

# 地震灾后都江堰厚朴产业恢复技术与示范

肖前刚, 姜丽琼, 李文俊, 谢文娟, 张汝全, 曾超, 曾珍, 杨科, 廖兴勇

(成都市农林科学院, 成都 温江 611130)

**摘要:**通过对地震灾后都江堰厚朴良种选育、地理标志认定、厚朴丰产保优栽培及厚朴产业恢复技术等研究, 选育出大圆叶厚朴和凹叶厚朴2个良种, 研究出厚朴丰产保优栽培技术和厚朴皮采割技术。该技术将厚朴产量提高30%以上。

**关键词:**厚朴; 丰产栽培技术; 研究示范

中图分类号: S727

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2013)01-0052-05

厚朴 [*Magnolia officinalis* Rehd. et Wils.] 为木兰科木兰属植物, 是我国特有的珍贵中药材, 是经济、生态和社会效益结合最佳的树种, 是“三木药材”中收益最好的树种, 厚朴产业市场前景广阔。都江堰市优越的自然环境, 是厚朴最佳适生区; 其厚朴药材地道、纯正, 质量上乘, 在国内外均享有盛名。但“5·12”汶川特大地震, 使都江堰市林业支柱产业厚朴药材生产遭受重创。为了尽快恢复灾区林农的生产、生活, 项目组开展了都江堰厚朴产业恢复及丰产栽培技术与示范。通过对厚朴的综合研究, 逐步恢复受损林地的生产能力, 以解决都江堰市厚朴种植业缺乏科技支撑, 在生产上没有地方良种及良种壮苗, 造成厚朴产量和质量未能达到最佳状态, 采割技术和厚朴产业灾后恢复重建技术等, 促进厚朴产业健康、稳定发展。

## 1 试验地点与材料

### 1.1 供试地点

都江堰市虹口乡高原村高家坡和贾家沟, 东经 103. 25'42" ~ 103. 47', 北纬 30. 44'54" ~ 31. 22'9", 位于白沙河中游; 属亚热带湿润气候区, 历年最冷月均温 4. 6℃, 最热月均温 24. 4℃。年均降雨量 1 243. 80 mm。年均最大相对湿度 80%, 年均日照时数 1 016. 9 h。

### 1.2 供试材料

人工厚朴林 (含地震损毁厚朴林地) 33. 33 hm<sup>2</sup>、草种; 试验测试采用美国科学系统高压二元液

相色谱系统。

## 2 研究方法 with 内容

选择具有代表性的地块进行震后厚朴产业恢复重建 33. 33 hm<sup>2</sup> 造林作业设计, 并进行恢复示范造林研究; 通过查阅大量文献, 与相关部门及农户交流, 标准地对比试验及多点试验等。申报厚朴良种和地理标志。建丰产保优栽培技术示范 13. 33 hm<sup>2</sup>, 对厚朴种苗选择、造林地选择、造林密度、造林时间、造林方式、抚育管护措施、采收时间、采收季节、采收方式等厚朴产业发展中的关键技术进行研究与示范。

厚朴林地恢复造林技术: 按照作业设计, 2008 年秋、2009 年春进行造林。并采用生态无纺布 + 草 + 厚朴的复合模式, 坡面按一定的行距人工开挖楔形穴, 在沟内回填改良客土, 同时在种植穴中加入保水剂、营养土等材料。

## 3 结果与分析

### 3.1 厚朴良种认定

选择不同的立地类型 (包括海拔、坡向、土壤厚度等) 建育种园。育种园共选 4 个点: 虹口乡光荣村贾家沟、虹口乡联合村连山坪、中心镇两河村上皇观、向峨乡红火村火烧山。对比栽培试验共选择两个种 3 个品系: 大圆叶、长叶和凹叶厚朴。

从 1998 年至 2008 年, 在 4 个区域试验点内, 分

收稿日期: 2012-12-10

基金项目: 成都市重点科技项目 (08YTZD993NC-014) “都江堰高原村地震灾后新农村科技试点示范”子课题。

作者简介: 肖前刚 (1968-), 男, 主要从事林木良种及种苗快繁、丰产技术与推广。

本项目参与人员还有: 柳贤昌、游先玖、高举林、陕燕、陈忠、张龙官等, 在此致谢!

别栽培 3 个品系, 每年对 3 个品系的生产量进行跟踪监测 2008 年底对 3 个品系进行抽样检测厚朴酚及和厚朴酚的含量( 见表 1 和表 2)。

表 1 4 个试验点生长情况观测表

试点	品种(系)	平均高(m)	平均胸径(cm)	皮厚(cm)	厚朴酚及和厚朴酚含量(%)
贾家沟	大圆叶厚朴	10.21	11.2	0.6	8.6
	长叶厚朴	9.8	10.4	0.5	7.6
	凹叶厚朴	10.11	11	0.6	8.4
连山坪	大圆叶厚朴	13.12	26.4	0.6	8.3
	长叶厚朴	12.01	24.2	0.5	7.7
	凹叶厚朴	13.22	27.1	0.6	8.3
上皇观	大圆叶厚朴	9.61	8.3	0.6	8.1
	长叶厚朴	8.92	7.6	0.4	7.6
	凹叶厚朴	9.63	8.4	0.6	8.2
火烧山	大圆叶厚朴	9.71	8.6	0.6	8.4
	长叶厚朴	9.23	8.2	0.5	7.7
	凹叶厚朴	9.73	8.7	0.6	8.4

表 2 厚朴不同品种(系)品质指标分析表

品种(系)	平均高(m)	平均胸径(cm)	皮厚(cm)	厚朴酚及和厚朴酚含量(%)
大圆叶厚朴	10.21	11.2	0.6	8.6
	13.12	26.4	0.6	8.3
	9.61	8.3	0.6	8.1
	9.71	8.6	0.6	8.4
	平均	10.66	13.63	0.60
长叶厚朴	9.8	10.4	0.5	7.6
	12.01	24.2	0.5	7.7
	8.92	7.6	0.4	7.6
	9.23	8.2	0.5	7.7
	平均	9.99	12.60	0.48
凹叶厚朴	10.11	11	0.6	8.4
	13.22	27.1	0.6	8.3
	9.63	8.4	0.6	8.2
	9.73	8.7	0.6	8.4
	平均	10.67	13.80	0.60

从表 1 和表 2 可知 9 a ~ 10 a 生大圆叶厚朴和凹叶厚朴的平均高、平均胸径、皮厚、厚朴酚及和厚朴酚含量均分别比长叶厚朴高 0.67 m、0.68 m, 1.03 cm、1.20 cm, 0.12 cm、0.12 cm, 0.68%、0.70%。不同品种(系)对树高影响不显著,对胸径、皮厚、厚朴酚及和厚朴酚含量影响显著,3 个品种(系)凹叶厚朴表现最优,大圆叶厚朴次之,长叶厚朴较差,但 3 个品种(系)的厚朴酚及和厚朴酚含量均大于 2005 版《中国药典》规定厚朴含量测定厚朴酚与和厚朴酚的总含量不低于 2.0% 的要求。由于凹叶厚朴和大圆叶厚朴的综合优良性状,于 2009 年 2 月通过四川省林木良种审定委员会认定为良种。

### 3.2 厚朴地理标志认定

都江堰独特的生态环境、具有丰富、优良的厚朴资源、栽培管理规范及厚朴产品质量高等优势,由表

3 和表 4 可知,“都江堰厚朴”符合国家地理标志产品保护所规定的原则和条件 2008 年 11 月获得“都江堰厚朴”地理标志产品保护。

表 3 都江堰厚朴产品理化指标

项目	指标
色谱试验	与对照品同
水分	≤12.0%
厚朴酚与和厚朴酚含量测定	≥2.8%

表 4 “都江堰厚朴”与其它地区厚朴质量指标对比表

国家标准规定与要求	都江堰厚朴	CK
含厚朴酚(C18H18O2)和和厚朴酚(C18H18O2)的总量不得少于 2%	8.4%	2.1%
卷筒装或双筒状,长 30 cm ~ 35 cm,厚 0.2 cm ~ 0.7 cm。外表面灰棕色或灰褐色,粗糙,刮去粗皮者显棕黄色。内表面显紫棕色或深紫褐色,划之显油痕。内层紫褐色或棕色,有油性,有的可见多数小亮星。气香,味辛辣,微苦。	卷筒装或双筒状,长 25 cm ~ 30 cm,厚 0.5 cm,外表面灰褐色,粗糙,刮去粗皮显黄棕色;内表面紫棕色,划之油痕明显。内层紫褐色,有油性。气香较浓,味辛辣,微苦,咀嚼残渣少。	卷筒装或双筒状,长 25 cm ~ 30 cm,厚 0.5 cm,外表面灰褐色,粗糙;内表面深紫褐色,划之油痕较明显。内层紫褐色,有油性。气香较弱,味辛辣,微苦,咀嚼残渣较多。

### 3.3 震后厚朴产业恢复重建示范

在高原村高家坡建示范,该区受灾严重,立地条件较差,造林较困难。设计 3 个小班,面积 33.33 hm<sup>2</sup>。穴状整地。造林树种为凹叶厚朴和大圆叶厚朴,每 hm<sup>2</sup> 1 650 株。经 3 a 多研究,该点保存率 95%,苗高 80 cm ~ 100 cm,即在较差的立地条件下,采用生态无纺布 + 草 + 厚朴的复合模式获得成功。

### 3.4 厚朴丰产保优栽培技术研究

#### 3.4.1 生物学特性综述

项目组对都江堰厚朴的生物学特性进行观察,并结合相关文献,对都江堰厚朴的生物学特性进行了综述。

#### 3.4.2 丰产保优栽培技术

##### 3.4.2.1 品种选择

选择凹叶厚朴和大圆叶厚朴两个良种作为主栽品种。同时,在研究中,根据大量生产经验及文献,制定了厚朴优树选择标准:绝对生长量:胸径 0.7 cm · a<sup>-1</sup>,树高 0.5 m · a<sup>-1</sup>;相对生长量:树高、胸径均大于 5 株优势木平均树高、胸径的 20% 以上,树皮厚度不少于 5 株优势木的树皮平均厚度。

##### 3.4.2.2 采种及贮藏

经调查和生产性试验及当地林农种植经验,进行对比研究,一般采收 10 a 生以上成熟的优树种子

较优,其发芽率高、出苗整齐、造林林相整齐。都江堰厚朴种子9月~10月成熟,采种后阴干1d~2d,待果壳稍干,湿沙贮藏,置于干燥通风处。

### 3.4.2.3 种苗培育

(1) 播种育苗试验: 分别开展播种时间(11月~12月、2月~3月) 播种方式(条播、撒播、点播) 种子储藏(沙藏、自然储藏) 种子处理(草木灰脱蜡、不处理) 等进行试验。根据生产性试验统计,种子处理以沙藏为佳,用草木灰脱蜡较好,播种时间以11月~12月为宜,播种方式以条播为宜(种子用量 $5.5 \text{ kg} \cdot 666.7 \text{ m}^{-2} \sim 7 \text{ kg} \cdot 666.7 \text{ m}^{-2}$ ,产苗量 $1.5 \text{ 万株} \cdot 666.7 \text{ m}^{-2} \sim 2 \text{ 万株} \cdot 666.7 \text{ m}^{-2}$ )。苗高大于50cm、地径大于0.4cm、根系发达和完整为合格苗木。

#### (2) 组培快繁技术研究

在2008年11月下旬在该区域采集凹叶厚朴种子及优良种苗,进行组培快繁试验研究。

##### ① 培养条件

A、初代培养基: 改良 Ms + 6 - BA0.5 + NAA0.2 + 蔗糖 0.30%。B、继代培养基: 改良 Ms + 6 - BA0.4 + NAA0.2 + 蔗糖 0.30%; 改良 Ms + 6 - BA1.0 + NAA0.05 + 蔗糖 0.30%; 改良 Ms + 6 - BA0.5 + NAA0.05 + 蔗糖 0.30%; C、生根培养基: 改

良 Ms + ABT0.6 + IBA0.2 + 蔗糖 0.20%; 改良 Ms + ABT0.3 + IBA0.5 + 蔗糖 0.20% 琼脂浓度为 3.6%; pH: 5.8~6.0; 光照强度 500 lx~1500 lx 左右; 温度为 25℃ + 3℃; 湿度 75% 左右; 光照时间 12 h · d<sup>-1</sup>。

##### ② 生长与分化

无菌材料的获得: 凹叶厚朴种子用 0.3% K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> 溶液浸泡 30 min,后用蒸馏水洗干净,吸水纸吸干后用铁锤敲掉外种皮,注意不能破坏种子的胚,带入接种室用 0.1% HgCl<sub>2</sub> 处理 4 min,后用无菌水冲洗 4 次~5 次后接入上述培养基 A 中进行暗培养。

丛生芽的诱导和继代培养: 暗培养 20 d 左右,凹叶厚朴种子开始萌发,之后陆续有种子萌发,到 40 d 时进行转接,在开始继代时,凹叶厚朴易出现水肿、玻璃化现象,经多次调整培养基和培养环境后,凹叶厚朴表现好转。凹叶厚朴的萌芽力中等,35 d 可以转接一次,增殖系数 3 左右。

生根与移栽: 取生长健壮的小苗转接与上述培养基 C 中。目前部分生根,但根系少。

### 3.4.2.4 造林技术

对造林地选择、栽植密度与整地、造林季节、栽植技术、管护措施、低产低效林复壮技术等进行了试验。低产低效林复壮技术试验结果详见表 5。

表 5 低产厚朴林实施复壮技术后生长对比表

指标试验处理	观测	胸径 (cm)	树高 (m)	枝下高 (m)	生长势	备注
复壮前厚朴林生长测定(2009年3月)		6.5	9.6	6.2	一般	①清除杂灌(草); ②抚育间伐: 将原密度 333 株 · 666.7 m <sup>-2</sup> 调整为 111 株 · 666.7 m <sup>-2</sup> ; ③施肥: 250 kg · 666.7 m <sup>-2</sup> ; ④病虫害防治。
复壮处理 复壮后厚朴林生长测定(2010年10月)		7.5	10.2	6.8	较好	
年增长量		1.0	0.6	0.6		
CK 处理前(2009年3月)		6.3	9.8	6.3	一般	
处理后(2010年10月)		6.8	10.2	6.9	一般	
年增长量		0.5	0.4	0.6		

从表 5 中可知,实施复壮技术后,厚朴年胸径生长量达 1.0 cm,胸径生长明显,高生长和枝下高不明显,基本无病虫害,树势明显增强,林相较复壮前整齐。厚朴造林后的前 5 a 高生长明显,后胸径生长明显。而厚朴林实施复壮技术主要是造林多年后的厚朴弱林,高生长缓慢,通过复壮技术显著提高厚朴的径生长,从而提高厚朴产量。

### 3.5 厚朴皮采割及干制处理技术研究

#### 3.5.1 厚朴皮采割技术研究

主要对厚朴产业发展中厚朴皮采割季节、采割年龄和采割方式等采收技术进行了研究(详见表 6、表 7、表 8 和表 9),并进行了测定。

表 6 厚朴皮不同采收季节(时间)难易程度测定比较

采收季节(时间)	难易程度
2月份	较难
4月份	较难
5月上旬	难
5月中旬	难
5月下旬	易
6月上旬	易
6月中旬	易
6月下旬	易
7月上旬	难
7月中旬	难
8月份	较难
10月份	较难
12月份	较难

表 6 表明 5 月下旬至 6 月下旬是最佳采收时间 5 月上旬和中旬采收困难,其它季节采收较困难。

表 7 厚朴皮不同采收方式测定比较表

采收方式	结果	备注
环割(1个筒朴长 环割树胸径的1/3宽)	整株死亡	剥皮后立即喷 10 mg · L <sup>-1</sup> 的吲哚乙酸,并将环剥部位用透明塑料膜密封,半月后先打开下部封口,
环割(1个筒朴长 环割树胸径的2/3宽)	整株死亡	
环割(2个筒朴长 环割树胸径的1/3宽)	整株死亡	
环割(2个筒朴长 环割树胸径的2/3宽)	整株死亡	
环割(环割20cm宽 20cm长)	2a均未愈合	20d后可全部除去密封膜。
环割(环割20cm宽 40cm长)	2a均未愈合	
砍伐全割	6月全割,9月萌生林树高达80cm	

表 7 表明,厚朴采割采用环割方式,因为厚朴产区环割季节雨水多、湿度大,比较容易感染死亡,即使不感染死亡,树皮愈合也较差;同时,环割操作起来比较困难,投入劳力较大。采用全割的方式,采割效率较高,同时采割的当年,萌芽高生长至 80 cm 以上,第 2 年就能成林,易于更新。

表 8 厚朴不同树龄干皮酚含量测定表

树龄 (a)	部位	厚朴酚含量 (%)	和厚朴酚含量 (%)	总酚含量 (%)	含水率 (%)
2	干皮	0.75	0.10	0.84	61.97
4	干皮	1.68	0.82	2.50	60.58
6	干皮	1.54	1.01	2.55	56.76
8	干皮	1.45	1.45	2.90	55.69
12	干皮	2.34	1.58	4.85	54.44
16	干皮	2.60	2.59	5.38	54.97
21	干皮	3.56	2.98	7.09	56.96
25	干皮	6.21	7.98	12.19	55.36
30	干皮	6.54	7.72	14.26	52.56
35	干皮	6.11	7.75	13.86	52.81
40	干	3.72	6.57	10.29	51.86

表 9 厚朴不同树龄枝皮酚含量测定表

树龄 (a)	部位	厚朴酚含量 (%)	和厚朴酚含量 (%)	总酚含量 (%)	含水率 (%)
2	枝皮	0	0	0	0
4	枝皮	0	0	0	0
6	枝皮	1.26	1.29	2.55	58.76
8	枝皮	1.35	1.55	2.90	56.20
12	枝皮	1.43	1.55	2.98	56.07
16	枝皮	1.91	1.36	3.27	55.45
21	枝皮	2.71	2.14	4.85	56.38
25	枝皮	1.89	3.24	5.13	58.36
30	枝皮	2.12	3.67	5.79	54.58
35	枝皮	2.11	2.71	5.82	55.89
40	枝皮	1.98	3.54	5.52	52.36

从表 8、表 9、图 1 和图 2 可以看出,树龄 4 a 生以上厚朴干皮和树龄 6 a 生以上厚朴枝皮的总酚含量达到国家标准 2% 以上; 10 a 生以前厚朴酚、和厚朴酚及总酚含量增加缓慢, 10 a 以后厚朴酚、和厚朴酚及总酚含量将随着树龄的增加而快速增加, 30 a

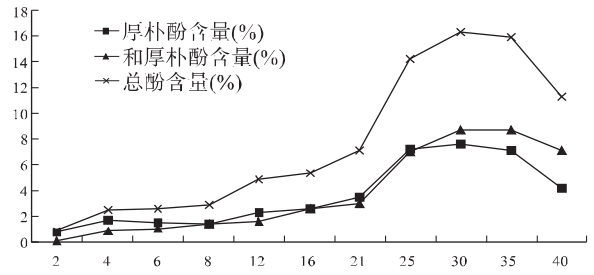


图 1 厚朴不同树龄干皮厚朴酚、和厚朴酚及总酚含量变化曲线

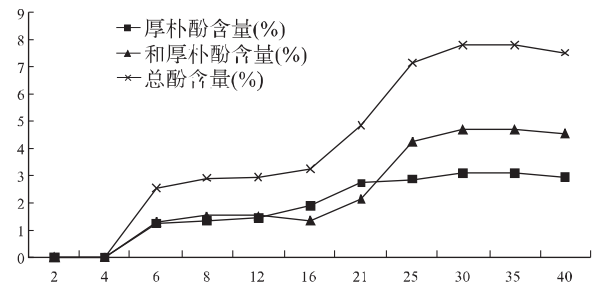


图 2 不同树龄厚朴枝皮厚朴酚、和厚朴酚及总酚含量变化曲线

左右到达最高值,之后呈下降趋势。厚朴质量标准是以总酚含量为标准的,所以厚朴采收最好在 10 a 以后,最佳采收期为 20 a ~ 30 a。

### 3.5.2 厚朴皮干制处理技术研究

#### (1) 厚朴皮采收后处理

①风干法 适用于根皮,将各种规格的厚朴皮分别堆放风干,切忌阳光暴晒或堆于地上。

②烘干法 适用于干皮,将厚朴皮层叠整齐放入甑中,以少量花椒、白矾及水蒸煮后,堆积于阴凉处覆盖,使其“发汗”12 h ~ 24 h,取出卷筒,用炭火烘干即可。也可将厚朴皮切片后再烘干。

#### (2) 都江堰厚朴皮划分标准研究

项目组根据都江堰厚朴生产及价格、销售实际,经过大量调查研究,并结合相关资料,初步将都江堰厚朴产品分成 3 个等级:特级品、优品、合格品(详见表 10)。

表 10 都江堰厚朴皮等级划分标准表

等级	划分标准
特级品	皮厚度 ≥ 0.3 cm, 长度 80 cm, 单筒重量 ≥ 0.5 kg
优品	皮厚度 ≥ 0.2 cm, 长度 80 cm, 0.25 kg ≤ 单筒重量 ≤ 0.5 kg
合格品	皮厚度 ≥ 0.2 cm, 长度 80 cm, 单筒重量 ≤ 0.25 kg

## 4 结论与讨论

### 4.1 良种及国家地理标志认定

凹叶厚朴、大圆叶厚朴于 2009 年 2 月获得四川

省林木良种审定委员会颁发的良种认定证书(良种编号:川R-SV-MO-013-2008、川R-SV-MO-014-2008)。2008年11月,国家质量技术监督局认证都江堰厚朴地理标志,获得“都江堰厚朴”地理标志产品保护。

#### 4.2 地震后厚朴林地恢复造林技术

经试验 形成地震后厚朴林地恢复技术:

A、生态无纺布+草+厚朴的复合模式:坡面上按一定的行距人工开挖楔形穴,在沟内回填改良客土,同时在种植穴中加入保水剂、营养土等材料。

B、自然生态修复,藻-草-灌-乔相结合:充分利用自然力的生态修复功能,对不影响厚朴生长的杂草进行保留,提高厚朴新造林地植被覆盖度、生物产量和改善生态功能。

#### 4.3 厚朴丰产保优技术

厚朴品种、造林地、造林密度、造林时间、造林方式、抚育管护措施等技术,都将影响厚朴的产量和质量,尤其品种和造林密度影响显著。经过研究,形成了一套成熟的厚朴丰产保优栽培技术。

#### 4.4 厚朴皮采割及干制处理技术研究

(1)厚朴皮采割技术研究:厚朴采收年龄将直接影响到厚朴的产量和质量,厚朴生理特性决定了采收季节和采收方式。采收树龄最好10a以上,最佳采收期为20a~30a,最佳采收时间为5月下旬至6月下旬,采用方式为砍伐全割。

(2)厚朴皮采收后处理:主要采用风干法和烘干法。

(3)都江堰厚朴皮划分标准:初步将都江堰厚朴产品分成3个等级:特级品、优级品、合格品。

#### 4.5 强化厚朴良种壮苗

成都市厚朴产区的厚朴品种主要是凹叶厚朴、大圆叶厚朴、柳叶厚朴和厚朴等,品种杂。厚朴多采用种子繁殖,单株差异显著,将严重影响厚朴的品质和产量。有待进一步加强厚朴良种的优良单株选育及厚朴组培快繁研究,实现厚朴产业的良种化生产。

#### 4.6 加大厚朴科研力度

应充分利用“都江堰厚朴”国家地理标志保护品牌和认定的厚朴良种,加大科技推广力度,应用选育的大圆叶厚朴、凹叶厚朴两个良种和丰产栽培技术、采割技术在都江堰、彭州、大邑及其它生态相似地区辐射推广,扩大厚朴产业化规模,延长产业链,助农增收,促进地方经济发展。

#### 参考文献:

- [1] 顾海清,丁丽惠,王品水,等.厚朴选优初报[J].浙江林业科技,1990,10(5):50~53.
- [2] 王洪强.厚朴规范化种植技术研究[J].中国现代中药,2006,8(2):32~34.
- [3] 邹秉章.厚朴药材基地建设与管理技术[J].亚热带农业研究,2006,2(3):191~193.
- [4] 田有圳,林照授,黄金桃,等.凹叶厚朴材药两用林定向培育的立地选择[J].西北林学院学报,2003,18(4):51~53.
- [5] 涂育合,叶功富,林照授,等.凹叶厚朴材药两用林栽培试验及经营管理技术[J].福建林学院学报,2003,23(2):145~149.
- [6] 黄金桃,叶功富,田有圳,等.凹叶厚朴材药两用林混交造林效果研究[J].西北林学院学报,2003,18(2):44~46.
- [6] 斯金平.厚朴研究综述[J].浙江林业科技,1994,14(1):90~54.
- [7] 冯佩杰,童志萍,等.不同树龄厚朴干、枝皮中酚的分离及含量测定[J].天然产物研究与开发,2007,19:453~455.
- [8] 李茜.厚朴树分段剥皮再生技术[J].四川农业科技,2007,11:37.
- [9] 孙雁霞,林桂芸,等.川厚朴愈伤组织培养的初步研究[J].西南农业学报,2004,17(2):228~230.
- [10] 刘贤旺,杜勤,赖学文,等.凹叶厚朴组织培养的研究[J].江西林业科技,1997(2):1~4.
- [11] 童再康,朱玉球,王章荣.厚朴组织培养与高产细胞系建立的研究.南京林业大学学报(自然科学版),2002,26(4):23~26.
- [12] 斯金平,许元科,付敢伟,等.厚朴木屑栽培袋料香菇试验研究[J].浙江林业科技,2003,23(3):16~18.
- [13] 连瑞丽,李宇伟.无公害平菇代料栽培标准化生产技术[J].郑州牧业工程高等专科学校学报,2007,27(3):15~17.
- [14] 饲料工业标准汇编[S].北京:中国标准出版社,2006:22~132.
- [15] 吴素玲,孙晓明,王波,等.双孢蘑菇子实体营养成分分析[J].中国野生植物资源,2006,25(2):47~52.
- [16] 中华人民共和国国家标准.食品卫生检验方法理化部分(一)[S].北京:中国标准出版社,2003:71~143.
- [17] 中华人民共和国农业行业标准.无公害食品平菇[S].北京:中国标准出版社,2002:215~219.
- [18] 徐望彬,张君.宝兴蜂桶寨短雄玉山竹营养分析[J].生物学通报,2006,41(6):54~55.
- [19] 张晓昱,杜甫佑,王宏勤,等.不同木质纤维素基质上白腐菌降解特性的研究[J].微生物学杂志,2004,24(6):4~7.
- [20] 蔡衍山,吕作舟,蔡耿新,等.食用菌无公害生产技术手册[M].北京:中国农业出版社,2003:400~401.
- [21] 陈学强,罗霞,余梦瑶,等.新型栽培基质生产食用菌的研究进展[J].中国食用菌,2009,28(3):7~9.
- [22] 杨冬生.四川林业十大技术[M].四川科学技术出版社,成都:2006:177~183.