

文章编号: 1005-0906(2007)06-0057-03

水分胁迫对玉米叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响

王 静, 杨德光, 马凤鸣, 常敬礼

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 在盆栽人工控制水分的条件下, 比较了不同水分胁迫强度对不同抗旱性玉米杂交种叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响。结果表明: 随水分胁迫程度增强, 不同玉米品种叶片可溶性糖含量增加, 脯氨酸含量成倍升高, 二者与品种抗旱性没有明显联系。

关键词: 玉米; 水分胁迫; 可溶性糖; 脯氨酸

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Effects of Water Stress on Soluble Sugar and Proline Contents in Maize Leaves

WANG Jing, YANG De-guang, MA Feng-ming, CHANG Jing-li

(College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Haerbin 150030, China)

Abstract: This experiment was conducted with the potted plants of maize at three levels of water stress, the water stress effects on the content of soluble sugar and proline in maize leaves in three different maize varieties at three different growth and development stages were investigated. Results showed that soluble sugar and proline contents in maize leaves significantly increased, even proline content folded under different water stress. There was no distinct connection between drought resistance capability and of soluble sugar and proline contents in maize leaves.

Key words: Maize; Water stress; Soluble sugar; Proline

植物细胞维持正常的生理功能必须有一定的水分, 表现出一定的膨压。渗透调节是指在低水势条件下细胞可在一定程度上通过降低渗透势来平衡水势的降低, 以维持膨压, 从而保证细胞执行正常生理功能的一种内在调节机制。众多研究证实, 在水分胁迫下一些植物可在一定的水势变化范围内通过渗透势的改变来维持膨压, 水分胁迫下植物叶片可大量累积脯氨酸、增加可溶性糖含量来抵御干旱的影响。本文比较了不同胁迫程度对不同抗旱性玉米杂交种叶片可溶性糖和脯氨酸含量的影响, 为开展玉米品种抗旱鉴定和抗旱生理育种提供参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

选取抗旱性不同的玉米杂交种丹玉 13)、掖单 13 和沈单 10 为试验材料。室外单株盆栽种植, 盆钵直径 33 cm, 高 28 cm。盆土取自东北农业大学试验田耕层, 有机质含量 1.8%。每盆施优质农家肥 500 g 作基肥, 磷酸二铵 4 g 作种肥 (204 kg/hm²), 大喇叭口期一次追施尿素 6 g/盆 (306 kg/hm²)。盆钵排列方式为大垅双行, 大垅行距为 120 cm, 双行距为 33 cm, 株距为 33 cm, 种植密度约为 51 000 株/hm²。4 月 26 日播种, 四叶期一次定苗, 9 月 20 日收获。水水分胁迫处理参照盛宏达等的方法和标准略作修改, 干旱处理前每天定量供水将胁迫程度分别调至轻度胁迫 (L)、中度胁迫 (M)、重度胁迫 (S) 三个水平, 以正常供水为对照 (CK)。水分胁迫时期分别在拔节期、孕穗期、抽雄期和灌浆期。每期持续 6 d, 解除胁迫后恢复正常供水至成熟。胁迫期间, 将苗盆置于防雨棚内, 夜

收稿日期: 2007-09-15

基金项目: 国家 973 项目 (2006CB101700)、黑龙江省教育厅项目 (105 51035)

作者简介: 王 静 (1981-), 女, 硕士研究生, 从事作物抗逆生理研究。E-mail: ydgl@tom.com

杨德光为本文通讯作者。

间及阴雨天盖膜防雨。

1.2 水分胁迫与水分管理

表 1 盆栽试验水分胁迫处理

Table 1 Water stress treatments for the potted plants

处 理	土壤相对含水量(%)	叶片水势	植株表现
Treatments	Soil Relative water content	(MPa)	Plant appearance
对照(CK)	80	-0.3 ~ -0.4	正 常
轻度胁迫(L)	50	-0.5 ~ -0.8	稍呈灰白色
中度胁迫(M)	35	-0.9 ~ -1.4	暂时萎蔫
重度胁迫(S)	25	-1.5 ~ -1.8	永久萎蔫

1.3 指标测定

可溶性糖含量、脯氨酸含量按张宪政(1994)的方法测定。

2 结果分析

2.1 水分胁迫对可溶性糖含量的影响

表 2 水分胁迫下玉米叶片可溶性糖含量的变化

Table 2 Variation of leaf soluble sugar contents in maize under water stress at different growth stages

%

品 种	处 理	拔节期	孕穗期	抽雄期
Varieties	Treatments	Elongating	Booting	Tasseling
丹玉 13	CK	1.54	1.01	0.57
	L	2.05	1.11	0.67
	M	2.14	1.34	0.74
	S	2.85	1.51	1.03
掖单 13	CK	1.44	1.18	0.65
	L	1.81	1.52	0.72
	M	2.00	1.90	1.07
	S	2.15	1.75	1.00
沈单 10	CK	1.51	1.03	0.66
	L	1.82	1.17	0.71
	M	2.03	1.45	1.02
	S	2.25	1.25	0.62

拔节期、孕穗期和抽雄期进行不同程度的水分胁迫结果表明(表 2),各品种同一处理随生育进程可溶性糖含量呈下降趋势,这可能与生育后期生长中心由营养生长向生殖生长转移、同化物利用率高、物质运转快有关。随水分胁迫强度加强,各品种叶片可溶性糖含量均增加。拔节期,在轻度、中度和重度水分胁迫下,丹玉 13 叶片可溶性糖含量较正常供水分别增加 33.1%、49.0%和 85.1%;掖单 13 分别增加 25.7%、38.9%和 49.3%;沈单 10 分别增加 20.5%,34.4%和 49.3%,抗旱性强的品种叶片可溶性糖增加的幅度较小。在孕穗期和抽雄期,其变化不符合此规

律。在重度水分胁迫时,掖单 13 和沈单 10 叶片可溶性糖含量都比中度水分胁迫时低。一方面水分胁迫对叶片可溶性糖有减少的趋势;另一方面水分胁迫时有机物分解大于合成,叶片可溶性糖又有增加来抵御水分胁迫的趋势。玉米叶片在水分胁迫下可溶性糖含量的增加有积极的意义,许多研究证实它与渗透调节有关。

2.2 水分胁迫对叶片游离脯氨酸累积的影响

表 3 结果表明,供试品种各处理时期随胁迫程度增强,叶片游离脯氨酸含量都明显成倍增加。在拔节期,轻度、中度和重度水分胁迫下丹玉 13 叶片游离脯氨酸含量分别是正常供水的 1.4 倍、1.8 倍和 15.1 倍;掖单 13 分别是正常供水的 1.2 倍、4.3 倍和 8.6 倍;沈单 10 分别是正常供水的 1.6 倍、2.2 倍和 10.6 倍。在孕穗期,三种胁迫处理丹玉 13 叶片游离脯氨酸含量分别是对照的 1.7 倍、3.6 倍和 9.8 倍;掖单 13 分别是对照的 1.8 倍、3.9 倍和 10.8 倍;沈单 10 分别是对照的 2.3 倍、4.3 倍和 12.0 倍。在抽雄期,丹玉 13 分别是对照的 4.2 倍、9.6 倍和 13.3 倍;掖单 13 分别是对照的 2.4 倍、11.8 倍和 20.9 倍;沈单 10 分别是对照的 1.9 倍、10.9 倍和 15.4 倍。水分胁迫条件下随胁迫强度的增强,叶片游离脯氨酸含量成倍增加,但不同抗旱性品种间的变化规律不明显。说明水分胁迫条件下叶片脯氨酸含量不宜作为品种抗旱性鉴定指标,但可作为水分胁迫的征兆作用。不排除脯氨酸的累积参与渗透调节、有利抗旱的作用。

表 3 水分胁迫下玉米叶片游离脯氨酸含量的变化

Table 3 Variation of leaf proline contents in maize at different rowth stage under water stress

μg/(g·FW)

品 种	处 理	拔节期	穗 期	抽雄期
Varieties	Treatments	Elongating	Booting	Tasseling
丹玉 13	CK	35.27	38.77	27.59
	L	50.92	64.07	117.20
	M	65.17	141.29	265.90
	S	533.54	380.46	368.00
掖单 13	CK	25.10	39.44	21.84
	L	29.33	70.29	53.15
	M	107.63	154.00	258.12
	S	214.90	424.15	455.87
沈单 10	CK	20.17	32.76	24.82
	L	33.00	72.69	47.96
	M	44.00	141.30	269.88
	S	214.53	394.45	383.00

3 讨 论

自 50 年代发现黑麦在干旱下游离脯氨酸大量积累以来,众多研究证实脯氨酸的累积是作物受旱的敏感征兆之一。目前,几乎所有的资料都证实水分胁迫下脯氨酸的成倍累积,但对于它和品种抗旱性的关系仍看法不一。一种看法是抗旱品种在干旱时积累多,可以作为抗旱鉴定的指标;另外的观点认为品种抗旱性与脯氨酸的累积没有相关关系,不宜作为抗旱鉴定指标。Bawa 和 Sen 指出,有些能很好适应水分胁迫的植物并不总是积累大量的脯氨酸。干旱下脯氨酸累积的生理意义也存在不同的观点。有的认为脯氨酸的累积是作物主动适应干旱的一种反应;多数认为脯氨酸是重要的渗透调节物质,可参与渗透调节;也有认为它对蛋白质具有一定的保护作用,认为脯氨酸可能在防止酶脱水方面有一定作用,可以作为各种酶的保护剂。干旱胁迫下,可溶性糖含量增加。在低温、干旱等逆境条件植株均表现为可溶性糖含量的提高,不仅在于可溶性糖参与细胞的渗透调节作用,更重要的原因可能在于许多可溶性碳水化合物是植物适应环境的信号物质。“糖信号”研究已经是植物学研究领域的一个热点,研究表明葡萄糖、果糖、蔗糖和低聚合度的果聚糖均可能是信号物质。

参考文献:

- [1] Bhaslalan S, Smith R H, Newton R J, et al. Physiological changes in cultured sorghum cell in response to induced water stress. I. Free proline[J]. *Plant Physiol*, 1985, 79: 266–269.
- [2] Gibson S I. Plant sugar-response pathway. Part of a complex regulatory web[J]. *Plant Physiol*, 2000, 124: 1532–1539.
- [3] Hanson A D, et al. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and its implications for breeding for drought resistance [J]. *Crop Sci.*, 1979, 19: 489–493.
- [4] Hsiao T H. Host plant adaptations among geographic populations of the Colorado potato beetle[J]. *Entomol. Exp. Appl.*, 1976, 24: 237–247.
- [5] Huang A H, Cavalieri A J. Proline Oxidase and water Stress-induced proline accumulation in spinach leaves[J]. *Plant Physiol*, 1979, 63(3):

531–535.

- [6] Kevitt J. Response of plant to Environmental stresses [M]. Academic Press: New York, b 1972.
- [7] Koch K E. Carbohydrate-modulated gene expression in plants[J]. *Ann. Rev. Plant Physiol and Plant Mol Bio.*, 1996, 47: 509–540.
- [8] Koch K E, Ying Z, Wu Y, Avigne W T. Multiple paths of sugar-sensing and a sugar/ oxygen overlap for genes of sucrose and ethanol metabolism[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2000, 51: 417–427.
- [9] Quick W P, Chaves M M, wendler R, David M. The effect of water stress on photosynthetic carbon metabolism in four species grown under field conditions[J]. *Plant Cell and Environment*, 1992, 15: 25–35.
- [10] Rensburg LV, Ktler GHJ, Kr ü er H. Proline accumulation as drought-tolerance selection criterion: its relationship to membrane integrity and chloroplast ultrastructure in *Nicotina tabacum* L[J]. *Plant Physiol*, 1993, 141: 188–194.
- [11] Sheen J, Zhou L, Jang J C. Sugar as signaling molecules[J]. *Curr Opin Plant Biol.*, 1999 ,2: 1001–1008.
- [12] Singh T N, Aspinall D, Paleg L G. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: a potential metabolic measure of drought resistance[J]. *Nat. New Biol.*, 1972, 12: 236(67): 188–90.
- [13] Stewart W. D. Algal metabolism and water pollution in the Tay region [J]. *Proc. Rsoc. Edinb. Biol.*, 1972, 71(2): 209–24.
- [14] Vassey T L, Sharkey T D. Mild water stress of *Phaseolus vulgaris* plants leads to reduced starch synthesis and extractable sucrose phosphate synthase activity[J]. *Plant Physiol*, 1989, 89: 1066–1070.
- [15] 王洪春. 植物抗性生理研究进展.《植物生理学通讯》编辑部主编,北京:科学出版社,1987.
- [16] 关义新,等.土壤干旱下玉米叶片游离脯氨酸的累积及其与抗旱性的关系[J]. *玉米科学*, 1996, 4(1): 43–45.
- [17] 黎 裕.植物的渗透调节与其它生理过程的关系及其在作物改良中的作用[J]. *植物生理学通讯*, 1994, 30(5): 377–385.
- [18] 王 畅,林秋萍,贡冬花.夏玉米的干旱适应性及其生理机制的研究[J]. *华北农学报*, 1990, 5(4): 54–60.
- [19] 张立军,戴俊英.渗透胁迫下玉米幼苗离体叶片膜透性变化机理的研究[J]. *沈阳农业大学学报*, 1996, 27(3): 207–210.
- [20] 张殿忠,汪沛洪,席连喜.干物质累积和脯氨酸累积的水势阈值与小麦抗旱性的关系[J]. *干旱地区农业研究*, 1990, 2: 66–71.
- [21] 张宪政,陈凤玉,王荣富主编.植物生理学实验技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994.
- [22] 邵艳军,山 仑,李广敏.干旱胁迫与复水条件下高粱、玉米苗期渗透调节及抗氧化比较研究[J]. *中国生态学报*, 2006, 14 (1): 68–70.

(责任编辑:李万良)