

文章编号: 1001-1498(2001) 02-0209-06

我国南方食用菌原料林培育研究进展

李建民¹, 周志春²

(1. 福建省林业厅, 福建 福州 350003;

2. 中国林业科学研究院 亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400)

摘要: 香菇等食用菌在我国具有近千年的栽培历史, 是山区经济发展的重要产业。食用菌原料林的培育对于以阔叶树为原料的食用菌产业持续发展意义重大。本文重点对食用菌原料林树种的优选、人促更新定向培育、主要原料林树种的丰产栽培以及其采种基地建设等进行述评。根据食用菌原料林培育研究现状和存在问题, 提出进一步发展的技术对策和今后的研究重点, 包括主要原料林树种的良种选育和扩繁技术、育苗技术、松杉林冠下造林技术和多种食用菌原料林树种混植技术、二代食用菌原料林的萌芽更新技术等。

关键词: 食用菌原料林; 树种优选; 培育技术; 经营模式

中图分类号: S727.3

文献标识码: A

以香菇[*Lentinus edodes* (Berk.) Sing] 为主的食用菌在我国具有悠久的栽培历史, 可追溯至公元 1000~1100 年, 甚至更早。据考证, 浙江的龙泉、庆元和景宁乃是香菇人工栽培的起源地。长期以来, 我国南方山区充分利用得天独厚的自然条件和丰富的森林资源, 大力发展香菇、木耳(*Auricularia* spp.) 和灵芝(*Ganoderma* spp.) 等食用菌生产, 使我国成为世界食用菌栽培的中心和栽培技术革新的前沿。1980 年后因福建省古田县采用木屑栽培香菇成功并推广, 使我国成为香菇生产第一大国, 在产量上超过日本。90 年代以来花菇栽培模式形成与推广, 使我国香菇在品质上超过了日本。食用菌产业已成为许多老区贫困地区农村的主导产业, 成为山区农民脱贫致富奔小康的短、平、快项目, 它与山区人民的生活息息相关。

然而, 随着香菇等以阔叶树为培植原料的食用菌之迅猛发展, 天然阔叶林资源以惊人的速度减少, 不仅影响食用菌产业的可持续发展, 更重要的是难以确保国土平安和生态环境安全。如福建省近年仅香菇生产年均就达 10 亿袋左右, 年均消耗阔叶材 100 万 m³。为缓解日益尖锐的“林、菌矛盾”, 各地从开源、节流两方面采取许多有效措施, 尤其在食用菌原料林(简称菌用林)基地建设方面做了大量探索性工作, 取得了许多成功经验。福建省还将菌用林基地建设列入省级财政预算, 预期通过“十五”和“十一五”两个五年计划, 在山区、贫困地区分别实施菌用林基地 I、二期工程, 投资近 4 亿元。本文就福建、浙江等我国南方几个省份菌用林培育研究进行述评, 并试提出该地区菌用林发展的技术对策和今后的重点研究领域。

收稿日期: 2000-07-04

作者简介: 李建民(1960-), 男, 浙江江山人, 高级工程师, 硕士。

1 食用菌原料林树种的优选

我国菇民很早就精于树种的识别,但何种树种适用于香菇等生产及其栽培特性从不对外泄漏。据张寿橙^[1]考证,砍花法生产香菇的常用树种有 100 余种,多属壳斗科(Fagaceae)、金缕梅科(Hamamelidaceae)和杜英科(Elaeocarpaceae),主要有覃树[*Altingia chinensis* (Champ.) Olive. ex Hance]、山杜英[*Elaeocarpus sylvetris* (Lour.) Poir]、刺栲(*Castanopsis hystrix* A. DC.)、米槠[*C. carlesii* (Hemsl.) Hayata]、罗浮栲(*C. fabri* Hance)、甜槠[*C. eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch]、锥栗[*Quercus henryi* (Skan) Rehd. et Wils.]、麻栎(*Q. acutissima* Carr.)、枫香(*Liquidambar formosana* Hance)等 16 种。菇民所选树种材质坚硬、树龄大、耐腐朽,以达到一年砍花、多年出菇之目的。另据刘治根^[2]等统计,我国食用菌段木栽培的适宜树种有 148 种以上。陈体强等^[3]列举了福建省 77 种灵芝栽培的适生树种,分属 20 科 42 属。李刚^[4]还报道了毛木耳[*Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc.] 高产速生树种的筛选结果。

近年来,短轮伐期菌用林树种的选择与研究受到了重视,如邹达明等^[5]报道了在浙江省庆元县 22 种菇木树种的对比试验结果,确定马褂木[*Liriodendron chinense* (Hemsl.) Sarg.]、南酸枣[*Choerospondias axillaris* (Roxb) Burtt et Hill] 和山杜英等可作为浙南山区的重点推广树种。林晓华等^[6]基于浙江省温州地区特有的气候条件,提出可引入黑荆(*Acacia mearnsii* De Wild.)、海南石梓(*Gmelina hainanensis* Oliv.)、构树[*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.]、米老排(*Mytilaria laosensis* H. Lec) 等外来树种作为袋栽香菇的较理想原料。张宏梓等^[7]以福建省常见的速生阔叶树种开展袋栽香菇的树种选择试验,发现檫树[*Sassafras tsumu* (Hemsl.) Hemsl.]、南酸枣、火力楠(*Michelia macclurei* Dandy)、拟赤杨[*Alniphyllum fortunei* (Hemsl.) Makino.] 栽培的香菇品质好、产量高。樟科(Lauraceae) 树种含有芳香性杀菌物质,历来为食用菌栽培所忌讳,但张宏梓等认为通过对樟科树种檫树的木屑作适当处理,则具有污染率低、香菇产量高、单菇品质优等特点^[8]。此外还有利用桉树(*Eucalyptus* spp.)、杉木[*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.]、油桐[*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy. -Shaw] 等一向视为不可能使用的树种栽培香菇,从而打破了香菇树种的禁区^[9]。短伐期菇木树种的优选与香菇砍花法树种有很大的不同,除具备速生、高产、萌芽力强、生态适应性广等特性外,所产木材还应适合培育优质、高产的食用菌。根据各地各种阔叶树人工造林的成功经验及作者所掌握材料,以福建省为例,建议马褂木、山杜英、闽粤栲[*Castanopsis fissa* (Champ. ex Benth.) Rehd. et Wils.]、米槠、细柄阿丁枫(*Altingia gracilipes* Hemsl.)、枫香、光皮桦(*Betula luminifera* Winkl.)、桤木(*Alnus cremastogyne* Burk.)、南酸枣、乳源木莲(*Manglietia yuyuanensis* Law)、火力楠、银荆(*Acacia dealbata* Link.)、任豆(*Zenia insignis* Chun)、拟赤杨等作为菌用林基地建设的优先发展树种,这些优选的菇木树种可供周边省份参考选用。

2 人工促进天然更新定向培育菌用林

人工促进天然更新定向培育菌用林是一种低投入、高产出的社会、经济和生态效益俱佳的经营模式,对于以壳斗科树种如米槠、栲树(*Castanopsis fargesii* Franch.)、闽粤栲等为主的常绿阔叶林最为有效。据彭彪^[10]报道,在福建省屏南县天然阔叶林伐后迹地上开展人工促进更新培育菌用林,立木蓄积的年生生长量达 $15.1 \text{ m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$,高于同期人工林 3 倍以上,而营林成

本则为新造林的 $1/2 \sim 1/3$, 并可提前 $10 \sim 15$ a 收获。早在 80 年代中期, 福建省顺昌县李元红先生率先提出可通过人工促进天然更新途径快速地恢复天然阔叶林资源^[11], 其后作了大量的研究调查, 总结出一套行之有效的经营方法。这一阔叶林资源培育技术已臻成熟, 在福建省的顺昌、尤溪等县和南方许多省份推广应用, 效果显著^[12-15]。人工促进天然更新技术的原理和要点是: 对于伐前林冠下有 $3\ 000$ 株 \cdot hm^{-2} 以上乔木树种且分布均匀的天然阔叶林, 皆伐或择伐后严禁炼山并封禁, $1 \sim 2$ a 即可恢复成林, 并经适当的人工促进措施如适时的透光伐和生长伐, 或伐去非目的树种等, 便可按培育目标实施定向培育。通过人工促进天然更新, 11 年生和 17 年生的人促米槠林每年立木蓄积分别高达 $16.1\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $21.0\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[15], $8 \sim 10$ 年生的人促闽粤栲林的立木蓄积更高, 每年达 $22.4\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[16]。可以认为利用壳斗科树种营建菌用林基地时不宜采用人工新造的培育方式, 而人促技术是一种更为有效的途径。对于应用人促技术培育的菌用林, 可连续多代作业。据黄清麟等^[17]报道, 二代人促闽粤栲林分的生产力虽低于一代人促林分, 但仍能保持较高的生产力。

因对森林资源的过度开发, 我国南方存在着大量的各类残次林。对于这类残次林同样可运用人促技术进行定向改造培育菌用林^[18, 19]。对有更新希望或改造前途的残次阔叶林宜采取抚育间伐、补植造林等措施, 条件不具备的可封山育林。对于松、杉残次林, 若林下具有丰富的菌用树种, 可创造各异的人工林窗, 促进林下目的树种的生长; 若林下菌用树种缺乏, 可通过调整林分密度, 依据物种生长对策和生态位适当分离原则引入优良菌用树种。在杉木林冠下营造细柄阿丁枫^[20]、马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 林下种植山杜英^[21]和闽粤栲^[22]等效果良好, 可达到培育菌用林和提高森林生态功能双重目的。

3 食用菌原料林的丰产栽培

由于逐渐认识到阔叶树资源培育的重要性, 近 10 a 来南方诸省在乡土阔叶树种质资源发掘、基本生物学特性研究、育苗和基地造林等方面做了大量工作。但从总体上说, 阔叶树研究工作还相当薄弱, 阔叶树利用和研究方向不明确, 资源分散, 采种困难, 育苗人工造林技术不系统、不成熟, 人工造林不成规模。

与针叶树种造林不同的是, 多数阔叶树种对立地要求甚严, 难以形成纯林的规模经营。在上述建议发展的树种中, 马褂木、光皮桦、桤木等在肥水较好的立地上可以纯林经营。据汤兆成等^[23]报道, 粗放经营的密植型 3 年生马褂木菌用林, 鲜枝干产量达 $23.22\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$, 可生产袋栽鲜香菇 $39.705\ \text{t}$ 。吴运辉等^[24]设计了 $1.5\ \text{m} \times 1.5\ \text{m}$ 、 $2.0\ \text{m} \times 2.0\ \text{m}$ 和 $2.5\ \text{m} \times 2.5\ \text{m}$ 3 种初植密度, 15 年生时马褂木人工林立木蓄积量高达 $111.1 \sim 124.2\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。另据李建民等^[25]报道, 在较好立地上马褂木山地纯林经营非常成功, 8 年生时 $1\ 650$ 株 \cdot hm^{-2} 和 $2\ 400$ 株 \cdot hm^{-2} 2 种保存密度的立木蓄积分别为 $119.4\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $143.4\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$, 在较差立地上也能达到 $54.9\ \text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ 。光皮桦是新近发掘的优良乡土树种, 适应性很强, 从现有栽培结果来看, 光皮桦也可以纯林经营, 5 年生的林分平均树高和胸径分别达到 $5.5\ \text{m}$ 和 $4.3\ \text{cm}$ 。四川桤木在水湿条件较好的地方纯林经营也具有良好效果^[26]。

针对短伐期菌用林的培育目标, 纯林经营时可适当密植。邹达明等认为银荆、南酸枣的栽植密度以 $4\ 000 \sim 6\ 000$ 株 \cdot hm^{-2} 为宜, 山杜英、马褂木以 $6\ 000 \sim 9\ 000$ 株 \cdot hm^{-2} 为宜, 造林后 $5 \sim 6$ a 采伐, 生物产量在 $100\ \text{t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上^[5]。然而若段木制菇, 应降低初植密度, 以大、中径材

为培育目标。

已有造林试验证实,许多菌用树种尤其是常绿阔叶树种在纯林经营下生长较缓^[27],而与松、杉等混交生长良好^[28-30],可通过针阔混交达到培育菌、材兼用林之目的。根据天然阔叶林种间关系的研究,有理由认为选择适合的多种菌用树种进行混植可以达到速生高产之目的,然而有关多树种混植技术及其丰产机理的研究还几乎是空白^[32]。

田头地角、房前屋后等四旁零星散种菌用树木是一个非常好的菌用材培育模式,易为广大菇农接受。在浙江庆元和福建寿宁等地这一模式经营得很成功,值得各地借鉴。

4 菌用林采种基地建设

近 30 a 来我国林木良种工作取得重大进展,诸如杉木、马尾松等用材林基地建设已实现初级良种化,然而对一些优良乡土阔叶树种的种苗基地建设工作有所忽略。多年来“砍阔栽针”的结果使得优良阔叶树的采种林分稀少难觅,不少阔叶树种零星散生于深山之中,采种极为困难。马褂木、光皮桦、乳源木莲、任豆等树种虽已建立了一定面积的母树林和采种林分,但每年供种量有限。发展菌用林基地,种苗是关键。对一些重要菌用林树种,可首先开展种质资源的调查和研究,选择保存完好的天然阔叶林作为固定采种基地,或施以一定强度的经营,如伐除非目的树种和劣等母树,促进开花结实以作为母树林经营。其次可将一些树种的人工林直接改建成母树林,福建省的一些县(市)在这方面做得较好。一些菌用林树种如马褂木、桫木、光皮桦、南酸枣等已开始了零星的良种选育工作,对于菌用林的优质高产和持续经营具有重要意义。但多数菌用林树种的良种工作还未引起足够的重视和提到议事日程上来。

5 菌用林发展的技术对策和研究重点

食用菌原料林如同纸浆林一样是一种非常集约经营的工业原料林,需要有效的科技支撑。菌用林主要以高生物产量为培育目标,以选择优良的菌用林树种、采用相应的培育模式及施以集约的经营措施作为达到这一目标的主要技术手段和对策。

对于上述建议优先发展的菌用树种,可根据各树种的基本生物学和造林学特性,遵循因地制宜、适地适树的原则,采用不同的培育模式达到菌用林的优质高产。优先推广应用天然阔叶林的人工促进天然更新和天然阔叶残次林的定向改造培育菌用林的经营模式;在食用菌产区选择交通方便的 I、II 类立地,利用优选树种发展菌用、材用专用林,并根据菌用林一般 5~8 a 即可主伐利用的特点,加大造林的初植密度,提高单位面积的产量。在一些地方还可考虑推广菌用树种的零星散种及通过针阔混交发展兼用林这两种经营模式。推广应用已有研究成果时,从各地的实际情况出发,以乡镇或县市为单元,建立不同树种组成、不同混交形式、不同更新类型和不同采伐利用方式的菌用林示范园区,并及时总结经验,通过办培训班,开现场会等多种形式,推广优选树种和优选模式。

自 80 年代后期以来,国家林业局、福建和浙江等省先后将食用菌原料林培育技术列为重点或重大研究课题,现在都取得了一些阶段性成果。然而这些研究仅是一个好的开端,尚有许多研究领域还未涉及。根据菌用林发展方向和存在的主要技术问题,今后可有侧重地开展以下研究。

5.1 主要菌用树种的良种选育和扩繁技术研究

选择马褂木、光皮桦、枫香、山杜英、闽粤栲、南酸枣等重点树种,首先进行优良种质资源的调查研究,建立采种林分 and 母树林。其次开展地理种源试验,通过优树选择建立种子生产群体,并加强这些树种的无性扩繁技术研究。

5.2 菌用林的育苗技术研究

许多菌用树种缺乏开花结实和育苗技术的系统研究,影响优质种苗的大量供给。应首先开展生殖生物学的研究,包括开花结实规律、影响种子产量和品质的主要限制因子、种子贮藏和发芽等。因多数阔叶树种实生苗的根系不发达,应加强育苗、菌根应用技术、造林前苗木处理技术等研究,以提高造林成活率和林木的早期生长量。

5.3 林冠下造林技术和多种菌用树种混植技术研究

虽然已有一些研究报道,但林冠下造林技术远未成熟。马尾松天然次生林和退化杉木人工林是我国亚热带地区最大的退化森林生态系统,可将菌用林培育与退化生态系统恢复有机地结合起来,加强松杉林冠下造林技术的系列研究,包括菌用树种选择、配置和造林技术,以及退化林分的密度调整技术等。前面已提到多种菌用树种混植的问题,该领域较少有人涉及。今后应布设这方面的试验林并跟踪调查,研究树种间的相互关系及对菌用林生产力的影响。

5.4 二代菌用林萌芽更新技术的研究

低投入、高产出是菌用林经营的原则,要求新造的菌用林能多代经营。二代菌用林萌芽更新技术是一个较薄弱的研究领域,应从采伐季节、采伐强度、伐根高度、萌芽条去留、以及抚育管理等角度加强二代萌芽林更新与持续高产关系的研究。

参考文献:

- [1] 张寿橙. 中国香菇砍花栽培[J]. 中国食用菌, 1994, 12(4): 9~11.
- [2] 刘治根, 林芳灿. 我国食用菌段木栽培的适宜树种及其分布[J]. 华中农业大学学报, 1986, 5(3): 241~251.
- [3] 陈体强, 李开本, 郑宇, 等. 灵芝适生树种[J]. 福建林业科技, 1995, 22(1): 62~63.
- [4] 李刚. 毛木耳高产速生树种的筛选与营造试验[J]. 食用菌, 1996, 18(3): 24.
- [5] 邹达明, 朱光权, 朱建国, 等. 短轮伐期菇木林人工培育技术研究[J]. 浙江林业科技, 1999, 19(6): 1~10.
- [6] 林晓华, 周钦泽. 速生树种木屑栽培香菇试验初报[J]. 食用菌, 1993, 15(1): 13~14.
- [7] 张宏梓, 李振问, 罗雪妹. 阔叶树人工树种栽培香菇的优化选择[J]. 林业科技开发, 1995, (4): 48~49.
- [8] 张宏梓, 阮传成, 吴耀溪. 橡树木屑栽培香菇试验[J]. 福建林业科技, 1996, 23(3): 57~60.
- [9] 张寿橙. 杉木及非常规菇材栽培香菇[J]. 中国食用菌, 1993, 11(4): 38~39.
- [10] 彭彪. 阔叶林伐后人工促进更新培育食用菌专用林[J]. 世界林业研究, 1997, (专集): 223~229.
- [11] 李元红. 闽北阔叶林的天然更新技术[J]. 福建林学院学报, 1985, 5(1): 21~26.
- [12] 周仲琼. 阔叶林采伐更新初报[J]. 福建林业科技, 1995, 22(2): 66~68.
- [13] 林长青, 杨亨永. 常绿阔叶林迹地两种更新方式形成的群落生产力研究[J]. 福建林业科技, 1996, 23(3): 21~24.
- [14] 吴隆高, 汤福泉, 徐敏雄. 人工促进天然更新培育菇木林效果调查[J]. 浙江林业科技, 1999, 19(2): 44~46, 50.
- [15] 江训强. 17年生人促米槠林林分结构及生产力研究[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(3): 263~266.
- [16] 黄清麟, 李元红, 黄界水, 等. 人促米槠、闽粤栲速生丰产林调查研究报告[J]. 福建林学院学报, 1992, 12(1): 116~120.
- [17] 黄清麟, 李元红. 一代与二代人促闽粤栲林分特征对比评价[J]. 福建林学院学报, 1998, 18(3): 224~227.
- [18] 章伟成, 金崇华, 李启良, 等. 残次阔叶林改造为菇木林试验初报[J]. 浙江林业科技, 1995, 15(4): 24~26.
- [19] 肖水清. 天然阔叶树残次林改造技术初步研究[J]. 江西林业科技, 1998, (6): 7~8.

- [20] 阮传成. 细柄阿丁枫栽培技术及应用研究[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(2): 151 ~ 155.
- [21] 苏治平, 卢善土, 李合欢, 等. 马尾松山杜英混交林林分生产力及生态效益[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(4): 301 ~ 305.
- [22] 徐英宝. 广东马尾松研究[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1994. 191.
- [23] 汤兆成, 潘仙松, 郑金福. 营造马褂木短伐期菇木林试验初报[J]. 浙江林业科技, 1997, 17(5): 29 ~ 31.
- [24] 吴运辉, 石立昌. 鹅掌楸不同造林密度试验初报[J]. 贵州林业科技, 1998, 26(2): 42 ~ 44.
- [25] 李建民, 封剑文, 谢芳, 等. 鹅掌楸人工林的丰产特性[J]. 林业科学研究, 2000, 13(6): 622 ~ 627.
- [26] 官尔雄. 四川桫木引种试验研究[J]. 福建林业科技, 1999, 26(4): 58 ~ 61.
- [27] 冯建国, 徐耀庭, 陈益泰. 浙西南丘陵地八种乡土阔叶树种的生长表现[J]. 林业科学研究, 1999, 13(4): 438 ~ 441.
- [28] 刘春华, 张春能, 郑燕明. 观光木及其混交林生态系统生物量和生产力研究[J]. 福建林学院学报, 1993, 13(3): 267 ~ 272.
- [29] 庄孟能, 叶章善, 马祥庆. 杉木拟赤杨林分结构和生产力[J]. 福建林学院学报, 1994, 14(4): 339 ~ 343.
- [30] 王忠平, 陈水龙, 赖培森, 等. 乳源木莲造林试验研究初报[J]. 福建林学院学报, 1996, 16(4): 315 ~ 318.
- [31] 刘一新. 人工林育林体系之建立(三、人工造林技术)[J]. 台北: 林业试验所八十八年度年报, 1999, 31 ~ 32.

Advances in Cultivation of Mushroom-wood Plantation in South China

LI Jian-ming¹, ZHOU Zhi-chun²

(1. Forestry Bureau of Fujian Province, Fuzhou 350003, Fujian, China;

2. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China)

Abstract: It was proved that there were long history over one thousand years for cultivation of edible fungi such as Xianggu mushroom (*Lentinus edodes*) in China. And now edible fungi production has become a leading industry of rural economic development in mountainous regions. It is very important to sustain the production of broad-leaved wood-inhabiting edible fungi to cultivate largely mushroom-wood plantation. This paper is a review about the advances in mushroom-wood species selection, oriented cultivation of mushroom-wood plantation by promoting natural-regeneration, high-yield cultivation and establishment of seed stand of main mushroom-wood species in south China. In view of research status and problems in cultivation of mushroom-wood plantation, the paper put forward the corresponding technique countermeasures and future research emphasis, including selection breeding, propagation and seedling culture of main mushroom-wood species, planting under Chinese-fir and masson pine forest, interplanting between mushroom-wood species, sprout regeneration of mushroom-wood plantation, etc.

Key words: mushroom-wood plantation; selection of mushroom-wood species; cultivation technique; management model