

聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄种子 萌发和幼苗生长的影响

吕彪^{1,2}, 许耀照^{1,2}, 王治江^{1,2}, 范艳玲¹, 郁映君¹

(1. 河西学院农学系, 甘肃 张掖 734000; 2. 西部资源环境化学重点实验室, 河西绿洲农业研究所, 甘肃 张掖 734000)

摘 要: 以番茄幼苗为材料, 研究了 50 mg/g 的赤霉素(GA₃)和清水浸种后用不同浓度的聚乙二醇(0、40、80、120 mg/g)胁迫对番茄种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明: 40 mg/g 的聚乙二醇胁迫对番茄种子的萌发率、发芽指数、幼苗株高、根长有促进作用, 120 mg/g 的聚乙二醇明显抑制种子的萌发率、发芽指数、幼苗株高、根长; 不同浓度的聚乙二醇胁迫明显降低了幼苗的叶绿素含量。用 50 mg/g GA₃ 浸种后明显增加聚乙二醇胁迫下番茄种子的萌发率、发芽指数、幼苗株高、根长和叶绿素含量。用 50 mg/g GA₃ 浸种对番茄幼苗的生长有一定的促进作用。

关键词: 聚乙二醇; 赤霉素; 番茄; 萌发; 幼苗生长; 叶绿素

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)04-0136-04

干旱对农作物造成的损失在所有非生物胁迫中居首位, 是一种世界性的重大农业灾害^[1]。在北方地区, 尤其是干旱半干旱地区, 尽管有大量土地, 但是水分往往成了农业生产的主要限制因子^[2], 因而采用不同措施提高作物抗旱性, 是旱地作物栽培研究的主题之一。外源激素法已成为阐明种子休眠和萌发的激素调控机理^[3]、调节幼苗生长^[4]等方面研究的重要手段。赤霉素(GA₃)作为一种高效的植物激素, 影响着高等植物生长的各个阶段, 如种子萌发, 茎的伸长, 花的诱导和发育, 种子和果实的生长^[5]。目前在蔬菜、果树等作物生产上应用较多, 具有延缓作物衰老、保鲜、促进植物生长发育、提早成熟增加产量、改进品质, 打破休眠和促进发芽的作用^[6,7]。已有赤霉素浸种或喷施处理对作物生长影响的报道^[8,9], 但赤霉素缓解干旱胁迫对作物生长影响的研究较少。本试验以 50 mg/g 的赤霉素浸种番茄种子, 通过对聚乙二醇(Polyethylene glycol, PEG₆₀₀₀)胁迫下番茄种子萌发及幼苗生长指标的探讨, 以期番茄的早期生长抗旱机理提供依据。

1 材料与方法

供试材料为张掖地区的主栽番茄品种“合作 908”, 果实粉红色, 无限生长型。供试药剂为 4% 赤霉素乳油(江西核工业瑞丰生化有限责任公司生产)。

试验采用完全随机设计, 试验因素设药剂(A)

和聚乙二醇(PEG₆₀₀₀)浓度(B)两个试验因素, 其中 A 因素设对照清水(CK)和赤霉素(GA₃, 50 mg/g)2 个处理, B 因素用不同浓度的 PEG₆₀₀₀溶液(0、40、80、120 mg/g, 其溶液渗透势分别为 0 MPa, -0.03 MPa, -0.10 MPa, -0.20 MPa)^[10]模拟水分胁迫, 共 8 个处理组合, 重复 3 次。

试验在人工培养箱中进行, 种子经 70% 的酒精消毒 10 min, 再分别置于 50 mg/g 的赤霉素溶液或清水中浸种 8 h 后用蒸馏水冲洗 3 次, 挑选籽粒饱满, 大小一致的种子播于铺有两层滤纸的发芽盒内, 分别加入不同浓度的 PEG₆₀₀₀溶液(0、40、80、120 mg/g)各 10 mL, 每发芽盒 30 粒种子, 于 26℃ 的人工气候箱内发芽。每天补充 5 mL 的蒸馏水, 以保持渗透势不变。培养 15 d 后开始测定幼苗的各项指标。

种子萌发率的测定: 从种子露白开始记数, 直至发芽完全结束。发芽指数的计算: $GI = \sum(G_t/D_t)$ (G_t 为第 t 天的发芽数, D_t 为相应的发芽日数)。幼苗株高、根长用游标卡尺测定。幼苗叶片叶绿素含量的测定采用乙醇和丙酮(V/V = 1:1)浸提^[11]。

文中图表数据处理用 Excel 软件和 DPS 软件。

2 结果与分析

2.1 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄种子发芽率的影响

从图 1 可以看出, 萌发初期(3~5 d)低浓度的 PEG₆₀₀₀对 GA₃ 浸种番茄种子发芽率表现出促进作

收稿日期: 2008-10-30

基金项目: 中国科学院兰州化学物理研究所资助; 西部资源环境化学重点实验室面上项目(XZ0607)

作者简介: 吕彪(1964—), 男, 甘肃张掖人, 副教授, 主要从事土壤生态、土壤改良与植物营养方面的教学、研究工作。E-mail: lybiao@hxu.edu.cn.

用。PEG₆₀₀₀浓度为 40 mg/g 处理的 GA₃ 浸种番茄种子发芽率高于对照,为 77.0%,比对照高 5.2%。当 PEG₆₀₀₀浓度超过 80 mg/g 时,GA₃ 浸种番茄种子发芽率受到明显抑制,120 mg/g 时仅为 30.0%。5 d 后,GA₃ 浸种番茄种子萌发缓慢增加,到第 9 天时,种子萌发基本结束。40 mg/g 处理的发芽率达到 100%。120 mg/g 处理发芽率仅为 70.0%。在 0~120 mg/g 浓度范围内,PEG₆₀₀₀浓度与 GA₃ 浸种番茄种子发芽率呈负相关($y = -0.2175x + 76.729, r = -0.7569$)。说明低浓度的 PEG₆₀₀₀胁迫促进番茄种子的萌发,高浓度的 PEG₆₀₀₀胁迫则抑制番茄种子的萌发。

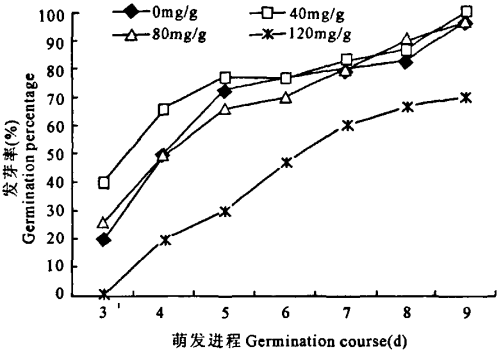


图 1 不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下 GA₃ 浸种的番茄种子萌发进程
Fig.1 Germination course of PEG₆₀₀₀ treatment on tomato seeds soaking with GA₃

2.2 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄种子发芽指数的影响

从图 2 可以看出,在不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下,经 GA₃ 浸种番茄种子的发芽指数明显高于清水浸种处理,低浓度的 PEG₆₀₀₀处理下 GA₃ 浸种对番茄种子发芽指数表现出促进作用。PEG₆₀₀₀浓度为 40 mg/g 处理的 GA₃ 浸种番茄种子发芽指数为 30.7,而清水浸种的发芽指数为 29.1;当 PEG₆₀₀₀浓度超过 80 mg/g 时,GA₃ 浸种和清水浸种的番茄种子发芽指数受到抑制,120 mg/g 时,GA₃ 浸种的番茄种子发芽指数仅为 15.8;清水浸种的番茄种子发芽指数为 15.2。在 0~120 mg/g 浓度范围内,PEG₆₀₀₀浓度与 GA₃ 浸种和清水浸种番茄种子发芽指数呈负相关($y_{赤霉素} = -0.1064x + 31.92, r = -0.8224$; $y_{清水} = -0.1070x + 30.37, r = -0.8841$)。这说明 50 mg/g 赤霉素浸种可以提高番茄种子发芽指数,低浓度的 PEG₆₀₀₀胁迫促进番茄种子的萌发,高浓度的 PEG₆₀₀₀胁迫则抑制番茄种子的萌发,这与王若英等^[11]的研究结果一致,经赤霉素处理后其发芽指数显著高于对照。

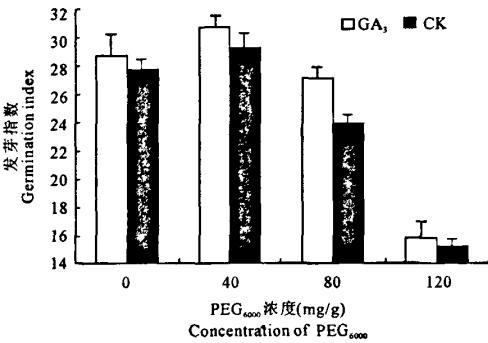


图 2 不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下 GA₃ 浸种的番茄种子发芽指数
Fig.2 Germination index of PEG₆₀₀₀ treatment on tomato seeds soaking with GA₃

2.3 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄幼苗生长的影响

从表 1 可以看出,在不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下,经 GA₃ 浸种番茄幼苗的根长、株高明显高于清水浸种的幼苗。PEG₆₀₀₀浓度为 40 mg/g 时,GA₃ 浸种番茄幼苗的根长、株高比清水浸种增幅分别为 5.2 cm、0.2 cm;PEG₆₀₀₀浓度为 80 mg/g 时,GA₃ 浸种番茄幼苗的根长、株高比清水浸种增幅分别为 4.0 cm、0.2 cm;PEG₆₀₀₀浓度为 120 mg/g 时,GA₃ 浸种番茄幼苗的根长、株高比清水浸种增幅分别为 2.1 cm、0.6 cm;说明低浓度的 PEG₆₀₀₀胁迫对 GA₃ 浸种番茄幼苗的根长、株高表现出促进作用,而 PEG₆₀₀₀胁迫浓度大于 80 mg/g,则明显抑制幼苗生长。

表 1 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄幼苗生长的影响
Table 1 Effects of PEG₆₀₀₀ treatment on tomato seedlings growth on seeds soaking with GA₃

PEG ₆₀₀₀ 浓度 Concentration of PEG ₆₀₀₀ (mg/g)	根长 Root length(cm)		株高 Plant height(cm)	
	CK	GA ₃	CK	GA ₃
0	6.0 cB	9.5 cC	2.1 bA	2.2 bB
40	9.9 aA	15.1 aA	2.4 aA	2.6 aA
80	10.0 aA	14.0 bB	1.6 cB	1.8 dC
120	7.4 bB	9.5 cC	1.4 dB	2.0 cBC

注:表中数据为三次重复的平均值;同列小写和大写字母分别表示处理间在 5% 和 1% 时的差异显著水平(Duncan, s 检验),下同。

Note: The data in the table is three redundant mean values; in the same row small letter and capital letter mean significant differences at 5% and 1% level respectively with Duncan, s test, and they are the same in the following table.

在同一 PEG₆₀₀₀胁迫浓度下,用 GA₃ 处理明显促进番茄幼苗的生长,如 PEG₆₀₀₀胁迫浓度为 40 mg/g 时,GA₃ 浸种幼苗根长、株高较清水增加了 52.5%, 8.3%。用赤霉素浸种的幼苗根长、株高均高于清水

浸种,说明赤霉素可促进胚轴、根系和株高的生长。

2.4 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄幼苗叶绿素含量的影响

从表 2 可以看出,在不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下,经 GA₃ 浸种番茄幼苗叶片叶绿素含量明显高于清水浸种的幼苗叶片叶绿素含量,随着 PEG₆₀₀₀胁迫浓度的增大,叶绿素含量显著降低。PEG₆₀₀₀浓度为 40 mg/g 处理的 GA₃ 浸种番茄幼苗叶片叶绿素含量较 PEG₆₀₀₀浓度为 0 mg/g 时降低幅度不大,Chla + Chlb 降低了 5%,Chla/Chlb 的比值降低 8.7%;PEG₆₀₀₀浓度为 120 mg/g 处理的 GA₃ 浸种番茄幼苗叶片叶绿素含量较 PEG₆₀₀₀浓度为 0 mg/g 时显著降低,Chla + Chlb 降低了 40.0%,Chla/Chlb 比值降低 13.3%;清

水浸种的幼苗叶片叶绿素含量的降幅明显大于 GA₃ 浸种的叶绿素含量。说明 PEG₆₀₀₀胁迫对幼苗的叶绿素含量有显著的抑制作用,用 GA₃ 浸种可以缓解 PEG₆₀₀₀胁迫对幼苗叶绿素的破坏作用。

从表 2 可看出,在同一 PEG₆₀₀₀胁迫浓度下,用 GA₃ 处理明显增加番茄幼苗叶绿素的含量。当 PEG₆₀₀₀胁迫浓度为 40 mg/g 时,清水浸种的幼苗 Chla、Chlb、Chla + Chlb 含量依次为 0.40 mg/g, 0.35 mg/g, 0.75 mg/g, Chla/Chlb 比值为 1.23,而 GA₃ 浸种的幼苗 Chla、Chlb、Chla + Chlb 含量和 Chla/Chlb 比值较清水 (CK) 依次增加了 37.5%, 14.3%, 26.7%, 11.4%。这说明用赤霉素浸种可以促进作物幼苗叶片中叶绿素的含量,为作物提高光合作用奠定基础。

表 2 聚乙二醇胁迫下赤霉素浸种对番茄幼苗叶绿素含量的影响 (FW mg/g)

Table 2 Effects of PEG₆₀₀₀ treatment on tomato seedlings Chl contents on seeds soaking with GA₃

PEG ₆₀₀₀ 浓度 Concentration of PEG ₆₀₀₀ (mg/g)	Chla		Chlb		Chla + Chlb		Chla/Chlb	
	CK	GA ₃	CK	GA ₃	CK	GA ₃	CK	GA ₃
0	0.54 aA	0.60 aA	0.40 aA	0.40 aA	0.94 aA	1.00 aA	1.38 aA	1.50 aA
40	0.40 bB	0.55 bB	0.35 bB	0.40 aA	0.75 bB	0.95 bB	1.23 bB	1.37 bB
80	0.33 cC	0.45 cC	0.27 cC	0.31 bB	0.60 cC	0.76 cC	1.22 bB	1.29 cC
120	0.20 dD	0.34 dD	0.18 dD	0.26 cC	0.38 dD	0.60 dD	1.10 cC	1.30 cC

3 讨 论

本研究表明,在 PEG₆₀₀₀胁迫条件下,番茄种子的萌发及各项生长指标均受到不同程度的影响,表现出在轻度 PEG₆₀₀₀胁迫条件下,番茄种子的萌发率有增加的趋势,但高浓度 PEG₆₀₀₀胁迫对种子萌发有抑制作用。当 PEG₆₀₀₀胁迫浓度小于 40 mg/g 时,番茄幼苗以增加根长的方式来扩大根系以获取更多的水分,当 PEG₆₀₀₀胁迫大于 80 mg/g 时,幼苗株高随胁迫浓度的增加而降低,根长却随胁迫浓度的增加而增加,经 50 mg/g 赤霉素浸种后对不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下对番茄幼苗生长特性的影响具有一定的缓解作用。

叶绿素是逆境胁迫的重要生理指标之一,在不同浓度 PEG₆₀₀₀胁迫下,番茄幼苗叶绿素含量降低,Chla/Chlb 比值也下降,经 50 mg/g 赤霉素浸种对 PEG₆₀₀₀胁迫对幼苗叶绿素的破坏作用有抑制作用。已有研究表明,水分胁迫使植物体内活性氧大量积累^[13,14],植物细胞内活性氧的产生与清除的不平衡,能启动膜脂过氧化作用,破坏植物细胞膜结构。

PEG₆₀₀₀是一种高分子渗压剂,其突出的优点是作为高分子化合物不能渗入种子活细胞内,但可参

与细胞内许多生理代谢过程;赤霉素在调控植物生长发育中起着重要作用,它可以解除种子的休眠,促进基因表达,增加植物内部水解酶的合成,并对完整性受到破坏的细胞膜进行一定程度的修复。PEG₆₀₀₀胁迫对番茄幼苗叶绿素的破坏作用与植物体内活性氧的抑制作用,赤霉素浸种对 PEG₆₀₀₀胁迫下对植物体内活性氧有保护作用需进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] 李得孝,崔黎艳,陈耀峰.渗透胁迫对玉米幼苗叶片叶绿素含量及 POD 活性的影响[J].干旱地区农业研究,2007,25(1):140—143.
- [2] 顾继光,周启星.磁处理土壤对油菜抗旱性影响及其机理研究[J].应用基础与工程科学学报,2003,11(1):26—31.
- [3] Duan C R, Wang B C, Liu W Q, et al. Effect of chemical and physical factors to improve the germination rate of *Echinacea Angustifolia* seeds[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerface, 2004, 37: 101—105.
- [4] Shani E, Yanai O, Ori N. The role of hormones in shoot apical meristem function[J]. Current Opinion in Plant Biology, 2006, 9: 484—489.
- [5] 王金祥,李 玲,潘瑞炽.高等植物中赤霉素的生物合成及其调控[J].植物生理学通讯,2002,38(1):1—8.
- [6] 郭华春,沙本才,余 杨.赤霉素打破种薯休眠对马铃薯生长及产量的影响[J].中国马铃薯,2003,17(6):336—337.

- [7] 王瑜,杨春山.赤霉素对露地草莓产量及品质的影响[J].北京农学院学报,1994,9(1):33—37.
- [8] 陈金桂,张玉宗.赤霉素和脱落酸对谷子黄化幼苗中胚轴伸长生长的调节[J].南京农业大学学报,1997,20(1):13—17.
- [9] Paroussi G, Voyiatzis D G, Paroussis E, et al. Growth, flowering and yield responses to GA₃ of straw berry grown under different environmental condition[J]. scientia, horticulturae, 2002, 96: 103—113.
- [10] Michel B E, Kaufmann M R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000[J]. Plant physiology, 1973, 51: 914—916.
- [11] 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,2000:134—138.
- [12] 王如英,陈洪伟,胡景和.西瓜种子发芽规律的探讨[J].中国西瓜甜瓜,1988,(1):37—41.
- [13] 蒋明义,杨文英,徐江,等.渗透胁迫下水稻幼苗中叶绿素降解的活性氧损伤作用[J].植物学报,1994,36:289—295.
- [14] 林植芳,李双顺,林桂珠,等.水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J].植物学报,1984,26(6):605—615.

Effect of polyethylene glyco stress on seedling growth and seed germination of tomato with gibberellin soaking

LU Biao^{1,2}, XU Yao-zhao^{1,2}, WANG Zhi-jiang^{1,2}, FAN Yan-ling¹, YU Ying-jun¹

(1. Department of Agronomy, Hexi University, Zhangye, Gansu 734000, China;

2. Key Laboratory of Resources and Environment Chemistry of West China, Institute of Hexi Oasis Agriculture, Zhangye, Gansu 734000, China)

Abstract: The tomato seedlings were used as experimental materials, and the effects of seed soaking with Gibberellic Acid (GA₃) with the concentration of 50 mg/g and tap water with the different concentrations polyethylene glycol (0, 40, 80, 120 mg/g) stress on the germination and seedling growth of tomato were investigated. The result showed that polyethylene glycol with the concentration of 40 mg/g increased tomato seed's germination rate, germination index, seedling height and root length, while polyethylene glycol with the concentration of 120 mg/g decreased obviously tomato seed's germination rate, germination index, seedling height and root length. Different concentration's polyethylene glycol decreased obviously the seedling chlorophyll content. Soaking seeds with GA₃ with the concentration of 50 mg/g increased obviously tomato seed's germination rate, germination index, seedling height, root length and chlorophyll content under polyethylene glycol stress. So soaking seeds with 50 mg/g GA₃ promotes tomato seedling's growth.

Key words: polyethylene glycol; gibberelin acid; tomato; germination; seedling growth; chlorophyll