

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2017)02-0071-06

马铃薯不同品种抗旱评价及生化指标

姜 波*, 张晓莉, 任 珂, 王贵平, 宋景荣, 于晓刚, 刘秩汝, 安光日, 王 华

(呼伦贝尔市农业科学研究所, 内蒙古 扎兰屯 162650)

摘 要: 试验选择内蒙古推广种植的10个马铃薯品种, 采用防雨棚盆栽设计进行水分胁迫处理, 测定产量和植株叶片脯氨酸、丙二醛含量、根系的 α -萘胺氧化力3项生化指标, 分析不同品种处理的变化程度, 并结合产量测定的抗旱系数, 分析品种的抗旱能力。结果表明, ‘蒙薯13’、‘蒙薯12’和‘蒙薯19’抗旱性最强, ‘费乌瑞它’、‘蒙薯21’、‘蒙薯10’和‘大西洋’抗旱性中等, ‘蒙薯14’、‘蒙薯20’和‘内薯7号’抗旱性最弱。水分胁迫处理与对照相比, 叶片脯氨酸和丙二醛含量表现升高趋势, 根系的 α -萘胺氧化力表现降低趋势, 且这3项指标与抗旱系数的相关性均达到了显著水平, 在马铃薯品种的抗旱性评价中起到了重要的作用, 均可作为马铃薯抗旱性评价的指标。

关键词: 抗旱性; 抗旱系数; 脯氨酸; 丙二醛; α -萘胺氧化力

Drought Tolerance and Biochemical Indexes of Different Potato Varieties

JIANG Bo*, ZHANG Xiaoli, REN Ke, WANG Guiping, SONG Jingrong,

YU Xiaogang, LIU Zhiru, AN Guangri, WANG Hua

(Hulunbuir Institute of Agricultural Sciences, Zhalantun, Inner Mongolia 162650, China)

Abstract: Potatoes, which were grown in pot in a rain-proof shed, of ten extensively cultivated varieties in Inner Mongolia were water stressed and evaluated for their yields and proline and malondialdehyde contents, and α -naphthylamine oxidation activity. Changes in traits of potato were measured and drought tolerance coefficient for yield was calculated, and drought tolerance of potatoes tested was analyzed. 'Mengshu 13', 'Mengshu 12', and 'Mengshu 19' were identified as high drought tolerance, 'Favorita', 'Mengshu 21', 'Mengshu 10' and 'Atlantic' as middle drought tolerance, and 'Mengshu 14', 'Mengshu 20', and 'Neishu 7' as low drought tolerance. Under water stress, malondialdehyde and proline contents in leaves of potato were increased, and α -naphthylamine in roots was decreased. The three physiological indexes were significantly correlated to drought tolerance index. Therefore, they are important in evaluation of potato drought tolerance, and could be used as indexes to evaluate the drought tolerance of potato.

Key Words: drought tolerance; drought coefficient; proline; malondialdehyde; α -naphthylamine oxidation

水资源不足已成为目前农业生产上的世界性问题, 马铃薯作为喜水农作物, 其产量和品质更是受到一定影响^[1]。内蒙古70%左右的马铃薯种植区都分布在干旱半干旱区域, 其严重缺乏水分影响着马

铃薯的产量和品质^[2], 继而影响了整个产业链条的发展, 所以抗旱品种的选育及评价变得尤为重要。为此, 本试验选择了10个当地推广品种, 研究其抗旱能力, 并通过测定水分胁迫后生理生化指标的

收稿日期: 2016-12-27

基金项目: 国家马铃薯产业技术体系专项资金(CARS-10-ES04)。

作者简介: 姜波(1966-), 男, 副研究员, 主要从事马铃薯育种和高产栽培技术与推广。

*通信作者(Corresponding author): 姜波, E-mail: zltjiangbo@163.com。

变化, 揭示抗旱机理, 为当地马铃薯抗旱品种选育及种植选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料来自呼伦贝尔市农业科学研究所, 均为马铃薯脱毒小薯, 分别为‘蒙薯10’、‘蒙薯12’、‘蒙薯13’、‘蒙薯14’、‘蒙薯19’、‘蒙薯20’、‘蒙薯21’、‘大西洋’、‘费乌瑞它’和‘内薯7号’, 均为当地推广中晚熟品种。

1.2 试验设计与方法

试验在呼伦贝尔市农业科学研究所网棚内进行, 为便于水分胁迫处理, 试验采用防雨棚盆栽设计, 正常浇水对照和水分胁迫处理, 2016年5月15日播种, 9月12日收获。每个品种10盆, 合计200盆, 随机排列, 供试土壤为院内试验地耕层土, 一次性施肥, 盆深×直径为35 cm×35 cm, 每盆施尿素18 g(N 46%)、磷酸二铵50 g(P 46%)、硫酸钾9.2 g(K 50%), 植株前期正常栽培管理, 现蕾期(7月8日)开始进行人工控制土壤水分, 持续到成熟收获, 对照保持在田间持水量的70%~80%, 水分胁迫处理保持田间持水量的35%~45% (烘干称重法测定), 每隔1 d上午取土样, 傍晚浇水, 控水1周后开始取样, 分别于7月15和17

日取植株叶片2次测定脯氨酸及丙二醛含量, 7月19日取植株根系测定 α -萘胺氧化力。

1.3 测定及分析方法

脯氨酸含量按白宝璋和汤学军^[3]的方法测定; 丙二醛含量按李合生等^[4]的方法测定; 根系 α -萘胺氧化力参考武新娟^[5]的方法测定。另外抗旱系数的计算公式为^[5]: 抗旱系数 = 干旱胁迫处理产量/非胁迫处理产量。抗旱系数的分级标准为抗旱系数 > 0.3 为抗旱; 抗旱系数在0.1~0.3 为中抗; 抗旱系数 < 0.1 为低抗。抗旱指数 = 旱地产量 × 抗旱系数/各品种旱地产量平均值。

试验数据处理及作图均使用Excel 2003 进行。

2 结果与分析

2.1 水分胁迫下不同马铃薯品种块茎产量

马铃薯结薯期是整个生育期需水量最大的时期, 块茎膨大从马铃薯现蕾期开始, 开花期块茎膨大速度最快, 这个时期对水分也最敏感, 需水量为整个生育期的一半, 在此时进行水分胁迫, 将直接降低马铃薯的产量, 所以不同品种产量与对照相比, 降低幅度越小, 其品种抗旱性也就越强。表1 为不同品种的块茎产量结果分析, 对各品种的水分胁迫处理和对照产量数据进行分析, 评价结果为品种‘蒙薯13’、‘蒙薯12’和‘蒙薯19’抗旱

表1 不同品种的块茎产量结果及抗旱评价

Table 1 Tuber yield and drought tolerance of different varieties

品种 Variety	单株块茎重(g) Tuber yield per plant		抗旱指数 Drought tolerance index	抗旱系数 Drought tolerance coefficient	抗旱能力 Drought tolerance ability
	正常浇水 Normal watering	水分胁迫 Water stress			
蒙薯13 Mengshu 13	1 412	764	1.947	0.541	强
蒙薯12 Mengshu 12	995	382	0.690	0.384	强
蒙薯19 Mengshu 19	1 140	344	0.489	0.302	强
费乌瑞它 Favorita	491	124	0.147	0.253	中
蒙薯21 Mengshu 21	537	128	0.144	0.238	中
蒙薯10 Mengshu 10	517	76	0.053	0.147	中
大西洋 Atlantic	837	110	0.068	0.131	中
蒙薯14 Mengshu 14	455	44	0.020	0.097	弱
蒙薯20 Mengshu 20	711	66	0.029	0.093	弱
内薯7号 Neishu 7	992	86	0.035	0.087	弱

性强, ‘费乌瑞它’、‘蒙薯21’、‘蒙薯10’和‘大西洋’抗旱性中等, ‘蒙薯14’、‘蒙薯20’和‘内薯7号’抗旱性则弱。

2.2 水分胁迫下不同马铃薯品种脯氨酸含量变化

植物叶片的脯氨酸含量在受到水分胁迫时十分敏感, 积累量越大其抗旱能力越强。参试马铃薯品种胁迫处理和未处理对照的脯氨酸含量变化见图1, 可以看出水分胁迫处理后所有品种的脯

氨酸含量均有所增加, 且增加幅度很大, 均达到2倍以上, ‘蒙薯13’含量最高, 为234 $\mu\text{g/g}$, 但增加幅度最大的是‘蒙薯12’, 由32 $\mu\text{g/g}$ 增加至197 $\mu\text{g/g}$, 增加了5倍多。含量较低的‘蒙薯10’和‘蒙薯14’, 也分别达到了102和103 $\mu\text{g/g}$ 。综合分析正常浇水各品种的脯氨酸含量在32~54 $\mu\text{g/g}$, 水分胁迫后的含量在102~234 $\mu\text{g/g}$, 充分说明了脯氨酸含量对水分胁迫的敏感度。

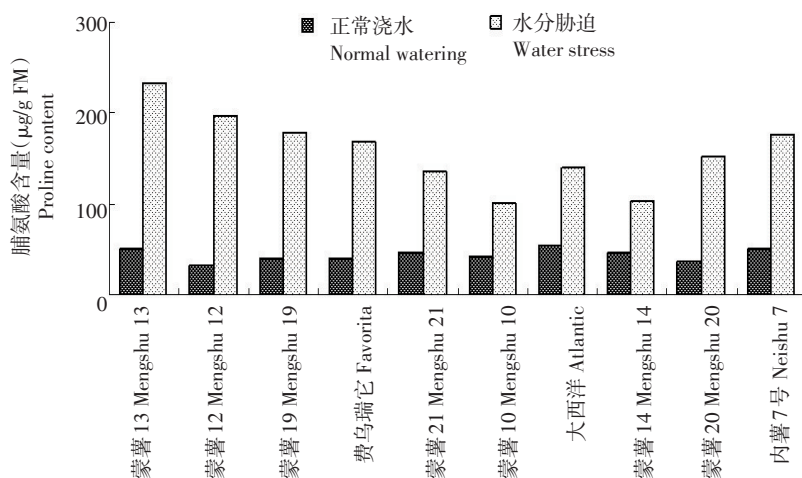


图1 不同马铃薯品种脯氨酸含量

Figure 1 Proline contents of different potato varieties

图2为水分胁迫后马铃薯脯氨酸含量与抗旱系数的相关性分析散点图, $R^2 = 0.613 > R^2_{0.01} = 0.585$, 说明叶片脯氨酸含量与抗旱系数呈极显著正相关。所以认为脯氨酸含量的变化可以作为马铃薯抗旱性评价的指标之一。

2.3 水分胁迫下不同马铃薯品种丙二醛含量变化

丙二醛是植物抗逆性的表现指标之一, 是膜质的过氧化行为产物, 其含量的多少代表着抗逆性的强弱。各品种马铃薯经过干旱处理后和未处理对照叶片的丙二醛含量变化见图3。胁迫处理后所有品种叶片

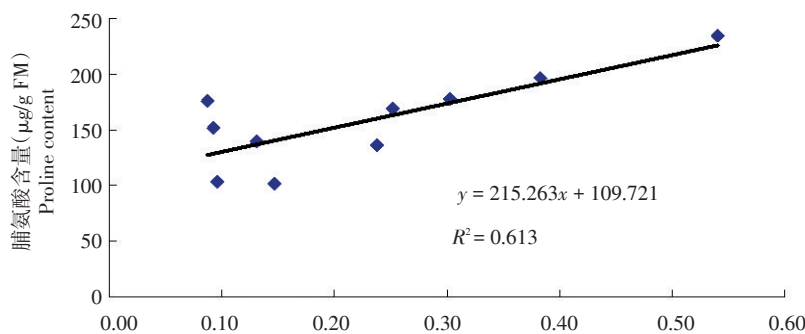


图2 脯氨酸含量与抗旱系数的相关性

Figure 2 Correlation between proline contents and drought tolerance index

的丙二醛含量均有所升高, ‘内薯7号’的升高程度达到了2.2倍。而处理后丙二醛含量最高的品种是‘蒙薯20’, 升高程度也达到了对照的1.5倍, 说明这2个品种的抗旱能力均表现较差, ‘蒙薯13’变化幅度最小, 基本稳定, 说明受水分胁迫影响较小。同样综合观察正常浇水各品种的丙二醛含量在5.08~9.30 $\mu\text{g/g}$, 水分

胁迫后的含量在7.81~13.99 $\mu\text{g/g}$, 整体升高趋势明显。

图4为水分胁迫后马铃薯丙二醛含量与抗旱系数的相关性分析散点图, $R^2 = 0.403 > R^2_{0.05} = 0.399$, 说明叶片丙二醛含量与抗旱系数呈现显著负相关关系。所以认为丙二醛含量也可以作为评价马铃薯抗旱性的有效指标之一。

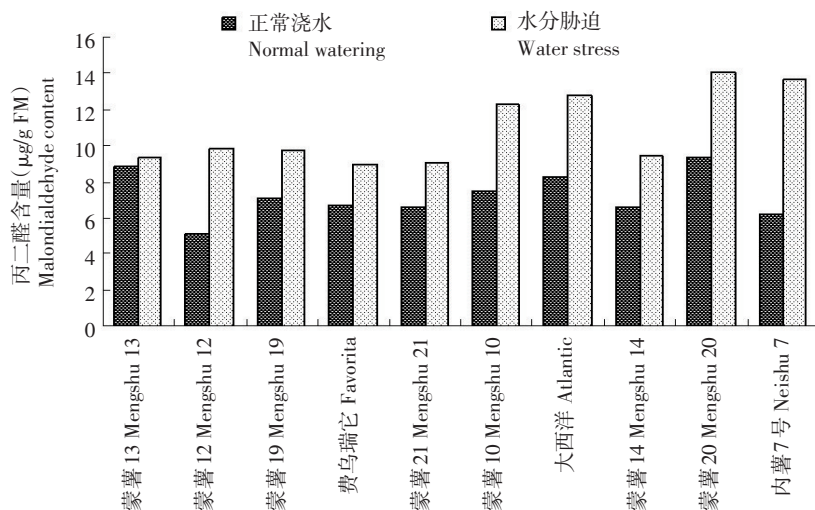


图3 不同马铃薯品种丙二醛含量

Figure 3 Malondialdehyde content of different potato varieties

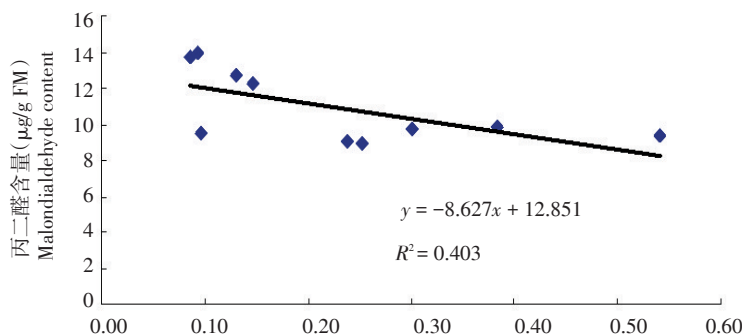


图4 丙二醛含量与抗旱系数的相关性

Figure 4 Correlation between malondialdehyde content and drought tolerance index

2.4 水分胁迫下不同马铃薯品种α-萘胺氧化力变化

植物根的α-萘胺氧化力过程认为是在过氧化物酶的催化下进行的, 所以测定α-萘胺氧化力的强弱代表了过氧化物酶的活性, 而过氧化物酶的活性越强则植株的抗旱能力越强。图5为不同品种马铃薯水分胁迫处理和对照α-萘胺氧化力的变化,

可以看出水分胁迫处理后所有品种根系的α-萘胺氧化力均有一定程度的降低, ‘蒙薯12’的变化幅度最小, 正常浇水为15.83 $\mu\text{g/g}$, 胁迫处理后为15.22 $\mu\text{g/g}$, 其次是‘蒙薯13’处理前为15.01 $\mu\text{g/g}$, 处理后为14.07 $\mu\text{g/g}$, 变化幅度较大的品种是‘蒙薯14’和‘大西洋’, 处理后分别降低了45%和

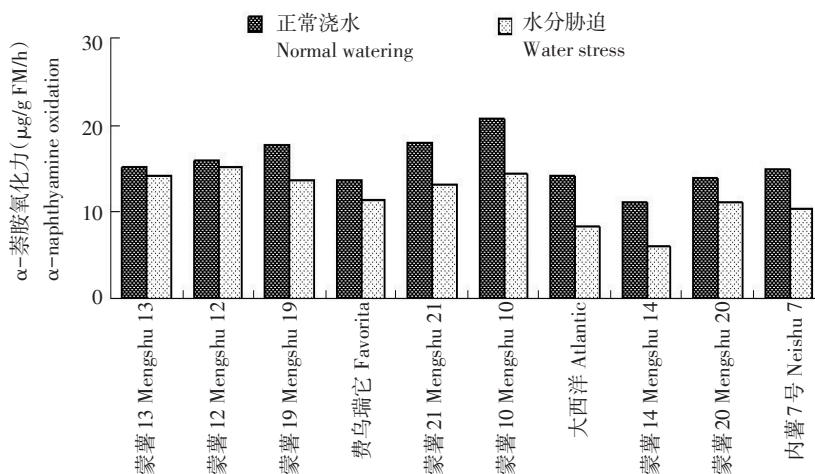


图5 不同马铃薯品种α-萘胺氧化力

Figure 5 α-naphthylamine oxidation of different potato varieties

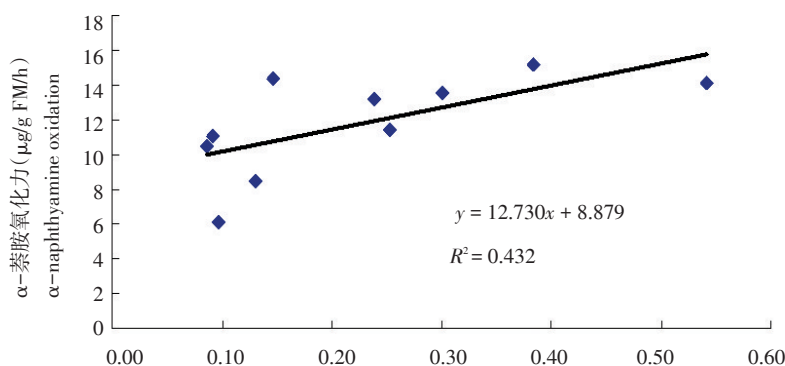


图6 α-萘胺氧化力与抗旱系数的相关性

Figure 6 Correlation between α-naphthylamine oxidation and drought tolerance index

40%。综合分析正常浇水各品种的α-萘胺氧化力含量在11.12~20.70 μg/g, 水分胁迫后的含量在6.08~15.22 μg/g, 各品种降低程度不同, 降低幅度越小其品种根系活力受水分胁迫影响越小, 抗旱性也相对较强。

图6为水分胁迫后马铃薯根系α-萘胺氧化力与抗旱系数的相关性分析散点图, $R^2 = 0.432 > R^2_{0.05} = 0.399$, 说明根系的α-萘胺氧化力与抗旱系数呈显著正相关。所以认为α-萘胺氧化力的变化也可以作为评价马铃薯抗旱能力的指标之一。

3 讨 论

对于农作物的抗旱性评价, 最终目的就是要

获得高产稳产与抗旱性相结合的材料, 所以产量分析结果尤为重要^[5]。利用产量评价农作物的抗旱能力, 其结果一向具有较高的准确性, 但同时也存在耗时较长的缺点。目前马铃薯抗旱性鉴定很多利用干旱胁迫下马铃薯生理生化指标变化的差异来确定品种抗旱性, 这些指标与多种抗旱机制直接相关^[6,7]。已经有很多研究表明如脯氨酸、丙二醛、根系活力等与抗旱性的关系明确, 适合作为抗旱性鉴定指标^[8-11]。宋志荣^[9]对抗旱性不同的3个马铃薯品种在干旱条件下进行了生理生化指标的测定, 发现抗旱性强的品种丙二醛含量的增加幅度较小。武新娟^[5]对不同马铃薯品种抗旱性评价研究中发现, 脯氨酸、丙二醛和α-萘胺氧

化力均与抗旱性显著相关。

试验通过对10个马铃薯品种块茎膨大期进行水分胁迫,测定叶片脯氨酸、丙二醛含量、根系的 α -萘胺氧化力及最终产量4个指标,评价品种抗旱性,并分析指标的变化与抗旱能力的相关性,得出结论,根据抗旱系数分级标准马铃薯品种‘蒙薯13’、‘蒙薯12’和‘蒙薯19’抗旱性最强,‘费乌瑞它’、‘蒙薯21’、‘蒙薯10’和‘大西洋’抗旱性中等,‘蒙薯14’、‘蒙薯20’和‘内薯7号’抗旱性最弱。水分胁迫处理与对照相比,叶片脯氨酸含量升高,与抗旱系数相关性极显著;丙二醛含量也表现为升高,与抗旱系数表现为显著负相关;而根系的 α -萘胺氧化力降低,与抗旱系数呈显著正相关,结果说明这3项指标均可以作为马铃薯抗旱性评价的指标。

[参 考 文 献]

- [1] 张斌,秦岭,王莹莹,等.作物抗旱分子机制研究进展[J].山东农业科学,2011,43(12): 22-26.
- [2] 萨如拉.水分胁迫下不同马铃薯品种的耐旱生理研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012.

- [3] 白宝璋,汤学军.植物生理学测试技术[M].北京:中国科学技术出版社,1993: 76-157.
- [4] 李合生,孙群,赵世杰,等.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000: 105-109.
- [5] 武新娟.马铃薯不同品种的抗旱性评价及Fe-SOD基因的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2008.
- [6] 李建武.水分胁迫对马铃薯生理生化特性的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2005.
- [7] 王谧.马铃薯抗旱指标研究及抗旱性鉴定[D].西宁:青海大学,2014.
- [8] 抗艳红,龚学臣,田再民,等.聚乙二醇处理马铃薯脱毒试管苗的生理反应[J].江苏农业科学,2011,39(2): 162-164.
- [9] 宋志荣.马铃薯对旱胁迫的反应[J].中国马铃薯,2004,18(6): 330-332.
- [10] 李亚杰.不同马铃薯品种根系吸水能力与抗旱性研究[D].兰州:甘肃农业大学,2013.
- [11] 赵海超,抗艳红,龚学臣,等.干旱胁迫对不同马铃薯品种苗期生理生化指标的影响[J].作物杂志,2013(6): 63-69.

2017年中国马铃薯大会代表通讯录广告征集通知

为保证2017年中国马铃薯大会通讯录的顺利印刷,2017年《中国马铃薯大会代表通讯录》的广告征集工作已经开始,请需要在通讯录做广告的各企业、公司、院所及个人,提前做好广告版面设计工作。

具体要求:

1. 版面要求彩色16开横幅,尺寸大小216 mm×291 mm,像素要求300万以上,图像清晰,分辨率高。
2. 请自行设计后于2017年5月15日前及时传至邮箱 zhongguomls@163.com。
3. 价目为彩版4000元。

联系电话: 0451-55190003

E-mail: zhongguomls@163.com

联系人: 王静(18345181603)

汤慧娟(0451-55190003)