

康志钰, 王建军, 孔繁军, 等. 不同浓度聚乙二醇对玉米杂交种幼苗质量及保水性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2014, 35(4): 31-34.

不同浓度聚乙二醇对玉米杂交种幼苗质量及保水性的影响

康志钰¹, 王建军¹, 孔繁军², 邢吉敏², 吴 鹏²

(1 云南农业大学 农学与生物技术学院, 云南 昆明 650201; 2 中国种子集团有限公司, 北京 100045)

摘要:【目的】研究玉米苗期抗旱性.【方法】选取 7 个玉米杂交种,待种子吸胀后,用质量浓度分别为 0、100、150 和 200 g · L⁻¹ 的聚乙二醇(PEG)进行处理,模拟干旱,测定不同浓度 PEG 对玉米杂交种幼苗质量及保水性的影响.【结果和结论】PEG 浓度是影响玉米杂交种幼苗保水性及幼苗质量的主要因素.随着 PEG 浓度的提高,玉米杂交种的幼苗长度显著降低,但幼苗质量和保水性显著提高.在较高 PEG 浓度下,农单 5 号、长城 706 和会单 4 号具有较强的抗旱性,海禾 1 号、农单 5 号和长城 706 具有较高的幼苗质量,即农单 5 号和长城 706 对较高浓度 PEG 具有较高的耐受能力.考查植物抗旱性时,不仅需要考查幼苗外观长势,还需考查幼苗质量及保水性.

关键词:玉米杂交种; 聚乙二醇(PEG); 抗旱性; 幼苗质量; 保水性
中图分类号:S336 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-411X(2014)04-0031-04

Effects of different polyethylene glycol concentrations on seedling quality and water retention of maize hybrid

KANG Zhiyu¹, WANG Jianjun¹, KONG Fanjun², XING Jimin², WU Peng²

(1 College of Agronomy and Biotechnology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;
2 China National Seed Group Company, Ltd., Beijing 100045, China)

Abstract:【Objective】To study the drought resistance of maize during the seedling stage. 【Method】Seven maize hybrids were selected to test the effects of polyethylene glycol (PEG) concentrations on seedling quality and water retention of maize hybrid, with the PEG concentrations of 0 (CK), 100, 150 and 200 g · L⁻¹, under simulated drought condition, after the seeds imbibed. 【Result and conclusion】The results indicated that PEG concentration was the most important factor to affect seedling quality and water retention of maize hybrid. With the increase of PEG concentration, seedling length of maize hybrid reduced significantly, while seedling quality and water retention increased significantly. Nongdan No. 5, Changcheng 706 and Huidan No. 4 had strong drought resistance. Haihe No. 1, Nongdan No. 5 and Changcheng 706 had good seedling quality, so Nongdan No. 5 and Changcheng 706 had the resistance to high PEG concentration. To study the drought resistance of plant, not only the seedling appearance, but also the seedling quality and water retention should be examined.

Key words:maize hybrid; polyethylene glycol; drought resistance; seedling quality; water retention

世界上三分之一的耕地处于干旱或半干旱状态,其他耕地也常受到周期性或难以预期的干旱而降低产量^[1-2]. 我国是世界上最干旱的国家之一,干旱半干旱面积占国土面积的 52.5%^[3]. 云南四季不

分明,但干湿季明显. 干季(10 月中旬至次年 5 月中旬)缺水较为严重. 2010 年云南遭遇了百年一遇的全省性特大旱灾,干旱范围之广、时间之长、程度之深、损失之大,均为云南省历史少有. 自此,已连续 3 年出现持续严重旱情. 玉米不仅是高产作物、饲料作物、工业加工原料作物,更是我国粮食安全的重要战略物资^[4]. 近年来,由于种植业的调整,玉米种植面积逐年扩大,尤其是随着杂交玉米的推广应用,单产和总产显著提高,玉米在全国粮食生产中的地位显得愈加重要. 水分胁迫是玉米生长最普遍的限制因子,玉米播种季一般为 4 月初,此时正值云南旱情较为严重的季节,即玉米苗期正处于云南最干旱的季节,因此,研究玉米苗期抗旱性,具有十分重要的意义.

目前,用聚乙二醇(PEG)模拟干旱已普遍用于作物抗旱性研究^[5-21]. 本研究选用 7 个玉米杂交种进行发芽试验,第 3 天开始用不同浓度的 PEG-6000 处理模拟干旱,测定幼苗长度、相对含水量、幼苗平均鲜质量、幼苗平均干质量、单位苗长鲜质量、单位苗长干质量、相对生长量、相对干物质积累量,研究 PEG 浓度对玉米杂交种幼苗质量及保水性的影响,为选择具有较强苗期抗旱性的玉米杂交种提供理论依据.

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米 *Zea mays* L. 杂交种:长城 706、农单 5 号、会单 4 号、长城 799、北玉 16 号、海禾 1 号和路单 8 号,均由中国种子集团有限公司提供.

聚乙二醇(PEG):选用由国药集团化学试剂有限公司生产的 PEG-6000.

1.2 方法

发芽试验采用纸上发芽法. 取发芽盒 84 个(即每品种 12 个),每盒取种子 50 粒,整齐置于发芽盒中的吸水纸上,为减小 PEG 对种子萌发的影响,发芽试验开始时,每个发芽盒每天定量加水 10 mL. 试验进行到第 3 天时,将不同品种每 3 盒分为 1 组,改用质量浓度分别为 0 (CK)、100、150 和 200 g · L⁻¹ 的 PEG 溶液 10 mL 进行处理,每个处理 3 次重复,模拟干旱. 为了防止由于水分蒸发引起缺水或 PEG 浓度变化,在加水或加 PEG 溶液时均采取上午和下午各加 5 mL 的方法. 试验共进行 7 d.

发芽试验结束时,每个发芽盒测定 1 次幼苗的长度,计算平均值,作为该发芽盒幼苗平均长度. 然后仔细将幼苗从吸水纸上取下,冲洗残留吸水纸,用吸水纸吸干幼苗表面水分,立即称取鲜质量($m_{鲜}$),然后将幼苗浸入蒸馏水,室温下过夜吸水膨胀,再用吸水纸吸干幼苗表面水分,快速称量吸水后的最大

膨胀质量($m_{膨胀}$). 再将幼苗装入纸袋,80 ℃ 过夜烘干后,在干燥器中冷却至室温,称取干质量($m_{干}$),计算幼苗相对含水量、幼苗平均鲜质量、幼苗平均干质量、单位苗长鲜质量、单位苗长干质量、相对生长量、相对干物质积累量,以研究玉米杂交种的幼苗质量及保水性.

$$\text{幼苗相对含水量} = \frac{m_{鲜} - m_{干}}{m_{膨胀} - m_{干}} \times 100\%,$$
$$\text{幼苗平均鲜质量} = \frac{m_{鲜}}{\text{发芽种子总数}},$$
$$\text{幼苗平均干质量} = \frac{m_{干}}{\text{发芽种子总数}},$$
$$\text{单位苗长鲜质量} = \frac{\text{幼苗平均鲜质量}}{\text{幼苗平均长度}},$$
$$\text{单位苗长干质量} = \frac{\text{幼苗平均干质量}}{\text{幼苗平均长度}},$$
$$\text{相对生长量} = \frac{\text{干旱处理下幼苗平均鲜质量}}{\text{对照幼苗平均鲜质量}},$$
$$\text{相对干物质积累量} = \frac{\text{干旱处理下幼苗平均干质量}}{\text{对照幼苗平均干质量}}.$$

1.3 数据分析

数据采用 SPSS 17.0 统计软件,分别对玉米材料的各发芽特性进行方差分析和多重比较(LSD 法)分析.

2 结果与分析

2.1 不同处理的玉米杂交种幼苗质量及保水性方差分析

表 1 列出了不同浓度 PEG 处理后玉米杂交种幼苗品质及保水性方差分析结果. 从表 1 可见,不同杂交种间的苗长达到极显著差异,相对含水量达到显著差异,其他指标均无显著性差异;不同浓度 PEG 间所有指标均达到极显著差异;玉米杂交种和 PEG 浓度间互作,只有苗长达到极显著差异,其他指标均无显著性差异. 说明影响玉米杂交种幼苗品质及保水性的因素主要是 PEG 浓度.

2.2 不同浓度 PEG 对玉米杂交种幼苗品质及保水性的影响

表 2 是不同浓度 PEG 间玉米杂交种幼苗质量及保水性的多重比较结果. 由表 2 可知,对照处理幼苗的苗长极显著高于 150 和 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗,与 100 g · L⁻¹ 处理的幼苗苗长差异不显著, 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗极显著短于对照以及 100、150 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗,仅占对照处理幼苗苗长的 28.6%,占 100、150 g · L⁻¹ 处理幼苗苗长平均值的 36.9%,说明 200 g · L⁻¹ PEG 可以极显著降低幼

苗长度. 对照和 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗相对含水量均极显著高于 100、150 g · L⁻¹ 处理, 对照处理的幼苗相对含水量又显著高于 200 g · L⁻¹ PEG 处理, 说明在干旱处理下, 随着 PEG 浓度的提高, 幼苗相对含水量逐渐提高, 即保水能力逐渐提高. 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗平均鲜质量和幼苗相对生长量均极显著高于 100、150 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗,

而与对照处理无显著差异; 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗平均干质量和相对干物质积累量也极显著高于对照和 150 g · L⁻¹ PEG 处理, 而与 100 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗无显著差异; 200 g · L⁻¹ PEG 处理的幼苗单位苗长鲜质量和单位苗长干质量均极显著高于其他处理. 上述结果表明, 较高浓度的 PEG 可以提高幼苗品质.

表 1 玉米杂交种幼苗质量及保水性方差分析 *F* 值¹⁾
Tab. 1 *F* values of variance analysis of seedling quality and water retention of maize hybrids

变异来源	苗长	相对含水量	平均鲜质量	平均干质量	单位苗长鲜质量	单位苗长干质量	相对生长量	相对干物质积累量
品种	11. 240 **	2. 995 *	1. 794	2. 098	0. 738	0. 841	1. 026	1. 86
PEG 浓度	117. 448 **	29. 708 **	6. 505 **	4. 936 **	18. 104 **	13. 897 **	5. 207 **	4. 774 **
品种 × PEG 浓度	3. 942 **	1. 242	0. 795	0. 843	0. 557	0. 461	0. 713	0. 851

1) “*”和“**”分别表示 0.05 和 0.01 显著水平.

表 2 PEG 浓度对玉米杂交种幼苗质量及保水性的影响¹⁾
Tab. 2 Effects of PEG concentrations on seedling quality and water retention of maize hybrids

$\rho(\text{PEG})/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	苗长/cm	相对含水量/%	平均鲜质量/g	平均干质量/g	单位苗长鲜质量/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-1})$	单位苗长干质量/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-1})$	相对生长量	相对干物质积累量
0 (CK)	8. 71aA	84. 95aA	1. 13abAB	0. 21cB	0. 13bB	0. 02bB	1. 00abAB	1. 00cB
100	8. 10aA	59. 00cB	0. 84bcB	0. 40abAB	0. 11bB	0. 05bB	0. 76bcB	1. 96abAB
150	7. 09bB	62. 42cB	0. 68cB	0. 25bcB	0. 10bB	0. 04bB	0. 61cB	1. 22bcB
200	2. 77cC	77. 84bA	1. 37aA	0. 50aA	0. 80aA	0. 31aA	1. 25aA	2. 41aA

1) 同列数据后凡是有一个相同小写、大写字母者, 分别表示在 0.05 和 0.01 水平差异不显著 (LSD 法).

2.3 不同玉米杂交种间幼苗品质和保水性的差异
不同玉米杂交种间幼苗品质及保水性的差异见表 3. 由表 3 可知, 会单 4 号、长城 799、农单 5 号、北玉 16 号和长城 706 的苗长极显著高于路单 8 号. 农单 5 号、会单 4 号、长城 706、海禾 1 号和北玉 16 号的幼苗相对含水量显著高于路单 8 号, 而会单 4 号、长城 706、海禾 1 号、北玉 16 号与长城 799 的幼苗相

对含水量无显著性差异. 路单 8 号的幼苗相对含水量显著低于其他品种. 会单 4 号的幼苗平均鲜质量和平均干质量均显著低于北玉 16 号和海禾 1 号, 与其他品种差异不显著. 单位苗长鲜质量、单位苗长干质量和幼苗相对生长量在各品种间无显著性差异. 海禾 1 号的幼苗相对干物质积累量显著高于会单 4 号和长城 799, 而与其他 4 个品种无显著性差异.

表 3 不同玉米杂交种间幼苗质量及保水性的差异¹⁾
Tab. 3 Differences among maize hybrids on seedling quality and water retention

品种	苗长/cm	相对含水量/%	平均鲜质量/g	平均干质量/g	单位苗长鲜质量/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-1})$	单位苗长干质量/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-1})$	相对生长量	相对干物质积累量
北玉 16 号	6. 54bcdBC	71. 01abAB	1. 15abA	0. 46aAB	0. 25aA	0. 12aA	1. 16aA	2. 12abA
海禾 1 号	5. 94deCD	73. 42abAB	1. 26aA	0. 51aA	0. 34aA	0. 15aA	1. 12aA	2. 40aA
会单 4 号	8. 14aA	74. 17abAB	0. 71bA	0. 17bB	0. 10aA	0. 02aA	0. 75aA	1. 11bA
路单 8 号	4. 86eD	61. 90cB	0. 79abA	0. 37abAB	0. 31aA	0. 16aA	0. 85aA	2. 07abA
农单 5 号	7. 33abcAB	77. 06aA	1. 21abA	0. 30abAB	0. 37aA	0. 10aA	0. 84aA	1. 25abA
长城 706	6. 35cdBC	73. 38abAB	1. 00abA	0. 30abAB	0. 32aA	0. 10aA	0. 85aA	1. 48abA
长城 799	7. 51abAB	66. 44bcAB	0. 92abA	0. 27abAB	0. 31aA	0. 12aA	0. 77aA	1. 10bA

1) 同列数据后凡是有一个相同小写、大写字母者, 分别表示在 0.05 和 0.01 水平差异不显著 (LSD 法).

3 结论

研究表明,PEG 浓度是影响玉米杂交种幼苗保水性及幼苗品质的主要因素.随着 PEG 浓度的提高,玉米杂交种的幼苗长度显著降低,但幼苗质量和保水性显著提高.PEG 浓度较高时,长城 799、农单 5 号、会单 4 号和长城 706 的幼苗长度相对较长,农单 5 号、长城 706、会单 4 号、海禾 1 号和北玉 16 号具有较强的保水性,海禾 1 号、北玉 16 号、农单 5 号、长城 706 和长城 799 的幼苗平均鲜质量较高,海禾 1 号、北玉 16 号、路单 8 号、农单 5 号、长城 706 和长城 799 具有较高的幼苗平均干质量,农单 5 号、海禾 1 号、长城 799、长城 706、路单 8 号和北玉 16 号具有较高的单位苗长鲜质量,路单 8 号、海禾 1 号、长城 799、长城 706、农单 5 号和北玉 16 号的单位苗长干质量较高,海禾 1 号、北玉 16 号、农单 5 号和长城 706 的幼苗相对生长量较高,海禾 1 号、北玉 16 号、长城 706、农单 5 号和路单 8 号的幼苗相对干物质积累量较高.从较高 PEG 浓度的幼苗长度和保水性来看,农单 5 号、长城 706 和会单 4 号具有较强的抗旱性;而从幼苗平均鲜质量、平均干质量、单位苗长鲜质量、单位苗长干质量、相对生长量、相对干物质积累量来看,海禾 1 号、农单 5 号和长城 706 具有较高的幼苗质量,即农单 5 号和长城 706 对较高浓度 PEG 具有较高的耐受能力.

本研究不仅沿用了幼苗长度、相对含水量等能直接衡量植物抗旱性的指标,还引入了幼苗平均鲜质量、平均干质量、单位苗长鲜质量、单位苗长干质量、相对生长量、相对干物质积累量等代表幼苗质量的指标.因此,考查植物抗旱性时,不仅需要考查幼苗外观长势,还需考查保水性及幼苗品质.

参考文献:

- [1] 张鹤山,陈明新,王凤,等. 18 个紫花苜蓿品种苗期抗旱性综合评价[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 168-171.
- [2] 段志龙,王长军. 作物抗旱性鉴定指标及方法[J]. 中国种业, 2010(9): 19-22.
- [3] 胡跃高,韩建国,曾昭海. 当前我国苜蓿产业形势与建设任务[J]. 北京农业, 2000(增刊): 2-5.
- [4] 孙世贤. 2003 年国家玉米品种区试考察报告[J]. 种子世界, 2004(5): 56-57.
- [5] 王玉萍,刘庆昌,李爱贤,等. 甘薯耐旱突变体的离体筛选与鉴定[J]. 中国农业科学, 2003, 36(9): 1000-1005.
- [6] 朱教君,李智辉,康宏樟,等. 聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J]. 应用生态学报, <http://xuebao.scau.edu.cn>

2005, 16(5): 801-804.

- [7] 宋丽华,刘雯雯,陈淑芬. PEG 处理对臭椿种子萌发的影响[J]. 农业科学研究, 2005, 26(4): 25-29.
- [8] 李源,师尚礼,王赞,等. 干旱胁迫下鸭茅苗期抗旱性生理研究[J]. 中国草地学报, 2007, 29(2): 35-40.
- [9] CARUSO A, CHEFDOR F, CARPIN S, et al. Physiological characterization and identification of genes differentially expressed in response to drought induced by PEG 6000 in *Populus canadensis* leaves[J]. J Plant Physiol, 2008, 165(9): 932-941.
- [10] FARSIANI A, GHOBADI M E. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stages[J]. World Acad of Sci, Eng Technol, 2009, 57: 382-385.
- [11] 陈郡雯,吴卫,郑有良,等. 聚乙二醇(PEG-6000)模拟干旱条件下白芷苗期抗旱性研究[J]. 中国中药杂志, 2010, 35(2): 149-153.
- [12] GHOLAMIN R, KHAYATNEZHAD M. Effects of polyethylene glycol and NaCl stress on two cultivars of wheat (*Triticum durum*) at germination and early seeding stages [J]. Am-Eur J Agric & Environ Sci, 2010, 9(1): 86-90.
- [13] 胡卉芳,王照兰,杜建材,等. PEG 胁迫下不同品系扁蓿豆种子的萌发特性[J]. 草原与草坪, 2010, 30(3): 74-77.
- [14] 荣秀连,王波,刘刊,等. PEG-6000 模拟干旱胁迫对冷季型草坪种子萌发特性影响[J]. 北方园艺, 2010(8): 80-82.
- [15] 张晨妮,周青平,颜红波,等. PEG 对老芒麦种质材料萌发期抗旱性影响的研究[J]. 种子, 2010, 29(1): 37-40.
- [16] KHODARAHMPOUR Z. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids [J]. Afric J Biotechnol, 2011, 10(79): 18222-18227.
- [17] 孟健男,于晶,苍晶,等. PEG 胁迫对两种冬小麦苗期抗旱生理特性的影响[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(1): 40-44.
- [18] 李向东,范翠丽,曹熙敏. PEG 模拟干旱条件下 4 个玉米品种的苗期抗旱性研究[J]. 现代农业科技, 2011(1): 71-72.
- [19] 张丽,祝利海. PEG 引发对农大 108 玉米种子萌发及活力的影响[J]. 种子科技, 2011(7): 24-25.
- [20] 蒋花,王占红,张小燕. PEG 渗透胁迫下 3 份大麦材料幼苗叶片抗旱生理特性分析[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(5): 100-105.
- [21] 姚有华,谢德庆,叶景秀. PEG 胁迫下不同抗旱性春小麦品种的理化性质比较[J]. 广东农业科学, 2012, 39(1): 25-26.

【责任编辑 周志红】