为原料，最近几年已开始用棉籽壳、麦秸、废棉絮、棉秆、锯末等作培养料；以往都是以草把栽培为主要方式，近年来已发展成利用温室、塑料薄膜覆盖、塑料大棚等栽培方式；过去，栽培草菇较多的是广东、广西、福建、湖南、江西、台湾等南方各省区，近年来已发展到上海、江苏、浙江、安徽、山东、河北、山西、北京、天津等省市。这就足以说明：栽培草菇的原料十分广泛，草菇的适应性很强，发展前途也很广阔。

草菇是以纤维素为主要营养的一种菇类，我国纤维素资源十分丰富。据统计，仅稻草、麦秸、稻壳、棉籽壳、玉米芯等农业纤维素废料，全国每年即可产4亿吨之多。如此广泛而价廉的农作物秸秆等为草菇栽培提供了极其丰富的原料。

草菇栽培容易（适于生料栽培），操作简便，技术易于

掌握；而且生产周期短（从接种到采收只需10多天），经济效益高。因此，人工栽培草菇是广大农村一项投资少、见效快、收益大的多种经营项目，也是劳动致富的一条重要渠道。

我国的草菇在国际市场上素负盛名，近销港澳地区以及日本、东南亚，远销美国、加拿大；同时，草菇在世界菇类市场上也是一种畅销商品。因此，加强草菇的研究，发展草菇生产，对开发利用我国北方地区数量巨大的农作物纤维废料，改善人民生活，调剂市场蔬菜供应，以至扩大外贸出口，支援四化建设，都是很有意义的。

二、草菇的营养价值

新鲜草菇，鲜嫩味美，炒菜煲汤，堪称佳品；加工的干制品，香味更加浓郁；制成罐头、草菇酱油、草菇粉等制品，各具特色，为国内外消费者所欢迎。

草菇不仅味道鲜美，而且营养价值很高（见表1）。据福建农学院和张树庭教授分析，鲜草菇蛋白质含量为3.37%，脂肪为2.24%，矿物质（氧化物）为0.91%，还原糖为1.66%，转化糖为0.95%。100克干草菇中，含有核酸8.8克。在矿物质中，氧化钙（ CaO ）占0.75%，五氧化二磷（ P_2O_5 ）占30.62%，氧化钾（ K_2O ）占44.20%，其它矿物质占24.43%。

蛋白质的含量、氨基酸的组成及8种必需氨基酸含量的多少，通常是评价食品营养价值高低的最主要标志。草菇中蛋白质的含量虽不及肉类，但比一般蔬菜高得多；可贵的是草菇中含有人体必需的8种氨基酸，其含量占氨基酸总量的

表 1 草菇和某些肉类、蔬菜营养成分比较

品 名	蛋白质 (%)	脂 肪 (%)	糖类 (%)
草 菇	3.37	2.24	2.61
胡 萝 卜	0.6	0.2	5.7
甘 蓝	0.1	0.15	4.14
西 红 柿	0.4	0.4	2.19
马 铃 薯	1.1	0.1	14.0
牛 肉	16.0	3.3	—
鸡 蛋	12.0	11.5	0.5
奶 油	1.0	82.0	—
白 面 包	8.0	0.4	45.0

38.2% (见表2、表3)。由此可见，草菇的营养价值是较高的。

这里特别值得一提的是，草菇中含有丰富的维生素C（抗坏血酸），每100克鲜草菇中就含有206.27毫克，甚至连一些以含维生素C丰富而著称的水果、蔬菜也望尘莫及（见表4）。众所周知，维生素C对人体健康具有重要意义。如果人体内维生素C含量不足，会导致抵抗力减弱，容易感染疾病；如果严重缺乏时，会引起坏血病。体内保持正常的维生素C含量，可以促进新陈代谢的正常进行，加速伤口的愈合，提高机体的免疫力。维生素C还有良好的解毒作用，当铅、溴化物、砷、苯等有毒物质进入机体时，维生素C便可与之结合，形成抗坏血元，然后随小便排出体外。维生素C并能阻止胺和亚硝酸的合成，具有防癌抗癌的作用。

表 2 草菇氨基酸组成及含量

必需氨基酸 (%)		非必需氨基酸 (%)	
异亮氨酸	4.2	丙氨酸	6.3
亮氨酸	5.5	精氨酸	5.3
赖氨酸	9.8	天门冬氨酸	8.5
蛋氨酸	1.6	胱氨酸	未测
苯丙氨酸	4.1	谷氨酸	17.6
苏氨酸	4.7	甘氨酸	4.5
缬氨酸	6.5	组氨酸	4.1
色氨酸	1.8	脯氨酸	5.5
		丝氨酸	4.3
		酪氨酸	5.7
合 计	38.2		61.8

草菇还含有大量的纤维素。据广东省微生物研究所和日本岩出亥之助分析,草菇中纤维素的含量达9.81—18.4%,远远超过一般蔬菜。纤维素被现代营养学家称之为“第七营养素”,它有利于减慢人体对碳水化合物的吸收,因此有利于糖尿病患者,并有抑制肠癌的作用。

草菇所含的脂肪较少,是一种低热量食品;而草菇脂肪又不象动物脂肪那样含有较高的胆固醇,因此食用起来无需担忧。

草菇中核酸的含量较高。核酸在生物细胞中起着重要作用,它是细胞核、细胞质等的重要组成成分之一。草菇中所

表 3 草菇与其他几种食物的必需氨基酸含量

食 物 名 称 必需氨基酸 (%)	草 菇	牛 肉	猪 肉	牛 奶	大 豆
异亮氨酸	4.2	0.49	11.26	0.91	4.11
亮 氨 酸	5.5	0.10	未测	未测	未测
缬 氨 酸	9.8	1.89	8.18	0.50	2.50
蛋 氨 酸	1.6	0.11	2.29	0.16	0.39
苯丙氨酸	4.1	0.69	3.61	0.24	1.64
苏 氨 酸	4.7	0.11	4.40	0.25	1.40
缬 氨 酸	6.5	0.36	4.75	0.39	1.39
色 氨 酸	1.8	0.76	未测	未测	0.24
合 计	38.2	4.51	34.40	2.45	11.67

表 4 草菇与其他食物维生素C含量比较

食 物 名 称	分析数量 (克)	维生素C 含量 (毫克)
草 菇	100	206.27
甘 蓝	100	130
绿 辣 椒	100	125
红 辣 椒	100	200
芥 菜	100	125
番 石 榴	100	125
鲜 桔 子	100	50

含的还原糖和转化糖，都是人体的必需营养成分。草菇含有丰富的钙、磷、钾等多种矿物质成分，都是人体所不可缺少的，同时还是防止酸性食物中毒的好食品。此外，草菇中还含有一种叫做异种蛋白的物质，可以增强人体的抗癌能力。草菇所含的含氮浸出物和嘌呤碱，又能抑制癌细胞的生长。同时，夏天食用草菇又有防暑去热的作用。因此，称草菇为营养丰富的“保健食品”，一点也不过分。

三、草菇的形态及生活史

(一) 形态特征

草菇(*Volvariella volvacea*(Bull.ex Fr.)Sing.)，又名苞脚菇、兰花菇。在分类学上隶属真菌门担子菌纲，伞菌目，鹅膏菌科，草菇属。是一种腐生真菌。

草菇是由营养器官——菌丝体和繁殖器官——子实体两部分构成。

1. 菌丝体 菌丝体是草菇的主体，它在基质中不断生长、繁殖，有吸收、输送和积累营养物质的作用，供繁殖器官的产生，与子实体的形成。

草菇菌丝体呈白色或黄白色，半透明，具有丝状分枝。根据其发育程度和形态特征可分为初生菌丝和次生菌丝两种。

(1) 初生菌丝体 初生菌丝体是由担孢子萌发形成的。菌丝有隔膜，呈分枝状。每个细胞内含有一个核，又叫单核菌丝体。核平均大小为1.5—2.5微米。有些初生菌丝体能形成厚垣孢子。

(2) 次生菌丝体 初生菌丝体互相融合，完成同宗配

合而形成次生菌丝体。次生菌丝体的每个细胞内含有两个核，又叫双核菌丝体。次生菌丝体长得粗壮，生长快而繁茂，如网状分枝，往往形成很多厚垣孢子。

2. 子实体 子实

体，即可供食用部分。成熟的草菇子实体，是由菌盖、菌褶、菌柄和菌托四部分组成（图1）。

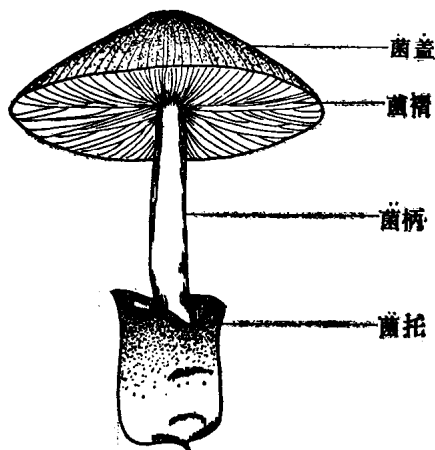


图1 草菇子实体

（1）菌盖 菌盖是子实体的最上部分，系菌褶的着生处和依托，是产生担子和贮存的保护器。菌盖呈钟形，成熟时平展开，宽6—20厘米，表面平

滑，灰褐色或鼠灰色，中间突起处色较深，向四周渐变淡，为淡灰色，有的菌盖表面出现放射状的深灰色条纹。

（2）菌褶 位于菌盖的底面，呈肉红色，约有250—380片，长短交错，呈辐射状排列，与菌柄离生。菌褶是担孢子的发生场所和贮存器。每个菌褶由三层交织的菌丝体组成。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，叫做子实亚层；外层即菌褶的两侧，叫子实层，它是菌丝体的末端细胞，产生担子和担孢子。每个担子顶端通常有4个小梗，每个小梗上着生一个担孢子。担孢子初期白色，成熟后变成水红色或红褐色，表面光滑，椭圆形或卵形，平均长度为7—9微米、宽4.5—6.5微米。担孢子

是单核的。每个成熟的草菇产生担孢子的数量很大，从几亿到几十亿不等（图2）。

（3）菌柄 菌柄着生于菌盖下面的中央，支撑菌盖，与菌托相连接，具有运输营养物质和水分的作用。菌柄白色，内实，含较多纤维素。菌柄的长度为

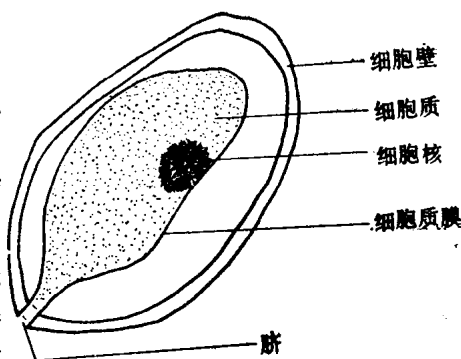


图2 草菇担孢子

5—18厘米，直径0.5—1.5厘米，上细下粗，没有菌环。

（4）菌托 位于菌柄下端，是子实体的最下部分。菌托是子实体发生初期的保护物，称为包被，是柔软的薄膜，包裹着菌盖和菌柄，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，形如苞脚，色呈灰白色或白色。菌托的基部有吸收营养物质的根状菌索。

（二）生活史

草菇和其它菇类一样，生活史是从担孢子的萌发开始，经过菌丝体阶段的生长发育，形成子实体，并由成熟的子实体产生新一代的担孢子而告终。

草菇的担孢子，在环境条件适宜时萌发，长出芽管。芽管经过生长，分枝，发展成初生菌丝体。初生菌丝体继续生长，互相结合，形成次生菌丝体。次生菌丝体再经过一个相互纽结阶段形成瘤状物即菌蕾。菌蕾经4—8天的生长，发

育成子实体。子实体成熟时又产生新一代的担孢子。这样，从担孢子到担孢子的循环过程，就是草菇的生活史（图3）。

在草菇的生活周期中，初生菌丝体和次生菌丝体在适当的时期可形成厚垣孢子（无性孢子）。厚垣孢子大多数

连接在一起呈链状。厚垣孢子的产生，是菌丝体的某些细胞逐渐膨大，形成坚韧的壁膜，成熟后与菌丝体分离开。在适当条件下，厚垣孢子又可萌发成菌丝体。厚垣孢子为圆形，平均直径为58.8微米，多呈红褐色，少数为棕色，细胞多核，有很多球形内容物。厚垣孢子内藏有丰富的养分，壁膜又较厚，对干旱、寒冷等不良环境有较强的抵抗力。草菇的厚垣孢子是菌丝体生长发育到一定阶段的产物，它与草菇的传种接代有着密切关系（图4）。

草菇子实体发育，可以分为六个阶段：即，针头阶段、小钮扣阶段、钮扣阶段、卵状阶段、伸长阶段和成熟阶段。

1. 针头阶段 次生菌丝体组结后，出现一个象针头大小的小菇蕾。这一阶段叫针头阶段。这时，组织尚未分化，

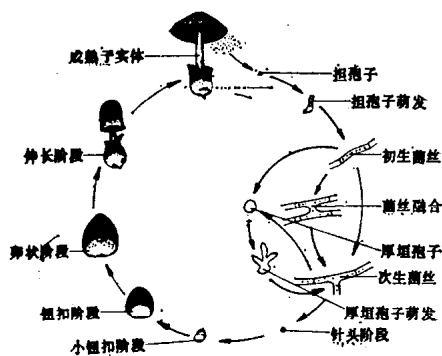


图3 草菇生活史

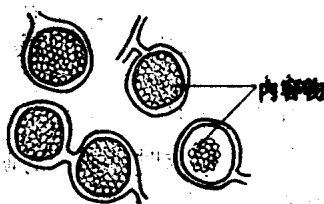


图4 草菇的厚垣孢子

整个结构还是一个菌丝体细胞小团。

2. 小钮扣阶段 针头阶段经过2—3天,小“针头”发育成一个圆形小钮扣大小的幼菇,叫做小钮扣阶段。这时,组织已开始分化,切开幼菇,可见幼小菌盖和初形成的菌褶。

3. 钮扣阶段 子实体继续增大,除了菌盖、菌褶外,形成了菌柄,进入钮扣阶段。

4. 卵状阶段 在钮扣阶段以后,子实体顶部由尖变圆,整个菇体变为卵形,发育成卵状阶段。这时,子实体象卵圆形的鸡蛋,顶部深灰色,其余部分为浅灰色。

5. 伸长阶段 菌柄顶着菌盖向上伸长,突破包被而伸展出来,菌柄几乎达到成熟时的长度。

6. 成熟阶段 这时菌盖张开平展,形如伞状。菌褶由白色变为肉红色,担孢子成熟,菌盖表面银灰色,有一丝丝深灰色条纹,菌柄白色,子实体发育成熟,生活史即完成。

四、草菇的生长发育条件

草菇的生长发育需要一定的外界条件。当外界条件满足了草菇生长要求时,孢子的萌发,菌丝的生长,以及子实体的形成,都将很顺利地进行,就能获得高产;否则,会导致减产,甚至绝收。因此,了解掌握草菇生长发育对外界条件的要求,对每一个栽培者都是非常必要的。

(一) 营 养

草菇是一种腐生真菌,体内没有叶绿素,不能直接利用阳光进行光合作用合成养料,而是依靠分解吸收培养料中的

营养为生。培养料中营养充足，菌丝体生长旺盛，子实体肥大，产量高，质量好，产菇期长；在贫瘠的基质中，菌丝生长不良，产量低，产菇期极短。草菇生长发育过程中需要的营养物质，可分为碳源、氮源、矿物质盐类和维生素四类。

碳源主要有糖类，如葡萄糖、蔗糖、淀粉、纤维素和半纤维素等。在草菇栽培中，常用富含纤维素的稻草、麦秸、棉籽壳、废棉作为碳素营养源。草菇菌丝生长过程中产生各种酶，将纤维素、半纤维素分解成单糖，然后吸收利用。因此，凡含有纤维素的材料，均可作为草菇的培养料。

氮源主要是有机含氮化合物的蛋白质和氨基酸，还有无机含氮化合物的硫酸铵、硝酸铵，硝态氮则利用很差。培养料中氮源不足会影响草菇菌丝生长。稻草、麦秸栽培草菇，因氮源不足，在培养料中适当添加一些含氮素较多的麦麸，以增加氮源，可促进菌丝生长，缩短出菇期，提高产菇量。但培养料中添加氮源时，要注意选择适合的含氮原料。据栽培观察，以添加5%麦麸效果较好；用牛粪、驴粪作为氮源往往达不到理想效果；添加尿素补充氮源，一定要注意使用的浓度，一般用量不超过0.1—0.2%，浓度过高，因氨量产生多，会抑制菌丝生长，往往促使鬼伞杂菌大量发生。

矿物质盐类，如钾、镁、硫、磷、钙等，是草菇生长发育所必需的，但在一般含纤维素原料中已有足够的含量，无需补充。草菇生长还需要铁、铜、钼、锌、钴、锰等微量元素，它们在普通水中的含量就能满足需要。

草菇生长发育还需要多种维生素营养，但需要量很小。一般麦麸、米糠中维生素含量较多，在培养料中加入这些原料可以解决草菇所需的维生素。