

盐分和温度以及光照对陆地棉种子萌发的影响

白旭^{1,2}, 田长彦¹, 胡明芳¹, 刘宏平^{1,2}, 王雷^{1,2}

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 陆地棉种子在 3 种光照、3 个温度梯度和 7 个盐分梯度条件下萌发, 测定种子萌发的最佳条件。结果表明: 在光照和黑暗条件下, 种子萌发率无显著差异。种子萌发的最适温度为 30℃。随 NaCl 浓度增高陆地棉种子萌发率降低, 直至接近于零。不同温度和盐分以及二者的交互作用对陆地棉种子萌发的影响达极显著水平。在最适温度时, 种子耐盐临界值为 148.13 mmol·L⁻¹, 极限值为 305.81 mmol·L⁻¹。

关键词: 陆地棉, 光照, 温度, 盐分, 种子萌发

中图分类号: S562.041 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2006)04-0238-04

Influence of Light, Temperature and Salinity on the Seed Germination of *Gossypium hirsutum* L.

BAI Xu^{1,2}, TIAN Chang-yan¹, HU Ming-fang¹, LIU Hong-ping^{1,2}, WANG Lei^{1,2}

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is one of the best salinity tolerance crops. Light, temperature and salinity are environmental factors that have influence on the germination of *G. hirsutum* L. seeds. The germination characteristics of *Gossypium hirsutum* L. were studied. Seeds were germinated at three lights, three temperatures and seven salinities to determine optimal conditions for germination. No difference was found between the germinability of its seeds in light and in darkness. The optimal temperature for germination was 30℃, yielded maximum germination. Rate of germination decreased with increase in salinity, and fell to nearly 0. Different temperatures and various concentrations of salinity individually, and their interaction significantly affected germination of *G. hirsutum* L. The critical value of salinity tolerance is 148.13 mmol·L⁻¹ and the limit value of salinity tolerance is 305.81 mmol·L⁻¹ at the optimal temperature.

Key words: cotton; light; temperature; salinity; seed germination

土壤盐渍化是农业生产的一大障碍, 而盐渍土改良和利用是农业土地资源的一个重要来源^[1]。棉花是属于耐盐能力较强的一类作物, 耐盐水平和大麦差不多^[2], 是盐土地区农业生产的先锋作物。在不同的生长发育阶段, 棉花的耐盐能力不同, 以萌发到出苗时期最小^[3]。在土壤表层, 一些调控种子萌发的环境因子, 包括水分、温度、光照以及盐分, 往往通过交互作用而影响种子

的萌发^[4]。

陆地棉种子萌发的研究在国内外均有报道, 一般认为, 当土壤含盐量 0.2%~0.3% 时出苗困难, 0.4%~0.5% 时种子不能出土, 大于 0.65% 时很难发芽。有研究指出, 棉花萌发和生长的极限盐度分别为 0.6%~0.7% 和 0.4%^[5], 另有研究认为棉花能够经受含盐 1% 以下的土壤环境^[6]; 甚至还有棉花种子萌发时甚至可以忍受

收稿日期: 2006-02-17 作者简介: 白旭(1977-), 男, 在读硕士, 2003baixu@163.com.

基金项目: 中国科学院(NB15-E-02)和新疆自治区重点科技攻关项目(2001BA507A04 -P02)

1.5% NaCl 的胁迫的报道^[7-8]。这些研究体现了棉花在盐胁迫下的一些耐盐特性,但仅限于单一的盐胁迫或品种之间的差异,尚未涉及环境因子对陆地棉种子萌发的综合性影响。本试验从植物生理生态学角度,对陆地棉在多种生态因子,包括光照、温度、盐分以及交互作用影响下的萌发特性进行了研究,旨在探明不同生态因子及交互作用影响下种子萌发率及特性;种子萌发阶段耐盐界限及极限值。

1 材料和方法

1.1 材料

种子萌发实验,设 4 个重复,每组 25 粒。将种子置于直径为 10 cm 的培养皿中,以双层湿润滤纸垫上作为发芽床。NaCl 溶液每两天更换一次。种子萌发以胚根的出现为标志。萌发过程中每 24 h 检测 1 次,并将已萌发的种子移走。陆地棉种子采用新陆早 12 号^[9-10]。

1.2 方法

1.2.1 不同温度 and 不同浓度 NaCl 溶液中的萌发。在 20℃、25℃、30℃ 不同恒定温度和持续光照条件下,分别测定种子在 0、30、60、90、120、180、270 mmol·L⁻¹ 不同浓度的 NaCl 溶液中的

萌发率。置于培养皿中的陆地棉种子光照培养箱培养 10 d。为检测种子萌发的适宜温度范围,计算不同温度下的发芽指数(Gi),其计算公式为:Gi = ΣGt/Dt。其中 Gt 为在时间 T 时的发芽数,Dt 为发芽日数^[11]。种子在最适温度最终萌发率 50% 时的 NaCl 浓度为种子萌发耐盐临界值,种子在最适温度最终萌发率 0% 时的 NaCl 浓度为种子萌发耐盐极限值。

数据分析用 sas 8.2 分析软件,进行描述性统计分析、单因素方差分析(One-Way ANOVA)和两因素方差分析(Two-Way ANOVA)。萌发结果以百分率±标准误差表达。

1.2.2 种子在不同光照条件下的萌发。在 30℃ 恒定温度蒸馏水条件下,陆地棉种子在持续光照(100 μmol·m⁻²·s⁻¹)、12 h 光照/12 h 黑暗、全黑暗条件下进行萌发。

2 结果与分析

2.1 NaCl 溶液对陆地棉种子萌发的影响

在持续光照、3 种温度处理下,种子的萌发率都随 NaCl 浓度的升高而降低(图 1)。二因素方差分析表明:盐(F=116.08>F_{0.01})极显著地影响陆地棉种子萌发(表 1)。

表 1 盐分、温度及其交互作用的二因素方差分析结果

Table 1 Results of two-way ANOVA of characteristics by salinity, temperature and their interaction

变异因素	盐分	F _{0.01}	温度	F _{0.01}	盐分×温度	F _{0.01}
萌发率/%	116.08**	3.04	107.44**	4.88	8.19**	2.41

注:数字表示 F 值。

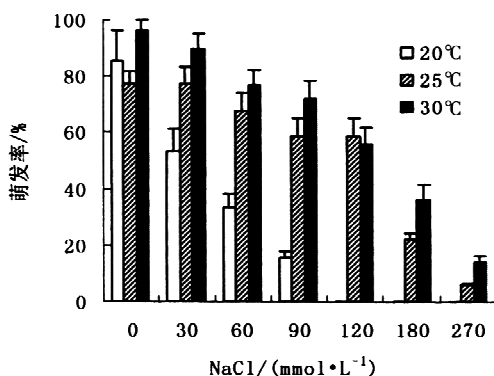


图 1 在持续光照下陆地棉种子在不同温度和不同 NaCl 浓度条件下的萌发率

Fig.1 Rate of germination of cotton seeds under seven concentrations of NaCl stress at 24 h illumination at different temperature.

2.2 温度对陆地棉种子萌发的影响

持续光照、3 种温度处理下,陆地棉种子萌发的结果如图 3 所示。方差分析可见,温度极显著地影响陆地棉种子萌发。在持续光照下,萌发的最适温度为 30℃。在 30℃ 时,种子的最终萌发率(图 1)和发芽指数(图 2)都达到最高值。值得注意的是,20℃ 时,NaCl 溶液浓度大于 90 mmol·L⁻¹ 的处理,萌发率降低到 0。

2.3 温度和 NaCl 溶液交互作用对陆地棉种子萌发的影响

二因素方差分析表明:温度和盐分浓度的交互作用(F>F_{0.01})极显著地影响陆地棉种子萌发速率(表 1)。

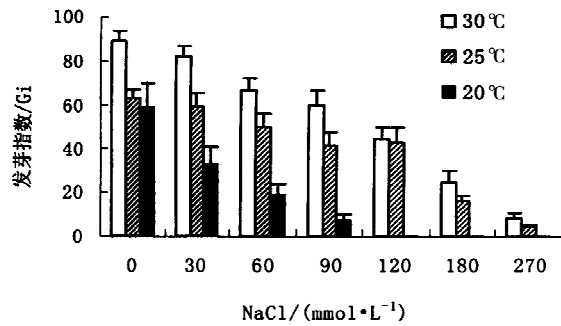


图2 在持续光照下陆地棉种子在不同温度和不同 NaCl 浓度条件下的发芽指数

Fig. 2 Index of germination velocity of cotton seeds under seven concentrations of NaCl stress at 24 h illumination at different temperature.

2.4 陆地棉种子萌发的耐盐临界值和极限值

30℃时,陆地棉的萌发率随 NaCl 浓度的升高而降低(图3)。相关分析表明:陆地棉的萌发率与 NaCl 溶液浓度呈显著负相关关系。回归方程为:

$$y = -0.3171x + 96.973, R^2 = 0.9902;$$

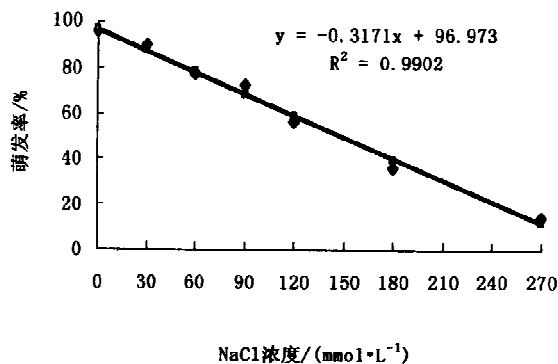


图3 30℃ 陆地棉种子萌发率和盐浓度之间的关系
Fig. 3 The relationship between rate of germination of *Gossypium hirsutum* L. and concentration of NaCl solution at temperature of 30℃

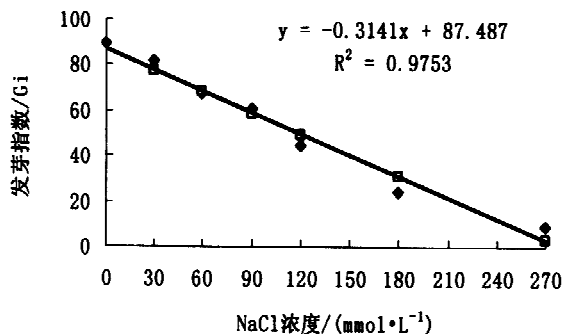


图4 30℃时陆地棉种子发芽指数与盐浓度之间的关系
Fig. 4 The relationship between germination index of *Gossypium hirsutum* L. and concentration of NaCl solution at temperature of 30℃

为进一步探讨陆地棉种子萌发时的耐盐范围,令萌发率为 50%,0%,代入方程可分别计算出种子萌发耐盐临界值和极限值。本试验陆地棉种子对 NaCl 单盐在萌发期的耐盐临界值为 148.13 mmol·L⁻¹,极限值为 305.81 mmol·L⁻¹。

发芽指数和发芽势一样,是检测种子质量的重要指标,它不仅考虑了种子群中能萌发的种子数目而且包含了萌发的速度和整齐度,从图4可以看出陆地棉种子发芽指数随 NaCl 浓度的增加而减小,进一步回归分析得出直线回归方程和回归直线。回归方程为:

$$y = -0.3141x + 87.487, R^2 = 0.9753;$$

种子发芽指数与 NaCl 浓度呈显著负相关。令发芽指数为 50%,0%,代入方程可分别计算出种子萌发耐盐临界值和极限值。耐盐临界值为 119.34 mmol·L⁻¹,极限值为 278.53 mmol·L⁻¹。两种算法得出的数值基本一致。

2.5 不同光照条件对陆地棉种子萌发的影响

在 30℃蒸馏水条件下,陆地棉种子在持续光照、12 h 光照/12 h 黑暗、全黑暗条件下的萌发率记数结果表明,陆地棉种子在不同光照条件下的萌发率无显著差异。比较表明,持续光照与 12 h 光照/12 h 黑暗($F=0.126 < F_{0.05}$),12 h 光照/12 h 黑暗与全黑暗条件($F=0.167 < F_{0.05}$),持续光照与全黑暗条件($F=1.765 < F_{0.05}$)的萌发率的差异是不显著的。

3 结论与讨论

3.1 温度极显著地影响陆地棉种子萌发,在 20℃,NaCl 溶液浓度大于 90 mmol·L⁻¹ 的处理中,萌发率降低到 0,这是否表明温度成为影响棉花种子萌发的主导因素,值得进一步研究。

3.2 盐胁迫对陆地棉种子的萌发影响达极显著水平,前人的研究结果认为^[12-14],盐胁迫下棉花种子萌发同时受到渗透胁迫和离子毒害。但本试验中高浓度盐胁迫造成棉子发芽率低的原因主要是由于外界溶液渗透压过高导致种子吸水不足,而非盐离子的毒害作用。因为在试验中发现高浓度时棉种一般都没有充分吸胀。

3.3 由于试验条件和试验品种的不同,关于棉子萌发的耐盐极限浓度,前人研究所得的结论不尽相同^[5-7],本试验结果表明,陆地棉种子萌发的耐盐极限浓度为 305.81 mmol·L⁻¹。造成棉花耐盐极限差异的原因:研究中所采用的盐可能不同;

观察时期不同;发芽方式不同。

3.4 光照条件对陆地棉种子萌发的影响。在 30℃蒸馏水条件下,陆地棉种子在持续光照、12 h 光照/12 h 黑暗、全黑暗条件下的萌发结果表明,陆地棉种子在不同光照条件下的萌发率无显著差异。

参考文献:

- [1] 石元春. 盐碱土改良[M]. 北京:中国农业出版社, 1986.
- [2] GREENWAY H, Muuns R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes [J]. *Annu Rev Plant Physiol*, 1980(31):149-190.
- [3] 贾玉珍. 棉花出苗及苗期耐盐性指标的研究[J]. *河南农业大学学报*, 1987, 21(1):3041.
- [4] UNGAR I A. Seed germination and seed-bank ecology in halophytes[M]. *Seed development and germination*. New York: Marcel Dekker, 1995:599-628.
- [5] LEVITT J. Responses of Plants to Environmental Stress (2nd Edition) (M). New York: Academic Press, 1980.
- [6] 罗 宾. 棉花生理学[M]. 上海:上海科技出版社, 1983.
- [7] 叶武威,刘金定. 氯化钠和食用盐对棉花种子萌发的影响[J]. *中国棉花*, 1994, 21(3):14-15.
- [8] 刘国强,鲁黎明,刘金定. 棉花品种资源耐盐性鉴定研究[M]. *作物品种资源*. 1993, (2): 21-22.
- [9] 谢德意. 盐胁迫对棉花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. *种子*, 2000, 109(3):11-13.
- [10] 吕有军,叶武威,祝水金. 陆地棉种子萌发过程中盐处理对 NaCl 胁迫的缓解作用[J]. *棉花学报*, 2005, 17(4):256-256.
- [11] 黄振英,张新时, GUTTERMAN Y, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. *植物生理学报*, 2001, 27(3):275-280.
- [12] 孙小芳,刘友良,陈 沁. 棉花耐盐性研究进展[J]. *棉花学报*, 1998, 10(3):118-120.
- [13] 孙小芳,郑青松,刘友良. 盐胁迫下不同基因型棉花萌发生长和离子吸收特性[J]. *棉花学报*, 2001, 13(3):134-137.
- [14] 赵可夫. NaCl 抑制棉花幼苗生长的机理—离子效应[J]. *植物生理学报*, 1989, 15(2):173-178. ●