



西昌学院“质量工程”资助出版系列专著

凉山州野生食用菌 综合开发利用

LIANGSHANZHOU YESHENG SHIYONGJUN
ZONGHE KAIFA LIYONG

罗晓妙 主编



四川大学出版社



西昌学院“质量工程”资助出版系列专著

凉山州野生食用菌 综合利用

LIANGSHANZHOU YESHENG SHIYONGJUN
ZONGHE KAIFA LIYONG

主 编 罗晓妙

副主编 清 源 王雪波



四川大学出版社

责任编辑:唐 飞
责任校对:李思莹
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

凉山州野生食用菌综合开发利用 / 罗晓妙主编.
—成都:四川大学出版社, 2013. 12
(西昌学院“质量工程”资助出版系列专著)
ISBN 978-7-5614-7393-1

I. ①凉… II. ①罗… III. ①野生植物—食用菌类—
资源开发—凉山彝族自治州②野生植物—食用菌类—综合
利用—凉山彝族自治州 IV. ①F326. 13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 299375 号

书名 凉山州野生食用菌综合开发利用

主 编 罗晓妙
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5614-7393-1
印 刷 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸 170 mm×240 mm
印 张 12.25
字 数 255 千字
版 次 2013 年 12 月第 1 版
印 次 2013 年 12 月第 1 次印刷
定 价 25.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

总 序

为深入贯彻落实党中央和国务院关于高等教育要全面坚持科学发展观，切实把重点放在提高质量上的战略部署，经国务院批准，教育部和财政部于2007年1月正式启动“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（简称“质量工程”）。2007年2月，教育部又出台了《关于进一步深化本科教学改革 全面提高教学质量的若干意见》。自此，中国高等教育拉开了“提高质量，办出特色”的序幕，从扩大规模正式向“适当控制招生增长的幅度，切实提高教学质量”的方向转变。这是继“211工程”和“985工程”之后，高等教育领域实施的又一重大工程。

在党的十八大精神的指引下，西昌学院在“质量工程”建设过程中，全面落实科学发展观，全面贯彻党的教育方针，全面推进素质教育；坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，遵循高等教育的基本规律，牢固树立人才培养是学校的根本任务，质量是学校的生命线，教学是学校的中心工作的理念；按照分类指导、注重特色的原则，推行“本科学历（学位）+职业技能素养”的人才培养模式，加大教学投入，强化教学管理，深化教学改革，把提高应用型人才培养质量视为学校的永恒主题。学校先后实施了提高人才培养质量的“十四大举措”和“应用型人才培养质量提升计划20条”，确保本科人才培养质量。

通过7年的努力，学校“质量工程”建设取得了丰硕成果，已建成1个国家级特色专业，6个省级特色专业，2个省级教学示范中心，2个卓越工程师人才培养专业，3个省级高等教育“质量工程”专业综合改革建设项目，16门省级精品课程，2门省级精品资源共享课程，2个省级重点实验室，1个省级人文社会科学重点研究基地，2个省级实践教学建设项目，1个省级大学生校外农科教合作人才培养实践基地，4个省级优秀教学团队，等等。

为搭建“质量工程”建设项目交流和展示的良好平台，使之在更大范围内发挥作用，取得明显实效，促进青年教师尽快健康成长，建立一支高素质的教学科研队伍，提升学校教学科研整体水平，学校决定借建院十周年之机，利用



2013年的“质量工程建设资金”资助实施“百书工程”，即出版优秀教材80本，优秀专著40本。“百书工程”原则上支持和鼓励学校副高职称的在职教学和科研人员，以及成果极为突出的中级职称和获得博士学位的教师出版具有本土化、特色化、实用性、创新性的专著，结合“本科学历（学位）+职业技能素养人才培养模式”的实践成果，编写实验、实习、实训等实践类的教材。

在“百书工程”实施过程中，教师们积极响应，热情参与，踊跃申报：一大批青年教师更希望借此机会促进和提升自身的教学科研能力；一批教授甘于奉献，淡泊名利，精心指导青年教师；各二级学院、教务处、科技处、院学术委员会等部门的同志在选题、审稿、修改等方面做了大量的工作。北京理工大学出版社和四川大学出版社给予了大力支持。借此机会，向为实施“百书工程”付出艰辛劳动的广大教师、相关职能部门和出版社的同志等表示衷心的感谢！

我们衷心祝愿此次出版的教材和专著能为提升西昌学院整体办学实力增光添彩，更期待今后有更多、更好的代表学校教学科研实力和水平的佳作源源不断地问世，殷切希望同行专家提出宝贵的意见和建议，以利于西昌学院在新的起点上继续前进，为实现第三步发展战略目标而努力！

西昌院校长 夏明忠

2013年6月

前 言

凉山州独特的气候孕育了非常丰富的野生食用菌资源，这些野生食用菌的研究和合理利用不仅能造福一方，而且可能造福全人类。目前，有关食用菌的栽培、加工及利用等书籍较多，而专门针对野生食用菌的书籍较少。虽然野生食用菌属于食用菌的范畴，很多加工技术方面都可以互相借鉴，但野生食用菌也有一些独有的特性，比如其具有独特的药理或保健作用，由于资源稀缺，需要在加工利用时考虑其加工的“性价比”，对此，一些新的思路应用于加工将更为有效。

本书是作者总结所知、所思、所做的内容而作，共分四章：第一章对凉山州野生食用菌资源分布及分类、人工培养现状、加工利用现状和前景等进行了概述；第二章选择适合野生食用菌的加工产品形式进行了加工工艺过程的具体介绍；第三章对野生食用菌深加工探索方面的研究进行了阐述，主要是多糖和菌丝体两个方面的研究内容；第四章介绍了对野生食用菌及其制品的现有标准和检验方法等质量控制的情况，对其质量控制方面提出了一些建议。

撰写本书时，根据几位作者的研究方向进行了分工，第一章和第三章第一节由清源撰写，第二章由王雪波撰写，第三章第二节和第四章由罗晓妙撰写。在本书撰写过程中，史碧波、郭志敏和王丽娜给予了我们大力的支持和帮助，在此表示感谢。

本书基于目前的野生食用菌研发现状，希望能给读者提供一点借鉴，起到抛砖引玉的作用。鉴于编者水平有限，难免会有错漏之处，敬请读者给予指正。

作 者

2013 年 10 月

目 录

第一章 凉山州野生食用菌资源概述	(1)
第一节 凉山州野生食用菌资源分布与分类	(1)
第二节 野生食用菌人工培养现状	(9)
第三节 野生食用菌加工利用现状和前景	(17)
第二章 野生食用菌加工产品形式与工艺	(27)
第一节 食用菌干制品	(27)
第二节 食用菌盐渍品	(38)
第三节 食用菌罐头	(44)
第四节 食用菌调味品	(55)
第五节 食用菌饮料	(68)
第六节 食用菌风味休闲食品	(82)
第七节 食用菌其他加工	(95)
第三章 野生食用菌深加工探索	(106)
第一节 野生食用菌多糖的提取及研究	(106)
第二节 野生食用菌菌丝体的培养及加工	(118)
第四章 野生食用菌及其制品的质量控制	(156)
第一节 野生食用菌及其相关制品现有标准及规范	(156)
第二节 野生食用菌及其相关制品质量检验方法	(168)
第三节 野生食用菌及其制品质量控制的展望	(185)
附录 《食用菌卫生标准》(GB 7096—2003)	(187)

第一章 凉山州野生食用菌资源概述

第一节 凉山州野生食用菌资源分布与分类

凉山州位于四川省西南部川滇交界处，辖区地貌复杂多样，地势西北高、东南低，海拔最高为 5958 m 的木里恰朗多吉峰，最低为 305 m 的雷波大岩洞金沙江谷底，气候差异大。凉山州昼夜温差大，垂直气候明显，6~9 月的夏秋多雨季是野生食用菌生长采集的最佳时节。20 世纪 80 年代就有学者对凉山州的野生食、药用菌资源进行过为期 3 年的调查。他们主要调查了西昌、盐源、木里、德昌、甘洛、会理等 15 个县市，获取了 66 种食、药用菌，分属 16 科 36 属。结合笔者在当地市场和农家调查所得，现分述常见野生食用菌如下。

一、鸡枞菌

鸡枞菌 (*Termitomyces albuminosus* Heim) 又叫伞把菇、鸡丝菇、白蚁菇等，是一类夏秋季生于白蚁巢上的珍贵野生食用菌，其假根与地下土栖白蚁巢相连，与白蚁共生，故又称为蚁巢伞。根据《菌物词典》第九版的系统，鸡枞菌属于担子菌亚门 (Basidiomycotina)，层菌纲 (Hymenomycetes)，伞菌目 (Agaricales)，口蘑科 (Tricholomataceae)，鸡枞菌属 (或称蚁巢伞属) (Ⓔ *Termitomyces*Ⓕ) 和华鸡枞属 (Ⓔ *Sinotermitomyces*Ⓕ)。鸡枞菌属是法国人海姆 (Heim R.) 于 1942 年根据模式种 Ⓔ *Termitomyces striatus* (可简写成 *T. striatus*) Ⓔ 建立的，华鸡枞属是臧穆于 1981 年建立的一个新属，其与鸡枞菌属不同的形态特征是柄中空，有菌环存在。但对于华鸡枞属现在仍存在许多争议，有学者运用分子生物学的手段对鸡枞菌属和华鸡枞属进行研究，结果认为华鸡枞属为鸡枞菌属的异名。如华鸡枞属中的空柄华鸡 (Ⓔ *Sinotermitomyces cavus*Ⓕ) 为海姆鸡枞菌 (Ⓔ *T. heimii*Ⓕ) 的异名，台湾华鸡 (Ⓔ *Sinotermitomyces taiwanensis*Ⓕ) 为盾尖鸡枞菌 (Ⓔ *T. clypeatus*Ⓕ) 的异名，其余则为乳头盖鸡枞菌 (Ⓔ *T. mammiformis*Ⓕ) 的异名。但也有研究表明空柄华鸡的 ITS 序列与海姆鸡枞菌有所不同，它们应该是不同的种。



国内现已知鸡枞菌属有 26 个种，均可食用。凉山州有数种，单生或群生于州内各地的草地、玉米地、林地，其中以金沙江边的会理、会东、宁南等地最多。凉山州鸡枞菌品种主要有鸡枞菌、粗柄鸡枞、小白蚁伞、海姆鸡菌、球盖白蚁伞、根白蚁伞等。

(一) 鸡枞菌 (*T.albuminosus*)

子实体中等大小，有的较大，菌盖直径 8~19.5 cm，生长初期呈圆锥形，后期呈斗笠形至扁平，中央有一明显乳头状突起，浅灰色、污白色，中央灰色，成熟时颜色加深，边缘龟裂。菌褶稠密但不等长，白色至乳白色，老熟后微黄色。菌柄中生，柄长 10~21 cm，菌柄周长 6.1~7.1 cm，粗细不等，白色光滑，实心。菌柄基部稍向下延伸成假根，褐色至黑色，根长达 15.2~25.2 cm，与白蚁巢相连。孢子接近无色，椭圆形，夏秋季生于混交林山坡草地上。

(二) 粗柄鸡枞 (*T.robustus*)

子实体较大，菌盖扁半球形，褐色或淡褐色，成熟时边缘有龟裂，直径 5~10 cm，初期圆锥形，乳突钝圆形，色暗，后伸展。菌肉白色，菌褶白色至乳黄色，不等长，根茎共长 20~25 cm，菌柄粗壮，周长 10~15 cm，基部靠土处明显膨大，呈纺锤形，膨大处周长可达 15 cm，根部呈黑褐色，基部向下延伸形成假根。主要生长于林缘草地或空旷处。

(三) 小白蚁伞 (*T.microcarpus*)

子实体较小，菌盖初期近球形、圆锥形至斗笠形，中央具突尖，呈灰色、灰褐色至淡棕色，具放射状的纤毛细条纹，直径 2.1~3 cm，多数菌盖边缘龟裂，菌肉白色，较薄，菌褶白色，不等长。菌柄近圆柱形，长 7~10 cm，菌柄周长 0.6~1.2 cm，白色纤维质，基部钝尖或延伸呈假根，生于白蚁巢上。夏季于林中地上群生，一丛几十至几百株。

(四) 海姆鸡菌 (*T.heimii*)

子实体中等大小，菌盖呈灰褐色，有乳突且有鳞片，直径 4~12 cm，初期钟形至斗笠状，后期稍平展，菌盖边缘有龟裂。菌褶白色，不等长，边缘粗糙。菌柄呈纺锤形，柄长 10~20 cm，柄周长 4~8 cm，呈棒状，白色，较松软。夏秋季生于混交林山坡草地上，丛生。

(五) 球盖白蚁伞 (*T.globulus*)

子实体较大。菌盖直径 4~8 cm，菌褶白色，不等长。菌盖初期近似半球形，后期呈扁半球形至平展，中部微凸，表面略呈乌色，边缘浅黄褐色。菌柄长 10~25 cm，菌柄周长 4.2~8 cm。孢子印呈肉粉色，孢子椭圆形。

(六) 根白蚁伞 (*T.eurhizus*)

子实体中等至大型。菌盖 8~23 cm，生长初期呈圆锥形至钟形，逐渐伸展后顶部显著凸起呈斗笠形，灰褐色至浅灰色，老后辐射状开裂，有时边缘翻起。菌

肉白色，较厚。菌褶白色至乳白色，生长后期带黄色，边缘波状。菌柄实心，较粗壮，长 8~18 cm，周长 4~6 cm，白色或同菌盖颜色，基部具有褐色至黑褐色的细长假根，与白蚁巢相连。夏秋季单生或群生于山地、草坡、田野或林缘地。

二、木耳

木耳属 (*Auricularia*) 食用菌不仅含有极高的营养价值和药用价值，同时热量又很低，是一种健康美味的食、药用菌。木耳属隶属于真菌界 (*Mycota*)、真菌门 (*Eumycota*)、担子菌亚门 (*Basidiomycota*)、伞菌纲 (*Agaricomycetes*)、木耳目 (*Auriculariales*)、木耳科 (*Auriculariales*)。我国有木耳属食用菌十余种，主要包括黑木耳、毛木耳、皱木耳、肠膜状木耳、褐毡木耳、褐黄木耳、短硬毛木耳、华丽木耳、薄肉木耳、丰富木耳、角质木耳、西沙木耳、象牙白木耳。在所有木耳属品种中，黑木耳和毛木耳分布范围最广泛，也最受人们的欢迎。

凉山州海拔 2000~3000 m 地带区，包括盐源、木里、西昌、冕宁、德昌、会东、会理等地。该区干湿季分明，夏秋多雨，冬春干旱，年均降雨量 800 mm，6~9 月降水量占全年 80% 以上，阳光充足，年均日照 2300~2600 h，年均温度 6℃~14℃，干燥度为 0.5~1.0，年均空气相对湿度 58%，属于湿润冷凉型气候，很适宜于木耳属菌类的生长。因此，野生木耳属真菌产量较高，主要是黑木耳和毛木耳。

(一) 黑木耳 (*A. auricula*)

黑木耳密集成丛地生长在榆树、杨树、榕树、栎树、洋槐等阔叶树及针叶树的冷杉上，可导致树木腐朽。其中，安宁河谷及以西森林腐木上常见，木里县数量最多。黑木耳的子实体呈耳状，有的群生于基质上，有的单生于基质上。子实体正面呈黑色半透明胶质状，背面即不孕面凸起，呈暗青色或暗灰色，有短绒毛和横棱，腹面平滑。着生于不孕面的绒毛基部为褐色，颜色由下到上逐渐变浅，尖端无色。孢子表面平滑，呈肾形，孢子印无色。在显微镜下可观察到耳片的纵切面分为柔毛层、致密层、亚致密层、髓层及子实层等。黑木耳能产生两种孢子，一种是有性的担孢子，另一种是无性的分生孢子。有性的担孢子有三个横隔，形状细长。无性的分生孢子弯曲呈腊肠形，表面光滑无色。在黑木耳中，除了含有戊糖、菌糖、甘露醇、卵磷脂、甘露聚糖、甲基戊糖、脑磷脂和鞘磷脂以外，蛋白质含量也十分丰富。此外，黑木耳中的维生素 B₁、B₂ 和烟酸对人体健康也十分有益。

(二) 毛木耳 (*A. polytricha*)

毛木耳又称粗木耳、黄背木耳，木耳科木耳属食用菌，安宁河谷及以西森林腐木上常见。担子果一年生，新鲜时呈盘状、碗状、耳壳状或漏斗状，无嗅无味，较厚，通常群生或覆瓦状叠生，有时单生，赭色、棕褐色至黑褐色，肉质胶



质有弹性，质地稍硬，中部凹陷；边缘锐，波状至全缘，通常上卷；担子果长可达 15 cm，宽可达 8 cm，厚可达 1.5 mm；背面中部常收缩成短柄状，与基质相连，干后收缩成不规则形状，变硬、脆、胶质，浸水后可恢复成新鲜时的形态及质地。子实层呈紫红色，干后近黑色。表面平滑，除基部外，罕有皱纹。不孕面被绒毛，初期赭色，后期灰白色、浅灰色、暗灰色，分布较密。显微结构观察毛木耳属于有髓层的类型，各层次为柔毛层、致密层、亚致密上层、疏松上层、髓层、疏松下层、中层。此外，野生毛木耳在我国 31 个省（市、区）几乎都有分布，仅宁夏未见报道。常于夏秋季野生于臭椿、梧桐、锥栗、樟、柿、核桃、乌柏、杨、栋、柳、桑、洋槐等树腐朽木上。

三、牛肝菌

牛肝菌是牛肝菌目下真菌的统称，在我国已知分布的种类多达 390 种以上，其中可食用的有 199 种。牛肝菌典型的特征是具有菌盖及菌柄，肉质，伞菌状，菌盖下表面具有典型的密集菌管而非片状的菌褶，仅少数种类为菌褶状、腹菌状或皱孔菌状至伏革菌状。在凉山地区分布的牛肝菌主要属于牛肝菌科 (Boletaceae)。牛肝菌科属于真菌界 (Mycota)、真菌门 (Eumycota)、担子菌亚门 (Basidiomycota)、伞菌纲 (Agaricomycetes)、牛肝菌目 (Boletales)，下分 11~20 属，多数可食用。

(一) 美味牛肝菌 (*B.edulis* Bull.: Fr.)

美味牛肝菌是牛肝菌科牛肝菌属 (*Boletus* Gill.: Fr.) 下的一种，又称大脚菇、白牛肝菌，在针阔混交林地单生，冕宁、西昌、盐源等地多见。子实体中等至大型。菌盖扁半球形或稍平展，不黏，光滑，边缘纯，黄褐色、土褐色或赤褐色。菌肉白色，厚实，受伤后不变色。菌管初期白色，后呈淡色，直生或近伞生，在柄周围凹陷。管口圆形，基部稍膨大，淡褐色或淡黄褐色，内实。美味牛肝菌属高温型菌，菌丝生长适温为 23℃~28℃，一般 7~9 月生长于高海拔的针叶林与阔叶林的混交林。菌丝生长要求有散射光，即七阴三阳的地方，在前期干旱，7、8 月份晴雨相间的年份出菇多、生长量大。

(二) 灰褐牛肝菌 (*B.griseus* Fr.)

灰褐牛肝菌又称黑莽巴，林地单生或群生，冕宁、西昌、盐源等地多见。子实体中等大。菌盖直径 4.5~13 cm，初半球形，后平展，淡灰褐色、灰褐色或褐色，有时带暗绿褐色，具绒毛，光滑，有时龟裂，干时边缘略反卷。菌肉白色，伤后变色。菌管初期白色，后呈米黄色，近离生或近弯生，在柄周围凹陷。管口圆形每毫米 1~2 个。菌柄长 4~12 cm，粗 1~2 cm，上下略等粗，基部略尖细，有时膨大，幼内实，老中空，被绒毛，上部色淡，逐渐变灰褐色或暗褐色，有黑褐色到黑色的网纹。孢子微带黄色，长椭圆形，(9~13) μm×(3.9~5.2) μm。管

侧囊体近纺锤形或顶端细长, (26~38) μm ×(8.7~12) μm 。

(三) 黄褐牛肝菌 (*B.subsplendidus* Chiu)

黄褐牛肝菌主要在林地单生或群生, 各地常见。子实体中等至较大。菌盖直径5~13 cm, 半球形, 后近扁平, 淡黄褐色、黄褐色或橙褐色, 边缘内卷。肉污白色, 表皮下淡黄色, 伤不变蓝色。菌管淡黄色到黄色, 几乎离生或离生。管口近圆形每毫米2~3个, 鲜黄色。柄长4~13 cm, 粗1.8~2.5 cm, 上下略等粗或下部稍膨大, 内实, 淡黄白色, 无网纹。孢子印淡橄榄褐色。孢子带淡黄色或带淡绿黄色, 近椭圆形或近纺锤形, (10.4~13.3) μm ×(4.5~5.5) μm 。管侧囊体无色, 瓶状或近纺锤形, 顶端狭细, (35~60) μm ×(8~10) μm 。

(四) 黄柄牛肝菌 (*B.miniatio-olivaceus* Fr.)

黄柄牛肝菌又称黄见手青, 常生于栎树林下, 8、9月份常见。形态特征为子实体中等至较大。菌盖直径6.5~13(15) cm, 有时或更大, 初期扁半球形, 后渐扁平或中部稍下凹, 幼时边缘内卷有绒毛, 暗褐色或棕褐色至橄榄褐色, 表面干, 后期裂。菌肉厚, 松软, 黄色或粉黄色。菌管长达1~3 mm, 直生至近离生, 后期变黄绿色, 边缘黄褐色。菌柄长7~9 cm, 粗1.5~3.5 cm, 金黄色, 往往下部膨大, 中上部有细网纹, 下部有暗色细条纹, 后期中部以下变暗褐黄色, 内实, 黄色。孢子褐黄色, 柱状椭圆形或稍歪, 光滑, (10~13) μm ×(3.6~4.5) μm 。

(五) 网柄粉牛肝菌 (*B.retipes* Benk. & Curt)

网柄粉牛肝菌又称花脚牛肝菌, 夏秋季于林中地上单生或群生。子实体较大。菌盖直径3.5~9.5 cm, 粗1~2.3 cm, 近圆柱形, 上下略等粗或基部稍细, 黄色或柠檬黄色, 上部有网纹或全部有网纹, 内实, 被淡黄色粉末。孢子印淡褐色至褐色, 孢子淡黄色或带褐色, 近椭圆形至近纺锤形, 平滑, (10~14.5) μm ×(4~4.5) μm 。管侧囊体近棒状或近纺锤形, 无色至带黄褐色, 但顶端多无色, (26~35) μm ×(8.7~10.4) μm 。

(六) 橙黄疣柄牛肝菌 [*Leccinum aurantiacum* (Bull.ex St.Amans) Gray]

橙黄疣柄牛肝菌属于疣柄牛肝菌属 (*Leccinum* Gray)。子实体中等至较大。菌盖直径3~12(21) cm, 半球形, 光滑或微被纤毛, 橙红色、橙黄色或近紫红色。菌肉厚, 质密, 淡白色, 后呈淡灰色、淡黄色或淡褐色, 受伤不变色。菌管直生, 稍弯生或近离生, 在柄周围凹陷, 淡白色, 后变污褐色, 受伤时变肉色。管口与菌盖同色, 圆形, 每毫米约2个。柄长5~12(20) cm, 粗1~2.5(5.5) cm, 上下略等粗或基部稍粗, 污白色、淡褐色或近淡紫红色, 顶端有网纹。孢子印淡黄褐色。孢子长椭圆形或近纺锤形, 淡褐色, (17~20) μm ×[5.2~6(6.9)] μm 。管缘囊体无色, 顶端尖, 近纺锤形, 稀少, (37~55) μm ×(8~11) μm 。

除上述牛肝菌外, 凉山地区还常见褐盖牛肝菌 (*B.brunneissimus* Chiu), 半白牛肝菌 (*B.impolitus* Fr.), 红色牛肝菌 (*B.rubeus* Fr.), 黄皮疣柄牛肝菌



[*L. crocipodium* (Letell.) Wat.] 等 30 余种牛肝菌，只是一些品种的产量较少。

四、松茸

松茸是松口蘑 (*Tricholoma matsutake*) 的习惯称谓，因其生长在松林地，菌蕾期状如鹿茸而得此名。因大多数种具有较高的商品价值，外形酷似而难以区别，故民间均以松茸称谓。松茸是一个商品名称，在各地有不同的别称，如松蕈、合菌、台菌、松口蘑、鸡丝菌（西藏）、松蘑（朝鲜族）、剥皮菌（丽江）、大脚菇（大理）、芋姆鲁（纳西族）等。

松口蘑在现代真菌分类系统中隶属于真菌界 (Mycota)、真菌门 (Eumycota)、担子菌亚门 (Basidiomycota)、层菌纲 (Hymenomycetes)、伞菌目 (Agaricales)、白蘑科 (Tricholomataceae)、口蘑属 (④*Tricholoma*⑤)。该类群以菌柄具有膜质菌环为显著特征，迄今为止全球共报道了 15 种 1 变种。我国记载了 5 种 1 变种，即松茸、黄褐白蘑、假松茸、青冈蕈、粗壮白蘑，以及台湾松茸变种。

菌盖直径 8~20 cm 或达 32 cm，初呈圆球形，随柄而长，状如幼苗鹿茸，后期环膜在柄中上部破裂，菌盖启展，中凸而渐趋扁平，表面干燥，栗褐色，肉桂色，具纤维状绒毛和茶褐色鳞片，中央色深，盖缘色淡，内卷，光滑或微具残膜附着。菌肉白色，细嫩、紧致、韧脆，味温和，有松茸特殊的清香气，已知含有肉桂酸甲酯、辛酮和辛醇烯等多种芳香物质。褶片弯生，白色，微乳白色，伤后微变淡褐色，密集，褶幅宽 1~1.5 cm。柄高 10~25 cm，粗 1~3 cm，上下等粗。柄上部乳白色，幼时与盖缘衔接处有残存的环膜宿附，或呈蜘蛛网状贴生，柄中下部被覆以菌盖相似的褐色纤维状鳞片，呈不规则轮生排列，内实。担子棒状，四枚孢子。担孢子宽椭圆形，平滑。无囊状体，无锁状联合。菌丝与松属根际形成菌根的土壤中，往往含有抗菌物质，其效益渐被重视。生于下列树种下：赤松、黑松、红松、云南松、高山松、乔松、偃松、鱼鳞云杉、北海道铁杉、日本铁杉等。该菌在林下可形成仙人环（蘑菇圈）。菌根呈棕黑色棒状或帚状分枝。在琼脂培养基上的菌丝纯白色，无疏散的气生菌丝，菌丝与琼脂的接触面平展，菌丝生长的最适温度为 20℃~25℃。

五、油口蘑

油口蘑 (*Tricholoma flavovirens*) 又称黄丝菌，针叶林地、草地单生或群生，产于木里、盐源、西昌等地。子实体肉质，喇叭形，全菌杏黄色、蛋黄色或枇杷黄色，菌盖宽 3~9 cm，最初扁平，后下凹。有浓郁的杏仁果香味，微甜；可食，香气浓郁，颜色悦目，鲜美可口，营养丰富，是著名的世界型食用菌。富含胡萝卜素，维生素 A、C 和钙、铁、磷等多种矿质营养。

六、羊肚菌

羊肚菌 [*Morchella esculent* (L.) Pers] 又名美味羊肚菌, 俗称羊雀菌、苞谷菌等。按现代真菌分类系统, 羊肚菌隶属于子囊菌亚门 (Ascomycotina)、盘菌纲 (Discomycetes)、盘菌目 (Pezizales)、羊肚菌科 (Morchellaceae)、羊肚菌属 (*Morchella*)。羊肚菌属除美味羊肚菌外, 常见的有圆锥羊肚菌、粗腿羊肚菌、黑脉羊肚菌和小羊肚菌等。羊肚菌的子实体 (子囊果) 由一个可孕菌盖和一个不孕菌柄组成, 高 5~15 cm, 直径 4~10 cm。菌盖卵形或近圆形, 中空, 蛋壳色至淡黄褐色; 菌柄圆柱形, 中空, 近白色。菌盖表面有不规则多面形凹窝皱褶似羊肚, 由此而得名。

羊肚菌属于低温高湿性真菌, 凉山州的甘洛、昭觉、会理、会东、盐源等地均有采集该菌的记录。生长的最适温度为 6℃~11℃, 相对湿度为 65%~78%。每年春季 4~5 月和秋季 8~9 月雨后常多发生, 比蘑菇要早发生 2~3 个月。当日平均气温 9℃以上、地温达 2℃~3℃时 (约 4 月初), 便有大量菌丝萌发, 此时为萌动期; 当气温 15℃~18℃、地温 6℃~9℃时, 菌丝生长迅速并进行组织分化, 形成子实体原基, 随温度升高, 羊肚菌破土而出并迅速生长, 此时为盛产期; 若气温超过 23℃、地温 12℃以上时, 子实体生长缓慢, 进入消失期。羊肚菌生长期除了要求较低的气温外, 还要有较大的温差, 这可以刺激菌丝体的分化。此外, 子实体对光线要求低, 忌阳光直射。

羊肚菌多生长于石灰岩或白垩质土壤中, 在腐殖质土、黑黄色壤土、沙泥混合土、砾壤土中均有出现, 尤喜生于火烧迹地及旧苹果园, 甚至认为苹果树的灰分和焦木块是羊肚菌的最好养分。羊肚菌常发生在油桐、梧桐、乌桕的阔叶林和以冷杉、云杉为主的混交林及草原草丛中, 多垂直分布在海拔 2600~3200 m 之间, 但在低海拔的平原农家庭院、菜地、草坪等腐殖质较高的地方也偶有生长。在生长羊肚菌的环境下, 其腐殖质土壤一般厚 10~25 cm, pH 6~8, 含水率 56%~62%。

(一) 圆锥羊肚菌 (*M. conica* Pers)

圆锥羊肚菌又名尖顶羊肚菌, 春夏之交雨后生于阔叶林及混交林中地上、林缘空旷处。子实体散生或群生。菌盖长而近圆锥形, 顶端尖或稍尖, 长 5 cm, 粗 2.5 cm, 表面有许多小凹坑, 小凹坑多呈长方形, 且多纵向排列, 由横脉连接, 淡褐色, 棱脊色较浅, 小凹坑内表为子实层。菌柄长 6 cm, 粗 1.7 cm, 白色, 上部平滑, 下部有时带有不规则的沟槽, 中空。子囊长圆柱形, (250~300) μm×(17~20) μm, 内含 8 个子囊孢子。侧丝线形, 顶端膨大, 粗 9~12 μm。子囊孢子长椭圆形, (20~24) μm×(12~15) μm, 无色。



(二) 粗柄羊肚菌 [*M. crassipes* (Vent.) Pers]

粗柄羊肚菌又名粗腿羊肚菌、皱柄羊肚菌。子实体单生或群生。菌盖近圆锥状,长7~9 cm,粗5~6 cm,表面的小凹坑近圆形,大而浅,淡黄色,棱脊薄,不规则地相互交织。小凹坑内为子实层。菌柄近白色至淡黄色,长10 cm或更长,基部膨大处可达5 cm粗,表面有纵行显著扭曲的粗凸隆起,中空。子囊圆柱状,有孢子部分 $150\ \mu\text{m}\times 18\ \mu\text{m}$ 。侧丝顶端稍膨大。子囊孢子椭圆形,无色,(22~25) $\mu\text{m}\times(15\sim 17)\ \mu\text{m}$ 。

(三) 黑脉羊肚菌 (*M. angusticeps* Peck)

黑脉羊肚菌又名小尖羊肚菌,于云杉、冷杉等林地上大量群生。子囊果中等大,高6~12 cm。菌盖锥形或近圆柱形,顶端一般尖,高4~6 cm,粗2.3~5.5 cm,凹坑多呈长方形,淡褐色至蛋壳色,棱纹黑色,纵向排列,由横脉交织,边缘与菌柄连接一起。菌柄乳白色,近圆柱形,长5.5~10.5 cm,粗1.5~3 cm,上部稍有颗粒,基部往往有凹槽。子囊近圆柱形,(128~280) $\mu\text{m}\times(15\sim 23)\ \mu\text{m}$ 。子囊孢子单行排列,(20~26) $\mu\text{m}\times(13\sim 15.3)\ \mu\text{m}$ 。侧丝基部有的有分隔,顶端膨大,粗8~13 μm 。

(四) 小羊肚菌 (*M. deliciosa* Fr.)

小羊肚菌又名小美羊肚菌,主要生长在稀疏林地上。子囊果较小,高4~10 cm。菌盖圆锥形,高1.7~3.3 cm,直径0.8~1.5 cm,凹坑往往呈长圆形,浅褐色,棱纹常纵向排列,有横脉相互交织,色交凹坑,边缘与菌盖连接一起。菌柄长2.5~6.5 cm,粗0.5~1.8 cm,近白色至浅黄色,基部往往膨大且有凹槽。子囊近圆柱形,(300~350) $\mu\text{m}\times(16\sim 25)\ \mu\text{m}$ 。子囊孢子单行排列,椭圆形,(18~20) $\mu\text{m}\times(10\sim 11)\ \mu\text{m}$ 。侧丝有分隔或分枝,顶端膨大,粗11~15 μm 。

七、香菇

香菇 (*Lentinus edodes* Sing) 在分类上属于真菌界 (Fungi)、真菌门 (Eumycota)、担子菌亚门 (Basidiomycotina)、真担子菌纲 (Eubasidiomycetes)、层菌亚纲 (Hymenomyeetiae)、伞菌目 (Agaricus)、白蘑科 (Tricholomataceae)、小香菇属 (*Lentinula*)。

香菇由菌丝体和子实体两部分组成。菌丝体是香菇的营养器官,是由许多菌丝集合连接而成的群体,呈蛛网状。菌丝由孢子或菇体上任何一部分组织前发而成,白色,绒毛状,纤细有横隔和分支,细胞壁薄,粗2~3 μm 。菌丝体生长发育到一定阶段,在基质表面形成子实体。子实体是香菇的繁殖器官,由菌盖、菌褶和菌柄等部分组成。菌盖圆形或肾形,直径3~6 cm,大的可达10 cm以上;盖缘初时内卷,后平展;表面淡褐色或黑褐色,被有同色或黄白色易脱落的鳞片;干燥后有菊花状或龟甲状裂纹。幼时菌盖边缘与菌柄间有淡褐色棉毛状的内

菌幕，菌盖展开后，部分菌幕残留于盖缘。菌肉肥厚，柔软而有韧性，白色。菌柄中生或偏生，常向一侧弯曲，白色、坚韧、中实、纤维质，长3~10 cm，粗0.5~1 cm。菌褶白色，自菌柄向四周放射排列，表面被以子实层，子实层上有许多担子和囊状体，每个担子有4个担子梗着生4个不同极性的孢子。孢子易从担子梗上脱落，随风飞散，每一朵香菇可散发几十亿个孢子。孢子白色，光滑，椭圆形，2.5~4.5 μm。

第二节 野生食用菌人工培养现状

野生食用菌以其鲜美的口感或独特的药用价值颇受青睐，但其出产受到自然环境条件限制，仅在某些地方的某些季节才能采集，产量远不能满足人们的需求。因此，众多的研究者在为各种野生食用菌的人工培养而努力。目前，一些野生食用菌已经成功实现人工栽培，而某些品种因其需要的特殊生长环境尚未研究透彻而没有实现人工栽培，如鸡枞菌。不能栽培获得子实体的野生食用菌可通过人工液体发酵培养获得其中的活性物质而加以利用。野生食用菌的人工培养一般分为分离纯化菌种、菌种的扩大培养和发酵培养三个阶段。

一、菌种分离

菌种分离是在无菌条件下将所需要的食用菌与其他微生物分开，在适宜的条件下培养以获纯培养的过程。分离纯化得到的纯培养即是母种。母种的培育既是制种的关键，也是食用菌生产的关键。母种可由孢子萌发而成，也可从子实体组织分离或用斜面菌的菌丝体一节扩增而得。

(一) 分离方法

1. 孢子分离法

孢子分离法是用食用菌成熟的有性孢子（担孢子或子囊孢子）在适宜的培养基上萌发成菌丝体而获得的纯培养的方法。孢子分离法的程序为选择种菇、种菇消毒、采收孢子、接种、培养、挑菌落、纯化菌种、母种。

(1) 种菇的选择。

选择出菇早、菇形好、个头符合商品标准并且均匀、生长健壮、产量高、无病虫害、成熟度80%的子实体。

(2) 种菇的处理。

取成熟度80%的良好种菇，去杂物，用75%酒精抹擦菇体，去除菇柄，放入灭菌的器皿内备用。用一个顶部有孔口的玻璃罩，罩下放一张干净的白纸，白纸上放一培养皿，皿口向上，取一铁丝、双层纱布、棉塞备用。以上物品放在一白瓷盆内，物品全部经灭菌处理，把种菇用铁丝钩着菇盖，菌褶向着培养皿，挂



在罩顶的孔，菇体在罩内稍接近培养皿为宜，用棉塞、纱布把罩孔封好，连白瓷盆一起在适温漫射光条件下培养 12~20 h，孢子散出，用接种针或接种环取单孢或少数个孢子在斜面或平板培养基上划线分离，要求无菌操作，把接种的培养基（放）在适温、黑暗条件下培养 3~4 d 可得纯培养菌丝体。

（3）孢子的收集及培养。

多采用钩悬法收集银耳、黑木耳及毛木耳等孢子。在无菌箱或超净工作台上，将新鲜成熟的耳片用无菌水冲洗数次，然后用无菌纱布将水吸干取一小片挂在钩子上，钩子的另一端挂在三角瓶口，使分离材料悬于培养基正上方，务必使分离材料碰到瓶壁。瓶内装有马铃薯葡萄糖培养基，耳片距培养基表面 2~3 cm，再拿到灭菌箱内取出耳片，塞上面塞，继续培养或把孢子转到试管中培养，从而得到菌种。

此外，孢子分离还有单孢子分离法和多孢子分离法。如吴锦文用单孢子分离法选育出“轻食 51 号”和“轻食 67 号”蘑菇新品种。而对于二极性异宗结合的食用菌单孢子和多孢子分离，都比较适用孢子印分离法、孢子弹射分离法、种菇插种法、菌褶涂抹法等。

2. 组织分离法

切取子实体、菌核、菌索内部组织获得纯培养的方法都属于组织分离法。

（1）子实体分离法。

选取成熟度 50%~60% 的幼嫩子实体，择优良种菇，去杂，用 75% 酒精抹擦菌体，稍干，再用 0.1% 氯化汞抹擦菌体，用解剖刀从菇体底部轻轻纵向切一刀，然后用手把菇掰开。用解剖刀在菇柄与菇盖之间或菇柄上部挑取 0.2 cm³ 的小块组织，放入适当的斜面或平板培养基上（常用 PDA），在 23℃~25℃ 恒温、黑暗条件下培养 3~5 d，经转管纯化。菌盖较小或木质化的子实体，如金针菇、灵芝等，可用镊子挑去菌柄中间组织接种获得纯培养。以上必须无菌操作。

（2）菌核分离法。

菌核是某些食用菌在不良环境条件下，菌丝体形成的块状或粒状的休眠体，如茯苓、猪苓等生成菌核。分离时先将菌核表面洗净，再用 75% 酒精表面消毒，接着用无菌刀将菌核切开，挖取中间组织块，接种到斜面或平板培养基上恒温培养即可。

（3）菌索分离法。

用 75% 酒精表面消毒 2~3 次，在无菌条件下去掉黑色外皮，露出白色菌皮部分，用无菌刀剪一小段移植到平板培养基上 25℃ 恒温培养，即可得到新生菌丝。