

张宇,张丙秀,魏媛媛,等. 土壤pH值对蓝莓叶片生理生化的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(13):107-109.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.13.030

# 土壤 pH 值对蓝莓叶片生理生化的影响

张宇,张丙秀,魏媛媛,闫超,皇甫诗男,李征,高庆玉

(东北农业大学园艺学院,黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:**以3年生北陆、都克、喜来、伯克利4个蓝莓品种为材料,测定基质pH值分别为3.42、4.27、4.75、5.84、6.83时蓝莓叶片的生物膜系统、保护酶系统、渗透调节物质含量等生理指标变化。结果表明,在基质pH值在3.42~6.83范围内,随pH值的升高,蓝莓叶片的相对电导率、MDA含量、渗透调节物质含量呈先降后升趋势,SOD、CAT活性多呈先升后降趋势,POD活性呈“W”形变化。

**关键词:**蓝莓;土壤;pH值;生理生化;相对电导率;渗透调节物质

**中图分类号:** S663.901 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)13-0107-03

蓝莓(*Vaccinium corymbosum* L.)为杜鹃花科越橘属落叶丛生灌木,果实呈蓝色或红色,营养丰富,富含尼克酸、花色素苷、类黄酮等特殊成分,被誉为“抗氧化之王”<sup>[1]</sup>,国际粮农组织将其列为人类五大健康食品之一<sup>[2]</sup>,是一种营养保健价值、经济价值非常高的世界性小浆果。目前,国外已大量开展了土壤改良对越橘植株生长、营养吸收转化及菌根侵染等的研究<sup>[3-4]</sup>,而我国蓝莓栽培起步相对较晚,于1981年由吉林农业大学率先研究蓝莓<sup>[5]</sup>,1988年南京植物研究所引种并筛选适合南方栽培的蓝莓品种<sup>[6]</sup>。我国对蓝莓的引种、品种选育、栽培生理、生态特性等已有较为深入的研究<sup>[7-8]</sup>,李亚东等通过加硫磺粉改良土壤研究了不同pH值对越橘树体生长、光合作用、土壤根际酶活力等的影响<sup>[9-11]</sup>,而有关蓝莓内在生理特性的研究报道很少。本试验通过研究不同土壤pH

值对蓝莓叶片生物膜系统、保护酶系统、渗透调节物质含量等生理指标的影响,以探讨蓝莓对土壤酸碱环境的生理适应性,为生产实践中优质蓝莓大面积栽培适宜土壤的选择提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

北陆(Northland)、伯克利(Berkeley)、都克(Duke)、喜来(Sierra)4个蓝莓品种的3年生盆栽苗,定植在东北农业大学园艺试验站内。

### 1.2 试验处理

每品种分别设5个pH值处理,在基质中分别均匀施入2.0、1.5、1.0、0.5、0 kg/m<sup>3</sup>硫磺粉以调节基质pH值,分别记为T1、T2、T3、T4、T5,重复4次;装盆栽植苗木,浇水及其他管理措施一致。参照李强等的方法<sup>[12]</sup>,用酸度计测得施硫磺粉2个月后处理T1、T2、T3、T4、T5距表层10 cm处基质的pH值分别为3.42±0.39、4.27±0.40、4.75±0.26、5.84±0.31、6.83±0.21。

### 1.3 测定指标及方法

分别于2015年6月15日、7月19日、8月19日,在健壮

收稿日期:2016-03-12

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201103037)。

作者简介:张宇(1987—),女,河南长垣人,硕士研究生,从事果树栽培及育种研究。E-mail:361482665@qq.com。

通信作者:高庆玉,博士,教授,从事果树栽培及育种研究。E-mail:gaoqingyu@tom.com。

化规律及环境影响因子研究[J]. 果树学报,2014,31(5):842-847.

[3] 王海波,王宝亮,刘万春,等. 葡萄促早栽培连年丰产关键技术[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2008(5):25-28.

[4] Srinivasan C, Mullins M G. Physiology of flowering in the grapevine: a review[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1981, 32(1):47-63.

[5] 王海波,赵君全,王孝娣,等. 新梢内源激素变化对设施葡萄花芽孕育的影响[J]. 中国农业科学,2014,47(23):4665-4675.

[6] 张瑛,张睿佳,张伟达,等. 基于光合特性的设施栽培耐弱光葡萄品种筛选[J]. 果树学报,2015,32(5):885-893.

[7] Mullins M G. Hormonal regulation of flowering and fruit set in the grapevine[J]. Acta Horticulturae, 1986(179):309-315.

[8] 林玲,黄羽,谢太理,等. 3个葡萄品种花芽分化过程中内源激素含量变化初报[J]. 南方农业学报,2012,43(6):806-809.

[9] 黄璐. 巨峰葡萄不同芽节位夏季花芽分化规律及相关影响因素的研究[D]. 南宁:广西大学,2015.

[10] Rakngna J, Gemma H, Iwahori S. Flower bud formation in Japanese pear trees under adverse conditions and effects of some growth regulators[J]. Japanese Journal of Tropical Agriculture, 1995, 39:1-6.

[11] 刘宗莉,林顺权,陈厚彬. 枇杷花芽和营养芽形成过程中内源激素的变化[J]. 园艺学报,2007,34(2):339-344.

[12] 黄美维. 龙眼内源激素变化和花芽分化及大小年结果的关系[J]. 热带亚热带植物学报,1996(2):58-62.

[13] Hoard G V. Hormonal regulation of fruit-bed formation in fruit trees[J]. Acta Horticulturae, 1984, 149:13-23.

[14] 李佳,闫田力,赵善仓,等. 葡萄新梢内源激素含量与幼树丰产性能的相关性[J]. 山东农业科学,2004(6):26-28.

[15] 罗羽洁,解卫华,马凯. 无花果花芽分化与内源激素含量的关系[J]. 西北植物学报,2007,27(7):1399-1404.

的植株上选择长势一致的枝条,取顶端第5~9张生长良好、无病虫害的叶片,不同品种、不同土壤 pH 值处理各取 10 张叶片;洗净擦干,去掉叶片主脉,剪成碎片,混合;定量称取样品 0.5 g,加入 2 mL 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液(pH 值为 7.8),快速冰浴研磨;研浆倒入带刻度的离心管中,定容至 10 mL;冷冻,离心机 10 000 g 离心 15 min,上清液即为粗酶液;参照高俊凤的试验方法<sup>[13]</sup>测定各处理的相对电导率、丙二醛含量(MDA),超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性,可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸等渗透调节物质含量。

#### 1.4 数据分析

采用 Excel 2013 统计试验数据、绘制图表;采用 SPSS 19.0 软件对数据进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同 pH 值对蓝莓叶片生物膜系统的影响

**2.1.1 不同 pH 值对蓝莓叶片相对电导率的影响** 由图 1 可见,随基质 pH 值的升高,4 个蓝莓品种的叶片相对电导率呈先降后升趋势;北陆蓝莓 T2 处理时的叶片相对电导率相对最低,而其他 3 个品种在 T3 处理时出现最小值;伯克利蓝莓的相对电导率一直保持相对较低的水平,而喜来蓝莓处于相对较高的水平,说明 4 个品种中伯克利的抗性相对较强,而喜来相对较弱;T4 处理对叶片的相对电导率影响相对较大,此时蓝莓的细胞膜透性增加,可能有大量电解质外漏,植株产生抗逆境反应。

**2.1.2 不同 pH 值对蓝莓叶片 MDA 含量的影响** 由图 2 可见,随基质 pH 值的升高,4 个蓝莓品种的叶片 MDA 含量呈先降后升趋势;北陆、都克蓝莓在 T2 处理时的叶片 MDA 含量相对最低,其中都克叶片的 MDA 含量相对最低,为 3.23  $\mu\text{mol/g}$ ;喜来、伯克利蓝莓在 T3 处理时的叶片 MDA 含量相对最低,分别为 4.9、3.2  $\mu\text{mol/g}$ ;T1、T5 处理的蓝莓叶片 MDA 含量高于其他 3 个处理,其中喜来蓝莓的叶片 MDA 含

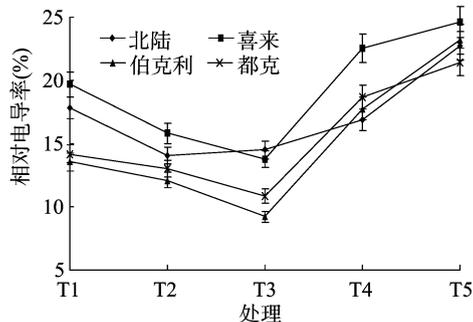


图1 不同 pH 值对蓝莓叶片相对电导率的影响

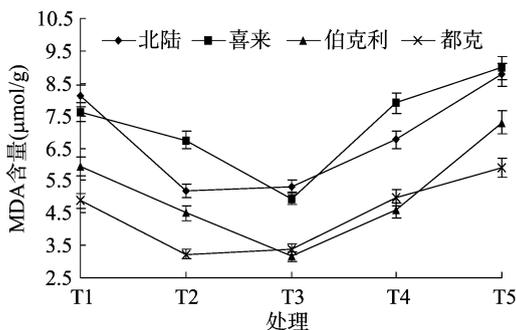


图2 不同 pH 值对蓝莓叶片 MDA 含量的影响

量相对较高,T1、T5 处理时分别为 7.6、9.0  $\mu\text{mol/g}$ ,此时叶片细胞膜可能已受到伤害。

### 2.2 不同 pH 值对蓝莓叶片保护酶活性的影响

由图 3 可见,随基质 pH 值的升高,4 个品种蓝莓的叶片 SOD、CAT 活性多呈先升后降趋势,而 POD 活性呈“降—升—降—升”的“W”形变化;4 个蓝莓品种中,都克保护酶的活性相对最强,变化缓慢且相对稳定;喜来蓝莓叶片的 CAT 活性变化相对较大,T3 处理时相对最高,为 570.0  $\text{U}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ,T2 处理时相对最低,为 213.3  $\text{U}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ,T3 处理比 T2 处理高 167.2%。

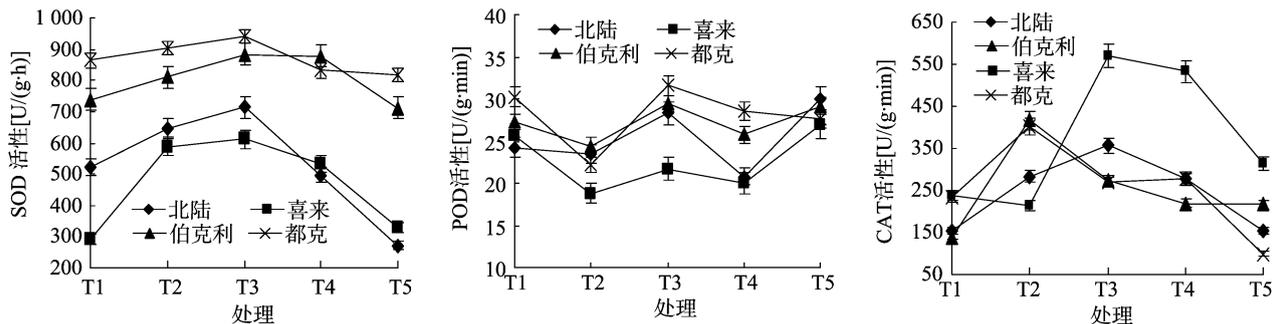


图3 不同 pH 值对蓝莓保护酶活性的影响

### 2.3 不同 pH 值对蓝莓叶片渗透调节物质含量的影响

由图 4 可见,随基质 pH 值的升高,4 个蓝莓品种的叶片渗透调节物质呈先降后升趋势,T3 处理时的可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量相对较低;喜来、北陆的渗透调节物质含量多高于伯克利、都克;T2、T3、T4 处理时可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量差异不明显,T3 与 T1、T5 差异明显,说明基质 pH 值升高或降低,蓝莓可能会通过增加渗透调节物质来调节细胞渗透以维持正常生长。

## 3 结论与讨论

试验结果表明,基质 pH 值对蓝莓叶片相对电导率和丙二醛含量(MDA)有明显的影响,4 个蓝莓品种叶片的相对电导率与 MDA 含量变化趋势一致,随基质 pH 值的升高呈先降后升趋势;pH 值为 4.75 (T3 处理)时叶片相对电导率与 MDA 含量多为相对最低,pH 值为 6.83 (T5 处理)时叶片相对电导率与 MDA 含量相对最高,明显高于 T3 处理,说明 pH 值为

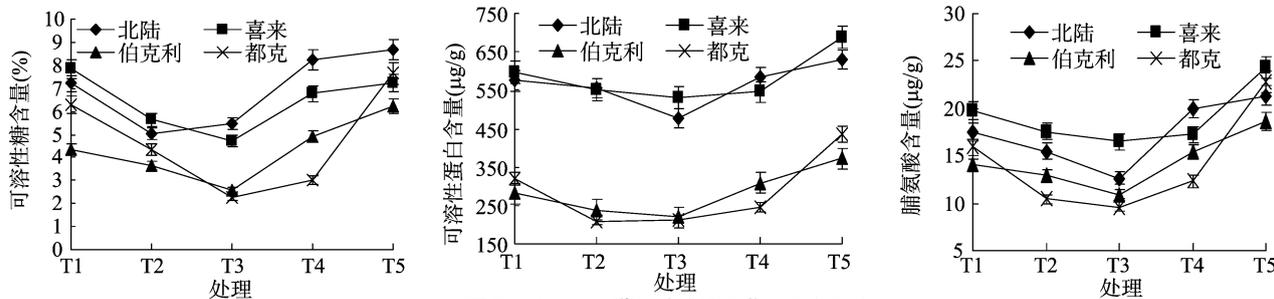


图4 不同 pH 值对蓝莓叶片渗透调节物质含量的影响

6.83 的基质环境可能对蓝莓叶片的细胞膜系统产生一定的逆境胁迫。有研究表明,相对电导率为 50% 左右时质膜会受到不可逆伤害<sup>[14]</sup>,而蓝莓叶片的相对电导率在 10% ~ 30%,距不可逆伤害尚远,不足以直接导致细胞死亡。另外,研究发现,基质 pH 值为 3.42 (T1 处理)时,MDA 含量有明显增加,而相对电导率增加不明显,说明此时蓝莓叶片还未产生不可逆伤害,蓝莓对强酸性土壤 (pH 值 < 5) 有很强的适应性<sup>[15]</sup>。

研究基质不同 pH 值对蓝莓叶片保护酶活性的影响发现,随基质 pH 值的升高,都克等 4 个蓝莓品种的 SOD 活性呈先升后降趋势,T3 处理的蓝莓活性相对最高;都克、伯克利、喜来在 pH 值为 4.27 ~ 4.75,而北陆在 pH 值为 4.27 ~ 5.84 时叶片 SOD 活性相对较高,适宜的 pH 值可提高蓝莓叶片的 SOD 活性,这与冯建灿等的研究结论<sup>[16]</sup>较为一致;蓝莓叶片的 CAT 活性与 SOD 活性变化趋势基本一致,伯克利、都克在 pH 值为 4.27 (T2 处理)时叶片 CAT 活性相对最高,喜来、北陆在 T3 处理时叶片 CAT 活性相对最高,其中喜来的变化幅度相对较大,说明喜来叶片的 CAT 活性受基质 pH 值影响较大;基质 pH 值分别为 3.42、6.83 时 4 个蓝莓品种叶片 CAT 活性有明显降低,较强的环境胁迫可能导致 CAT 活性下降<sup>[17]</sup>;随基质 pH 值的升高,4 个蓝莓品种叶片的 POD 活性呈“W”形变化,基质 pH 值为 5.84 (T4 处理)时北陆叶片的 POD 活性相对最低,T5 处理时相对最高,而喜来、伯克利、都克的 POD 活性在 T2 处理时相对最低,pH 值偏高或偏低,可能会促进膜脂过氧化作用,使蓝莓叶片细胞膜受到伤害。本试验与王庆等的研究结果<sup>[18]</sup>不一致,可能与试验材料不同有关。

研究基质不同 pH 值对 4 种蓝莓叶片渗透调节物质含量的影响发现,pH 值对蓝莓叶片的可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量有明显影响;喜来、伯克利、都克在 T3 处理时含量相对较低,说明 pH 值为 4.75 时较适合其生长,而北陆 T2 处理时含量相对较低,与 T3 处理差异不明显,说明基质 pH 值在 4.27 ~ 4.75 时适宜北陆蓝莓生长;T1、T5 处理时的渗透调节物质含量明显高于 T2、T3,说明 pH 值为 3.42、6.83 时对 4 种蓝莓的胁迫程度相对较大,而蓝莓会通过增加渗透调节物质来调节细胞渗透以维持正常生长。

在适宜的基质酸碱环境中,蓝莓各项能力处于较强状态,SOD、CAT 活性处于较高水平,当基质 pH 值超出适宜范围时,蓝莓植株就会通过提高体内可溶性糖、可溶性蛋白、游离脯氨酸含量使植株各项生理代谢处于正常状态。经综合分析,基质 pH 值为 4.75 时,蓝莓植株的各生理指标为相对最佳,基质 pH 值为 3.42、6.83 时,蓝莓植株虽没有产生不可逆的胁迫,但植株长势相对较弱。

#### 参考文献:

- [1] Kader F, Rovel B, Girardin M, et al. Fractionation identification of the phenolic compounds of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) [J]. Food Chemistry, 1996, 55 (1): 35 - 40.
- [2] 刘静. 蓝莓叶片原花青素的提取、分离及抗氧化活性研究 [D]. 福州: 福建农林大学, 2014.
- [3] Spiers, M J, Braswell J H. Soil - applied sulfur effects elemental leaf content and growth of 'Tifblue' rabbiteye blueberry [J]. Journal of the American Society Horticulture Science, 1992, 117 (2): 230 - 233.
- [4] Cummings G A, Mainland C M, Lilly J P. Influence of soil pH, sulfur, and sawdust on rabbiteye blueberry survival, growth, and yield (*Vaccinium ashei*; North Carolina) [J]. Journal American Society for Horticulture Science, 1981 (106): 783 - 785.
- [5] 吴林. 我国越橘栽培生理研究进展 [J]. 吉林农业大学学报, 2013, 35 (4): 379 - 383, 388.
- [6] 宋雷, 柏文富, 梁文斌, 等. 土壤 pH 对蓝莓生长及光合作用的影响 [J]. 湖南林业科技, 2015, 42 (1): 6 - 11, 26.
- [7] 李亚东, 吴林. 土壤 pH 值对越橘的生理作用及其调控 [J]. 吉林农业大学学报, 1997, 19 (1): 112 - 118.
- [8] 乌凤章, 王贺新, 陈英敏. 蓝莓嫩枝扦插繁殖技术 [J]. 东北林业大学学报, 2007, 35 (11): 44 - 46.
- [9] 李亚东, 吴林, 孙晓秋, 等. 施硫对土壤 pH、越橘树体生长营养的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 1995, 17 (2): 49 - 53.
- [10] 才丰, 崔英宇, 杨玉春. 土壤环境对蓝莓生长的影响 [J]. 辽宁农业科学, 2013 (1): 45 - 48.
- [11] 唐雪东, 李亚东, 刘海广, 等. 施用硫磺粉对越橘根域土壤酶活性的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2012, 33 (2): 183 - 187.
- [12] 李强, 赵秀兰, 胡彩荣. ISO10390:2005 土壤质量 pH 的测定 [J]. 污染防治技术, 2006 (1): 53 - 55.
- [13] 高俊凤. 植物生理学试验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [14] 杜英君, 靳月华. 远紫外辐射对紫杉幼苗枝叶膜脂过氧化及内源保护系统的影响 [J]. 应用生态学报, 2000, 11 (5): 660 - 664.
- [15] 郑培源. 不同酸碱度对蓝莓重金属吸收的影响 [D]. 大连: 大连理工大学, 2010.
- [16] 冯建灿, 邓建钦, 张玉洁, 等. 培养液 pH 值对喜树幼苗生长与 SOD 活性、脯氨酸和叶绿素含量的影响 [J]. 经济林研究, 2001, 19 (3): 6 - 8.
- [17] Al - Aghabary K, Zhu Z J, Shi Q H. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress [J]. Journal of Plant Nutrition, 2005, 27 (12): 2101 - 2115.
- [18] 王庆, 刘安成, 庞长民, 等. 土壤 pH 对多叶羽扇豆生长及生理特性的影响 [J]. 陕西林业科技, 2012 (5): 48 - 50, 56.