

# 七叶树叶片营养与立地土壤状况的相关性分析

张建旗,赵峰,黄蓉,程晓月

(兰州市园林科学研究所,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**为了探讨行道树七叶树的叶片营养和立地土壤状况的相关性,以便七叶树能良好生长,充分发挥其生态功能,采用野外调查与室内试验分析相结合的方法,对兰州市主城区(城关、七里河、安宁和西固)的七叶树叶片及立地土壤分季节(夏季和秋季)进行分析。结果表明:(1)七叶树叶片含水量、全N、全K和全Cu含量夏季高于秋季;叶片叶绿素和全P含量表现为夏季较高;叶片Ca、Mg、Fe含量秋季高于夏季;(2)整体土壤状况表现为pH值偏高,有机质、水解N、交换性Mg、有效Cu和有效Fe的含量较低;(3)夏季叶片相对含水量与土壤交换性Ca和交换性Mg含量显著负相关( $P < 0.05$ );叶绿素含量与土壤有效Cu和有效Fe含量显著正相关( $P < 0.05$ );全N、P、K均与土壤交换性Ca含量极显著正相关( $P < 0.01$ ),与土壤交换性Mg显著正相关( $P < 0.05$ );叶片中Cu含量与土壤速效N、P均呈显著负相关( $P < 0.05$ );秋季叶片中交换性Ca含量与土壤速效N含量显著正相关( $P < 0.05$ );其余的叶片营养元素含量和土壤养分含量之间的相关性均不显著。在今后的养护管理中应根据叶片和土壤的实际营养状况,结合不同生长期对养分的需求合理施肥。

**关键词:**七叶树;叶片营养;土壤状况;相关性;兰州市

**中图分类号:**S792 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2021)03-0119-06

**DOI:** 10.13817/j.cnki.cycp.2021.03.017

叶片是树木的营养器官,是树木生命活动所需能量的主要来源之一;叶片中营养元素含量会对叶片的健康造成影响,与整个树体健康状态密切相关。土壤是城市园林植物生长的介质和养分供应者,是影响行道树生长的重要环境因子,其质量的好坏直接影响园林植物能否健康生长<sup>[1-2]</sup>。因此,研究城市园林树木营养状况是建设国家园林城市的重要内容。南京、上海、深圳、哈尔滨、沈阳等地的科研工作者对本地区城市土壤(多为城市绿地和工业污染区)进行了实地监测,对城市土壤的特性、分类、污染状况等进行了研究,城市土壤对树木生长的影响等也有大量的研究报告<sup>[3]</sup>。兰州市对果树叶片营养和土壤养分的相关性有

报道<sup>[4]</sup>,但对园林树木土壤和叶片养分关系的研究才刚刚起步,报道较少。

七叶树(*Aesculus hippocastanum*)属于七叶树科七叶树属,是世界著名的行道树种之一。树体高大雄伟,树干挺拔,树冠宽阔,绿荫浓密,树形优美,花大秀丽,果形奇特,是观叶观花观果不可多得的树种。在园林配置上,最适宜作为遮阴树及行道树,可在建筑前对植、路边列植、或孤植、丛植于山坡、草地<sup>[5-6]</sup>。现欧美、日本等地将七叶树作为行道树、庭荫树广泛栽培<sup>[7]</sup>。在兰州市主城区七叶树主要用于行道树栽植,故本文对七叶树叶片营养和立地土壤状况相关因子进行分析,以期对兰州市七叶树的健康生长、合理施肥提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

兰州市主城区(城关、七里河、西固、安宁区)地理坐标 N 35°50' ~ 36°55', E 103°19' ~ 103°59', 面积 1 112.20 km<sup>2</sup>。市区海拔平均为 1 520 m。属温带干

收稿日期:2020-05-28;修回日期:2020-07-30

基金项目:兰州市人才创新创业项目(2018-RC-41)

作者简介:张建旗(1970-),女,河南济源人,高级工程师,

研究方向为园林植物和土壤。

E-mail:229526074@qq.com

程晓月为通讯作者。E-mail:lzylxy@163.com

旱气候,干燥少雨,年均气温 9.8℃,极端最高温 39.8℃,极端最低温 -19.7℃,气温平均日较差 12.9℃,年较差 29.1℃,≥10℃的积温为 3 242.0℃,年均降水量 311.7 mm,年最大降水量 546.7 mm,最小降水量 155.3 mm,降水主要集中在 6~9 月,占全年降水量的 60%以上,全年日照时数平均 2 446 h,年蒸发量 1 600 mm,为年降水量的 4~6 倍,年相对湿度 58%;无霜期 185~200 d,最大冻土层 1.2 m。主要土壤类型为黄绵土和淡灰钙土<sup>[8]</sup>。

## 1.2 材料的采集

选取主城区内行道树中可以代表兰州市七叶树生

长现状且树龄 10 年左右的植株(表 1),于夏季(2016 年 7 月)和秋季(2016 年 10 月)在同一时间段利用高枝剪和土钻分别对每棵树的叶片和立地土壤进行采集,每个区随机选取 1 个街道进行取样,每个街道取 6 个样点,样点之间间隔 15 m,共 24 棵树。叶片主要从树冠外围东、西、南、北方向采集,各取外围的新梢中部健康叶片(生长正常,无病虫害)100 片左右,装入自封袋,编号后放入保鲜盒,及时带回实验室放入 5℃冰箱中保存;土壤在离根际 20~40 cm 处,采集 0~60 cm 土层深度的土样,每个树穴重复 3 次,样品混合装入自封袋,编号后带回实验室备用。

表 1 调查树种的基本情况与调查地点

Table 1 The basic information on tree species and survey sites

树种名称	生态习性 & 园林用途	4 区生长状况				对土壤的要求	采样地点
		区域	平均树高/m	平均胸径/cm	平均冠幅/m		
七叶树	喜光,喜温暖,稍耐阴,也耐寒,在夏季烈日下树皮和叶子易遭日灼。深根性,萌芽力强,生长速度中等偏慢,寿命长。抗烟尘。宜作庭荫树和行道树	西固	5.6	13.1	6.1	喜深厚、肥沃、湿润而排水良好的土壤	西固区山丹街路
		安宁	5.7	12.8	3.6		安宁区桃海路
		七里河	6.8	7.0	6.3		七里河区南滨河西路
		城关	8.5	15.1	7.5		城关区 608 号规划路

## 1.3 样品处理

叶片经清水、蒸馏水冲洗后用滤纸吸干表面水分,及时测定叶片相对含水量(RWC);其余叶片放入 105℃鼓风烘箱中杀青 20 min,然后在 75℃下烘干至恒重,粉碎后置于灭菌后的玻璃瓶中。土壤经自然风干去杂质后,研细分别过 1 mm 和 0.25 mm 孔径的筛子,装入信封保存备用。

## 1.4 测定方法

叶片相对含水量采用称重法;叶绿素利用 SPAD-502Plus 便携式叶绿素测定仪测定;全 N 采用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 混合加速剂—蒸馏法;全 P 采用钼锑抗比色法;全 K 采用火焰光度计法;全 Ca 和全 Mg 采用干灰化—原子

吸收分光光度法;全 Cu 和全 Fe 采用原子吸收分光光度法<sup>[9-12]</sup>。

土壤 pH 值、有机质(OM)、有效 P、速效 K、水解 N、交换性 Ca、交换性 Mg、有效 Fe 和有效 Cu 含量参照文献<sup>[9-12]</sup>的方法测定。

## 1.5 数据分析

采用 Excel 软件进行数据录入和处理,分季节分析各项指标(4 个区的平均值),并运用 SPSS 17 软件和 Pearson 法进行叶片和立地土壤之间的相关性分析。依据全国第二次土壤普查技术规程<sup>[13-14]</sup>对土壤状况进行分级(表 2)。

表 2 土壤养分等级分级标准

Table 2 The classification standards of soil nutrient

分级	一级	二级	三级	四级	五级	六级
pH 值	6.5~7.5	7.5~8.0	8.0~8.5	8.5~9.0	9.0~9.5	>9.5
有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	>40	30~40	20~30	10~20	6~10	<6
水解 N/(mg·kg <sup>-1</sup> )	>150	120~150	90~120	60~90	30~60	<30
速效 P/(mg·kg <sup>-1</sup> )	>40	20~40	10~20	5~10	3~5	<3
速效 K/(mg·kg <sup>-1</sup> )	>200	150~200	100~150	50~100	30~50	<30
交换性 Ca/(mg·kg <sup>-1</sup> )	>1 000	700~1 000	500~700	300~500	<300	

续表 2

分级	一级	二级	三级	四级	五级	六级
交换性 Mg/(mg·kg <sup>-1</sup> )	>300	200~300	100~200	50~100	<50	
有效 Cu/(mg·kg <sup>-1</sup> )	<0.1	0.1~0.2	0.2~1.0	1.0~1.8	>1.8	
有效 Fe/(mg·kg <sup>-1</sup> )	<2.5	2.5~4.5	4.5~10.0	10.0~20.0	>20.0	

## 2 结果与分析

### 2.1 叶片营养含量分析

不同季节叶片营养元素含量不尽相同,随着生长季节的变化而变化,并存在着一定的差异(表 3)。叶片所含的各种矿质营养元素中含量最高的是全 N

(29.39 g/kg),其后依次为全 K、全 Ca、全 P、全 Mg 和全 Fe,最少的是 Cu(表 3)。叶片相对含水量、叶绿素、全 N、全 P、全 K 和全 Cu 含量均为夏季>秋季,夏季比秋季分别高出 5.67%、10.10%、5.48%、8.18%、7.26%和 13.16%;叶片中全 Ca、全 Mg 和全 Fe 含量秋季略高于夏季,分别高出 6.75%、0.65%和 1.39%。

表 3 叶片营养含量

Table 3 Leaf nutrient content

采样时间	RWC/%	叶绿素 SPAD 值	全 N/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 P/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 K/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 Ca/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 Mg/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 Cu/(mg·kg <sup>-1</sup> )	全 Fe/(mg·kg <sup>-1</sup> )
夏季	79.50	46.74	29.39	2.69	17.76	13.40	1.54	5.32	190.44
秋季	75.00	42.02	27.78	2.47	16.47	14.57	1.55	4.62	193.13

### 2.2 土壤状况分析

夏季和秋季土壤 pH 值平均在 8.5 以上,且调查区域内秋季土壤 pH 值、水解 N、交换性 Ca、交换性 Mg 和有效 Cu 含量明显高于夏季,尤其是交换性 Ca 含量,秋季比夏季高 353.84 mg/kg;其余指标则相反,

夏季>秋季,但变化幅度不大(表 4)。整体上,兰州市土壤偏碱性,有机质的含量较低。兰州市土壤 pH 值、有机质和水解 N 含量属于四级土壤,速效 P、速效 K 和交换性 Ca 含量属于一级土壤,土壤交换性 Mg、有效 Cu 和有效 Fe 含量属于三级(表 4)。

表 4 土壤各指标含量

Table 4 Soil chemical property

采样时间	pH 值	OM/(g·kg <sup>-1</sup> )	水解 N/(mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 P/(mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K/(mg·kg <sup>-1</sup> )	交换性 Ca/(mg·kg <sup>-1</sup> )	交换性 Mg/(mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Cu/(mg·kg <sup>-1</sup> )	有效 Fe/(mg·kg <sup>-1</sup> )
夏季	8.48	16.33	56.34	58.55	203.96	1470.54	155.96	1.49	8.34
秋季	8.64	13.04	60.97	41.72	174.32	1824.38	174.75	1.60	7.80

### 2.3 叶片与土壤各指标相关性分析

2.3.1 夏季叶片与土壤各指标间相关性分析 叶片相对含水量与土壤速效 P 和速效 K 含量呈正相关,与其他养分含量呈负相关,且与土壤交换性 Ca 含量显著( $P<0.05$ )负相关,相关系数为-0.541。叶片叶绿素含量与土壤速效 K、有效 Cu 和有效 Fe 含量呈正相关,与其他养分含量负相关,且与土壤有效 Cu 和有效 Fe 含量显著正相关( $P<0.05$ ),相关系数分别为 0.585 和 0.586。叶片中全 N、全 P 和全 K 含量均与土壤交换性 Ca 含量极显著( $P<0.01$ )正相关,相关系数分别为 0.652、0.692 和 0.671,与土壤交换性 Mg 含量显著正相关( $P<0.05$ ),相关系数分别为 0.607、0.559 和 0.641;并且叶片中全 N 和全 K 含量与土壤速效 N 和

土壤速效 K 含量负相关,与其他养分含量呈正相关;叶片全 P 含量与土壤中各养分含量均呈正相关,但相关性均不显著。叶片中全 Ca 含量与土壤有机质、交换性 Ca 和交换性 Mg 含量呈负相关,与其他养分含量呈正相关,相关性不显著。叶片中全 Mg 含量与土壤有机质、速效 N 和速效 P 含量呈负相关,与其他养分含量呈正相关,相关性未达到显著水平。叶片中全 Cu 含量与土壤交换性 Mg 和有效 Fe 含量呈正相关,与其他养分含量呈负相关,且与速效 N、P 含量负相关性显著( $P<0.05$ ),相关系数分别为-0.511 和-0.532;叶片中全 Fe 含量与土壤 pH 值和速效 N、P、K 含量呈负相关,与其他养分含量正相关,相关性均不显著(表 5)。

表 5 夏季叶片营养与土壤各指标间相关性

Table 5 The correlation between leaf nutrition and soil indexes in summer

	RWC	叶绿素	全 N	全 P	全 K	全 Ca	全 Mg	全 Cu	全 Fe
pH 值	-0.181	-0.032	0.116	0.385	0.156	0.272	0.279	-0.297	-0.043
OM	-0.218	-0.354	0.372	0.372	0.404	-0.118	-0.034	-0.307	0.052
速效 N	-0.024	-0.126	-0.111	0.160	0.211	0.234	-0.067	-0.511*	-0.240
速效 P	0.010	-0.272	0.111	0.208	0.280	0.132	-0.090	-0.532*	-0.073
速效 K	0.124	0.249	0.061	0.059	-0.034	0.111	0.294	-0.235	-0.424
交换性 Ca	-0.541*	-0.070	0.652**	0.692**	0.671**	-0.285	0.314	-0.378	0.317
交换性 Mg	-0.582*	-0.155	0.607*	0.559*	0.614*	-0.476	0.376	0.024	0.384
有效 Cu	-0.203	0.585*	0.263	0.195	0.095	0.031	0.153	-0.244	0.174
有效 Fe	-0.129	0.586*	0.398	0.292	0.217	0.010	0.354	0.001	0.285

注：\* 表示  $P < 0.05$  水平下显著相关，\*\* 表示  $P < 0.01$  水平下极显著相关，下同

### 2.3.2 秋季叶片营养与土壤各指标间相关性分析

叶片相对含水量与土壤 pH 值、速效 P、有效 Cu 和有效 Fe 含量呈负相关，与其他养分含量呈正相关，相关性不显著。叶片叶绿素含量与土壤 pH 值和交换性 Mg 含量呈负相关，与其他元素含量正相关，相关性不显著。叶片全 N 和全 P 含量均与土壤 pH 值和速效 N 含量负相关，与其他养分含量均呈正相关，但相关性也不显著。叶片全 K 和交换性 Mg 含量除了与土壤 pH 值负相关外，与其他元素含量均呈正相关。叶片交换

性 Ca 含量与土壤 pH 值、速效 K、有效 Cu 和有效 Fe 含量呈负相关，与其他养分含量呈正相关，且与速效 N 含量正相关性显著 ( $P < 0.05$ )，相关系数 0.769；叶片中有效 Cu 含量与土壤 pH 值、交换性 Mg 和有效 Fe 含量呈正相关，与其他养分含量呈负相关，相关性不显著。叶片有效 Fe 含量与土壤 pH 值、速效 P 和有效 Fe 含量呈负相关，与其他养分含量正相关，相关性均不显著(表 6)。

表 6 秋季叶片营养与土壤各指标间相关性

Table 6 The correlation between leaf nutrition and soil indexes in autumn

	RWC	叶绿素	全 N	全 P	全 K	全 Ca	全 Mg	全 Cu	全 Fe
pH 值	-0.474	-0.488	-0.721	-0.595	-0.822	-0.057	-0.577	0.202	-0.465
OM	0.643	0.199	0.600	0.358	0.605	0.211	0.504	-0.057	0.666
速效 N	0.194	0.051	-0.034	-0.023	0.407	0.769*	0.375	-0.216	0.009
速效 P	-0.036	0.486	0.109	0.243	0.587	0.363	0.353	-0.058	-0.171
速效 K	0.006	0.229	0.275	0.126	0.101	-0.563	0.630	-0.117	0.413
交换性 Ca	0.472	0.195	0.572	0.456	0.637	0.449	0.381	-0.141	0.445
交换性 Mg	0.069	-0.014	0.068	0.077	0.241	0.710	0.255	0.048	0.152
有效 Cu	-0.382	0.477	0.333	0.479	0.291	-0.044	0.273	0.268	0.044
有效 Fe	-0.558	0.493	0.312	0.507	0.157	-0.313	0.165	0.252	-0.070

## 3 讨论

植物种(或生态类型)在生理上对某种元素的需求是基本恒定的,其在叶内含量上的差异主要是由环境条件、养分供应水平和其他管理技术所造成的<sup>[15-16]</sup>。叶片作为有机物的合成场所,是代谢活动最活跃的器官,其营养元素含量和变化不仅可以反映植物代谢的类型,也可以揭示矿质元素的吸收和积累的状况<sup>[17-19]</sup>。因此,把叶片作为诊断器官进行分析可以判

断植株的养分状况,特别是植株处于潜在养分失调状态,叶片或其他器官尚未出现不良症状时,通过叶片分析指导施肥,可防止树体不良症状的发生。本研究表明,七叶树叶片各营养元素含量夏季均高于秋季,这是因为叶是植物进行光合作用的主要器官,在各营养器官中生理机能最活跃,夏季光合作用强,因此营养元素含量高,这与吴家森等研究结果类似<sup>[20]</sup>;七叶树叶片所含的各种营养元素中含量最高的是全 N,其后依次为全 K、全 Ca、全 P、全 Mg 和全 Fe,最少的是 Cu,这与

黄开顺等的研究结果一致<sup>[21]</sup>。

土壤是生态环境的重要组成部分,是植物营养的主要来源,是不断地供应和协调植物生长发育所必需的水分、养分、空气、热量和其他生活必需条件的载体,具有一定的肥力,为植物提供养分和水分,同时也作为植物根系伸展、固持的介质。城市中的落叶、残枝作为垃圾被清除,造成土壤营养循环中断,基本上没有养分补给,土壤养分含量较低<sup>[22]</sup>。有机质是土壤的重要组成部分,虽然有机质含量只占土壤总量的很小一部分,但它在土壤肥力上起着多方面的作用<sup>[23]</sup>。土壤有机质的含量与土壤肥力呈正相关,在很大程度上影响着土壤结构、持水性、稳定性、缓冲性及生物多样性等,影响着土壤中其他营养元素的可利用状态和土壤的肥力及植物的生长<sup>[24]</sup>。整体上兰州市的土壤偏碱性并且有机质含量较低,且两者呈负相关,这是由于有机质在分解过程中产生单宁、有机酸多,导致 pH 值下降,这和吕世丽等人的研究结果相吻合<sup>[25]</sup>。土壤中速效磷和速效钾含量较高,这和甘肃省的土壤普查结果相吻合<sup>[26]</sup>。原因除了施肥管理不到位以外,与城市的清扫行为和道路扩建与过度铺装等也有密切关系。

叶片和土壤中各元素含量并不是孤立存在的,它们存在着相互协同作用,甚至有的会发生拮抗作用<sup>[27-28]</sup>。水体中的水分和营养供给主要来源于土壤,兰州市土壤 pH 值较高,从而使土壤吸收转运到叶片的营养元素的含量减少,因此土壤 pH 值与这些矿质元素在叶片中的含量呈负相关的关系,这与王莉莉研究结果一致<sup>[29]</sup>。七叶树叶片中全 N、全 P 和全 K 含量均与土壤交换性 Ca 含量显著正相关,可见土壤中 Ca 元素的不足会导致其叶片营养元素含量低的状况。

## 4 结论

兰州市七叶树叶片营养元素夏季高于秋季,立地土壤 pH 值偏高,有机质、水解 N、交换性 Mg、有效 Cu 和有效 Fe 的含量较低;叶片营养元素含量和立地土壤状况在夏秋季的差异性不尽相同。因此,在养护管理时,可以在树穴中埋入 PVC 管,以此为媒介,在生长季结合浇水往管里灌氮磷比例高的有机肥溶液或复合肥,使其更好的发挥肥力效应,以便增加土壤养分含量,来满足植物生长需求。

### 参考文献:

[1] 吴丽萍,李敏,孔令培,等.湛江市城市行道树调查与分析

[J].林业科技开发,2006,20(2):20-26.

- [2] 张建旗,程晓月,赵峰,等.兰州市区行道树一七叶树土壤养分状况初探[J].草原与草坪,2018,38(1):90-96.
- [3] 卢瑛,龚子同,张甘霖.城市土壤的特性及其管理[J].土壤与环境,2002,11(2):206-209.
- [4] 郭全恩,郭天文,王益权,等.甘肃省干旱地区苹果叶片营养和土壤养分相关性研究[J].土壤通报,2009(1):114-117.
- [5] 李美.七叶树培育技术及园林应用[J].安徽林业科技,2012,38(1):66-67.
- [6] 李中岳.世界著名观赏七叶树[J].园林,2003(1):36
- [7] 黄蓉,吴永华,冯国琦,等.城市绿地土壤质量对不同树种生长状况的影响[J].甘肃农业大学学报,2017,52(6):113-119.
- [8] 王万鹏,俞诗源,钟芳,等.兰州市南北两山植物动物资源[M].兰州:甘肃科学技术出版社,2010.
- [9] 南京农业大学.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1986:33-107.
- [10] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1999:178-200.
- [11] 姜培坤.土壤理化分析实验[M].北京:北京林业大学出版社,2002.
- [12] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [13] 张茂康.甘肃土壤[M].北京:中国农业出版社,1993.
- [14] 李红裔,张野,赵迪,等.基于神经网络多模型的土壤养分肥力评价[C]//中国植物营养与肥料学会 2010 年学术年会论文集,2010:7.
- [15] 陈甜,孙向阳,刘克林,等.毛白杨叶片营养元素含量季节变化和年变化研究[J].西北林学院学报,2009,24(2):42-45.
- [16] 余红兵,王仁才,肖润林,等.桂西北环境移民示范区柑橘园土壤和叶片营养状况[J].湖南农业大学学报(自然科版),2006,38(3):124-127.
- [17] 魏刚,王建,周金池,等.银杏不同营养器官中营养元素含量季节动态的研究[J].北京林业大学学报,1999,21(1):96-99.
- [18] 王丹.黄连木叶片矿质元素季节性变化规律研究[D].重庆:西南大学,2012.
- [19] 王安有,任莉.银杏叶营养元素季节性研究[J].林业科学研究,1996,9(2):133-137.
- [20] 吴家森,周国模,徐秋芳.不同年份毛竹营养元素的空间分布及与土壤养分的关系[J].林业科学,2005,41(3):171-173.
- [21] 黄开顺,李德满,李开祥,等.八角叶片营养元素的季节

- 动态变化特征及其相关性[J]. 南方农业学报, 2013, 44(1):33-38.
- [22] 赵琼, 曾德慧. 林木生长氮磷限制的诊断方法研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(1):122-128.
- [23] 张瑜, 吴永华, 张建旗, 等. 兰州市黄河风情线行道柳树穴土壤有机质及盐碱特征[J]. 草原与草坪, 2013, 33(6):67-71.
- [24] 伍海兵. 城市绿地土壤物理性质特征及其改良研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2013.
- [25] 吕世丽, 李新平, 李文斌, 等. 牛背梁自然保护区不同海拔高度森林土壤养分特征分析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2013, 41(4):161-177.
- [26] 甘肃省土壤普查办公室编著. 甘肃土壤[M]. 兰州: 甘肃农业出版社, 1991.
- [27] Adamec L. Leaf absorption of mineral nutrients in carnivorous plants stimulates root nutrient uptake[J]. New Phytologist, 2002, 155(1):89-100.
- [28] Casero T, Benavides A, Puy J, *et al.* Relationships Between Leaf and Fruit Nutrients and Fruit Quality Attributes in Golden Smoothie Apples Using Multivariate Regression Techniques[J]. Journal of Plant Nutrition, 2005, 27(2):313-324.
- [29] 王莉莉. 土壤 pH 值对牡丹生长及生理特性影响的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2015.

## Study on the correlation between leaf nutrition and site soil condition of *aesculus hippocastanum*

ZHANG Jian-qi, ZHAO Feng, HUANG Rong, CHANG Xiao-yue

(Lanzhou Institute of Landscape Gardening, Lanzhou 730070, Gansu)

**Abstract:** This study aimed to explore the correlation between leaf nutrition of *A. hippocastanum* and their site soil condition in Lanzhou, therefore providing the information for its better growth to fulfil its full ecological function. Leaf patches of horse chestnut and its site soil were sampled from the field around the main urban area of Lanzhou (Ghengguan, Qilihe, Aning and Xigu Districtions) in different seasons (summer and autumn) and analyzed in laboratory. The results showed that leaf water content, leaf chlorophyll content and leaf total N, P, K and Cu contents were higher in summer than in autumn, while leaf Ca, Mg and Fe contents were higher in autumn than in summer. The overall soil pH was relatively high, while the contents of organic matter, hydrolyzed N, exchangeable Mg, available Cu and Fe in soil were low. Leaf relative water content in summer had a significant negative correlation with soil exchangeable Ca and Mg content (both  $P < 0.05$ ). Leaf chlorophyll content and soil effective Cu and Fe showed a significant and positive correlation ( $P < 0.05$ ). Soil total N, P and K all had significant and positive correlation with soil exchangeable Ca content ( $P < 0.01$ ) as well as soil exchangeable Mg ( $P < 0.05$ ). Leaf Cu content had a significant and negative correlation with both available N content and P content in soil ( $P < 0.05$ ). There was a significant positive correlation between leaf exchangeable Ca content and soil available N content ( $P < 0.05$ ), while no significant correlation between other leaf nutrient content and soil nutrient content was found. For the maintenance and management of *A. hippocastanum*, it would be important to fertilize appropriately based on the actual nutritional status of leaves and soil, and the nutrient demand in different growing stages.

**Key words:** *Aesculus hippocastanum*; correlation; Lanzhou city; Leaf Nutrient Content; soil condition