



丛书主编 陈士瑜

河北大学生命科学院协编



生产全书

朱兰宝
李伟伟
周黄琳
编著
胡国元
著

金针菇

 中国农业出版社





新世纪菇菌生产技术丛书

丛书主编 陈士瑜 河北大学生命科学院协编

金针菇生产全书

朱兰宝 黄 毅 胡国元
李伟伟 周 琳 编著

中国农业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

金针菇生产全书/朱兰宝等编著. —北京: 中国农业出版社, 2008. 9

(新世纪菇菌生产技术丛书/陈士瑜主编)

ISBN 978-7-109-12814-9

I. 金… II. 朱… III. 金钱菌属—蔬菜园艺 IV. S646.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 105469 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 孟令洋 石飞华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7

字数: 190 千字 印数: 1~6 000 册

定价: 15.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前言

我国金针菇的研究和生产技术与其他食用菌一样，正在蓬勃发展。随着时代的发展和科学事业的进步，广大科技工作者和菇农，通过多年的生产实践，勇于改革和创新，取得了许多丰硕成果，积累了不少宝贵经验。在沿用传统方法的基础上，近年来，又选育出若干符合各地自然气候条件下栽培的优良菌株。围绕着高产、优质这个主攻方向，突破常规，试验出种类繁多、新的符合国情的培养基配方，因地制宜地创造了一些新的栽培方式和生产工艺，新生事物，层出不穷。

在跨入 21 世纪的今天，编著者认为，很有必要将目前国内有关金针菇生产的传统工艺和最新发展模式，并结合我们自己的科研和实践工作，作一概括性总结，旨在将这些理论和经验介绍给广大读者，以期达到共同学习和提高的目的。

全书共分为十一章，内容包括：金针菇的营养和药用价值；金针菇的生物学特性和良种选育技术；金针菇的菌种制作、培养料种类和各种栽培模式（工厂化周年栽培模式中，重点阐述了具有福建特色的袋栽技术）；金针菇病虫害及其防治方法；金针菇的保鲜、初级加工和深加工技术，以及简介兼具美食和保健功能的烹调技术。我们希望它能成为一本比较全面反映当前我国金针菇生产的全书。



本书第七章中的第三节工厂化周年生产，主要由福建农林大学黄毅先生撰写；第九章由华中农业大学周琳先生撰写；第十章由武汉工程大学胡国元和李伟伟先生撰写；其余各章节均由华中农业大学朱兰宝先生撰写，并负责全书统稿。

在撰写过程中，编著者得到张引芳和陈志松两位先生提供的宝贵资料和照片，同时也引用了国内外同行的有关资料，在参考文献中恕不一一列举，在此，一并向资料、照片的赠予者和作者表示深切谢意。

由于编著者的水平有限，错误、不足之处在所难免，热忱期望广大读者批评指正。

编著者

2008年10月

前言

第一章 绪论 1

一、金针菇的营养与药用价值 1

二、金针菇的生产状况 3

第二章 金针菇的生物学特性 5

一、金针菇的形态特征及生活习性 5

二、金针菇的生活史 8

三、金针菇担孢子的核相和极性 11

四、金针菇的粉孢子特性 12

五、金针菇的结实特性 17

六、金针菇子实体的形态发生 19

七、外界条件对金针菇生长发育的影响 19

第三章 金针菇的良种选育 24

一、人工选择 24

二、杂交育种 25

三、诱变育种 31

四、中国栽培的金针菇品种类型 31

第四章 金针菇的菌种生产 33

一、菌种的分级和生产程序 33

二、菌种生产场地及设备 35



三、菌种生产的容器及工具	38
四、培养基及制作方法	39
五、灭菌与消毒	42
六、菌种的分离、接种与培养	46
七、制种中杂菌污染的原因及防治方法	51
八、菌种质量检验	53
九、菌种的保藏	54
第五章 栽培金针菇的培养料	58
一、培养料(基)的种类	58
二、培养料的各种配方	64
第六章 代料栽培金针菇的技术操作规程	70
一、栽培季节	70
二、品种选择	71
三、生产程序及技术要点	72
四、金针菇出菇方法	86
第七章 金针菇栽培模式	90
一、熟料栽培	90
二、生料栽培	99
三、金针菇工厂化栽培	106
四、金针菇栽培增产措施	140
第八章 金针菇病虫害防治	145
一、金针菇病害	145
二、金针菇有害生物及其防治	163
第九章 采收及加工	173
一、采收	173

二、保鲜与初级加工	173
三、金针菇精细加工	183
第十章 深加工技术	188
一、金针菇多糖	188
二、金针菇营养保健食品	192
三、金针菇功能饮品	198
第十一章 金针菇消费指南	206
一、冷盘	206
二、热菜	208
三、汤菜	213
主要参考文献	214

第一章

绪 论

一、金针菇的营养与药用价值

金针菇是著名的食用菌和药用菌之一，也是一种极有价值的保健食品。

(一) 金针菇的营养价值

金针菇的营养极其丰富。据上海工业食品研究所测定，每 100g 鲜菇中含水 89.73g，蛋白质 2.72g，脂肪 0.13g，灰分 0.83g，糖 5.45g，粗纤维 0.87g，铁 0.22mg，钙 0.097mg，磷 1.48mg，钠 0.22mg，镁 0.31mg，钾 3.7mg，维生素 B₁ 0.29mg，维生素 C 2.27mg。上清液中含有 5'-磷酸腺苷 (5'-AMP) 和核苷类物质。金针菇中含有 18 种氨基酸，每 100g 干菇含氨基酸 20.9g，其中人体必需的 8 种氨基酸为氨基酸总量的 44.5%，高于一般菇类。

据河南省科学院生物研究所申进文、贾身茂等研究，金针菇不同菌株、不同培养料栽培金针菇的营养成分有差异，金针菇子实体的菌盖、菌柄以及不同采摘期，其营养成分也有差异。用稻草、杂木屑、玉米芯以及棉籽壳作为培养料栽培金针菇，其营养成分见表 1-1。

表 1-1 4 种栽培料金针菇营养成分分析 (%)

栽培料	水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物
稻草	87	13.03	2.62	50.77
杂木屑	90	11.16	2.22	55.17
玉米芯	88	10.63	1.96	50.72
棉籽壳	87	9.62	1.88	46.11

注：水分含鲜菇含量，其余为在 105℃ 烘干至恒重，测其含量。

4 种主料栽培金针菇，其子实体蛋白质含量以稻草为最高，棉籽壳最低，稻草栽培的金针菇子实体蛋白质含量比棉籽壳高出 3.41%，且必需氨基酸占氨基酸总量的 40.56%。

菌盖和菌柄相比，菌盖的蛋白质含量为 13.35%，菌柄为 10.46%。氨基酸含量菌盖为 17.02%，菌柄为 11.77%；金针菇子实体生长过程中，在菌盖形成时，以菌盖尚未展开为合适的采收期，因为这个时期必需氨基酸的含量较高。

李学梅等对金针菇蛋白质及氨基酸含量的测定与分析证明：金针菇含有 18 种氨基酸，种类较为齐全，其中含有 8 种人体必需的氨基酸。在必需氨基酸中，以苯丙氨酸含量最高。在大多数食品中，苯丙氨酸的含量少，因而食用金针菇，可以改进食物结构，能补充日常食物中的氨基酸之不足。金针菇中的赖氨酸 (Lys) 和精氨酸 (Arg) 含量也较高，这 2 种氨基酸能有效促进儿童的健康成长和智力发育，因而金针菇又称为“增智菇”。

(二) 金针菇的药用价值

金针菇含有酸性和中性的植物纤维。这种纤维可以吸附胆汁酸盐，调节体内胆固醇代谢，降低血浆中胆固醇的含量；还可促进胃肠蠕动，预防和治疗肝脏系统以及肠胃道溃疡。

更重要的是金针菇菌丝中发酵滤液中以及子实体中含有抗肿瘤物质。

1982 年日本学者 T. Lkekawa 报道，从金针菇深层培养菌丝体中提取到一种叫 POF 的蛋白质，不含糖，口服或注射 POF 蛋白均能提高小白鼠免疫功能，抑制小白鼠肉瘤 S-180 的生长。

T. Lkekawa 等 1985 年又报道，他们从金针菇深层培养菌丝体中提取出原朴菇素 (Proflamin) 物质，是一种弱酸性糖蛋白，易溶于水、乙醇、甲酸和氨水，不溶于有机溶剂。它是一种新的生物反应调节抗肿瘤物质，口服抑制率很高。对腺癌、黑瘤以及肉瘤 S-180 都有很强的抑制作用。

日本大冢重远等从金针菇的发酵滤液中提取出一种抗癌黏多

糖，名为 KM-45。它是一种灰白色粉末。KM-45 多糖体比用子实体、菌丝体作为原料而得到的多糖更具有速效性。历来多糖体都是在投药后第 25 天才能显示抗肿瘤作用，而 KM-45 在投药后的第 10 天就可以很快地显示出效果。它对肉瘤 S-180 的抑制率为 70%，对腹水瘤的抑制率为 80%，且对细胞无任何毒副作用。所以，金针菇具有广泛的食用和药用价值，是一种很好的保健食品。

据日本学者 K. Nakashi 和 Y. Watanake 1963 年报道，他们从金针菇子实体中提取到一种朴菇素 (Flammulin) 的物质。朴菇素含 18 种氨基酸，不含糖。它对小白鼠艾氏腹水瘤 Ec (As) 和肉瘤 S-180 有很好的抑制作用，在注射朴菇素 15 天后，小白鼠身上大部分癌细胞消失或只留下少量的结缔组织块。朴菇素对细胞无毒害，不会引起白血球减少、肝脏萎缩、食欲减退以及体重减轻等副作用。

Y. Yoshioka 和 T. Lkekawa 从金针菇子实体中提取抗肿瘤多糖，纯化分为 EA₃、EA₅、EA₆、EA₇ 4 个组分。这 4 个组分多糖均由葡萄糖、半乳糖、甘露糖、木糖、阿拉伯糖组成，每个组分各种单糖的组成百分比不同，都有较强的抗肿瘤作用。

曹培讓等报道，他们从金针菇子实体中提出一种命名为 PA₃DE 的多糖，它是由 D-葡萄糖、D-甘露糖、L-岩藻糖组成，对肉瘤 S-180 的抑制率为 50.2%。

二、金针菇的生产状况

据考证，金针菇是我国最早进行人工栽培的食用菌之一。唐末五代初，韩鄂撰写的《四时纂要》就记述了“种菌子”的方法：“取烂穀木及叶，于地埋之，常以泔浇令湿，两三日即生”。又法：“畦中下烂粪，取穀木可长六、七尺，截断捶碎，如种菜法，于畦中匀布，土盖水浇，长令润。如初有小菌子，仰耙推之，明旦又出，亦推之，三度后出者甚大即收食之，本自构木，

食之不损人。”这种栽培方法根据裘维蕃(1950, 1980)、刘波(1964)两教授考证,韩鄂所指的“菌子”就是现在的金针菇(*Flammulina velutipes*)。1928年,日本的森本彦三郎发明了瓶栽法,利用木屑和米糠做培养基栽培金针菇。1932年采用暗室培养出优质金针菇,供应市场,使得金针菇的生产得到迅速发展。从20世纪60年代开始,日本已进行金针菇的工厂化和现代化栽培。日本1981年年产量超过6万t,目前已超过9万t。我国从1964年开始,福建三明真菌研究所,在省内和全国各地采集并分离了许多野生的金针菇菌株,1972年从日本引进了“信浓2号”菌株,并进行了少量栽培试验。1979年以后,开始对金针菇进行系统的研究。1982年三明真菌研究所选育出第一个优良菌株“三明1号”,在很长一段时间里成为全国的主栽品种。此后,在菌种选育、栽培原料、栽培技术以及加工等方面也有了很快的发展。在国民经济发展的第七、第八两个五年计划期间,“金针菇优良菌株选育”已作为农业部的重点课题之一。华中农业大学应用真菌研究所、上海市食用菌研究所、中国农科院原子能研究室以及上海师范大学生物系、山西原平农校和河北省微生物研究所等教学科研单位通过筛选、单孢杂交、多孢杂交以及诱变等方法,选育出许多优良菌株,并不断完善栽培措施。我国台湾在20世纪60年代末首先进行金针菇工厂化周年生产,以后在福建、广东、浙江、湖南、上海等地相继出现了利用冷库、冷气设备进行工厂化周年栽培金针菇,取得了较好的经济效益。20世纪90年代前栽培黄色金针菇,90年代后以栽培白色金针菇为主。现在我国金针菇栽培已遍及全国各地,成为我国栽培最普及,栽培数量最多的食用菌品种之一。成为世界上金针菇产量最多的国家。目前,利用冷气设备进行金针菇工厂化周年生产已在逐步普及,栽培技术日趋完善。

第二章

金针菇的生物学特性

金针菇 (*Flammulina velutipes*) 又名毛柄金钱菌、构菌和冬菇。隶属于真菌门 (Eumycota)、担子菌亚门 (Basidiomycotina)、层菌纲 (Hymenomycetes)、伞菌目 (Agaricales)、口蘑科 (Tricholomataceae)、小火焰菌属 (*Flammulina*) 或金钱菌属 (*Collybia*)。

一、金针菇的形态特征及生活习性

金针菇子实体丛生，菌盖直径 2~15cm，幼时球形至半球形，逐渐开展至平坦，淡黄色，中央淡茶黄色，光滑，表面有胶质的薄皮，湿时具黏性，菌盖边缘内卷后呈波状。菌肉近白色，中央厚，边缘薄。菌褶白色或近白色，凹生，稍密集，有褶缘囊状体和侧囊体。菌柄硬直，长 2~13cm，直径 2~8mm，上下等粗或下部稍细，成熟时，菌柄上半部分色较淡，近淡黄色，下部淡褐色、褐色至暗褐色，且密被黄褐色至暗褐色的短绒毛。初期菌柄内部髓心充实，后期变中空。孢子印白色，担孢子在显微镜下无色，表面光滑，椭圆形或卵形，内含 1~2 个油球。粉孢子无色，表面光滑，大多是圆柱形（近短杆状）或卵圆形，少数粉孢子是正圆形。此外，在菌丝分枝处形成的粉孢子呈 Y 形。

据余知和观察，金针菇双核菌丝具有显而易见的锁状联合，通常在菌丝顶端后 300~400 μ m 处形成新的锁状联合。并发现金针菇双核菌丝存在 3 种类型的分枝菌丝系统：第一种是分枝菌丝发生在主干菌丝的锁状联合下端，这种分枝为常见，

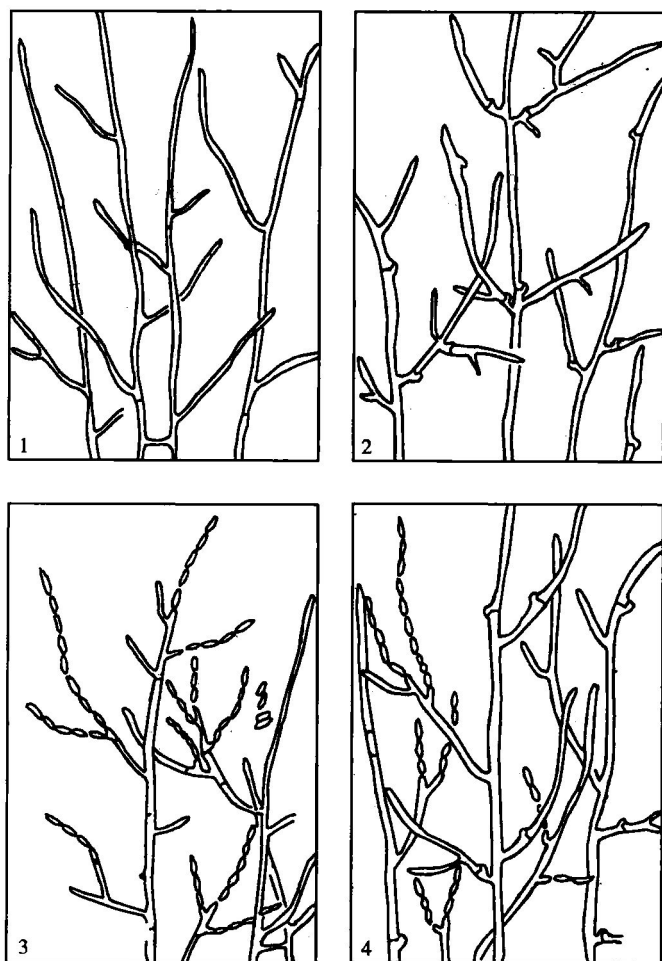


图 2-1 金针菇单核菌丝和双核菌丝 (余知和提供)

1、2. 单核菌丝及粉孢子 3、4. 双核菌丝及粉孢子

通常生长较慢，基内菌丝和表面菌丝的分枝菌丝属于这种类型；第二种是分枝菌丝发生在主干菌丝的锁状联合上端，这种类型分枝菌丝开始无横隔，即使后来出现横隔，也未观察

到锁状隔膜，产生粉孢子的气生菌丝属于这种类型；第三种是发生在锁状联合之间的分枝菌丝，这种类型的菌丝极少，仅在老化的菌落中可见（图 2-2）。在琼脂培养基上双核菌丝细绒状，菌丝爬壁，培养后期菌落中部常出现黄色斑迹，在试管培养基上极易形成子实体。

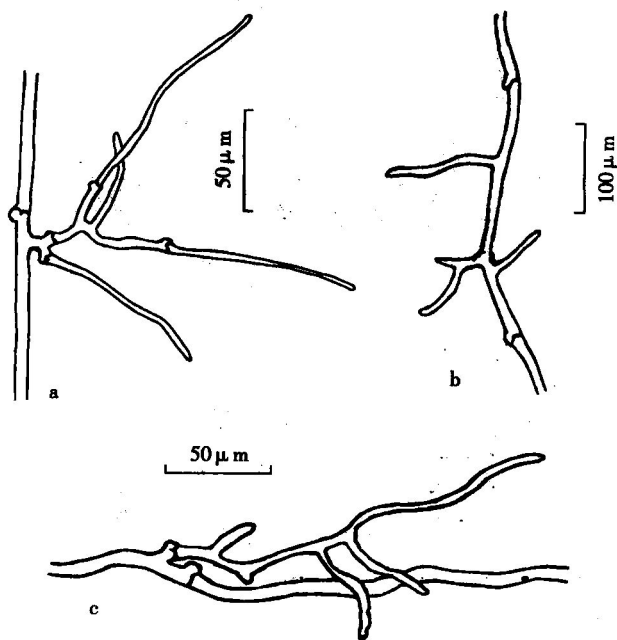


图 2-2 金针菇双核菌丝分枝（余知和提供）

- a. 锁状联合下端分枝菌丝 b. 锁状联合之间分枝菌丝
c. 锁状联合上端分枝菌丝

金针菇白色品种的子实体，菌盖和菌柄全为纯白色。

子实体发育型属半被果型。发生于构树、柳树、朴树、柿树、榆树、桑树、槭树、枫树、枫杨、桂花、拟赤杨、柳杉等阔叶树的枯干、埋木和树桩上。

二、金针菇的生活史

金针菇的生活史比较复杂，其有性繁殖产生担孢子，子实层上的每个担子产生 4 个担孢子，有 AB、ab、Ab、aB 4 种交配型。担孢子萌发，形成单核菌丝（图 2-3），性别不同的有亲和

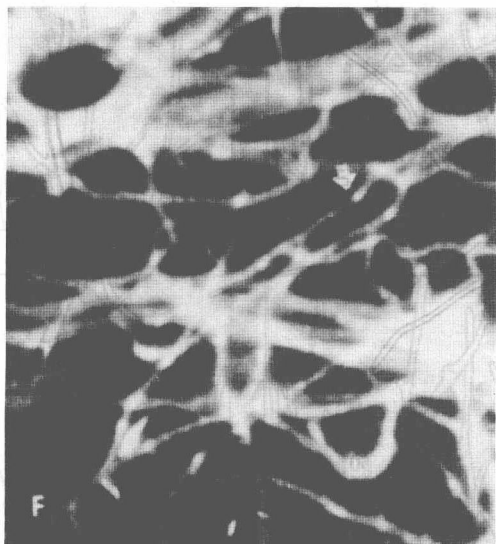


图 2-3 金针菇的担孢子萌发形成单核菌丝（张引芳提供）

力的单核菌丝之间进行结合，首先质配，形成每一个细胞里具有 2 个异核的双核菌丝（图 2-4），双核菌丝经过一个阶段的生长发育之后，就扭结形成原基，并发育成子实体。随着子实体的成熟，在菌褶上形成无数的担子，异核在担子中进行核配，双倍体的核随即经过减数分裂产生 4 个单倍体的细胞核，每个核通过担子小梗，在担子的顶端形成 4 个担孢子。金针菇就是按这样的方式完成自己的生活史。

金针菇的无性繁殖，产生粉孢子。粉孢子具单核，它在适宜条件下，萌发成单核菌丝。不同性别的单核菌丝经过质配形成双

核菌丝，再按双核菌丝生长发育的方式形成子实体，产生担孢子。

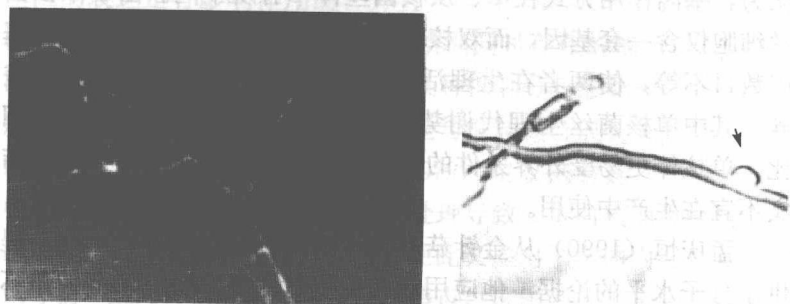


图 2-4 金针菇的双核菌丝及锁状联合（余知和、张引芳提供）

金针菇的菌丝还可以断裂成节孢子。节孢子与粉孢子的产生方式都是由菌丝断裂而成，只是在孢子的形态上略有差别。在一般情况下，金针菇的粉孢子皆为椭圆形，少数为圆形或 Y 形。即使是圆形的粉孢子，在菌丝断裂初期，其形态与节孢子一样，孢子的两端平截，后逐渐变圆。图 2-5 是金针菇的生活史中有性和无性生活圈。

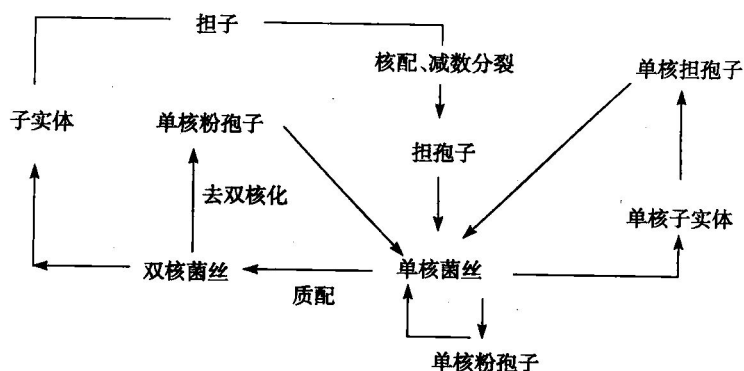


图 2-5 金针菇的生活史

金针菇的生活史中单核菌丝能形成正常形态的子实体，但与双核菌丝相比，菌丝生长速度慢，出菇晚，结菇数和产量显著不