

菌根型食用菌及其半人工栽培

Mycorrhizal Edible Fungi and Its Semi-Artificial Cultivation

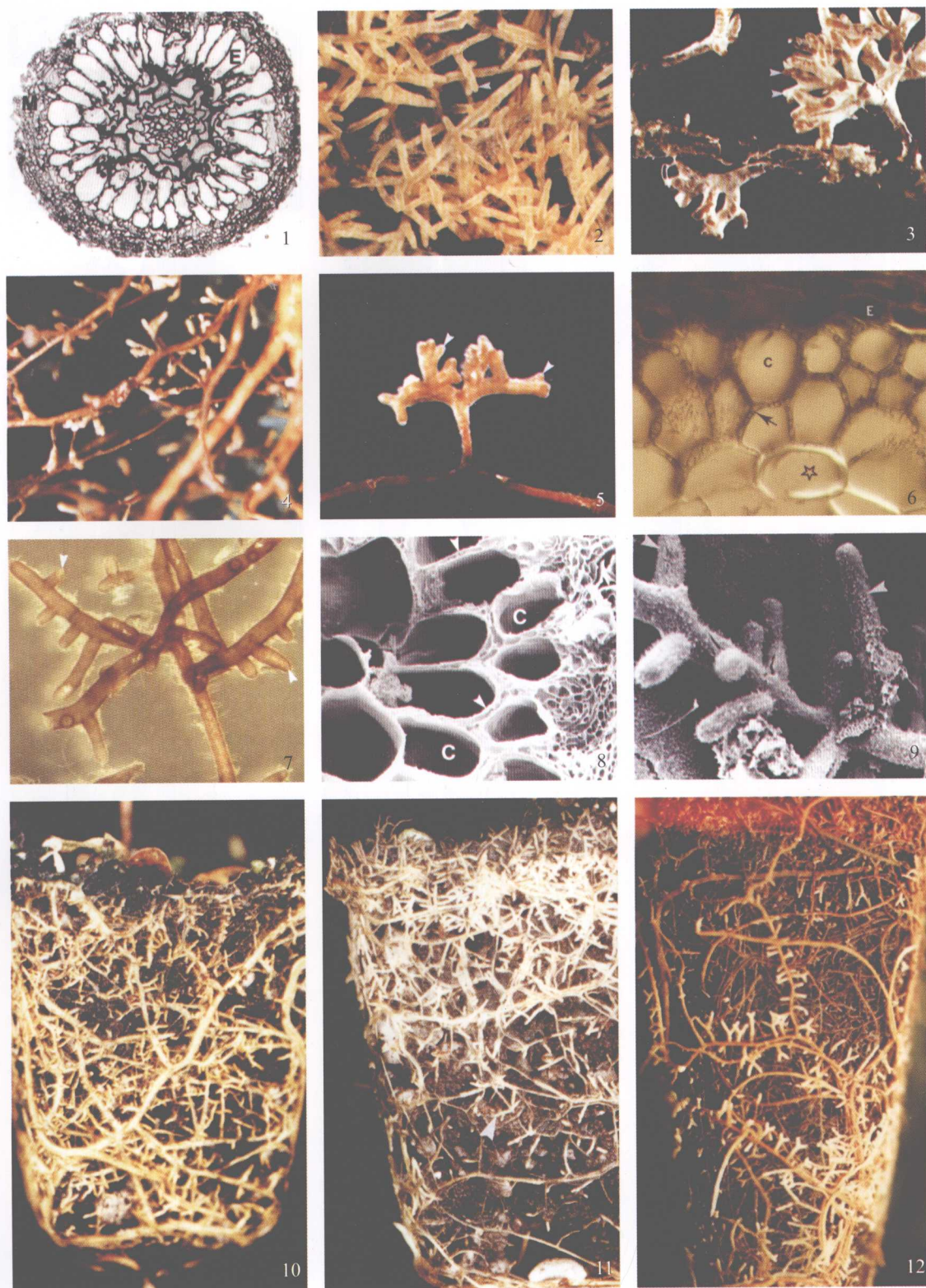
弓明钦 仲崇禄 陈 羽 王凤珍 编著

广东省出版集團
广东科技出版社
· 广 州 ·



图版1 我国部分常见的外生菌根真菌

1.硬皮马勃; 2.彩色豆马勃; 3.红黄鹅膏菌; 4.哈蟆菌; 5.凹陷块菌; 6.中国块菌; 7.多汁乳菇; 8.红菇; 9.松乳菇; 10.小美牛肝菌; 11.美味牛肝菌; 12.金牛肝菌; 13.美柄牛肝菌; 14.远东疣柄牛肝菌; 15.松口蘑; 16.小鸡油菌; 17.须腹菌; 18.干巴菌[图1、5、6、7、9、10、12、13、14、16引自王向华(2004); 图2、3、4、11引自Mark(1998)]



图版2 菌根的形态及其结构

1.菌根的横切面*；2.蜡蘑属真菌形成的菌根；3.鹅膏菌形成的菌根；4.松茸菌形成的菌根**；5.松树上的菌根；6.菌根切片（示细胞间形成的哈蒂氏网）；7.桉树上形成的菌根；8.菌根横切面的扫描照片；9.菌根的扫描照片；10.阔叶树上形成的菌根；11.阔叶树上形成的菌根；12.松树上形成的菌根**（注：*引自王云等，2004；**为作者自拍，其余引自Mark，1998）



图版3 菌根食用菌的分离与培养

1.分离设备*; 2.菌种分离*; 3.菌剂接种; 4.培养菌种*; 5.摇床发酵; 6.液体菌剂; 7.固体菌剂; 8.规模化发酵生产; 9.片剂*; 10.菌丸菌剂*; 11.固体菌剂; 12.菌丸菌剂; 13.固体菌剂; 14.固体菌剂 (凡是带*号者, 均引自 Mark, 1998)



图版4 菌根菌的接种方法

1.容器接种*; 2.组培苗接种*; 3.实生苗容器接种*; 4.孢子接种*; 5.苗圃接种; 6.浆根接种; 7.菌丸接种*; 8.容器接种苗*; 9.接种苗的保护装置; 10.机械化幼苗接种*; 11.批量生产菌根化苗*; 12.幼苗注射接种; 13.田间接种; 14.菌根化幼苗; 15.菌根化幼苗试验 (有*者引自Mark, 1998)



图版5 块菌的半人工栽培

1.块菌的菌根化幼苗；2.块菌的造林地；3.块菌幼林；4.块菌林；5.林地中的灌溉设施；6.天然林地中的印度块菌；7.菌根化幼苗；8.幼苗管理；9.澳大利亚人工栽培的黑孢块菌子实体；10.块菌菌根；11.利用经训练的猪来寻找块菌(引自澳大利亚块菌栽培者协会网)；12.人工栽培的台湾块菌*；13.人工栽培的黑孢块菌；14.驯化犬只为人们寻找块菌带来方便(带*的图片来源于台湾《中国时报》，图2来自于网络)



图版6 几种菌根食用菌的菌根合成

1.地下菌的菌根合成*；2.漆蜡蘑的菌根合成；3.光黑腹菌的菌根合成；4.蜡蘑的菌根合成*；5.西澳黏滑菇的菌根合成*；6.黏滑菇的菌根合成；7.硬皮马勃的菌根合成；8.蜡蘑的菌根合成*；9.光黑腹菌的菌根合成（带*者引自Mark，1988）



图版7 菌根食用菌的保护与人工促繁

1.松茸生长林；2.保护告示；3.林地增温；4.林地巡视；5.林地看护；6.人工“菌塘”；7.松茸生态照；8.林间小气候观测；9~11.保护松茸；12.孢子散布；13.林地接种；14.林地观察；15.林地观察



图版8 菌根食用菌的加工及其产品

- 1.切片松茸；2.调味松茸；3.松茸茶；4.鲜松茸；5.松茸加工*；6.切片松茸；7.鸡油菌；8.切片硬皮马勃；
9.品尝澳大利亚生产的块菌酒；10.出口松茸；11.示范松茸加工；12.块菌干片；13.用松茸制作的菜式；
14.牛肝菌分拣；15.印度块菌(带*者为企业宣传资料)

内 容 简 介

本书在菌根学和食用菌学的基础上，系统地介绍了菌根型食用菌的经济价值及其发展意义，主要菌根食用菌种类、共生特性、生长发育规律、培养方法及技术，以及半人工栽培及促繁技术等。全书对几种重要菌根食用菌的半人工栽培或菌根合成进行了比较详尽的论述，并就菌根食用菌的林间栽培管理技术、对子实体的合理采摘、产品等级的划分以及包装、贮运等作了简要介绍；此外，还就菌根食用菌如何与森林发展相结合等问题进行了有关探讨；并将相关的资料作为附录附在其后，供读者参考。

全书共分为10章，第一章至第五章为菌根型食用菌的基础知识及其资源、生物学特性、分离及培养方法以及相关的理论及原理等，第六章至第九章介绍了几种主要菌根食用菌的发展、半人工栽培技术以及林地管理技术等；第十章介绍了菌根型食用菌的可持续利用与发展。全书就近年来国际菌根型食用菌研究与发展、经验及教训以及国内有关的研发情况等作了介绍，对菌根型食用菌与腐生型食用菌的根本区别作了叙述，还对近年来国外发展菌根型食用菌的趋势等情况作了综述，并对我国应对的措施提出了建议。

本书利用大量图片并与相关的文字资料相结合，为的是让人们更清晰地了解菌根型食用菌与一般腐生食用菌的生物学特性，营养方式及其栽培发展途径之间的区别之所在。其内容既考虑到科学研究人员的需要，又照顾到初学者们的要求，可供有关大专院校师生，农、林科技人员，菌根、菌根食用菌研究工作者及爱好者，食用菌经营管理及其相关企业人员，专业技术人员等参考。

主要作者简介

弓明钦，1939年出生于四川省彭县（今彭州市），1963年毕业于北京农业大学（今中国农业大学）植物保护系植物病理专业，现为中国林业科学研究院热带林业研究所研究员。先后从事热带森林病害、林木高等真菌以及菌根、菌根食用菌等方面的研究。先后承担并主持了中国同澳大利亚合作的历时11年的ACIAR 8736、9044和9425三个合作项目、两项国家自然科学基金项目；参与完成国家“七五”、“八五”科技攻关的有关重点项目；中国同加拿大IDRC合作的藤类研究；国家“十五”计划中的柚木菌根研究，以及林业部重点“尖峰岭热带林生态系统研究”等项目中的大型真菌及菌根研究内容；承担并主持了林业部（今国家林业局）的松茸（全国招标）重点项目、广东省自然科学基金项目、广东省科技厅重点项目以及广东省林业局重点项目等多项研究。在校树菌根、菌根食用菌研究以及菌根技术应用等方面取得显著成绩，在课题组及同行们的支持与协助下，先后在国内外发表有关论文70余篇，出版专著2部、论文集1部，合作出版其他专著或论文集3部；先后获得国家科技进步一等奖2项、二等奖1项，林业部科技进步一等奖2项、二等奖1项，广东省科技进步三等奖1项，联合国科技发明创新之星奖1项等；有3篇论文获得省级奖励；此外，还有3项已经正式鉴定的研究成果待报。近年来，在菌根食用菌松茸、块菌、硬皮马勃、光黑腹菌、西澳黏滑菇等方面的研究，已经取得明显的进展。

序

弓明欽研究員長期致力於熱帶林木病害防治和造林工作。七十年代後期專攻菌根學研究，對內外生菌根的工作多有論著。植物與真菌的協同共生現象歷史長久，早在泥盆紀初期生長的高達卅餘米的線絲木 *Nemaphyton loganii* Daws 其莖干中佈滿了菌絲，而現在的真菌則只限在根部，這種古代的菌木共生的菌木早已絕迹，但菌根現象

目前仍極普遍。明欽及其學生同行到我國菌根學的研究貢獻近廿餘年來成績是可圈可點令人欣羨。他是較早的把菌塘的方法 (Shiro) 在國內大面積推廣，對促進林木生長及食用菌增產收到良好效果。多年來他與 Dr. James Trappe · Dr. M. Malajczuk 等進行的合作到我國菌根學人才的培養，對菌根接種造林和野生食用菌的半人工培養增產，對理論技術推廣和農民經濟收益可謂其功難涯，譽滿聲滿耳。

得知明欽和其同行所撰《菌根型食用菌及半人工栽培》一書即將付印，并勸我寫序，愈多年來合作共事，坐光下榻，系缺毋毋，留借趨企，樂為之序

二〇〇七年五月 臧穆 昆明記



前 言

随着科学的发展和社会的不断进步,现有的食物种类及其结构已经远远不能满足人类的需求,人类迫切希望寻找新的食物种类及其来源,以满足人们日益增长的物质需求。具有美味可口、营养丰富、天然、无污染的食用菌就成为人们的首选。由此,一个新兴的、以栽培食用菌为主的产业也就呱呱落地,应运而生了。然而,时隔不久之后人们又发现,许多味道鲜美、营养丰富、价值昂贵的食用菌品种却无法进行人工栽培,任凭人们绞尽脑汁,花费巨资,采取多种措施,经过长时间,甚至几代人的连续奋斗,也都无济于事,至今仍然要依靠天然资源来满足人们的需求。

从20世纪的60年代开始,法国和意大利的科学家们经过多年的艰苦努力,终于摸索出一套行之有效的方法,首次“栽培”出被欧洲人誉为“黑色钻石”的黑孢块菌,并迅速将此技术直接投入产业化的生产运作之中,产生了巨大的经济效益,投资商们也因此获得了巨额的经济回报。黑孢块菌在欧洲被称之为是具有“男人之精华”的食用菌,价值极高,无法进行人工栽培,还难于大量采集。因此,黑孢块菌的“栽培”成功,不仅轰动了整个世界,也极大地鼓舞了许多从事食用菌研发的科学家和企业家人。

在此之前,专门从事真菌与植物之间相互关系研究的菌根学,也取得了一系列的实质性进展,许多人们无法栽培的食用菌被确定是需要与树木密切共生的菌根菌。菌根菌与树木根系之间需进行营养物质的交换,是一类专营共生生活的真菌。而黑孢块菌正是这种需要与欧洲的橡树等树种共生,并与之形成菌根的菌根型食用菌。既然黑孢块菌可以采取特殊的方法“栽培”出来,那么其他类似的菌根食用菌是否也可以“如法炮制”呢?从此,人们似乎“悟”出了一些道理来,一个个类似的菌根型食用菌被纳入“栽培”研究的内容之中,一场新的、以菌根型食用菌“栽培”为主要对象的攻坚战终于开始了。

时隔30年之后,1998年在瑞典召开了“国际菌根研讨会”。与此同时,世界上“第一届菌根食用菌的国际研讨会”也在同一地点举办,当时它仅是依附于“国际菌根研讨会”的部分研讨内容。时过2年之后的2001年,“第二届国际菌根食用菌研讨会”在新西兰成功举办;2003年“第三届菌根食用菌国际研讨会”在加拿大顺利召开;2005年在西班牙召开了第四届研讨会,这次会议确定了“菌根食用菌国际研讨会”与“国际菌根研讨会”脱钩,正式成为世界上菌根食用菌专业性的国际研讨会。也正是在这次研讨会上,新西兰籍华人王云博士代表中国土畜进出口商会食用菌分会,在会上进行力争,经过多方努力,会议决定将原定2007年在日本举办的“第五届国际菌根食用菌研讨会”,改成由中国云南省楚雄彝族自治州来承办,这是值得我国同行们骄傲的大事,也是我们云南省各族人民的骄傲。因为,办好这次研讨会,不仅显示我国丰富的菌根食用菌资源,更是我们向国外同行学习的好机会,必将促进我国菌根食用菌的研究与发展迈进一个新的阶段。本书的出版发行,也就是作者对即将举办的这次会议的“献礼”。

“国际菌根食用菌研讨会”是一个专门讨论菌根型食用菌,如黑孢块菌、松茸、牛肝菌、鸡油菌、红菇等菌根食用菌的专业性学术会议,研讨的内容包括菌根型食用菌的分类、生态、生理、分离培养、保护与利用以及分子生物学等多方面的内容。近十多年来,

菌根食用菌的研究与发展已经引起了国际上的高度重视,有关研讨会议也终于纳入国际交流活动内容之中,而且每次会议的间隔时间仅2年,这对菌根食用菌研究与发展起到了极大的推动作用。近些年来,国际上对菌根型食用菌的研究与发展正如火如荼,成为众多科学家“攻坚”的热门课题;一些过去无法人工栽培的美味菌根食用菌也陆续被“栽培”出来,有的已成为食用菌栽培业中的新成员,甚至形成一种新兴的食用菌“另类”栽培产业。

菌根型食用菌的栽培与传统的腐生型食用菌栽培,其“栽培”的含义完全不同。事实上,迄今为止,世界上还没有一种菌根食用菌能够用传统栽培腐生食用菌的纯人工方法将它们栽培出来。而菌根型食用菌的“栽培”,只能是建立在森林生态发展的基础上,利用菌根学的理论、方法和技术,结合森林的营造而完成的“模拟栽培”,这种方法无需专门的培养料及培养场地,直接在森林中进行生产,不仅保持了食用菌原有风味,而且不会造成各种环境破坏或污染,因此,投入小,回报大。但是,这种栽培方法并不像栽培腐生食用菌那样能在短期内立竿见影,它必须经过一段较长的时间,一般随不同的菌种而定,如上述的黑孢块菌就需要4~5年的时间才能完成,而松茸则需要至少6~7年的时间。尽管如此,一旦这些食用菌被“栽培”成功,就可年年收获,一直收获数年甚至数十年,而无需更多其他的投入。

正因为如此,有的人已经看到了它广阔的发展前景,在当今全球都在重视生态环境保护,重视森林发展的今天,不少科学家、企业家纷纷加入到这一新的产业之中。一片片以发展菌根食用菌为主的森林正在悄然地兴起;一个个“菌根食用菌林”的新林种也就应运而生了;在欧洲、大洋洲、美洲及亚洲的一些国家和地区,人工营造的“菌根食用菌林”,已经或正在取得极其显著的效果和经济效益。随着人们对发展菌根食用菌认识的不断深入和更新,也许,在不久的将来,一种新兴的、不曾令人起眼的菌根食用菌“栽培”产业,将会更加兴旺发达,直至令人刮目相看。

在我国,菌根食用菌的研究和发展事业才刚刚起步,有许多方面的工作尚待开展,目前,国内已知的以菌根食用菌发展为目标的企业也仅有几家,而且,非常令人遗憾的是,目前国内仅有的少数这几家菌根食用菌发展企业,几乎都是外资企业,真正属于内资的企业则微乎其微。这种现象说明,在国内,不少人还没有认识到发展菌根食用菌的重要性,没有看到发展菌根食用菌将为人类提供更多更好的新型食品,将对社会经济的发展带来新的效益和商机。

其实,在我国发展菌根食用菌的“栽培”是大有作为的。首先,我国的菌根食用菌资源十分丰富;其次,我国可以作为菌根食用菌“栽培”的适生地点颇多,幅员十分辽阔;第三,目前国家正在实施“天然林保护工程”、“退耕还林(草)工程”、“长江中上游水土保持工程”等等以发展西部贫困地区生态为主的国家重大建设项目。若将菌根食用菌的发展与这些项目密切配合,不仅这些项目能够取得更大程度上的实效,菌根食用菌也可得到有效的持续发展;不仅生态环境可得到进一步的保护与发展,周围的群众还将得到更大程度的经济实惠,农民脱贫致富可长期得以解决;而西部地区脆弱的生态环境也将进一步得到改善。因此,我们的菌根工作者、林业工作者以及食用菌工作者们应当携起手来,为尽快发展我国自己的菌根食用菌“栽培”事业而紧密合作,联合攻关,为我国的菌根食用菌“栽培”事业的发展作出应有的贡献。

据载,在国内已知的567种可食菌类资源中,属于营共生生活的菌根型食用菌约352种,

占已知可食真菌资源的53.6%以上(卯晓岚, 1988)。目前已知世界上价格最高、营养最丰富的美味食用菌, 几乎都属共生的菌根菌, 如黑孢块菌(*Tuber melanosporum* Vitt.)、松茸[*Tricholoma matsutake* (Ito ex Imai) Sing.]、鸡油菌(*Cantharellus cibarius* Fr.)、美味牛肝菌(*Boletus edulis* Bull.: Fr.)等, 除了正种的黑孢块菌在我国尚未发现分布外, 其他大多数种类均有分布。因此, 在我国发展菌根食用菌的“栽培”事业, 其条件得天独厚, 是其他许多地方无法比拟的。

据外贸部门统计, 1996年我国出口的各种菌类产品共计达303 699.54 t, 总计换汇达48 920万美元, 其中, 属于菌根食用菌的松茸, 其鲜品出口量仅6 116.25 t, 而换汇额却达8 222万美元(葛双林, 1997), 也就是说, 当年松茸的出口量仅占食用菌出口总量的2.014%, 而换汇却占总额的16.807%。据日本海关的统计资料, 从1991至2001年的11年中, 中国出口到日本的鲜松茸总量为12 902.871 t, 仅松茸一项换汇已达6亿~8亿美元。据不完全统计, 尽管菌根食用菌在世界食用菌市场的年交易量中仅占23%, 然而, 在年成交额中菌根型食用菌则约占60%, 可见菌根型食用菌的价值之所在。

近年来, 世界上菌根食用菌的“栽培”研究不断取得新成果。黑孢块菌除了在欧洲取得“栽培”成功之外, 美洲、大洋洲、亚洲也先后获得成功; 台湾块菌(*Tuber formosanum* Hu)、白块菌(*Tuber magnatum* Pora)、夏块菌(*Tuber aestivum* Vitt.)、勃朗第块菌(*Tuber uncinatum* Chatin)等, 也相继“栽培”成功, 有的已获得了巨大的经济利润。尽管松茸[*Tricholoma matsutake* (Ito ex Imai) Sing.]的“栽培”目前还没有大面积成功的先例, 但许多与之相近的方法却为它们的增产增收指明了方向; 产于北美洲的白松茸(*Tricholoma magnivelare*)近几年的产销量正节节攀升, 最多时在国际市场的年销售量达821 t, 占当年国际松茸交易量的27.97%, 已对亚洲地区的松茸产品出口构成了严重的威胁。此外, 对其他的鸡油菌(*Cantharellusw cibarius* Fr.)、松乳菇[*Lactarius deliciosus* (L.) Fr.]、松露菌(*Rhizopogon rubecens*)等食用菌, 也都有宣称“栽培”成功的例子, 但是, 能够形成规模化生产和经营的例子, 则不多见。近年来, 还有其他的漆蜡蘑[*Laccaria laccata* (Scop.: Fr.) Berk. et Br.]、西澳黏滑菇(*Hebeloma westraliense* Bougher, T. & M.)、多根硬皮马勃(*Scleroderma polyrhizum* Pers.)、光黑腹菌[*Alpova piceus* (Berk. et Curt.) Trappe]等食用菌, 也都在有关的树苗根系上完成了“菌根合成”, 有的已在多个国家和地区成功地长出了子实体来。尽管这些食用菌还未能林地中大量“栽培”与繁殖, 但已为进一步的林地栽培提供了成功的经验与实践的可能性。

在国内的有关文献资料及报刊中, 不少科学家、企业家、知名人士也一直在呼吁要保护和发展菌根食用菌, 为松茸、块菌之类的珍稀菌根食用菌品种大量被挖掘而痛心, 为市场上可供应的数量不断减少而感慨, 为相应的森林遭到破坏而惊叹。然而, 真正需要人们大力支持的时候, 却总是“呼之者众, 和之者寡”, 愿意对有关研发进行积极投入者更是寥寥无几。但愿这种现象会在今后社会的发展中成为历史, 让我国的菌根食用菌事业得到更大程度上的发展和创新。

近年来, 在我们与众多山区群众及一些基层技术人员的交往中发现, 尽管人们对菌根食用菌的发展抱有十分浓厚的兴趣, 但是, 有比较多的人对菌根型食用菌了解甚少。不少人仍然采用栽培腐生型食用菌的整套技术及方法来研究菌根型食用菌; 在已有的食用菌文献中, 尽管涉及菌根食用菌的研究资料也不少, 但几乎都忽视了它们同树木之间, 有着十分紧密的共生关系这个关键性问题。这些研究要不就是毫无结果, 要不就是白费力气, 成

功的希望十分渺茫。面对我国的现实情况,人们迫切希望能有一本专门介绍菌根食用菌研究与发展的书籍。

在不少老科学家、菌根研究同行以及食用菌爱好者的鼓励之下,我们利用近十多年来,在对松茸、块菌、光黑腹菌、蜡蘑、西澳黏滑菇以及众多菌根菌等开展的有关系列研究的基础上,加上我们先后在广东、海南、云南、四川、贵州、吉林、广西、福建等地开展的调查,以及有关试验研究实践,终于鼓起勇气写出这本书;而对于长期从事林业菌根研究的工作者来说,将菌根技术推广应用于菌根食用菌的研发工作中,这也是责无旁贷的。本书利用我们近十多年的一些研究结果,参考了部分国内外有关资料,结合国内的一些实际情况编写而成,其目的是为了进一步宣传、普及和发展我国的菌根食用菌事业。如果这本书能够对广大读者及食用菌爱好者、开发者有所启迪或帮助,对我国今后菌根食用菌的发展有所帮助的话,也就达到了其出版的目的。

本书在编写及其有关研究工作过程中,曾得到了许多专家、学者的大力支持、鼓励和帮助:中国科学院昆明植物研究所研究员臧穆先生,山西大学教授刘波先生,台湾大学教授胡弘道博士,台湾嘉义农学院教授李明仁博士、美国著名真菌及菌根学家、俄勒冈州大学教授J. M. Trappe博士,澳大利亚Murdoch大学B. Dell博士, N. Malajczuk博士,澳大利亚CSIRO的N. Bougher博士,越南林业大学教授Tran Van Mao博士,新西兰作物与食品研究所王云博士,美国加利福尼亚大学顾问教授湛谟美女士,黑龙江省林副特产研究所研究员张虎先生,台湾大学张耀聪先生,以及云南昆明植物研究所杨祝良博士、纪大千先生、于富强先生等,都给予我们极大的鼓励和支持,同时还惠赠有关方面的宝贵资料、图片或有关方面的信息;臧穆先生审阅了书稿,对本书的修改提出了许多宝贵意见,还特别为本书热情作序。在此,对众多的学者、专家、同行人士的大力支持,表示最深切的谢意。

同时,还要感谢科技部农业科技成果转化资金项目“菌根菌在植被恢复和森林可持续经营中应用”,科技部国家科技基础条件平台项目“林业微生物资源标准化整理、整合及共享试点”,国家林业局科技成果推广项目“松茸人工促繁技术”和广东省自然科学基金项目“红菇的发生规律及菌剂开发研究”等对本书出版的大力支持,没有这些支持,本书是无法出版的。

鉴于菌根型食用菌栽培还是一个新兴的事业,许多方面还是未知数,将我们现有的、已知的材料归纳并组织起来成为本书,想必对我国今后菌根食用菌事业的发展有所帮助,但由于许多方面还是在探讨或摸索过程之中,其内容可能还无法满足各方的需求,因此,我们出版本书的目的也就在于“抛砖引玉”了。由于时间仓促,收集的资料尚不够广泛和全面,了解的有关情况也不够深入,而我们自己又因水平不高,知识有限,书中的缺点和错误可能不少,我们诚恳地欢迎广大读者或同行不吝笔墨,多多赐教,给予批评指正。

编著者

2006年12月30日于羊城

目 录

第一章 菌根食用菌的经济意义及其重要性	(1)
第一节 菌根食用菌的含义及其重要性	(1)
第二节 菌根食用菌的经济价值	(3)
第三节 菌根食用菌的营养价值	(5)
第四节 菌根食用菌的药用价值	(8)
第五节 菌根食用菌对森林发展的有益作用	(11)
第六节 市场呼唤菌根食用菌的发展	(14)
第二章 菌根食用菌资源及其分布	(19)
第一节 我国主要的菌根食用菌资源	(19)
第二节 菌根食用菌的地理分布	(21)
第三节 我国主要菌根食用菌种类	(25)
第四节 我国主要菌根食用菌的利用概况	(34)
第三章 菌根食用菌的营养与生理	(36)
第一节 菌根食用菌与树木的共生现象	(36)
第二节 菌根食用菌对碳源和氮源的利用	(38)
第三节 菌根食用菌的矿质营养	(40)
第四节 菌根食用菌对其他生长物质的利用	(41)
第五节 影响菌根食用菌生长的主要因素	(42)
第四章 菌根食用菌分离培养和接种技术	(47)
第一节 菌根食用菌的分离	(47)
第二节 菌根食用菌的培养	(50)
第三节 菌根食用菌的扩大繁殖	(55)
第四节 菌根食用菌接种体的剂型	(59)
第五节 菌根化苗木的接种方法与技术	(61)
第六节 菌根化苗木的检测方法与技术	(64)
第七节 影响苗木菌根化的主要因素	(66)
第五章 菌根食用菌半人工模拟栽培	(69)
第一节 半人工模拟栽培的概念	(69)
第二节 半人工模拟栽培的基本原理	(70)
第三节 “菌种交替”现象及菌根的“持续性”	(71)
第四节 关于“伴生”现象	(74)
第五节 半人工模拟栽培的模式	(75)
第六节 半人工模拟栽培的检验	(77)
第七节 关于菌根食用菌的人工栽培	(78)
第六章 黑孢块菌的半人工模拟栽培	(79)