

杨海燕, 吴文龙, 闫连飞. 干旱胁迫对蓝莓叶片生理特征的影响[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(4): 131–133.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.022

干旱胁迫对蓝莓叶片生理特征的影响

杨海燕, 吴文龙, 闫连飞

(江苏省中国科学院植物研究所, 江苏南京 210014)

摘要:为探讨不同蓝莓品种在干旱胁迫下的抗性机制,以园蓝和杰兔 2 个蓝莓品种为材料,研究不同干旱胁迫时间对蓝莓叶片生理生化指标的影响。结果表明,干旱胁迫下,随着时间的延长,蓝莓叶片组织含水量呈现下降的趋势,其中杰兔的下降趋势较平缓;MDA 含量和 O_2^- 产生速率总体上升,可溶性蛋白含量亦总体呈现上升的趋势,其中杰兔叶片的可溶性蛋白含量上升较快;SOD 活性总体呈下降趋势,表明园蓝和杰兔具有一定的耐旱性,其中从组织含水量的变化来看,杰兔的耐旱性略好于园蓝。此外,叶片含水量、 O_2^- 产生速率和 MDA 含量的变化趋势明显,表现最直观,可作为初步筛选抗旱蓝莓品种的依据。

关键词:蓝莓;水分胁迫;生理特征;叶片

中图分类号: S663.901 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)04-0131-03

蓝莓为杜鹃花科(Ericaceae)越橘属(*Vaccinium* L.)植物,其果实为小浆果,营养丰富,深受消费者喜爱^[1]。目前蓝莓引入我国已有 30 余年,很多学者在蓝莓的品种选育和栽培地土壤改良等方面开展了大量研究,不断推动着蓝莓产业在国内的发展^[2-3],然而面对全球日益严重的气候灾害和水资源短缺现状,干旱成为制约蓝莓产量的一个重要因素。准确快速地鉴定品种抗旱性对于蓝莓在我国南方坡地、山地、干旱半干旱地区的高产、稳产以及种植推广有着非常重要的意义。

本试验以园蓝和杰兔品种为试验材料,通过控

水处理模拟干旱胁迫,分析各抗旱指标的变化规律,并对 2 种试验材料进行抗旱性比较,旨在通过探讨这些抗旱指标在干旱胁迫下的变化规律,找出快速比较蓝莓各品种抗旱性的方法,进而为蓝莓耐旱品种的选育提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在江苏省中国科学院植物研究所的温室大棚[平均温度为 $(26 \pm 3)^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(86 \pm 20)\%$,自然光照]内进行,试验材料为一年生园蓝和杰兔的扦插苗,种植在直径为 26 cm、高为 24 cm 的圆盆中,经过 5 个月标准水肥管理后开始试验。试验选取生长一致的盆栽苗进行干旱处理,连续 9 d 不浇水,分别在处理后 0、3、6、9 d 取样,进行生理生化指标的测定,以处理 0 d 为对照。

1.2 方法

1.2.1 组织含水量的测定 选取生长一致的功能叶片 10 张,称量其鲜质量(m_1); 100°C 杀青 10 min, 60°C 烘干至恒质量后称其干质量(m_2),组织含水量

开发与市场,2005,21(5):443–446。

[2] 钱亚明,赵密珍,于红梅,等. 5 个猕猴桃品种在江苏地区的引种表现[J]. 江苏农业科学,2017,45(22):143–145。

[3] 李洁维,莫权辉,蒋桥生,等. 猕猴桃品种红阳在广西桂北的引种试验[J]. 中国果树,2009(4):35–37。

[4] 丁捷,刘书香,宋会会,等. 红阳猕猴桃果实生长发育规律[J]. 食品科学,2010,31(20):473–476。

收稿日期:2018-12-07

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2017];江苏省农业三新工程项目(编号:JATS[2018]317);南京市科技计划(编号:201608059)。

作者简介:杨海燕(1983—),女,江苏常州人,博士研究生,助理研究员,主要从事小浆果营养与栽培生理研究。E-mail:haiyanyang_025@126.com。

通信作者:吴文龙,研究员,主要从事小浆果栽培与育种研究。E-mail:1964wwl@163.com。

趋势,并随着果实的成熟逐渐增加。糖酸比与果实中总糖含量的变化规律基本一致,也是随着果实的发育,整体上逐渐升高,在果实成熟时达到最高值。

参考文献:

[1] 王明忠. 红阳猕猴桃质量体系研究:病虫害及其防治[J]. 资源

(LWC)的计算公式为 $LWC = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\%$ 。

1.2.2 可溶性蛋白含量的测定 可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 法测定^[4]：取 0.5 g 新鲜叶片以 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH 值为 7.8) 为提取介质，匀浆后在 5 300 r/min 下离心 10 min，取 2 mL 匀浆后样品与 2 mL 考马斯亮蓝 G-250 溶液混合，在波长为 595 nm 处测定吸光度，根据公式计算可溶性蛋白浓度。

1.2.3 超氧阴离子自由基产生速率的测定 参照王爱国等的羟胺氧化反应方法^[5]测定超氧阴离子自由基 ($O_2^- \cdot$) 产生速率。取 0.5 g 新鲜叶片，加入 6 mL 0.05 mol/L 磷酸缓冲液 (pH 值为 7.8) 进行研磨后，在 5 300 r/min 下离心 10 min，取上清，即样品粗酶液。取 0.5 mL 样品粗酶液，向其中加入 0.5 mL 0.05 mol/L 磷酸缓冲液 (pH 值为 7.8) 和 1 mL 1 mmol/L 盐酸羟胺，摇匀后于 25 ℃ 下保温 1 h，然后再加入 1 mL 17 mmol/L 对氨基苯磺酸 (以冰乙酸：水 = 3：1 配制) 和 1 mL 7 mmol/L α -萘胺 (以冰乙酸：水 = 3：1 配制)，混匀后于 25 ℃ 下保温 20 min，在波长为 530 nm 处测定其吸光度，根据公式计算 $O_2^- \cdot$ 产生速率。

1.2.4 丙二醛含量的测定 丙二醛 (MDA) 含量采用李合生的方法^[6]测定。取 1.0 g 果实，加入 10 mL 10% 三氯乙酸溶液进行研磨，2 650 r/min 离心 10 min，取上清液 2 mL，加入 2 mL 0.6% 硫代巴比妥酸 (TBA) 溶液，混匀，沸水浴反应 15 min，迅速冷却后，在 2 000 r/min 下离心 10 min，取上清液分别在波长为 532、600、450 nm 处测定吸光度，根据公式计算 MDA 含量。

1.2.5 超氧化物歧化酶活性的测定 采用黄嘌呤氧化酶法^[7]测定超氧化物歧化酶 (SOD) 的活性。取 1.0 g 新鲜叶片，加入 8 mL 浓度为 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH 值为 7.8) 冰浴研磨后，在 4 ℃、6 625 r/min 离心 20 min，取上清液在 560 nm 处测定吸光度。以 1 mL 反应液中 SOD 抑制率达 50% 时所对应的 SOD 量为 1 个活性单位 (U)。

1.3 统计分析

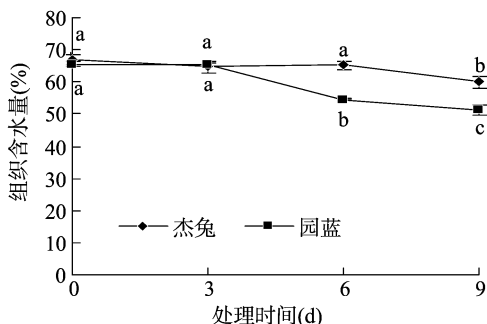
试验数据采用 Excel 2007 软件进行处理，DPS 软件进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫对蓝莓叶片组织含水量的影响

从图 1 可知，干旱胁迫下蓝莓叶片的组织含水

量随着时间的延长呈现下降趋势，但是下降趋势平缓。正常条件下，杰兔和园蓝的叶片含水量约为 67.02% 和 65.55%。在 9 d 的干旱期内，干旱胁迫诱发了水分含量的进一步下降。在干旱胁迫 9 d 后，杰兔和园蓝叶片含水量分别减少为 59.95% 和 51.23%，只比对照减少了 10.55% 和 21.85%。杰兔含水量下降趋势非常缓慢，各处理时间点之间的含水量差异不大。



不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同

图1 干旱胁迫下蓝莓叶片组织含水量

2.2 干旱胁迫对蓝莓叶片 $O_2^- \cdot$ 产生速率的影响

如图 2 所示，干旱胁迫下蓝莓植株叶片中 $O_2^- \cdot$ 产生速率随着时间的延长逐渐上升，杰兔和园蓝叶片的 $O_2^- \cdot$ 产生速率均在胁迫 9 d 后达到最大值，分别为对照的 142.78% 和 140.67%。杰兔各处理时间点的 $O_2^- \cdot$ 产生速率略高于园蓝。

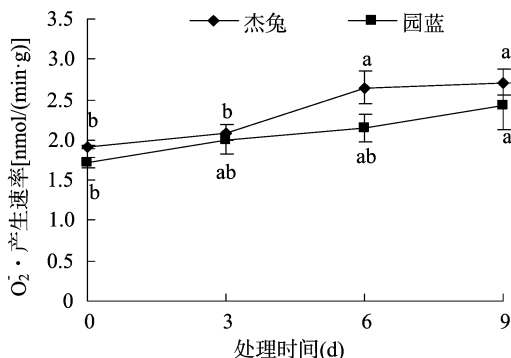


图2 干旱胁迫下蓝莓叶片 $O_2^- \cdot$ 产生速率

2.3 干旱胁迫对蓝莓叶片丙二醛含量的影响

如图 3 所示，在 9 d 的干旱期内，受到胁迫的蓝莓植株叶片中的 MDA 含量随着时间的延长呈现波动上升的趋势，杰兔和园蓝叶片中的 MDA 含量在胁迫 9 d 后达到最大值，分别为对照的 253.17% 和 249.50%，差异显著 ($P < 0.05$)。

2.4 干旱胁迫对蓝莓叶片可溶性蛋白含量的影响

如图 4 所示，在 9 d 的干旱期内，受到胁迫的植株叶片中的可溶性蛋白质含量随着时间的延长总

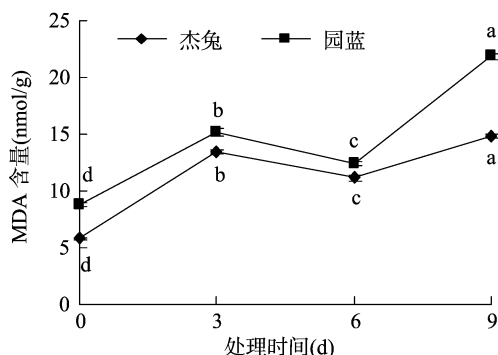


图3 干旱胁迫下蓝莓叶片 MDA 含量

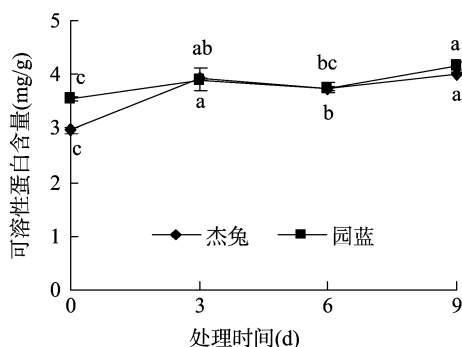


图4 干旱胁迫下蓝莓叶片蛋白含量

体呈现上升趋势,杰兔和园蓝的可溶性蛋白含量在胁迫 9 d 后达到最大值,分别为对照的 1.4 倍和 1.2 倍,差异显著 ($P < 0.05$)。

2.5 干旱胁迫对蓝莓叶片 SOD 活性的影响

从图 5 可以看出,随着胁迫时间的延长,杰兔 SOD 活性总体呈下降趋势,在胁迫 9 d 后达到最小值,为对照的 44.21%;园蓝的 SOD 活性在各处理时间点均低于对照。

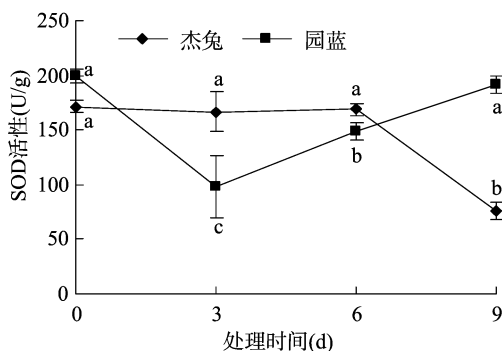


图5 干旱胁迫下蓝莓叶片 SOD 活性

3 结论与讨论

叶片含水量是反映植物受干旱胁迫程度的主

要生理指标之一,含水量降幅越小,其抗旱性就越强^[8]。此外,植物受到逆境伤害时,细胞膜的结构和功能首先受到伤害。而在细胞膜受到伤害的同时,活性氧自由基可以诱发细胞膜脂的不饱和脂肪酸发生连锁的过氧化反应,使脂肪发生降解,产生脂质过氧化物,其中最主要的产物就是丙二醛(MDA)^[9]。MDA 含量的高低是反映细胞膜脂过氧化作用强弱和质膜破坏程度的重要指标。本试验结果表明,水分胁迫下杰兔和园蓝的叶片含水量降幅较小,尤其是杰兔品种,在胁迫 9 d 后其含水量比对照仅减少的 10.55%,说明杰兔较园蓝抗性强。在干旱胁迫下,杰兔和园蓝叶片的 O_2^- 产生速率、MDA 含量均呈上升的趋势,表明蓝莓叶片的细胞膜结构和功能已经受到了一定程度的伤害。但是可溶性蛋白含量和 SOD 活性的增加,说明植株正在通过调节自身的防御系统抵抗外界的伤害。

根据试验结果,2 个蓝莓品种材料在干旱胁迫下,叶片含水量、 O_2^- 产生速率、可溶性蛋白含量和 MDA 含量以及 SOD 活性均有所变化,但叶片含水量、 O_2^- 产生速率和 MDA 含量的变化趋势明显,表现最直观,能更好地反映各材料的抗旱性,可作为初步筛选蓝莓抗旱材料的依据。

参考文献:

- [1] 韩 斯,孟宪军,汪艳群,等. 不同品种蓝莓品质特性及聚类分析[J]. 食品科学,2015,36(6):140-144.
- [2] 商永亮,刘红伟,张淑华,等. 土壤进行增酸对蓝莓引种栽培的影响[J]. 中国林副特产,2010(3):35-36.
- [3] 王大平. 兔眼蓝莓试管苗生根培养的研究[J]. 北方园艺,2010(16):140-142.
- [4] Bradford M A. Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of proteindye binding[J]. Analytical Biochemistry,1976,72(5):248-254.
- [5] 王爱国,罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯,1990(6):55-57.
- [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.
- [7] Beyer W F, Fridovich I. Assaying for superoxide dismutase activity: some large consequences of changes in conditions[J]. Analytical Biochemistry,1987,161(2):559-566.
- [8] 牛芬菊. 不同灌溉条件下土壤水分对小麦叶片含水量的影响[J]. 科学种养,2016(3):185-185.
- [9] 王一航,赵路遥,王国明,等. 舟山新木姜子幼苗对干旱胁迫的生理响应[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2017,43(5):543-551.