

安徽省郎溪县农村庭院植物的组成与多样性

谢春平, 徐开, 刘大伟, 南程慧, 方彦

(南京森林警察学院 刑事科学技术学院, 江苏 南京 210023)

摘要: [目的] 通过对安徽省郎溪地区农村庭院植物组成与多样性的研究, 为优化庭院植物群落结构提供科学依据。[方法] 以安徽省郎溪县 10 个村庄的 369 个农村庭院群落为研究对象, 对庭院分布的栽培植物进行了调查记录。[结果] 该地区农村庭院共有 171 种植物, 隶属于 66 科 139 属, 其中以蔷薇科、十字花科、木犀科等含有较多的种类。多度、频度和重要值均表明, 香樟和桂花分别在乔木层和灌木层具有较大优势。1 号村庄和 7 号村庄的多样性指数分别在乔木层和灌木层优于其它村庄, 但该地区农村庭院的物种多样性水平整体不高。观赏植物和食用植物在该地区农村庭院中占有较大的比重, 分别为 58.48% 和 33.33%。[结论] 郎溪县农村庭院存在植物群落结构不合理, 物种多样性低, 部分物种过度使用, 乡土树种利用率低等问题; 提升村民生态环境优化意识是改善该区域庭院群落现状的关键。

关键词: 农村庭院; 植物组成; 多样性; 郎溪县

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2019)02-0212-09

中图分类号: Q949.9

文献参数: 谢春平, 徐开, 刘大伟, 等. 安徽省郎溪县农村庭院植物的组成与多样性[J]. 水土保持通报, 2019, 39(2): 212-220. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.02.034; Xie Chunping, Xu Kai, Liu Dawei, et al. Plant composition and diversity in rural homegarden of Langxi County, Anhui Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(2): 212-220.

Plant Composition and Diversity in Rural Homegarden of Langxi County, Anhui Province

Xie Chunping, Xu Kai, Liu Dawei, Nan Chenghui, Fang Yan

(Faculty of Criminal Science & Technology, Nanjing Forest Police College, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

Abstract: [Objective] In order to provide scientific basis for optimization of plant community in rural homegardens(HG), we took Langxi County of Anhui Province as a study case on species composition and diversity. [Methods] Cultivated plants of 369 HG were surveyed in ten villages in Langxi County of Anhui Province. [Results] There were 171 species belonging to 66 families and 139 genera in this area. Among them, Rosaceae, Cruciferae and Oleaceae contained more species than the others. Based on the abundance, frequency and importance value, *Cinnamomum camphora* and *Osmanthus fragrans* were the most important species in arbor layer and shrub layer, respectively. Generally, the level of species diversity was lower in each HG; however, the index of species diversity of No. 1 village and No. 7 village were better than that of the others in arbor layer and shrub layer, respectively. Species of ornamental plants and food plants accounted for 58.48% and 33.33%. [Conclusion] There were some problems in the rural HG of Langxi County, such as unhealthy structure of plant community, lower species diversity in each HG, overuse of some species, low utilization of native species etc. To improve the present vegetation of HG, it is key to develop the consciousness of farmers about optimization of ecological environment.

Keywords: rural homegarden; plant composition; diversity; Langxi County

城市化已然成为促进区域经济、文化、社会等各方面发展的重要手段, 是全球发展的必然趋势; 它在

提升居民生活质量和城市文明程度等方面具有重要意义^[1]。但在中国高速城市化的进程中, 却又不可避

免地改变了农村地区自然、经济和社会面貌,使农村原有生态景观、植物群落结构、生物遗传多样性等方面受到了极大的冲击^[2]。这种冲击和改变体现在几个方面:①千村一面,景观多样性低。许多地区在农村绿化建设的过程中照搬城市的绿化模式与格局,将原有的自然植物群落移除,重新统一标准、统一规划、统一建设,从而导致新农村建设均为一个模式,缺乏地方特色^[3]。②缺乏科学指导,盲目种植。原本分布于村落及周边的乡土树种被城市绿化树种取代,并未考虑“适地适树”等科学原则,乡土树种在农村绿化中的比重呈下降趋势^[4]。③自然生态景观恶化或消失。原本分布于村落的河道、池塘、风水林等,由于工业污染、垃圾排放、人为干扰等因素,“鸟鸣清脆、景美鱼肥”等乡土景观逐渐退出人们的视野^[5]。④生物遗传资源流失。农业耕作人口数量减少,许多有价值的优良作物品种还未被认识或传承就已处于濒危的状态。同时,农村在城市化的压力下又使得这些重要的生物资源生存空间进一步缩小^[6]。因此,既要达到“乡风文明、村容整洁”的社会主义新农村建设要求,又要实现人与自然的和谐发展,是当前农村绿化建设需要深思的议题。

农村庭院(homegarden)不仅是村落重要的绿化景观,更是农业生物多样性保护和新农村可持续发展的基本单元;农户所保存的植物多样性很大程度上体现在庭院植物的多样性上^[7]。过去数十年,农业生物遗传资源保护的重要性已经引起了各界的广泛关注^[8]。但是由于农村庭院的面积普遍较小,作为农业生物多样性资源储存的重要区域长期以来被学者们所忽略,其广泛深入的调查研究仍有待加强^[9]。一般农村庭院是指有固定的边界、围绕着房子形成的一个固定种植及养殖区域;在这个区域范围内混合种植有乔木、灌木和一年及多年生草本,形成了一个多层的垂直种植结构,并通常伴有牲畜养殖等活动^[10-11]。庭院的生产运作多数由农户家庭成员完成,并具有一定维持农户家庭生计的功能。人为形成的农村庭院复合生态系统为农户提供了丰富的服务功能^[12];这些功能不仅包括给家庭成员提供必要的生活必需品,诸如食物、建筑材料(木材)、能源(薪炭柴)和草药外,还提供了生态环境保护功能,如遮阴、减少水土流失、保护物种多样性、固碳等^[13]。农村庭院生态系统是农村整体生态系统的重要组成部分,在提高农民收入、增加居住面积的同时,如何合理有效地改善和优化农户居住环境,积极发挥农村庭院的生态效益,具有十分重要的理论意义和实践价值^[14]。许多国家和地区已经对农村庭院进行了一定的深入研究^[8,15-17],从资

源利用、生态服务功能、生物多样性保护等各方面进行了探讨。我国在内蒙古^[18-19]、云南^[20-22]、江苏^[14,23-24]、河北^[25]、北京^[26]等地亦开展过相关研究,对我国农村庭院绿化建设及生物多样性保护等方面存在的问题提出了建设性的意见。安徽省郎溪县地处江浙皖三省交界处,一方面该区域农村庭院植物的组成及多样性等基本特征仍属研究空白;另一方面,其绿化模式、农业生物多样性保护等方面是否受长江三角洲城市化进程的影响,至今仍未有学者进行过相应的研究与探讨。本研究选取郎溪县10个村庄作为调查样本,拟解决以下2个科学问题:①揭示本地区农村庭院物种的组成、多度及丰富度的基本特征,了解其庭院的群落结构特征及优势树种;②农户对庭院植物资源的利用情况和城市化对该区域农村庭院植物构成的影响。最后,本文拟通过重要值、多样性指数等生态学参数的综合评价分析,为改善郎溪农村庭院物种多样性、优化庭院群落结构等方面提供科学参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

郎溪县位于安徽省东南部皖苏浙三省交界处,地理位置为 $30^{\circ}48'45''-31^{\circ}18'27''N$, $118^{\circ}58'48''-119^{\circ}22'12''E$,总面积约 $1\ 100\text{ km}^2$ 。该区全年气候温和,雨量充沛,四季分明,雨热同期,日照充足,无霜期较长。该区年平均温 $15.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,最热7月均温 $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,最冷2月均温 $2.9\text{ }^{\circ}\text{C}$,极端高温 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$,极端低温 $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$,年平均降水约 $1\ 200\text{ mm}$ 。本区常年盛行东南风,其次为东北风,相对湿度为 $76\%\sim 82\%$ 。郎溪地区有黄壤、黄棕壤2个地带性土壤,并兼有水稻土、紫色土、潮土和石灰岩等4个隐域性土壤。区域内的绝大部分为亚热带森林,兼有少量暖温带森林^[27-28]。此次调查包括了郎溪县周边的张家墩(25户)、张家弄(35户)、李家村(74户)、潘家墩(26户)、潘家桥(20户)、陈家渡(41户)、望田沟(31)、汪家墩(51)、赵村(35)、陈村(31),共计369户庭院;这些都是传统农业村落,以水稻(*Oryza sativa*)、油菜(*Brassica napus*)等农作物生产为主。

1.2 数据收集

在获取每个村落农户家庭基本信息后,根据各村庄的实际情况随机抽取若干庭院进行调查。受调查实际情况的限制,尽可能记录每户庭院的基本情况,包括人口数、院落打理人、收入、学历等基本信息。虽然在农村庭院内同时栽培有木本植物和草本植物,但对许多农村院落而言木本植物能够提供更为长期的

产物及生态服务功能^[29]。因此,以每个农村庭院为基本的调查单元,对庭院内分布的乔木进行每木调查,详细记录每种木本植物的种名、株数、树高、胸径、冠幅及用途。有灌木分布的庭院,根据庭院实际情况设置 1 或数个 5 m×5 m 的灌木样方,详细记录种名、冠幅、高度及用途。藤本及草本植物详细记录植物的种名和用途,仅在物种组成及用途分析时使用。

1.3 数据分析

(1) 重要值分析。

$$\text{乔木: } IV_{\text{乔木}} = (RA + RF + RD) / 3^{[30]}$$

$$\text{灌木: } IV_{\text{灌木}} = (RA + RF + RC) / 3^{[25]}$$

式中:RA, RF, RD, RC——相对多度、相对频度、相对优势度和相对盖度。

(2) 频度分析。

$$F_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%^{[31]}$$

式中: F_i ——某物种的频度; n_i ——某一物种出现在各庭院内的次数; N ——庭院总数。

(3) 物种多样性分析。

Margalef 指数(R):

$$R = (S - 1) / \ln N^{[32]}$$

Shannon-Wiener 指数(H):

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i, P_i = \frac{n_i}{N}^{[33]}$$

Simpson 指数(D):

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}^{[34]}$$

Pielou 均匀度指数(J): $J = \frac{H}{\ln S}^{[35]}$ 。

式中: S ——样地中某村庄庭院内总的乔木或灌木物种数; n_i ——种 i 的个体数; N ——全部种的个体数。

2 结果与分析

2.1 庭院基本情况

郎溪县农村庭院结构可划分为前院和后院两种类型。前院以水泥硬化的小广场为主,主要是为了便于农业晾晒作业或停车等用途,多数会种植一定的绿化植物以美化;后院主要是家庭生活场所,以菜地、家畜养殖等为主。本研究共计走访调查了 369 个庭院,有 36 户(约占 10%)的庭院未栽植任何绿化植物及 3 个空户,实际纳入研究统计的有 330 户。其中,有 122 户庭院内未栽种任何乔木(约占 33%),有 115 户庭院内未栽种任何灌木(约占 31%);整体上,每庭院平均有 2.65 株乔木。

2.2 物种组成分析

在所调查的庭院中,共计有 171 种栽培植物出现,隶属于 66 科 139 属(表 1)。被子植物占有绝大多数,蕨类植物仅 1 科 1 属 1 种和裸子植物 7 科 14 属 14 种。从习性上划分,乔木有 61 种,隶属于 30 科 51 属;灌木有 74 种,隶属于 44 科 60 属;藤本植物有 6 种,隶属于 4 科 5 属;此外,各类草本植物有 68 种,隶属于 27 科 55 属。从表 1 科的组成结构来看,庭院内的栽培植物以亚热带至温带科为主,如蔷薇科(Rosaceae)、榆科(Ulmaceae)、胡桃科(Juglandaceae)、杨柳科(Salicaceae)、槭树科(Aceraceae)等均较为典型。从数量结构特征上分析,物种数大于 5 种的以蔷薇科、十字花科(Cruciferae)、木犀科(Oleaceae)、百合科(Liliaceae)较为突出;如该区域常见的梅(*Armeniaca mume*)、油菜(*Brassica napus*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、葱(*Allium fistulosum*)等。含 3~4 种的科有 10 个,较为典型的有豆科(Leguminosae)、杜鹃花科(Ericaceae)、木兰科(Magnoliaceae)、景天科(Crassulaceae)等;如豆科的蚕豆(*Vicia faba*)、大豆(*Glycine max*),木兰科的荷花玉兰(*Magnolia grandiflora*)、玉兰(*Magnolia denudata*),景天科的佛甲草(*Sedum lineare*)、石莲(*Sinocrassula indica*)等;上述这些种类多数是重要的经济作物或具有较高的观赏价值,因此在农村庭院中有较多的栽培。含 1 个种的科有 38 科,如红豆杉科(Taxaceae)、柿树科(Ebenaceae)、无患子科(Sapindaceae)、樟科(Lauraceae)、银杏科(Ginkgoaceae)等;虽然这些科只含有一个种,但其在庭院中却占据一定的重要地位;如红豆杉科的南方红豆杉(*Taxus wallichiana*)是国家一级重点保护植物,樟科的香樟(*Cinnamomum camphora*)是院落中出现频度最高的物种(图 2),柿树科的柿(*Diospyros kaki*)是本地区常见的农村庭院水果,银杏科的银杏(*Ginkgo biloba*)也在本区域广泛栽培。

多度是物种的个体数目或种群密度的反映,通过种—多度累计分布图可反映出该区域物种数量的结构特征。郎溪县农村院落乔灌木种—多度累计分布如图 1 所示。从图 1 乔木的种—多度累计分布可以看出,乔木层共计有 876 株,其中香樟有 262 株,占有个体数的 29.91%,由此可见香樟在本区域院落乔木层占有极为重要的地位。随后依次是桂花(101 株, 11.53%)、女贞(*Ligustrum lucidum*, 43 株, 4.91%)、桃(*Amygdalus persica*, 42 株, 4.79%)、香椿(*Toona sinensis*, 41 株, 4.68%)、枣(*Ziziphus ju-*

juba, 38 株, 4.34%)、池杉(*Taxodium distichum*, 36 株, 4.11%)、柿树(29 株, 3.31%)、枸骨(*Ilex cornuta*, 23 株, 2.63%)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*, 21 株, 2.40%)和紫薇(*Lagerstroemia indica*, 20 株, 2.28%)等。上述这 11 个树种约占全部乔木个体数的 75%, 因此它们基本反映出乔木层种群的数量结构特征。剩余乔木的多度均小于 2%, 个体数少于 20 株。灌木有 1 559 个体, 其种—多度累计分布结构特征较乔木的情况更为分散(图 1)。个体数比例大于 5% 的物种有桂花(156 株, 10.01%)、冬青卫矛(*Eu-*

onymus japonicus, 136 株, 8.72%)、小叶黄杨(*Buxus sinica*, 114 株, 7.31%)、香椿(105 株, 6.74)、女贞(86 株, 5.52%)和山茶(*Camellia japonica*, 82 株, 5.26%), 占有灌木个体数的 43.55%。个体数比例 2%~5% 的灌木有 10 种, 如月季花(*Rosa chinensis*, 63 株, 4.43%)、栀子(*Gardenia jasminoides*, 53 株, 3.40%)、红叶石楠(*Photinia fraseri*, 38 株, 2.44%)等。因此, 个体数在 2% 以上的物种占有灌木的 78.26%, 即它们代表了灌木层种群的数量结构特征。余下灌木的个体数均少于 30 株, 多度小于 2%。

表 1 郎溪县农村庭院植物物种组成

种数	科(属数:种数)
5 种以上(含 6 科)	蔷薇科(13:19), 十字花科(4:11), 木犀科(4:9), 百合科(5:7), 菊科 Asteraceae(5:7), 茄科 Solanaceae(3:6)
3~4 种(含 10 科)	豆科(4:4), 杜鹃花科(3:4), 禾本科 Gramineae(4:4), 景天科(4:4), 木兰科(2:4), 松科 Pinaceae(1:4), 榆科(3:4), 柏科 Cupressaceae(3:3), 伞形科 Umbeliferae(3:3), 杉科 Taxodiaceae(3:3)
2 种(含 12 科)	冬青科 Aquifoliaceae(1:2), 胡桃科(2:2), 楝科 Meliaceae(2:2), 葡萄科 Vitaceae(2:3), 槭树科(2:2), 山茶科 Theaceae(1:2), 芍药科 Paeoniaceae(1:2), 石蒜科 Amaryllidaceae(2:2), 卫矛科 Celastraceae(1:2), 杨柳科(2:2), 芸香科 Rutaceae(1:2), 棕榈科 Palmae(2:2)
1 种(含 38 科)	芭蕉科 Musaceae(1:1), 唇形科 Labiatae(1:1), 大戟科 Euphorbiaceae(1:1), 番杏科 Aizoaceae(1:1), 凤尾蕨科 Pteridaceae(1:1), 海桐科 Pittosporaceae(1:1), 红豆杉科(1:1), 葫芦科 Cucurbitaceae(1:1), 虎耳草科 Saxifragaceae(1:1), 黄杨科 Buxaceae(1:1), 夹竹桃科 Apocynaceae(1:1), 金缕梅科 Hamamelidaceae(1:1), 藜科 Chenopodiaceae(1:1), 罗汉松科 Podocarpaceae(1:1), 马齿苋科 Portulacaceae(1:1), 美人蕉科 Cannaceae(1:1), 千屈菜科 Lythraceae(1:1), 茜草科 Rubiaceae(1:1), 忍冬科 Caprifoliaceae(1:1), 瑞香科 Thymelaeaceae(1:1), 桑科 Moraceae(1:1), 石榴科 Punicaceae(1:1), 石竹科 Caryophyllaceae(1:1), 柿树科(1:1), 鼠李科 Rhamnaceae(1:1), 苏铁科 Gymnospermae(1:1), 天南星科 Araceae(1:1), 无患子科(1:1), 玄参科 Scrophulariaceae(1:1), 悬铃木科 Platanaceae(1:1), 鸭跖草科 Commelinaceae(1:1), 杨梅科 Myricaceae(1:1), 银杏科(1:1), 罂粟科 Papaveraceae(1:1), 鸢尾科 Iridaceae(1:1), 芸香科 Rutaceae(1:1), 樟科(1:1), 酢浆草科 Oxalidaceae(1:1)

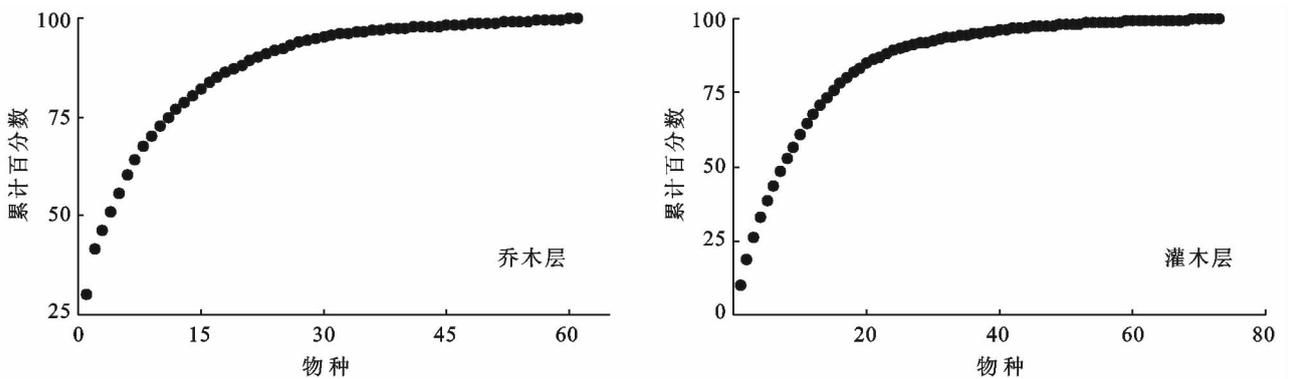


图 1 郎溪县农村庭院木本植物种—多度累计分布

2.3 频度分析

根据调查区域内各庭院出现的乔木和灌木次数, 以纵坐标为频度、横坐标为各物种序列号构建郎溪县农村庭院木本植物频度分布图(图 2)。从乔木和灌

木的频度图可以清楚地看出, 高频度树种均较少, 而低频度树种占有较大的比例。

乔木层中, 频度最高的是香樟(46.06%); 紧随其后的是桂花(23.33%)、桃(10.91%)和枣(10.30%);

上述 4 种乔木的频度均超过了 10%。频度在 5%~10% 的乔木树种有 3 个,分别是柿(7.88%)、香椿(7.58%)和池杉(6.36%)。频度在 1%~5% 的乔木树种有 21 种, 占有所有树种比例的 34.43%, 如紫薇(4.85%)、荷花玉兰(4.55%)、李(*Prunus salicina*, 3.94%)、石榴(*Punica granatum*, 2.12%)等。余下频度小于 1% 乔木树种有 33 种, 占有所有树种比例的 54.10%, 如圆柏(*Juniperus chinensis*)、桑(*Morus alba*)、樱桃(*Cerasus pseudocerasus*)、榆树(*Ulmus pumila*)、朴树(*Celtis sinensis*)、马尾松(*Pinus massoniana*)等。

灌木中,频度最高的是桂花(26.97%),紧随其后的是频度大于 10% 的灌木有 9 个,如枸骨(16.36%)、

小叶黄杨(15.76%)、栀子(15.15%)、月季花(13.03%)、冬青卫矛(10.30%)等。频度在 5%~10% 的灌木有 6 个,如香椿(9.39%)、小叶女贞(*Ligustrum quihoui*, 6.67%)、红叶石楠(6.67%)、红花檵木(*Loropetalum chinense*, 6.06%)等。频度在 1%~5% 的灌木有 21 种, 占有所有树种比例的 28.77%, 如杜鹃(*Rhododendron* sp., 3.94%)、枇杷(*Eriobotrya japonica*, 3.33%)、茶(*Camellia sinensis*, 1.21%)、侧柏(*Platycladus orientalis*, 1.21%)等。余下频度小于 1% 灌木树种有 37 种, 占有所有树种比例的 50%, 如紫荆(*Cercis chinensis*)、结香(*Edgeworthia chrysantha*)、火棘(*Pyracantha fortuneana*)、皱皮木瓜(*Chaenomeles speciosa*)等。

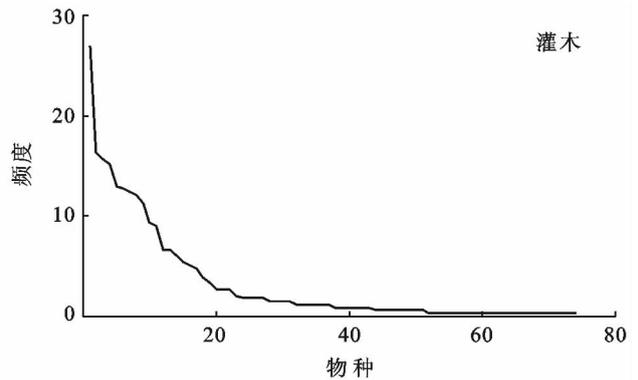
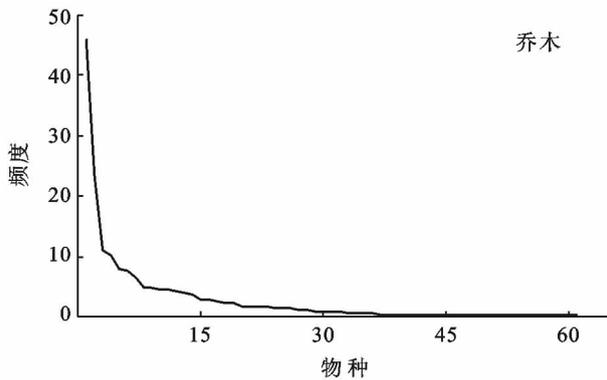


图 2 郎溪地区农村庭院木本植物频度分布

2.4 重要值分析

重要值是一种综合性指标,它是应用最广的物种特征值^[36]。为了解郎溪县农村庭院乔灌层各植物的重要性,利用重要值对物种的数量、大小及使用的广泛性(频度)进行了综合考虑,结果详见表 2。从表 2 重要值大于 2% 的乔木树种来看,它们共占有所有乔木层物种重要值的 80.20%, 占有较大的比例;余下未列出物种重要值总和仅为 19.80%。因此这 15 个乔木树种能够较好地反映出郎溪县农村庭院乔木层的情况。乔木重要值最大的为香樟,达 29.58%;它在相对频度、相对优势度、相对多度上均位列第一,因此其在乔木层中占有绝对重要的位置。重要值位列 2~5 的树种为桂花、桃、池杉和枣,其值分别为 10.79%, 4.72%, 4.50% 和 4.46%;这些树种在郎溪农村庭院已有较长的栽培历史,形成了本区域典型的农村绿化树种。随后重要值位列 6~10 的树种有香椿(4.24%)、柿树(3.46%)、女贞(2.91%)、杉木(2.70%)和枸骨(2.32%)。香椿和柿树是本地较为常见的蔬菜和水果,而女贞和枸骨是近年在城市绿化中常用的

园林树种。余下如李(2.07%)、枇杷(2.00%)等也是适宜该地区院落栽培的乡土果树。灌木层重要值大于 2% 的树种有 15 个,其重要值之和达 74.35%, 同样也可反映出灌木层不同物种之间的重要性差异。从重要值的分布来看,仅桂花一个种的重要值大于 10%(11.06%);余下灌木的重要值之间差异不大。位列 2~5 的灌木依次是枸骨、黄杨、冬青卫矛和桃,它们的重要值在 5.45%~6.87% 之间;而位列 6~10 灌木的重要值大小亦在 5% 左右。因此,灌木层重要值位列前 10 的物种中,除了桂花相对突出外,其余的重要值均较为接近;同时也说明这些物种在郎溪农村庭院灌木层地位的相似性。

2.5 多样性分析

物种多样性是反映群落结构稳定性及复杂性的有效特征指标^[37], 同时能够较好地体现物种在生物环境中的分布和它们在农村庭院中的数量及分布均匀程度。生物多样性受生物体之间、外界环境及人为干扰等诸多因素所影响。将各村庄做为一个独立单位进行整体分析,其乔木层和灌木层的各多样性指数分

布情况如图 3 所示。乔木层各多样性指数表明(图 3),Simpson 多样性指数为 0.76~0.89,其中 1 号村庄和 10 号村庄同时具有最大值,而 7 号村庄值最小。Shannon-Wiener 多样性指数为 2.03~2.65,1 号村庄具有最大值,7 号村庄值最小。Margalef 丰富度指数为 3.35~5.36,1 号村庄具有最大值,9 号村庄值最小。Pielou 均匀度指数为 0.71~0.88,10 号村庄具有最大值,6 号村庄值最小。综合以上数值的比较分析,1 号村庄和 10 号村庄在乔木层的物种多样性要优于其他村庄。灌木层的各项多样性指数整体上要优于乔木层(图 3)。Simpson 多样性指数表明有 6 个村庄的值大于 0.90,其中 3 号、7 号和 8 号村庄的 Simpson 指数值同为最大 0.93;1 号村庄的值最小仅为 0.82。Shannon-Wiener 多样性指数为 2.14~3.13,3 号村庄具有最大值,1 号村庄值最小。Margalef 丰富度指数值最大的是 7 号村庄为 7.15,而最小的为 5 号村庄为 3.57;其他村庄的值也在 5.00 左右。Pielou 均匀度指数的值为 0.72~0.93,其中以 5 号村庄最佳,1 号村庄最差。因此,3 号和 7 号村庄灌木层物种多样性情况要优于其他村庄。综合乔木层和灌木层的多样性情况分析,1 号村庄在乔木层具有较好的多样性,但其在灌木层却不如其他村庄;7 号村庄乔灌层多样性的情况与 1 号村庄恰好相反。由此可知,不同村庄庭院之间的乔灌层多样性存在较大的差异,这可能与农户在庭院建设、维护等方面有直接的关系。

表 2 郎溪县农村庭院主要木本植物重要值

层次	序号	种名	相对频度	相对优势度或盖度	相对多度	重要值
乔木层	1	香樟	33.66	25.17	29.91	29.58
	2	桂花	8.08	12.75	11.53	10.79
	3	桃	3.40	5.96	4.79	4.72
	4	池杉	5.91	3.48	4.11	4.50
	5	枣	3.43	5.63	4.34	4.46
	6	香椿	3.90	4.14	4.68	4.24
	7	柿	2.76	4.30	3.31	3.46
	8	女贞	2.82	0.99	4.91	2.91
	9	杉木	4.21	1.49	2.40	2.70
	10	枸骨	1.84	2.48	2.63	2.32
	11	刺槐	2.54	2.32	1.71	2.19
	12	毛泡桐	2.91	1.99	1.60	2.16
	13	紫薇	1.38	2.65	2.28	2.10
	14	李	2.22	2.15	1.83	2.07
	15	枇杷	1.42	2.65	1.94	2.00
灌木层	1	桂花	11.03	12.14	10.01	11.06
	2	枸骨	6.69	9.48	4.43	6.87
	3	小叶黄杨	6.44	4.17	7.31	5.97
	4	冬青卫矛	4.21	3.83	8.72	5.59
	5	桃	5.20	7.57	3.59	5.45
	6	香樟	4.58	6.52	4.81	5.31
	7	栀子	6.20	6.07	3.40	5.22
	8	小叶女贞	2.73	6.17	5.52	4.80
	9	山茶	5.08	3.45	5.26	4.60
	10	香椿	3.84	1.20	6.74	3.93
	11	月季花	5.33	2.21	4.04	3.86
	12	柑橘	4.96	3.07	2.82	3.62
	13	紫薇	3.72	3.58	2.63	3.31
	14	红叶石楠	2.73	2.16	2.44	2.44
	15	红花檵木	1.12	1.81	4.04	2.32

注:表中所列出的为重要值大于 2% 的物种;柑橘(*Citrus reticulata*);刺槐(*Robinia pseudoacacia*);毛泡桐(*Paulownia tomentosa*)。

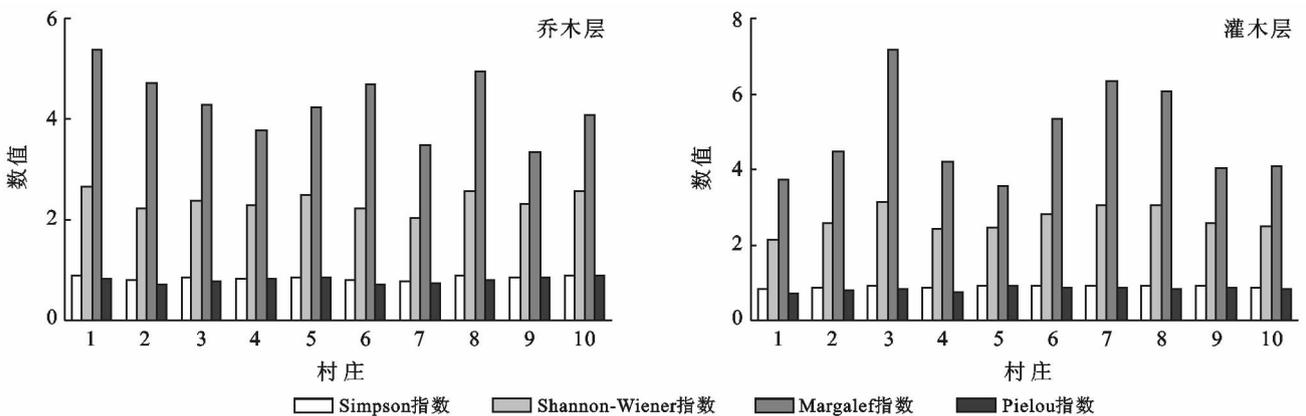


图 3 郎溪县不同村庄庭院木本植物多样性

2.6 用途分析

将所调查的植物划分为食用(如蔬菜、水果、药用)、木材、观赏和其他(如生态服务功能、宗教含义、民俗文化等)4 用途类别。由于无法在调查的第一时间访问到每个庭院的管理者,因此在当地随机选取 30 个常住农村的农民进行问卷调查(年龄在 26 至 67

周岁,其中男性 13 人,女性 17 人),让其对所调查的植物用途进行选择。每种植物只能选择其中一项他认为最重要的用途,如银杏同时具有食用、木材和观赏等用途,但在当地种植的银杏多以观赏为主。对他们的选择进行统计,被选择最多一项用途的则作为该物种在本区域农村庭院中最重要的用途。郎溪县农

村院落植物的主要用途分布如图 4 所示。由图 4 分析可知：①观赏植物在庭院中所占比例最高，为 58.48%。主要是一些灌木和观赏类草本植物占有较大的比例。灌木中的小叶黄杨、冬青卫矛、红叶石楠、红花檵木、结香、海桐(*Pittosporum tobira*)、月季、杜鹃等均是较为常用的观赏类植物；草本类植物多见如兰花(*Cymbidium sp.*)、芍药(*Paeonia lactiflora*)、虎耳草(*Saxifraga stolonifera*)、吊兰(*Chlorophytum comosum*)、菊花(*Dendranthema sp.*)、万年青(*Rohdea japonica*)、美人蕉(*Canna indica*)等。②食用植物在庭院中所占比例为 33.33%。这些植物以水果和蔬菜占有较大的部分。水果类植物以枣、柿、桃、樱桃、沙梨(*Pyrus pyrifolia*)、杨梅、枇杷、苹果(*Malus pumila*)等为主。蔬菜主要有葱、胡萝卜(*Daucus carota var. sativa*)、番茄(*Lycopersicon esculentum*)、蚕豆、菠菜(*Spinacia oleracea*)、蕹菜(*Rorippa indica*)、结球甘蓝(*Brassica oleracea var. capitata*)等为主；十字花科、茄科(*Solanaceae*)、豆科等的植物在种类和数量上占有较大的比例。少数植物以药用为主，如井栏边草(*Pteris multifida*)、石斛(*Dendrobium nobile*)等。③以木材为用途的植物仅有 5 种占 2.92%，包括池杉、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、杉木、香樟和杨树(*Populus*)。④其他用途植物的有 9 种占 5.26%，包括诸如艾草(*Artemisia argyi*)、柏木(*Cupressus funebris*)等具有一定民俗文化或生态服务功能的植物。

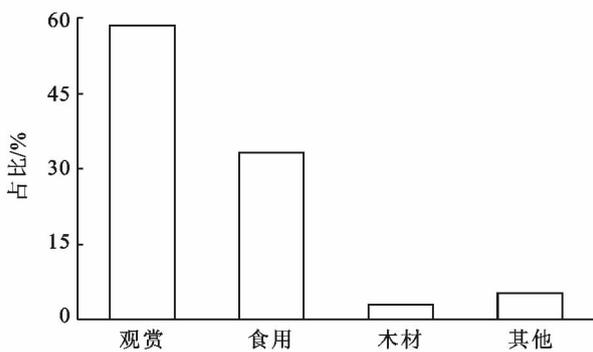


图 4 郎溪县农村庭院植物用途

3 讨论与结论

3.1 讨论

农村庭院是农民生产生活的第一场所，庭院植物的构成及多样性不仅可在新农村建设中直接改变传统农村“脏、乱”的面貌，提高农村生活环境质量^[38]，而且作为理想的遗传资源就地保存的生产系统^[19]，

在农业生物多样性资源的保护、利用和传承等方面发挥着积极的作用。调查结果表明安徽郎溪县农村庭院存在一些问题：

(1) 庭院有效绿化面积不足，村民生态环境保护意识缺乏。在对 10 个村庄 369 户庭院的调查中发现，有 36 户庭院没有任何植物的出现，占有所有样本的 9.75%；有 122 户庭院未栽种任何乔木，占有所有样本的 33.06%。早期农户将房前的庭院区域水泥硬化是为了便于农作物的晾晒；但随着区域经济的不断发展，农村庭院功能已演变成停车场或简单的衣物晾晒。部分农户会在庭院的周围栽种若干乔木或灌木进行隔离，但其有效绿化面积较小，生态效益较低。多数村民并未意识到，虽然庭院硬化后便于打扫整理，但由庭院植物所营造的生态服务功能丧失。有研究表明，传统庭院植物产生的生态服务功能及效益是长久持续的^[39]。一方面庭院植物给农户带来最直接的功能是降温保暖、提供食品安全等方面的服务^[15]，但同时凋落物分解对土壤肥力、土壤结构和营养循环方面也发挥着积极的作用^[40]；另一方面，复杂的庭院植物群落结构保证了光、热、水等资源的有效利用，这又使得庭院群落可持续发展^[12,41]，农户可持续利用。

(2) 庭院植物多样性低。物种丰富度是物种多样性测度中较为简单且生物学意义明显的指数，它反映分析单元内物种的数目，物种丰富度越大，则物种数也越多^[18]。从全球农村庭院植物多样性的分布来看，在不考虑庭院面积大小的情况下，不同地区庭院植物的多样性有较大的差异，如秘鲁(309 种)、尼加拉瓜(324 种)、墨西哥(232 种)、厄瓜多尔(484 种)、埃塞俄比亚(120 种)、津巴布韦(69 种)和印度(122, 仅木本植物)^[42-44]；与世界其它地方的庭院植物多样性比较，郎溪地区明显要比上述地区低。与国内的通辽(148 种)、江苏苏中地区(264 种)、常熟(151 种)、昆明(93 种)、西双版纳(204 种)和邯郸(79 种)等地比较^[14,18,20-22,24-25]，其物种多样性水平处于中等偏上位置。但整体而言，我国庭院植物多样性的保持与建设方面要低于世界其它地区(非洲除外)。这种情况一方面可能受到当地自然环境(如气候、土壤、水分)等因素的影响^[42,44-45]，但更复杂的还与农户的喜好、家庭经济条件、村落地理位置、庭院打理人综合情况、民族等方面均存在一定的相关性^[8,13,16,18,26,29,45-46]。

(3) 城市绿化植物渗入明显，传统乡土树种减少。从调查的植物种类的重要值发现，香樟、池杉、女贞、小叶黄杨、冬青卫矛、小叶女贞等树种占有较高的重要值比例，这些物种同时也广泛栽植于城市绿地中。本地区传统农村乡土树种杨(*Populus spp.*)、柳

(*Salix* spp.)、榆(*Ulmus* spp.)、槐(*Sophora japonica*)的重要值均较低,说明它们在庭院群落中并不占优势。笔者在调查过程中与村民的访谈了解到,早期多数农户屋旁或村庄周围均有一定的次生林存在,群落结构完整。这些群落常见的物种有槐、朴树(*Celtis sinensis*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、白栎(*Quercus fabri*)、垂柳(*Salix babylonica*)、牡荆(*Vitex negundo* var. *cannabifolia*)等物种存在;但随着新农村建设热潮的推动,为了整齐划一,许多次生林被清理。而这些区域或被建成农村公共休闲绿地,或成为农户私人宅基地等,由此直接导致乡土树种在农村绿化的比重降低,甚至消失。乡土树种在经过长期自然环境磨练后,对当地各种自然环境已经十分适应,这也是自然环境在植物漫长的进化过程中做出的选择^[47]。因此,不论是大规模的新农村绿化建设还是农户的庭院美化,都应重视乡土树种的价值及重要性,尽可能减少外来物种的使用。

(4) 庭院群落结构不合理,部分物种过度使用。从调查的情况看,平均每户仅有不到 3 株的乔木存在,甚至部分庭院未栽植有乔木;而庭院大面积被硬质铺装材料所占据。因此,并未形成一个立体的、覆盖面积广的庭院植物群落结构。在这些庭院中,香樟的多度占比近 30%,而频度甚至达到了 50%;这种情况是不符合健康的植物群落构建的要求。学者研究表明,在同一区域内,科、属、种各级单位构成的个体数,单个科不超过 30%,单个属不超过 20%,而单个种不超过 10%^[48];亦有学者认为单个树种不应超过 5%^[49]。但研究区域的多个物种的个体数量成已远超阈值。因此,庭院绿化构建应根据生态学原理,建设以乔木为骨架、木本植物为主体,乔灌草藤相结合的形式,充分发挥庭院群落多功能、高效益的立体生态系统^[50]。

农村生态文明建设是中国生态文明建设整体推进的重要组成部分,尤其在中国农村生态环境危机日益严重,农民生态意识较为薄弱,城乡二元结构还未根本改变的情况下,推进农村生态文明建设具有十分重要的意义^[51]。以农村庭院作为生态文明建设的窗口和突破口,使农民感受到社会主义新农村建设新风尚,是各级管理部门当前农村工作的重点之一。农村庭院植物群落作为典型的人工群落类型,其不仅受当地自然环境和周边乡土植物资源的影响,更是受农户家庭综合情况、庭院面积、区域经济、地理位置、当地社会情况、民俗民情等多方面的综合影响。本文仅从植物种类构成进行了单一方面的分析,对影响郎溪县农村庭院植物组成和多样性的其他因素并未做深入

分析,这也是后续研究需要进一步关注和完善的方面。

3.2 结论

本研究对安徽省郎溪县 10 个村落的 369 户庭院进行了详细调查,结果表明:①在物种组成上,有 171 种栽培植物被记录,其中以蔷薇科、十字花科、菊科、百合科、茄科等居多。从物种多度的构成来看,乔木以香樟占有的比重最大,其次是桂花、女贞等物种;灌木以桂花居多,同时伴有冬青卫矛、小叶黄杨等物种。②根据物种的频率分析表明,乔木层以香樟、桂花和桃具有较高的频度;灌木层以枸骨、小叶黄杨和栀子具有较高的频度。③郎溪地区农村庭院重要值数据反映出,香樟、桂花和桃在乔木层中优势较为明显,而灌木层以桂花、枸骨和小叶黄杨占有较大比重。④10 个村庄多样性指数表明,1 号村庄和 7 号村庄分别在乔木层和灌木具有较好的多样性,但整体上各村庄的多样性指数偏低。⑤郎溪地区农村庭院植物以观赏和食用为主,其他用途的比重较低。

[参 考 文 献]

- [1] 安静,刘红玉,郝敬锋,等. 快速城市化对南京东郊景观结构与格局的影响[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 421-425.
- [2] 张亚楠,刘勤,胡安永,等. 苏南农村廊道绿化景观研究[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(4): 183-185.
- [3] 黄经南,陈舒怡,王存颂,等. 从“光辉城市”到“美丽乡村”:荷兰 Bijlmermeer 住区兴衰对我国新农村规划的启示[J]. 国际城市规划, 2017, 32(1): 116-122.
- [4] 白岗栓,李明霞,耿桂俊,等. 陕北黄土丘陵区新农村植被建设问题分析[J]. 水土保持研究, 2009, 16(6): 167-170.
- [5] 鲍梓婷,周剑云. 当代乡村景观衰退的现象、动因及应对策略[J]. 城市规划, 2014, 38(10): 75-83.
- [6] 孙玉芳,雷波,张宏斌,等. 我国农业野生植物资源原生境保护区建设现状、问题及未来的思考[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(6): 224-228.
- [7] 祝遵凌,刘亚亮,褚茜. 长三角新农村庭院植物多样性与配置模式[J]. 东北林业大学学报, 2011, 39(7): 35-37.
- [8] Bardhan S, Jose S, Biswas S, et al. Homegarden agroforestry systems: An intermediary for biodiversity conservation in Bangladesh [J]. *Agroforestry Systems*, 2012, 85(1): 29-34.
- [9] Galluzzi G, Eyzaguirre P, Negri V. Home gardens: Neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2010, 19(13): 3635-3654.
- [10] Kumar B M, Nair P K R. The enigma of tropical homegardens [M] // Springer Netherlands: New vistas in agroforestry. 2004: 135-152.

- [11] Mekonen T, Giday M, Kelbessa E. Ethnobotanical study of homegarden plants in Sebeta-Awas District of the Oromia Region of Ethiopia to assess use, species diversity and management practices[J]. *Journal of Ethnobiology & Ethnomedicine*, 2015,11(1):1-13.
- [12] Das T, Das A K. Conservation of plant diversity in rural homegardens with cultural and geographical variation in three districts of Barak Valley, Northeast India [J]. *Economic Botany*, 2015,69(1):57-71.
- [13] Kabir M E, Rahman M M, Rahman M A U, et al. Effects of household characteristics on homegarden characteristics in Kalaroa Upazila, Satkhira District, Bangladesh[J]. *Small-scale Forestry*, 2016, 15(4): 443-461.
- [14] 张光富,孙宁成,陈会艳,等. 苏中地区农村庭院植物调查[J]. *安徽农业科学*, 2008,36(8):3285-3286.
- [15] Wezel A, Bender S. Plant species diversity of homegardens of Cuba and its significance for household food supply[J]. *Agroforestry Systems*, 2003,57(1):39-49.
- [16] Coomes O T, Ban N. Cultivated plant species diversity in home gardens of an Amazonian peasant village in Northeastern Peru[J]. *Economic Botany*, 2004,58(3): 420-434.
- [17] Sujarwo W, Caneva G. Ethnobotanical study of cultivated plants in home gardens of traditional villages in Bali(Indonesia) [J]. *Human Ecology*, 2015, 43(5): 1-10.
- [18] 金兰,哈斯巴根. 科尔沁沙地蒙古族户级水平庭园植物多样性分析:以内蒙古通辽市科尔沁左翼后旗的研究为例[J]. *植物分类与资源学报*, 2010,32(5):435-447.
- [19] 金兰,哈斯巴根,高峰,等. 内蒙古通辽市库伦旗蒙古族庭园植物农业生物多样性分析:以芒汗苏木毛敦塔拉嘎查为例[J]. *广西植物*, 2015, 35(6):913-921.
- [20] 伍少云,张宗文, Bhuwon R S, 等. 昆明市双哨乡户级庭园植物多样性分析[J]. *生态与农村环境学报*, 2004, 20(1):16-19.
- [21] 伍少云,戴陆园,游承俐,等. 云南昆明市双哨乡双桥村户级植物资源多样性保护与利用[J]. *植物遗传资源学报*, 2005,6(4):431-436.
- [22] 龙春林,李美兰. 西双版纳傣族曼仑村植物遗传资源研究:现状与保护策略[J]. *植物学报*, 2006, 23(2): 177-185.
- [23] 彭农,梁彦兰,韩红军,等. 徐州地区农村庭院绿化生态化建设研究[J]. *中国园艺文摘*, 2012,28(2):88-89.
- [24] 任斌斌,李树华,李法红. 常熟地区农户庭院植物多样性与配置模式[J]. *生态与农村环境学报*, 2010,26(1): 52-57.
- [25] 任斌斌,刘兴. 邯郸地区农户庭院植物多样性与配置模式研究[J]. *江西农业学报*, 2011,23(11):20-24.
- [26] Clarke L W, Li L, Jenerette G D, et al. Drivers of plant biodiversity and ecosystem service production in home gardens across the Beijing Municipality of China [J]. *Urban Ecosystems*, 2014,17(3):741-760.
- [27] 唐礼彬. 郎溪县土壤特性及评述[J]. *现代农业科技*, 2009(9):296-297.
- [28] 郎溪县人民政府网. 郎溪方圆[EB/OL]. (2014-05015) [2017-06-06]. <http://www.ahlx.gov.cn/web/Content.aspx?chn=13&id=12>.
- [29] Panyadee P, Balslev H, Wangpakattawanong P, et al. Woody plant diversity in urban homegardens in Northern Thailand[J]. *Economic botany*, 2016,70(3): 285-302.
- [30] 占玉芳,滕玉凤,甄伟玲,等. 民勤地区梭梭人工林密度与林下植物多样性的关系[J]. *水土保持通报*, 2017,37(6):62-67.
- [31] 陈雷,孙冰,谭广文,等. 广州公园植物群落物种组成及多样性研究[J]. *生态科学*, 2015,34(5):38-44.
- [32] Gamito S. Caution is needed when applying Margalef diversity index[J]. *Ecological Indicators*, 2010,10(2): 550-551.
- [33] Kushwaha S P S, Nandy S. Species diversity and community structure in sal(*Shorea robusta*) forests of two different rainfall regimes in West Bengal, India [J]. *Biodiversity and Conservation*, 2012, 21(5): 1215-1228.
- [34] 王鼎,王梓璇,冯倩倩,等. 重度火烧对兴安落叶松林群落物种组成及多样性的影响[J]. *水土保持通报*, 2017, 37(6):56-61.
- [35] Yang Haijun, Wu Mingyu, Liu Weixing, et al. Community structure and composition in response to climate change in a temperate steppe[J]. *Global Change Biology*, 2011,17(1):452-465.
- [36] 谢春平,方彦,袁永全,等. 南京城市边缘次生林主要乔木种群生态位分析[J]. *四川农业大学学报*, 2012, 30(1):7-11.
- [37] 高杰,张君,程艳霞,等. 长白山不同林型空间格局及树种多样性多尺度分析[J]. *北京林业大学学报*, 2014,36(6):99-105.
- [38] 杨喜生,陈祖展. 湖南地区新农村绿化植物景观综合评价[J]. *南华大学学报:自然科学版*, 2016, 30(3): 124-128.
- [39] Huai H, Hamilton A. Characteristics and functions of traditional homegardens: A review[J]. *Frontiers of Biology in China*, 2009,4(2):151-157.
- [40] Schroth G, Lehmann J, Rodrigues M R L, et al. Plant-soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics [J]. *Agroforestry Systems*, 2001, 53(2):85-102.

有小尺度上可发挥重要的生态空间未能在结果中得到体现。生态用地的保护需要考虑经济、社会、生态系统的综合协调发展,不同尺度、跨行政界线的生态用地动态研究是未来生态用地保护的重点内容。

[参 考 文 献]

- [1] Meadows D H, Meadows D L, Randers J. Beyond the limits: Global collapse or a sustainable future [J]. *International Affairs*, 1992,68(4):749.
- [2] 谭永忠,赵越,曹宇,等. 中国区域生态用地分类的研究进展[J]. *中国土地科学*, 2016,30(9):28-36.
- [3] Seppelt R, Voinov A. Optimization methodology for land use patterns using spatially explicit landscape models[J]. *Ecological Modelling*, 2002,151(2):125-142.
- [4] 杨伟州,邱硕,付喜厅,等. 河北省生态功能区划研究[J]. *水土保持研究*, 2016, 23(4):269-276.
- [5] 郑华,欧阳志云. 生态红线的实践与思考[J]. *中国科学院院刊*, 2014,1(4):457-461.
- [6] 黄秋昊,蔡运龙. 国内几种土地利用变化模型述评[J]. *中国土地科学*, 2005,19(5):25-30.
- [7] 贵立德. 兰州市城镇化水平与其生态用地的供求关系[J]. *水土保持通报*, 2012,32(4):298-302.
- [8] 张颖,王群,李边疆,等. 应用碳氧平衡法测算生态用地需求量实证研究[J]. *中国土地科学*, 2007,21(6):23-28.
- [9] 周朕,蒙吉军. 基于改进生态足迹模型与生态重要性识别的最小生态用地优化:黑河中游案例研究[J]. *干旱区地理:汉文版*, 2016,39(3):513-520.
- [10] Yu Kongjian. Security patterns and surface model in landscape ecological planning[J]. *Landscape & Urban Planning*, 1996,36(1):1-17.
- [11] 李国煜,林丽群,伍世代,等. 生态源地识别与生态安全格局构建研究:以福建省福清市为例[J]. *地域研究与开发*, 2018,37(3):120-125.
- [12] 彭建,郭小楠,胡熠娜,等. 基于地质灾害敏感性的山地生态安全格局构建:以云南省玉溪市为例[J]. *应用生态学报*, 2017,28(2):627-635.
- [13] 闫玉玉,曹宇,谭永忠. 基于景观安全格局的县域生态用地保护研究:以浙江省青田县为例[J]. *中国土地科学*, 2016, 30(11):78-85.
- [14] 刘德林,方炫,李壁成. 黄土高原小流域尺度土地利用景观格局指数的粒度效应[J]. *水土保持通报*, 2013,33(4):206-210.
- [15] Carranza M L, Saura S, Loy A. Connectivity providers for semi-aquatic vertebrates: The case of the endangered otter in Italy[J]. *Landscape Ecology*, 2012,27(2):281-290.
- [16] 郭程轩,徐颂军,巫细波. 佛山市景观格局变化及其动力梯度分析[J]. *水土保持通报*, 2011,31(1):238-243.
- [41] Benjamin T J, Montañez P I, Jaménez J J M, et al. Carbon, water and nutrient flux in Maya homegardens in the Yucatán peninsula of México[J]. *Agroforestry Systems*, 2001,53(2):103-111.
- [42] Das T, Das A K. Inventorying plant biodiversity in homegardens: A case study in Barak Valley, Assam, North East India[J]. *Current Science*, 2005,89(89):155-163.
- [43] Alfred M. Traditional homegardens and rural livelihoods in Nhema, Zimbabwe:a sustainable agroforestry system[J]. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2009,16(1):1-8.
- [44] Caballero-Serrano V, Onaindia M, Alday J G, et al. Plant diversity and ecosystem services in Amazonian homegardens of Ecuador[J]. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2016,225:116-125.
- [45] Abebe T, Sterck F J, Wiersum K F, et al. Diversity, composition and density of trees and shrubs in agroforestry homegardens in Southern Ethiopia[J]. *Agroforestry Systems*, 2013,87(6):1283-1293.
- [46] Poot P W S, van der Wal H, Flores G S, et al. Home garden agrobiodiversity differentiates along a rural-peri-urban gradient in Campeche, México[J]. *Economic Botany*, 2015,69(3):203-217.
- [47] 史秋萍. 乡土树种在美丽乡村建设中的应用[J]. *现代园艺*, 2016(14):131-131.
- [48] Sjöman H, Östberg J, Bühler O. Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2011,11(1):31-39.
- [49] Moll, G. Improving the Health of the Urban Forest [M]// Moll G, Ebenreck S(eds.). *A Resource Guide for Urban and Community Forests*. Washington: Island Press, 1989.
- [50] 应光明,应尚蛟,胡小燕. 森林村庄建设探讨:以永康市为例[J]. *华东森林经理*, 2009,23(4):46-49.
- [51] 郑华伟,高洁芝,臧玉杰,等. 农村生态文明建设农民满意度分析[J]. *水土保持通报*, 2017,37(4):52-57.

(上接第 220 页)