

马铃薯对旱胁迫的反应*

宋志荣^{1, 2}

(1. 湖南农业大学, 长沙 410128; 2. 湖南省农业技术推广总站, 长沙 410005)

摘要: 为探讨干旱胁迫对马铃薯生理机制的影响, 以抗旱性不同的马铃薯品种台湾红皮、会-2和早大白为试材, 研究干旱胁迫下马铃薯相关生理指标的变化。结果表明: 随着胁迫时间的延长, 质膜相对透性、丙二醛(MDA)含量、脯氨酸(Pro)含量增加, 而抗坏血酸(AsA)含量降低, 超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性先升高后降低。抗旱性强的品种质膜相对透性、MDA含量增加的幅度较小, Pro含量增加幅度较大, AsA含量降低的幅度较小, SOD和POD的活性也较高, 而抗旱性弱的品种则相反, 这些指标及其变化可以作为鉴定马铃薯抗旱能力的依据。

关键词: 马铃薯; 旱胁迫; 生理指标

中图分类号: S532, S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-3635 (2004) 06-0330-03

干旱胁迫影响植物体内活性氧的代谢, 导致细胞内生物自由基产生和清除的平衡被破坏而出现自由基的累积, 并由此诱发或加剧细胞膜脂的氧化, 对植物造成损害^[1]。马铃薯是茄科管花目植物, 既怕旱又怕涝, 性喜湿润冷凉的土壤环境, 干旱胁迫对马铃薯的生理机制的影响研究已有报道, 但对干旱胁迫下, 马铃薯脂质过氧化作用与抗氧化系统的变化研究少有报道。本文对马铃薯在干旱胁迫下叶片内脂质过氧化作用产物MDA的积累与AsA含量、SOD和POD活性的关系做了研究, 为马铃薯抗旱栽培种和抗旱品种的选育提供技术参数和理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料为台湾红皮(抗旱性强)、早大白(从甘肃焉支种业有限责任公司引进, 抗旱性较强)和会-2(从云南省农业科学院引进, 抗旱性弱)。

收稿日期: 2004-08-11

* 湖南省农业丰收计划重点科技攻关项目(2003-05)

作者简介: 宋志荣(1974-), 男, 湖南省农业技术推广总站农艺师, 湖南农业大学农学院在读博士, 从事遗传育种研究。

1.2 试验设计

2003年12月28日播种于栽培钵(口径×高度为25 cm×18 cm)中, 培养土为经过充分腐熟的猪粪渣与生黄土按1:1(体积比)的比例配制而成, 每钵培养土的烘干土重3.00 kg, 栽培钵放置于大棚内, 土温约为12~20℃。

在幼苗有3~4片叶时, 进行人工干旱胁迫处理, 各处理重复6次, 对照用称重法控制土壤含水量为70%左右, 其他试材进行断水处理, 分别断水5、10、15 d时, 测定各项生理指标, 重复3次。

1.3 生理指标的测定方法

马铃薯茎尖作为测定材料。质膜相对透性、AsA含量和脯氨酸含量的测定采用文献[2]的方法, MDA含量、SOD和POD活性的测定采用文献[3]的方法。

2 结果与分析

2.1 旱胁迫对马铃薯MDA含量的影响

从表1可以看出, 干旱胁迫下马铃薯幼苗质膜相对透性和MDA含量显著增加, 在轻度干旱胁迫下(胁迫3 d, 下同), 质膜相对透性和MDA含量增加的幅度较小, 而在中等以上干旱胁迫(胁迫6 d, 下同), 质膜相对透性和MDA含量增加的幅度

较大。MDA 含量的变化存在较大的品种差异，干旱胁迫下，台湾红皮质膜相对透性显著低于会-2 和早大白，而在中等、严重干旱胁迫下，台湾红皮

MDA 含量显著低于会-2 和早大白。通过相关性分析，发现质膜相对透性和 MDA 含量的变化成正相关。

表 1 旱胁迫对马铃薯幼苗质膜相对透性和MDA含量的影响

| 品 种 | 质膜相对透性 (%) | | | | MDA $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}\text{DW}$ | | | |
|------|------------|---------|---------|---------|--|----------|---------|---------|
| | 对照 | 3 | 6 | 9 | 对照 | 3 | 6 | 9 |
| 台湾红皮 | 14.23 b | 21.87 c | 31.64 c | 46.00 c | 16.02 bc | 17.73 c | 20.06 c | 21.55 c |
| 会-2 | 13.84 bc | 24.40 b | 36.28 b | 54.56 b | 16.74 b | 19.39 ab | 21.80 b | 24.66 b |
| 早大白 | 15.51 a | 29.66 a | 45.75 a | 67.80 a | 17.28 a | 20.11 a | 23.26 a | 27.50 a |

注：不同英文小写字母表示差异达到5%的显著水平（下同）。

表 2 旱胁迫对马铃薯幼苗AsA和Pro含量的影响

| 品 种 | AsA $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{DW}$ | | | | Pro $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{DW}$ | | | |
|------|--|---------|--------|--------|--|--------|--------|--------|
| | 对照 | 3 | 6 | 9 | 对照 | 3 | 6 | 9 |
| 台湾红皮 | 1.11 ab | 1.02 a | 0.70 a | 0.55 a | 0.52 a | 1.12 a | 2.08 a | 4.82 a |
| 会-2 | 1.15 a | 0.98 ab | 0.65 b | 0.39 b | 0.48 b | 0.96 b | 1.66 b | 4.17 b |
| 早大白 | 1.03 c | 0.88 c | 0.54 c | 0.24 c | 0.44 c | 0.80 c | 1.24 c | 3.14 c |

2.2 旱胁迫对马铃薯 AsA 和 Pro 含量的影响

从表 2 可以看出，随着胁迫程度的加深，马铃薯 AsA 含量逐步降低，而 Pro 含量却显著升高；在中度胁迫时，AsA 含量下降的幅度趋势增大，而 Pro 含量在严重胁迫（胁迫 9 d，下同）时，增加的幅度最大。但不同的品种差异明显，台湾红皮保持较高的 AsA 含量和较低的变化幅度，在中度、严重干旱胁迫下，台湾红皮 AsA 含量显著高于其它两个品种，早大白则相反；而台湾红皮 Pro 含量及其增加的幅度一直显著高于其它品种。

2.3 旱胁迫对马铃薯 SOD 和 POD 活性的影响

从表 3 可以看出，SOD、POD 活性先增加后降低，在轻度和重度胁迫下，SOD、POD 活性保持增加，而在严重胁迫下，SOD、POD 活性开始下降，但三个品种 SOD、POD 活性在胁迫水平下都一直高于对照水平。干旱胁迫下，台湾红皮 SOD、POD 活性显著高于会-2；会-2 SOD、POD 活性显著高于早大白（但会-2 SOD 活性低于早大白的对照水平）。

表 3 旱胁迫对马铃薯幼苗 SOD 和 POD 活性的影响

| 品 种 | SOD $10^2\cdot\text{units}\cdot\text{g}^{-1}\text{DW}$ | | | | POD $10^2\cdot\text{OD}_{470}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}\text{DW}$ | | | |
|------|--|---------|---------|---------|---|--------|--------|--------|
| | 对照 | 3 | 6 | 9 | 对照 | 3 | 6 | 9 |
| 台湾红皮 | 8.56 a | 14.35 a | 25.80 a | 19.64 a | 1.41 a | 2.05 a | 3.56 a | 3.38 a |
| 会-2 | 6.21 bc | 12.56 c | 21.45 c | 15.23 b | 1.34 b | 1.87 b | 3.12 b | 2.84 b |
| 早大白 | 6.70 b | 11.74 b | 18.22 b | 13.06 | 1.25 c | 1.45 c | 2.56 c | 2.35 c |

3 讨 论

干旱胁迫下,植物体内的水分代谢和生理代谢失调,自由基产生与清除的平衡被破坏,自由基的产生占据主导地位,容易诱发生物膜内的不饱和脂肪酸发生脂质过氧化作用,生产终产物MDA等小分子物质,引起生物膜差别透性的丧失^[4]。陈少裕等^[5]的研究指出:干旱胁迫下甘蔗叶片膜脂内的饱和脂肪酸 C_{16:0} 和 C_{18:0} 相对增加,膜脂内的不饱和脂肪酸 C_{16:1} 和 C_{18:3} 相对含量下降, C_{16:1} 和 C_{18:3} 相对含量以及膜脂不饱和指数与MDA含量呈显著负相关。植物体内的 SOD 是清除 O₂⁻ 等生物自由基的重要酶类,POD 具有分解 H₂O₂ 等作用,而 AsA 等对 OH·、¹O₂ 和 H₂O₂ 也起着十分重要的作用^[6]。干旱胁迫下脯氨酸大量积累被认为是一种保护反应,有助于细胞持水、防止脱水作用,能够调节渗透压、稳定生物大分子结构,降低细胞酸性、提供合成蛋白质的碳源和氮源、解除氨毒、提供代谢能源^[7]。

本研究发现,随着旱胁迫程度的加深,MDA 含量、质膜相对透性和脯氨酸含量增加,AsA 含量降低,SOD、POD 活性在轻度、中度胁迫时,活性增加,而在严重胁迫时,它们的活性又降低,并且发现质膜相对透性、MDA 含量与 AsA 含量呈显著负相关。从试验结果可以知道,这些生理指标

的变化存在较大的品种差异,抗旱性强的品种质膜相对透性、丙二醛含量增加的幅度较小,Pro 含量增加幅度较大,AsA 含量降低的幅度较小,并且维持较高的SOD、POD 活性;抗旱性弱的品种则相反。质膜相对透性、MDA 含量、AsA 含量、脯氨酸含量和SOD、POD活性及其变化可以作为抗旱性鉴定的指标。

参 考 文 献

- [1] 蒋明义,荆家海,王韶.水分胁迫与植物膜脂过氧化[J].西北农业大学学报,1991,19(2):88-93.
- [2] 西北农业大学植物生理生化教研室.植物生理实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1987.
- [3] 白宝璋,勤占忠,李德春.植物生理生化测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1995.
- [4] 蒋明义,荆家海,王韶唐.水分胁迫与植物膜脂过氧化[J].西北农业大学学报,1991,19(2):88-93.
- [5] 陈少裕,刘杰.干旱胁迫对甘蔗叶片线粒体膜流动性影响及其膜脂过氧化的关系[J].植物生理学报,1991,17(1):285-289.
- [6] Elster E F. Oxygen activation and oxygen toxicity[J]. Ann Plant Physiol, 1982, 33: 73-96.
- [7] 汤章城.逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义[J].植物生理学通讯,1984,(1):15-21.

RESPONSE OF POTATOES TO DROUGHT STRESS

SONG Zhi-rong

(1. College of Agronomy, HNAU, Changsha 410128, China;
2. Hunan Agricultural Technology and Extension Station, Changsha 410005, China)

ABSTRACT: To find out effects of drought stress on physiological mechanism of potatoes, different drought-resistant varieties were utilized as the materials to study changes of some physiological indexes under artificial drought condition. The relative permeability of plasmalemma, malonaldehyde (MDA) content and proline (Pro) content always increased, and ascorbic acid (AsA) content kept descending, while superoxide (SOD) and peroxidase (POD) activities tended to descend a little after rising. In the high drought-resistant varieties, the relative permeability of plasmalemma, MDA content increased little, Pro content enhanced much, AsA content dropped little, SOD and POD activities sustained at the high level, while low drought-resistant variety was opposite. The physiological indexes and their changes can be used as basis to identify the drought resistance of potatoes.

KEY WORDS: potato; drought stress; physiological indexes