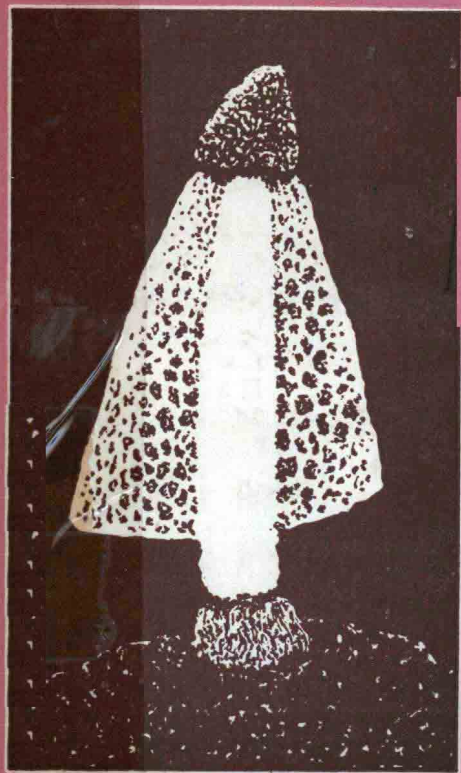


山珍之王——竹荪



唐属宝 编著

湖北科学技术出版社

山珍之王——竹荪

唐属宝 编著

湖北科学技术出版社

山珍之王——竹荪

唐属宝 编著

*

湖北科学技术出版社出版发行 新华书店湖北发行所经销

湖北科学技术出版社黄冈印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 1.125印张 22千字

1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷

ISBN7-5352-0276-4/S·32

印数：1—17 320 定价：0.48元

前 言

湖北省竹荪驯化研究工作，是在省农牧业厅科教处领导下开展的。自从《湖北竹荪首次驯化试验简报》一文报道后，我们陆续收到了全国各地的来信。这些信件大多来自大专院校、中专学校的师生，科研单位、食用菌厂的专业人员，以及城镇、农村的专业户等，纷纷要求提供竹荪菌种和资料，甚至要求技术转让。省农牧业厅科教处为了满足广大群众的要求，立即组织力量编写这本小册子。本书是以我们驯化竹荪的试验研究为主，并参考了贵州、浙江、重庆等地的栽培方法编写的。

全书由武汉粮院邝文兰教授审稿。由于编者水平所限，时间较仓促，缺点和错误之处，敬请广大读者不吝指正。

编 著 者

1988年4月

目 录

一、概述·····	1
二、竹荪在生物界中的分类地位·····	2
三、竹荪的生活史与形态特征·····	3
四、竹荪的生态环境·····	5
五、菌种培养·····	11
六、竹荪栽培·····	19

一、概 述

“荪”又叫“荪”，是一种香草。它长大成熟后能散发出浓郁的清香。因其原生于野生的竹林之中，故名“竹荪”。

竹荪曾被加封了很多桂冠，瑞士真菌学家高又曼称誉它为真菌之花，苏联称之为菌中皇后，法国赞为山珍之王等。过去它是皇帝御膳中的佳肴，现在已名列菜谱，常用于国宴。

据报载，为恢复中美邦交来我国的基辛格博士曾品尝了名驰寰球的“竹荪芙蓉汤”，使得不少美国记者发表文章表达艳羡之情。继之，美国前总统尼克松、日本前首相田中角荣访问我国，在国宴上对用竹荪制作的佳肴曾赞不绝口。

为什么它如此珍贵呢？因它不仅色、香、味俱全，而且营养丰富。竹荪含有19种氨基酸，蛋白质含量高，占干重的13~17%。在竹荪菌体蛋白质中，人体必需的八种氨基酸齐全，且占氨基酸总量的三分之一，赖氨酸含量较高，天冬氨酸、谷氨酸和亮氨酸居多；可溶性无氮化合物总量60.4%，其中水解生成的原糖38.9%，戊聚糖1.2%，甲聚戊糖0.8%，菌糖4.2%，糖乙醇6.2%。竹荪不仅为清脆可口的美味佳肴，而且药用价值很高，它具有抗癌活性物质；能消除腹部脂肪，防治肥胖症；有一定的神经营养剂作用；有治疗高胆固醇和高血压的作用等。因此，它一直是我国的高档出口商品，每公斤价格在200美元左右，以往每年只能收购到少量的野生竹荪，难以满足外贸出口的需要，人们就自然很难得以品尝。现在，广东、贵州两省进行了人工驯化，我们在湖

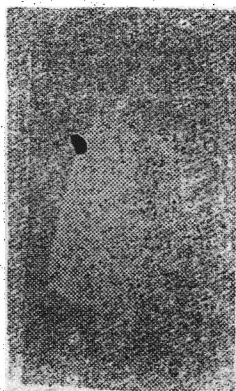
北省也首次将本省野生种驯化、人工栽培成功，这不仅为我省食品工业和药用工业提供了名贵原料，还可以增加外汇收入，支援四化建设。

二、竹荪在生物界中的分类地位

生活在大千世界的生物有数百万种之多，竹荪在这庞大的生物群落里属于哪一类呢？

竹荪在生物界属于真核生物界、真菌门、担子菌纲、鬼笔目、鬼笔科、竹荪属。迄今发现有十余种，其中常见的既可食用又可药用的有长裙竹荪、短裙竹荪、红托竹荪和食用有毒但可药用的黄裙竹荪。竹荪是具有大型子实体的高等担子菌。

1984年，我们在本省进行了生态环境的考察，并采集了不同来源的样品，从中发现生长于不同环境中的竹荪有着形态上的差异，根据竹荪裙的长短，网孔形态、大小，裙边宽窄、光滑及有缺刻等特征，将样品进行编号为鄂水一号、鄂红一号、鄂金一号（见下图）。



左：鄂红一号 右：鄂水一号

三、竹荪的生活史与形态特征

竹荪的生活史，即竹荪的生长发育过程。竹荪从担孢子开始，经过孢子的萌发，长成菌丝体，继续生长发育到一定阶段，从营养阶段过渡到繁殖阶段，再产生担孢子。全过程可表示为：担孢子^{萌发}——→一级菌丝体——→二级菌丝体^{菌索}——→子实体——→担孢子。

1. 担孢子

象植物的种子一样，担孢子是竹荪的基本繁殖体。在显微镜下观察，孢子为无色透明的卵形，光滑，大小为 $3 \sim 4.5 \times 2.2 \sim 3.7$ 微米。

2. 菌丝体

这是竹荪的营养体，其功能是分泌各种酶来分解、吸收外界的营养物质，并能将养分贮存和运输到组织各部分。菌丝体初为白色绒毛状，长期培养后具有不同的颜色，一般为粉红色、米色或淡紫红色。菌丝体在受到温度、光照、伤害等各种刺激后，就会立即产生色素。因此，产生或不产生色素是鉴别竹荪菌种的重要依据。

根据菌丝的生长发育，可将其分为：一级菌丝和二级菌丝。前者又称一次菌丝，是竹荪孢子萌发出的芽管不断分支伸长形成的单核菌丝，较纤细，管状，无色透明。二级菌丝是由性别不同的两种一级菌丝经过质配以后的双核菌丝，又称二次菌丝，较前者粗。

3. 菌丝索

菌丝索是由二级菌丝进一步发育成特殊组织化了的线、索状的菌丝，也称三级菌丝。

4. 子实体

它是竹荪的繁殖组织，由菌盖、菌裙、菌柄、菌托组成。它的形成是菌丝索在适宜的条件下，在顶端扭结形成小菌蕾，逐渐生长发育，膨大形成象鸡蛋大的竹蛋，子实体在竹蛋中孕育，在温、湿度适合条件下，40天左右形成完整的子实体。当近圆形的竹蛋顶部变尖，由椭圆形变成桃形，就只有1~2天时间，菌盖从顶部破壳而生，1小时后菌盖象自动雨伞似地冲出高2厘米左右的菌盖，接着裂口加深，菌柄以每小时1厘米左右的速度伸长。破壳后3~4小时露出白色的菌裙，长1厘米左右；5~6小时菌裙全部撒开，菌柄生长停止。菌盖上出现灰白色多角形网格，网格内产孢体，由于大量吸收水分，由青褐色变为发亮的墨绿色粘液物质，散发出臭味，招引昆虫来，传播它的孢子，孢子被水、雨水冲刷到适合竹荪生长的基物上，就又进行循环生长。

由菌蛋破壳撒裙到子实体萎缩，全过程大约需要40多小时（见封2）。

子实体的组成部分如下：

（1）菌盖 是竹荪的产孢体，竹荪的孢子云集在菌盖的多角形的格子内，当竹荪菌裙全部张开后，产孢体吸收大量湿度，形成墨绿色的孢子粘液，慢慢向下流在菌裙上，污染了洁白的裙子，降低了商品价值。菌盖有毒不可食用，因此，采收时要求在墨绿色孢子液向下流时，立即将菌盖摘除。

（2）菌裙 是从菌盖下撒出的网状组织。菌裙长短、色泽，网孔形态大小，裙边形态等是分类的依据之一。菌裙长达10厘米以上的为长裙竹荪，菌裙长只有3~5厘米，或不

足菌柄长度 $1/2$ 的为短裙竹荪。菌裙的有无又是区别竹荪与鬼笔属的重要依据，前者有裙后者无裙，因此，在收购产品时，常用以鉴定竹荪的真假。

(3) 菌柄 是竹荪子实体的支柱，上顶着菌盖，中部被白色网状菌裙围住，下部有菌托为基础。一般为白色，海绵状，圆柱形，中空，上细下粗，壁厚 $0.2\sim0.5$ 厘米，长 $12\sim25$ 厘米，为主要食用部分。

(4) 菌托 菌柄伸长后，留在基部的外菌膜，胶质层，内菌膜和托盘构成菌托，对菌柄起支持作用，这部分统称为菌托。菌托营养丰富，含有17种氨基酸，味美可口，在制作成品时不易干燥，往往被扔掉而未加利用。

菌托下部是组织分化了的双核菌丝组成的菌索，生长在土壤内，为子实体供应大量的养分及水分，是为子实体发育而分解、吸收、贮存、运送营养物质的组织。

四、竹荪的生态环境

调查研究竹荪的生态环境，是为驯化竹荪提供最佳的环境因素及适合的营养条件。下面就从地理、水文、土壤、生物等诸方面着手，分析主要影响竹荪生长发育的生物因素及竹荪所要求的理化条件。

竹荪在生长发育过程中与周围的动物、植物和微生物有着密切的关系。其中有的生物可促使竹荪生长发育，也有抑制竹荪生长的生物因素，认识掌握了与竹荪生长有关的生物，就可以控制其不利的因素，利用有利的因素，使竹荪栽培成功。

1. 竹荪与微生物的关系

竹荪的制种过程和栽培，都处在肉眼看不见的微生物世

界，稍有不慎就会遭受这些微观世界的“居民”如细菌的骚扰、袭击，以致制种、栽培等前功尽弃。细菌是一类单细胞原核生物，如假单孢杆菌、枯草杆菌，以及真菌中的红色酵母菌、青霉、木霉、黄曲霉、头孢霉、根霉等。这些菌常出现在培养基消毒不彻底；接种时操作不严格；运送和操作的工具不清洁；种子不纯，原材料霉变、腐烂等情况下，一旦这些杂菌占领了竹荪的营养阵地，包围竹荪并夺取其营养，就会抑制竹荪的生长。只有当大量杂菌夺取全部营养时，竹荪菌丝才死亡，两者在势均力敌的情况下，竹荪与杂菌互有颀颀作用，而在两者之间形成抑菌区，互不干扰。有时，竹荪菌丝占优势的条件下，可在已有杂菌生长的培养基上长满菌丝，这时在白色菌丝间隙中陷略可见杂菌孢子群落的色泽，这说明竹荪菌丝抑制了杂菌生长，但并没有消灭杂菌，因此，千万不可用此作种，否则就为杂菌无形的传播创造了条件。

在制种、栽培时，水分过多，会造成大量细菌的蔓延，使菌种污染，培养料变质腐烂，导致制种、栽培失败。在子实体萎蔫、菌盖下垂时，如果处在阴暗潮湿的条件下，子实体被大量根霉、毛霉作为营养，最后被水解了。

2. 竹荪与动物的关系

培养和存放竹荪菌种的环境条件不清洁，如随意将菌种丢放在不清洁的抽屉内、木框中，用不卫生的纸包裹，就很容易遭到螨类的危害，它们象危害农作物的红蜘蛛那样大，身体颜色是米色不是红色。在栽培过程中，所用材料，腐殖质多的土壤，要用0.1%溴氢菊脂杀灭其中菇蝇、菌蚊及跳虫的幼虫及卵，以及蚯蚓、马陆、蛞蝓，防止它们对菌丝体的危害。同时，还要防止老鼠、白蚁对菌床的破坏，野生竹荪的孢子

是靠蜂来传播的，产孢体放出特异的气味，招引十余尺以外地方的昆虫，这些蜂蝇对竹荪繁衍后代是有功劳的。

3 . 竹荪与植物的关系

竹荪是一种腐生性真菌，它的营养主要来自一些死去植物的残体及落叶，它喜欢生长在有20年以上的苦竹、水竹、慈竹、金竹、淡竹、毛竹、平竹、楠竹的竹林中及阔叶树林，如桦、樱桃、枫香、青杠、朴树和竹木混生林中，以砍伐后死在土壤里的竹根、树根、枯枝、落叶为营养，从海拔高度只有180米左右的黄山河边竹林，直到海拔1200米左右高山林中，甚至在黑龙江和利县落叶松林中，辽宁充甸县赤松与栎混生林中，以及福建武夷山李家坡杉木林都可采到竹荪。

4 . 竹荪对理化条件的要求

(1) 温度 竹荪对温度的要求，主要是受体内酶的影响。竹荪是中温型菌，菌丝在5~27℃均可生长，最适生长的温度为23℃，在10℃左右菌丝长满750毫升瓶子需4个多月，但在适合的温度条件下，菌丝的孢外酶的活性高，分解吸收营养的能力强，致使菌丝生长旺盛，将菌丝由适温突然放入0℃或高温的条件下，立即可见到白色菌丝产生色素变化，即由白色变为红色或暗红色，很快就死亡。采用最佳配方，在适温下，母种20~30天左右可长好，原种、栽培种各需1个多月就长好了，子实体生长发育温度为18~30℃，最适温度为22℃。因此，在有空调设备的条件下，培养竹荪一定要掌握利用好自然温度，选择适宜的播种时期，巧妙地避开当地的寒冬和酷暑，就会取得成功。

(2) 水分 水是竹荪的重要组成成分，水分占竹荪鲜重的90%以上。水是竹荪体内代谢和吸收营养必不可少的物

质。所以，竹荪菌丝生长过程中要求营养物质的含水量为60~68%，营养料水分过高过低都会影响菌丝生长和对营养物质的分解、吸收。菌丝生长在土壤内，因此，土壤也要保持一定的含水量，一般表土为30~40%，土层内含水量为55~60%左右。水分含量高了，土壤通透性差，菌丝会由于缺氧而窒息；若水分含量低了，菌丝生长受到抑制，低于30%菌丝由于失水而死亡。这点是人工栽培必须控制好的一个重要环节。为了使土壤既保持通透性，又有一定湿度，必须采取措施，在土表盖一层竹叶、松毛和杂草，上面再覆盖一层薄膜。

(3) 湿度 子实体在地上形成，对空气中的相对湿度有一定的要求。原基形成时，要求相对湿度为70~75%；原基发育形成菌蛋时，要求相对湿度为80%；菌蛋破壳时，需要吸收大量湿度和水分，这时相对湿度应在85%以上；菌盖伸出，菌裙撒开以及子实层粘液形成都需更大的湿度，一般要求相对湿度为95%以上。这就是自然界中，大批野生竹荪破土而出，常在春季梅雨及绵绵的秋雨季节的原因。所以，在产区，每年5~6月份和9~10月份的雨后初晴，是采收的时节。

(4) 空气 竹荪是一种好气性真菌，但它不是绿色植物，不能利用空气中的二氧化碳，它的呼吸作用是吸收氧气排出二氧化碳。因此，不论是菌丝体生长发育的环境，或者是子实体的发育过程中都要有一定的空气。在通气不良的情况下，菌丝不但生长受抑制，严重时还会窒息死亡。所以在栽培时，要求用腐殖质丰富的壤土覆盖，造成良好通气的地下条件，促进菌丝生长发育，使菌蕾顺利出土。否则，如将大块大块的粘土重压在菌丝上，就不能满足菌丝对氧的要求，不

利于菌索延伸、菌蕾的形成和菌蛋的出土。在选择培养料时，也要注意粗细搭配，即使基质通气良好，也不致造成基质间空隙过大，影响菌丝的蔓延。在室内栽培，要防止二氧化碳积聚过多，早、晚经常开一下门窗以便通风换气，室外栽培应注意揭膜换气，这是确保竹荪正常发育的关键措施之一。

（5）酸碱度 竹荪需要在微酸性的条件下生长，菌丝生长最适pH为5.5~6，即或是在最佳营养条件下，如果pH为7~8，菌丝也只能缓慢生长。在pH 3以下、pH 9以上时，菌丝就停止生长。因此，配料一定要测试pH值，调至pH5.5~6左右才适应。

（6）光 野生竹荪的菌丝是生长在不见阳光的地方，一些试验表明，菌丝在黑暗条件下生长良好，红光、蓝光、绿光、自然光都抑制菌丝生长。人工培养的菌丝如母种、原种、栽培种放在黑暗环境下，菌丝生长比光照条件好，所以，竹荪菌种的培养可放入暗室、地下室，或在门、窗上挂一块黑布避光，或用黑布、黑纸包着菌种，这都可加速菌丝的生长。但是，竹荪在生理成熟的过程中，散射光可促进生殖生长过程的完成。这是因为光与环腺苷酸代谢有关，环苷酸有生育激素的功效，是子实体形成的诱导物，是促进子实体发育的生长因子。为此，在栽培后期，竹荪菌蛋形成后，给予一定的散射光比较好。广州试验的光强度以15~200勒克司为宜。

（7）土壤 野生竹荪的菌丝在微酸性土壤中生长发育形成原基，土壤是竹荪赖以生存的重要环境条件，这通过下面试验足以证明。即将长满菌丝的基物放入一大玻璃瓶内，上面盖些疏松的壤土，过20天左右，在瓶壁上我们可見到

白线粗的菌索穿过一层层的土层向上延伸，这说明菌索在土壤中一方面不断吸收新的营养，一方面准备孕育原基。所以，菌丝离开土壤就不可能生长发育，更不能形成子实体。为了给菌丝创造两方面条件，栽培时一定要选用腐殖质丰富、通透性良好、团粒结构的壤土轻轻覆盖，不能重压，更不能用脚踩踏。为了防止牲畜、家禽为害，破坏适宜的栽培环境，要围好篱笆。

(8) 营养 竹荪是腐生性的菌类，它所需要的养分靠菌丝分解、吸收死的植物组织，从中获取碳源、氮源、无机盐类及维生素等。

竹荪所需的碳源多数是有机碳，如单糖中的葡萄糖，双糖中的蔗糖、麦芽糖，多糖中的淀粉等。生产上常用的各种农副产品如马铃薯、玉米粉、糠、麸皮作为碳源，还有一些高分子化合物如纤维素、半纤维素、木质素等物质，都需要经过菌丝分泌的一系列酶分解后才能被吸收。在栽培中用淀粉、竹片、木块、木屑、竹屑等做原料时，竹荪菌丝先要分泌出淀粉酶、纤维素酶、木质素酶等多种酶，把这些物质分解成小分子葡萄糖，菌丝才能吸收利用，合成所需的营养，或者在体内氧化释放能量，维持自身的生长发育。

氮源是竹荪合成蛋白质和核酸不可缺少的原料。竹荪氮源有蛋白质、氨基酸、蛋白胨、尿素和铵盐、硝酸盐类。生产上供给竹荪所需的氮源，仍从竹屑、木屑、腐竹根、麸皮、饼粉、黄豆粉中提供。菌丝不能直接利用以上物质中的蛋白质，还需菌丝分泌出蛋白酶分解蛋白质为分子量小的氨基酸后才被菌丝吸收利用，栽培时盖土用腐殖质丰富的微酸性土壤覆盖，也是满足菌丝体对氮源的需要。

竹荪所需营养除了碳源、氮源外，还需要一些无机盐，

微量元素、维生素，如磷、钾、钙、镁、铁等矿质元素和铜、锌、硼等微量元素，以及B族维生素。微量元素在一般带杂质的原料中的含量就足够满足竹荪的需要。在培养料中加少量的磷酸二氢钾或磷酸氢二钾、碳酸盐、硫酸镁等无机盐，既可调节pH值，又可促进代谢活动。其中磷既是组成核酸和磷脂的成分，又参与碳水化合物磷酸化过程，转移能量；镁有激活一些酶的效应；钾可控制原生质胶态和细胞的透性；钙可调节pH值；B族维生素是竹荪生长不可缺少的微量有机物质，没有这些物质，酶就失去活性，从而影响生命活动。在一般新鲜农副产品中均含有B族维生素，只是在纯培养时，一般每1升水中添加量以10毫克为宜。

五、菌种培养

竹荪的菌种可以通过孢子来培养，属于有性繁殖，也可通过菌丝体来培养，即采用无性繁殖。

在生产上，把从野生或人工栽培的竹荪的孢子分离得到的菌丝，或从竹荪组织上分离得到的菌丝体称为母种，一般是试管斜面菌种。母种培养完成后，就可以扩大繁殖，由试管斜面移植到瓶中扩大繁殖成原种，原种培养完成后可再扩大繁殖一次，由原种繁殖成的菌种称为栽培种，经过母种—→原种—→栽培种这样三级菌种繁殖后，竹荪菌丝体的数量逐级增加，每一试管母体斜面可繁殖3~5瓶原种（450毫升的罐头瓶），每瓶原种又可扩大繁殖50瓶栽培种。在菌种数量扩大的同时，菌丝体也从一级菌丝发育到二级菌丝，菌丝越来越粗壮，分解基质的能力也逐步增强，在生产上只有采用这样的菌丝作种，才能获得优质高产的子实体。

竹荪的菌种培养有孢子分离培养和组织分离培养两种方法。

1. 孢子分离培养法

孢子的采集，要从优良的竹荪子实体上收集，选择个子大、发育健康、无病虫害、无伤口且八、九成熟的桃形竹荪蛋，洗净外面的泥沙，清除沾染在它表面上的污物，用75%酒精棉球表面消毒。在无菌条件下，将菌蛋放入孢子采集针架上固定，架放在已消毒过的培养皿上，罩上带口玻璃钟，钟口用消毒纱布包好，或将以上采孢架放在玻璃干燥器内，置22~24℃恒温箱中。待菌盖露出后，见到菌盖上多角形网格内有墨绿色的孢子粘液形成时，立即取下菌盖放入0.8%无菌食盐水中，逐级稀释成孢子悬浮液，浓度以每滴含孢子10个左右为好。用消毒滴管或消毒玻棒将孢子悬液放入母种斜面培养基上，然后转动试管或用消毒玻棒推平，使孢子悬浮液在斜面上分布均匀，这样经22℃恒温培养后，斜面上就会出现星星点点白色菌落。这些菌落中有的发育快，有的发育慢；有的菌丝生长整齐，有的则参差不齐；有的浓密，有的菌丝稀疏易倒伏，生产上必须加以严格挑选。一般先选择几株发育匀称、生长快速的能生育的一对单菌落，移植于另一空白斜面，随后再进行一次生长情况的比较试验。选取最优者作为母种扩大繁殖。

菌种培养过程中，需随时检查、淘汰污染杂菌的斜面，整个操作过程要防止污染，确保纯种分离成功，保证母种不受污染。首先，必须保证所使用的器皿工具、培养基等完全不带任何类型的杂菌。其中，必须保证在接种移植过程中不发生污染。因此，一切用具必须严格消毒，一切操作要在严格的无菌条件下进行，否则，所有劳动将会前功尽弃。