

云南松林野生食用菌物种多样性及保护对策

于富强^{1,2} 刘培贵^{1*}

1 (中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204)

2 (中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要: 近年来,随着野生食用菌的商业化采收规模急剧扩大,云南松(*Pinus yunnanensis*)林下野生食用菌尤其是野生贸易真菌的种类和产量呈逐年下降趋势。作者于2000-2004年夏,对滇中及其邻近地区云南松林下野生食用菌的资源状况进行了调查研究。作者共采集、鉴定标本457号,并对他人采自云南松林下的152号馆藏标本也进行了重新鉴定,共统计野生食用菌27科39属147种(含变种、变型);同时对市场上出售的采自云南松林下的野生食用菌类群也进行了调查统计,共收集、鉴定标本167号,计21科33属97种(含变种、变型)。调查结果显示,目前记录云南松林产野生食用菌共计27科43属211种(含变种、变型),野生贸易真菌有23科35属111种(含变种、变型)。其中红菇科(Russulaceae)的种数最多,包括红菇属(*Russula*)32种,乳菇属(*Lactarius*)17种,分别占总种数的15.17%和8.06%;牛肝菌科(Boletaceae)占第二位,有41种,占总种数的19.43%。其次是口蘑科(Tricholomataceae)17种,占总种数的8.06%。丛枝瑚菌科(Ramariaceae)有11种,乳牛肝菌科(Suillaceae)11种,鸡油菌科(Cantharellaceae)9种,三者的种数占总种数的百分比分别为5.21%、5.21%和4.27%。在这些类群当中,红菇属、牛肝菌属(*Boletus*)、乳菇属、乳牛肝菌属(*Suillus*)、枝瑚菌属(*Ramaria*)、口蘑属(*Tricholoma*)、鸡油菌属(*Cantharellus*)和革菌属(*Thelephora*)的30余种真菌为云南市场上最为常见的野生贸易类群,约占云南优势野生贸易真菌种数的47.50%。作者呼吁立即采取行之有效的措施保护和管理这些珍贵的自然资源,并加强研究,以期达到持续利用之目的。

关键词: *Pinus yunnanensis*, 菌根性食用菌, 野生贸易真菌, 物种多样性, 保护与管理

Species diversity of wild edible mushrooms from *Pinus yunnanensis* forests and conservation strategies

Fuqiang Yu^{1,2}, Peigui Liu^{1*}

1 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039

Abstract: From 2000 to 2004, we studied wild edible mushrooms collected from forests of Yunnan pine (*Pinus yunnanensis*), a dominant vegetation in central Yunnan and adjacent regions. A total of 776 mushroom collections were obtained and identified, including 457 from the field investigation of the authors, 167 from mushroom markets, and 152 from specimens in the Herbarium of Cryptogams, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. In total, 211 taxa belonging to 43 genera of 27 families were identified, among which 111 taxa in 35 genera of 23 families were commercial mushrooms traded in the local markets. Of these commercial mushrooms, 23.23% belonged to Russulaceae, comprising 15.17% (32 species) from the genus *Russula* and 8.06% (17 species) from the genus *Lactarius*. Boletaceae ranked the second in species richness and made up 19.43% (41 species) of the total species. Seventeen species found were from the family Tricholomataceae, 11 from Ramariaceae and Suillaceae, and 9 from Cantharellaceae, sharing 8.06%, 5.21%, 5.21% and 4.27% of the total species, respectively. More than 30 species from the genera *Russula*, *Boletus*, *Lactarius*, *Ramaria*, *Suillus*, *Tricholoma*, *Cantharellus*, and *Thelephora* made up 47.50% of the total wild commercial mushroom species in the Yunnan local markets. In recent years, increasing demand for wild edible mushrooms has resulted in large-scale commercial harvesting, which has led to a decline of mushroom species.

* 收稿日期: 2004 - 09 - 06; 接受日期: 2004 - 12 - 12

基金项目: 美国国家地理学会 (National Geographic Society C56-04) 和中科院知识创新工程重要方向项目 (KSCXZ-1-09-06, KSCX2-SW-101C)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: pglu@mail.kib.ac.cn

We appeal for protecting these valuable fungal resources and their habitats.

Key words: *Pinus yunnanensis*, edible ectomycorrhizal mushroom, wild commercial mushroom, species diversity, conservation and management

云南省地域辽阔,地形、地貌复杂,土壤类型各异;热带、亚热带和温带的气候类型形成了独特的立体多样化生态环境,造就了多样的植被类型和丰富的动植物资源。因同时受到印度洋和太平洋两股暖湿气流的影响,雨量充沛,为各类真菌的生息繁衍提供了良好的环境。云南松(*Pinus yunnanensis*)是我国西南部尤其是云南省境内重要的建群树种,在滇中高原的山地分布极广,除云南的大部分地区外,在四川、贵州、广西和西藏也都有分布。分布范围在 $23^{\circ} - 29^{\circ}\text{N}$, $97^{\circ}00' - 106^{\circ}37' \text{E}$ 之间,分布区呈不规则多角形(吴征镒,1987)。云南松的垂直分布范围也较广,海拔1000 - 2800 m(-3000 m)皆有分布,其中以1500 - 2000 m范围内最为集中,与云南大型真菌集中分布的海拔范围大致吻合,因此林下外生菌根真菌种类繁多。

众多的真菌资源中蕴藏着丰富的食用菌,其中很大一部分为野生贸易真菌,是云南各地农贸市场上重要的农副产品,同时也是云南省自然资源出口创汇的重要商品之一。在林业和生态学方面,许多外生菌根真菌,如彩色豆马勃(*Pisolithus tinctorius*)、点柄乳牛肝菌(*Suillus granulatus*)和红蜡蘑(*Laccaria laccata*)等能够扩大树木根部的吸收面积,提高根对水分和矿物质的吸收,从而促进树木生长并提高其抗逆性,因而在植物引种驯化、菌根化育苗和逆境造林等方面发挥着重要的作用,是发展林业和维持生态平衡不可或缺的生态因子(弓明钦等,1997)。

随着菌根学研究的不断深入,外生菌根真菌(特别是造林用和食用类群)越来越引起人们的关注,许多国家和地区对当地重要建群树种(尤其是针叶树)的外生菌根真菌资源状况进行了调查研究(Myra, 1979; Pera & Alvarez, 1995; Rincón *et al.*, 1999),进而实施适当的保护与管理,对林下野生食用菌进行合理、持续的开发利用(Arnolds, 1995; Moore *et al.*, 2001; Pilz & Molina, 2001; Wiensczyk *et al.*, 2002)。云南松作为我国西南地区重要的树种,有关其林下野生食用菌资源只有一些零星的报道,没有进行过系统全面的研究(Zang & Chen, 1990; He *et al.*,

1994; 花晓梅等, 1995)。近年来,随着社会对野生食用菌消费需求的日益增长,导致商业化采收规模急剧扩大,造成了其生存环境的破坏甚至丧失,从而使云南松林下野生食用菌,尤其是野生贸易真菌的种类和产量呈逐年下降趋势。因此,相关的研究和保护工作迫在眉睫。查清云南松林下野生食用菌,特别是野生贸易真菌的物种多样性、资源现状和生态分布,并据此提出相应的保护与管理措施,以保持食用菌资源的再生能力,对于云南野生贸易真菌的可持续发展具有十分重要的意义。

1 研究方法

调查采用路线调查和定位调查相结合的方式,采集时期选择在2000 - 2004年的6-10月份,正值真菌子实体大量产生的季节。对云南武定狮子山、楚雄紫溪山和剑川石宝山等地的云南松纯林进行了普遍的踏查,以摸清不同生境下野生食用菌的类群组成与生态分布。为弥补路线调查的遗漏,还每隔两周对昆明周边的昆明植物园、黑龙潭和白邑等地进行调查,以查明云南松林下野生食用菌的种类、数量和季节性分布等。

在野外进行子实体采集,详细记录每个种的着生基质、分布频度和分布数量等。分布频度大体划分为3个等级:少见(总共遇到次数少于15次)(+),常见(总共遇到15 - 40次)(++),频见(总共遇到次数多于40次)(+++)。分布数量划分为4个等级:少量(每处子实体数目一般少于3个)(),中等量(每处子实体数目一般为3 - 5个)(),大量(每处子实体数目一般为5 - 10个)(),极大量(每处子实体数目一般多于10个)()。

同时,在滇中及其邻近地区的农贸市场,对采自云南松林下的野生贸易真菌进行调查,收集每种的地方(俗)名、采集地点、供应量和季节变化等信息,并购买作为凭证标本。详细记录新鲜子实体的特征,制作孢子印并记录其颜色;然后将标本烘干,带回实验室进行显微特征的观察。

最后广泛查阅文献,综合进行分类鉴定及食用

性的确认。重新鉴定和统计中国科学院昆明植物研究所隐花植物标本馆(HKAS)馆藏采自云南松林下的野生食用菌标本。凭证标本均存放于 HKAS。

2 结果

2000 - 2004 年的调查过程中,共采集、鉴定标本 457 号,并对他人采自云南松林下的 152 号馆藏标本也重新进行了鉴定,共计野生食用菌 27 科 39 属 147 种(含变种、变型)。同时对市场上出售的采自云南松林下的野生食用真菌进行调查和统计,共鉴定标本 167 号,计 21 科 33 属 97 种(含变种、变型)。广泛查阅相关的文献报道(裘维蕃,1957;应建浙和臧穆,1994;袁明生和孙佩琼,1994;臧穆等,1996;卯晓岚,1998;陈应龙和弓明钦,2000),统计结果表明,迄今云南松林下共计有野生食用菌 27 科 43 属 211 种(含变种、变型);其中野生贸易真菌有 23 科 35 属 111 种(含变种、变型),约占云南野生贸易真菌总种数的 53.62%(王向华和刘培贵,2002),表现出了极高的资源丰富度。

2.1 云南松林下野生食用菌的组成分析

统计结果表明(表 1),云南松林下野生食用菌中仅含 1 种的只有齿菌科(Hydniaceae)和小皮伞科(Marasmiaceae);含 2 - 8 种的有 19 科,占总科数的

70.37%,但种的数目仅为 71,占总种数的 33.65%。含 9 种以上的只有 6 科,这 6 科中,红菇科(Russulaceae)所含种数最多,共 49 种,占到总种数的 23.22%;牛肝菌科(Boletaceae)居第二位,有 41 种,占总种数 19.43%;其次是口蘑科(Tricholomataceae)有 17 种,占总种数的 8.06%;丛枝瑚菌科(Ramariaceae)11 种;乳牛肝菌科(Suillaceae)11 种和鸡油菌科(Cantharellaceae)9 种,种数分别占总种数的 5.21%,5.21%和 4.27%。这 6 科都是全球广布或主要分布于温带地区的科,仅占总科数的 22.22%,但种的数目却达 138 个,占到总种数的 65.40%,为云南松林下的主要野生食用菌类群。

在 43 个属中,拟牛肝菌属(*Boletopsis*)、乳头菇属(*Catathelasma*)、齿菌属(*Hydnum*)和豆马勃属(*Pisolithus*)等 9 属为寡种属,占总属数目的 20.93%,而种数仅为总种数的 4.27%;含 2 - 6 种的有 24 属,占总属数的 55.81%,种类仅为 71 种,占总种数的 33.65%;种类超过或等于 7 的属只有 10 个,占总属数的 23.26%,但种的数目却达 131 种,占总种数的 62.09%。其中,红菇属(*Russula*)32 种、牛肝菌属(*Boletus*)24 种、乳菇属(*Lactarius*)17 种、乳牛肝菌属(*Suillus*)11 种、丛枝瑚菌属(*Ramaria*)11 种、口蘑属(*Tricholoma*)8 种、鸡油菌属

表 1 云南松林下野生食用菌的科、属、种数目及其占总数的比例

Table 1 Numbers of species, genera and families of wild edible mushrooms from *Pinus yunnanensis* forests and their percentage

科名 Family name	属数 No. of genera (%)	种数 No. of species (%)	科名 Family name	属数 No. of genera (%)	种数 No. of species (%)
红菇科 Russulaceae	2(4.65)	49(23.22)	松塔牛肝菌科 Strobilomytaceae	1(2.33)	4(1.90)
牛肝菌科 Boletaceae	7(16.28)	41(19.43)	轴腹菌科 Hydnangiaceae	1(2.33)	3(1.42)
口蘑科 Tricholomataceae	5(11.63)	17(8.06)	马勃科 Lycoperdaceae	1(2.33)	3(1.42)
丛枝瑚菌科 Ramariaceae	1(2.33)	11(5.21)	革菌科 Thelephoraceae	1(2.33)	3(1.42)
乳牛肝菌科 Suillaceae	1(2.33)	11(5.21)	块菌科 Tuberaceae	1(2.33)	3(1.42)
鸡油菌科 Cantharellaceae	2(4.65)	9(4.27)	珊瑚菌科 Clavulinaceae	1(2.33)	2(0.95)
绒盖牛肝菌科 Xerocomaceae	1(2.33)	7(3.32)	粉褶菌科 Entolomataceae	1(2.33)	2(0.95)
蘑菇科 Agaricaceae	2(4.65)	7(3.32)	钉菇科 Gomphaceae	1(2.33)	2(0.95)
硬皮马勃科 Sclerodermataceae	2(4.65)	7(3.32)	色钉菇科 Gomphidiaceae	1(2.33)	2(0.95)
丝膜菌科 Cortinariaceae	2(4.65)	5(2.37)	圆孔牛肝菌科 Gyrogoraceae	1(2.33)	2(0.95)
鹅膏科 Amanitaceae	1(2.33)	5(2.37)	马鞍菌科 Helvellaceae	1(2.33)	2(0.95)
肉齿菌科 Bankeraceae	2(4.65)	4(1.90)	齿菌科 Hydniaceae	1(2.33)	1(0.47)
地花菌科 Albatrellaceae	1(2.33)	4(1.90)	小皮伞科 Marasmiaceae	1(2.33)	1(0.47)
须腹菌科 Rhizopogonaceae	1(2.33)	4(1.90)			

各属的系统位置和科的拉丁名称主要依据《真菌词典》第 9 版(Kirk et al., 2001)

The systematic position of the genera and the Latin names of the families are mainly based on the *Dictionary of the Fungi* (9th Edition) (Kirk et al., 2001)

(*Cantharellus*)、粉孢牛肝菌属(*Tylopilus*)、硬皮马勃属(*Scleroderma*)和绒盖牛肝菌属(*Xerocomus*)皆为7种。这10属都是全球广布或主要分布于温带地区,从地带性分布上看具有典型的温带特征,这与云南松分布的地理范围大致相吻合,反映出云南松林下野生食用菌的地理分布特点。

调查中发现,云南松林下大部分野生食用菌的分布频度和分布量居中等水平,仅有30种具有较高的分布频度和自然产量,为云南松下野生食用菌的优势种类(表2)。这些类群分布范围广、数量多,尤其是喜欢与松树专性共生的松乳菇(*Lactarius deliciosus*)、红汁乳菇(*L. hatsudake*)、*Suillus granulatus*和乳牛肝菌(*S. bovinus*)等最为突出。而格纹鹅膏(*Amanita fritillaria*)、灰喇叭菌(*Craterellus cornucopioides*)、黄粉末牛肝菌(*Pulveroboletus raveneli*)、皂味口

蘑(*Tricholoma saponaceum*)和绿盖粉孢牛肝菌(*Tylopilus vires*)等种类虽具有较高的分布频度,数量却相对较少。中国块菌(*Tuber sinense*)和松口蘑(*Tricholoma matsutake*)分布的范围虽相对狭隘,但却有着较高的自然产量,这可能与其特殊的传播方式及其对土壤与气候的特殊要求有关。

2.2 云南松林下野生贸易真菌

从附录1可知,云南松林下野生食用菌中,有23科35属111种(含变种、变型)出现在农贸市场,约占云南野生贸易真菌总种数的53.62%。据报道,云南市场上的优势贸易真菌约有19科33属80种(王向华和刘培贵,2002),其中在云南松林下有大量分布的达12科22属38种,占云南优势贸易真菌总种数的47.50%(表3)。

不仅如此,就食用菌中的“珍品”而言,云南松

表2 云南松林下野生食用菌优势种类

Table 2 Dominant species of wild edible mushrooms from *Pinus yunnanensis* forests

种名 Species name	种名 Species name	种名 Species name
双色牛肝菌 <i>Boletus bicolor</i>	松乳菇 <i>Lactarius deliciosus</i>	褐环乳牛肝菌 <i>S. luteus</i>
褐盖牛肝菌 <i>B. brunneissimus</i>	红汁乳菇 <i>L. hatsudake</i>	虎皮乳牛肝菌 <i>S. pictus</i>
美味牛肝菌 <i>B. edulis</i>	稀褶乳菇 <i>L. hygrophoroides</i>	松林乳牛肝菌 <i>S. pinetorum</i>
灰褐牛肝菌 <i>B. griseus</i>	多汁乳菇 <i>L. volemus</i>	无环乳牛肝菌 <i>S. placidus</i>
华丽牛肝菌 <i>B. magnificus</i>	远东疣柄牛肝菌 <i>Leccinum extremiorientale</i>	亚褐环乳牛肝菌 <i>S. subluteus</i>
华美牛肝菌 <i>B. speciosus</i>	鳞盖红菇 <i>Russula lepida</i>	莲座革菌 <i>Thelephora vialis</i>
鸡油菌 <i>Cantharellus cibarius</i>	变绿红菇 <i>R. virescens</i>	油黄口蘑 <i>Tricholoma flavovirens</i>
棱柄乳头菇 <i>Catathelasma ventricosum</i>	橘色硬皮马勃 <i>Scleroderma citrinum</i>	松口蘑 <i>T. matsutake</i>
毛钉菇 <i>Gomphus floccosus</i>	乳牛肝菌 <i>Suillus bovinus</i>	中国块菌 <i>Tuber sinense</i>
红蜡蘑 <i>Laccaria laccata</i>	点柄乳牛肝菌 <i>S. granulatus</i>	类铅紫粉孢牛肝菌 <i>Tylopilus plumbeoviolaceoides</i>

表3 云南松林下野生贸易真菌优势种类

Table 3 Dominant species of wild commercial mushrooms from *Pinus yunnanensis* forests

种名 Species name	种名 Species name	种名 Species name
大孢地花菌 <i>Albatrellus ellisii</i>	棱柄乳头菇 <i>Catathelasma ventricosum</i>	鳞盖红菇 <i>R. lepida</i>
红黄鹅膏 <i>Amanita hemibapha</i>	金黄喇叭菌 <i>Craterellus aureus</i>	稀褶红菇 <i>R. nigricans</i>
隐花青鹅膏 <i>A. manginiana</i>	灰喇叭菌 <i>C. cornucopioides</i>	变绿红菇 <i>R. virescens</i>
灰黑拟牛肝菌 <i>Boletopsis grisea</i>	卷缘齿菌 <i>Hydnum repandum</i>	香肉齿菌 <i>Sarcodon aspratrum</i>
双色牛肝菌 <i>Boletus bicolor</i>	红菇蜡伞 <i>Hygrophorus russula</i>	橘色硬皮马勃 <i>Scleroderma citrinum</i>
褐盖牛肝菌 <i>B. brunneissimus</i>	红蜡蘑 <i>Laccaria laccata</i>	乳牛肝菌 <i>Suillus bovinus</i>
美味牛肝菌 <i>B. edulis</i>	松乳菇 <i>Lactarius deliciosus</i>	点柄乳牛肝菌 <i>S. granulatus</i>
灰褐牛肝菌 <i>B. griseus</i>	红汁乳菇 <i>L. hatsudake</i>	莲座革菌 <i>Thelephora vialis</i>
华丽牛肝菌 <i>B. magnificus</i>	稀褶乳菇 <i>L. hygrophoroides</i>	松口蘑 <i>Tricholoma matsutake</i>
华美牛肝菌 <i>B. speciosus</i>	多汁乳菇 <i>L. volemus</i>	棕灰口蘑 <i>T. myomyces</i>
鸡油菌 <i>Cantharellus cibarius</i>	远东疣柄牛肝菌 <i>Leccinum extremiorientale</i>	中国块菌 <i>Tuber sinense</i>
红鸡油菌 <i>C. cinnabarinus</i>	淡红丛枝瑚菌 <i>Ramaria hemirubella</i>	红绒盖牛肝菌 <i>Xerocomus chrysenteron</i>
管形鸡油菌 <i>C. tubaeformis</i>	蓝黄红菇 <i>Russula cyanoxantha</i>	

林下资源的丰富程度也是惊人的。如在日本被誉为“菌中珍品”的 *Tricholoma matsutake*, 在韩国倍受青睐的香肉齿菌 (*Sarcodon aspratium*), 欧美各国广为食用的 *Lactarius deliciosus*, 东欧用于出口的 *Boletus edulis*, 深得北欧各国喜爱的 *Cantharellus cibarius* 以及在中欧 (尤其是法国和意大利) 畅销的块菌 (*Tuber spp.*) 等 (应建浙和臧穆, 1994)。此外, *Russula virescens*、*Leccinum extremorientale* 和 *Thelephora vialis* 等则为云南各族人民所喜爱, 其中后者与橙黄革菌 (*T. aurantiotincta*) 和日本革菌 (*T. japonica*) 等一起被称为“干巴菌”, 香味浓郁, 富含膳食纤维, 在云南被奉为食用菌之上品。

2.3 云南松林下野生食用菌资源现状

近年来, 云南松林下野生食用菌尤其是贸易真菌的种类和产量呈逐年下降趋势。参考目前国外对受威胁真菌的划分标准 (Arnolds & Vries, 1993), 根据人为采集、生境破坏和产量下降的程度, 我们尝试将云南松林下野生食用菌划分为 4 种类型: 濒危种 (endangered species, ES), 指物种数量呈急剧下降趋势, 生境破坏严重, 在不远的将来走向灭绝的可能性较大的物种; 易危种 (vulnerable species, VS), 指物种数量呈缓慢下降趋势, 生境正遭受破坏, 若无有效的保护计划, 在不远的将来可能会沦为濒危的物种; 稀有种 (rare species, RS), 指种群规模较小和地理分布区狭窄, 目前虽并不受到灭绝的威胁, 但若没有有效的保护计划, 会有灭绝可能的物种; 不确定种 (indeterminate species, IS), 指目前资料尚不足以确认受威胁类别的物种。

根据上述标准, 云南松林下野生食用菌中, 列入濒危的有 32 种, 多为大宗出口或当地群众所喜爱的种类, 如 *Boletus edulis*、*Russula virescens*、*Thelephora vialis*、*Tricholoma matsutake* 和 *Tuber sinense* 等; 54 种为易危种, 此类真菌经济价值相对偏低, 主要在云南省境内采售和消费; 30 种为稀有种, 如厚鳞条孢牛肝菌 (*Boletellus ananus*)、血红铆钉菇 (*Chroogomphus rutilus*) 和绒柄松塔牛肝菌 (*Strobilomyces floccosus*) 等。除此之外的 95 种野生食用菌, 因资料缺乏而未能进行受威胁类型的划分 (附录 1)。

3 讨论

3.1 云南松林下野生食用菌开发利用中存在的问题

(1) 人为干扰严重, 物种多样性趋于减少。过度的采集、林地踩踏和放牧、林木采伐, 以及由此所引起的地表植被退化、水土流失和局部气候的变化, 致使云南松林下野生食用菌赖以生存的环境不断恶化, 一些星散分布类群的种群数量逐渐减少, 以至于渐危和濒危, 如: *Cantharellus cibarius*、*Sarcodon aspratium*、*Leccinum extremorientale* 等。人为干扰对云南松林下野生食用菌的种群组成与数量分布也有影响。调查中发现, 随着人为干扰的加重, 生活力强、耐干旱和贫瘠的类群, 如: *Laccaria laccata*、*Pisolithus tinctorius* 和 *Suillus granulatus* 等, 无论在种类数目还是在子实体数量上所占的比例都呈显著上升趋势, 从而使云南松林下野生食用菌的物种多样性趋于降低。

(2) 掠夺式采集使部分类群产量逐年下降。云南松林下 20 余种大宗出口或当地群众所喜爱的野生贸易真菌, 产量已呈明显下降趋势。以松茸类为例, 因其为云南主要创汇菌类, 价格也是食用菌中最高的, 有报道称云南的松茸产量正以平均每年 5% 的速度锐减; 也就是说, 照此下去 20 年后云南将再无松茸可采 (弓明钦等, 2000)。调查过程中我们也发现, “连根刨”、“一锅端”的破坏性采集方式屡见不鲜。这一方面严重破坏了松茸赖以生长的微环境, 直接影响到资源的再生能力; 另一方面, 大量的子实体尚未成熟即被掠走, 孢子难以产生和散发, 长此以往, 难免会使产地处于无源之水的境地 (刘培贵等, 1999)。

(3) 缺乏统一、有效的保护与管理。云南野生食用菌资源的开发以自由采集和自发交易为主, 缺乏政府统一的引导和规划, 林地产权多归集体所有, 无专人管理。受高额经济利益的驱使, 越来越多的群众加入到野生食用菌资源的采集中来, 形成了“竭泽而渔”、“杀鸡取卵”的灭绝性开发局面。同时, 大部分地方政府和部门保护意识淡薄, 收购部门只管收购, 毫不顾及资源的保护与持续利用, 大小统收, 造成了资源的极大浪费与破坏。另外, 开放式的收购使得个体商贩肆意收购“童菌”, 这更加刺激了人们掠夺式的采挖 (孙刚和王振堂, 1999)。

3.2 野生食用菌保护性开发的探讨

(1) 加大科研投入, 大力开展科普宣传。真实可靠的本底资料是制定有效的保护与管理措施的关键, 因此有必要彻底查清云南松林下野生食用菌的类群组成、地理与季节分布规律以及受威胁程度; 密

切关注野生贸易真菌的资源现状和发展趋势, 调查分析人为干扰对其资源再生能力的影响, 找出导致其数目和产量逐渐下降的根本原因, 并据此提出相应的保护与管理措施。同时, 应加强名贵野生食用菌的人工栽培研究与开发应用。

充分利用现有的媒体渠道(宣传画、报纸、广播、电视、网络等)进行相关的科普宣传, 不断增强全社会的保护意识; 并对野生食用菌采集、收购、销售和管理人员进行专门的教育培训, 使其了解食用菌的基本生活史以及人为破坏所造成的后果, 掌握合理规范的采收技术、保护措施与经营管理手段。

(2) 菌林结合, 可持续发展。结合“天保工程”, 加强云南松林的保护工作。采取间伐与育苗造林相结合, 严禁成片采伐、林地放牧与不合理的地表清理; 加强云南松林的人工抚育、经营与管理。目前, 许多国家已利用菌根技术对名贵野生食用菌进行人工栽培, 诸如黑孢块菌(*Tuber melanosporum*)、沙漠块菌(*Tepezia claveryi*)、红须腹菌(*Rhizopogon rubescens*)和 *Lactarius deliciosus* 等已在法国、意大利、西班牙和新西兰等国家进行产业化种植开发, 商业化前景广阔(Wang & Hall, 2004); 这种林木 - 野生食用菌的立体生态经营模式可以把资源的开发与生态环境的保护紧密结合起来。

(3) 建立完善的研究、保护与管理体制。调拨专项经费, 建立野生食用菌资源库, 进行种质资源的收集与保藏; 将珍稀、渐危和濒危物种优先列入保护真菌名单; 针对某些具重大研究和应用价值的类群建立专门的自然保护区, 实施就地保护; 组织成立专门的研究团队, 开展云南野生食用菌资源的普查、保护与经营管理。

对野生食用菌的采、收、销实行许可证制度: 采集者需持有“采集证”; 收购必须出具“收购证”, 销售部门要有相应的“出售证”, 相关证件由专门的管理部门统一发售; 并对采集、收购与销售各个环节进行监控, 杜绝过度和破坏性采集行为的发生(孙刚和王振堂, 1999; Zhong, 2004)。实行林地承包使用制度, 实施轮歇式分片采集, 严格控制进入人数和采集量; 坚持“利用者补偿、开发者保护”的原则, 统一征收“资源补偿税”用于野生食用菌资源的保护。

根据野生食用菌对植被、光照、温湿度以及营养的不同需求, 对其生长林地实施相应的保护与管理措施。例如松茸, 目前在日本、美国和韩国就有许多

管理措施被采用, 如: 清理地表过多的腐殖质和枯枝落叶层, 防止林地土壤有机质过度富集; 清除过多的地表杂草, 对其灌木层和乔木层非松茸共生树种进行调整(包括齐根伐取、中截、打顶和枝条修剪等), 以增加地面温度和林地郁闭度; 对共生树种则要采取择伐的方式, 使其保持在一定的密度和年龄阶段, 从而达到稳定或提高松茸产量的目的(弓明钦, 1999)。

致谢: 新西兰作物与食品研究所王云博士提供资料并就论文的修改提出建议, 特此致谢。

参考文献

- Arnolds E, Vries BD (1993) Conservation of fungi in Europe. In: *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation* (eds Pegler DN, Boddy I, Ing B, Kirk PM), pp. 211 - 230. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Arnolds E (1995) Conservation and management of natural populations of edible fungi. *Canadian Journal of Botany*, **73** (Suppl. 1), 987 - 998.
- Chen YL (陈应龙), Gong MQ (弓明钦) (2000) Truffles (*Tuber* spp.): biodiversity and geological distribution. *Edible Fungi of China* (中国食用菌), **16** (6), 25 - 26. (in Chinese with English abstract)
- Gong MQ (弓明钦), Chen YL (陈应龙), Zhong CL (仲崇禄) (1997) *Mycorrhizal Research and Application* (菌根研究及应用). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Gong MQ (弓明钦), Chen Y (陈羽), Wang FZ (王凤珍), Chen YL (陈应龙) (1999) *Matsutake* (松茸). Yunnan Science and Technology Press, Kunming. (in Chinese)
- Gong MQ (弓明钦), Wang FZ (王凤珍), Chen Y (陈羽), Chen YL (陈应龙), Cao JX (曹嘉相), Su LJ (苏联军) (2000) Protecting the eco-environment of *Tricholoma matsutake* and improving its sustainable development. *Forest Research* (林业科学研究), **13**, 562 - 567. (in Chinese with English abstract)
- He SC, Lian B, Zhang L (1994) Ectomycorrhizal fungi associated with forest trees in Guizhou Province, China. In: *Mycorrhizas for Plantation Forestry in Asia* (eds Brundett M, Dell B, Malajczuk N, Gong MQ), pp. 21 - 31. Arawang Information Bureau Pty Ltd, Canberra, Australia.
- Hua XM (花晓梅), Jiang CQ (姜春前), Liu GL (刘国龙) (1995) Floristic survey of ectomycorrhizal fungi for the southern pine in China. *Journal of Nanjing Forestry University* (南京林业大学学报), **19** (3), 29 - 36. (in Chinese with English abstract)

- Kirk PM, Cannon PF, David JC, Stalpers JA (2001) *Dictionary of the Fungi*, 9th edn. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Liu PG (刘培贵), Yuan MS (袁明生), Wang XH (王向华) Yang X (杨雪) (1999) Notes on the resources of matsutake group and their reasonable utilization as well as effective conservation in China. *Journal of Natural Resources* (自然资源学报), **14**, 245 - 252. (in Chinese with English abstract)
- Mao XL (卯晓岚) (1998) *Economic Fungi of China* (中国经济真菌). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Moore D, Nauta MM, Evans SE, Rotheroe M (2001) *Fungal Conservation: Issues and Solutions*. Cambridge University Press, London.
- Myra CC (1979) Mycorrhizal fungi of *Pinus radiata* in New Zealand. *Soil Biology and Biochemistry*, **11**, 557 - 562.
- Pera J, Alvarez IF (1995) Ectomycorrhizal fungi of *Pinus pinaster*. *Mycorrhiza*, **5**, 193 - 200.
- Pilz D, Molina R (2002) Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issue, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management*, **155**, 3 - 16.
- Qiu WF (裘维蕃) (1957) *Atlas of Yunnan Boletes* (云南牛肝菌图志). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Rincón A, Alvarez IF, Pera J (1999) Ectomycorrhizal fungi of *Pinus pinea* L. in northeastern Spain. *Mycorrhiza*, **8**, 271 - 276.
- Sun G (孙刚), Wang ZT (王振堂) (1999) Development status and conservative strategies of *Tricholoma matsutake* in Jilin Province. *Territory and Natural Resources Study* (国土与自然资源研究), **4**, 69 - 70. (in Chinese with English abstract)
- Wang XH (王向华), Liu PG (刘培贵) (2002) Resources investigation and studies on the wild commercial fungi in Yunnan. *Biodiversity Science* (生物多样性), **10**, 318 - 325. (in Chinese with English abstract)
- Wang Y, Ian RH (2004) Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany*, **82**, 1063 - 1073.
- Wiensczyk AM, Gamiet S, Durall DM, Jones MD, Simard SW (2002) Ectomycorrhizae and forestry in British Columbia: a summary of current research and conservation strategies. *British Columbia Journal of Ecosystems and Management*, **1**, 1 - 20.
- Wu CY (吴征镒) (1987) *The Vegetation of Yunnan* (云南植被). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Ying JZ (应建浙), Zang M (臧穆) (1994) *Economic Macrofungi from Southwestern China* (西南地区大型经济真菌). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Yuan MS (袁明生), Sun PQ (孙佩琼) (1994) *Sichuan Mushroom* (四川蕈菌). Sichuan Science and Technology Press, Chengdu. (in Chinese)
- Zang M (臧穆), Li B (李滨), Xi JX (郝建勋) (1996) *Fungi of the Hengduan Mountains* (横断山区真菌). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Zang M, Chen KK (1990) Ectomycorrhizal fungi associated with alpine conifers from Southwestern China. *Acta Mycologica Sinica* (真菌学报), **9**, 128 - 136.
- Zhong SC (2004) Proper harvest critical to sustainable American matsutake industry. In: *Proceedings of the Forum on Development of Matsutake Industry* (松茸产业发展论坛论文集), Shangri-La, China, 28 - 30.

(责任编辑: 庄文颖 责任编辑: 时意专)

附录 1 云南松林下野生食用菌名录及濒危等级

Appendix 1 A checklist of wild edible mushrooms from *Pinus yunnanensis* forests and their threat degree

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
子囊菌亚门				
马鞍菌属 <i>Helvella</i>				
棱柄马鞍菌 <i>H. crispa</i>	+			RS
马鞍菌 <i>H. elastica</i>	+			RS
块菌属 <i>Tuber</i>				
* 巨孢块菌 <i>T. gigantosporum</i>				IS
假下陷块菌 <i>T. pseudoexcavatum</i>	+			ES

附录 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
中国块菌 <i>T. sinense</i>	+	+		ES
担子菌亚门				
蘑菇属 <i>Agaricus</i>				
大紫菇 <i>A. augustus</i>	+			IS
* 蘑菇 <i>A. campestris</i>				IS
* 双环林地菇 <i>A. placomyces</i>				IS
林地蘑菇 <i>A. silvaticus</i>	+			IS
* 白林地菇 <i>A. silvicola</i>				IS
地花菌属 <i>Albatrellus</i>				
鸡冠状地花菌 <i>A. cristatus</i>	+			RS
奇丝地花菌 <i>A. dispansus</i>	+			VS
大孢地花菌 <i>A. ellisii</i>	+			ES
羊角地花菌 <i>A. pes-caprea</i>	+			RS
鹅膏菌属 <i>Amanita</i>				
格纹鹅膏 <i>A. fritillaria</i>	+	+	+	VS
红黄鹅膏 <i>A. hemibapha</i>	+	+		VS
隐花青鹅膏 <i>A. manginiana</i>	+	+		ES
假褐云斑鹅膏 <i>A. pseudoporphyria</i>	+			ES
* 袁氏鹅膏 <i>A. yuaniana</i>				IS
条孢牛肝菌属 <i>Boletellus</i>				
厚鳞条孢牛肝菌 <i>B. ananus</i>	+			RS
棱柄条孢牛肝菌 <i>B. russellii</i>	+			RS
拟牛肝菌属 <i>Boletopsis</i>				
灰黑拟牛肝菌 <i>B. grisea</i>	+			VS
牛肝菌属 <i>Boletus</i>				
卷边灰牛肝菌 <i>B. albidus</i>	+			RS
* 铜色牛肝菌 <i>B. aereus</i>				IS
黄肉牛肝菌 <i>B. auripes</i>	+			VS
双色牛肝菌 <i>B. bicolor</i>	+	+	+	ES
褐盖牛肝菌 <i>B. brunneissimus</i>	+	+	+	ES
* 橙香牛肝菌 <i>B. citrifragrans</i>				IS
美味牛肝菌 <i>B. edulis</i>	+	+	+	ES
红柄牛肝菌 <i>B. erythropus</i>	+			RS
* 坚肉牛肝菌 <i>B. firmus</i>				IS
网柄牛肝菌 <i>B. gertrudiae</i>	+			RS
灰褐牛肝菌 <i>B. griseus</i>	+	+	+	ES
灰褐牛肝菌暗褐变种 <i>B. griseus</i> var. <i>fuscus</i>	+			ES
斜脚牛肝菌 <i>B. instabilis</i>	+	+		VS
华丽牛肝菌 <i>B. magnificus</i>	+	+	+	ES
金黄牛肝菌 <i>B. omatipes</i>	+	+		RS
红脚牛肝菌 <i>B. queletii</i>	+			RS
* 花脚牛肝菌 <i>B. retipes</i>				IS
* 裂皮牛肝菌 <i>B. rimosellus</i>				IS
血红牛肝菌 <i>B. rubellus</i>	+	+		VS
华美牛肝菌 <i>B. speciosus</i>	+	+	+	ES
* 酒红牛肝菌 <i>B. subpaludosus</i>				IS
* 黄褐牛肝菌 <i>B. subsplendidus</i>				IS
* 林地牛肝菌 <i>B. sylvestris</i>				IS
* 全褐牛肝菌 <i>B. umbrinus</i>				IS
鸡油菌属 <i>Cantharellus</i>				
鸡油菌 <i>C. cibarius</i>	+	+	+	ES

附录 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
红鸡油菌 <i>C. cinnabarinus</i>	+			ES
淡黄鸡油菌 <i>C. lutescens</i>	++			ES
小鸡油菌 <i>C. minor</i>	+			VS
淡白鸡油菌 <i>C. subalbidus</i>	++			ES
管形鸡油菌 <i>C. tubaefomis</i>	+			ES
黄柄鸡油菌 <i>C. xanthopus</i>	++			VS
乳头菇属 <i>Catathelasma</i>				
棱柄乳头菇 <i>C. ventricosum</i>	+++			ES
色铆钉菇属 <i>Chroogomphus</i>				
血红铆钉菇 <i>C. rutilus</i>	+			RS
绒红铆钉菇 <i>C. tomentosus</i>	+			RS
锁瑚菌属 <i>Clavulina</i>				
灰色锁瑚菌 <i>C. cinerea</i>	+			RS
冠锁瑚菌 <i>C. cristata</i>	+			RS
杯伞属 <i>Clitocybe</i>				
*杯伞 <i>C. infundibuliformis</i>				IS
丝蘑菌属 <i>Cortinarius</i>				
白紫丝蘑菌 <i>C. alboviolaceus</i>	+			RS
*亚美尼亚丝膜菌 <i>C. armeniacus</i>				IS
*兰丝膜菌 <i>C. caeruleus</i>				IS
*细柄丝膜菌 <i>C. tenuipes</i>				IS
喇叭菌属 <i>Craterellus</i>				
金黄喇叭菌 <i>C. aureus</i>	+			VS
灰喇叭菌 <i>C. cornucopioides</i>	+++			VS
粉褶蕈属 <i>Entoloma</i>				
*斜盖粉褶菌 <i>E. abortivus</i>				IS
褐纹粉褶菌 <i>E. bryneostriatum</i>	+			RS
钉菇属 <i>Gomphus</i>				
毛钉菇 <i>G. floccosus</i>	+++			VS
富士山钉菇 <i>G. fujisanensis</i>	++			RS
圆孔牛肝菌属 <i>Gyroporus</i>				
栗色圆孔牛肝菌 <i>G. castaneus</i>	+			RS
*微孢圆孔牛肝菌 <i>G. pseudomicrosporus</i>				IS
圆花孢牛肝菌属 <i>Heimiella</i>				
*圆花孢牛肝菌 <i>H. retispora</i>				IS
齿菌属 <i>Hydnum</i>				
卷缘齿菌 <i>H. repandum</i>	++			VS
蜡伞属 <i>Hygrophorus</i>				
*朱红蜡伞 <i>H. miniatus</i>				IS
*粉红蜡伞 <i>H. pudorinus</i>				IS
*红紫蜡伞 <i>H. puniceus</i>				IS
红菇蜡伞 <i>H. russula</i>	++			VS
蜡蘑属 <i>Laccaria</i>				
紫晶蜡蘑 <i>L. amethystina</i>	++			VS
红蜡蘑 <i>L. laccata</i>	+++			VS
红榛色蜡蘑 <i>L. vinaceovellanea</i>	++			VS
乳菇属 <i>Lactarius</i>				
黄汁乳菇 <i>L. chrysorrheus</i>	+			RS
松乳菇 <i>L. deliciosus</i>	+++			ES
绒毛乳菇 <i>L. echinatus</i>	++			VS
稀褶茸乳菇 <i>L. gerardii</i>	++			VS

附录 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
甜味菇 <i>L. glycosmus</i>	+			VS
红汁乳菇 <i>L. hatsudake</i>	+++			ES
稀褶乳菇 <i>L. hygrophoroides</i>	+++			ES
灰褐乳菇 <i>L. necator</i>	+			IS
*歪斜乳菇 <i>L. obliquus</i>				IS
*苍白乳菇 <i>L. pallidus</i>				IS
辣味乳菇 <i>L. piperatus</i>	++			VS
波宁乳菇 <i>L. pominsis</i>	+			VS
油味乳菇 <i>L. quietus</i>	+			RS
*血红乳菇 <i>L. sanguifluus</i>				IS
香亚环乳菇 <i>L. subzonarius</i>	+			VS
绒白乳菇 <i>L. vellereus</i>	++			VS
多汁乳菇 <i>L. volemus</i>	+++			ES
疣柄牛肝菌 <i>Leccinum</i>				
*黄皮疣柄牛肝菌 <i>L. crocipodium</i>				IS
远东疣柄牛肝菌 <i>L. extremorientale</i>	+++			ES
红点柄牛肝菌 <i>L. rubropunctum</i>	+			RS
*褐疣柄牛肝菌 <i>L. scabrum</i>				IS
马勃属 <i>Lycoperdon</i>				
钩刺马勃 <i>L. pedicellatum</i>	+			IS
网纹马勃 <i>L. perlatum</i>	++			IS
梨形马勃 <i>L. pyriforme</i>	+			IS
离褶伞属 <i>Lyophyllum</i>				
灰离褶伞 <i>L. cinerascens</i>	+			RS
烟味离褶伞 <i>L. fumatofoetens</i>	+			RS
角孢离褶伞 <i>L. trigonosporum</i>	+			RS
大环柄菇属 <i>Macrolepiota</i>				
*高大环柄菇 <i>M. procera</i>				IS
*粗鳞大环柄菇 <i>M. rachodes</i>				IS
小奥德蘑属 <i>Oudemansiella</i>				
鳞柄小奥德蘑 <i>O. radicata</i> var. <i>fufuracea</i>	++			VS
褶孔牛肝菌 <i>Phylloporus</i>				
红黄褶孔牛肝菌 <i>P. rhodoxanthus</i>	++			VS
豆马勃属 <i>Pisolithus</i>				
彩色豆马勃 <i>P. tinctorius</i>	+++			VS
粉末牛肝菌属 <i>Pulveroboletus</i>				
黄粉末牛肝菌 <i>P. ravenelii</i>	+++			IS
*网柄粉末牛肝菌 <i>P. retipes</i>				IS
丛枝瑚菌属 <i>Ramaria</i>				
*红顶丛枝瑚微孢变种 <i>R. botrytoides</i> var. <i>microspora</i>				IS
*橘皮丛枝瑚菌 <i>R. ephemeroforma</i>				IS
黄丛枝瑚菌 <i>R. flava</i>	++			IS
淡红丛枝瑚菌 <i>R. hemirubella</i>	++			VS
*拟细丛枝瑚菌 <i>R. linearoides</i>				IS
*细丛枝瑚菌 <i>R. linearis</i>				IS
*短孢丛枝瑚菌 <i>R. nanispora</i>				IS
新美丛枝瑚菌 <i>R. neciformosa</i> var. <i>sinensis</i>	++			VS
*红肉丛枝瑚亮色变种 <i>R. rubricornata</i> var. <i>laeta</i>				IS
红柄丛枝瑚菌 <i>R. sanguinipes</i>	++			VS
斑孢丛枝瑚菌 <i>R. zebraespora</i>	++			VS
罗鳞伞属 <i>Rozites</i>				

附录 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
*皱褶罗鳞伞 <i>R. caperata</i>				VS
须腹菌属 <i>Rhizopogon</i>				
浅黄根须腹菌 <i>R. luteolus</i>	++			VS
皱皮络丸菌 <i>R. nigrescens</i>	++			IS
*黑根须腹菌 <i>R. piceus</i>				IS
*红根须腹菌 <i>R. rubescens</i>				IS
红菇属 <i>Russula</i>				
烟色红菇 <i>R. adusta</i>	+			IS
白红菇 <i>R. albida</i>	++			IS
白黑红菇 <i>R. albonigra</i>	+			IS
*铜绿红菇 <i>R. aeruginea</i>				IS
*革质红菇 <i>R. alutacea</i>				IS
金红菇 <i>R. aurata</i>	++			VS
葡紫红菇 <i>R. azurea</i>	++			IS
浅榛色红菇 <i>R. cremaavellanea</i>	+			IS
*壳状红菇 <i>R. crustosa</i>				IS
蓝黄红菇 <i>R. cyanoxantha</i>	++			VS
大白菇 <i>R. delica</i>	++			VS
密褶红菇 <i>R. densifolia</i>	++			VS
*苦红菇 <i>R. fellea</i>				IS
棉粒黄红菇 <i>R. granulata</i>	++			IS
桂樱红菇 <i>R. laurocerasi</i>	++			VS
鳞盖红菇 <i>R. lepida</i>	+++			ES
*淡紫红菇 <i>R. lilacea</i>				IS
绒紫红菇 <i>R. mariae</i>	++			IS
蜜味红菇 <i>R. melliolens</i>	++			VS
厌味红菇 <i>R. nauseosa</i>	++			IS
稀褶红菇 <i>R. nigricans</i>	++			VS
黄红菇 <i>R. ochroleuca</i>	+			IS
青黄红菇 <i>R. olivacea</i>	+			IS
拟蕈麻红菇 <i>R. pectinatoides</i>	+			IS
大红菇 <i>R. rubra</i>	+			IS
*点柄臭红菇 <i>R. senecis</i>				IS
*粉红菇 <i>R. subdepallens</i>				IS
细皮囊体红菇 <i>R. velenoveskyi</i>	++			IS
*菱红菇 <i>R. vesca</i>				IS
变绿红菇 <i>R. virescens</i>	+++			ES
变绿红菇红盖变型 <i>R. virescens</i> f. <i>erythrocephala</i>	+			ES
黄孢红菇 <i>R. xerampelina</i>	+			IS
肉齿菌属 <i>Sarcodon</i>				
香肉齿菌 <i>S. aspratium</i>	+			ES
*翘鳞肉齿菌 <i>S. imbricatus</i>				IS
粗糙肉齿菌 <i>S. scabrosum</i>	+			VS
硬皮马勃属 <i>Scleroderma</i>				
*大孢硬皮马勃 <i>S. bovista</i>				IS
光硬皮马勃 <i>S. cepa</i>	++			IS
橘色硬皮马勃 <i>S. citrinum</i>	+++			VS
*黄硬皮马勃 <i>S. flavidum</i>				IS
*多根硬皮马勃 <i>S. polyrhizum</i>				IS
*薄硬皮马勃 <i>S. tenerum</i>				IS
松塔牛肝菌属 <i>Strobilomyces</i>				

附录 1 (续) Appendix 1 (continued)

种类 Taxa	分布频度 Distribution frequency	分布数量 Distribution quantity	贸易真菌 Commercial mushroom	受威胁真菌 Threat degree
* 混淆松塔牛肝菌 <i>S. confusus</i>				IS
绒柄松塔牛肝菌 <i>S. floccosus</i>	++			RS
* 光头松塔牛肝菌 <i>S. glabriceps</i>				IS
* 松塔牛肝菌 <i>S. strobilaceus</i>				IS
乳牛肝菌属 <i>Stuillus</i>				
白柄粘盖牛肝菌 <i>S. albidipes</i>	++			IS
乳牛肝菌 <i>S. bovinus</i>	+++			VS
淡黄乳牛肝菌 <i>S. flavidus</i>	++			IS
黄乳牛肝菌 <i>S. flavus</i>	++			IS
点柄乳牛肝菌 <i>S. granulatus</i>	+++			VS
褐环乳牛肝菌 <i>S. luteus</i>	+++			IS
虎皮乳牛肝菌 <i>S. pictus</i>	+++			VS
松林乳牛肝菌 <i>S. pinetorum</i>	+++			VS
无环乳牛肝菌 <i>S. placidus</i>	+++			VS
金乳牛肝菌 <i>S. subaureus</i>	++			IS
亚褐环乳牛肝菌 <i>S. subluteus</i>	+++			IS
革菌属 <i>Thelephora</i>				
日本革菌 <i>T. japonica</i>	++			VS
* 疣革菌 <i>T. terrestris</i>				IS
莲座革菌 <i>T. vialis</i>	+++			ES
口蘑属 <i>Tricholoma</i>				
油黄口蘑 <i>T. flavovirens</i>	+++			ES
* 黄口蘑 <i>T. fulvum</i>				IS
鳞盖口蘑 <i>T. imbricatum</i>	++			RS
松口蘑 <i>T. matsutake</i>	+++			ES
棕灰口蘑 <i>T. myomyces</i>	+++			ES
* 粗壮口蘑 <i>T. robustum</i>				IS
皂味口蘑 <i>T. saponaceum</i>	+++			ES
条纹口蘑 <i>T. virgatum</i>	++			VS
粉孢牛肝菌属 <i>Tylopilus</i>				
* 白粉孢牛肝菌 <i>T. albobarinaceus</i>				IS
锈盖粉孢牛肝菌 <i>T. balloui</i>	++			VS
红疣柄粉孢牛肝菌 <i>T. chromapes</i>	+			RS
紫盖粉孢牛肝菌 <i>T. eximius</i>	++			VS
类铅紫粉孢牛肝菌 <i>T. plumbeoviolaceoides</i>	+++			VS
红盖粉孢牛肝菌 <i>T. roseolus</i>	+			RS
绿盖粉孢牛肝菌 <i>T. virens</i>	+++			VS
绒盖牛肝菌属 <i>Xerocomus</i>				
* 褐绒盖牛肝菌 <i>X. badius</i>				IS
红绒盖牛肝菌 <i>X. chrysenteron</i>	+			VS
* 拟绒盖牛肝菌 <i>X. illudens</i>				IS
长孢绒盖牛肝菌 <i>X. rugosellus</i>	+			RS
* 砖红绒盖牛肝菌 <i>X. spadiceus</i>				IS
* 酒红绒盖牛肝菌 <i>X. subpaludosus</i>				IS
* 亚绒盖牛肝菌 <i>X. subtomentosus</i>				IS

* 文献中有记载而未在调查或馆藏标本中见到的种类。+ : 少见; ++ : 常见; +++ : 多见; : 少量; : 中等量; : 大量; : 极大量。ES: 濒危种; VS: 易危种; RS: 稀有种; IS: 不确定种

* , Species only recorded in some references; + , Rare occurrence; ++ , Frequent occurrence; +++ , Mass occurrence; , Small quantity; , Moderate quantity; , Large quantity; , Enormous quantity; ES, Endangered species, VS, Vulnerable species, RS, Rare species, IS, Indeterminate species