

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2019.04.012

# 不同盐碱地上彩叶树的年生长动态和生态反应<sup>①</sup>

冯国华<sup>1</sup>, 李 雕<sup>2</sup>, 杨静慧<sup>2</sup>,  
黄 妍<sup>2</sup>, 王 兴<sup>1</sup>, 张 超<sup>3</sup>

1. 天津市公路直属处, 天津 300384; 2. 天津农学院 园艺园林学院, 天津 300384;  
3. 天津朔方绿色科技发展有限公司, 天津 300384

**摘要:** 为了了解植物的耐盐性, 以天津常见的 6 个彩叶树品种为试材, 研究了年轮动态变化和生态反应值。结果显示, 在中度盐碱地上, 金叶榆的生态反应值最小, 其次是紫叶李; 在轻度盐碱地上, 生态反应值均降低, 金叶榆仍最小, 其次是紫叶李和金叶槐; 在非盐碱地上, 植物的生态反应值最小, 生态反应值均小于 0.1。因此, 认为金叶榆对盐碱环境的适应性最强, 紫叶李次之, 红叶臭椿、太阳李和金叶槐适应性中等, 紫叶矮樱适应性最差。

**关键词:** 盐碱; 彩叶树; 年轮; 生态

**中图分类号:** S688

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2019)04-0086-06

天津为退海之地, 因地势低洼导致土壤盐渍化严重, 加之冬季干冷、夏季干热, 适宜生长的植物较少。大面积的盐渍化土壤极大地限制了城市生态绿化的建设<sup>[1-2]</sup>。近几年, 彩色树在园林绿化配置中已得到了大量推广<sup>[3]</sup>, 其耐盐性也有些报道, 如胡晓立等<sup>[4]</sup>通过生理指标测定研究得出耐盐性大小依次为紫叶李、黑杆樱李、紫叶矮樱, 但是由于植物耐盐性评价比较复杂, 其结果的应用有较大的局限性。

树木年轮的大小是树木在某年的生长变化与前期生长影响的综合体现<sup>[5-6]</sup>, 他不仅记载着树木的生长年限, 而且记录着树木的生长状况和对环境改变的适应性<sup>[7]</sup>, 因此, 树木年轮的分析比其它许多类型的资料具有更高的置信度<sup>[8-9]</sup>。

树木生长中对环境敏感、反应大且生态反应值高的, 为适应性较差<sup>[10-11]</sup>。秦艳筠等<sup>[12]</sup>研究了 5 种蔷薇科树种(美人梅、紫叶矮樱、紫叶李、西府海棠和红宝石海棠)的茎干年轮年均增长量和生长动态变化, 认为西府海棠的适应性最强, 紫叶矮樱受盐碱环境影响最大, 北美海棠比西府海棠更能适应盐碱地<sup>[13]</sup>。

本文比较了 3 种土壤类型中 6 个主栽彩叶树品种的年轮动态变化和生态反应值, 分析他们对土壤的适应性, 旨在为天津盐碱地彩叶树种的合理配置提供依据。

## 1 材料方法

试验品种紫叶李(*Frunus cerasifera* Ehrh. f. *atropurpurea* jacq)、紫叶矮樱(*Prunus cistena*)、太阳李(*Prunus salicina*)、红叶臭椿(*Ailanthus altissima* Swingle, *Tree of Heaveen*)、金叶榆(*Ulmus pumila*)

① 收稿日期: 2018-09-25

基金项目: 天津市科委项目(16YFZCNC00750); 天津市重大农业技术推广项目(2017CK0184); 天津市农委项目(ITTFPRS2018002); 天津市科委特派员项目(17ZXBFCNC00310); 天津科委科技特派员项目(18JCTPJC68000)。

作者简介: 冯国华(1977-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事园艺植物栽培研究。

通信作者: 杨静慧, 教授, 博士。

*cv. jinye cv. jinye*)、金叶槐(*Sophora japonica*), 分别栽植于天津非盐渍区(武清)、轻度盐渍化区(西青区)和中度盐渍化区(滨海新区), 样地内样株的栽植状况如表 1.

表 1 样地面积和栽植方式

区域	树名	土壤 pH	总盐/%	栽植方式	样方面积/m <sup>2</sup>
武清	紫叶李	7~7.6	0.12~0.20	矩形成片栽植, 株行距 3×3 m	10×50
西青	紫叶矮樱	7.8~8.8	0.22~0.28	矩形成片栽植, 株行距 3×3 m	10×50
滨海新区	太阳李	8.2~9.3	0.3~0.6	矩形成片栽植, 株行距 3×3 m	10×50
	金叶槐			矩形成片栽植, 株行距 5×5 m	10×50
	金叶榆			矩形成片栽植, 株行距 5×5 m	10×50
	红叶臭椿			矩形成片栽植, 株行距 5×5 m	10×50

用 S 型取样法选择生长健壮, 5~6 年生的植株为样株, 每个样地选择 15 个株. 用 C0400 型生长锥在距树干基部 1.2 m 处打钻, 采取树干横切面, 用游标卡尺由髓心向外测量每年的年轮宽度. 树木生态反应值(*MS*)计算公式如下:

$$MS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |X_i - E|$$

$$E = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i)$$

其中, *MS* 为生态反应值, *N* 为测量样本数, *X<sub>i</sub>* 为第 *i* 个样本的每一年的年轮宽度, *E* 为期望值即样本均值. 采用 Excel 2007 和 SPSS19.0 统计软件对测量指标数据进行分析.

## 2 结果和分析

### 2.1 不同类型盐碱地紫叶矮樱年轮动态变化和生态反应值

从图 1 可以看出, 紫叶矮樱在非盐碱地上的年轮生长量均大于轻度盐碱地与中度盐碱地的年轮生长量, 其中, 中度盐碱地上紫叶矮樱年轮生长逐年下降, 说明土壤盐碱抑制了茎的加粗生长. 另外, 图 2 显示, 非盐碱地上紫叶矮樱的年轮平均生长量极显著高于轻度盐碱地(0.447 cm)和中度盐碱地(0.410 cm), 轻度盐碱地和中度盐碱地的生长量无差异.

计算结果显示, 紫叶矮樱的生态反应值在中度盐碱地上为 0.144 3, 轻度盐碱地上为 0.102 8, 在非盐碱地上为 0.082 7. 三者相差明显, 说明土壤盐碱对紫叶矮樱影响较大.

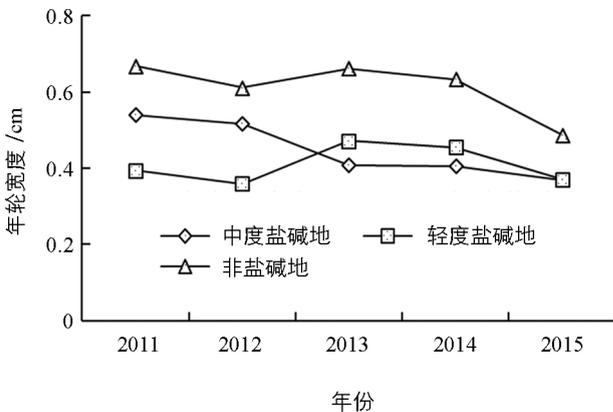


图 1 不同盐碱地上紫叶矮樱的年轮生长动态

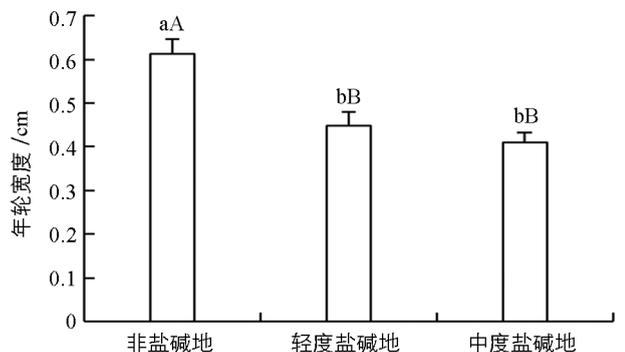


图 2 不同盐碱地上紫叶矮樱的平均年轮宽度

### 2.2 不同盐碱地紫叶李年轮动态和生态反应值

图 3 显示紫叶李在非盐碱地和轻度盐碱地上的年轮生长量变化较小, 在中度盐碱地上逐年下降.

图4显示不同盐碱地上紫叶李的平均年轮宽度,非盐碱地(0.667 cm)显著大于轻度(0.491 cm)和中度盐碱地(0.451 cm)的年轮宽度,轻度和中度的年轮宽度无显著差异.计算显示,紫叶李的生态反应值在轻度和中地上差异不显著,为0.084 6~0.093 5,非盐碱地为0.046 7,说明中度盐碱地未对紫叶李有更大的影响.

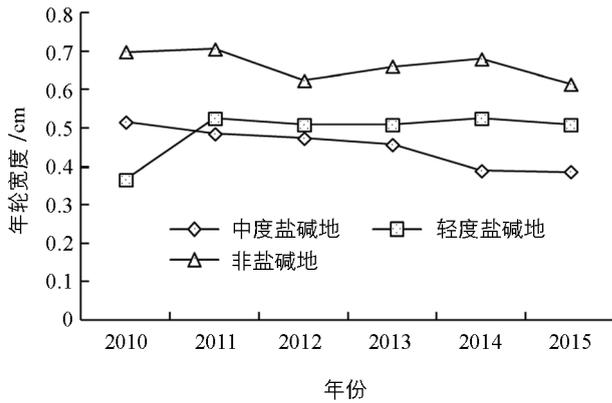


图3 不同盐碱地上紫叶李的年轮生长动态

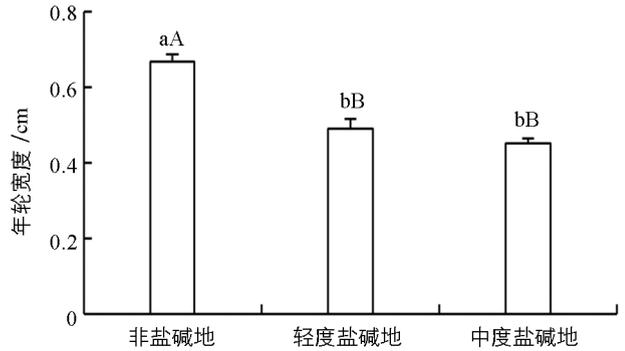


图4 不同盐碱地上紫叶李的平均年轮宽度

### 2.3 不同盐碱地太阳李年轮动态和生态反应值

从图5可以看出,太阳李在非盐碱地上年轮生长量变化较小,轻度盐碱地上第1~3年变化较小,第4年生量增加,第5年回落,说明太阳李对轻度盐碱地有一定的适应性,其中度盐碱地上生长量逐渐下降.图6显示3个区域太阳李的平均年轮差异显著,由大到小依次为非盐碱地(0.606 cm)、轻度盐碱地(0.438 cm)、中度盐碱地(0.325 cm),说明太阳李适宜在轻度和非盐碱地上生长.计算显示太阳李在非盐碱、轻度、中度盐碱地生态反应值分别为0.105 6,0.086 7和0.038 4.

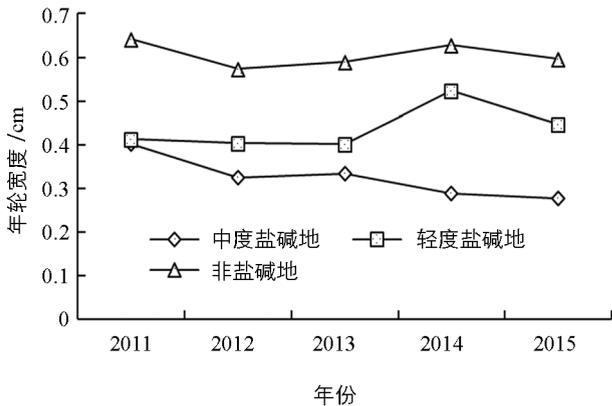


图5 不同盐碱地上太阳李的年轮生长动态

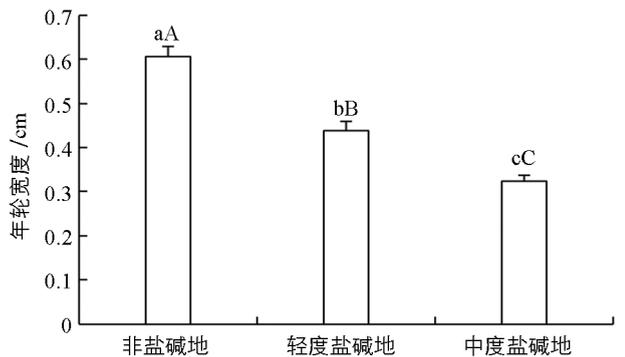


图6 不同盐碱地上太阳李的平均年轮宽度

### 2.4 不同盐碱地上金叶槐年轮动态和生态反应值

图7显示金叶槐在各类土壤中的年轮生长动态上下波动,其中非盐碱地和轻度盐碱地上的生长量略有增加,中度盐碱地上(除2013年增加外)基本无变化.图8显示3个区域金叶槐的平均年轮差异显著,由大到小依次为非盐碱地(0.545 cm)、轻度盐碱地(0.463 cm)、中度盐碱地(0.346 cm).数据分析显示,金叶槐在中度盐碱地区域的生态反应值为0.105 6,较高,在轻度和非盐碱地的生态反应值为0.076 6和0.060 9,后两者间差异不大.

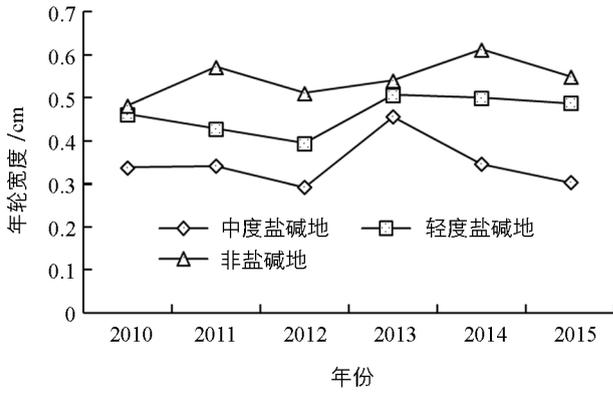


图 7 不同盐碱地上金叶叶槐

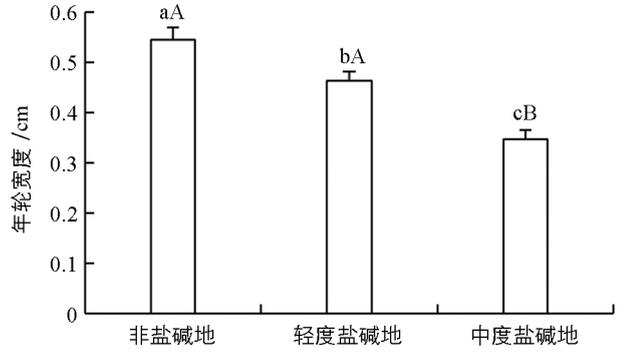


图 8 不同盐碱地上金叶叶槐的平均年轮宽度

### 2.5 不同盐碱地上金叶榆年轮动态和生态反应值

图 9 显示, 金叶榆在不同盐碱地上年轮生长变化趋势基本相同, 其中, 中度盐碱地上回升得较少, 其余较多, 3 个区域平均年轮无显著差异(图 10). 说明金叶榆比较适应盐碱土壤环境. 数据统计显示金叶榆在中度、轻度和非盐碱地上的生态反应值分别为 0.045 6, 0.045 1 和 0.003 7, 生态值均比较低, 差异不大.

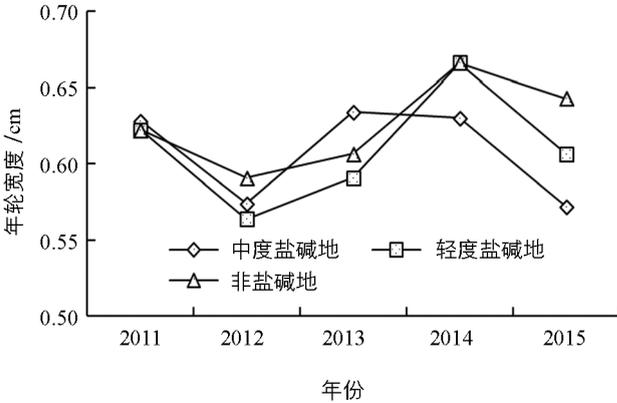


图 9 不同盐碱地上金叶榆的年轮生长动态

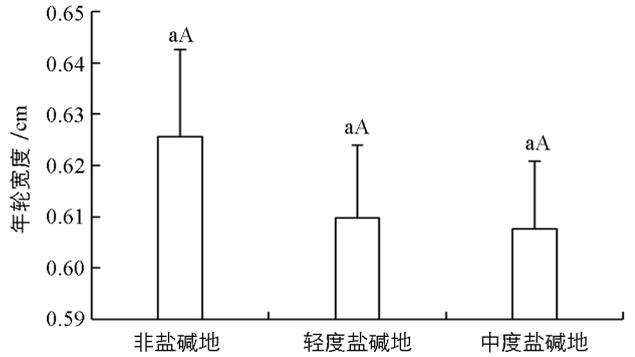


图 10 不同盐碱地上金叶榆的平均年轮宽度

### 2.6 不同盐碱地上红叶臭椿年轮动态和生态反应值

红叶臭椿在非盐碱地和轻度盐碱地上的年轮生长量变化较小, 略有下降(图 11), 平均年轮差异显著, 由大到小依次为非盐碱地(0.682 cm)、轻度盐碱地(0.410 cm), 如图 12. 数据分析显示, 红叶臭椿在轻度和非盐碱地的生态反应值为 0.08, 0.0477, 相差较大.

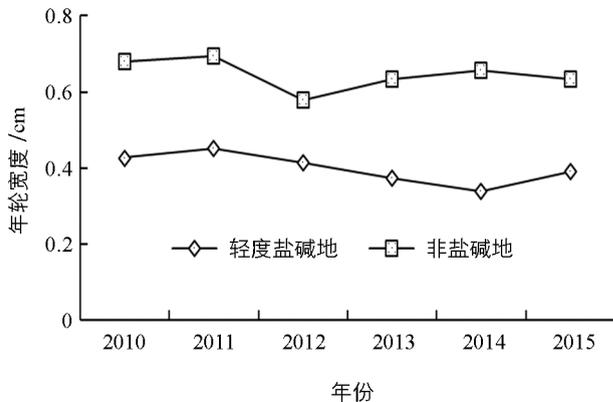


图 11 不同盐碱地上红叶臭椿的年轮生长动态

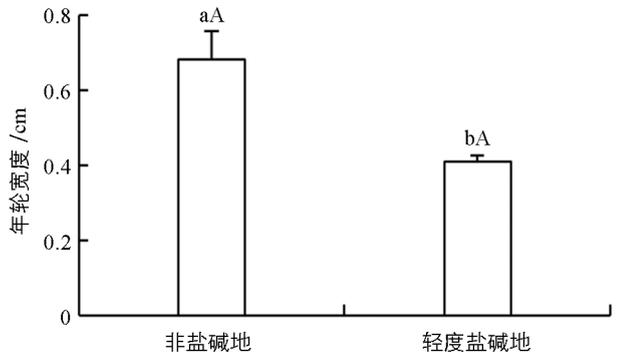


图 12 不同盐碱地上红叶臭椿的平均年轮宽度

## 2.7 不同类型盐碱地上6种彩叶树生态适应性评价

对3种土壤6种彩叶树进行生态适应性评价,结果见表2.

表2 不同盐碱地6种彩叶树年轮生态反应值

树种	中度盐碱地	轻度盐碱地	非盐碱地
紫叶李	0.093 5	0.084 8	0.046 6
紫叶矮樱	0.144 3	0.102 8	0.082 7
太阳李	0.105 6	0.086 7	0.038 4
金叶槐	0.105 5	0.076 3	0.060 9
金叶榆	0.045 6	0.045 1	0.037 0
红叶臭椿	—	0.08	0.047 7

表2显示,生态反应值在中度盐碱地上由大到小依次为紫叶矮樱、太阳李、金叶槐、紫叶李、金叶榆;轻度盐碱地上依次为紫叶矮樱、太阳李、紫叶李、红叶臭椿、金叶槐、金叶榆;在非盐碱地上依次为紫叶矮樱、金叶槐、红叶臭椿、紫叶李、太阳李、金叶榆.

## 3 讨论

目前,树木年轮的研究主要集中于利用年轮信息推测气候的变化趋势<sup>[7, 14-16]</sup>.本文则通过不同盐碱地上彩叶树的年轮生长动态变化和年轮生态值,研究了彩叶树年轮的生长对土壤盐碱的生态响应.发现种植在3个不同区域的植物,年轮生长量常有相同的变化趋势,反应了相同气候条件下,植物有相同的生长变化.

年轮离差值反映了各树种各年年轮值与年轮期望值之差,离差值越大,表明年轮整体变化越剧烈,而生态反应值是指树木对综合生态因子变化的响应程度,树种生态反应值越大,表明该树种生长受环境的影响越大<sup>[9]</sup>.

不同树种的年轮磁学特征(SIRM)存在显著差异,树木所处环境的污染程度不同对树木年轮的磁学特征具有显著性影响<sup>[9, 17]</sup>.通过试验得出树木年轮生态反应值可作为生态适应性评价的基本指标之一.本文通过研究得出不同树种的年轮生态反应值存在显著差异,不同盐碱地上的同种类的彩叶树年轮生态反应值也存在显著差异.土壤盐碱程度的加深会增加其生态反应值,降低植物的生长适应性.本文的研究结果也表现出了与植株实际生长一致的情况.如金叶榆的生态反应值最低,适应性最强,可以在中度盐碱地上生长.而园林实践中,金叶榆也是供试种类中生长最好的,所以,生态反应值能够较全面地反应植物的抗逆性.

## 4 结论

彩叶植物对中度盐碱地较适宜的为紫叶李(0.093 5)、金叶榆(0.045 6),对轻度盐碱地较适宜的为太阳李(0.086 7)、紫叶李(0.084 8)、金叶槐(0.076 3)、金叶榆(0.045 1).6种彩叶植物非盐碱地上的生态反应值均小于0.1,均表现较好.非盐碱地上彩叶树平均年轮生长量均大于轻度盐碱地和中度盐碱地.因此,认为金叶榆对盐碱环境的适应性最强,紫叶李次之,太阳李和金叶槐适应性中等,紫叶矮樱适应性最差.

## 参考文献:

- [1] 程 寻.天津滨海盐碱地绿化管理研究[D].天津:天津大学,2008.
- [2] 王洪影.天津土壤盐渍化及其对土壤碳酸盐、有机碳分布的影响[D].天津:天津师范大学,2014.
- [3] 杨永利,张连城,程耀民.彩色树种在天津滨海盐碱地引种试验及适应性[J].天津农业科学,2012,18(3):164-168.
- [4] 胡晓立,王中华,李彦慧,等.NaCl胁迫对紫叶李(*Prunus Cerasifera* Var. *Atropurea*)叶片生理生化特性的影响[J].河北农业大学学报,2010,33(3):53-56.
- [5] 陈 峰,袁玉江,魏文寿,等.用于气候分析的树木年轮密度资料获取方法与质量控制[J].沙漠与绿洲气象,2012,6(1):62-67.
- [6] 张同文,袁玉江,喻掷龙,等.树轮灰度与树轮密度的对化分析及其对气候要素的响应[J].生态学报,2011,31(22):6743-6752.

- [7] 黄荣凤, 鲍甫成. 异常气候环境变化与树木年轮 [J]. 世界林业研究, 2002, 15(6): 26-31.
- [8] 侯爱敏, 周国逸, 彭少麟. 鼎湖山马尾松径向生长动态与气候因子的关系 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(4): 637-639.
- [9] 李 颖. 树木年轮生态敏感度研究及在树木适应性评价中的应用 [D]. 晋中: 山西农业大学, 2013.
- [10] 赵西平, 郭明辉, 朱熙岭. 温度对树木生长与木材形成影响的研究进展 [J]. 森林工程, 2005, 21(6): 1-4, 31.
- [11] 胡万银. 臭椿和新疆杨树木年轮生态反应值的研究 [J]. 天津农业科学, 2013, 19(11): 88-90.
- [12] 秦艳筠, 杨静慧, 卢兴霞. 盐碱地上 5 种蔷薇科植物基茎年轮的动态变化与耐盐性 [J]. 天津农林科技, 2016, 249(1): 1-3.
- [13] 秦艳筠, 黄唯子, 杨静慧, 等. 盐碱地上西府海棠、北美海棠生长特性比较 [J]. 天津农林科技, 2015, 248(6): 1-3.
- [14] 陈礼清, 余海清, 杨 旭, 等. 川西南柳杉年轮宽度指数与气候变化的关系 [J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(3): 293-299.
- [15] 郭明明. 川西亚高山主要针叶树种年轮气候响应的分异规律研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2015.
- [16] 徐 康. 基于树木年轮重建京冀北部山地生态气候指标 [D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [17] 蔡 婷. 上海市环城绿带常见乔木年轮的环境磁学特征 [D]. 上海: 华东师范大学, 2015.

## Annual Growth Dynamics and Ecological Responses of Color-Leaf Trees Planted in Different Saline-Alkali Soils

FENG Guo-hua<sup>1</sup>, LI Diao<sup>2</sup>, YANG Jing-hui<sup>2</sup>,  
HUANG Yan<sup>2</sup>, WANG Xing<sup>1</sup>, ZHANG Chao<sup>3</sup>

1. Tianjin Highway Department, Tianjin 300384, China;

2. College of Horticulture and Landscape, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

3. Tianjin Shuofang Green Technology Development Co. Ltd, Tianjin 300384, China

**Abstract:** In order to understand the salt tolerance of plants, the annual growth dynamics and ecological response of six color-leaf tree species commonly planted in Tianjin were studied. The results showed that in moderate saline-alkali land, the ecological response value of *Ulmus pumila* cv. Jinye was the lowest, followed by *Prunus cerasifera* Ehrhar f. atropurpurea (Jacq.) Rehd; in light saline-alkali land, the ecological response values decreased in all the species studied, *U. pumila* had the minimum value, followed by *P. cerasifera* and *Sophora japonica* cv. Golden Stem; and in non-salt alkaline soils all the plants had the lowest ecological response value ( $<0.1$ ). It was thus concluded that of the six tree species studied *U. pumila* cv. Jinye had the strongest adaptability to the saline-alkali environment, followed by *P. cerasifera* Ehrhar f. atropurpurea (Jacq.) Rehd; *Ailanthus altissima* cv. Hongye, *P. salicina* and *S. japonica* had a moderate adaptability; and the adaptability of *P. cistena* was the poorest.

**Key words:** saline-alkali; color-leaf tree; annual ring; ecology

责任编辑 汤振金

