

果翅对梭梭属(*Haloxylon*) 种子萌发行行为的调控

魏 岩, 王习勇

(新疆农业大学林学院, 乌鲁木齐 830052)

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。通过果翅存留实验研究了在不同贮藏时期果翅对梭梭和白梭梭种子萌发的影响。结果表明: 新成熟的梭梭种子具有高的萌发率 (> 90%)。梭梭果翅对秋天新成熟的种子萌发有显著的抑制作用 (萌发率 < 50%), 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) 这种抑制作用已完全解除, 果翅对梭梭种子的抑制主要是化学抑制。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, 也正是梭梭在荒漠地区广泛分布的主要原因。新成熟的白梭梭种子萌发率为 59.5%, 贮藏 1 个月 after 达到 80%, 表明种子存在短时期的生理后熟现象。白梭梭果翅在每一贮藏时期对其种子的萌发都具有显著的抑制作用, 翅 + 种子 (将果翅与种子剥离, 一起放入培养皿中) 也部分地抑制种子的萌发, 因此, 果翅对白梭梭种子萌发的抑制既有化学抑制也存在机械抑制。果翅对种子萌发的抑制, 限制了白梭梭的分布。

关键词: 抑制; 梭梭; 种子萌发; 果翅

文章编号: 1000-0933 (2006) 12-4014-05 中图分类号: Q945.34 文献标识码: A

Role of winged perianth in germination of *Haloxylon* (Chenopodiaceae) seeds

WEI Yan, WANG Xi-Yong (College of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(12): 4014 ~ 4018.

Abstract: *Haloxylon ammodendron* and *H. persicum* are shrubs that occur in desert regions of western China. The germination unit of these species consists of fruit (uricle) with an attached winged perianth. To determine if the winged perianth influences timing of germination, seeds of *H. ammodendron* and *H. persicum* afterripened for various periods of time were incubated at a 12/12 h photoperiod at 15/5 °C for 10 days. The three treatments were seeds and attached winged perianth (control), seeds in the presence of detached winged perianths, and seeds with winged perianths removed. Freshly matured seeds of *H. ammodendron* (without perianths) germinated to a high percentage, but those with attached perianths germinated to a significantly lower percentage. The effect of the winged perianth on inhibition of germination gradually decreased with increase in storage time. Thus, winged perianths had no inhibitory effect on germination the following spring. Since attached winged perianths inhibited germination of *H. ammodendron* in autumn but not the following spring, dormancy of fresh seeds seems to be due to chemical inhibitors in the perianth. Apparently, then, the presence of winged perianths keeps seeds of *H. ammodendron* dormant until conditions are favorable for their germination. As such, the winged perianth may play a role in survival of this species in its harsh desert habitat. Fresh seeds *H. persicum* with winged perianths removed germinate slowly and to a low percentage. One month storage at room temperature caused an increase in percentage and rate of germination. The attached winged perianth significantly inhibited

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30260009; 30660033); 教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目 (2005); 新疆自然科学基金资助项目 (20042112)

收稿日期: 2006-06-28; **修订日期:** 2006-10-29

作者简介: 魏岩 (1966~), 女, 河南省镇平县人, 教授, 主要从事荒漠植物生态适应研究. E-mail: wy1@xjau.edu.cn; weiyang@ibcas.ac.cn

致谢: 非常感谢美国肯塔基大学 (University of Kentucky) C. C. Baskin 和 J. M. Baskin 教授对英文摘要的修改润色。

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30260009; 30660033), New Century Excellent Talents in University from Ministry of Education of China (2005) and Xinjiang Natural Science Foundation (No. 200421112)

Received date: 2006-06-28; **Accepted date:** 2006-10-29

Biography: WEI Yan, Professor, mainly engaged in plant ecology adaptation. E-mail: wy1@xjau.edu.cn; weiyang@ibcas.ac.cn

germination of freshly mature seeds in autumn and also in spring. Germination of seeds of *H. persicum* with winged perianths attached was strongly inhibited after all periods of storage. Germination also was partly inhibited in the presence of detached winged perianths. Thus, winged perianths inhibit germination of *H. persicum* seeds via both chemical and mechanical effects.

Key words: germination inhibition; *Haloxylon*; seed germination; winged perianth

梭梭属植物(*Haloxylon* Bge.)是古地中海区系的重要荒漠植被成分,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。我国有梭梭(*H. ammodendron*)和白梭梭(*H. persicum*)两种,在我国,梭梭多分布在新疆准噶尔盆地、塔里木盆地和内蒙古巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠中的湖盆低地、戈壁及库布齐沙漠西部,此外,青海柴达木盆地和甘肃也有少量分布;而白梭梭则是中亚西部荒漠亚区的成分,分布区狭窄,在我国白梭梭仅分布于新疆北部古尔班通古特沙漠^[1]。梭梭和白梭梭为超旱生小半乔木,是荒漠植被的主要建群种,不仅能忍受干旱、贫瘠和极端温度,而且抗盐性较强,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^[2]。近年来,由于过度放牧和樵采等导致的生态环境恶化、使其分布面积逐渐减少,梭梭和白梭梭已被定为濒危物种并成为国家三级保护植物^[3]。

散布对植物的进化过程具有重要的影响。散布体产量对保证植物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^[4]。散布结构对种子萌发的抑制在许多文献中被报道,主要是通过机械抑制、渗透压、离子效应、脱落酸(ABA)等来抑制种子萌发^[5~10]。

梭梭和白梭梭为藜科植物,花期在4~5月份,开花后花被不脱落,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,种子萌发行为直接影响着种群的更新^[11],因此,对生活周期中关键阶段的种子萌发行为的认识,是梭梭生物学特性研究中的重要内容。但是,有关梭梭种子生态学的研究,主要集中在温度、光照、盐分和贮藏对种子萌发的影响方面^[12~15]。已有的研究表明,在室温贮藏条件下梭梭种子的寿命只有10个月,从11月份成熟到第2年的5月(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]。本文通过果翅存留实验研究不同贮藏时期果翅对种子萌发的影响,旨在揭示果翅对梭梭属种子萌发行为的调控机制,进而为梭梭的生态保育、植被的恢复与重建提供理论依据。

1 研究材料与方法

1.1 研究材料

成熟的梭梭和白梭梭果实于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。梭梭属植物的果实为胞果,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。本文将梭梭和白梭梭的果实称为种子,将包被果实的具有翅状附属物的花被片(winged perianth)称为果翅。

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3000 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 不同贮藏时期果翅对种子萌发的影响

将种子设3个处理:具翅的种子(with winged perianth);翅+种子(plus winged perianth)(将果翅与种子剥离,一起放入培养皿中);去掉翅的种子(no winged perianth)。分别于当年秋天11月(新采集的种子)、12月、翌年1月和春天4月份(采后贮藏5个月的种子)在适宜的温周期5/25(黑暗/光照=12 h/12 h)条件下萌发10 d^[15]。

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 $\pm$ 标准误差表达。发芽指数计

计算公式为:发芽指数 $G_i = \sum G_t / D_t$, 其中 G_t 为 2 d 的发芽率, D_t 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^[16]。应用 SPSS 软件对数据进行方差分析。

3 结果与分析

3.1 不同贮藏时期果翅对梭梭种子萌发行为的影响

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 ($F = 21.34, p = 0.000 < 0.001$) 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 ($F = 4.132, p = 0.003 < 0.01$)。果翅对新采收种子的萌发有着极显著的抑制作用 ($F = 94.5, p = 0.000 < 0.001$) (图 3), 而贮藏 5 个月后 (4 月份) 果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 $> 90\%$)。果翅对新采收种子的萌发具有明显的抑制作用, 随着贮藏时间的延长, 这种抑制作用逐渐减弱, 直至消失 (图 1)。

将 11 月份新采收的果翅与种子剥离, 一起放入培养皿中, 培育 10d 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 月份 (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 1, 图 2), 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。

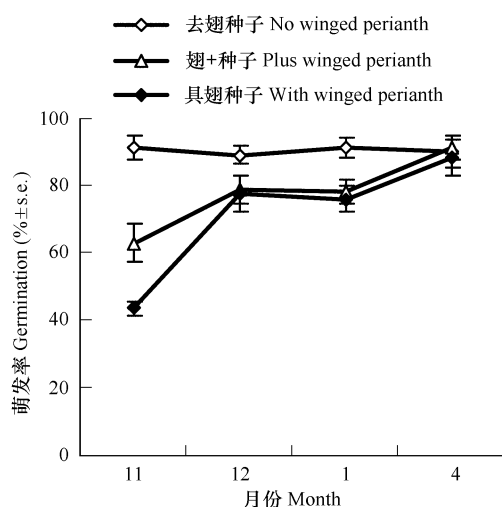


图 1 不同贮藏时期果翅对梭梭种子萌发的影响

Fig. 1 Influence of winged perianth on the germination of *H. ammodendron* seeds at different storage stages

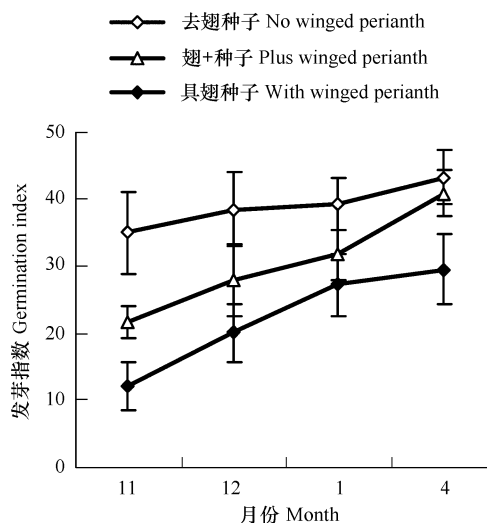


图 2 不同贮藏时期果翅对梭梭种子发芽指数的影响

Fig. 2 Influence of the winged perianth on the germination index of *H. ammodendron* seeds at different storage stages

新成熟的梭梭种子 (11 月份) 的萌发率与采后贮藏 5 个月 (春天 4 月份) 的种子萌发率无显著差异 ($p = 0.103 > 0.05$), 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。

3.2 不同贮藏时期果翅对白梭梭种子萌发行为的影响

两因子方差分析 (A two-way ANOVA) 表明:不同贮藏时期 ($F = 12.357, p < 0.001$) 果翅 ($F = 70.985, p = 0.000 < 0.001$) 对种子的萌发有极显著的影响, 贮藏时期与果翅之间存在着明显的交互作用 ($F = 6.203, p = 0.000 < 0.001$)。翅对新采收种子 ($F = 36.17, p = 0.000 < 0.001$) 和贮藏 5 个月后 (4 月) 的种子 ($F = 8.311, p = 0.000 < 0.001$) 萌发均有着极显著的抑制作用 (图 3)。

新采收 (11 月份) 的白梭梭去翅种子的萌发率为 59.5%, 贮藏 1 个月 (到 12 月份) 时达到为 80%, 到翌月 4 月份时达到 85%, 从 12 月到翌年 4 月份萌发率差异不显著 ($F = 0.203, p = 0.082 > 0.05$), 表明种子存在短时期的生理后熟现象。

将 11 月份新采收的果翅与种子剥离,一起放入培养皿中,培育 10d 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;贮藏 5 个月后,具翅种子(处理 1)和翅+种子(处理 2)的萌发率差异显著,均明显低于去翅种子 ($p < 0.01$),且翅的存在延缓了种子的萌发速率(图 3,图 4)。表明白梭梭果翅在每一贮藏时期都对其种子的萌发具有显著的抑制作用,果翅对种子萌发除了化学抑制外还存在较大的机械抑制。

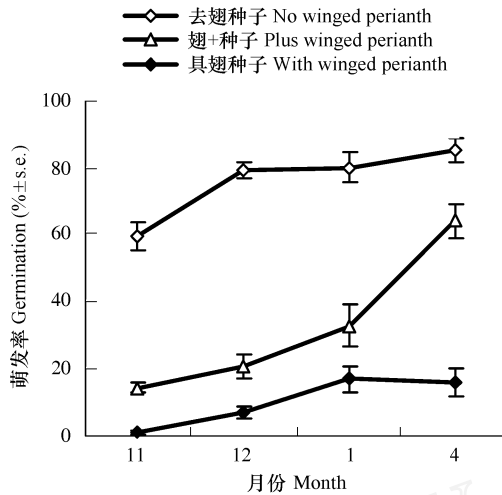


图 3 不同贮藏时期果翅对梭梭种子萌发的影响时间

Fig. 3 Influence of winged perianth on the germination of *H. persicum* seeds at different storage stages

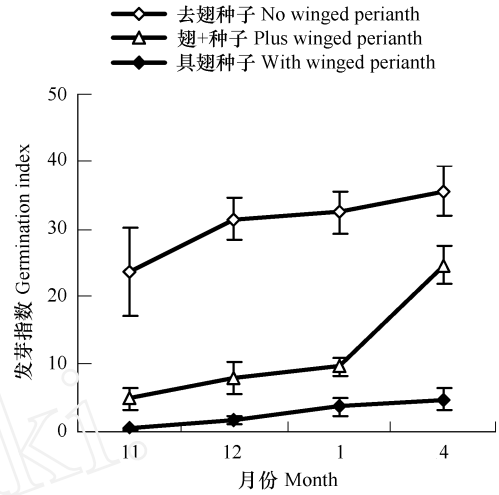


图 4 不同贮藏时期果翅对梭梭种子发芽指数的影响

Fig. 4 Influence winged perianth on the germination index of *H. persicum* seeds at different storage stages

4 讨论与结论

藜科植物的散布结构主要是苞片和宿存的花被,有的花被在果期有翅或刺等附属物,这些散布结构也影响种子的萌发特性,保证种子有足够的机会得到散布,对种群的稳定和发展起到重要作用,但也影响种子的萌发特性^[5-10,17]。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^[17]。在澳大利亚盐漠生存的 *Atriplex cordobensis* 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^[18]。*Atriplex cordobensis* 的苞片^[9]和 *Salsola komarovii*^[10]的果翅中由于 ABA 的存在抑制种子萌发。

梭梭果翅对晚秋新成熟种子的萌发有明显的抑制作用,而对翌年 4 月份(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,直到翌年春天(4 月份)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^[11]。果翅对梭梭种子萌发行为的调控作用确保了种子在春季萌发与成功定居,也正是梭梭在荒漠地区广泛分布的主要原因。那么,在贮藏过程是梭梭果翅中抑制种子萌发的化学物质发生了变化,还是种子的生理状态发生了变化,对果翅抑制物的抑制产生了不敏感的特性,尚有待于进一步研究。

白梭梭果翅在秋天和春天对种子的萌发都有明显的抑制作用,虽然白梭梭果翅对种子萌发的抑制作用随着贮藏时间的延长缓慢降低,但到翌年春天(4 月份)也没有能解除对其种子萌发的抑制。将果翅与种子剥离(机械抑制解除后),一起放入培养皿中,培育 10 d 后,种子的萌发率(64%)比具翅种子(16%)明显提高 ($p < 0.01$),但仍低于去翅种子(85%),说明白梭梭果翅对种子的萌发既存在机械抑制,也存在化学抑制。果翅对白梭梭种子的这种较强的抑制作用,一方面有益于保护种子,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,进而保证白梭梭物种的延续,但另一方面,又不利于白梭梭种群的扩繁和分布。白梭梭果翅对种子萌发的抑制,限制了白梭梭物种的分布,因此,白梭梭在我国只分布在新疆北部的古尔班通古特沙漠。

References:

- [1] Xinjiang Comprehensive survey Term of Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany of Chinese Academy of Sciences. Xinjiang vegetation and utilization. Beijing: Science Press, 1978.
- [2] Huang Z, Zhang X S, Zheng G H. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. Journal of Arid Environments, 2003, 55, 453 ~ 464.
- [3] China Environmental protection bureau. Institute of plant research, CAS. The catalogue of rare and endangered plant in China. Beijing: Science Press, 1987.
- [4] Harper J L. Population biology of plants. New York: Academic Press, 1977.
- [5] 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. Ecology, 1952, 33: 49 ~ 62.
- [6] Kadmar-Zahavi A. Notes on the germination of *Atriplex rosea*. Palestine Journal of Botany, 1953, 6: 145 ~ 148.
- [7] Osman A E, Ghassali F. Effects of storage conditions and presence of fruiting bracts on the germination of *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata*. Experimental Agriculture, 1997, 33: 149 ~ 155.
- [8] Koller D. Germination regulating mechanisms in some desert seeds. *Atriplex dimorphostegia* Kar et Kir. Ecology, 1957, 38: 1 ~ 13.
- [9] Aiazzi M T, Argüello J A. Dormancy and germination studies on dispersal units of *Atriplex cordobensis* (Candoger and Stucker) (Chenopodiaceae). Seed Science and Technology, 1992, 20: 401 ~ 407.
- [10] Takeno K, Yamaguchi H. Diversity in seed germination behavior in relation to heterocarpy in *Salsola komarovii* Iljin. The Botanical Magazine, 1991, 104, 207 ~ 215.
- [11] Huang P Y. Excused irrigation vegetation and its restoration. Beijing: Science Press, 2003.
- [12] Tobe K, Li X, Omasa K. Effects of sodium chloride on seed germination and growth of two Chinese desert shrubs, *Haloxylon ammodendron* and *H. persicum* (Chenopodiaceae). Australian Journal of Botany, 2000, 48, 455 ~ 460.
- [13] Tobe K, Zhang L, Omasa K. Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China. Annals of Botany, 2005, 95: 649 ~ 659.
- [14] Khan M A, Ungar I A. Influence of salinity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum*. Annals of Botany, 1996, 78: 547 ~ 551.
- [15] Wang X Y, Wei Y, Yan Ch, et al. Germination response of two species of *Haloxylon* to temperature and salinity. Arid Zone Research, 2004, 21(S): 58 ~ 63.
- [16] Khan M A, Ungar I A. The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd. American Journal of Botany, 1984, 71: 481 ~ 489.
- [17] Ungar I A, Khan M A. Effect of bracteoles on seed germination and dispersal of two species of *Atriplex*. Annals of Botany, 2001, 87: 233 ~ 239.
- [18] Gusti L, Grau A. Inhibidores de la germinación en *Atriplex cordobensis* Gand et Stucker (Chenopodiaceae). Lilloa, 1983, 36: 143 ~ 149.

参考文献:

- [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. 北京: 科学出版社, 1978, 16 ~ 22.
- [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. 北京: 科学出版社, 1987.
- [11] 黄培祐. 干旱区荒漠植被及其恢复. 北京: 科学出版社, 2003.
- [15] 王习勇, 魏岩, 严成, 等. 温度和盐分对两种梭梭种子萌发的影响. 干旱区研究, 2004, 21(S): 58 ~ 63.