

# 水杨酸处理对干旱条件下马铃薯单株质量及叶绿素含量的影响

韩海霞<sup>1,2</sup>, 姚岭柏<sup>1,2</sup>, 李晓田<sup>1</sup>

(1. 集宁师范学院 生物系, 内蒙古 乌兰察布 012000; 2. 生物技术研发与应用研究所, 内蒙古 乌兰察布 012000)

**摘要:**为探究马铃薯抗旱方法, 以后旗红马铃薯为试材, 采用温室盆栽培养方法, 研究了在干旱胁迫情况下不同浓度水杨酸对马铃薯单株鲜重、单株干重及叶绿素含量的影响。结果表明: 在喷施水杨酸后 0、10 d 时, 各个浓度处理下的干旱马铃薯单株鲜重呈逐渐升高的变化趋势, 而在喷施水杨酸后的第 20 天, 0.10~0.20 mmol·L<sup>-1</sup> 水杨酸处理下, 单株鲜重呈下降趋势; 单株干重随着水杨酸浓度的增加呈现波动变化; 喷施 0 d(喷施后 2 h) 时马铃薯叶片中叶绿素含量与对照差异不显著; 喷施 10 d 时差异显著, 不同水杨酸处理叶绿素含量较对照有显著提高; 到了 20 d 时, 差异减小, 处理与对照间差异不显著。说明短期内水杨酸有利于干旱条件下马铃薯中叶绿素的保持, 长期干旱时叶绿素含量回落。综上所述, 水杨酸处理对干旱条件下马铃薯植株生长及叶绿素的保持具有一定的促进作用, 但随着干旱时间的延长这种作用逐渐减小。

**关键词:** 马铃薯; 水杨酸; 单株鲜重; 单株干重; 叶绿素

**中图分类号:** S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2017)11-0026-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.11.0026

马铃薯是中国五大主食之一, 其营养价值高、适应力强、产量大, 是全球第三大重要的粮食作物, 仅次于小麦和玉米<sup>[1-2]</sup>。中国是马铃薯种植面积最大的国家, 但单产较世界平均水平低 19.18%, 提高单产是目前我国马铃薯生产亟待解决的问题。内蒙古是我国马铃薯的主产省区之一, 80% 以上为旱作, 干旱成为限制马铃薯生长和产量提高的重要因素<sup>[2-3]</sup>。因此, 应对马铃薯的干旱危害及抗旱性机制进行全面而系统的研究, 并采取行之有效的措施提高马铃薯的抗旱性在一定程度上实现马铃薯的高产稳产。

除合理施肥外, 解决旱害的途径还有很多, 诸如选用耐旱品种、改善灌溉条件等<sup>[2-3]</sup>。研究发现, 外源水杨酸在一些植物抗旱性的提高方面具有一定作用: 在对小麦的研究中, 外源施加水杨酸可增强小麦幼苗根、叶相关抗氧化酶的活性, 从而缓解小麦在干旱下所遭受的氧化伤害, 增强其抗旱性<sup>[4]</sup>。此外, 水杨酸浸种对高羊茅在干旱胁迫下萌发也有影响。在干旱条件下, 适宜浓度水杨

酸溶液 0.12~1.00 mmol·L<sup>-1</sup> 浸种可以提高高羊茅种子的发芽势、发芽率, 促进种子胚芽和胚根的生长, 提高高羊茅种子萌发期的抗旱性<sup>[5]</sup>。叶绿素是一类植物体内与光合作用有关的重要色素, 其含量变化不仅反映植物遭受到一定程度的胁迫, 也直接影响光合效率和光合产物的累积<sup>[3,6]</sup>。研究表明, 水杨酸对干旱胁迫下植物幼苗生长、叶片叶绿素含量也有影响。例如适当浓度水杨酸处理可以明显促进干旱胁迫下野生龙葵幼苗的生长以及有效提高干旱胁迫下野生龙葵幼苗的叶绿素含量, 增强光合作用<sup>[7]</sup>。

本试验通过对干旱马铃薯喷施外源水杨酸, 研究不同水杨酸处理对干旱条件下马铃薯物质积累和叶绿素含量的影响, 为改善马铃薯抗旱性提供理论基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试材料为马铃薯品种后旗红; 试剂及仪器有水杨酸、分析天平、干燥箱、离心机、722s 可见分光光度计。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 将马铃薯切块、晒种拌种, 播种到营养钵内, 播种深度 10 cm, 正常培养(土壤相对含水量 70%~80%) 幼苗株高达到 10 cm 时, 进行干旱胁迫控水, 使得土壤相对含水量在

收稿日期: 2017-09-09

基金项目: 内蒙古自治区高等学校资助项目(NJZC16319、NJZC16321); 集宁师范学院教学改革与研究资助项目(JGKT2015002、JGKT2015036)

第一作者简介: 韩海霞(1981-), 女, 内蒙古呼和浩特市人, 硕士, 副教授, 从事植物生理学研究。E-mail: hanhx2010@163.com。

40%~50%，保持 7 d，马铃薯幼苗表现出萎蔫等干旱症状，进行水杨酸处理，水杨酸处理浓度设为 4 个浓度：0（对照）、0.05、0.10、0.20 mmol·L<sup>-1</sup>，分别进行叶面喷施，喷洒到叶面开始滴液为止。每个处理 10 盆，3 次重复。从喷施当天开始进行取样测定，首次取样在喷施水杨酸 2 h 后进行，之后每 10 d 取样 1 次。

1.2.2 测定项目及方法 从喷施水杨酸开始计时，喷洒后 0（喷后 2 h）、10、20 d 取各个处理的干旱马铃薯植株称量单株鲜重，称完后进行杀青（温度 105 ℃）15~20 min，然后烘干到恒重（温度 80 ℃），烘干后称量单株干重。取鲜样品，叶片去除主叶脉，用乙醇提取法提取叶片中的叶绿素，测定并用 Arnon 公式计算出叶绿素含量<sup>[8]</sup>。

1.2.3 数据处理 采用 Excel 2010 和 SPSS 18.0 进行数据处理及统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 水杨酸对干旱条件下马铃薯单株鲜重的影响

由图 1 可以看出，在干旱条件下，以不同浓度水杨酸处理马铃薯，处理 0 d（喷施后 2 h）时，0.10~0.20 mmol·L<sup>-1</sup> 处理单株鲜重略有增加，在处理 10 d 时，随着处理浓度的升高，单株鲜重呈逐渐增大趋势，增幅逐渐升高；在处理 20 d 时，随着处理浓度的升高，呈现先上升后稳定的变化趋势，但以上处理与对照间差异未达到显著水平。综上所述，喷施水杨酸对干旱马铃薯单株鲜重的提高具有一定的促进作用，随着处理时间的延长，这种影响作用逐渐减小。

### 2.2 水杨酸对干旱条件下马铃薯单株干重的影响

由图 2 可以看出，在干旱条件下，对马铃薯喷施不同浓度水杨酸，处理 0 d（喷施后 2 h）时，各处理单株干重与对照差异不显著；在处理 10 d 时，各处理马铃薯的单株干重较对照都有所增加，且随着处理浓度的升高，单株干重呈逐渐增加趋势，同时水杨酸浓度为 0.20 mmol·L<sup>-1</sup> 时处理的增幅最大；在处理 20 d 时，随着水杨酸浓度的增加，马铃薯的单株干重较 10 d 时有所减小，但各处理均较对照均有一定程度的增大。但在同一时间各处理间差异未达到显著水平。由此可见，水杨酸处理在一定程度上对干旱条件下马铃薯的单株干重有促进作用，处理与对照间差异不显著。干旱胁迫下，随时间的延长，马铃薯的单株干重呈

先增大后减少趋势，马铃薯单株干重在处理 10 d 时达到最大值。说明，干旱 10 d 时马铃薯还能够进行物质积累，20 d 时物质以消耗为主，水杨酸对这种消耗的抑制作用不显著。

Concentration (mmol·L <sup>-1</sup> )	0 d	10 d	20 d
0(CK)	~18	~24	~20
0.05	~16	~26	~26
0.10	~20	~28	~26
0.20	~22	~32	~25

不同小写字母表示同一时间不同处理间达 0.05 水平差异显著性。下同。

The different lowercase letters mean significant difference at 0.05 level between different treatments at the same time.

The same below.

图 1 不同水杨酸处理对干旱马铃薯单株鲜重的影响

Fig. 1 The effects of salicylic acid on fresh weight per plant of potato under drought stress

Concentration (mmol·L <sup>-1</sup> )	0 d	10 d	20 d
0(CK)	~3.5	~5.5	~5.0
0.05	~3.5	~6.0	~5.5
0.10	~3.0	~6.5	~5.0
0.20	~4.0	~7.5	~6.0

图 2 不同水杨酸处理对干旱马铃薯单株干重的影响

Fig. 2 The effects of salicylic acid on dry weight per plant of patato under drought stress

### 2.3 水杨酸对干旱条件下马铃薯植株含水量的影响

由图 3 可以看出，干旱胁迫下，对照组马铃薯植株含水量呈递减趋势，而喷施了水杨酸的处理组，浓度在 0.05~0.10 mmol·L<sup>-1</sup> 时，马铃薯植株含水量呈先减少后增加趋势，到了 0.20 mmol·L<sup>-1</sup> 时，马铃薯植株含水量呈递减趋势。从干旱时间看，10 d 时各处理与对照差异显著，20 d 各处理植株含水量较对照有不同程度的提高，但这种差异未达到显著水平。说明水杨酸在一定浓度范围

内会对干旱条件下马铃薯含水量的下降具有一定的减缓作用。

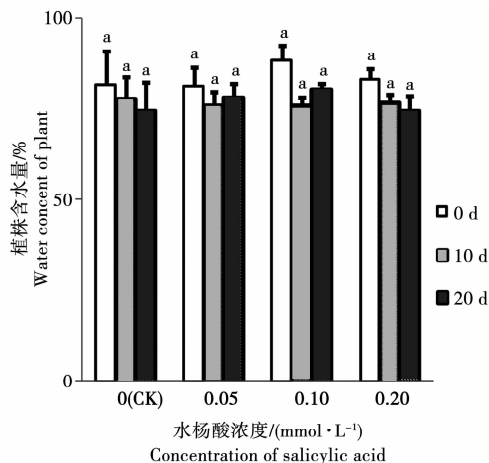


图3 水杨酸对干旱条件下马铃薯植株含水量的影响

Fig. 3 The effects of salicylic acid on water content of potato under drought stress

## 2.4 水杨酸对干旱条件下马铃薯叶绿素含量的影响

由图4可以看出,喷施水杨酸后0 d(喷施后2 h)时,随着处理浓度的升高,马铃薯叶绿素含量呈先减少后增多趋势,其中以0.20 mmol·L<sup>-1</sup>处理的叶绿素含量最高,但与对照差异不显著;喷施水杨酸后10 d时,随着处理浓度的升高,马铃薯叶绿素含量呈先增大后减少的趋势,其中以0.10 mmol·L<sup>-1</sup>处理效果最佳,与对照差异显著;喷施20 d时,随着处理浓度的升高,马铃薯叶绿素含量呈递增趋势,0.20 mmol·L<sup>-1</sup>处理的叶绿素含量最高,但与对照组差异不显著。由此可见,水杨酸只在较短时间内(干旱10 d)对干旱马铃薯的叶绿素含量起促进作用,且喷施浓度为0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时为最佳,随着干旱时间的延长这种促进作用逐

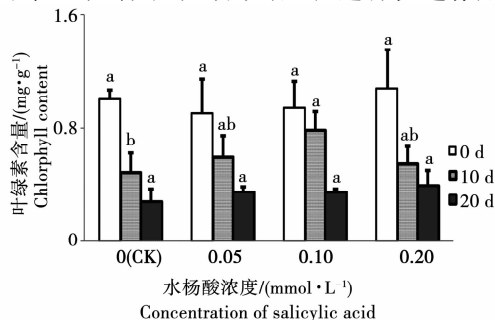


图4 水杨酸对干旱条件下马铃薯叶绿素含量的影响

Fig. 4 The effects of salicylic acid on chlorophyll content of potato under drought stress

渐减小。

## 3 讨论与结论

从该研究中不同水杨酸浓度处理对干旱条件下马铃薯单株鲜重、单株干重以及植株含水量的影响来看,水杨酸处理对其生长指标有一定的影响,单株鲜重、单株干重及植株含水量变化与对照相比均不显著,可能原因是温室通风条件不好,导致二氧化碳浓度稀薄,在一定程度上影响了光合作用,在大田种植中,调节马铃薯的株行距,可以克服,应该进一步采用田间试验的方法进行深入研究;还有可能是高温胁迫导致酶钝化,影响了植物的生理生化反应,故各处理间的差异可能减小。但总体趋势表明水杨酸处理增加了干旱马铃薯单株鲜重与单株干重,有利于干旱条件下马铃薯的生长。同时,从总体趋势上还可以看出随着处理浓度的升高,0~10 d时水杨酸浓度对干旱条件下马铃薯的单株鲜重、单株干重表现为提高作用,到了20 d时,马铃薯的单株鲜重、单株干重呈下降趋势。造成这一现象的原因可能是水杨酸只在一定时间内起作用,喷施时间太长会使其失去效用。

对干旱条件下马铃薯进行水杨酸处理后,马铃薯叶片中叶绿素含量与对照组相比有所增加,喷施0 d(喷施后2 h)时差异不显著,喷施10 d时差异显著,到了20 d时,差异不显著。可能原因是水杨酸只在一定时间内起作用,过了效用时间后,它的作用又不太明显了。但总体趋势表明短时间内水杨酸有利于叶绿素的合成。

常云霞等在研究外源水杨酸对野生龙葵幼苗干旱胁迫的缓解效应中表明,适宜浓度的水杨酸能够有效提高干旱胁迫下野生龙葵幼苗的叶绿素含量,增强光合作用<sup>[7]</sup>。与本试验结果相近。本试验还可以进一步开展关于其它生理指标的测定研究,将会更进一步明确水杨酸与干旱马铃薯的作用机理。

对干旱马铃薯喷施外源水杨酸,与对照相比,除10 d时含水量指标外,不同水杨酸处理下干旱马铃薯单株鲜重、单株干重及植株含水量均有所增加,表明水杨酸在一定程度上有利于干旱条件下马铃薯的生长,但这种作用不明显;与对照相比,不同水杨酸处理下干旱马铃薯的叶绿素含量也有所增长,处理浓度为0.10 mmol·L<sup>-1</sup>的处理,在第10天有显著提高,到第20天回落,说明了水杨酸只在一定时间内起作用,干旱时间延长后,它

的作用有减小的趋势。但总体趋势表明水杨酸在一定程度上有利于马铃薯叶绿素的合成和物质积累,对马铃薯的抗旱性具有一定的提高作用。

#### 参考文献:

- [1] 范敏,金黎平,刘庆昌,等.马铃薯抗旱机理及其相关研究进展[J].中国马铃薯,2006,20(2):101-107.
- [2] 张磊.植物生长营养液对马铃薯抗旱增产生理调节机制[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2013:1-20.
- [3] 焦志丽.马铃薯干旱危害及提高抗旱性的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2012:1-20.
- [4] 单长卷,赵新亮,汤菊香.水杨酸对干旱胁迫下小麦幼苗抗

- 氧化特性的影响[J].麦类作物学报,2014,34(2):91-95.
- [5] 赵春旭,刘芳芳,赵韦,等.水杨酸浸种对高羊茅在干旱胁迫下萌发的影响[J].草业科学,2011,28(11):1945-1949.
- [6] 回振龙,王蒂,李宗国,等.外源水杨酸对连作马铃薯生长发育及抗性生理的影响[J].甘肃农业大学学报,2014,32(4):32-40.
- [7] 常云霞,徐克东,杨同文,等.外源水杨酸对野生龙葵幼苗干旱胁迫的缓解效应[J].干旱地区农业研究,2014,32(4):44-46.
- [8] 张志良,瞿伟菁,李小芳.植物生理学实验指导[M].4版.北京:高等教育出版社,2009.

## Effects of Exogenous Salicylic Acid on Weight and Chlorophyll Content of Potato Under Drought Stress

HAN Hai-xia<sup>1,2</sup>, YAO Ling-bai<sup>1,2</sup>, LI Xiao-tian<sup>1</sup>

(1. Department of Biology, Jining Normal University, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000;

2. Institute of Biotechnology Research and Application, Wulanchabu, Inner Mongolia 012000)

**Abstract:** In order to explore the methods of potato drought resistance, take “Houqihong” potato variety as the test material by potting, the fresh weight per plant, dry weight per plant and chlorophyll content of potato under drought stress with different concentrations of salicylic acid were studied. The results showed that after spraying salicylic acid at 0 d and 10 d, fresh weight per plant of potato under different concentrations was gradually increased. After spraying salicylic acid at 20 d, fresh weight per plant was downtrend; and dry weight per plant was presented in the fluctuation changes with the increase of salicylic acid concentrations under 0. 10~0. 20 mmol·L<sup>-1</sup>. After spraying at 0 d (2 h after spraying), had no significant difference in chlorophyll content of potato between treatment and the control. However, there was the significant difference after spraying at 10 d. Relative to the control, the treatments with different salicylic acid was obviously improved. At 20 d, the difference was reduced, had no statistical difference between the treatment and control group. So, short period with salicylic acid was beneficial to remain chlorophyll content in potato under drought stress, while it will decrease the chlorophyll content in long period. In summary, salicylic acid could promote potato plant growth and remain of chlorophyll content, but the effect reduced with the extension of drought time.

**Keywords:** potato; salicylic acid; fresh weight per plant; dry weight per plant; chlorophyll

### 欢迎订阅 2018 年《中国种业》

《中国种业》是由农业部主管,中国农业科学院作物科学研究所和中国种子协会共同主办的全国性、专业性、技术性种业科技期刊。

刊物目标定位:以行业导刊的面目出现,并做到权威性、真实性和及时性。覆盖行业范围:大田作物、蔬菜、花卉、林木、果树、草坪、牧草、特种种植、种子机械等,信息量大,技术实用。

全国优秀农业期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

读者对象:各级种子管理、经营企业的领导和技术人员,各级农业科研、推广部门人员,大中专农业院校师生,农村专业户和广大农业生产经营者。

月刊,大 16 开,每期 20 元,全年 240 元。国内统一刊号:CN 11-4413/S,国际标准刊号:ISSN 1671-895X,全国各地邮局均可订阅,亦可直接汇款至编辑部订阅,挂号需每期另加 3 元。

邮发代号:82-132

地址:(100081)北京市中关村南大街 12 号 中国种业编辑部

电话:010-82105796(编辑部) 010-82105795(广告发行部)

传真:010-82105796 网址:www.chinaseedqks.cn

E-mail: chinaseedqks@163.com

《中国种业》读者群 QQ:289113905

中国种业编辑部 QQ 群:115872093 微信公众号:中国种业编辑部

