

# 梵净山冷杉与珙桐产地土壤碳、氮、磷分布特征

张 珍 明<sup>1</sup>, 黄 冬 福<sup>2</sup>, 张 家 春<sup>3</sup>, 刘 盈 盈<sup>1</sup>, 张 玉 武<sup>1</sup>

(1. 贵州省生物研究所, 贵州 贵阳 550009; 2. 贵州省辣椒研究所, 贵州 贵阳 550009; 3. 贵州省植物园, 贵州 贵阳 550004)

**摘 要:**为探究梵净山冷杉和珙桐土壤中碳、氮、磷含量的丰缺现状及主要限制因子,促进梵净山冷杉与珙桐的立地研究保护与旅游开发的协调发展,通过对梵净山冷杉与珙桐产地土壤的碳、氮、磷的含量与相关性进行了研究,并与其它区域冷杉和珙桐土壤养分进行对比研究。结果表明:梵净山冷杉土壤养分含量要高于珙桐产地土壤含量,梵净山冷杉土壤有机碳平均含量大于珙桐土壤有机碳,珙桐碱解氮含量(672.14 mg/kg) > 冷杉土壤碱解氮含量(164.02 mg/kg),梵净山冷杉全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 2.24 g/kg、1.14 g/kg、13.13 mg/kg;珙桐全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 14.59 g/kg、0.09 g/kg、27.39 mg/kg,2 种珍稀植物土壤养分都能为珍稀植物生长提供良好的养分条件。梵净山冷杉土壤碳、氮、磷含量要高于急尖长苞冷杉、百山祖冷杉、臭冷杉、岷江冷杉,有效磷是梵净山冷杉种群生长的障碍性因子,甚至是限制性因子。梵净山珙桐土壤碳、氮、磷含量为中等,土壤有机碳含量为珙桐种群生长的限制性因子,梵净山珍稀植物林下土壤全氮与有机碳含量呈极显著正相关,土壤全磷与有机碳含量呈极显著负相关,全氮与有机碳具有显著的相同来源,全磷与全氮则具有相反的来源。

**关键词:**梵净山冷杉;珙桐;碳氮磷;分布特征

**中图分类号:**S 791.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0163-06

土壤是植物生长所需养分的主要来源,对调节植物生长具有重要作用,而碳、氮、磷是限制植物生长发育的重要养分元素,也是植物赖以生存的物质基础和重要的环境条件,不仅影响植物个体的生长状况,而且参与植物的关键生理活动过程,并且是大多数生态系统生产力的主要限制因子<sup>[1-2]</sup>。植物通过新陈代谢将土壤中碳、氮、磷进行吸收和运输,并以枯落物的形式将碳和养分逐步补偿给土壤和枯落物分解过程中养分的返还量,土壤养分供应量、植物养分需求量以及植物对其自身养分需求的自我调节,土壤养分含量的多寡及其平衡关系,对生态系统健康有着重要的指示作用<sup>[3]</sup>。因此,土壤

碳、氮、磷含量的丰缺及生态化学计量研究已成为揭示植物养分限制状况及其适应策略的重要手段<sup>[4-5]</sup>。结合所在区域生境土壤的营养元素特征,能揭示植物对营养元素的需要和当地土壤的养分供给能力,对植物于环境的适应与反馈能力都具有十分重要的意义。

梵净山自然保护区地处武陵山脉,庞大山体形成了复杂的小气候和丰富的植物种类,使得许多珍稀濒危植物得以残存和繁衍,梵净山冷杉是中国贵州梵净山特有冷杉种,为第四纪孑遗植物,被列入《中国植物红皮书》并成为国家一级保护植物,全球重点保护的针叶树种<sup>[6-7]</sup>。珙桐起源第三纪时期,曾广泛分布于世界各地,第四纪冰川期之后几乎灭绝,仅在我国西南亚热带地区的深山峡谷中间断性地零星分布,分别被《中国植物红皮书》和《中国珍稀濒危保护植物名录》收录,属于国家一级重点保护珍稀濒危植物<sup>[8-9]</sup>。目前关于梵净山冷杉和珙桐的研究主要集中在植物分布<sup>[10-11]</sup>等方面,针对梵净山冷杉与珙桐土壤碳、氮、磷的研究尚鲜见报道,目前梵净山冷杉和珙桐因其它优势林的入侵,大多数林冠不能郁闭<sup>[12]</sup>,且从 1981 年发现开始至今不断有梵净山冷杉死亡,新生树苗也越来越少<sup>[13]</sup>。梵净山冷杉与珙桐的立地研究保护已刻不容缓,近年来不断有学者对梵净山

**第一作者简介:**张珍明(1986-),男,博士,助理研究员,现主要从事土壤化学与生态学等研究工作。E-mail:zhang6653579@163.com.

**责任作者:**张玉武(1962-),男,硕士,副研究员,现主要从事森林生态学与植物学等研究工作。E-mail:yuwuzhang2005@sina.com.

**基金项目:**贵州省社发攻关资助项目(黔科合 SY[2013]3152 号);贵州省省院合作资助项目(黔科合院地合[2013]7002);贵州省科技厅社发攻关资助项目(黔科合 SY 字[2013]3157 号);贵州省科技厅国际省校区域合作协议资助项目(黔科合省院合[2014]7002 号);贵州省基金资助项目(黔科合 SY 字[2012]2244)。

**收稿日期:**2015-12-21

冷杉的死亡原因进行研究,但是鲜见有学者从土壤环境因素方面系统地分析土壤环境对梵净山冷杉死亡的影响。为此,课题组以梵净山冷杉与珙桐产地土壤为研究对象,分析土壤碳、氮、磷含量的丰缺现状,探讨土壤中碳氮磷的相关性,以期揭示梵净山冷杉与珙桐产地土壤营养元素的分布及丰缺现状,为梵净山冷杉与珙桐的立地研究保护提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

梵净山风景区位于贵州省铜仁市江口县、印江自治县、松桃自治县交界处,北纬  $27^{\circ}46'50''\sim 28^{\circ}1'30''$ ,东经  $108^{\circ}35'55''\sim 108^{\circ}48'30''$ ,面积约  $419\text{ km}^2$ ,地处我国亚热带中心,被联合国教科文组织纳入全球“人与生物圈”保护网成员单位,为中国五大佛教名山之一。平均气温  $6\sim 17^{\circ}\text{C}$ ,1月均温  $3.1\sim 5.1^{\circ}\text{C}$ ,7月均温  $15\sim 27^{\circ}\text{C}$ , $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温  $1\ 500\sim 5\ 500^{\circ}\text{C}$ ,年降雨量  $1\ 100\sim 2\ 600\text{ mm}$ ,相对湿度平均超过  $80\%$ (迎风坡),垂直气候带谱可分为中亚热带、北亚热带、暖温带、温带4个气候带。最高峰凤凰山海拔  $2\ 570.5\text{ m}$ ,其次为金顶海拔  $2\ 493.4\text{ m}$ ,最低处盘溪沟海拔  $500\text{ m}$ 。土壤呈明显的垂直分布,由山顶至山麓依次为山地灌丛草甸土、山地暗色矮林土、山地黄棕壤、山地黄壤、山地黄红壤。植被类型主要有常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林、针阔混交林和灌丛等。

### 1.2 试验方法

根据梵净山土壤分布特点,在确保采样点的典型性、代表性和均匀性的基础上,采用GPS定位,于2014年8—10月在梵净山国家自然保护区内梵净山冷杉与珙桐主要生长区域进行实地调查,确定每一种珍稀植物的生长分布带。在主要生长带选取不同样区,在样区内拂去表面枯枝落叶和杂草后采取林下土壤。共采集样品梵净山冷杉林土壤样品7个,珙桐土壤样品7个,共计14个土样。将所有土壤采集完后,立即带回实验室。将

每份土样置于阴凉通风处晾干、磨细、过筛保存于自封袋中,用于测定各理化指标采集样品装入不含污染物的布袋,带回实验室风干,剔除植物残体及大砾石等非土壤物质,同时避免灰尘和酸碱等污染。风干后按对角线四分取土法分取一半样品研磨过筛,供分析测试用,另一半作为备用样品保存。

### 1.3 项目测定

土壤有机质含量采用高温外加热重铬酸钾氧化-容量法测定,土壤全氮含量采用开氏法测定,土壤碱解氮含量采用碱解扩散法测定,土壤全磷含量采用酸溶-钼锑抗比色法测定,土壤有效磷含量采用盐酸-氟化氢提取-钼锑抗比色法测定<sup>[14]</sup>。该试验所用试剂皆属优级纯、二次去离子水,每10个样品加1个空白样,以保证试验的精准性和试剂及容器的清洁程度,每批样随机设定  $40\%$  的平行样本数,平行样品间的相对偏差控制在限定范围内。

### 1.4 数据分析

数据采用Excel 2003统计整理,对各指标数据进行平均,计算标准偏差、误差。

## 2 结果与分析

### 2.1 梵净山冷杉、珙桐土壤碳、氮、磷含量分布特征

为定量反映调查区域内各项指标含量波动程度的大小,选用变异系数(CV)来表示其变化程度的大小。由表1可知,梵净山冷杉与珙桐土壤有机碳、全氮、全磷的含量之间存在着不同的差异,最大值与最小值相差几倍或者几十倍。就变异系数而言,梵净山冷杉各营养元素的变异系数在  $11.94\%\sim 22.33\%$ ,为中等变异,分布较为均匀;而珙桐各营养元素变异系数在  $4.80\%\sim 133.33\%$ ,尤其是全磷的变异系数超过  $100\%$ ,全磷的富集程度在不同地点存在较显著差异,与珙桐在梵净山的分布不均匀关系较为密切。

表 1

梵净山冷杉、珙桐主要土壤养分含量特征

Table 1 The main of soil nutrient contents *Abies fanjingshanensis* and *Davidia involucrata*

植物类型 Plant type	测定项目 Measure item	有机碳 Organic carbon /( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全氮 Total nitrogen /( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全磷 Total phosphorus /( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	碱解氮 Alkali-hydrolyzable nitrogen /( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	有效磷 Available phosphorus /( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	C/N	C/P	N/P
<i>Abies fanjingshanensis</i>	最大值	174.11	2.67	0.48	195.10	17.32	7.89	239.82	34.93
	最小值	82.99	1.94	0.07	138.82	12.57	3.74	29.02	4.34
	平均值	139.03	2.24	1.14	164.02	13.13	5.95	161.06	26.73
	标准差	31.04	0.29	0.16	19.58	1.98	1.43	88.19	12.49
	变异系数	22.33	12.95	14.04	11.94	15.08	24.03	54.76	46.73
<i>Davidia involucrata</i> Baill	最大值	15.83	18.74	0.33	720.38	42.42	12.21	12 978.80	1 873.96
	最小值	9.71	10.41	0.01	626.58	16.96	7.97	254.79	31.39
	平均值	13.13	14.59	0.09	672.14	27.39	9.51	6 787.10	750.39
	标准差	2.537	2.63	0.12	32.23	7.80	1.42	6 524.90	738.32
	变异系数	19.32	18.03	133.33	4.80	28.47	14.93	96.14	98.39

特有种和珍稀濒危物种的迁地保护是全球生物多样性保护战略中重要的一个环节,随着历史的变迁,梵净山自然保护区内的冷杉与珙桐生长受到其外在环境和内在环境的多重影响,而土壤化学性质更是直接影响珍稀植物的生长与死亡,碳氮磷是植物生长的必需元素,因而了解其在土壤中的含量显得极为重要。从表 1 可以看出,梵净山土壤有机碳与碱解氮在不同珍稀植物中差别较大,其中有机碳范围为 9.71~174.11 g/kg,梵净山冷杉土壤有机碳平均含量(139.03 g/kg)>珙桐土壤有机碳(13.13 g/kg),碱解氮范围 138.82~720.38 mg/kg,珙桐碱解氮含量(672.14 mg/kg)>冷杉土壤碱解氮含量(164.02 mg/kg),而全氮、全磷、有效磷含量在冷杉和珙桐中差别不大,梵净山冷杉全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 2.24 g/kg、1.14 g/kg、13.13 mg/kg;珙桐全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 14.59 g/kg、0.09 g/kg、27.39 mg/kg。

2.2 梵净山冷杉与珙桐土壤碳、氮、磷丰缺情况

根据梵净山冷杉与珙桐土壤养分含量状况,结合全国第 2 次土壤普查土壤养分分级标准,结果如表 2 所示。由表 3 可知,贵梵净山土壤全氮、碱解氮氮均为 I 级,含

量极丰富,而有机碳、全磷、有效磷在梵净山冷杉和珙桐之间存在不同的差异,梵净山冷杉有机碳含量为 I 级,处于极丰富状态,而珙桐有机碳含量为 IV 级为最适宜状态,梵净山冷杉往往分布于梵净山高海拔地区,梵净山高海拔区域气温低于低海拔区域,而土壤有机质含量与温度、水分有关,低温阻碍了土壤矿化的作用,为有机质的积累提供了条件,且梵净山高海拔区域云雾缭绕,土壤湿度较大,促进植物凋落物转化为土壤有机质。参照土壤肥力分级参考指标,梵净山冷杉土壤全磷为 I 级,而有效磷含量为 III 级;珙桐土壤全磷为 VI 级,而有效磷含量为 II 级,这可能是高海拔地区气候湿冷,不利于土壤母质的风化,且土层薄,坡度大,容易产生元素的流失,但土壤全磷量包括有机磷和无机磷两大类,全磷含量高时并不意味着磷素供应充足<sup>[18]</sup>。珙桐土壤全磷含量低,但有效磷含量丰富,有效磷是土壤中可被植物吸收的那部分磷,梵净山冷杉和珙桐土壤的有效磷含量均 III 级以上,都是出于适宜的状态,表明梵净山土壤磷供应充足。总体上来看,梵净山冷杉土壤碳、氮、磷含量要高于珙桐产地土壤含量,但 2 种珍稀植物土壤养分都能珍稀植物生长提供良好的养分条件。

表 2 全国第 2 次土壤普查养分分级标准

级别	有机碳	全氮	全磷	碱解氮	有效磷	备注
Level	Organic carbon/(g·kg <sup>-1</sup> )	Total nitrogen/(g·kg <sup>-1</sup> )	Total phosphorus/(g·kg <sup>-1</sup> )	Alkali-hydrolyzable nitrogen/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Available phosphorus/(mg·kg <sup>-1</sup> )	Remark
I	>40	>2	>1	>150	>40	极丰富
II	30~40	1.5~2.0	0.8~1.0	120~150	20~40	丰富
III	20~30	1.0~1.5	0.6~0.8	90~120	10~20	最适宜
IV	10~20	0.75~1.0	0.4~0.6	60~90	5~10	适宜
V	6~10	0.5~0.75	0.2~0.4	30~60	3~5	缺乏
VI	<6	<0.5	<0.2	<30	<3	极缺乏

表 3 梵净山冷杉、珙桐土壤养分丰缺情况

植物类型	有机碳	全氮	全磷	碱解氮	有效磷
Plant type	Organic carbon	Total nitrogen	Total phosphorus	Alkali-hydrolyzable nitrogen	Available phosphorus
冷杉 <i>Abies fanjingshanensis</i>	I	I	I	I	III
珙桐 <i>Davidia involucrata</i> Baill	IV	I	VI	I	II

2.3 不同研究区区域冷杉与珙桐碳、氮、磷差异

碳、氮、磷是植物必需的三大营养元素。它们或者是细胞结构物质的组成成分,或者参与调解生理代谢活动<sup>[15]</sup>,与植物生理代谢和生长发育具有密切的关系。为了评价梵净山冷杉和珙桐土壤中富营养化元素水平高低,结合该次测定数据,与其它研究区域冷杉及珙桐的碳、氮、磷含量的研究结果进行对比(表 4)。通过对比发现,梵净山冷杉土壤碳、氮、磷含量总体上要高于其它区域冷杉土壤中碳、氮、磷含量,其中有机碳含量大小为梵净山冷杉(139.03 g/kg)>百山祖冷杉(69.07 g/kg)>岷江冷杉 64.43 g/kg>急尖长苞冷杉

(20.21 g/kg)>臭冷杉(10.90 g/kg);全氮为百山祖冷杉(10.07 g/kg)>臭冷杉(3.01 g/kg)>梵净山冷杉(2.24 g/kg)>岷江冷杉(2.01 g/kg)>急尖长苞冷杉(0.05 g/kg);全磷为百山祖冷杉(10.06 g/kg)>梵净山冷杉 1.14 g/kg>臭冷杉(0.86 g/kg)>岷江冷杉(0.08 g/kg)>;碱解氮为岷江冷杉(179.25 mg/kg)>梵净山冷杉(164.02 mg/kg)>百山祖冷杉(151.66 mg/kg)>臭冷杉(85.81 mg/kg)>急尖长苞冷杉(55.41 mg/kg);有效磷为急尖长苞冷杉(33.95 mg/kg)>百山祖冷杉(15.02 mg/kg)>臭冷杉(14.30 mg/kg)>梵净山冷杉(13.13 mg/kg)>岷江冷杉(3.13 mg/kg)>。总

体上,梵净山冷杉含量相对较高,有效磷可能是梵净山冷杉种群生长的障碍性因子,甚至是限制性因子。

珙桐是我国特有的单型属珍稀濒危植物,珙桐一般生长在崇山峻岭中的沟谷两侧,有的分布于沟底,或者穿越在岩石缝隙生长,此现象在四川和云南各分布区尤为常见,而在梵净山珙桐分布广泛,资源丰富。通过比较梵净山珙桐与其它区域珙桐土壤主要养分情况可知,

全氮和碱解氮大小都表现为梵净山>纳雍>北川;有机碳、全磷、有效磷表现为纳雍>梵净山>北川,总体上来看,梵净山珙桐土壤碳、氮、磷含量为中等,土壤有机碳含量相对偏低,可能成为梵净山珙桐种群生长的限制性因子,增加有机碳含量的输入对维持珙桐生态功能有较显著的作用。

表 4 不同区域土壤养分丰缺情况

Table 4 Soil nutrients in different regions

植物类型	研究区域	有机质	全氮	全磷	碱解氮	有效磷	C/N	C/P	N/P
Plant	Study	Organic carbon	Total nitrogen	Total phosphorus	Alkali-hydrolyzable nitrogen	Available phosphorus	C/N	C/P	N/P
type	area	/(g · kg <sup>-1</sup> )	/(g · kg <sup>-1</sup> )	/(g · kg <sup>-1</sup> )	/(mg · kg <sup>-1</sup> )	/(mg · kg <sup>-1</sup> )			
冷杉 <i>Abies fanjingshanensis</i>	浙江的百山祖冷杉	69.07	10.07	10.06	151.66	15.02	6.86	6.87	1.00
	吉林长白山的臭冷杉	10.90	3.01	0.86	85.81	14.30	3.62	12.67	3.50
	川西的岷江冷杉	64.43	2.01	0.08	179.25	3.13	32.05	805.34	25.13
	西藏的急尖长苞冷杉	20.21	0.05	—	55.41	33.95	404.20	—	—
珙桐 <i>Davidia involucrata</i> Baill	梵净山冷杉(该研究)	139.03	2.24	1.14	164.02	13.13	5.95	161.06	26.73
	北川珙桐样地	5.61	1.05	0.40	75.02	2.24	5.34	14.03	2.63
	纳雍珙桐样地	43.54	3.33	2.12	328.14	46.59	13.08	20.54	1.57
	梵净山珙桐(该研究)	13.13	14.59	0.09	672.14	27.39	9.51	6 787.10	750.39

## 2.4 土壤碳、氮、磷的相关性分析

对梵净山土壤全碳与全磷和全碳与全氮含量之间的相关性进行分析,由图 1 可知,梵净山珍稀植物林下土壤全氮与有机碳含量呈极显著正相关,且相关系数为 0.962 5,回归方程为  $y=0.095 1x+1.184 7$ ;梵净山珍稀植物林下土壤全磷与有机碳含量呈极显著负相关,且相

关系数分别为 0.073 7,回归方程为  $y=-137.01x+92.087$ 。说明全氮与有机碳含量具有显著的同源相关性,即梵净山土壤全氮含量随有机碳含量的增高而增高,全磷与全磷含量则具有相反的来源,有机碳含量增加而全磷含量下降。但当有机碳含量为 0 时,全氮和全磷含量并不随之下降或增加,而是在全氮轴和有机碳上

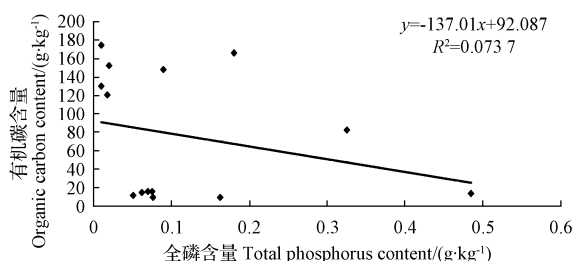
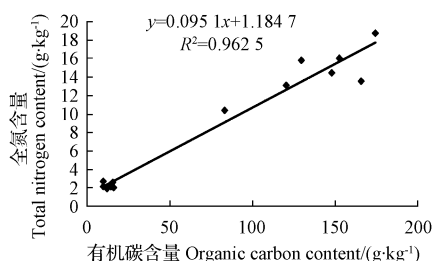


图 1 梵净山珍稀植物土壤有机碳与全氮、全磷相关性分析

Fig. 1 Analysis of rare plants in Fanjing Mountain soil organic carbon and total nitrogen, total phosphorus correlation

具有正向截距,相对应的全氮含量 1.18 g/kg 和 92.09 g/kg 左右,表明土壤中全氮中有一部分氮与有机碳的来源不同,这部分特殊形态的氮可能主要是与植物生长特性及固氮微生物有关<sup>[16]</sup>。

土壤全氮与全磷含量与作物的生长具有密切的关系,分别能够反映土壤近期内的氮素与磷素的供应情况,可供作物近期吸收利用,是土壤肥力的直接体现。对梵净山土壤全氮和全磷含量之间的相关性进行分析,由图 2 可知,梵净山土壤全氮和全磷含量间呈负相关,但不显著,相关系数为 0.090 3,回归方程为  $y=-0.006 1x+0.168 5$ ,可见 TP 与 TN 不同源。表明土壤全氮和全磷含量来源上差异较大,但碳氮比受气候和环境影响较

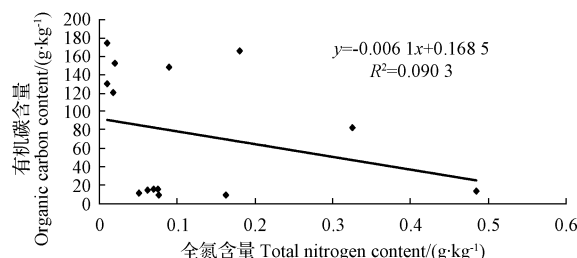


图 2 梵净山珍稀植物土壤全氮、全磷相关性分析

Fig. 2 Analysis of rare plants in Fanjing Mountain soil total nitrogen, total phosphorus correlation



小。而土壤碳磷比和氮磷比受区域水热条件和成土作用特征影响较大,由于气候、地貌、植被、母岩、年代、土壤动物等土壤形成因子和人类活动的影响,土壤碳氮磷总量变化很大,使得土壤的空间变异性较大。从而影响土壤与生物的形成,二者间的相互作用可对土壤养分的分布产生影响。高海拔地区气温较低,雾多潮湿,致使磷的淋溶作用强烈,不利于磷的积累,较低海拔地区磷素含量较低,而植物生长茂盛,地表植被丰厚,从而促进土壤碳氮积累,因此,梵净山自然保护区土壤碳磷比与氮磷比随着海拔高度的上升而有所增加。

### 3 结论

梵净山土壤碳、氮、磷含量在梵净山冷杉和珙桐土壤中差别较大,梵净山冷杉土壤有机碳平均含量(139.03 g/kg) > 珙桐土壤有机碳(13.13 g/kg),珙桐碱解氮含量(672.14 mg/kg) > 冷杉土壤碱解氮含量(164.02 mg/kg),梵净山冷杉全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 2.24 g/kg、1.14 g/kg、13.13 mg/kg;珙桐全氮、全磷、有效磷平均含量分别为 14.59 g/kg、0.09 g/kg、27.39 mg/kg。总体上来看,梵净山冷杉土壤碳、氮、磷含量要高于珙桐产地土壤含量,但 2 种珍稀植物土壤养分都能珍稀植物生长提供良好的养分条件。

梵净山珍稀植物林下土壤与其它研究区域林下土壤碳、氮、磷含量对比发现,梵净山冷杉土壤碳、氮、磷含量总体上要高于其它区域冷杉土壤中碳、氮、磷含量梵净山珙桐土壤碳、氮、磷含量为中等,土壤有机碳含量相对偏低,可能成为梵净山珙桐种群生长的限制性因子,增有机碳含量的输入对维持珙桐生态功能有较显著的作用。

梵净山珍稀植物林下土壤全氮与有机碳含量呈极显著正相关,梵土壤全磷与有机碳含量呈极负相关,全氮与有机碳具有显著的相同来源,全磷与全磷则具有相

反的来源,有机碳含量增加而全磷含量下降。土壤全氮和全磷含量来源上差异较大,与珍稀植物分布的气候、地貌、植被、母岩、土壤动物等土壤形成因子关系较为密切。

### 参考文献

- [1] 王绍强,于贵瑞. 生态系统碳氮磷元素的生态化学计量学特征[J]. 生态学报,2008(8):3937-3947.
- [2] 贺金生,韩兴国. 生态化学计量学:探索从个体到生态系统的统一化理论[J]. 植物生态学报,2010,34(1):2-6.
- [3] 张珍明,林绍霞,张清海,等. 不同土地利用方式下草海高原湿地土壤碳、氮、磷分布特征[J]. 水土保持学报,2013,27(6):200-206.
- [4] 王向涛,张世虎,陈懂懂,等. 不同放牧强度下高寒草甸植被特征和土壤养分变化研究[J]. 草地学报,2010,18(4):510-516.
- [5] 银晓瑞,梁存柱,王立新,等. 内蒙古典型草原不同恢复演替阶段植物养分化学计量学[J]. 植物生态学报,2010,34(1):39-47.
- [6] 牛克锋,崔多英,石磊,等. 黔金丝猴(*Rhinopithecus brelichi*)雪季地表食物利用[J]. 野生动物学报,2014,35(1):31-37.
- [7] 杨海龙,李迪强,朵海瑞,等. 梵净山国家级自然保护区植被分布与黔金丝猴生境选择[J]. 林业科学研究,2010(3):393-398.
- [8] 张玉武,杨红萍. 贵州梵净山生物圈保护区藤本植物资源特点[J]. 贵州科学,2003,21(3):75-80.
- [9] 朱映安,和加卫,杨正松,等. 贵州梵净山自然保护区悬钩子属植物资源考察及开发利用[J]. 中国农学通报,2007,23(9):504-508.
- [10] 吴明开,沈志君,刘海,等. 梵净山自然保护区珙桐天然种群生命表与生存分析[J]. 生态学杂志,2012,31(6):1419-1424.
- [11] 李晓笑,王清春,崔国发,等. 濒危植物梵净山冷杉野生种群结构及动态特征[J]. 西北植物学报,2011,31(7):1479-1486.
- [12] 廖雯,左经会. 贵州梵净山国家自然保护区药用种子植物区系研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(34):1503-1504.
- [13] 鲁道旺,宋邦喜,吴仕国,等. 梵净山药用植物初步调查及保护策略[J]. 广东农业科学,2013(18):144-148.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,1999.
- [15] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [16] 门惠芹,王亚军,安巍,等. 固氮菌对枸杞生长发育的影响[J]. 北方园艺,2015(15):150-152.

## The Distribution Characteristic of Soil Carbon,Nitrogen and Phosphorus for *Abies fanjingshanensis* and *Davidia involucrata*

ZHANG Zhenming<sup>1</sup>, HUANG Dongfu<sup>2</sup>, ZHANG Jiachun<sup>3</sup>, LIU Yingying<sup>1</sup>, ZHANG Yuwu<sup>1</sup>

(1. Institute of Biology, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550009; 2. Institute of Pepper, Guizhou Academy of Agricultural Science, Guiyang, Guizhou 550009; 3. Guizhou Botanical Garden, Guiyang, Guizhou 550004)

**Abstract:** The content of soil carbon(C), nitrogen(N), phosphorus(P) of *Abies fanjingshanensis* and *Davidia involucrata* and the relationship between soil and *Abies fanjingshanensis* and *Davidia involucrata* in Fanjing Mountain was studied, and compared the contents in Fanjing Mountain with that in other areas, to explore situation and major limiting factor of soil nutrient, to promote the coordinate development between the rare plant and tourism development. The results showed that the soil nutrient content of *Abies fanjingshanensis* was higher than that of *Davidia involucrata*. The average content of soil organic carbon(SOC) of *Abies fanjingshanensis* was considerably larger than that of *Davidia involucrata*.

# 近十一年我国蔬菜播种面积的变化规律分析

由海霞

(鄂尔多斯市经济作物工作站, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

**摘 要:**通过分析中国蔬菜播种面积的总量变化规律,该研究进一步从区域差异和空间分布角度综合分析了我中国蔬菜播种面积的变化特点,从而提出高、较高、中、较低和低等 5 种蔬菜种植区及其划定标准,并概括出以“1 中心 2 轴 2 辐射区”为特点的小分散大集中的空间布局模式。

**关键词:**蔬菜;播种面积;变化规律;分析

**中图分类号:**F 307.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0168-03

随着全国农业结构的明显调整和蔬菜开放经营模式的实现,伴着城镇化程度的提高和城镇化水平的发展,在蔬菜需求量提高和蔬菜种植比较效益的驱动下,我国蔬菜生产规模不断扩大,蔬菜产地分布的区域差异明显。为进一步了解和把握我国蔬菜产地整体格局变化特点,该研究对 2003—2013 年近 11 年我国蔬菜播种面积的数据进行了分析,以期制定和调整我国及各省农业生产结构和发展蔬菜产业化提供理论参考。

## 1 数据来源与统计方法

蔬菜播种面积数据来源于 2005—2015 年《中国蔬菜》<sup>[1-12]</sup>。数据采用 Excel 软件进行分析处理。蔬菜播种面积的变化可以用单一土地利用动态度<sup>[13]</sup>来反映。单一土地利用动态度公式为:  $K(\%) = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100$ 。

式中,  $U_a$ 、 $U_b$  分别为某研究区蔬菜播种面积在研究

期初和研究期末的数量,  $T$  为研究时段长。当  $T$  的时段设定为年时,  $K$  的值就是该研究区蔬菜播种面积的年变化率。

## 2 结果与分析

### 2.1 我国蔬菜播种面积的年际差异

由图 1 可知,2003—2013 年,全国蔬菜播种面积整体呈波动性增加趋势,其土地利用动态度( $K$  值)为 1.49%,只有 2004 年和 2007 年出现同比减少情况,同比减少率分别为 2.19%和 4.88%(表 1),到 2013 年蔬菜播

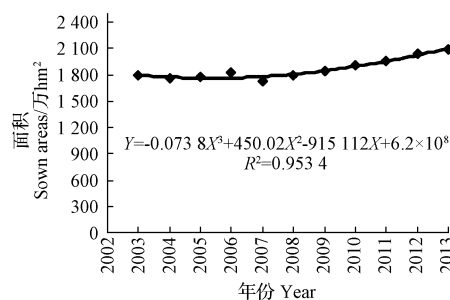


图 1 2003—2013 年我国蔬菜播种面积

Fig. 1 The vegetable sown areas during 2003—2013

**作者简介:**由海霞(1977-),女,博士,农艺师,现主要从事高效农业等研究工作。E-mail:youhaixia@126.com.

**基金项目:**国家科技支撑计划资助项目(2014BAD14B006)。

**收稿日期:**2015-12-23

The content of soil alkali-hydrolyzable N of *Davidia involucrata* was 672.14 mg/kg, it was higher than that of *Abies fanjingshanensis*, which was 164.02 mg/kg. The average content of total N (STN), P (STP) and available P of *Abies fanjingshanensis* were 2.24 g/kg, 1.14 g/kg, 13.13 mg/kg, respectively, and that of *Davidia involucrata* were 14.59 g/kg, 0.09 g/kg, 27.39 mg/kg, respectively. The soil nutrient could provide the favorable growing conditions for the two rare plants. The content of soil C, N, P of *Abies fanjingshanensis* was higher than that of *Abies georgei*, *Abies beshanzuensis*, *Abies nephrolepis* and *Abies faxoniana*. The available P was obstacle factor, even limited factor of population growing for *Abies fanjingshanensis*. The content of soil C, N, P for *Davidia involucrata* was on moderate level, and the limited factor of population growing for *Davidia involucrata* was SOC. The STN was significantly correlated with the SOC for the two rare plants in Fanjing mountain, but the STP was significantly negatively correlated with the SOC. The STN and SOC had the significant same source, but the STN and STP had the opposite source.

**Keywords:** *Abies fanjingshanensis*; *Davidia involucrata*; CNP; distribution characteristic