

杨舒婷. 我国壳斗科淀粉资源植物的研究与开发利用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 324–327.

我国壳斗科淀粉资源植物的研究与开发利用

杨舒婷

(中国科学院上海辰山植物科学研究中心/上海辰山植物园, 上海 201602)

摘要:壳斗科植物资源富含淀粉, 是重要的淀粉资源植物, 具有良好的开发前景。对我国壳斗科淀粉资源植物的分布概况、经济价值进行阐述, 总结并分析了该科植物资源的研究现状、存在问题及应对措施。

关键词:壳斗科; 橡实; 淀粉资源植物

中图分类号: Q948.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)05–0324–03

淀粉是葡萄糖的高聚体, 是植物光合作用的主要产物。它具有来源丰富、价廉、可再生、不枯竭等特点, 既可以食用, 又是工业、制造业等不可或缺的原料, 在人类生产生活中发挥着非常重要的作用。随着经济的快速发展, 淀粉资源消耗量与日俱增, 合理开发利用淀粉资源植物具有重要意义。壳斗科(Fagaceae)植物在北半球分布广泛, 全世界约有 8 属 1 047 种^[1], 是北半球森林植被的重要组成部分, 多数壳斗科植物的坚果中富含淀粉, 具有较大的开发利用潜能^[2]。笔者对壳斗科淀粉资源植物的分布及研究现状进行了概括, 并探讨了其经济利用价值及开发利用前景, 旨在为壳斗科植物资源的综合利用提供参考。

1 我国壳斗科植物资源的分布状况

我国是世界上壳斗科植物资源最为丰富的国家之一, 壳斗科植物包括水青冈属(*Fagus* L.)、栗属(*Castanea* Mill.)、锥属(*Castanopsis* Spach)、柯属(*Lithocarpus* Bl.)、三棱栎属(*Trigonobalanus* Forman)、栎属(*Quercus* L.)、青冈属(*Cyclobalanopsis* Oerst)共 7 属, 约 300 种^[3]。水青冈属有 4 种, 其中 3 种为我国特有种, 有 3 种分布在北纬 30°以南的广大地区, 1 种主要分布在我国西南地区, 属于南方狭域类型^[4]。栗属壳斗科植物资源的生态适应性较广, 在我国各地均有分布, 共有 4 种 1 个变种, 其中我国特有种 2 种, 国外引进栽培 1 种, 因其果实可食性好、木材优质, 多数种被人工栽培繁殖。我国三棱栎属壳斗科植物资源仅有 1 种, 分布在我国云南省南部至西南地区。栎属壳斗科植物资源分布于我国各省, 是森林的重要组成树种, 《中国植物志》记载我国有 51 种 14 变种 1 变型。我国青冈属壳斗科植物资源有 69 种, 其中 43 种为我国特有种, 主要分布在淮河流域以南的各省(市、区)。青冈属壳斗科植物资源分布偏南, 栎属壳斗科植物资源分布偏北。云南省的壳斗科植物资源无论从属数还是种数上来讲, 都居全国首位。我国云南省、广东省、广西壮族自治区、海南省、贵州省、四川省是该科植物分布最为集中的地区, 其次

为华东地区各省(市、区)^[4–5]。《中国木本淀粉植物》中收录了壳斗科淀粉资源植物共 188 种, 其中栗属 3 种, 锥属(栲属)38 种, 柯属(石栎属)57 种, 青冈属 49 种, 栎属 35 种 6 变种。笔者查阅了《中国植物志》及各地方植物志, 并结合中国数字植物标本馆(CVH)中标本分布情况, 对我国壳斗科淀粉资源植物分布情况做了统计(表 1)。由表 1 可见, 我国壳斗科资源植物种类分布自南向北呈递减趋势, 其多度中心主要位于我国西南部的云南省及南部的广东省、广西壮族自治区, 其次为四川省、贵州省, 华东及华中地区壳斗科淀粉资源植物资源也较为丰富, 北方及西北地区壳斗科淀粉资源植物资源相对匮乏。

2 壳斗科植物淀粉的经济价值及其开发利用现状

壳斗科植物的坚果通常被称为橡实, 由于其富含淀粉, 开发利用价值很高。

2.1 食用

多种壳斗科植物的橡实不仅淀粉含量高, 涩味也很淡, 可直接食用或者炒食, 如茅栗(*Castanea seguinii*)、锥栗(*Castanea henryi*)、石栎(*Lithocarpus glaber*)、包果石栎(*Lithocarpus cleistocarpus*)、甜槠(*Castanopsis eyrei*)、米槠(*Castanopsis carlesii*)、栲树(*Castanopsis fargesii*)等^[2–6]。其中板栗(*Castanea mollissima*)原产我国, 是我国最早的栽培果树之一。还有一些橡实单宁含量较高、涩味较重, 但经过适当脱涩处理后, 也可食用, 如苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)可以用来制作苦槠豆腐。此外, 橡实可以加工成橡子粉, 还可以做成橡子酱、橡子羹^[6]、橡子酱油、橡子醋^[7]、橡子凉粉^[8]、橡子粉丝^[9]、橡子饼干^[10]、橡子挂面^[11]、橡实白酒^[12]等。

2.2 饲料

多种野生橡实是多种啮齿类野生动物的重要食物来源, 牛羊等放牧家畜在壳斗科植物果实成熟季节也会进行采食。在野生橡实资源比较丰富的山区, 用橡实作为动物饲料不仅能降低饲养成本, 也能缓解人畜争粮的矛盾。但由于橡实中单宁含量较高, 适口性较差, 因此一般经过脱毒加工后方可食用。脱毒与否对猪饲料效果影响并不显著, 用橡实代替玉米喂猪效果较好, 替代比例为 20%~40%较为合适^[13–14]。

2.3 工业应用

壳斗科橡实淀粉在工业上亦有较为广泛的应用, 它可用来制造葡萄糖, 还可用于制造草酸^[15]。在纺织上可作为上浆

收稿日期: 2013–11–20

基金项目: 上海市自然科学基金(编号: 11ZR1435500); 上海市绿化市容管理局攻关课题(编号: F132417)。

作者简介: 杨舒婷(1984—), 女, 浙江温州人, 博士, 助理研究员, 从事植物资源研究。E-mail: shooting@163.com。

表 1 我国壳斗科淀粉资源植物分布情况

省份	栗属 (种)	锥属 (种)	柯属 (种)	青冈属 (种)	栎属		合计
					(种)	(变)	(种)
安徽省	3	7	5	5	10	2	32
北京市	1	0	0	0	7	1	9
福建省	3	14	18	15	9	2	61
甘肃省	2	0	0	4	15	2	23
广东省	3	23	36	29	12	2	105
广西壮族自治区	3	24	34	33	16	2	112
贵州省	3	17	21	22	22	2	87
海南省	1	13	20	16	2	0	52
河北省	3	0	0	0	8	5	16
河南省	2	1	1	3	17	4	28
黑龙江省	0	0	0	0	4	0	4
湖北省	3	7	8	12	17	2	49
湖南省	3	17	19	19	13	2	73
吉林省	1	0	0	0	3	0	4
江苏省	3	3	3	5	8	2	24
江西省	3	17	19	16	13	2	70
辽宁省	1	0	0	0	9	3	13
内蒙古自治区	0	0	0	0	2	0	2
宁夏回族自治区	0	0	0	0	1	0	1
青海省	0	1	0	0	3	0	4
山东省	1	0	0	0	13	3	17
山西省	2	2	1	0	13	3	21
陕西省	3	1	4	7	20	4	39
上海市	2	1	1	2	7	0	13
四川省(含重庆市)	3	16	22	15	28	3	87
台湾省	1	8	7	7	8	2	33
天津市	1	0	0	0	1	0	2
西藏自治区	2	8	5	6	12	0	33
香港特别行政区	1	12	9	10	3	0	35
新疆维吾尔自治区	0	0	0	0	1	0	1
云南省	3	27	36	24	24	1	115
浙江省	3	9	8	10	12	1	43

剂,在石油工业中可作为缓凝剂、堵漏剂。随着社会经济的发展、生物质能源的开发,壳斗科橡实作为重要的淀粉资源,在生产变性淀粉、绿色燃料乙醇、绿色膜材料等方面具有重大的开发潜能。

3 壳斗科植物淀粉研究现状

3.1 壳斗科植物淀粉物化特性

天然淀粉的属性会影响其产品加工特性、用途及其产品品质。因此了解壳斗科植物淀粉的物化特性非常必要。目前,关于淀粉糊化特性(黏度、流变性、冻融性、凝沉性等)报道较多,关于壳斗科部分植物的淀粉颗粒特征、再生特性等研究偶有报道^[16]。有学者对壳斗科 10 余种植物的淀粉特性进行了报道^[17-19]。目前关于板栗的淀粉物化特性研究较多^[20-24]。不同属种间坚果淀粉的物化特性有所不同。

3.2 壳斗科植物淀粉含量

淀粉含量及直链和支链淀粉含量比例是影响壳斗科植物淀粉开发利用的关键因素。早在 20 世纪 90 年代,就有学者关注壳斗科植物资源的综合利用^[25-29]。笔者对 30 种壳斗科

植物资源种子的淀粉含量进行了初步测定(表 2)。栗属、柯属植物资源坚果的淀粉含量最高;锥属居中;青冈属、栎属植物坚果的淀粉含量为 40%~60%。由此可知,绝大多数壳斗科植物坚果中淀粉含量较高(40%以上),极具开发价值。壳斗科植物资源是北半球森林生态系统的重要建群种,全世界约有 1 000 余种,我国约有 300 余种。目前对壳斗科植物资源的研究较少,严重制约了我国壳斗科植物资源的开发利用。

表 2 壳斗科植物坚果淀粉含量

属名	种名	学名	淀粉含量 (%)
栗属	锥栗	<i>Castanea henryi</i>	51.00~64.70
	板栗	<i>Castanea mollissima</i>	70.10
	茅栗	<i>Castanea seguinii</i>	35.12~46.44
	杯状栲(杯状大叶栎)	<i>Castanopsis calathiformis</i>	57.47
	米槠	<i>Castanopsis carlesii</i>	15.00~20.00
	锥(桂林栲)	<i>Castanopsis chinensis</i>	50.00
	高山锥(高山栲)	<i>Castanopsis delavayi</i>	86.86
	甜槠	<i>Castanopsis eyrei</i>	65.77
	栲	<i>Castanopsis fargesii</i>	23.00~45.00
	黧蒴栲(大叶栎)	<i>Castanopsis fissa</i>	40.00~44.04
锥属	红锥	<i>Casntnopsis hystrix</i>	74.31
	苦槠	<i>Castanopsis sclerophylla</i>	66.11
	蒺藜锥(蒺藜栲)	<i>Castanopsis tribuloides</i>	86.80
青冈属	窄叶青冈	<i>Cyclobalanopsis augustinii</i>	58.85~59.95
	槟榔青冈	<i>Cyclobalanopsis bella</i>	35.86~40.37
	黄毛青冈	<i>Cyclobalanopsis delavayi</i>	56.26
	碟斗青冈	<i>Cyclobalanopsis disciformis</i>	50.48
	饭甑青冈	<i>Cyclobalanopsis fleuryi</i>	25.32~46.11
	青冈	<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	37.81~55.62
	滇青冈	<i>Cyclobalanopsis glaucooides</i>	46.38~55.71
	细叶青冈	<i>Cyclobalanopsis gracilis</i>	55.15
	雷公青冈	<i>Cyclobalanopsis hui</i>	32.11~45.66
	大叶青冈	<i>Cyclobalanopsis jenseniana</i>	32.11
柯属	木姜叶青冈	<i>Cyclobalanopsis litseoides</i>	45.50
	竹叶青冈	<i>Cyclobalanopsis neglecta</i>	30.00
	倒卵叶青冈	<i>Cyclobalanopsis obovatifolia</i>	48.27
	曼青冈	<i>Cyclobalanopsis oxyodon</i>	65.45
	托盘青冈	<i>Cyclobalanopsis patelliformis</i>	38.66
	黄背青冈	<i>Cyclobalanopsis poilanei</i>	50.43~57.26
	云山青冈	<i>Cyclobalanopsis sessilifolia</i>	26.87
	褐叶青冈	<i>Cyclobalanopsis stewardiana</i>	45.00
	金毛柯(金毛石栎)	<i>Lithocarpus chrysocomus</i>	30.00
	包果柯(包果石栎)	<i>Lithocarpus cleistocarpus</i>	71.66
柯属	窄叶柯(窄叶石栎)	<i>Lithocarpus confinis</i>	69.70
	烟斗柯(烟斗石栎)	<i>Lithocarpus corneus</i>	47.78
	白穗柯(白穗石栎)	<i>Lithocarpus craibianus</i>	77.58
	白柯(白皮石栎)	<i>Lithocarpus dealbatus</i>	66.52~66.77
	壶壳柯(壶斗石栎)	<i>Lithocarpus echinophorus</i>	61.68
	厚斗柯(厚斗石栎)	<i>Lithocarpus elizabethiae</i>	45.00~50.95
	泥柯(泥锥石栎)	<i>Lithocarpus fenestratus</i>	58.48
	柯(石栎)	<i>Lithocarpus glaber</i>	62.01
	耳叶石栎	<i>Lithocarpus grandifolius</i>	66.07
	假鱼蓝柯	<i>Lithocarpus gymnocarpus</i>	66.12
柯属	庵耳石栎	<i>Lithocarpus haipinii</i>	58.00
	硬壳柯(硬斗石栎)	<i>Lithocarpus hancei</i>	50.64~66.23

续表 2

属名	种名	学名	淀粉含量 (%)
柯属	港柯(东南石栎)	<i>Lithocarpus harlandii</i>	54.00 ~ 60.23
	灰柯(绵石栎)	<i>Lithocarpus henryi</i>	40.00 ~ 50.00
	梨果石栎	<i>Lithocarpus howii</i>	52.00
	木姜叶柯	<i>Lithocarpus litseifolius</i>	58.29 ~ 64.27
	柄果柯(柄果石栎)	<i>Lithocarpus longipedicellatus</i>	45.96 ~ 54.00
	大叶柯(大叶石栎)	<i>Lithocarpus megalophyllus</i>	50.01
	光叶柯(光叶石栎)	<i>Lithocarpus mairei</i>	44.00
	厚鳞柯(厚鳞石栎)	<i>Lithocarpus pachylepis</i>	40.00
	厚叶柯(厚叶石栎)	<i>Lithocarpus pachyphyllus</i>	51.00
	圆锥柯(圆锥石栎)	<i>Lithocarpus paniculatus</i>	61.00
	犁耙柯(犁耙石栎)	<i>Lithocarpus silvicularum</i>	63.11
栎属	岩栎	<i>Quercus acrodonata</i>	52.00 ~ 64.00
	麻栎	<i>Quercus acutissima</i>	50.70 ~ 51.66
	槲栎	<i>Quercus aliena</i>	46.40
	锐齿槲栎	<i>Quercus aliena</i> var. <i>acutiserrata</i>	46.45 ~ 55.80
	槲子栎	<i>Quercus baronii</i>	50.43
	小叶栎	<i>Quercus chenii</i>	55.43
	铁橡栎	<i>Quercus cocciferoides</i>	42.65
	槲树(波罗栎)	<i>Quercus dentata</i>	50.43
	匙叶栎	<i>Quercus dolicholepis</i>	48.59
	白栎	<i>Quercus fabri</i>	30.00
	锥连栎	<i>Quercus franchetii</i>	47.76 ~ 57.26
	大叶栎	<i>Quercus griffithii</i>	51.76
	长穗高山栎	<i>Quercus longispica</i>	43.66
	矮高山栎	<i>Quercus monimotricha</i>	30.36
	乌冈栎	<i>Quercus phillyreoides</i>	40.00
	夏栎	<i>Quercus robur</i>	54.40
	高山栎	<i>Quercus semecarpifolia</i>	30.00
	灰背栎	<i>Quercus senescens</i>	45.80 ~ 52.25
	枹栎	<i>Quercus serrata</i>	50.40 ~ 68.07
	短柄枹	<i>Quercus serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	46.30 ~ 68.00
	刺叶高山栎	<i>Quercus spinosa</i>	40.00
	黄山栎	<i>Quercus stewardii</i>	40.00
	栓皮栎	<i>Quercus variabilis</i>	50.49 ~ 63.50
	辽东栎	<i>Quercus wutaishanica</i>	51.30 ~ 62.88
	云南波罗栎(尖齿波罗栎)	<i>Quercus yunnanensis</i>	51.77

3.3 淀粉加工工艺

传统的橡实淀粉制备的方法有 2 种:湿法、干法^[30]。湿法工艺流程如下:橡实→干燥→仁壳分离→水洗→浸泡→磨浆→过筛→静置沉降→碱液浸泡→漂白→中和→静置分层→干燥→粉碎、过筛、包装→橡实淀粉。干法工艺流程如下:橡实→干燥→破碎→分离仁壳→浸漂→脱水→磨粉→过筛→粗淀粉。通常采用干法工艺生产的橡实淀粉主要用于发酵酿酒或制造葡萄糖,纺织工业上作为上浆剂使用,石油工业上作为缓凝剂、堵漏剂等。湿法工艺生产的橡实淀粉可食用^[31]。2 种工艺流程最大的区别在于前者是先磨浆后干燥制粉,后者是先脱水干燥后再磨成粉。不管是湿法还是干法,都涉及到漂除单宁这一步。传统的橡实淀粉单宁脱除工艺主要是采用

大量的水反复浸泡将单宁溶出去除^[30];此外,也有采用热水(70 ~ 80 ℃)、碱水(石灰水、草木灰水、0.5% ~ 1% 碳酸钠溶液)等方式^[32-33]。浸漂过程中要经常搅拌,以加速单宁渗透溶解。初次加入溶剂时,应捞出浮在液面上的空壳,每 2 h 换 1 次水,直到无涩味为止。用碱水浸泡时,还要用清水漂洗,以除去碱味。单宁在冷水中渗透溶解比较缓慢,一般需要 5 ~ 6 d,碱水浸泡效果较好,时间也快(1 ~ 2 d),但成本较高。杨欣等指出,单宁在热水中易于渗透溶出,可缩短浸泡时间,但仍需 2 d 左右。超声波助提法较微波助提法及常规水浸提法效果更明显,该方法不仅用水量减半,时间也缩短 80% 以上,先脱单宁后打浆工艺明显优于传统工艺。

4 结论

我国壳斗科植物资源丰富、种类繁多,具有良好的开发潜能,但仍存在如下问题:除了板栗已被大量栽培外,多数壳斗科植物尚处于野生状态。人们对壳斗科植物资源的种类及分布状况了解不多,导致采收困难。国内的橡实淀粉加工技术较为落后,大多数仍停留在传统加工层面,耗时耗力,极易造成环境污染,且生产出来的淀粉杂质多、涩味重、产量低,限制了橡实淀粉加工业的发展。因此,应加强对国产壳斗科淀粉资源的调查研究,充分掌握该科淀粉资源植物的种类及分布状况,开展相关品种选育研究,建立种质资源库,为后期资源开发利用奠定坚实基础。同时,应用现代科学技术开展橡实淀粉特性研究,优化橡实淀粉加工工艺,为开发利用壳斗科植物资源、促进经济可持续发展提供保障。

参考文献:

[1] Frodin D G, Govaerts R. World checklist and bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae) [M]. London: the Royal Botanic Gardens, 1998: 201 ~ 204.

[2] 谢碧霞, 陈训. 中国木本淀粉植物 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.

[3] 钱崇澍, 陈焕镛. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1963.

[4] 刘茂松, 洪必恭. 中国壳斗科的分布格局类型分析 [J]. 南京林业大学学报, 1999, 23 (5): 18 ~ 22.

[5] 李建强. 山毛榉科植物的起源和地理分布 [J]. 植物分类学报, 1996, 34 (4): 376 ~ 396.

[6] 胡芳名, 李建安, 李若婷. 湖南省主要橡子资源综合开发利用的研究 [J]. 中南林学院学报, 2000, 20 (4): 41 ~ 45, 95.

[7] 张志健, 王勇. 我国橡子资源开发利用现状与对策 [J]. 氨基酸和生物资源, 2009, 31 (3): 10 ~ 14.

[8] 钟昔阳, 张景强. 橡子凉粉的研制 [J]. 食品科技, 2002 (12): 26 ~ 27.

[9] 阮家武. 橡子粉丝生产方法 [J]. 技术与市场, 2004 (1): 14.

[10] 王继伟. 橡子饼干的研制 [J]. 食品工业科技, 2002, 23 (1): 84 ~ 85.

[11] 王继伟. 橡子挂面的研制 [J]. 食品科学, 2002, 23 (3): 95 ~ 96.

[12] 侯颖, 王继伟. 以橡实为原料酿制保健白酒 [J]. 酿酒, 1996 (4): 13.

[13] 徐廷生, 雷雪芹, 樊天龙. 野生饲料资源橡实的开发利用 [J]. 中国饲料, 1997 (15): 36 ~ 37.

[14] 王小民, 孙志岚, 田晓东. 野生橡实替代玉米饲喂肥育猪试验 [J]. 中国饲料, 2001 (3): 27 ~ 28.

袁丛军,赵熙黔,严令斌,等. 黔中典型喀斯特峡谷兰科植物多样性特征及其保护[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):327-331.

黔中典型喀斯特峡谷兰科植物多样性特征及其保护

袁丛军¹, 赵熙黔², 严令斌¹, 喻理飞¹, 安明志¹, 罗林², 李鹤³, 余德会⁴

(1. 贵州大学林学院, 贵州贵阳 550025; 2. 贵阳市兰花产业办公室, 贵州贵阳 550001;

3. 贵州省林业科学研究院, 贵州贵阳 550003; 4. 贵州省雷公山国家级自然保护区, 贵州凯里 556000)

摘要:兰科为植物保护的旗舰类群,其多样性特征代表着该地区的生物多样性及环境保护状况。为揭示黔中喀斯特峡谷兰科植物多样性特征,采用路线与典型样地结合调查方法,研究了南江大峡谷等 10 个黔中峡谷兰科植物种类组成、多样性、生活型及区系特征。结果表明,研究区兰科植物共计 20 属 44 种,以羊耳蒜属(*Liparis*)、兰属(*Cymbidium*)等 5 属为主,比例达 60.5%,单属种和寡属种占 29.5%;生活型全为附生兰(22 种)和地生兰(22 种),不同峡谷区的兰科植物生活型比例有所不同,多以附生为主;属的地理成分可划分为 7 类型和 2 变型,以热带和东亚分布型为主;种的分布以世界广布及热带为主,中国特有种有 12 种,占总种数的 27.3%。

关键词:黔中喀斯特区;峡谷;兰科植物;多样性;区系分析

中图分类号: S682.310.1; Q948

文献标志码: A

文章编号: 1002-1302(2014)05-0327-05

兰科(Orchidaceae)植物是被子植物大科之一。据统计,全世界共有兰科植物 25 000 多种^[1-2],且多为珍稀濒危植物,全世界所有野生兰科植物均被列入《野生动植物濒危物种国际贸易公约》的保护范围,占该公约应保护植物的 90% 以上,是植物保护中的“旗舰”类群(flag group)^[3]。我国西南部喀斯特地区分布有大量的野生兰科植物,据《贵州植物志》记载原生兰科植物 74 属 246 种^[4]。近年来许多兰科植物贵

州新记录陆续被发现^[5-8],本底资料得到了丰富和完善,据统计兰科植物已达 84 属 280 种以上^[9],且多集中生长在贵州的各类级别保护区内。

喀斯特峡谷是喀斯特地区结构形态独特的一种深切河谷^[10],是贵州岩溶高原山区最普遍的一种地貌类型^[11],其主要特征是谷深远大于谷宽,两岸边坡陡立,坡度通常在 45° 以上,河谷深切而狭窄,水流湍急,河床纵向水力坡降大^[12]。乌江流域降水充沛,山高谷深,立体气候明显,小生境复杂多样,适合多种植物生长,是我国植物多样性较丰富的地区之一。位于乌江流域的喀斯特区峡谷(黔中贵阳段)均属于中山峡谷浅度切割类型^[13],具有多种多样的气候与生境、生物多样性特点异常突出、地形陡峭、自然生态系统脆弱等特点^[14]。兰科植物对生态系统的依赖性极强,其多样性可客观地反映出一个地区的生物多样性状况^[15]及当地生态环境的保护状

收稿日期:2013-09-05

基金项目:贵州省贵阳市野生兰科植物资源调查项目;贵州省科技支撑计划(编号:黔科合 NY 字[2010]3058 号)。

作者简介:袁丛军(1990—),男,贵州安顺人,硕士研究生,研究方向为植被恢复生态和植物学。E-mail:ycj2012gzforestry@126.com。

通信作者:安明志。E-mail:gdanmingtai@126.com。

[15] 赵文恩,陈建喜,刘海潮. 橡子利用的研究(II)——橡胶淀粉制取草酸的研究[J]. 林产化学与工业,1995,15(1):63-66.

[16] 綦菁华,王芳,庞美霞,等. 影响板栗淀粉回生的因素研究[J]. 中国粮油学报,2009,24(3):58-61.

[17] 谢涛,谢碧霞. 青冈属淀粉糊特性研究[J]. 食品与发酵工业,2003,29(2):54-57.

[18] 谢涛,谢碧霞. 石栎属淀粉糊特性研究[J]. 食品科学,2003,24(2):32-35.

[19] 谢涛,谢碧霞. 石栎属植物淀粉粒特性研究[J]. 湖南农业大学学报:自然科学版,2003,29(1):32-34.

[20] 梁建兰,刘秀凤,李志博,等. 板栗淀粉与板栗变性淀粉性质的比较[J]. 中国粮油学报,2011,26(1):65-68.

[21] 郑垒,李雪琴,刘辉琴. 板栗淀粉糊的特性研究[J]. 粮油加工,2009(6):94-96.

[22] 梁丽松,徐娟,王贵禧,等. 板栗淀粉糊化特性与淀粉粒径及直链淀粉含量的关系[J]. 中国农业科学,2009,42(1):251-260.

[23] 吴雪辉,张加明. 板栗淀粉的性质研究[J]. 食品科学,2003,24(6):38-41.

[24] 徐娟,梁丽松,王贵禧,等. 不同品种板栗贮藏前后淀粉糊化

特性研究[J]. 食品科学,2008,29(2):435-439.

[25] 端木旸. 中国石栎属资源综合利用[J]. 林产化工通讯,1997(6):33-35.

[26] 端木旸. 中国栲属资源的综合利用[J]. 林产化工通讯,1996(5):38-40.

[27] 端木旸. 江西省壳斗科资源的综合利用[J]. 林产化工通讯,1995(1):34-35.

[28] 端木旸. 我国青冈属资源的综合利用[J]. 北京林业大学学报,1995,17(2):109-110.

[29] 端木旸. 我国栲属资源的综合利用[J]. 河北林学院学报,1994,9(2):177-181.

[30] 金应世. 橡子淀粉加工流程及技术[J]. 农业科技通讯,1997(4):29.

[31] 孙铁锤,王子坚,何文光,等. 食用橡籽淀粉的批量生产及其资源的综合利用[J]. 山地农业生物学报,2005,24(5):460-462.

[32] 贾生平,游振江,张魁峰. 橡子的加工利用[J]. 中国林副特产,1999(1):36.

[33] 张志健,李新生,陈锐. 橡子单宁脱除技术研究[J]. 食品工业科技,2008,29(7):179-181.