



# 盐胁迫对蓝靛果忍冬果实营养成分及相关色素含量的影响

古丽江·许库尔汗, 孙雅丽, 巴哈尔古丽·阿尤甫, 哈尔肯·叶尔江, 阿依古丽·铁木儿

(新疆林业科学院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**为发展新疆北疆地区蓝靛果忍冬,丰富北疆地区小浆果树种类和优良品种资源,对引进的俄罗斯4个蓝靛果忍冬(*Lonicera edulis* Turcz)品种3年生苗进行浓度为0.2%、0.4%和0.6%的盐胁迫处理,测定其果实营养成分及花青素含量,比较各指标在不同盐浓度下的变化。结果表明:随着盐胁迫程度的增加,R1和R3花青素含量逐渐下降,R2和R4的花青素含量在0.2%、0.4%盐胁迫浓度下均极显著高于对照;可溶性固形物含量随着盐浓度增加,4个品种均低于相应对照,盐浓度0.6%时,R1和R3分别比对照下降19.7%和17.4%,均极显著低于对照,R2和R4降幅分别为12.7%和10.1%,均显著低于对照;可溶性糖含量在盐浓度增加到0.6%时R1、R2、R4的可溶性糖含量比对照上升14.8%、38.6%、8.52%,R3的可溶性糖含量比对照下降18.1%,R1和R3与对照差异极显著( $P<0.01$ ),R2和R4差异显著( $P<0.05$ );维生素C含量随着胁迫的加剧,4个品种均呈降低趋势,盐浓度0.6%是分别下降到6.93、6.99、6.94和6.28 mg·100 g<sup>-1</sup>,均与对照差异极显著( $P<0.01$ );果实总酸含量变化较缓慢,盐浓度0.6%时,R1、R2和R3的总酸含量比对照上升1.74%、6.19%和14.3%,R4的比对照下降5.3%,与对照均无显著差异。综合分析各项生理指标,蓝靛果忍冬4个品种均能耐受一定程度的盐胁迫,但超过能耐受的范围将影响果实品质。

**关键词:**蓝靛果忍冬;盐胁迫;营养成分;果实;色素

蓝靛果忍冬(*Lonicera edulis* Turcz.),又名蓝靛果,忍冬科忍冬属植物。分布于欧洲、亚洲和美洲的北部,在我国广泛分布于吉林、黑龙江、内蒙古、山东、河北、新疆、甘肃、四川和宁夏等省区。对蓝靛果忍冬果实营养成分及其含量的研究始于20世纪80年代。Zholobova<sup>[1]</sup>首先报道蓝靛果忍冬果实内富含维生素、矿质元素和其它生物活性物质;并研究证实,蓝靛果忍冬中含有花青素苷、无色花青素苷、儿茶酸及芸香苷等物质<sup>[2]</sup>;许双庆<sup>[3]</sup>报道了蓝靛果忍冬干物质中微量元素含量,鲜果及果汁中维生素、各种糖分及总酸、总糖含量。蓝靛果忍冬作为一种新兴的小浆果灌木,展现出了很好的发展前景。目前,已经得到中国、俄罗斯、日本、美国等很多国家的重视,已在生物生态学特性以及营养保健价值等方面进行了深入的科学研究,为科学研究与加工利用提供了理论基础与技术支撑。然而由于蓝靛果忍冬在新疆地

区研究历史较短,在栽培技术和开发利用方面还存在不足<sup>[4]</sup>。随着环境污染的加剧,灌溉农业的发展以及化肥使用不当等原因,土壤盐渍化日趋严重,已成为新疆林果业发展的一个重要障碍。尤其是对蓝靛果忍冬等小浆果类果树的生长发育造成了一定的限制。为在新疆北疆地区发展蓝靛果忍冬,丰富北疆地区小浆果树种类和优良品种资源,研究了盐分胁迫下4个引进蓝靛果忍冬品种的果实营养成分及色素含量在不同盐胁迫浓度下的生理变化,为盐碱条件下蓝靛果忍冬果实生长发育的调控提供了理论依据,为蓝靛果忍冬在盐碱地的栽培种植提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为从黑河市林业局中俄林业科技合作园区引进的4个蓝靛果忍冬品种3年生苗木,分别为R1:伊利亚达(Yilyada)、R2:瓦修甘斯卡亚(Vacugancksa)、R3:北日勒(Berel)、R4:巴克恰尔斯卡亚(Bakqarskaya)。所选取的苗木均为苗高55~65 cm,地径0.8~1.1 cm。2014年5月初定植在装入4 kg土壤的直径32 cm,高28 cm的花盆里,每盆1株,并进行常规管理。

收稿日期:2018-05-23

基金项目:自治区公益性行业基本科研专项资助项目;新疆科技厅国际合作处国际科技合作资助项目(2017E01027)。

第一作者简介:古丽江·许库尔汗(1966-),女,学士,高级工程师,从事抗寒小浆果类树种资源引种栽培及品种选育研究。E-mail:guljan66@126.com。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2016年在新疆林科院经济林研究所进行,设计3个NaCl浓度处理,分别为0.2%、0.4%和0.6%,以清水处理为对照。参试材料防止被雨淋,下雨前用塑料布覆盖。将备好的风干土按每盆5 kg放入塑料花盆中,盆下安放托盘。每个品种选取长势较好的3年生苗12株,每个处理4株,重复3次。将选取的蓝靛果忍冬品种R1、R2、R3、R4分别移栽到花盆里,定期追施化肥,按土、肥常规管理方法进行管理。从果实膨大期开始至成熟期用备好的3个浓度梯度的盐溶液和清水(对照)每8 d浇灌1次进行胁迫处理,每次500 mL,处理3次。第3次处理后的第8天采集每个品种相同部位的果实,用于果实营养成分含量和色素含量的测定。

1.2.2 测定项目及方法 用手持式折射仪测定果实可溶性固形物、可溶性糖含量的测定参照邹琦的蒽酮法比色法<sup>[5]</sup>、可溶性蛋白质测定参照考马斯亮蓝G-250染色法<sup>[5]</sup>、维生素C含量测定参照李合生植物生理生化实验原理和技术中的维生素C含量测定法<sup>[6]</sup>、总酸度含量测定参照黄晓钰食品化学综合实验中的总酸度含量测定<sup>[7]</sup>、花青素含量参照韩振海,陈昆松《实验园艺学》中的花青素含量测定法<sup>[8]</sup>。

1.2.3 数据分析 试验数据采用Excel 2003 进行整理,差异显著性分析采用SPSS 16.0 软件中的Duncan氏方法完成。

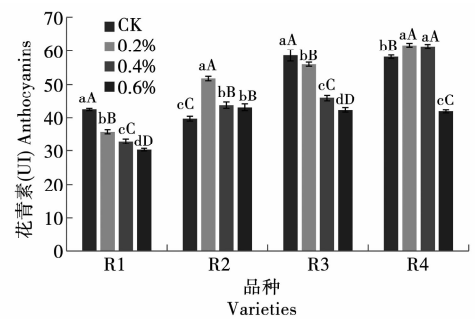
2 结果与分析

2.1 对蓝靛果忍冬果实花青素含量的影响

从图1可以看出,随着盐胁迫的加剧R1和R3的花青素含量呈逐渐下降趋势,R2和R4的花青素含量呈先上升后下降趋势。R1和R3对照的花青素含量为42.4和39.7 UI,R1盐胁迫处理的花青素含量均极显著低于对照,R1和R3的花青素含量在盐浓度0.2%时分别下降到35.8和51.77 UI;0.4%时分别下降到32.93和45.87 UI;0.6%时分别下降到30.3和42.27 UI。R2和R4对照的花青素含量为39.7和58.2 UI,盐浓度0.2%时分别为51.77和61.73 UI,均极显著高于对照;盐浓度0.4%时分别下降到43.67和61.43 UI,极显著高于对照;当盐浓度0.6%时R2花青素含量下降较缓慢,而R4花青素含量下降迅速,并均与对照差异极显著( $P<0.01$ )。

2.2 对蓝靛果忍冬果实可溶性固形物含量的影响

从图2可以看出,随着盐胁迫浓度的增加4个蓝靛果忍冬品种果实可溶性固形物含量呈逐渐下降趋势。0.2%处理中R1、R2、R3和R4四个品种果实可溶性固形物含量分别比对照下降3.3%、8.5%、6.7%和1.6%;当盐浓度达到0.4%时,R1、R2、R3和R4四个品种比对照分别下降16.9%、8.16%、5.4%和6.5%,R1与对照差异极显著( $P<0.01$ ),其它品种与对照差异不显著;盐浓度达到0.6%时R1和R3的可溶性固形物含量比对照下降19.7%和17.4%,并与对照差异极显著( $P<0.01$ ),R2和R4的可溶性固形物含量比对照下降12.7%和10.1%,均与对照差异显著( $P<0.05$ )。



不同大小写字母分别表示差异极显著( $P<0.01$ )和显著( $P<0.05$ )。下同。  
Different capital and lowercase letters indicate significant differences at 0.01 and 0.05 levels. Respectively. The same below.

图1 不同浓度盐胁迫下蓝靛果忍冬4个品种果实花青素含量的变化

Fig.1 Changes of anthocyanin content in 4 varieties of *Lonicera edulis* under different concentrations of salt stress

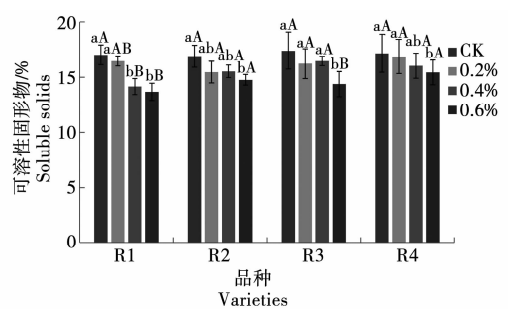


图2 不同浓度盐胁迫下蓝靛果忍冬4个品种果实可溶性固形物含量的变化

Fig.2 The content of soluble solids in 4 varieties of *Lonicera edulis* under different concentrations of salt stress

2.3 对蓝靛果忍冬果实可溶性糖含量的影响

从图3可以看出,盐浓度0.2%时,R1和R3的可溶性糖含量从对照的8.32%和9.53%下降

到盐浓度 0.2% 时的 6.83% 和 7.49%, 并且与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ ); R2 和 R4 的可溶性糖含量从对照的 4.61% 和 8.275% 迅速上升到盐浓度 0.2% 时的 8.40% 和 9.44%, 分别与对照差异达到极显著 ( $P < 0.01$ ) 和显著 ( $P < 0.05$ ) 水平。当盐胁迫浓度达到 0.4% 时, R1 和 R3 的可溶性糖含量比对照下降 1.3% 和 5.9%, 但与对照无显著差异, R2 和 R4 的可溶性糖含量上升到 8.73% 和 10.1%, 并且分别与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ ) 和显著 ( $P < 0.05$ ); 当盐浓度增加到 0.6% 时, R1、R2、R4 的可溶性糖含量比对照上升 14.8%、38.6% 和 8.52%, R3 的可溶性糖含量比对照下降 18.1%, R1 和 R3 与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ ), R2 和 R4 差异显著 ( $P < 0.05$ )。

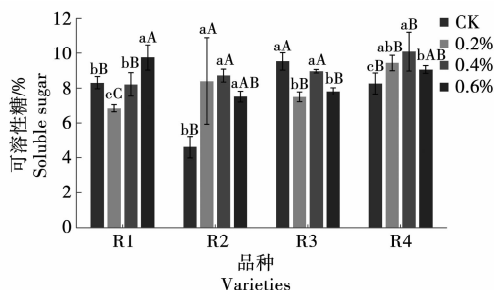


图3 不同浓度盐胁迫下蓝靛果忍冬4个品种果实可溶性糖含量的变化

Fig. 3 Changes of the soluble sugar content in 4 varieties of *Lonicera edulis* under different concentration of salt stress

## 2.4 对蓝靛果忍冬果实维生素C含量的影响

由图4可以看出,随着盐胁迫浓度的增加R1、R2、R3、R4品种的维生素C含量均呈逐渐下降趋势。R1、R2、R3和R4的维生素C含量从对照的20.0、18.8、16.3和12.6  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ 下降到盐胁迫处理0.2%的11.9、13.8、11.1和10.6  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ ,并且R1、R2、R3均与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ ),仅R4与对照差异显著 ( $P < 0.05$ );当盐胁迫浓度达到0.4%时4个品种的维生素C含量继续下降,分别下降到8.9、8.8、9.7和8.1  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ ,均与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ );随着胁迫的加剧,盐浓度达到0.6%时,R1、R2、R3、R4四个品种的维生素C含量下降到6.93、6.99、6.94和6.28  $\text{mg} \cdot 100 \text{g}^{-1}$ ,均与对照差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

## 2.5 对蓝靛果忍冬果实总酸含量的影响

从图5可以看出,随着盐胁迫浓度的增加,蓝靛果忍冬R2、R3和R4三个品种总酸含量从对

照的1.06%、1.08%和1.13%分别上升到的0.2%处理的1.13%、1.16%和1.14%,R1的总酸含量从对照的1.13%下降到1.10%;盐胁迫0.4%时,R1和R3的总酸含量比对照下降9.7%和3.7%,R3与对照差异显著 ( $P < 0.05$ ),R2和R4的总酸含量比对照上升13.10%和1.74%,R2与对照差异显著 ( $P < 0.05$ );当胁迫浓度达到0.6%时R1、R2和R3的总酸含量比对照上升1.74%、6.19%和14.30%,R4的比对照下降5.3%,与对照均无显著差异。

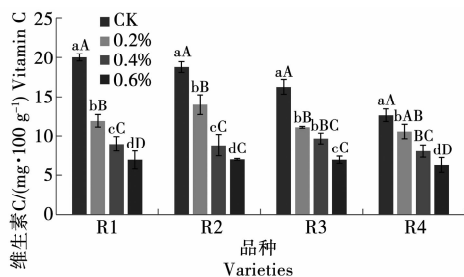


图4 不同浓度盐胁迫下蓝靛果忍冬4个品种果实维生素C含量的变化

Fig. 4 Changes of vitamin C content in 4 varieties of *Lonicera edulis* under different concentrations of salt stress

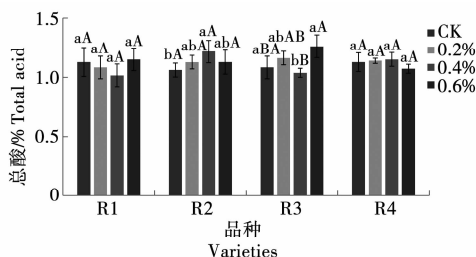


图5 不同浓度盐胁迫下蓝靛果忍冬4个品种果实总酸含量的变化

Fig. 5 Changes of total acid content in 4 varieties of *Lonicera edulis* under different concentrations of salt stress

## 3 结论与讨论

盐胁迫是抑制果树生长、降低果实产量的主要环境因素之一。在盐胁迫下许多植物体内的生理代谢会发生紊乱,表现生长受到明显抑制,抑制程度取决于盐胁迫水平和植物品种的抗盐能力<sup>[9]</sup>。土壤中过量的盐影响到植物的新陈代谢过程,降低植物的光合速率,抑制光合作用,进而影响植物叶片、果实中色素、糖、可溶性固形物和总酸含量的变化。可溶性固形物是与果实品质密切相关的重要成分,是决定新鲜果实风味和品质的重要因素,可溶性固形物含量每增加1%,相当于总产量增加25%<sup>[10-11]</sup>。本研究中0.4%盐胁迫浓

度使果实可溶性固形物含量下降,开始影响果实的品质。在胁迫浓度 0.6% 的处理中蓝靛果忍冬 R1、R2、R4 三个品种可溶性糖含量极显著及显著高于对照,但是后 R2、R3、R4 三个品种的可溶性糖含量明显低于 0.4% 处理的糖含量,这与杨涓等<sup>[12]</sup>果实是一个强大的库器官,光合同化产物源源不断地运输进来,盐胁迫影响了果实碳同化的流入,果实中可溶性糖随着盐浓度的增加而下降,说明较高的盐浓度影响了糖类物质的运输的研究结果一致。而花青素含量在 0.2%、0.4% 处理中 R2 和 R4 两个品种花青素含量明显高于对照,这可能由于盐胁迫提高了渗透压,从而抑制了蓝靛果忍冬根系吸水,使果实的糖、色素含量提高。随着胁迫的加剧蓝靛果忍冬果实总酸含量测定中 4 个品种各别处理的总酸含量出现了缓慢变化,而维生素 C 含量呈现出急剧降低趋势,这与宋晓峰<sup>[13]</sup>盐逆境对盐芥还原型维生素 C 含量变化的研究结果相一致。

植物耐盐性<sup>[14]</sup>是指植物在盐胁迫下维持生长,形成经济产量或完成生活史的能力。研究表明,低盐胁迫可促进植物幼苗生长,并认为这是植物对盐胁迫的适应反应,较高盐胁迫下所有植物生长都会受到限制,其耐盐程度因不同植物及同一植物不同品种而存在很大差异<sup>[15]</sup>。植物在盐渍环境中生长无法阻止盐分进入或排除盐分,只能通过不同生理途径适应或部分适应盐分而使之不受伤害,维持其正常的生理活动。而且盐胁迫会诱发植物体内多种结构和功能的改变,以利于植物适应新环境<sup>[14]</sup>。关于盐胁迫下不同蓝靛果忍冬品种耐盐性差异的机理有待进一步研究。

## 参考文献:

- [1] Zholobova Z P. Honeysuckle and viburnum as valuable food and medicinal plants[J]. Agrotehnika I Selektsiya Sadovykh Kultur, 1983(3):39-46.
- [2] Zholobova Z P. Basis for commercial cultivation of blue honeysuckle[J]. Sadovodstvo I Vinogradarstvo, 1990 (8): 23-25.
- [3] 许双庆. 蓝靛果忍冬的营养成分[J]. 黑龙江园艺, 1986(2):35.
- [4] 张启昌. 蓝靛果忍冬生态适应性及高效繁育体系的研究[D]. 北京:北京林业大学,2009.
- [5] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社, 2004:111-112.
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:248-249.
- [7] 黄晓钰,刘邻渭. 食品化学综合实验[M]. 北京:中国农业大学出版社,2002:165-166.
- [8] 韩振海,陈昆松. 实验园艺学[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [9] 王胜,丁雪梅,时彦平,等. 盐胁迫对沙滩黄芩生长及其生理特性的影响[J]. 山东林业科技,2015(5):33-37.
- [10] 李君明,徐和金,周永键. 有关番茄果实中可溶性固形物番茄红素的研究进展[J]. 园艺学报,2011,28(S1):661-668.
- [11] 徐鹤林,李景富. 中国番茄[M]. 北京:中国农业出版社, 2007:94-105.
- [12] 杨涓,徐兴,魏玉清,等. 盐胁迫对枸杞果实糖代谢及相关酶的影响[J]. 宁夏农学院学报,2004,25(3):28-31.
- [13] 宋晓峰. 盐逆境条件下盐芥还原型 VC 含量变化情况[J]. 现代农业科技,2009(15):78-81.
- [14] 裘丽珍,黄有军,黄坚钦,等. 不同耐盐植物在盐胁迫下的生长生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2006,32(4):420-427.
- [15] 秦玲,齐艳玲,秦子禹,等. 葡萄耐盐生理生化特性研究进展[J]. 河北科技师范学院学报,2011,25(3):75-79.

# Effects of Salt Stress on Nutritional Components and Related Pigment Contents in *Lonicera edulis* Turcz. Fruits

Gulijiang Xukuerhan, SUN Ya-li, Bahaerguli Ayoufu, Haerken Yeerjiang, Ayiguli Tiemuer

(Xinjiang Academy of Forestry Sciences, Urumqi 830000, China)

**Abstract:** In order to develop *Lonicera edulis* Turcz. in northern Xinjiang and enrich varieties and fine varieties of small berry trees in northern Xinjiang, Three-year-old seedlings of four Russian (*Lonicera edulis* Turcz) cultivars were treated with 0.2%, 0.4% and 0.6% salt stress. The nutrient content and anthocyanin content of the fruit were determined, and the changes of the indexes under different salt concentrations were compared. The results showed that the anthocyanin contents of R1 and R3 decreased gradually with the increase of salt stress, and the anthocyanin contents of R2 and R4 were significantly higher than the control at 0.2% and 0.4% salt stress. The content of soluble solids decreased by 19.7% and 17.4% in R1 and R3, respectively, when the salt concentration was 0.6%, which was significantly lower than that of the control, R2 and R4 decreased by