

代 慧,陈庆生,张 敏,等. 乌饭树生境土壤理化性质及矿质元素研究[J]. 江苏农业科学,2017,45(8):142-144.  
doi:10. 15889/j. issn. 1002-1302. 2017. 08. 039

# 乌饭树生境土壤理化性质及矿质元素研究

代 慧<sup>1</sup>,陈庆生<sup>2</sup>,张 敏<sup>2</sup>,张 强<sup>1</sup>,黄利斌<sup>2</sup>,方炎明<sup>1</sup>

(1. 南京林业大学生物与环境学院,江苏南京 210037; 2. 江苏省林业科学研究院,江苏南京 211153)

**摘要:**对乌饭树生境土壤进行取样测定分析,结果表明,乌饭树生境土壤总体呈酸性,pH 值为 4.33~4.79;土壤有机质含量丰富,为 4.11%~6.89%;全磷、有效磷含量很低,分别为 0.021%~0.084%、0.373~5.250 mg/kg;全氮含量充足,为 0.15%~0.39%,矿质态氮以铵态氮为主。

**关键词:**乌饭树;土壤;矿质元素;磷;pH 值

**中图分类号:**S687.901      **文献标志码:**A      **文章编号:**1002-1302(2017)08-0142-03

乌饭树(*Vaccinium bracteatum*)别称苞越橘、南烛、西烛叶、乌米饭等,杜鹃花科越橘属,为越橘属中在我国分布最广、蕴藏量最大的一种植物,主产于华东、华中、华南及西南地区,尤以江苏、浙江、福建一带为多,常分布在丘陵地带或海拔 400~1 400 m 的山地,常见于山坡林内或灌木丛中,是酸性(红壤)土的指示植物<sup>[1]</sup>。乌饭树根、叶、果实均可入药,且在食品、盆景和园林绿化上均有应用,欧美、日本等国很早就重视乌饭树的食用和药用价值。

国内学者对乌饭树开展多方面的调查研究工作,涉及乌饭树分布、人工栽培及树叶营养成分等<sup>[2-10]</sup>。目前,乌饭树个体数量相对较少,野生资源逐渐稀缺,已经不能满足生产和生活需求,急需开展乌饭树种质资源保护和人工栽培研究,而当前对乌饭树的栽培环境条件了解很少,这限制了引种栽培工作的实施。本试验对适宜生长乌饭树的土壤理化性质及矿质元素进行研究分析,以了解其土壤生态因子,为今后乌饭树规范化种植基地建立、合理施肥、后期栽培管理及土壤基质维护提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品的采集和制备

乌饭树生境来自 5 个种源地(表 1),以江苏省林业科学院(南京江宁区)种植基地为对照。按多点采样方法,取 10~20 cm 层土样带回实验室,一部分冷冻保存,一部分风干。将混在土壤中的植物根系和石块剔除,磨碎,分别过 2、0.25 mm 筛,装入具磨口塞的广口瓶中,待测。

### 1.2 测定内容和方法

将水与土按 2.5:1 混合,充分搅动,平衡 30 min,采用 pH 计测定土壤酸碱度(pH 值);分别采用重铬酸钾氧化-外

表 1 供试的 5 个乌饭树种源产地

产地	经度	纬度
江宁林科院种植基地(CK)	118°46'38"E	31°51'43"N
江宁东善桥林场(JN)	118°46'52"E	31°52'N
溧阳大岭界(LY)	119°24'36"E	31°24'2"N
安徽黄山(AH)	118°11'40"E	30°5'12"N
江西哈湖村(JX)	114°50'56"E	25°55'44"N
湖南白云山(HN)	109°24'59"E	31°52'N

加热法、酸溶-钼锑抗比色法、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-钼锑抗比色法、半微量凯氏法、酚二磺酸比色法、氧化镁浸提-扩散法、电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-AES)测定有机质、全磷、有效磷、全氮、硝态氮、铵态氮及部分矿质元素含量。

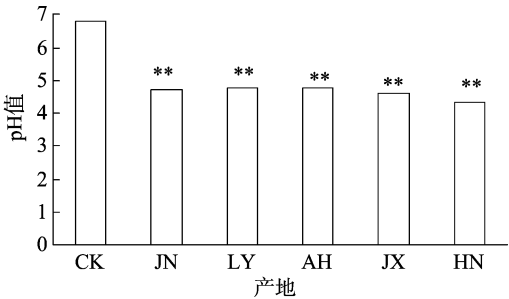
### 1.3 数据分析

采用 SPSS 13.0、Origin 8.0 软件对试验数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤理化性状分析

2.1.1 pH 值 由图 1 可见,乌饭树生境土壤 pH 值总体较低,pH 值为 4.33~4.79,平均值为 4.64,说明乌饭树生境土壤 pH 值呈酸性;5 个种源地的 pH 值差异不明显;对照组 pH 值为 6.82,接近中性,5 个种源地土壤的 pH 值与对照差异极显著( $P<0.01$ )。



柱形图上\*、\*\*分别表示该处理与对照差异显著( $P<0.05$ )、极显著( $P<0.01$ )。下同

图1 乌饭树生境土壤的 pH 值

2.1.2 有机质含量 由图 2 可见,江宁东善桥林场、安徽黄山、湖南白云山、溧阳大岭界、江西哈湖村这 5 个种源地乌饭

收稿日期:2016-02-02  
基金项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2014417);江苏省林业三  
新工程(编号:LYSX[2015]43)。  
作者简介:代 慧(1990—),女,河南信阳人,硕士,从事植物生理生  
化研究。E-mail:daihui1230@yeah.net。  
通信作者:方炎明,博士,教授,从事植物学研究。E-mail:jwu4@  
njfu.edu.cn。

树生境土壤的有机质含量分别为 4.11%、6.74%、6.38%、6.89%、4.27%，相互间差异明显，其中湖南白云山有机质含量相对最高，江西哈湖村相对最低，参照土壤养分分级标准《中国土壤》<sup>[11]</sup>，5 个种源地乌饭树生境土壤的有机质含量均处于丰富水平；对照土壤有机质含量相对最低，为 2.71%，与 5 个不同种源地乌饭树生境土壤的有机质含量差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

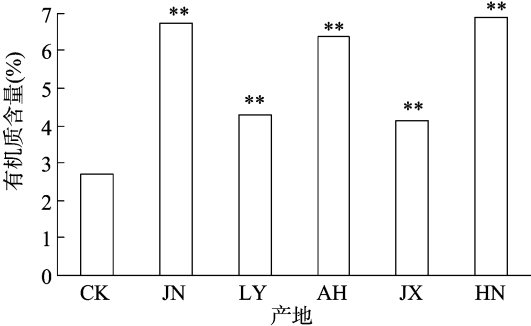


图2 乌饭树生境土壤的有机质含量

2.1.3 全磷和有效磷 由图 3 可见，5 个种源地乌饭树生境土壤的全磷含量在 0.021%~0.084% 之间，而对照全磷含量仅为 0.012%，方差分析表明，对照与种源地江宁东善桥林场的土壤全磷含量差异极显著 ( $P < 0.01$ )，其他 4 个种源地与对照差异不显著 ( $P > 0.05$ )；5 个种源地乌饭树生境土壤的有效磷含量在 0.373~5.250 mg/kg 之间，除溧阳大岭界有效磷含量处于较缺水平外，其他种源地土壤有效磷极缺；对照的有效磷含量处于中等水平，极显著高于 5 个种源地 ( $P < 0.01$ )。总体来看，乌饭树生境土壤的全磷、有效磷含量相对较低。

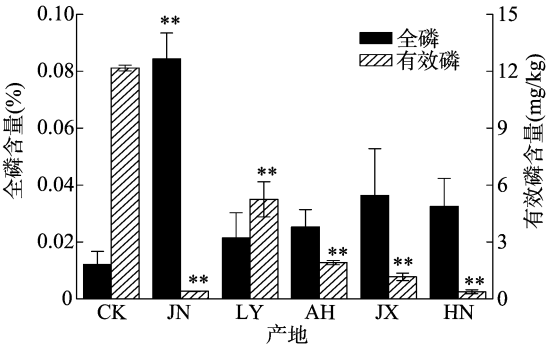


图3 乌饭树生境土壤的全磷和有效磷含量

2.1.4 全氮、硝态氮和铵态氮 由图 4 可见，5 个种源地乌饭树生境土壤的全氮含量在 0.15%~0.39% 之间，处于极丰富及以上水平，其中湖南白云山土壤的全氮含量相对最高，达 0.39%；对照土壤全氮含量除与湖南白云山差异显著 ( $P < 0.05$ ) 外，与其他 4 个种源地差异不显著。5 个种源地乌饭树生境土壤的硝态氮含量在 0.13~0.43 mg/kg 之间；对照土壤的硝态氮含量相对最高，为 1.94 mg/kg，与 5 个种源地差异极显著 ( $P < 0.01$ )。5 个种源地乌饭树生境土壤的铵态氮含量为 9.45~35.39 mg/kg；对照土壤的铵态氮含量为 4.75 mg/kg，与 5 个种源地差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

2.1.5 土壤限制因子分析 利用测定的土壤生态因子 pH 值、有机质含量等作主成分分析，确定各主成分的贡献率，以

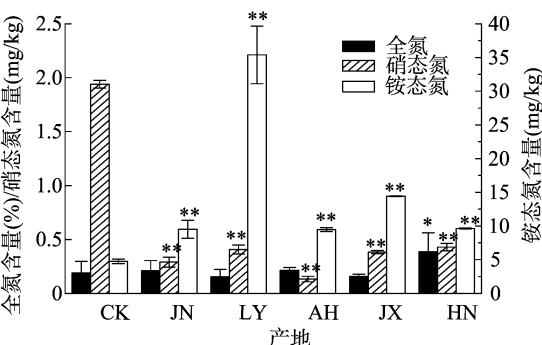


图4 乌饭树生境土壤的全氮、硝态氮和铵态氮含量

明确影响乌饭树生长的主导因子。由表 2 可见，7 个土壤生态变量前 2 个主成分的贡献率分别为 58.356%、22.915%，累积贡献率达 81.271%，基本能够反映各因子的主要信息。由表 3 可见，从第 1 主成分特征向量看，有效磷含量、pH 值、硝态氮含量负荷值相对较高，这 3 个指标对乌饭树的生长有重要影响；从第 2 主成分特征向量看，铵态氮含量负荷值相对较高，而铵态氮含量是植物从土壤中吸收的主要氮素，这说明乌饭树生长过程中对氮素的需求相对较高。

表 2 影响乌饭树生长的土壤生态因子前 2 个主成分分析

主成分	特征值	贡献值 (%)	累计贡献率 (%)
1	4.085	58.356	58.356
2	1.604	22.915	81.271

表 3 影响乌饭树生长的前 2 个主成分负荷量 (各变量主成分系数)

变量	负荷量	
	第 1 主成分	第 2 主成分
pH 值	0.936	0.272
有机质含量	-0.906	0.312
全磷含量	-0.633	0.144
有效磷含量	0.976	0.033
全氮含量	-0.438	0.677
硝态氮含量	0.915	0.350
铵态氮含量	-0.070	0.911

2.2 土壤矿质元素含量

由表 4 可见，5 个种源地乌饭树生境土壤的 K 含量在 5 866.2~16 061.7 mg/kg 之间，变化幅度较大，对照土壤的 K 含量相对最低，仅为 1 377.3 mg/kg，经方差分析表明，对照土壤的 K 含量与江宁东善桥林场、溧阳大岭界、湖南白云山差异显著 ( $P < 0.05$ )，与其他 2 个种源地差异极显著 ( $P < 0.01$ )；5 个种源地乌饭树生境土壤的 Ca、Na 含量分别在 1 204.3~1 711.2、593.5~968.5 mg/kg，变化幅度相对小，与对照差异不显著 ( $P > 0.05$ )；5 个种源地乌饭树生境土壤的 Mg 含量在 2 109.3~6 092.0 mg/kg，经方差分析表明，仅湖南白云山土壤 Mg 含量与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ )；5 个种源地乌饭树生境土壤的 Al 含量在 36 226.7~53 441.7 mg/kg，总体偏高，经方差分析表明，江宁东善桥林场、溧阳大岭界土壤 Al 含量与对照差异显著 ( $P < 0.05$ )，其他 3 个种源地与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ )；5 个种源地乌饭树生境土壤的 Zn 含量在 65.2~192.5 mg/kg，仅江西哈湖村土壤 Zn 含量与对照差异

表 4 乌饭树生境土壤的矿质元素含量

产地	矿质元素含量 (mg/kg)			
	K	Ca	Na	Mg
CK	1 377.0 ± 1 276.6	3 800.3 ± 2 965.1	879.7 ± 89.4	3 479.5 ± 513.9
JN	5 866.2 ± 1 228.7 *	1 559.5 ± 596.7	608.3 ± 138.2	2 109.3 ± 426.8
LY	7 538.3 ± 258.9 *	1 711.2 ± 90.5	593.5 ± 226.0	3 448.5 ± 79.4
AH	16 061.7 ± 1 279.3	1 204.3 ± 263.3	968.5 ± 177.7	4 179.8 ± 184.7
JX	14 785.0 ± 5 373.6	1 444.3 ± 1 974.1	808.0 ± 193.4	3 699.2 ± 1 412.1
HN	7 280.8 ± 3 130.8 *	1 217.0 ± 160.7	918.7 ± 269.4	6 092.0 ± 1 094.3 **

产地	矿质元素含量 (mg/kg)				
	Al	Zn	Fe	Mn	Cu
CK	51 106.7 ± 100.7	108.7 ± 37.5	45 788.3 ± 14 264.9	480.0 ± 346.4	334.7 ± 280.1
JN	36 226.7 ± 8 807.2 *	76.8 ± 54.3	15 440.0 ± 3 060.0 *	159.7 ± 62.3	9.7 ± 1.0 **
LY	42 855.0 ± 850.5 *	124.2 ± 12.6	28 980.0 ± 299.6 *	665.8 ± 31.8	14.0 ± 1.7 **
AH	52 234.3 ± 203.1	192.5 ± 37.0	30 446.7 ± 659.3 *	402.0 ± 17.3	24.0 ± 1.7 **
JX	50 913.3 ± 737.9	65.2 ± 9.9	30 340.0 ± 2 795.7 *	241.7 ± 303.0	24.0 ± 2.4 **
HN	53 441.7 ± 485.0	107.7 ± 45.2	36 260.0 ± 9 699.1	179.0 ± 23.4	12.0 ± 0.7 **

显著 ( $P < 0.05$ ) ; 5 个种源地乌饭树生境土壤的 Fe 含量在 15 440.0 ~ 36 260.0 mg/kg, 总体偏高, 除湖南白云山外, 其他 4 个种源地土壤 Fe 含量与对照差异显著 ( $P < 0.05$ ) ; 5 个种源地乌饭树生境土壤的 Mn 含量在 159.7 ~ 665.8 mg/kg 之间, 与对照差异不显著; 5 个种源地乌饭树生境土壤的 Cu 含量在 9.7 ~ 24.0 mg/kg 之间, 总体偏低, 极显著低于对照 ( $P < 0.01$ ) 。

3 结论与讨论

土壤生态因子是植物引种栽培的限制因子, 主成分分析表明, 乌饭树生长对土壤酸碱度、氮素含量、磷素含量有较高的要求。土壤酸碱度既能直接影响植物的生长代谢, 又能影响土壤养分的有效性<sup>[12]</sup>。对乌饭树生境 pH 值的测定可知, 乌饭树生境土壤整体呈酸性, 为喜酸性植物, 这与前人的研究结论<sup>[13-15]</sup>一致。新建乌饭树基地应选择酸碱度适宜的酸性土壤, 也可通过改土来调节土壤的 pH 值。硝态氮、铵态氮是植物可直接吸收利用的矿质态氮, 可反映土壤短期内的供氮能力, 而磷是植物营养三要素之一。试验结果表明, 5 个种源地乌饭树生境土壤的总矿质态氮以铵态氮为主; 乌饭树生境土壤的有效磷含量较低, 这可能与乌饭树喜偏酸红壤土有关, 而红壤土含磷量相对较低, 且南方土壤普遍缺磷。有研究表明, 氮肥、磷肥对欧洲越橘幼苗生长有显著影响<sup>[4]</sup>。乌饭树在人工栽培时应科学配方施肥, 不能偏施氮肥, 如氮肥施用过多, 会降低其抗病能力, 应定向调节磷素状况, 提高土壤肥力, 达到乌饭树的高产优质。

土壤中的矿质元素是植物正常生长发育必需的营养元素, 是植株酶、维生素和生长激素的重要组成部分。乌饭树生境土壤中矿质元素的含量水平一定程度上能反映土壤对乌饭树所需矿质元素的供应能力, 本试验测定的乌饭树生境土壤矿质元素含量维持在较高水平上, 与中国土壤元素含量背景值相当, 能够满足乌饭树生长所需。通常而言, 一种营养元素的吸收、蓄积与其他营养元素的状态密切相关, 合理施用矿质元素肥料, 可促进植株生长, 提高某种元素的含量, 进而增加某些有机物的合成量<sup>[16]</sup>。因此, 乌饭树在人工栽培时, 也不能忽视对土壤矿质元素的补充, 但相关研究还有待进一步深入。

参考文献:

[1] 奚 强, 张 娟, 钟灼仔, 等. 我国乌饭树的生理生态及人工栽培研究现状[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(1): 83-84, 91.

[2] 胡宏友, 马志杰. 福建越橘属野生浆果资源与民间利用状况[J]. 亚热带植物科学, 2001, 30(1): 49-53.

[3] 王永明. 福建九阜山野生果树资源及其开发利用[J]. 亚热带植物科学, 2009, 38(2): 64-69.

[4] 杨汉远, 杨加文, 杨秀钟, 等. 贵州省黔东南野生越橘属植物资源调查研究[J]. 种子, 2013, 32(4): 59-61.

[5] 黄怀青. 尤溪九阜山省级自然保护区野生杜鹃花科植物资源调查[J]. 江西林业科技, 2013(4): 20-23.

[6] 雷 宁. 盆景新树种: 乌饭树[J]. 花木盆景(花卉园艺), 2000(11): 31-31.

[7] 谢远程. 乌饭树(*Vaccinim bracteatum*)生态学特性及其无性繁殖技术研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2005.

[8] 牛来春, 彭文明, 万珠珠, 等. 云南野生乌饭树扦插繁殖试验[J]. 黑龙江农业科学, 2014(2): 75-77, 80.

[9] 郝娟娟, 冯建元, 丁雨龙, 等. 不同种源乌饭树树叶营养成分比较[J]. 林业科技开发, 2010, 24(3): 105-107.

[10] 颜孙安, 钱爱萍, 林香信, 等. 闽东北野生乌饭树叶营养成分分析[J]. 福建农业科技, 2007(2): 81-82.

[11] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 新世界出版社, 1998.

[12] 夏冬明. 土壤肥科学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.

[13] Lätti A, Riihinen K, Jaakola L. Phenolic compounds in berries and flowers of a natural hybrid between bilberry and lingonberry (*Vaccinium × intermedium* Ruthe)[J]. Phytochemistry, 2011, 72(8): 810-815.

[14] Nestby R, Krogstad T, Joner E, et al. The effect of NP fertilization on European blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) development on cultivated land in mid-Norway[J]. Journal of Berry Research, 2014, 4(3): 147-157.

[15] 周 毅, 黄衡宇, 李 菁. 湘西地区蛇足石杉及其适生土壤中矿质元素的特征分析[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(6): 130-133.

[16] 韩建萍, 梁宗锁, 王敬民. 矿质元素与根类中草药根系生长发育及有效成分累积的关系[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(1): 78-82.