

文章编号: 1001-4675(2006)04-0558-04

温周期及果翅对梭梭种子萌发行行为的调控^{*}

王习勇¹, 魏岩^{1*}, 严成^{2,3}

(1 新疆农业大学 林学院, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2 中国科学院 新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011;
3 中国科学院 吐鲁番植物园, 新疆 吐鲁番 835008)

摘要: 种子萌发行行为的受控机制是生殖生态学的重要研究内容。通过对适宜的温周期下, 不同贮藏时期果翅对梭梭种子萌发影响的研究。结果表明: 梭梭种子在温周期为 5 °C/25 °C, 5 °C/15 °C 和 15 °C/25 °C (暗/光=12 h/12 h) 中均能快速萌发。果翅对秋天新成熟种子的萌发有显著的抑制作用, 使种子处于强迫休眠状态; 果翅对种子萌发的抑制作用随着贮藏时间的推移逐渐降低, 到翌年春天(4月)解除这种抑制作用。果翅对梭梭种子萌发行行为的调控作用确保了种子在合适的时间萌发与种群的成功定居, 这也是梭梭在荒漠地区广泛分布的主要原因。

关键词: 梭梭; 果翅; 种子萌发; 温变周期

中图分类号: Q 945.34 文献标识码: A

梭梭 (*Haloxylon ammodendron* Bge.) 是古地中海区系的重要荒漠植物成分, 由梭梭构成的群落是亚洲荒漠区中分布最广泛的荒漠植物群落之一, 在我国主要分布于准噶尔盆地、塔里木盆地东北部、河西走廊, 在腾格里沙漠、乌兰布和沙漠、青海的柴达木盆地也有分布^[1]。梭梭为超旱生小半乔木, 是荒漠植被的主要建群种之一, 它不仅忍受干旱、贫瘠和极端温度, 而且抗盐性强^[2], 是我国荒漠生态系统的生物组分中, 个体最大、生物量和生产量最高的植物种类。近年来, 由于环境的恶化、过度放牧和樵采, 梭梭的分布面积逐渐减少, 已被定为濒危类国家 3 级保护植物^[3]。

梭梭花期在 4~5 月, 果实在 10 月底到 11 月初成熟。成熟时, 其包被果实的 5 个花被片背部向外延伸, 形成膜质翅状附属物, 种子能够借助发达的果翅被风传播到较远的距离。

种子繁殖是梭梭种群扩大的唯一途径, 种子萌发行行为直接影响着种群的更新。因此, 对生活周期中关键阶段的种子萌发行行为的认识, 是梭梭生物学特性研究中的重要内容。已有研究表明, 在室温贮藏条件下梭梭种子寿命只有 10 个月。从 11 月成熟到第 2 年的 5 月期间(6 个月), 种子保持较高的萌发能力, 之后活力逐渐下降, 至 9 月完全丧失萌发能力^[2]。那么, 梭梭种子在其萌发阶段, 果翅作为传

播结构, 对种子萌发有何影响? 本文通过研究不同的贮藏时期果翅对种子萌发的影响, 旨在揭示果翅对梭梭种子萌发行行为的调控机制, 进而为梭梭的生态保育、植被的恢复提供理论依据。

1 研究材料与方法

1.1 研究材料

成熟的梭梭果实于 2004 年 10 月下旬采集于中国科学院新疆吐鲁番沙漠植物园。果实采摘后, 在室温下通风晾干, 室温下贮藏备用。梭梭的果实为胞果, 果皮薄, 内有 1 粒种子, 胚环形, 花被宿存, 果实成熟时花被中部向外突起延伸形成翅状附属物。本文将梭梭的果实称为种子, 将花被片中部向外突起延伸形成的翅状附属物称为果翅 (Fruiting wings)。

种子的萌发实验以每组 25 粒、4 个重复。将种子置于直径为 90 mm 垫有 3 层滤纸的培养皿中, 加入 10 mL 蒸馏水, 在光照度为 3 000 lx 的 GXZ 智能型光照培养箱中培养, 种子的萌发以胚根的出现为标志。

1.2 种子在不同温变周期下的萌发

在梭梭最适宜萌发的季节(4月初)^[2,4], 分别在 5 °C/25 °C, 15 °C/25 °C, 10 °C/25 °C (暗/光=12 h/

* 收稿日期: 2006-04-06; 修订日期: 2006-06-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(30260009); 教育部新世纪优秀人才支持计划(2005)及新疆教委优秀青年学者奖励计划(XJEDU200409)资助

作者简介: 王习勇(1980-), 男, 新疆人, 在读硕士生, 主要从事种子生态学研究

通讯作者: 魏岩, E-mail: wy1@xjau.edu.cn

12 h)变温条件下进行去翅种子萌发实验, 确定梭梭种子的最适宜萌发温周期。

1.3 不同贮藏时期果翅对种子萌发的影响

将种子设 3 个处理: ① 具翅的种子 (With wings); ② 翅+种子 (plus wings) (将果翅与种子剥离, 一起放入培养皿中); ③ 去掉翅的种子 (no wings)。分别于当年秋天 11 月 (新采集的种子)、1 月和春天 4 月 (采后贮藏 5 个月的种子) 在 5 °C/25 °C (黑暗/光照=12 h/12 h) 条件下进行萌发。

2 数据处理

萌发过程中每 24 h 检测 1 次, 并将已萌发的幼苗移走。萌发结果以百分率±标准误差表达。发芽指数计算公式为:

$$Gi = \sum Gt / Dt$$

式中: Gt 为 2 d 的发芽率; Dt 为发芽日数, 发芽指数的理想最大值为 50 (100/2), 发芽指数的值越大, 萌发速度越快^[5]。应用 SPSS 软件对数据进行方差分析。

3 结果与分析

3.1 不同温变周期下梭梭种子的萌发

由图 1~2 可知, 在 5 °C/15 °C, 5 °C/25 °C, 15 °C/25 °C 3 个温变周期下, 梭梭种子的萌发率都在 85% 以上 (图 1), 且萌发速度快, 发芽指数高 (图 2), 处理无显著差异 ($P < 0.05$)。而在 5 °C/25 °C 时, 梭梭种子的萌发率和发芽指数都最高。

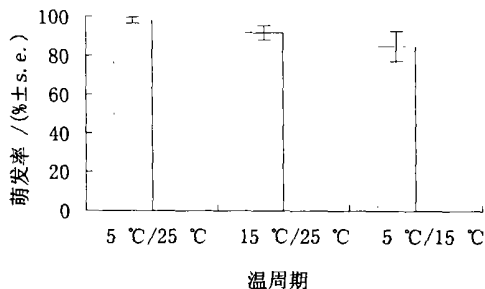


图 1 梭梭种子在不同温周期下萌发 10 d 的最终萌发率

Fig. 1 Final germination percentages of *Haloxylon ammodendron* seeds in different thermoperiods after germinating for 10 days

3.2 果翅对梭梭种子萌发生态的影响

两因子方差分析 (A two-way ANOVA) 表明: 不同贮藏时期 ($F = 5.447, P = 0.003 < 0.01$) 果翅 ($F = 21.34, P < 0.01$) 对种子的萌发有显著的影响,

贮藏时期与果翅之间存在着明显的交互关系 ($F = 4.132, P < 0.01$)。翅对新采收种子的萌发有着极显著的抑制作用 ($F = 94.5, P < 0.001$) (图 3), 而贮藏 5 个月后 (4 月) 翅对种子的萌发无显著影响 ($F = 2.431, P = 0.143 > 0.05$) (去翅种子、翅+种子及具翅种子的萌发率均 $> 90\%$)。

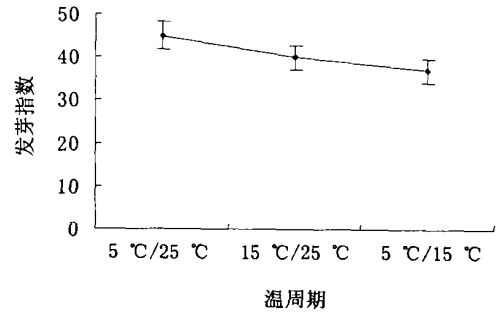


图 2 不同温周期对梭梭种子发芽指数的影响

Fig. 2 Effects of different thermoperiods on the germination index of *Haloxylon ammodendron* seeds

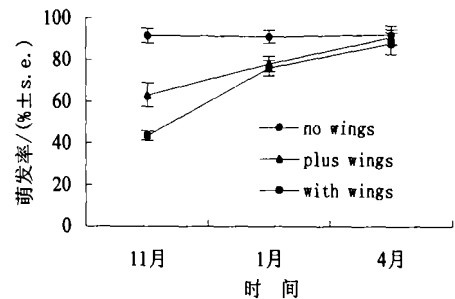


图 3 不同贮藏时期果翅对梭梭种子萌发的影响

Fig. 3 Effects of fruiting wings in the different storage periods on the germination of *Haloxylon ammodendron* seeds

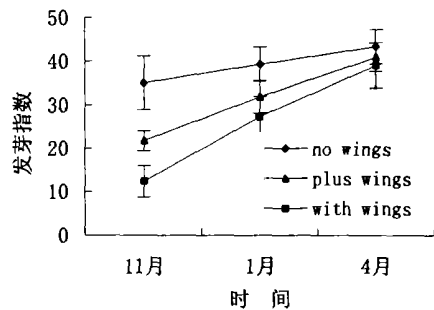


图 4 不同贮藏时期果翅对梭梭种子发芽指数的影响

Fig. 4 Effects of fruiting wings at the different storage stages on the germination index of *Haloxylon ammodendron* seeds

将 11 月新采收的胞果果翅与种子剥离, 一起放入培养皿中, 培育 10 d 后, 种子萌发率比具翅种子明显提高 ($P < 0.01$), 但低于去翅种子, 而到 1 月 (贮藏 3 个月后), 具翅种子 (处理 1) 和翅+种子 (处理 2) 的萌发率已无差异, 但明显低于去翅种子, 且

翅的存在延缓了种子的萌发速率(图3~4),贮藏5个月后,果翅对种子的萌发无影响($P > 0.05$),说明梭梭果翅对种子萌发的影响不存在机械抑制作用。新成熟的梭梭种子(11月)的萌发率与采后贮藏5个月(春天4月)的种子萌发率无显著差异($P > 0.05$),都高达90%以上;和新成熟种子相比,贮藏5个月的种子的萌发速度快(图4)。梭梭种子成熟后即具有萌发能力,不存在休眠现象。

4 讨论

不同的植物由于其生存环境和遗传特性的不同,其种子萌发对温度的响应也不同,如 *Haloxylon recurvum* 的最适温变周期为 $10\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (暗/光)^[6], *Limonium stocksii* 为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (暗/光)^[7], *Artemisia sphaerocephala* 是 $15\text{ }^{\circ}\text{C}/25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (暗/光)^[8]。梭梭种子萌发的适宜温周期范围宽,在 $5\text{ }^{\circ}\text{C}/25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $5\text{ }^{\circ}\text{C}/15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $15\text{ }^{\circ}\text{C}/25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (暗/光)3个温周期下,梭梭种子均能快速萌发,并具有较高的萌发率和萌发速率(图1~2),且高于恒温下梭梭种子的萌发率^[2]。新疆是大陆性气候,它的主要特点是:气温的年较差、日较差、年际变化都很大。北疆年平均日较差大于 $11\text{ }^{\circ}\text{C}$,最大超过 $22\text{ }^{\circ}\text{C}$;地面温度日较差更大,其平均日振幅一般比气温平均日振幅大 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上^[1]。梭梭种子在新疆自然环境下,当年种子成熟散落地面,经冬季积雪的覆盖,等来年积雪融化才开始萌发,此时地面温度日较差更大,其平均日振幅一般在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,这与它的自然萌发生境是相吻合的。因此,在变温环境下种子萌发率较高是梭梭长期对环境适应进化的结果。

藜科植物的果翅和苞片作为散布结构,保证种子有足够的机会得到散布,在土壤中形成潜在种群,避开不良环境,在适宜条件下形成新的植株,进而对种群的稳定和发展起到重要作用^[9-13]。Ungar and Khan 认为:在温度较低的晚秋或冬天 *Atriplex prostrata* 苞片的存在能够抑制种子的萌发,但是在来年温度适宜的春天由于苞片脱落而解除对种子萌发的抑制作用^[9]。在澳大利亚盐漠生存的 *Atriplex* 植物苞片含较高的盐分,直到苞片的盐分被雨水淋溶这种渗透抑制才得以解除^[10]。*Atriplex cordobensis* 的苞片^[11]和 *Salsola komarovii*^[12] 的果翅中由于 ABA 的存在,抑制种子萌发;然而,梭梭果实的翅对晚秋新成熟种子的萌发有明显的抑制作用,对来年4月(春天)时种子的萌发抑制作用消失。梭梭果翅对种子萌发的抑制作用,随着贮藏时间的

延长而降低,直到来年春天(4月)才解除对其萌发的抑制作用,说明梭梭果翅对种子的萌发不存在机械抑制作用,而为化学抑制。梭梭种子成熟时已具有较高的萌发潜力,但果翅的存在抑制了种子的萌发,使种子处于强迫休眠状态,从而避免了种子过早萌发而幼苗不能越冬造成的生殖资源浪费。随着时间逐渐向春天的过渡,果翅对梭梭种子萌发的抑制作用也逐渐减到最小,此时温度回升、雪水融化,土壤湿度提高,是梭梭种子萌发幼苗定居的适宜时期^[4]。翅的这种萌发控制机制有益于保护种子,使其安全度过由于在不利条件下萌发而不能生存的严酷环境,进而保证梭梭物种的延续。至于梭梭果翅中含有的短时期抑制种子萌发的化学物质是什么,这种物质在贮藏过程中是如何消失的,有待于今后进一步探讨。

参考文献(References):

- [1] 中国科学院新疆综合考察队,中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用[M]. 北京:科学出版社,1978. [Academic Research Xinjiang Team of Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany of Chinese Academy of Sciences. Xinjiang Vegetation and Utilization[M]. Beijing: Science Press, 1978.]
- [2] Huang Zh, Zhang X S, Zheng G H. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron* [J]. Journal of Arid Environments, 2003, 55: 453-464.
- [3] 国家环境保护局,中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危植物名录[M]. 北京:科学出版社,1987. [China Environmental Protection Bureau, Institute of Plant Research, CAS. The Catalogue of Rare and Endangered Plant in China [M]. Beijing: Science Press, 1987.]
- [4] 黄培祐. 干旱区免灌植被及其恢复[M]. 北京:科学出版社,2003. [Huang P Y. Excused Irrigation Vegetation and Its Restoration [M]. Beijing: Science Press, 2003.]
- [5] Khan M A, Ungar I A. The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd [J]. American Journal of Botany, 1984, 71: 481-489.
- [6] Khan M A, Ungar I A. Influence of salinity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum* [J]. Annals of Botany, 1996, 78: 547-551.
- [7] Zia S, Khan M A. Effect of light, salinity, and temperature on seed germination of *Limonium stocksii* [J]. Canada Journal Botany, 2004, 82: 151-157.
- [8] Zheng Y R, Xie Zh, Gao Y, et al. Effects of light, temperature and water stress on germination of *Artemisia sphaerocephala* [J]. Annals of Applied Biology, 2005, 146: 327-335.
- [9] Ungar I A, Khan M A. Effect of bracteoles on seed germination and dispersal of two species of *Atriplex* [J]. Annals of Botany, 2001, 87: 233-239.

- [10] Beadle N C W. Studies in halophytes I. The germination of the seed and establishment of the seedlings of five species of *Atriplex* in Australia [J]. *Ecology*, 1952, 33: 49—62.
- [11] Giusti L, Grau A. Inhibidores de la germinación en *Atriplex cordobensis* Gand et Stucker (Chenopodiaceae) [J]. *Lilloa*, 1983, 36: 143—149.
- [12] Takeno K, Yamaguchi H. Diversity in seed germination behavior in relation to heterocarpy in *Salsola komarovii* Iljin [J]. *The Botanical Magazine*, 1991, 104: 207—215.
- [13] Gutterman Y. Seed Germination of Desert Plants [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1993.

Study on the Effects of Thermoperiods and Fruiting Wings on the Germination of *Haloxylon ammodendron* Seeds

WANG Xi-yong¹, WEI Yan^{1*}, YAN Cheng^{2,3}

(1. College of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

3. Turpan Eremophytes Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Turpan 835008 Xinjiang, China)

Abstract: *Haloxylon ammodendron* is an important plant species in desert vegetation, and the plant communities dominated by *H. ammodendron* are extensively distributed in desert regions in China, such as the Junggar Basin, northeast Tarim Basin, Hexi Corridor, Tengger Desert, Ulanbuh Desert and Qaidam Basin in China. In this study, the experiments were carried out to determine the effects of fruiting wings at different storage stages on the germination of *H. ammodendron* seeds in alternating temperature regimes. Alternating temperature regimes of 15 °C/25 °C, 5 °C/15 °C and 5 °C/25 °C and 12 h/12 h photoperiod conditions were used. The results are as follows: *H. ammodendron* seeds can germinate in a wide range of thermoperiod regimes of 5 °C/25 °C, 5 °C/15 °C and 15 °C/25 °C. The germination capability of fresh mature seeds of *H. ammodendron* is very high, but the fruiting wings significantly inhibit the germination of fresh mature seeds in autumn. The inhibition of fruiting wings to the germination of *H. ammodendron* seeds is gradually reduced with prolonging the storage time, and completely lost in next spring (April). The inhibition of fruiting wings can maintain the dormancy of *H. ammodendron* seeds until the conditions are favorable for germinating. Fruiting wings inhibit the germination of *H. ammodendron* seeds under lower temperature in late autumn and winter, but they are not inhibitory in spring. Fruiting wings may allow determining the season and controlling the timing of germination of *H. ammodendron* seeds, thus this species can survive in severe desert habitats.

Key words: *Haloxylon ammodendron*; fruiting wing; seed germination; thermoperiod period