

6 个甘薯品种抗旱性的比较筛选与综合评价

马福刚^{1*}, 韩笑², 金平³, 石磊利¹, 韩双花¹, 陈丽君¹, 刘恩良^{3*}

(1. 乌鲁木齐高新技术产业开发区(乌鲁木齐市新市区)果蔬研究所, 新疆乌鲁木齐 830091; 2. 新疆农业科学院农业经济与科技信息研究所, 新疆乌鲁木齐 835000; 3. 新疆农业科学院粮食作物研究所, 新疆乌鲁木齐 835000)

摘要 [目的]研究徐薯 22 号等 6 个甘薯品种(系)的抗旱性, 为甘薯的抗旱育种和栽培提供理论依据。[方法]采用田间人工间隔灌水的方法施加干旱胁迫, 测定干旱胁迫下的叶片丙二醛含量、游离脯氨酸含量、过氧化物酶活性, 并应用隶属函数方法对测定的指标进行抗旱性分析和综合评价。[结果]6 个不同抗旱性甘薯品种叶片丙二醛含量、游离脯氨酸含量、过氧化物酶活性在干旱胁迫下有显著变化。隶属函数法结果显示, 不同品种抗旱性由强到弱排序依次为蜂蜜罐、韩国紫薯、商薯 6 号、徐 067715、桂粉 2 号、徐薯 22 号。[结论]蜂蜜罐、韩国紫薯的抗旱性较好, 而徐薯 22 号、桂粉 2 号的抗旱性相对较差。

关键词 甘薯; 抗旱性; 生理响应; 综合评价

中图分类号 S531 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)21-0050-02

Comparative Screening and Comprehensive Evaluation on Drought Resistance of 6 Sweet Potato Varieties

MA Fu-gang¹, HAN Xiao², JIN Ping³ et al (1. Urumqi High-Tech Industrial Development Zone (Urumqi Xinshi District) Research Institute of Fruits and Vegetables, Urumqi, Xinjiang 830091; 2. Institute of Agricultural Economics and Information, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 835000; 3. Institute of Grain Crop, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi, Xinjiang 835000)

Abstract [Objective] To research the drought resistance of six sweet potato cultivars such as Xushu 22, and to provide a theoretical basis for drought-resistance breeding and cultivation of sweet potato. [Method] Drought stress was applied by field artificial interval irrigation. The MDA content, free proline content and peroxidase (POD) activity in the leaves were detected. Evaluation of drought tolerance was analyzed with subordinate function. [Result] There were significant changes in MDA content, proline content and POD activity in 6 different drought-resistant sweet potato varieties. Results of membership function method showed that their comprehensive drought resistances from high to low were in the order of Honey Pot, Korea Zishu, Shangshu 6, Xu 067715, Guifen 2 and Xushu 22. [Conclusion] The drought resistance of Korea Zishu and Honey Pot were better, while Xushu 22 and Guifen 2 were relatively poor.

Key words Sweet potato; Drought resistance; Physiological response; Comprehensive evaluation

甘薯是世界主要粮食作物之一, 也是重要的工业原料作物和饲料作物。作为世界上最大的甘薯生产国, 中国用占世界 60% 左右的种植面积, 收获了世界总产的 80% 左右^[1]。甘薯在平原地区的耕种面积逐年下降, 非耕地资源(边际土地)将成为甘薯种植的主要发展空间^[2]。新疆地处西北, 为干旱、内陆盐碱地。为使新疆的甘薯可持续发展, 开展选育和推广抗旱性强的高产甘薯品种是提高甘薯总体产量、降低生产成本的有效途径之一。

前人对甘薯抗旱鉴定等方面已取得了一些研究进展。吴巧玉等^[3]采用盆栽水分胁迫的方法, 结果显示持续干旱胁迫下甘薯材料叶片相对含水量不断降低, 叶绿素降解且含量持续减少, 而丙二醛和脯氨酸含量不断上升, 超氧化物歧化酶表现为先增加后减少趋势。张明生等^[4]利用不同 PEG 浓度对甘薯进行根际渗透胁迫处理, 在轻度水分胁迫(0~20% PEG)下, SOD 活性几乎都呈上升趋势, 但在重度水分胁迫(大于 20% PEG)下, 多数品种 SOD 活性减弱。王忠安等^[5]研究了水分胁迫对不同抗旱性甘薯品种膜脂过氧化和非酶促保护物质的影响, 结果显示在水分胁迫条件下甘薯的抗坏血酸、丙二醛、电导率、超氧阴离子自由基和过氧化氢含量均有不同程度的增加, 而类胡萝卜素有不同程度的下降, 还原

型谷光氨肽含量先下降后上升。鉴于此, 笔者 2016 年在新疆进行了徐薯 22 号、徐 067715、韩国紫薯、桂粉 2 号、商薯 6 号、蜂蜜罐共 6 个品种(系)甘薯的抗旱试验。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2016 年在新疆农业科学院安宁渠试验场进行。试验区四周设保护行, 每个品种 3 次重复, 错位旋转排列。

1.2 材料 试验甘薯品种共 6 个, 为徐薯 22 号、徐 067715、韩国紫薯、桂粉 2 号、商薯 6 号、蜂蜜罐。

1.3 方法 按照当地种植甘薯模式进行灌水, 直到薯块膨大期开始, 旱区进行间隔式灌水; 水区正常灌水。在薯块膨大期开始后(7—8 月), 分阶段对旱区和水区的甘薯进行采样, 测定与抗旱相关的生理生化指标(POD、MDA、脯氨酸含量)。

1.4 指标测定

1.4.1 丙二醛(MDA)含量。采用硫代巴比妥(TBA)法^[6]测定。

1.4.2 游离脯氨酸(Pro)含量。采用磺基水杨酸法^[7]测定。

1.4.3 过氧化物酶(POD)活性。采用愈创木酚法^[8]测定。

1.5 数据分析 采用 Excel、DPS 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 干旱胁迫处理对各品种(系)抗旱生理指标的影响

2.1.1 过氧化物酶(POD)活性。POD 酶是植物细胞体内活性氧清除酶系, 可以用于防止细胞内过量自由基对生物大分

基金项目 新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目“甘薯种质资源抗旱鉴定与抗旱机理研究”(201442137-21)。

作者简介 马福刚(1976—), 男, 甘肃临洮人, 高级农艺师, 硕士, 从事园艺栽培工作。*通讯作者, 刘恩良, 副研究员, 硕士, 从事甘薯栽培育种研究。

收稿日期 2018-05-24

子与质膜破坏。研究表明,水分胁迫后甘薯品种间的叶片 POD 活性发生了变化。不同品种间变化幅度差异显著。干旱胁迫下过氧化物酶增加越大的品种抗旱性越强。由图 1 可知,所有品种(系)经干旱胁迫处理后过氧化物酶活性大幅升高,不同品种(系)间升幅差异明显。各品种(系)干旱胁迫的过氧化物酶活性增幅由高到低依次为韩国紫薯、蜂蜜罐、商薯 6 号、徐 067715、徐薯 22 号、桂粉 2 号。

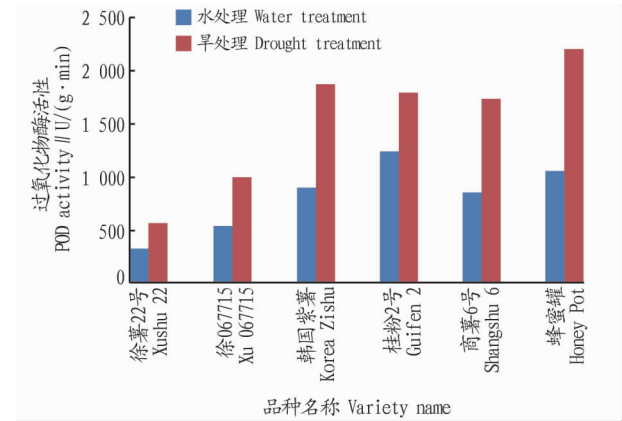


图 1 旱胁迫后各甘薯品种的过氧化物酶 (POD) 活性变化
Fig. 1 Changes of peroxidase (POD) activity in sweet potato varieties after drought stress

2.1.2 丙二醛(MDA)含量。丙二醛的积累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,也是鉴定甘薯品种抗旱性强弱的重要指标,在相同干旱胁迫强度下,丙二醛含量增幅小的品种较耐旱,增幅大的品种耐旱性差。由图 2 可知,所有品种(系)经干旱胁迫处理后丙二醛含量都有不同程度的升高,不同品种(系)间升幅差异显著。各品种(系)干旱胁迫的丙二醛含量增幅由大到小依次为徐薯 22 号、徐 067715、桂粉 2 号、韩国紫薯、蜂蜜罐、商薯 6 号。

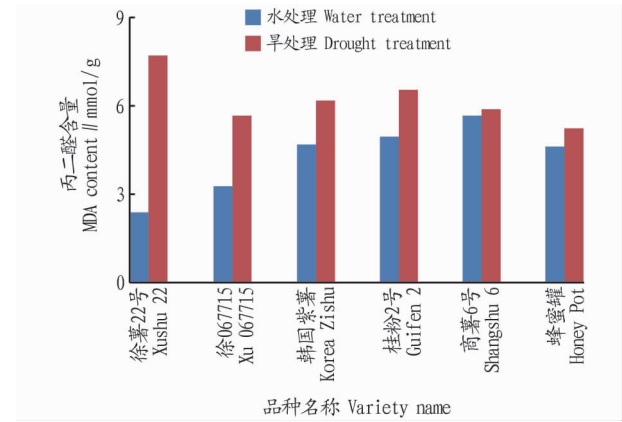


图 2 旱胁迫后各甘薯品种的丙二醛(MDA)含量变化
Fig. 2 Changes of malondialdehyde (MDA) content in sweet potato varieties after drought stress

2.1.3 脯氨酸含量。脯氨酸是氨基酸中最为有效的渗透调节物质,正常情况下在植物体内的含量较低,干旱胁迫时会大幅增高,对维持细胞与环境的渗透平衡、稳定生物大分子的结构具有重要作用。干旱胁迫下叶片脯氨酸含量的高低和比受旱前提高的幅度均可以作为鉴定甘薯品种抗旱性的

参考指标之一。干旱胁迫下叶片脯氨酸含量较高和升幅较大的甘薯品种耐旱性较强,含量较低和升幅较小的品种耐旱能力较差。由图 3 可知,所有品种(系)经干旱胁迫后叶片游离脯氨酸含量除了徐薯 22 号其他品种均有提高,但增幅量差异很大,最大的韩国紫薯增幅为 68.2%,最小的徐薯 22 号基本没有增长。干旱胁迫处理的脯氨酸含量增幅由大到小依次为韩国紫薯、蜂蜜罐、商薯 6 号、桂粉 2 号、徐 067715、徐薯 22 号。

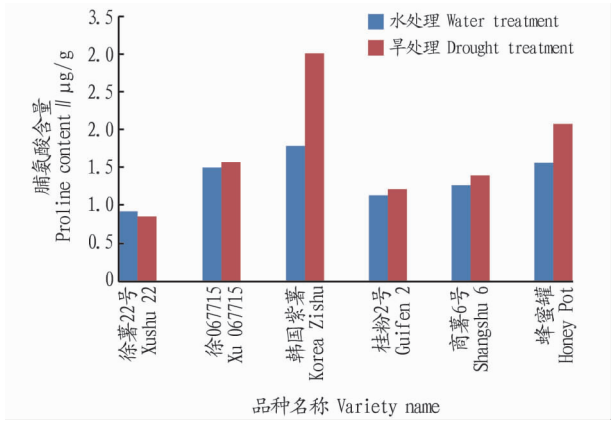


图 3 旱胁迫后各甘薯品种的脯氨酸含量变化
Fig. 3 Changes of proline content in sweet potato varieties after drought stress

2.2 用隶属函数方法对 6 个甘薯草品种的抗旱性进行综合评价 甘薯的抗旱性是一个受多因素影响的、复杂的数量性状,用单一指标很难全面性地反映品种抗旱性的强弱,必须用多个指标进行综合评价。笔者采用隶属函数法,将各材料各项指标的隶属函数值加起来求其平均值得其综合评价值,综合评价值越大,抗旱性越强,反之则弱。表 1 为各甘薯品种 3 项抗旱参数的综合评判结果,抗旱性由强到弱顺序为蜂蜜罐、韩国紫薯、商薯 6 号、徐 067715、桂粉 2 号、徐薯 22 号。

3 结论与讨论

目前,作物抗旱鉴定主要包括形态指标和生理生化指标,其中形态指标包含各种农艺性状、生长速率、根系形态等,生理生化指标包含相对含水量、自由水、束缚水、过氧化物酶 POD、渗透势、脯氨酸、丙二醛、渗透调节等^[9]。许多学者认为,采用单一指标评价作物综合抗旱性有一定的局限性,综合评价作物抗逆性常用方法有加权法^[10]、模糊评判法^[11]、隶属函数法^[12]等,其中隶属函数法是一种较好的抗旱性综合评价方法。

该试验结果表明,不同品种甘薯对于干旱胁迫的敏感程度差异明显。在该研究中选用过氧化物酶、脯氨酸含量和 MDA 含量 3 个抗旱性指标对 6 个甘薯品种进行抗旱性分析、比较筛选以及综合评价,结果表明 6 个甘薯品种在干旱胁迫下存在明显的抗旱性差异。从试验结果来看,以单一的指标为依据对抗旱性排序,每一指标得到的顺序都不相同,这可能是各品种之间的抗旱机制存在着差异;从各个指标变化的趋势上综合考虑,采用隶属函数法对 6 个甘薯品种进行抗旱性的综合评价和抗旱性排序,得到较为全面的结果。该

部互生、上部对生,结有较多褐色长椭圆形零余子,抗炭疽病能力强于对照;可作为主要品种推广种植。

表 10 延缓炭疽病侵染的病情指数

Table 10 Comparison of the disease index of the anthrax of different varieties

品种 Varieties	7 月下旬 Late July	8 月下旬 Late August	9 月下旬 Late September
台淮 6 号 Taihuai No. 6	5. 60	15. 00	24. 40
寸金薯 (CK) Cunjin yam	6. 25	8. 30	18. 06
泉淮 1513 Quanhuai 1513	—	2. 78	3. 70
泉淮 1517 Quanhuai 1517	2. 35	4. 43	8. 79
泉淮 1542 Quanhuai 1542	2. 08	2. 80	6. 25
泉淮 1547 Quanhuai 1547	—	2. 42	3. 62
下涌薯 Xiayong yam	11. 67	15. 50	58. 33
泉淮 1515 Quanhuai 1515	16. 70	46. 30	68. 25
大铭薯 Daming yam	—	4. 17	8. 30
泉淮红皮白肉 Quanhuai Red Skin White Meat	9. 72	22. 92	35. 56

3.2 泉淮红皮白肉 产量居参试品种第三,但比对照增产极显著,丰产稳产性较好,品质较好,且该品种植株长势茂盛,茎蔓绿带紫色右旋,棱翼形四棱形;叶片较大、厚纸质、互生,无零余子;可作为主要品种推广种植。

3.3 台淮 6 号 产量居参试品种第四,丰产稳产性较好,品质较好,且长势旺盛,茎蔓棱翼四棱形,叶片较大、厚纸质、对

生,叶柄长,叶基出脉数均为 7 条。生育期较短,可利用其早熟特性作为早熟品种推广种植。

3.4 泉淮 1515 产量位居第一,品质较好,植株长势强健,茎蔓棱翼四棱形,叶片大、厚纸质、下部互生,中上部对生,叶柄较长,叶基出脉数均为 7 条。生育期较短,可作为早熟品种推广种植。

3.5 泉淮 1513 产量一般,食用品质好,植株长势强健,抗炭疽病能力强于对照。茎蔓淡绿色右旋,棱翼圆形;叶片薄革质、下部互生、中上部对生,结有较多褐色椭圆形零余子,抗炭疽病能力强于对照,可在泉州地区进一步试种。

泉淮 1542、泉淮 1517、大铭薯以及下涌薯的优势不突出,推广价值相对较小,综合表现较差,可以作为杂交育种的亲本材料。

参考文献

[1] 郑晗,龚千锋,张的凤. 山药[J]. 食品与药品,2007,9(11):74-76.
[2] 许成杰. 淮山生长槽栽培技术[J]. 福建农业科技,2015,46(1):40-42.
[3] 陈富英. 4 种杀菌剂防治淮山炭疽病药效试验[J]. 生物灾害科学,2013,36(3):279-281.
[4] 王庆南,戎新祥,周一波,等. 食用甘薯品种的部分理化特性与口感品质的关系[J]. 江苏农业学报,2007,23(5):405-409.
[5] 马辉,李珣,郑贤陆. 几个特色甘薯品种主要品质性状的研究[J]. 湖南农业科学,2005(2):6-8.
[6] 夏敏. 必需微量元素与人体健康[J]. 广东微量元素科学,2003,10(1):11-16.
[7] 王震宙,黄绍华. 山药中的功能保健成分及其在食品加工中的应用[J]. 食品工业,2004(4):51-52.
[8] 张涛,刘义,齐志敏,等. 微量元素铜/锌比值对糖尿病大鼠血糖及肾脏的影响[J]. 山东医药,2011,51(7):27-29.

(上接第 51 页)

表 1 6 个甘薯品种的各指标隶属函数值及其抗旱性综合评价

Table 1 Comprehensive evaluation of membership function values and drought resistance of 6 sweet potato varieties

品种名称 Variety name	过氧化物酶 POD	丙二醛 MDA	脯氨酸 Proline	均值 Mean value	排序 Rank
徐薯 22 号 Xushu 22	0	0	0	0	6
徐 067715Xu 067715	0. 266	0. 841	0. 332	0. 480	4
韩国紫薯 Korea Zishu	0. 794	0. 621	1	0. 805	2
桂粉 2 号 Guifen 2	0. 414	0. 467	0. 166	0. 349	5
商薯 6 号 Shangshu 6	0. 715	0. 739	0. 249	0. 568	3
蜂蜜罐 Honey Pot	1	1	0. 566	0. 855	1

试验结果显示,蜂蜜罐、韩国紫薯的抗旱性较好,而徐薯 22 号、桂粉 2 号的抗旱性相对较差。

参考文献

[1] 吴雪莉. 干旱胁迫下玉米/甘薯套作对甘薯光合与抗性生理及产量的影响[D]. 重庆:西南大学,2016.
[2] 周志林,刘恩良,金平,等. 甘薯抗旱初步鉴定及渗透胁迫对抗氧化生理指标的影响[J]. 植物遗传资源学报,2015,16(5):1128-1134.
[3] 吴巧玉,何天久,夏锦慧. 干旱胁迫对甘薯生理特性的影响[J]. 贵州农业科学,2013,41(6):52-54.
[4] 张明生,谈锋,张启堂. 快速鉴定甘薯品种抗旱性的生理指标及方法的筛选[J]. 中国农业科学,2001,34(3):260-265.
[5] 王忠安,袁照年,李文卿. 水分胁迫对不同抗旱性甘薯膜脂过氧化和非酶促保护物质的影响[J]. 热带作物学报,2004,25(4):54-57.

[6] 孙群,胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社,2006.
[7] 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,2006.
[8] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
[9] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报,1989,4(1):73-81.
[10] 杜永吉,于磊,孙吉雄,等. 结缕草 3 个品种抗寒性的综合评价[J]. 草业学报,2008,17(3):6-16.
[11] 许宁. 模糊综合评判在茶树种质资源抗寒性鉴定中的应用研究[J]. 福建茶叶,1993(3):16-19.
[12] 盛业龙,马文广,段胜智,等. 20 个烟草品种抗旱性的比较筛选与综合评价[J]. 安徽农业科学,2013,41(11):4766-4769.