

## 水分胁迫对棉花种子萌发的影响

王延琴, 杨伟华, 许红霞, 周大云, 冯新爱, 匡猛

(中国农业科学院棉花研究所, 河南 安阳 455000)

**摘要:**采用不同浓度的 PEG (聚乙二醇 6000) 溶液模拟土壤自然水势, 对棉花种子萌发进行人工水分胁迫试验。结果表明, 随着水势的下降, 发芽率、发芽速度、发芽指数、苗高、根长、根茎比、幼苗干、鲜重等都出现不同程度的降低。发芽率和根茎比的降低在轻度水分胁迫(10%) 下不明显, 随 PEG 浓度上升到 15% 以上时, 上述指标均受到强烈抑制。

**关键词:**棉花种子; 水分胁迫; 发芽率; 发芽速度; 发芽指数; 根茎比

中图分类号: S562.032 文献标识码: A

文章编号: 1002-7807(2009)01-0073-04

### Effect of Water Stress on Germination of Cotton Seeds

WANG Yan-qin, YANG Wei-hua, XU Hong-xia, ZHOU Da-yun, FENG Xin-ai, KUANG Meng

(Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000, China)

**Abstract:** The effect of water stress on germination of cotton seeds was studied, while different treatments were simulated as different concentrations of polyethylene glycol (PEG). The result showed that as water potential decreased, germination percentage, speed of germination, germination index, vigor index, sprout length, roots length, R/S (ratio of root to shoot), fresh and dry weight of plant decreased in different extent. The decreasing extent of percentage germination and R/S were not distinct in lower stress. However, all of the indexes were restrained intensely while concentrations of PEG exceed 15%.

**Key words:** cotton seed; water stress; germination percentage; speed of germination; germination index; root/shoot

近年来, 水资源缺乏已成为农业生产的严重障碍。据统计, 世界上约有三分之一的可耕地处于供水不足状态, 而棉田面积又多分布于盐碱干旱地区。因此, 每年均有大量棉田因缺水导致出苗困难, 甚至不出苗, 造成重播或改种其它作物。本研究利用高分子渗透剂聚乙二醇(PEG), 配制成预定的水势溶液, 模拟土壤的自然水势。PEG 处理对种子萌发的水分胁迫, 实质是限制水分进入种子的速率<sup>[1]</sup>, 控制种子的吸水速率<sup>[2]</sup>。

### 1 材料和方法

#### 1.1 实验材料

以农业部棉花品质监督检验测试中心提供的中棉所 41 包衣种子为供试材料。水分胁迫条件

由不同浓度的聚乙二醇(PEG6000)溶液构成。

#### 1.2 实验方法

设 5 个处理, 3 次重复。相应的水分胁迫条件由不同浓度的聚乙二醇溶液构成。其浓度梯度分别为: 10%、15%、20%、25%、30%, 与之对应的水势约分别为: -0.2 MPa、-0.4 MPa、-0.6 MPa、-0.8 MPa、-1.2 MPa, 用蒸馏水作对照。各取 50 粒经过挑选的子粒饱满的种子, 采用砂床法, 按照 GB/T3543.1~3543.7-1995《农作物种子检验规程》测定种子发芽率。当 3 个重复中有一颗幼苗子叶平展时, 记为该种子的发芽始期, 以后每天记录发芽种子数, 第 12 天作为发芽结束期。结束期测量胚根和胚轴长, 洗净用吸水纸擦干后称鲜重, 自然风干后称干重。

### 1.3 计算方法

根据实验记录数据,计算发芽率、发芽速度、发芽指数。

$$\text{发芽速度 } Gv = \sum(Gt \times Dt) / \sum Gt$$

$$\text{发芽指数 } GI = \sum(Gt/Dt)$$

式中:Gt为与Dt相对应的不同时间(第t天)的发芽数,Dt为相应的发芽天数。

## 2 结果与分析

### 2.1 水分胁迫对发芽率的影响

实验结果表明(表1),棉花种子在不同水分胁迫下的发芽率总体呈下降趋势。在轻度水分胁迫(-0.2 MPa)下发芽率与对照相比仅下降7.2%,二者差异未达显著水平。随着水势的降低,各处理差异达极显著水平。当PEG浓度提高到15%(约-0.4 MPa)时,发芽率下降30.9%;PEG浓度为20%(约-0.6 MPa)时,只有极少数种子(9粒)发芽,发芽率下降

90.7%;PEG浓度达到25%(约-0.8 MPa)时种子发芽被完全抑制,发芽率为0。

### 2.2 水分胁迫对发芽速度的影响

随着水势的下降,棉花种子的发芽速度逐渐减慢。其中在PEG浓度为10%(约-0.2 MPa)时平均发芽时间为8.4 d,而对照只需4.2 d即达到发芽率的最大值。二者相比,发芽速度差4.2 d。当PEG浓度为15%(约-0.4 MPa)时发芽速度与对照相比,慢6.8 d;当PEG浓度上升到20%(约-0.6 MPa)时,发芽速度慢9.8 d。方差分析结果表明,各处理间发芽速度之差异达极显著水平,说明水分是决定棉花种子发芽快慢的关键因素。不同浓度的PEG处理,对棉花种子的发芽始期也存在着显著的差异,PEG浓度越高,发芽始期越延后。对照种子于置床后第4天开始发芽,处理1于第7天开始发芽,处理2于第9天开始发芽,处理3于第12天才只有极少数种子发芽(表2)。

表1 不同浓度PEG对棉花种子发芽率的影响

Table 1 Effect of percentage germination at different concentrations of PEG

水 势	重 复			平均值( $\bar{X}$ )	标准差(S)	发芽率 下降/%	5%显著 水平	1%极显 著水平
	I	II	III					
对照(0 MPa)	98	96	98	97	1.1547		a	A
10%(-0.2 MPa)	96	88	92	92	4.000	-5.2	a	A
15%(-0.4 MPa)	64	72	64	67	4.6188	-30.9	b	B
20%(-0.6 MPa)	6	8	12	9	3.0551	-90.7	c	C

表2 不同浓度PEG对棉花种子发芽速度的影响

Table 2 Effect of germination speed at different concentrations of PEG

水 势	重 复			平均值( $\bar{X}$ )	标准差(S)	发芽速度 下降/d	1%极显 著水平
	I	II	III				
对照(0 MPa)	4.23	4.15	4.29	4.2	0.0577		A
10%(-0.2 MPa)	8.77	8.11	8.35	8.4	0.5859	-4.2	B
15%(-0.4 MPa)	11.19	10.64	11.03	11.0	0.5774	-6.8	C
20%(-0.6 MPa)	12.00	12.00	12.00	12.0	0.2517	-9.8	D

### 2.3 水分胁迫对发芽指数的影响

发芽指数不但包含发芽的种子数,而且特别强调发芽速度。每天发芽的种子在构成发芽指数中所起的作用不同,所以发芽指数是良好的种子活力指标。结果表明(图1),随着水势的下降,棉花种子的发芽指数相应下降。方差分析结果显示,各处理间差异达极显著水平。

### 2.4 水分胁迫对苗高的影响

随着水势的下降,棉花幼苗高度呈递减趋势,各处理间的差异极显著。在PEG浓度为10%(约-0.2 MPa)时,与对照相比,苗高已经受到较严重程度的抑制。随着胁迫的增加,苗高逐渐降低。当PEG浓度升高到20%(约-0.6 MPa)时,苗高只有6.3 cm,与对照比降低将近一半(表3)。

### 2.5 水分胁迫对根长的影响

水势的下降有降低棉花幼苗根长的趋势,水势不同引起根长显著差异,前三个处理间差异达极显著水平,后两个处理间差异显著但未达极显著水平。在PEG浓度为10%(约-0.2 MPa)时,与对照相比,根长已经受到较严重程度的抑制。随着胁迫的增加,根长逐渐缩短。当PEG浓度升高到20%(约-0.6 MPa)时,根长缩短60%以上(表4)。

### 2.6 水分胁迫对根茎比的影响

植物的正常生长需要合理的根茎比配合。若根茎比过小,难以承载地上部分的水分和养分需求,植株也不能正常生长发育。随着水势的下降,棉花幼苗根茎比呈递减趋势。在PEG浓度为10%(约-0.2 MPa)时,与对照相比,仅降低4.76

个百分点,二者根茎比差异未达显著水平,说明在轻度胁迫下,幼苗的根茎比受影响较小,不影响幼苗的正常生长。随着胁迫的增加,不仅苗高逐渐降低,根长也逐渐缩短。中度水分胁迫(约-0.4 MPa)时,根茎比缩短33%以上,此时的根茎比与对照和轻度胁迫相比,差异均达极显著水平。当达到重度水分胁迫时,尽管根长和苗高还在继续降低,但二者的比值已基本接近常数,不再显著下降(表5)。

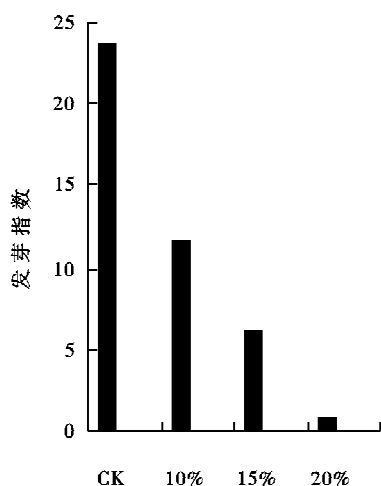


图1 不同处理发芽指数比较

Fig. 1 Germination index at different PEG treatments

## 2.7 水分胁迫对幼苗干、鲜重的影响

随着水势的下降,棉花幼苗鲜重呈递减趋势,而且各处理间的差异达极显著水平(图2)。

随着水势的下降,棉花幼苗干重虽也呈递减趋势,但差异很小。经方差分析可知,在PEG浓度为10% (约-0.2 MPa)时,与对照和20%的PEG浓度水平相比,差异均不显著;20%的PEG浓度水平与对照相比,差异显著,但未达极显著水平。

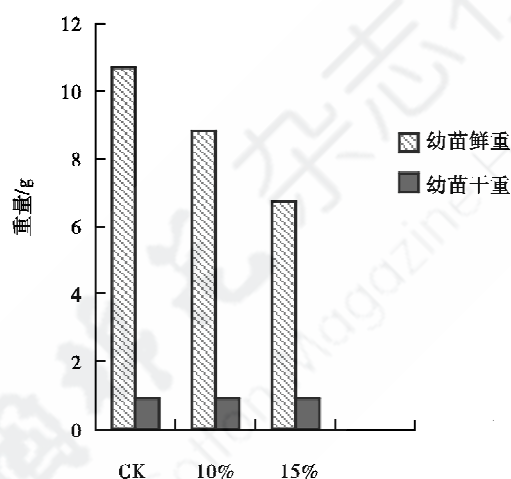


图2 不同处理幼苗干、鲜重比较

Fig. 2 Dry and fresh weight at different treatments

表3 不同浓度 PEG 对苗高的影响

Table 3 Effect of the length of sprout at different concentrations of PEG

水势	苗高/cm			平均值(X)	标准差(S)	苗高降低/%	1%极显著水平
	I	II	III				
对照(0 MPa)	11.3	11.9	11.5	11.6	0.3055		A
10%(-0.2 MPa)	10.6	9.7	10.4	10.2	0.4726	-12.07	B
15%(-0.4 MPa)	7.8	8.3	8.5	8.2	0.3606	-29.31	C
20%(-0.6 MPa)	6.5	6.1	6.3	6.3	0.2000	-45.69	D

表4 不同浓度 PEG 对根长的影响

Table 4 Effect of root length at different treatments of PEG

水势	根长/cm			平均值(X)	标准差(S)	发芽率下降/%	5%显著水平	1%极显著水平
	I	II	III					
对照(0 MPa)	9.9	10.0	9.1	9.7	0.4933		a	A
10%(-0.2 MPa)	8.1	7.8	8.6	8.2	0.4041	-15.46	b	B
15%(-0.4 MPa)	5.1	4.0	4.3	4.5	0.5686	-53.60	c	C
20%(-0.6 MPa)	3.8	3.0	3.8	3.5	0.4619	-63.92	d	C

表5 不同浓度 PEG 对根茎比的影响

Table 5 Effect of R/S at different concentrations of PEG

水势	根茎比			平均值(X)	标准差(S)	苗高下降/%	5%显著水平	1%极显著水平
	I	II	III					
对照(0 MPa)	0.88	0.84	0.79	0.84	0.0451		a	A
10%(-0.2 MPa)	0.76	0.81	0.82	0.80	0.0321	-4.76	a	A
15%(-0.4 MPa)	0.65	0.52	0.47	0.56	0.0929	-33.30	b	B
20%(-0.6 MPa)	0.58	0.49	0.60	0.55	0.0586	-34.50	b	B

### 3 结论与讨论

棉花种子在受到不同程度的干旱胁迫时,随着水势的下降,其发芽率、发芽速度、发芽指数、苗高、根长、根茎比、幼苗干、鲜重等均出现不同程度的降低。在轻度水分胁迫(10%)时,发芽率和根茎比略低于对照,差异不显著。但发芽速度、发芽指数、苗高、根长等受到较大程度的影响,差异达极显著水平。在水发胁迫达到15%时,其发芽率、发芽速度、发芽指数、苗高、根长、根茎比、幼苗干、鲜重与对照相比,均受到了较大程度的影响,而当PEG浓度为20%(约-0.6 MPa)时,只有极少数种子(9粒)发芽,当PEG浓度为25%(约-0.8 MPa)时种子发芽被完全抑制。

#### 参考文献:

- [1] 李季平,古红梅,吴诗光,等. 聚乙二醇(PEG)处理对小麦萌发种子生理生化特性的影响[J]. 河南农业科学,2002(6):4-6.  
LI Ji-ping, Gu Hong-mei, Wu Shi-guang, et al. Effect of PEG treatment on physiological-biochemical characteristic of sprouting seed in wheat [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2002(6):4-6.
- [2] 黄祥富,蒋明兰,廖 军. PEG 渗透对苦瓜种子活力和膜脂过氧化的影响[J]. 种子,1999(2):7-8.  
HUANG Xiang-fu, Jiang Ming-lan, Liao Jun. The effect of osmoconditioning with PEG on the vigor of Balsampear (*Momordica charantia* L.) seeds and peroxidation of cell membrane lipids[J]. Seed, 1999(2):7-8.
- [3] 代 莉,谢双喜,杨荣和. 水分胁迫对日本柳杉种子萌芽的影响[J]. 贵州林业科技,2003,31(4):15-19.  
DAI Li, Xie Shuang-xi, Yang Rong-he. Responses of seeds of *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don to induced water stress in the seed germination stage[J]. Guizhou Forestry Science and Technology, 2003, 31(4):15-19.
- [4] 王延琴,杨伟华,许红霞,等. 不同生态区及收获期对棉子播种品质的影响[J]. 棉花学报,2003,15(1):42-46.  
WANG Yan-qin, Yang Wei-hua, Xu Hong-xia, et al. Sowing quality of cottonseed effected by different ecological area and harvesting date[J]. Cotton Science, 2003,15(1):42-46.
- [5] 王延琴,杨伟华,许红霞,等. 不同加工形式棉种贮存后对其发芽率的影响[J]. 中国棉花,2005,32(5):15.  
WANG Yan-qin, Yang Wei-hua, Xu Hong-xia, et al. Effect on germination after storage at different processing forms[J]. China Cotton, 2005,32(5):15.