

YOUZHIXIANGGU HUAGU PEIYU XINJISHU

花菇

优质香菇—— 培育新技术



福建科学技术出版社

优质香菇——花菇培育新技术

黄秀治 蔡衍山 编著

福建科学技术出版社

(闽)新登字03号

优质香菇——花菇培育新技术

黄秀治 蔡衍山 编著

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州得贵巷59号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福州东南印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/32 4.5 印张 97 千字

1997年2月第1版

1997年2月第1次印刷

印数: 1—10 100

ISBN 7-5335-1109-3/S·137

定价: 6.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

香菇是我国栽培历史悠久且栽培面积最大的食用菌。在香菇商品流通中,不论是干品还是鲜品,花菇以其菌肉肥厚、质地细嫩、耐贮藏、折干率高而倍受青睐,被推为香菇的上品,质优价高,很受欢迎。目前,我国香菇生产存在量多、质次以及加工、分级、包装等不适应国际市场要求等问题,影响了我国香菇在国际市场上的竞争力。因此,在发展香菇生产中,有目的地培育花菇,不仅是市场的需要,而且是广大菇农致富奔小康的重要途径。为了提高香菇产品的品位和市场竞争能力,增加出口创汇,促进香菇生产优质高效,我们在长期从事香菇研究和栽培实践的基础上,收集国内外花菇培育的先进技术和研究成果,编成此书。

本书立足于“实际、实用、实效”,注重阐述花菇生产中出现的菌种选择、越夏管理、花菇培育等关键技术和注意事项,从理论与实践的结合上阐明花菇的成因及其操作步骤,并详细叙述了采收、加工、包装、贮运等影响花菇品位的各环节技术措施。在编写过程中,我们力求文字通俗易懂,可操作性强,图文并茂。衷心地希望该书的出版,为目前方兴未艾的花菇培育热潮提供有益的技术帮助,促进这一高技术产业健康地发展。

由于时间紧迫,水平有限,书中疏误之处在所难免,恳请同行和广大读者指正。

编者

1996年8月

目 录

一、概述	(1)
(一) 香菇生产的演变与发展	(1)
(二) 培育花菇是市场经济的需要	(3)
(三) 走集约化规模栽培和产业化经营之路	(4)
(四) 科学技术是花菇高产的保证	(5)
二、香菇的生物学特性	(7)
(一) 香菇的形态结构	(7)
(二) 香菇的生长发育	(8)
(三) 香菇的生活条件	(11)
(四) 花菇的成因	(18)
三、培养料培育花菇	(28)
(一) 菌种的选择	(30)
(二) 生产季节安排	(34)
(三) 培养料的配制	(39)
(四) 菌筒制作、灭菌与接种	(55)
(五) 菌丝的培养与越夏管理	(59)
(六) 出菇场的选择与构筑	(68)
(七) 花菇培育管理	(73)
四、段木花菇的培育	(82)
(一) 菇木的选择与处理	(83)
(二) 菇场的选择和构筑	(85)
(三) 段木接种与菌丝培养	(86)

(四) 培育管理	(96)
五、花菇的采收与加工	(101)
(一) 花菇的采收	(101)
(二) 花菇的保鲜	(103)
(三) 花菇的干制	(115)
(四) 干花菇的包装与贮藏	(126)
(五) 花菇其他形式加工	(128)
附录	
一、食用菌培养料营养成分	(130)
二、温湿度换算表	(131)
三、常用消毒剂的使用方法及注意事项	(135)
四、干香菇的分级标准	(137)
参考文献	

一、概述

花菇是优质的香菇。它是香菇生长发育过程中遇到干燥气候等环境因子的刺激，导致菌盖表皮开裂，形成不规则纹理。这是为抵抗恶劣环境而自我保护的生理现象。这种在特殊环境条件下形成纹理的特殊香菇形态，称为花菇。花菇培育是在香菇栽培技术的基础上发展起来的一项实用新技术。花菇并非种性特征，但质优肉厚，迎合了市场的需要。任何的香菇品种均可在特定条件下形成花菇，花菇的形成取决于所在外界环境条件。人们有意识地观察研究花菇形成的原因已有不短的时间，但有意识地创造条件培育花菇则刚刚开始。在香菇的菇蕾形成之后，人为创造干燥和温差等不利于菇蕾同步发育的恶劣环境条件，促进花菇率提高，这一花菇培育实用技术，首先在培养料栽培香菇的生产中得以应用，并取得明显的经济效益。段木栽培香菇也从花菇的自然形成发展为人为促进花菇率提高。但是，在自然栽培的条件下，由于越夏温度和空气相对湿度的人为可控能力有限，就花菇培育的区域而言，在江南依然有很大的局限性。因此，研究花菇培育新技术，以提高花菇率作为香菇业优质高效的突破口，促进香菇质量的全面提高，具有重要的意义。

（一）香菇生产的演变与发展

香菇的人工栽培起源于中国。自从明朝初年至今，已有

800 年的历史了。在 1960 年以前的数百年中，香菇栽培一直沿用人工原木砍花法。这种依靠天然香菇担孢子传播接种的栽培方法，决定了其孢子定植成活率受到自然条件很大的制约，生产周期长，产量低，资源消耗大。1960 年以后，由于基础研究工作搞清楚了香菇的生活史，利用香菇的双核菌丝具有无限繁殖的特点，研制成功纯菌种，并推广应用，香菇栽培发生了第一次重大变革，由半原始状态的原木砍花栽培改革为纯菌种接种的段木栽培。这一变革极大地提高香菇菌丝在菇木里的成活率和菇木的利用率。干菇单产由原木砍花时的每百公斤原木产干菇 0.45 公斤提高到 1.5~2 公斤。产品质量也随着管理水平的提高而有很大的提高。1980 年以后，由于适宜培养料栽培的香菇新菌株 Cr-02 杂交选育成功，栽培工艺在袋栽银耳工艺的启发下试验成功，以及多种可提高功效的食用菌机械的应用，香菇栽培发生了第二次重大变革，由段木栽培演变为以培养料栽培为主的生产模式。这一重大变革，进一步拓宽了香菇栽培的区域，扩大了香菇栽培的规模。由于人工合成培养基的碳氮比更趋合理，资源利用率大为提高，每百公斤干木屑单产 5~8 公斤干菇。因此，福建省的香菇总产自 1986 年之后，跃居全国之首，1986 年干菇总产达 13266 吨，1987 年达 16288 吨，首次超过日本干菇总产量；1993 年达 32252 吨；1994 年增至 45625 吨。

但是，1994 年以后，红火的香菇生产，由于生产规模的不断扩大，总产急增，而产品质量不适应国际市场的需求，价格逐年递减。新鲜厚菇出口到岸价 (CIF 价)，由 1990 年的每公斤折合人民币约 75 元，降至 1994 年的约 42 元，干鲜香菇均出现较严重的滞销局面。这种量多价廉的生产经营方式造成许多菇农增产不增收的现象，且资源大量消耗。在这种严

峻的形势下,以优质高效为目的的花菇培育新技术应运而生。花菇自然形成于自然界,人工培育花菇首先研究总结成功于浙江庆元,逐步推广应用于寿宁、龙泉等地,并不断提高培育技术。花菇培育代表我国香菇栽培第三次重大变革,它将极大地提高香菇产品的质量,促进香菇业由粗放低效向优质高效转变,增进广大栽培者的质量意识和管理水平的提高,从而提高香菇产品在国际市场上的竞争力和整个产业的经济效益。

(二) 培育花菇是市场经济的需要

福建省的香菇生产同其他食用菌一样,经历过曲折的发展道路和市场的考验。80年代后四年,木屑香菇迅速发展,干菇年产量从原有千余吨猛增到万余吨,每年出口干菇四千余吨。进入90年代,木屑香菇生产继续无节制地发展,质量又不能随之提高,导致销售上的自我竞争,单价下跌,出口受阻,逐步失去卖方市场的主动地位。在干菇销售不景气的时候,新鲜木屑香菇经保鲜加工出口得到国外市场的认可,鲜菇出口量从1991年的数百吨增加到1994年的万余吨,香菇生产再度兴旺。但好景不长,到了1994年下半年,一方面由于鲜菇的含水量高、易变质、不耐贮藏、口感差等原因,另一方面也因生产规模失控,产品过剩,造成自我竞争严重,导致主产区的保鲜菇的收购价从1993年的每公斤16~20元降至1994年每公斤的8~10元,1995年每公斤仅4~5元。种植面积随着单价的下跌而逐年缩小,1995年全省香菇种植面积不及1994年的40%。同时,栽培香菇所需要的各种原辅材料价格上涨,成本提高20%~30%,导致广大菇农普遍亏损,

出现香菇市场北移的局面。

从1992年开始,福建的鲜花菇试产试销出口,取得日本市场的认可。1994年寿宁县的花菇生产在县政府和科技、农业部门的共同努力下,发展到3000万筒,香菇产值占该县农业总产值(2.7亿元)的37%(1亿元)。1995年全县花菇种植8000万筒、总产值达4亿元,平均每筒产值5元,形成半县花菇半县茶的农村经济新格局。1996年度,全县生产花菇1亿筒,如果销售单价没有大的波动,预计总产值可达5亿元。由于普通香菇和花菇的种植成本相差无几,尽管花菇单价高而产量低,折算后依然比普通香菇的每筒产值提高一倍以上,利润增加2~3倍。花菇的市场需求和价格规律,给花菇生产注入了强大的生命力。

目前花菇生产的利润比较丰厚还在于加工和贸易环节之中。根据1995年花菇销售日本的定单情况看,到岸价(CIF价)常在每吨8500~9000美元,折合人民币每吨达6.8~7.5万元,这也是日本市场正常的鲜花菇和鲜厚菇的批发价。而离岸价(FOB价)常在每吨4~5万元,即每公斤鲜花菇40~50元。菇农的出售价常在每公斤24~26元之间,其中明花可达每公斤30~40元,个别季节收购价可达每公斤60元以上。按照1995年各环节的单价分析,栽培者每筒鲜花菇可有3元左右的工资利润,加工者每吨有5000元以上利润,出口商每吨有1万元以上的利润。这种菇农、加工者、贸易者各方都有丰厚利润的项目,在农副产品生产中是不多见的。

(三) 走集约化规模栽培和产业化经营之路

香菇和蘑菇都是世界性菇种。从各国发展食用菌的经验

来看，都是从分散经营向专业化经营的模式发展，并逐步与市场紧密结合，逐步形成长期性产业。

福建的香菇生产，根据以往的经历，一般几年就出现一个周期性的起伏变化。香菇业的这种大幅度起伏，反映产业化程度和市场培育的不成熟，因此，经常给广大栽培者带来严重的经济损失和资源的大量浪费。为了避免在花菇生产过程中重复这种现象，必须走与市场相适应的集约化规模栽培和产业化经营的道路。

集约化规模栽培香菇明显地区别于千家万户的兼职栽培。其特点：一是生产专业性，即集中，形成规模，生产过程有明显的分工，是劳力密集型，技术保障完善的生产模式；二是具有高投入（包括资金、人力、技术诸方面的投入）、高产出（产出批量大、质量好、价值高）的特点；三是生产同市场经济紧密结合，投产前有市场调查，投产后容易为市场认可或容易培育出新的市场，栽培规模和质量与市场较为适应；四是有一套懂技术、懂市场、懂管理的班子，容易从管理和科技成果的应用中产生综合经济效益。

香菇的产业化经营模式是许多食用菌工作者所追求的模式。它应是长期性的专业生产，在当地农业生产中占有一定的比重，产生一定经济效益，是产供销一条龙、科工贸一体化的生产经营方式。它可以使原有生产方式提高到一个新的水平。

（四）科学技术是花菇高产的保证

在福建和我国江南一带，空气相对湿度较高，温差较小，夏季气候炎热，花菇生产要取得大面积丰收，并非易事。早

在1988年，香菇产量取得大幅度增长时，就有人设想并开始试验花菇工厂化栽培，但收益甚微。有些科研机构也开始从事花菇培育的研究，经过几年的实践探索，逐步积累了经验，基本掌握了一套与花菇形成相适应的管理技术。理论与实践均表明：在自然气候条件下，适合香菇子实体原基形成的条件，就不适宜花菇形成，而适宜花菇形成的气候条件，却又不利于子实体原基的分化与形成。这是自然条件下花菇低产的主要原因。因此，要掌握花菇培育技术，首先必须掌握普通香菇的栽培技术，并真正弄清其异同点。只有充分了解香菇生物学特性，掌握香菇生产全过程的操作管理技术，才具备培育花菇的技术基础。花菇的培育是以香菇的出菇为先决条件，如果没有香菇菇蕾的大量形成，就没有培育花菇的可能性。只有具备香菇丰产的基质，才有花菇丰产的可能。同时，只有真正掌握香菇菇蕾形成与花菇形成所需的不同条件，才可望既有花菇的形成，又有花菇的丰产。因此花菇的培育必须根据香菇子实体原基形成与发育所需的条件，以及花菇成因与机理，因地制宜，选择相应的菌株，进行科学的两场制管理，才可能取得花菇培育的优质高产。

此外，花菇本身也存在质量问题。天然花菇是在干燥低温条件下，内因外因共同作用产生的，具有较高的质量。通过人为管理培育花菇，可以扩大花菇培育区域，延长花菇形成季节，提高花菇形成比率，增加花菇的单产和总产。同时，要力求形成的花菇纹理清晰，菌肉肥厚，肉质细嫩、致密，达到或超过天然花菇的质量标准，而不仅仅是外观上出现花纹而已。

二、香菇的生物学特性

(一) 香菇的形态结构

香菇在生长发育的全过程出现 3 种不同的形态，即担孢子、菌丝和子实体。

1. 担孢子

香菇的担孢子是香菇有性生殖的产物。在显微镜下，担孢子为无色，椭圆形至圆柱形，一端稍尖， $5\sim7$ 微米 $\times 3.4\sim4$ 微米，放大 600 倍大约相当一粒大米那么大，表面平滑，薄壁，孢子卵白色。

2. 菌丝

香菇的菌丝由担孢子萌发产生，在显微镜下无色，肉眼看白色，呈丝状。在生长发育过程中，许多纤细菌丝相互交错，繁殖生长组成菌丝索，称为菌丝体。按照菌丝发育的不同阶段有单核菌丝、双核菌丝和结实性菌丝之分。香菇单核菌丝比双核菌丝纤细，细胞单核，无锁状连合，无结实能力。双核菌丝细胞双核，多分枝，有锁状连合，有结实能力。结实性菌丝是膨大了的双核菌丝，由双核菌丝的营养器官转化为营养贮存器官。

3. 子实体

香菇的子实体伞形，单生、双生或群生。子实体包括菌盖、菌柄、菌褶和菌膜。菌盖圆形，通常 $5\sim10$ 厘米，有时

达 20 厘米，表面淡褐色、茶褐色或暗褐色，在适温环境下，被有淡色到暗色鳞片，在寒冷干燥、刮风的天气，表面裂为不规则的小区，呈菊花状或龟甲状，因此称为花菇。菌肉白色、肥厚、质韧，晒干后具特有的香味。菌褶密集，长短不一，近菌柄处最宽的约 2~6 毫米。褶缘平直或锯齿状，白色，与菌柄贴生、隔生或弯生。菌柄常侧扁，但有时圆柱状，2.5~6 厘米×1~1.5 厘米，中实，纤维状。子实体幼时，菌膜完整，菌盖伸展后破裂，逐渐消失。子实体的形态见图 1。

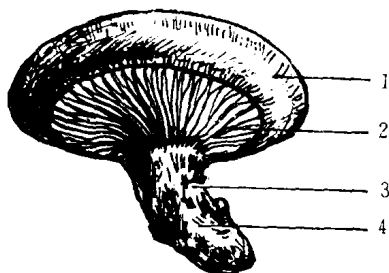


图 1 香菇的形态

1. 菌盖；2. 菌褶；3. 菌环；4. 菌柄

(二) 香菇的生长发育

香菇是一种引起木材白色腐朽的木材腐朽菌。它不含叶绿素，不能象绿色植物那样直接利用水和二氧化碳、通过光合作用制造自己所需的营养物质，只能从死的木材、生活力极衰退的老树或人工制作的培养料上吸收水分、碳水化合物、含氮物质和矿物质元素等营养物质，按自身的生理特点进行新陈代谢，完成从担孢子萌发、菌丝生长、子实体形成直至发育成熟等一系列生命活动过程，达到自身繁衍的目的。

香菇的生长过程包括两个生长阶段。从担孢子萌发到子实体原基形成之前，是香菇菌丝体细胞数目不断增加，同时吸收积累各种结构物质和贮藏物质的时期，为营养生长阶段；

从原基形成到子实体发育成熟，产生新一代的繁殖单位——担孢子，为生殖生长阶段。在一般情况下，营养生长阶段和生殖生长阶段始终是交替进行的，子实体间歇发生，形成菇潮。营养生长阶段是量变过程，生殖生长阶段是质变过程。从生长到繁殖的转化过程就是发育。

1. 担孢子的萌发

香菇担孢子萌发的特点是不产生典型的芽管，而是先膨大为原来的 2~5 倍，而后以沿担孢子的长轴方向向两极伸长，萌发成菌丝，细胞质中出现空泡。在细胞核分裂时，核先拉长，后中部收缩，核膜始终存在。萌发的担孢子在马铃薯葡萄糖琼脂培养基上培养 18 小时之后，变成一条有 3~4 个细胞的单核菌丝（同核菌丝）。

2. 菌丝的生长

香菇的营养生长阶段包括单核菌丝生长和双核菌丝生长。

（1）单核菌丝的生长：香菇担孢子萌发后形成每个细胞只有一个核的单核菌丝。单核菌丝的先端细胞反复分裂，向前伸长，细胞分裂时，细胞核首先分裂。单核菌丝在适宜条件下，单独培养也能生长，但长势弱而慢，对木材的催腐和吸收养料能力以及对环境的抵抗力都比双核菌丝弱。

（2）双核菌丝的生长：不同极性的双核菌丝接合后，经质配形成每个细胞中含有两个细胞核和有锁状连合的双核菌丝。在双核菌丝中，两个细胞核没有相互融合，而是保持分离。双核菌丝生长靠双核菌丝先端细胞的反复分裂，向前生长。双核菌丝锁状连合的形成与细胞核的分裂同步发生，在细胞核分裂的后期形成完毕。双核菌丝在香菇生长发育过程中经历时间最长，在适宜的生长条件下，靠它不断分解基质，

吸收养分，不断生长繁殖，并在适宜的条件下产生子实体。

3. 子实体的形成与生长发育

香菇由菌丝体形成子实体的条件是复杂的。主要条件是菌丝体内部贮足形成子实体发生必需的营养成分（即达到生理成熟），并遇到适合子实体发生的环境条件。

（1）子实体分化的程序：外界具备子实体分化和发育的条件时，菇木树下或菌皮下达达到生理成熟的双核菌丝就进入扭结阶段。最初菌丝互相穿织形成疏松的微小菌丝团，其后逐渐增大，组织变得致密而成为子实体原基。原基上半部菌丝组织生长速度比下半部快，而且逐渐下包扩展成菌盖原基，下部则成为菌柄原基，继续发育形成菇蕾。菇蕾顶壁双核菌丝顶端呈放射状水平排列形成菌褶。初始菌褶被菌盖边缘与菌柄之间的菌幕覆盖着，随着菌幕破裂，子实层裸露于空间，此时子实层上发育完全的担子顺序地有节奏地发射出担孢子来。这就是子实体分化、发育的全过程。

（2）香菇子实体的发生期：香菇在自然条件下，根据子实体发生的季节，可以分为春生型、秋生型、春秋生型等。香菇子实体的发生受到温度、湿度、营养、光线等因子的控制，其中受温度的影响最大，大体可以分为低温性、中温性、高温性三大类。不同地方，不同树种的段木，不同的香菇品种，不同的接种量，菇木完全成熟的时间也不同。据调查，广东6个月，江西、福建8个月，湖南、湖北12个月，吉林18个月以上才能达到生理成熟，开始出菇；所以，人工栽培香菇，需根据各地的自然气候条件，选择合适的品种，按季节合理安排生产，才能取得好收成。

(三) 香菇的生活条件

香菇的生活条件和其他食用菌一样，包括营养、水分、温度、空气、光线、酸碱度等因子。现将这些因子及其对香菇的影响分述如下。

1. 营养

营养是香菇整个生命过程的能源，也是产生大量子实体的物质基础。丰富而全面的营养是香菇高产优质的根本保证。香菇需要的主要的营养成分是碳水化合物和含氮化合物，也需要少量的矿物质元素和维生素类等。

(1) 碳源：碳源是香菇体内含量最多的成分，占50%~60%，是香菇生长发育的能量来源和细胞基本骨架的主要成分。香菇能利用相当广泛的碳源，包括单糖类、双糖类和多糖类。单糖类（如葡萄糖、果糖）最好，能直接吸收。双糖类（如蔗糖、麦芽糖）次之，淀粉再次。多糖类如纤维素、木质素、半纤维素、果胶等，必须通过香菇菌丝分泌各种酶进行分解，成为葡萄糖、阿拉伯糖、木糖、果糖和半乳糖等小分子糖之后才能吸收。糖的浓度以1%~5%为好，以3%为最佳。培养基或木材中的木质素和纤维素是香菇最基本的碳素来源。大多数有机酸中的碳源不被利用，相反，对香菇的生育有害。但是，培养基加糖后再加柠檬酸、酒石酸等却有促进香菇菌丝生长的效果。烃类化合物、乙醇、甘油也能被利用。在天然的培养基中经常用麦芽浸膏、酵母浸膏，以及马铃薯汤、玉米汤或可溶性淀粉作为碳源。

(2) 氮源：氮源用于香菇细胞内蛋白质和核酸等的合成。香菇菌丝能利用有机氮和氨态氮，不能利用硝态氮和亚硝态