

Larrea tridentata 种子发芽对水分胁迫的响应

张香凝¹, 孙向阳^{1*}, 王保平², 崔令军², 乔杰²

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 教育部 水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京, 100083;

2. 国家林业局 泡桐研究开发中心, 河南 郑州, 450003)

摘要:为了深入了解 *Larrea tridentata* 的发芽特性, 全面掌握 *Larrea* 的抗旱生理特性, 采用 PEG 溶液人工模拟水分胁迫的方法, 研究了 *L. tridentata* 种子萌芽对水分胁迫反应过程。结果表明, *Larrea* 种子发芽过程的水势范围为 0~−0.44 MPa; 随着水分胁迫加剧, 种子发芽率、发芽势、发芽速度呈显著下降趋势; 当水势为 −0.64 MPa 时, 种子便不能发芽。说明水分胁迫对 *L. tridentata* 种子发芽的影响较大, 但其发芽过程可在一定水分胁迫的干旱生境下完成。

关键词: *Larrea tridentata*; 水分胁迫; 种子; 发芽

中图分类号: S722.14 文献标识码: A 文章编号: 1001-7461(2008)02-0036-03

Response of *Larrea tridentata* Seed Germination to Water Stress

ZHANG Xiang-ning¹, SUN Xiang-yang^{1*}, WANG Bao-ping², CUI Ling-jun¹, QIAO Jie²

(1. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Paulownia Research and Development

Center of China, Zhengzhou, Henan 450003, China)

Abstract: Responses of *Larrea tridentata* seed germination to water stress were studied by means of the artificial simulation method of water stress by using PEG to find out the germination characteristic amply and to understand the drought resistance characteristic of *L. tridentata* roundly. The results showed that water stress has grent influence in seed germination. In the process of seed germination, the water potential range was 0~−0.44 MPa, and as water stress aggravated, the germination percentage, power, and speed decreased significantly. When the water potential was −0.64 MPa, seeds could not germinate, indicating that the process of seed germination of *L. tridentata* can becomplete in drought environment to some extent.

Key words: *Larrea tridentata*; water stress; seed; germination

Larrea tridentata 俗名 Chaparral, *Larrea*, 也叫 gobernadora, hediondilla, guamis, 属于蒺藜科, 木兰门^[1]。它是一种热带沙漠中常绿的含树脂的灌木, 主要生长在从美国德克萨斯州的南部和西部到新墨西哥州南部, 海平面以上海拔约 1 500 m 处的干旱地区^[1], 有很高的生态价值和药用价值。为了保护生态环境, 节水造林, 国家林业局“948”项目从美国莫哈为沙漠地区引入该种在中国境内进行栽培种植。目前 *Larrea* 已在河南原阳生长了 2 a, 已有研究表明 *Larrea* 的成苗是一种抗旱性很强的灌木^[2,3], 而现有的研究对其萌发特性的研究缺少对水分胁迫下的 *Larrea* 种子发芽特性的了解^[4], 为了更全面的掌握 *Larrea* 的抗旱生理特性, 对其种子在水分胁迫条件下的

发芽过程、限制因素、作用方式、强度、范围进行了研究, 以期在理论上丰富对 *Larrea* 的逆境生理特性的了解。

聚乙二醇 (PEG) 是一种中性长链多聚化合物, 可配制成预定的不同梯度的水势溶液, 模拟土壤的自然水分胁迫状况。本试验通过对 *L. tridentata* 种子发芽状况的研究, 揭示水分胁迫下种子的发芽过程^[5]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验用的 *L. tridentata* 种子采自美国 Mojave 沙漠。采摘时间为 2005 年 7 月, 种子采摘后贮藏在

(2) 收稿日期: 2007-04-27 修回日期: 2007-10-11

基金项目: 国家林业局“948”项目 (2002-02)

作者简介: 张香凝 (1980-), 女, 河南信阳人, 在读博士, 研究方向: 植物生理生态. E-mail: zhangxiangninggp@163.com.

* 通讯作者: 孙向阳 (1965-), 男, 教授。水土保持学院, 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, E-mail: sunxy@bjfu.edu.cn.

4℃下备用。

1.2 试验方法

种子萌发试验设 5 个水分处理梯度,每个梯度 4 个重复,每组 50 粒。水分胁迫条件由不同浓度的聚乙二醇(PEG 6000)溶液构成的,5 个水分处理梯度分别浓度为 10%、14%、18%、22%、26%的 PEG 溶液,其渗透势约为-0.15、-0.25、-0.44、-0.64、-0.8 MPa,用蒸馏水作对照。

先将种子置于 40℃ 的温水中浸泡 24 h,再用 75%的酒精消毒 0.5 h,用蒸馏水冲洗后阴干,均匀置于有 2 层滤纸的培养皿中,滤纸先分别用不同浓度的 PEG 溶液浇湿(稍有余液浸出),贴上标签再将其放入组培室,温度控制在 25℃,每天光照 8 h。整个操作在无菌条件下进行。试验期间,每隔 24 h 打开培养皿的盖子让种子透气 3~5 min,每天在培养皿内加相应浓度的溶液数滴,滤纸 3 d 换 1 次,以保持滤纸的湿润和清洁,防止水势变动,并及时拣除发霉、腐烂种子,把发霉的种子用 75%的酒精溶液清洗,以防止感染其他种子,并作试验记录观察。从种子置床之日起观察,以胚根长度等于种子长度 1/2 时作为发芽标准^[6]。当 3 个重复中有 1 个种子发芽时,为该种子发芽始期,以后每天记录发芽种子数,当连续 6 d 不发芽时作为发芽结束期^[7]。计算发芽率、发芽势、平均发芽时间、发芽速度系数用以判别种子对水分胁迫的敏感性。

1.3 计算方法

发芽率(%) = $n/N \times 100$ (其中: n —正常发芽粒数; N —供试种子数)^[8]。

发芽势(%) = $m/N \times 100$ (式中: m —种子发芽高峰时的发芽个数; N —供试种子数)^[9]

平均发芽时间($\sum(d \times n) / \sum n$) (式中: d —从置床之日算起的天数; n —相应各日的正常发芽粒数)^[9]

发芽速度系数 = $\sum n / \sum(d \times n)$ (式中: d —从置床之日算起的天数; n —相应各日的正常发芽粒数)^[8]

所得数据在 95%和 99% 2 个水平上进行单因子方差分析,萌发结果以百分率±标准差表示。

2 结果与分析

试验结果表明,当 PEG 浓度为 10%、14%、18% 时种子发芽,当 PEG 浓度为 22%、26% 时种子不发芽。

2.1 水分胁迫下发芽率的变化

方差分析的结果显示,不同水分胁迫条件下发芽率的差异极显著($F=32.6504 > F_{0.01}=5.9525$,自由度 $d_f=3,12$),随着水分胁迫的加重,发芽率下降的幅度很大,水势在 0~-0.15、-0.15~-0.25 MPa 时种子的发芽率与对照相比分别下降了 75.97%和 97.34%,而当水势继续降低,在-0.25~-0.44 MPa 发芽率稍有提高。多重比较所得的结果表明(表 1),水势在-0.25~-0.44 MPa 范围内发芽率没有显著差异,发芽率都极低。

可见,水分胁迫对 *L. tridentata* 种子发芽率影响极大,并且影响过程先强后弱,表明轻度水分胁迫时种子非常敏感,但当水分胁迫达到一定程度后,种子仍有维持发芽的能力,具有一定的耐旱性。

表 1 多重比较结果
Tabel 1 Effect of water stress with statistical multiple comparison

处理	水势/MPa	发芽率/%	发芽势	发芽速度系数	平均发芽时间/d
CK	0	19.56 aA	12.22 aA	0.21 abAB	4.85 aA
10%PEG	-0.15	4.70 bB	4.69 bB	0.32 aA	3.13 abAB
14%PEG	-0.25	0.52 bB	0.50 cB	0.08 bB	0.75 bB
18%PEG	-0.44	1.50 bB	1.50 bcB	0.11 bAB	2.25 bB

注:多重比较采用 LSD 法检验,同一列后字母不同表示差异显著,大小写字母分别表示差异达 0.01 和 0.05 的显著水平

2.2 水分胁迫下发芽势的变化

试验结果显示,水势在 0~-0.15、-0.15~-0.25 MPa 时种子的发芽势比对照分别下降了 61.62%和 95.91%,水势在-0.25~-0.44 MPa 发芽势稍有提高,方差分析结果显示,水分胁迫对发芽势的影响极显著($F=21.9605 > F_{0.01}=5.9525$,自由度 $d_f=3,12$)。多重比较所得的结果表明(表 1),水势在-0.25~-0.44 MPa 范围内发芽势没有显著差异,都很低,而与对照和水势为-0.15 MPa 时差异显

著。和前面的发芽率结合起来看,水分胁迫对这 2 项指标的影响趋势基本相同,只是发芽率开始大幅下降的水势区间是-0.15~0.44 MPa,而发芽势大幅下降的水势是-0.25~0.44 MPa,由此说明发芽势对干旱胁迫的敏感性要弱于发芽率,也就是说水分胁迫对发芽整齐度的影响不如对绝对发芽率大。

2.3 水分胁迫下发芽速度和平均发芽时间的变化

对试验结果进行方差分析得出。水分胁迫对 *L. tridentata* 种子的发芽速度($F=3.9794 > F_{0.05}=$

3.490 3,自由度 $d_f=3,12$)和平均发芽时间的影响较显著($F=4.786\ 1>F_{0.05}=3.490\ 3$,自由度 $d_f=3,12$)。对分析结果进一步进行多重比较(表 1)可以看出,水势在 $0\sim-0.15\ \text{MPa}$ 范围内发芽速度和平均发芽时间没有显著差异,水势在 $-0.15\ \text{MPa}$ 时的发芽速度比对照还提高了 53.07%,可见轻微的水分胁迫对 *L. tridentata* 种子的发芽速度和平均发芽时间的影响不大,随着水分胁迫的加重,当水势达到 $-0.25\ \text{MPa}$ 以后,种子的发芽速度和平均发芽时间开始下降,比对照分别少了 60.32%和 84.54%。从发芽进程来看(图 1),发芽始期也开始滞后,推迟了近 4 d。水分胁迫使种子较早达到发芽高峰期,进入发芽结束期的时间也提前了,也因此降低了发芽率。而当受到重度水分胁迫时(水势 $-0.25\sim-0.44\ \text{MPa}$),发芽速度与平均发芽时间的差异也不显著了,可见对 *L. tridentata* 种子发芽速度和平均发芽时间影响的关键是 $-0.25\sim-0.44\ \text{MPa}$ 的水势。

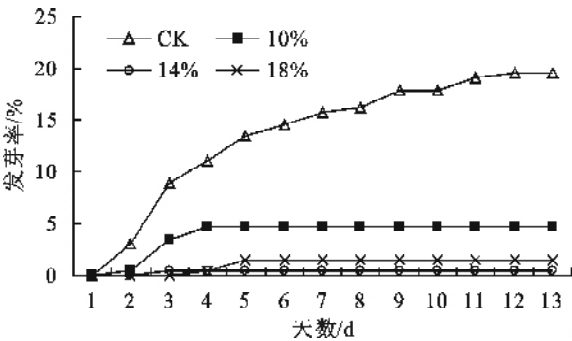


图 1 *L. tridentata* 种子发芽进程

Fig. 1 Process of seed germination of *L. tridentata*

3 结论与讨论

试验结果显示,不同浓度处理的 PEG 溶液对 *L. tridentata* 种子发芽影响显著。当水势为 $0\sim-0.44\ \text{MPa}$ 范围内 *L. tridentata* 种子具发芽能力,其发芽率随着水势的递减明显下降,当水势小于 $-0.44\ \text{MPa}$ 时,无种子发芽。

在受到 $0\sim-0.44\ \text{MPa}$ 干旱胁迫时,随着水势的下降,其发芽率、发芽势、发芽速度和平均发芽时间有

不同程度的下降,发芽率和发芽势的影响过程都是先强后弱,对发芽速度和平均发芽时间的影响进程是先弱再强再弱。即水势 $0\sim-0.25\ \text{MPa}$ 时,对种子发芽率及发芽势影响强烈,而对平均发芽时间和发芽速度开始大幅度下降是 $-0.15\sim-0.25\ \text{MPa}$,之后水势 $-0.25\sim-0.44\ \text{MPa}$,随着水分胁迫的继续增加,各项指标下降减缓。说明 *L. tridentata* 种子发芽过程可以在一定水分胁迫的干旱生境中完成,具有一定的耐旱性,但是发芽过程所适应的水分胁迫范围不是很宽,水势达到 $-0.25\ \text{MPa}$ 以后发芽率就极低,已经基本不能适应生存了,所以它只能适应短期的干旱。这可能与 *L. tridentata* 种子在原产地的发芽期都在雨季有关^[1]。从发芽进程看,水分胁迫下种子达到发芽高峰期和结束期都很快,可能是 *L. tridentata* 种子具有提高发芽速度,尽快出苗以适应干旱环境的特性。

同时对照的平均发芽时间^[10]为 12 d,所以我们引种栽培时播种后的 10 d 应供应充足的水分才能保证出苗率。

参考文献:

[1] MICHAEL G, BARBOUR. Germination requirements of the desert Shrub *Larrea divaricata*[J]. Ecology,1968,49(5):915-923.

[2] EDMUNDO CASTELLANOS-PEREZ, B. S. Ecophysiological relationship of creosotebush and bush muhly when growing alone and in common[M]. New Mexico: New Mexico State University, 2000:50-53.

[3] BEATLEY J C. Effect of rainfall and temperature on the distribution and behavior of *Larrea tridentata* (Creosote-Bush) in the Mojave Desert of Nevada[J]. Ecology,1974,55(2):245-261.

[4] 张香凝,孙向阳,耿玉清,等. *Larrea tridentata* 种子萌发特性的研究[J]. 东北林业大学学报,2006, 34(2):7-10.

[5] 马常耕,王建华. 云杉、落叶松等树种种子发芽对水分胁迫的反应[J]. 林业科学研究,1994,7(1):121-124.

[6] 中国标准出版社. 中国林业标准汇编: 种苗卷[G]. 北京 :中国标准出版社,1998:110-115.

[7] 魏媛,喻理飞. 构树种子发芽对水分胁迫的响应[J]. 贵州科学,2004,22(2):57-60.

[8] 赖江山,李庆梅,谢宗强. 濒危植物秦岭冷杉种子萌发特性的研究[J]. 植物生态学报,2003,27(5):661-666.

[9] 梁玉堂. 种苗学[M]. 北京:中国林业出版社,1995:56-58.

[10] 苏佩,山仑. 不同水分胁迫条件下高粱种子萌发及吸水规律的研究[J]. 西北植物学报,1994,14(5):41-46.