



王宝增,钟珺珩,江俊涛,等.干旱胁迫对两个玉米品种耐旱性的影响[J].黑龙江农业科学,2020(11):20-23.

干旱胁迫对两个玉米品种耐旱性的影响

王宝增¹,钟珺珩²,江俊涛¹,孔红¹,秘树青¹

(1.廊坊师范学院 生命科学学院,河北 廊坊 065000;2.河北正中实验中学,河北 正定 050800)

摘要:为筛选耐旱性较好的玉米品种,以郑单 958 和阜研 58 玉米幼苗为试验材料,对其进行不同程度的干旱处理,分别测定两个玉米品种的质膜透性、丙二醛含量、脯氨酸含量、净光合速率和根系活力。结果表明:随着干旱程度加剧,两个玉米品种的质膜透性、丙二醛及脯氨酸含量均呈上升趋势,而净光合速率和根系活力呈下降趋势。中度干旱胁迫下,郑单 958 的质膜透性和丙二醛含量均低于阜研 58。重度干旱胁迫下,郑单 958 的脯氨酸含量、净光合速率以及根系活力显著高于阜研 58;郑单 958 的丙二醛含量则显著低于阜研 58。表明郑单 958 的耐旱性好于阜研 58。

关键词:玉米;耐旱性;质膜透性;脯氨酸;光合速率

在各种非生物胁迫因子中,干旱是导致作物产量下降最主要的因素。干旱不仅引起作物减产,还会导致生态环境恶化,引起生态危机^[1]。玉米作为世界上产量最高的粮食品种,也是我国发展最快,增产潜力最大的粮食作物。但玉米在生长过程中对水分需求量大,属于雨养型作物,因此玉米对干旱胁迫比较敏感^[2]。提高作物耐旱能力、选育耐旱品种,发展高产、优质、高效农业是解决这一系列问题的重要途径。大量研究表明,农作物的耐旱性强弱与作物的某些生理过程密切相关,目前国内外关于作物耐旱性与其特殊生理过程的研究也主要集中在光合作用、渗透调节物质、抗氧化防御系统等方面^[3]。本试验以郑单 958 和阜研 58 两个玉米品种幼苗为材料,通过比较干旱处理下二者质膜透性、丙二醛含量、脯氨酸含量、光合速率及根系活力,筛选出耐旱性较高的玉米品种,为干旱地区玉米选种、栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

于 2019 年 6 月在廊坊师范学院生命科学学院温室内进行盆栽试验。供试玉米品种为郑单 958 和阜研 58,购于廊坊宏丰种子有限公司。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 挑选颗粒饱满、大小均一的玉

米种子,用 2% 的次氯酸钠消毒 8 min,蒸馏水冲洗干净,吸胀 8 h 后播种于盛有营养土的塑料盆(高 25 cm,直径 20 cm)中,置温室培养,正常供水。培养至三叶一心时,每个品种选出长势相近,生长状况良好的 9 盆并分成 3 组,每组 3 个重复。干旱处理参考路之娟等^[4]的方法,对照组浇水量为土壤持水量的 70%,中度干旱胁迫组浇水量为土壤持水量的 50%,重度干旱胁迫组浇水量为土壤持水量的 30%,处理 10 d 后测定各项指标。

1.2.2 测定项目及方法 质膜透性测定采用电导法^[5]:用打孔器将玉米叶片打成直径为 5 mm 的叶圆片,用重蒸水迅速冲洗 2 次,并用吸水纸吸干。取 10 片叶圆片放入盛有 10 mL 重蒸水的试管中,真空渗透。待样品沉入液面以下,净置 1 h,用 DDS-W 型电导率仪测定溶液电导率 S_1 ,然后将试管放入沸水浴加热 15 min,冷却后测溶液的电导率 S_2 ,按下列公式计算质膜透性:

$$\text{相对电导率}(\%) = S_1/S_2 \times 100.$$

丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸法^[6];

脯氨酸含量测定采用磺基水杨酸法^[6];

根系活力测定采用 TTC 法^[7];

光合速率的测定使用 LCPro⁺ 便携式光合仪(英国)测定玉米幼苗顶部数第 2 片功能叶的净光合速率,测定时光强设定为 $1\ 000\ \mu\text{mol}(\text{m}^2 \cdot \text{s})^{-1}$,叶室温度设定为 25 ℃。

1.2.3 数据分析 所有数据以平均值±标准差表示,使用 Excel 2003 软件作图,采用 SPSS 15.0 进行方差分析和差异显著性检验。

收稿日期:2020-07-11

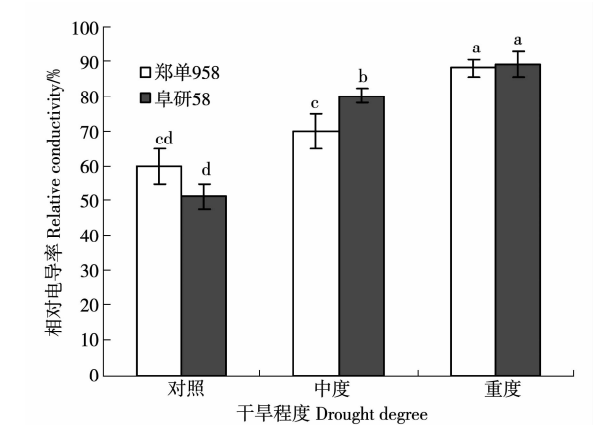
基金项目:廊坊市科学技术研究与发展计划项目(2019012010)。

第一作者:王宝增,(1975-),男,硕士,副教授,从事植物逆境生理研究。E-mail:Wangbz666@126.com。

2 结果与分析

2.1 干旱处理对不同品种玉米质膜透性及丙二醛含量的影响

由图 1 可知,郑单 958 和阜研 58 相对电导率随干旱程度增加均呈上升趋势。与对照相比,中度干旱胁迫的郑单 958 相对电导率增加 16.7%,重度干旱胁迫下相对电导率增加 46.7%;中度干旱胁迫的阜研 58 相对电导率增加 56.9%,重度干旱胁迫下相对电导率增加 74.5%。中度干旱胁迫下,郑单 958 相对电导率比阜研 58 低 12.5% ($P<0.05$)。



不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same below.

图 1 不同程度干旱胁迫对郑单 958 和阜研 58 质膜透性的影响

Fig. 1 Effects of drought stress on plasma membrane permeability of Zhengdan 958 and Fuyan 58

由图 2 可知,丙二醛含量的变化趋势与质膜透性基本一致。不同程度干旱处理下,郑单 958 和阜研 58 丙二醛含量均显著高于对照。但两个品种间比较,郑单 958 要低于阜研 58,中度干旱胁迫下,郑单 958 丙二醛含量比阜研 58 低 19.4% ($P<0.05$);重度干旱胁迫下,郑单 958 丙二醛含量比阜研 58 低 17.4% ($P<0.05$)。

2.2 干旱处理对不同品种玉米脯氨酸含量的影响

由图 3 可知,在干旱处理下,两个品种脯氨酸含量都有所增加。与对照比较,郑单 958 脯氨酸含量中度及重度干旱下分别增加 1.07 和 1.96 倍;而阜研 58 中度及重度干旱下分别增加 0.68 和 1.26 倍。重度干旱处理下,郑单 958 脯氨酸含量比阜研 58 高 25.5% ($P<0.05$)。

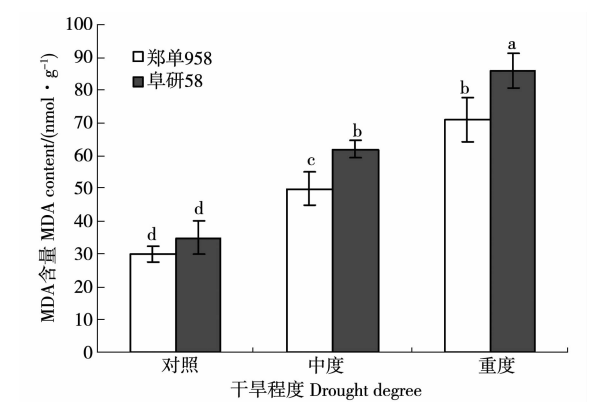


图 2 不同程度干旱胁迫对郑单 958 和阜研 58 丙二醛含量的影响

Fig. 2 Effects of drought stress on malondialdehyde content of Zhengdan 958 and Fuyan 58

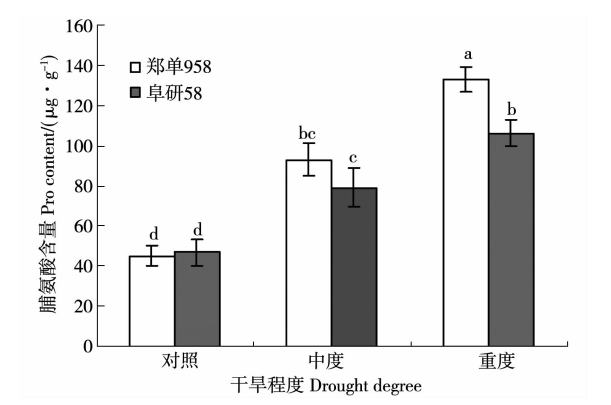


图 3 不同程度干旱胁迫对郑单 958 和阜研 58 脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effects of drought stress on proline content of Zhengdan 958 and Fuyan 58

2.3 干旱处理对不同品种玉米净光合速率的影响

由图 4 可知,两个玉米品种的净光合速率随干旱程度增加均呈下降趋势。与对照相比,中度干旱胁迫的郑单 958 净光合速率下降 20.7%,重度干旱胁迫下净光合速率下降 42.5%;中度干旱胁迫的阜研 58 净光合速率下降 20.6%,重度干旱胁迫下净光合速率下降 54.4%。重度干旱下,郑单 958 净光合速率比阜研 58 高 29.0% ($P<0.05$)。

2.4 干旱处理对不同品种玉米根系活力的影响

由图 5 可知,随着干旱程度加剧,两个玉米品种的根系活力呈下降趋势。中度干旱胁迫下,二者降幅差距不大;重度干旱胁迫下,郑单 958 根系活力降幅为 44.3%,阜研 58 根系活力降幅达到 58.2%。重度干旱胁迫下,郑单 958 根系活力比阜研 58 高 39.3% ($P<0.05$)。

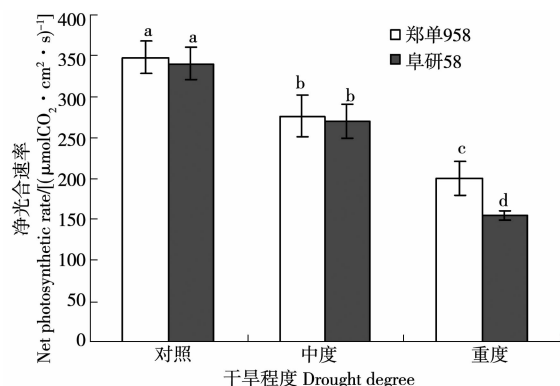


图4 不同程度干旱胁迫对郑单958和阜研58

净光合速率的影响

Fig. 4 Effects of drought stress on net photosynthetic rate of Zhengdan 958 and Fuyan 58

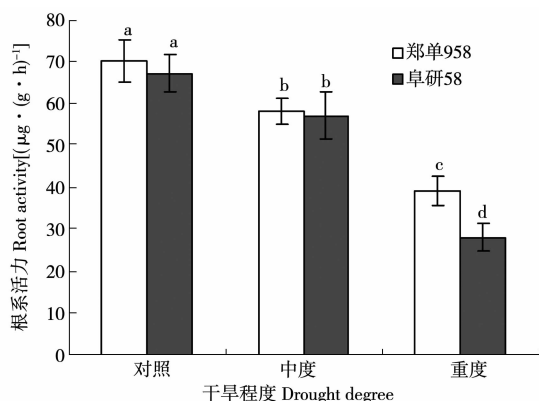


图5 不同程度干旱胁迫对郑单958和阜研58

根系活力的影响

Fig. 5 Effects of drought stress on root activity of Zhengdan 958 and Fuyan 58

3 结论与讨论

3.1 质膜透性、丙二醛含量与玉米耐旱性的关系

植物细胞质膜透性反映了细胞质膜破坏的程度,质膜透性越高生物膜的受损程度越大,越不利于植物的生长。而丙二醛作为膜脂过氧化产物,其含量增加使膜系统选择透性变大,膜功能减弱^[8]。文建成等^[9]认为,丙二醛含量和质膜透性变化可作为鉴定品种抗旱能力较可靠的依据,耐旱性强的品种丙二醛和质膜透性增加较慢,增幅较小,而耐旱性弱的品种增幅较大。本研究发现,干旱处理下,郑单958质膜透性及增幅均低于阜研58,郑单958丙二醛含量也显著低于同等干旱程度下的阜研58,说明郑单958清除活性氧能力更强,更能适应干旱环境。

3.2 脯氨酸与玉米耐旱性的关系

脯氨酸是衡量植物耐旱性的重要指标,干旱

胁迫条件下,绝大部分植物体内都会积累脯氨酸,且耐旱性强的品种中的脯氨酸含量显著高于耐旱性弱的品种^[3]。干旱胁迫下植物进行渗透调节,体内会产生大量脯氨酸来维持较高的细胞渗透压,从而抵御干旱。除了作为渗透调节物质,脯氨酸在保护膜蛋白结构的完整性及增强膜的柔韧性方面也发挥着重要作用^[8]。本试验中,中度及重度干旱胁迫下,郑单958脯氨酸含量增幅均高于阜研58,说明郑单958渗透调节能力和渗透保护能力更强。

3.3 光合速率与玉米耐旱性的关系

光合能力大小与植物的生长密切相关,在胁迫条件下保持较高的光合速率尤为重要。干旱抑制了植物的光合作用,使光合速率下降,导致农作物减产。目前的普遍观点认为耐旱性强的农作物品种,在干旱条件下能保持相对较高的光合速率^[10-11]。本试验中,在重度干旱处理下,与阜研58相比,郑单958仍能维持较高的净光合速率,说明郑单958在干旱条件下能够维持一定的光合能力。

3.4 根系活力与玉米耐旱性的关系

根系活力可以客观地反映根系的生命活动,其大小可表示根系新陈代谢活动的强弱,与整个植株生命活动强度紧密联系,能够从本质上反映根系生长与土壤水分及其环境之间的动态关系^[12]。根系活力的变化还能够反映植株抵御干旱胁迫的强度^[13]。多数研究表明,在干旱逆境中,植物根系细胞受到损伤,代谢紊乱,使得根系活力明显降低^[14-15]。本试验中,重度干旱下,郑单958和阜研58根系活力也显著降低。但通过对二者比较可以发现,郑单958根系活力降幅低于阜研58,其根系活力值也显著高于阜研58,说明郑单958受干旱胁迫影响较小,适应干旱的能力更强。

综上所述,干旱胁迫下,郑单958脯氨酸含量、光合速率和根系活力均高于阜研58,而郑单958丙二醛含量及膜透性均低于阜研58。通过各项指标综合分析,表明郑单958的耐旱性高于阜研58。

参考文献:

- [1] 王宝山. 逆境植物生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [2] 韩金龙, 王同燕, 徐子利, 等. 玉米抗旱机理及抗旱性鉴定指

标研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(21): 142-146.

[3] 程量, 林良斌. 作物耐旱性生理生化指标研究进展[J]. 中国农学通报, 2014, 30(3): 27-31.

[4] 路之娟, 张永清, 张楚. 干旱胁迫对不同苦荞品种苗期生长和根系生理特征的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(1): 112-120.

[5] 张蜀秋. 植物生理学实验技术教程[M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[6] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2006.

[7] 张志良, 瞿伟菁, 李小方. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.

[8] 王启明, 徐心诚, 吴诗光, 等. 干旱胁迫对不同品种大豆开花期生理生化特性的影响[J]. 作物杂志, 2005, 21(3): 16-18.

[9] 文建成, 陈学宽, 符菊芬, 等. 质膜透性与丙二醛(MDA)含量的变化评价甘蔗品种抗旱性初探[J]. 甘蔗, 1998, 5(3): 1-5.

[10] 刘瑞冬, 王有年, 于同泉, 等. 水分胁迫下外源甜菜碱对仁用杏叶片光合作用的影响[J]. 北京农学院学报, 2004, 5(1): 10-13.

[11] 薛松. 水分胁迫对冬小麦 CO₂同化作用的影响[J]. 植物生理学报, 1992, 18(3): 1-7.

[12] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 67-70.

[13] 张金民, 任晓雪, 秦伟, 等. 干旱胁迫对西瓜叶抗氧化酶活性、叶绿素荧光参数及根系活力的影响[J]. 天津农业科学, 2018, 24(11): 1-3.

[14] 季杨, 张新全, 彭燕, 等. 干旱胁迫对鸭茅幼苗根系生长及光合特性的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(10): 2763-2769.

[15] 李丽杰, 顾万荣, 孟瑶, 等. 干旱胁迫下亚精胺对玉米幼苗抗旱性影响的生理生化机制[J]. 应用生态学报, 2018, 29(2): 554-564.

Effect of Drought Stress on Drought Tolerance of Two Maize Varieties

WANG Bao-zeng¹, ZHONG Jun-heng², JIANG Jun-tao¹, KONG Hong¹, BI Shu-qing¹

(1. College of Life Sciences, Langfang Normal University, Langfang 065000, China; 2. Hebei Zhengzhong Experimental High School, Zhengding 050800, China)

Abstract: In order to screen maize varieties with strong drought tolerance, Zhengdan 958 and Fuyan 58 were treated with different degrees of drought. Plasma membrane permeability, malondialdehyde content, net proline content, net photosynthetic rate and root activity of the two maize varieties were measured. The results showed that: with the aggravation of drought, plasma membrane permeability, MDA and proline contents of the two maize varieties increased, while net photosynthetic rate and root activity decreased. Under moderate drought stress, the plasma membrane permeability and MDA content of Zhengdan 958 were lower than those of Fuyan 58. Under severe drought stress, the proline content, net photosynthetic rate and root activity of Zhengdan 958 were significantly higher than those of Fuyan 58, while the malondialdehyde content of Zhengdan 958 was significantly lower than that of Fuyan 58. The results showed that the drought tolerance of Zhengdan 958 was stronger than that of Fuyan 58.

Keywords: maize; drought tolerance; plasma membrane permeability; proline; photosynthetic rate

协办单位

黑龙江省农业科学院水稻研究所
黑龙江省农业科学院克山分院
黑龙江省农业科学院黑河分院
黑龙江省农业科学院绥化分院
内蒙古丰垦种业有限责任公司
黑龙江省农业科学院佳木斯分院
黑龙江省农业科学院牡丹江分院