

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

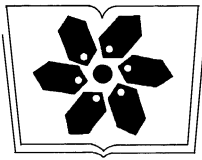
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第10期 Vol.31 No.10 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 10 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

大熊猫取食竹笋期间的昼夜活动节律和强度·····	张晋东, Vanessa HULL, 黄金燕, 等 (2655)
高枝假木贼的胎生萌发特性及其生态适应·····	韩建欣, 魏 岩, 严 成, 等 (2662)
准噶尔盆地典型地段植物群落及其与环境因子的关系·····	赵从举, 康慕谊, 雷加强 (2669)
喀斯特山地典型植被恢复过程中表土孢粉与植被的关系·····	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友, 等 (2678)
青藏高原高寒草甸土壤 CO ₂ 排放对模拟氮沉降的早期响应·····	朱天鸿, 程淑兰, 方华军, 等 (2687)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤水分和植被空间格局·····	邱开阳, 谢应忠, 许冬梅, 等 (2697)
雪灾后粤北山地常绿阔叶林优势树种幼苗更新动态·····	区余端, 苏志尧, 解丹丹, 等 (2708)
四川盆地四种柏木林分类型的水文效应·····	龚固堂, 陈俊华, 黎燕琼, 等 (2716)
平茬对半干旱黄土丘陵区柠条林地土壤水分的影响·····	李耀林, 郭忠升 (2727)
连栽杉木林林下植被生物量动态格局·····	杨 超, 田大伦, 胡日利, 等 (2737)
近 48a 华北区太阳辐射量时空格局的变化特征·····	杨建堂, 刘 勤, 严昌荣, 等 (2748)
中型景观尺度下杨树人工林林分特征对树干病害发生的影响——以河南省清丰县为例·····	王 静, 崔令军, 梁 军, 等 (2757)
耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响·····	田欣欣, 薄存瑶, 李 丽, 等 (2768)
官山保护区白颈长尾雉栖息地适宜性评价·····	陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 等 (2776)
花椒园节肢动物群落特征与气象因子的关系·····	高 鑫, 张晓明, 杨 洁, 等 (2788)
沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异·····	周志强, 黎 明, 侯建国, 等 (2797)
大豆出苗期和苗期对盐胁迫的响应及耐盐指标评价·····	张海波, 崔继哲, 曹甜甜, 等 (2805)
不同耐盐植物根际土壤盐分的动态变化·····	董利苹, 曹 靖, 李先婷, 等 (2813)
短期 NaCl 胁迫对不同小麦品种幼苗 K ⁺ 吸收和 Na ⁺ 、K ⁺ 积累的影响·····	王晓冬, 王 成, 马智宏, 等 (2822)
套袋微域环境对富士苹果果皮结构的影响·····	郝燕燕, 赵旗峰, 刘群龙, 等 (2831)
畜禽粪便施用对稻麦轮作土壤质量的影响·····	李江涛, 钟晓兰, 赵其国 (2837)
土霉素胁迫下拟南芥基因组 DNA 甲基化的 MSAP 分析·····	杜亚琼, 王子成, 李 霞 (2846)
甲藻孢囊在长山群岛海域表层沉积物中的分布·····	邵魁双, 巩 宁, 杨 青, 等 (2854)
湖南省城市群生态网络构建与优化·····	尹海伟, 孔繁花, 祈 毅, 等 (2863)
基于多智能体与元胞自动机的上海城市扩展动态模拟·····	全 泉, 田光进, 沙默泉 (2875)
城市道路绿化带“微峡谷效应”及其对非机动车道污染物浓度的影响·····	李 萍, 王 松, 王亚英, 等 (2888)
专论与综述	
北冰洋微型浮游生物分布及其多样性·····	郭超颖, 王桂忠, 张 芳, 等 (2897)
种子微生物生态学研究进展·····	邹媛媛, 刘 洋, 王建华, 等 (2906)
条件价值评估的有效性与可靠性改善——理论、方法与应用·····	蔡志坚, 杜丽永, 蒋 瞻 (2915)
问题讨论	
中国生态学期刊现状分析·····	刘天星, 孔红梅, 段 靖 (2924)
研究简报	
四季竹耐盐能力的季节性差异·····	顾大彤, 郭子武, 李迎春, 等 (2932)
新疆乌恰泉地震前后泉水细菌群落的变化·····	杨红梅, 欧提库尔·玛合木提, 曾 军, 等 (2940)
两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及其对二斑叶螨的控害潜能·····	黄增玉, 黄林茂, 黄寿山 (2947)
学术信息与动态	
全球变化下的国际水文学研究进展: 特点与启示——2011 年欧洲地球科学联合会会员大会述评·····	卫 伟, 陈利顶 (2953)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-05



封面图说: 藏酋猴 (*Macaca thibetana*) 属猴科 (*Cercopithecidae*) 猕猴属 (*Macaca*) 又名四川短尾猴、大青猴, 为我国特有灵长类之一, 被列为国家二级保护野生动物; 近年来, 由于人类活动加剧, 栖息环境恶化, 导致藏酋猴种群数量和分布日趋缩小; 本照片摄于四川卧龙国家级自然保护区 (拍摄时间: 2010 年 3 月)。

彩图提供: 中国科学院生态环境研究中心张晋东博士 E-mail: zhangjd224@163.com

高枝假木贼的胎生萌发特性及其生态适应

韩建欣¹, 魏岩^{1,*}, 严成², 安沙舟¹

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 对分布于准噶尔荒漠的超旱生小灌木高枝假木贼的繁殖特性进行研究。结果表明: ①高枝假木贼具有胎生繁殖现象。果实于10月成熟后不脱落, 冬季被积雪覆盖; 种子长(4.175±0.132) mm, 宽(3.146±0.109) mm, 质量(3.727±0.137) g, 胎生现象发生于翌年早春积雪融化时(3月上旬—4月上旬); 胎生发生阶段空气最高温度为0—15℃, 相对湿度为50%—60%。②胎生萌发时, 胚根首先突破种皮后, 下胚轴快速生长形成棒状胎生幼苗, 长度为1—7 cm。③控制实验表明, 高枝假木贼种子具有快速萌发特性, 在30/15、25/15、20/10、15/5℃温度下, 种子遇水6—7 h开始萌发。④高枝假木贼的幼苗具有忍受干燥并在下次水合后能够恢复生长的能力。幼根的长度和干燥时间影响幼苗的生长恢复率。长度在0—1 cm的幼苗通过14 d的干燥, 有部分幼苗复水后能继续生长。结果表明: 早春充足的雪水和种子快速萌发的特性共同促进了高枝假木贼的胎生繁殖。高枝假木贼的胎萌反映了干旱区荒漠灌木对不利环境的适应策略, 在研究植物的生活史进化方面具有重要的理论意义。

关键词: 高枝假木贼; 胎生繁殖; 环境因子; 种子萌发; 幼苗耐干燥特性

The vivipary characteristic of *Anabasis elatior* and its ecological adaptation

HAN Jianxin¹, WEI Yan^{1,*}, YAN Cheng², AN Shazhou¹

1 College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China

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

Abstract: Vivipary, which is the germination of seeds before they are shed from the mother plant, is a remarkable condition because of its rarity in flowering plants involving complex ecophysiological processes. *Anabasis elatior* is a hyperxerophytic, viviparous subshrub that primarily occurs in the Junggar desert, which is situated between the Tian Shan and Altai mountain ranges in Xinjiang Province, north-western China. The plants are 30—50 cm tall, the woody stem is much branched, gray-brown to gray-white, and annual branches are erect or slightly obliquely spreading with 10—20 internodes. To better understand how *A. elatior* is adapted to the Junggar desert environment, we investigated seed morphs, germination traits, seedling desiccation tolerance and climatic variables (temperature and relative humidity). Our main results were as follows. (1) Individuals of *A. elatior* were about 30—50 cm in height. Its fruits matured in October. The fruits had a lignified perianth with long wings and green utricles, thus they cannot easily be dispersed from the mother plant by wind. The seed was (4.175±0.132) mm in length, (3.146±0.109) mm in width and weighed (3.727±0.137) g. The fruits still adhered to the mother plant during winter and were covered by snow over this period. The snow melted in early spring (i. e. from early March to early April), during which time the maximum air temperature was maintained at -15℃ and the relative humidity was 50%—60%, and the seeds germinated on the mother plants and developed into viviparous seedlings. (2) When vivipary occurred, the radicle emerged through the pericarp and the hypocotyl grew rapidly, developing into viviparous seedlings 1—7 cm in length. (3) The percentage seed germination was at least 78% after 15 days incubation at day/night temperatures of 30/15, 25/15, 20/10 and 15/5℃ under a 12 h photoperiod. Differences in germination percentage among the four temperature regimes were not significant. Seeds could germinate 6—7 h after imbibition at each temperature regime, with germination accelerated with increasing temperature. (4) Viviparous seedlings dispersed naturally

基金项目: 国家自然科学基金项目(30770374); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金(20070758002)

收稿日期: 2010-11-03; **修订日期:** 2011-02-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiyani1966@163.com

from their mother plant and developed into independent plants. The seedlings were capable of surviving drought and recovering growth after rehydration. Seedling survival rate was influenced by seedling length at the time of dispersal and duration of dehydration. Seedlings 0—1 cm in length were able to rehydrate after drought stress for 14 days and some recovered growth after rehydration, whereas seedlings 4—5 cm long did not recover. Thus, the viviparous propagules of *A. elatior* are capable of prolonged tolerance of adverse environmental conditions. Viviparous seedlings exhibited normal development and were no different from non-viviparous offspring. However, since germination times vary among the viviparous progeny, the seedlings exhibited differences in size and degree of organ development. In conclusion, both sufficient melting snow and traits for rapid germination can accelerate viviparous germination of *A. elatior* seeds. Vivipary and seedling desiccation tolerance are specialized, evolutionarily advantageous traits to promote plant survival and reproduction in the harsh Junggar desert environment. These traits also provide a biological mechanism to protect the embryo from extreme saline conditions. Viviparous propagation in *A. elatior* represents one adaptive strategy of desert shrubs to the harsh environment and is of important theoretical significance in studying the evolution of plant life history.

Key Words: *Anabasis elatior*; viviparous propagation; environmental factors; seed germination; seedling desiccation tolerance

种子萌发是指种子在母株上发育成熟并脱离母株后,重新从外界环境中吸水,直至胚根突破种皮期间所发生的一系列生理生化过程。但由于自然环境的多样性,使得在其不同生境下也生存着另一类植物,其种子成熟后不经过休眠或只有短暂休眠直接在母株上萌发成幼苗,这种现象通常被称为种子的胚胎萌发^[1],简称为种子的胎萌^[2]。具有胎生繁殖现象的植物为生活史进化研究提供了极好的材料,在进化生物学上具有重要的研究价值。

目前已报道具有胎萌现象的植物种达数十种,以红树为代表的胎生植物(*Rhizophora*)最多^[3]。Yamashiro 对秋茄(*Kandelia obovata*)胎生幼苗的形态结构及生态学意义进行研究^[4]。Tomlinson 等研究了红树科植物繁殖体从母树上掉落后,定植过程中原胚轴次生木质部解剖结构的变化,并探讨胎生胚轴对幼苗固着生长的生态学意义^[5]。另外在油菜(*Brassica rape*)^[6]、拟南芥(*Arabidopsis thaliana*)^[7]、水稻(*Oryza sativa*)^[8]、小麦(*Triticum aestivum*)^[9]、玉米(*Zea mays*)^[10]也有胎萌现象。目前对荒漠木本植物的胎生繁殖现象尚未见报道。

假木贼属(*Anabasis*)植物系藜科,主要分布在地中海、中亚、哈萨克斯坦、西伯利亚、蒙古等,生于海拔 500—1200 m 的山麓洪积扇、山间台地、河谷阶地、河间冲积平原的盐生荒漠,是荒漠植被的主要建群种。我国有 8 种,新疆均有分布,主要集中分布于额尔齐斯河与乌伦古河之间的古老阶地上,常形成大面积的假木贼群落,在植被景观和荒地利用上都起着极其重要的作用^[11]。

高枝假木贼(*Anabasis elatior*)为超旱生小灌木,具有很强的抗干旱、抗盐碱和耐贫瘠能力,分布区内气候干旱,易溶性盐聚集较为普遍,风蚀、淋溶反应强烈,土层瘠薄且含大量砾石。通过野外调查首次发现高枝假木贼具有胎生现象,那么胎生发生的生物学过程及时空格局如何?胎生幼苗的耐干燥特性有何特点?这些特点是如何与其荒漠生态环境相适应的?目前尚缺乏研究。

本文通过对其胎生发育的生物学过程、时间特征以及具胎生特性种子的萌发特点与环境因子的响应进行研究,为深入研究其胎生繁殖特性及其生态适应与进化提供参考资料。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

高枝假木贼采集于新疆准噶尔盆地南缘(N43°46'44", E87°39'23")的自然种群中。该地区植被类型以小蓬为建群种,是典型的中温带荒漠区,春秋季节较湿润,夏季干旱,热量充足,冬季漫长而寒冷。年降水量为 288 mm;蒸发量 2,731 mm;年平均气温 5.3℃,年平均日较差大于 11℃,最大超过 20℃^[12]。采集地土壤表层覆盖有薄层黄土状物质,有 1—5 cm 的结皮层,多见砾石。

1.1.1 大气温度和相对湿度的测定

大气温度、湿度由新疆维吾尔自治区气象局全自动气象站提供。读取每日的最高温度、最低温度,计算日平均温度;统计胎生发育阶段日最高温度持续时间。植物胎生发育(即从3月初开始到4月末结束)阶段,气温变化跨度较大,日温差最大值为 17.7°C ,日最高气温在 26.4°C ,日最低气温在 -4.6°C (图1),相对湿度在 $12.5\%—80.8\%$ 。

1.1.2 结实格局及种子形态特征的观察

选取20个植株,对其形态特征进行详细的观察,测量植株的高度。观察果实植株上的位置。测定种子大小及千粒重。种子重量的测定以1000粒 $\times$ 4组的平均值为其平均重量($\pm$ 标准误差),用EX-200A千分之一天平称重。用C-PS16体式显微镜测定20粒种子的长度和宽度。

1.1.3 胎生现象的观察

2008—2010年对高枝假木贼胎萌现象进行观察,随机选取生长情况一致的高枝假木贼20株并挂牌标志。自观测地最高气温大于 0°C 开始,每隔1d观察胎生现象的发生情况,详细观察胎生发生的时间、空间位置、胎生苗的形态、生长、脱落的规律,直至植株胎生现象结束。

1.2 种子萌发试验

在培养箱中,将高枝假木贼种子分别在 $30/15$ 、 $25/15$ 、 $20/10$ 、 $15/5$ 、 $5/2^{\circ}\text{C}$ 温度(12h低温,12h高温),实验以每组50粒,3个重复,光照(12h)条件下进行萌发15d。萌发过程中每24h检测1次,并将已萌发的幼苗移走,萌发结果以百分率 $\pm$ 标准误差表示。

1.3 不同发育阶段的幼苗对干燥脱水的忍耐性

选择大小相对相同的种子进行萌发试验。将其置于直径90mm的培养皿中,用10mL的蒸馏水在 $15/5^{\circ}\text{C}$ 光照(12h)条件下进行培养。将萌发出的幼苗根据其长短分成5组,即:0—1、1—2、2—3、3—4、4—5cm,每组20个幼苗,4组重复。随后将这些幼苗放在敞口的培养皿中进行干燥试验。在幼苗干燥脱水期间,控制温度的变化范围在 $15/5^{\circ}\text{C}$,光照(12h)。分别通过3、7、14、30d的干燥,将不同时间干燥后的幼苗在 $15/5^{\circ}\text{C}$ 和光照条件下用蒸馏水重新进行水合。只有确定幼苗继续开始伸长后,才被认为恢复了活力,并对幼苗的恢复生长情况进行记录。对干燥之前幼根的长度以及干燥时间对幼苗恢复活力的影响进行比较。

1.4 数据分析

运用SPSS统计软件分析,采用单因素方差分析(One Way ANOVA)方法,进行差异比较,萌发实验的结果和千粒重以平均值 $\pm$ 标准误差表示。

2 结果

2.1.1 结实格局及种子形态

高枝假木贼为超旱生小灌木,植株高约30—50cm^[13]。当年枝绿色,通常长1—10cm,叶小,鳞片状,对生。花期6—7月。高枝假木贼花单生叶腋,花被片5枚。果实于10月成熟,包藏于增大的花被内;果皮膜质,种子直立。种子呈卵圆形,褐色,光滑,长 $(4.175 \pm 0.132)\text{mm}$,宽 $(3.146 \pm 0.109)\text{mm}$,质量 $(3.727 \pm 0.137)\text{g}$ 。

高枝假木贼植株矮小,野外观察发现,高枝假木贼秋季种子成熟后不易脱落,果实随着母株水分的降低而紧紧“镶嵌”在枝条干枯的叶腋内,冬季整个植株被降雪覆盖。

2.1.2 胎生幼苗的形成及其对温度和湿度的响应

随着春天的到来,气温逐步回升,枝条从上至下相继从积雪中露出,雪水浸润枝条和种子,宿存在枝上的种子萌发形成胎生幼苗。当年枝条上部种子发生胎生现象比下部种子要早。同一时间内,枝条上部胎生苗比下部胎生苗长度长且粗。

胎生幼苗形成时,首先是胚根突破种皮,迅速挺出果实以外,继而下胚轴快速生长,增粗,胚根形成一个末端尖的棒状体,而子叶却留在种子里,充当吸器,在母体的保护下,吸收水分。待幼苗质量增加到一定程度,或

当年枝条在风力、动物行为等外力条件影响后,胎生苗便脱离母体。胎生幼苗的长度为1—7 cm。

胎生现象的发生开始于3月上旬,随着气温的逐步升高,待地表无大面积积雪时,于4月胎生萌发现象结束。2008、2009年3月6日前后,随着气温的逐步升高,待白天最高气温超过0℃(图1),种子吸收积雪融水,开始萌发形成胎生苗,在充沛的水分条件滋养下,3月中下旬达到胎生现象的高峰期,这一时期白天的最高气温在7—14℃。进入4月,温度持续攀升,待积雪融尽,白天最高气温超过15—17℃时,胎生现象结束。2010年由于春季持续低温,胎生萌发高峰期出现在温度相对平稳的3月下旬,于4月结束。胎生发生阶段空气相对湿度为50%—60%。

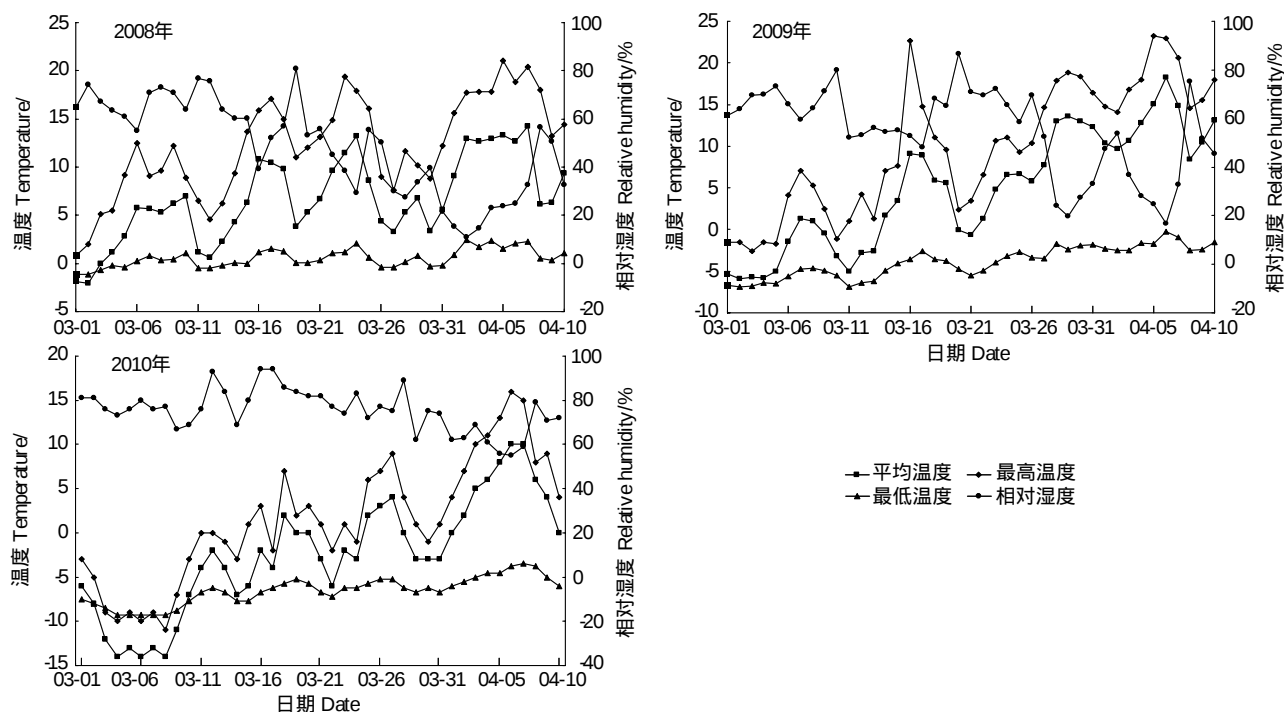


图1 2008—2010年早春研究区大气温度和湿度的变化(3月1日—4月15日)

Fig. 1 Variation of the temperature and humidity of study area in 2008—2010 (1st March—15th May)

2.2 种子萌发对水分和温度的响应

从图2可以看出,高枝假木贼种子在不同温变条件下都具有快速萌发的特性,在30/15、25/15、20/10、15/5℃温度下,种子遇水6—7 h开始萌发。5/2℃下,种子的初始萌发时间为16 h。

从图3可以看出,高枝假木贼种子在不同温变条件下最终萌发率都较高。5组温变条件都表明高枝假木贼种子的累积萌发率呈现先快后慢的特点,且不同温变周期下种子的最终萌发率无显著差异($P>0.05$)。

2.3 不同发育阶段的幼苗对干燥脱水的忍耐力

达到相应的干燥时间后,幼苗重新复水培养,幼根开始继续生长。在0—5 cm的5组试验中,根在脱水前的长度越长,那么幼苗的生长恢复率就越低(图4),相同条件下,干燥时间也对复水生长率有着一定的影响。干燥时间越长,复水生长率越低。通过双因子方差分析表明,干燥前根的长度、干燥时间以及二者的相互作用都显著地影响幼苗的生长恢复率。

3 讨论

对于荒漠中的植物来说,生存机制的特殊结合是非常普遍的^[14]。不同的荒漠植物可能具有不同的传播机制和种子萌发机制,而特殊的传播和萌发机制对环境的适应是荒漠植物能够存活和发展的关键。

高枝假木贼具有胎生萌发现象,宿存在枝条上的种子可以直接从融化的雪水中吸收水分进行萌发,这是首次在新疆荒漠中发现的具有胎生行为的灌木。张锡成等曾报道新疆有10种胎生植物,而这些植物均为

草本^[15]。

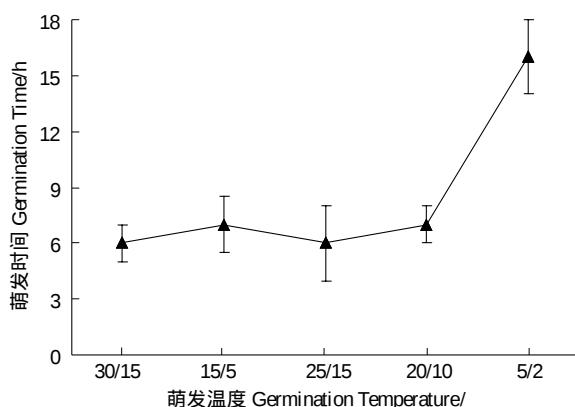


图2 高枝假木贼在不同温度下初始萌发时间

Fig. 2 The initial germination time of *Anabasis elatior* seeds at different temperatures

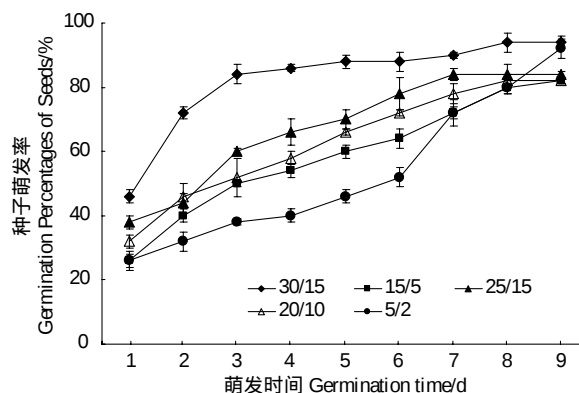


图3 高枝假木贼在不同温度下的累积萌发率

Fig. 3 The cumulative germination percentages of *Anabasis elatior* seeds at different temperatures

种子胎萌是一个比较复杂的过程,它不仅与种子的遗传特性和休眠程度有关,而且还受外界环境条件影响^[16]。高温、高湿、过多的降雨等均可引起种子胎萌^[17]。高枝假木贼分布在干旱、高盐的荒漠生境,具有躲避、忍耐恶劣环境的能力^[11],其种子遇水能够快速萌发。由于高枝假木贼结实的幼枝在果实成熟后干枯死亡,早春宿存在枝条上的种子可以直接从融化的雪水中吸收水分和养分进行萌发,体现了种子具有较强的适应能力和机会主义的萌发策略。当气温维持在0—15℃时,覆盖植物体上的积雪消融,这不仅为种子萌发提供了充足的水分,流动的雪水降低了母株以及生境内的盐分,增加了种群更新的机会。Vaid指出, *Melocanna bambusoides* 种子成熟后,在空气湿度较高时,会持续发生胎萌^[18]。与之相同的是,在高枝假木贼胎萌期间,空气相对湿度较高,而随着温度的升高,相对湿度的降低,胎萌现象结束。

高枝假木贼种子的胎萌与种子对外界水分的响应有关。萌发试验表明,高枝假木贼种子能够在宽的温度范围内(5—30℃)快速萌发,种子遇水6—7h开始萌发。这种利用有限降水而快速萌发的现象在其它荒漠植物中也有相关报道^[19]。当年10月果实成熟后,由于植株个体矮小(大多低于50cm),很容易被冬季冰雪覆盖。Joshi认为,红海榄幼苗在移植时,若受到水分条件的影响,它们的幼苗同沙漠植物一样,高盐浓度的表土将会阻止幼苗的生长^[20]。Stapf证明 *Melocanna bambusoides* 的胚从果皮中吸收水分形成胎生幼苗^[21]。而高枝假木贼选择在早春积雪大量消融时胎生,主要是为了利用春季适宜的水分条件,这些特性使得高枝假木贼种子在次年早春充分利用冰雪融水迅速萌发形成胎生幼苗。

胎生现象作为被子植物中存在的一种特殊繁殖现象,是植物对不利环境的一种特殊适应方式,它使得植物自身具有较强的抵抗不良环境、繁衍后代的能力^[22]。生长在热带海滩上的红树林植物,胎生胚轴常为棍棒形或纺锤形,能够垂直地插入松软的海滩淤泥中,并快速生根而固定于土壤中,再次涨潮时就不会被冲走^[23]。金杰里等认为,胎生现象除了能使红树幼苗在下落时能更好的固定在基质上以外,还可以让幼苗在母株逐渐

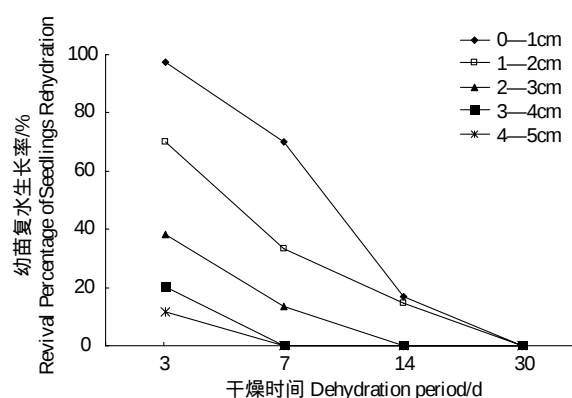


图4 干燥时根长度以及干燥时间对高枝假木贼幼苗生长恢复率的影响

Fig. 4 Effect of root length at initial dehydration and period of desiccation on final revival percentage of *Anabasis elatior* seedlings

输送的盐分上适应基质中的高浓度盐分^[24]。同样,高枝假木贼胎生苗呈棒状,生长到一定长度后便脱离母株,增加了种群更新的途径。

荒漠地区的降水量小,蒸发量大^[25]。脱离母株的胎生苗能否忍耐荒漠干燥的环境?通过幼苗耐干燥试验表明,长度在0—1 cm的幼苗通过14 d的干燥,仍然有部分幼苗复水后继续生长。长度在4—5 cm的幼苗却在干燥3 d后,复水未能继续生长。干燥时间和干燥前幼苗长度都在一定程度上,影响着高枝假木贼胎生苗在脱离母体后的存活情况。在野外环境下,脱离母株的胎生苗,必然要经受干燥脱水的锻炼。胎生苗附近若有岩石或植被遮挡,可以短时间内降低干燥对其伤害程度。高枝假木贼胎生苗的耐干燥特性为其幼苗的入土定居提供了时间上的保证。

高枝假木贼的胎生萌发能力体现了荒漠植物繁殖对策的多样性,对于种群的繁衍、更新都有着极其重要的作用。胎生现象无疑是高枝假木贼对恶劣生态环境的一种适应策略。

References:

- [1] Farnsworth E. The ecology and physiology of viviparous and recalcitrant seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2000, 31: 107-138.
- [2] Lin P. *Mangrove*. Beijing: Ocean Press, 1984: 25-34.
- [3] Sussex I M. Growth and metabolism of the embryo and attached seedling of the viviparous mangrove, *Rhizophora mangle*. *American Journal of Botany*, 1975, 62(9): 948-953.
- [4] Yamashiro M. Ecological study on *Kandelia candel* (L.) Druce, with special reference to the structure and falling of the seedling. *Hikobia*, 1961, 2(3): 209-214.
- [5] Tomlinson B P, Cox P A. Systematic and functional anatomy of seedlings in mangrove Rhizophoraceae: vivipary explained?. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2000, 134: 215-231.
- [6] Rao P. Occurrence of vivipary in synthesized *Brassica*. *Journal of Nuclear Agriculture and Biology*, 1983, 12: 80-81.
- [7] Bewley J D, Black M. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York: Plenum Press, 1994: 120.
- [8] Yang J, Lu J F, Yu B G, Zhang C X, Wang G Z. Soluble sugar level and α -amylase activity in grains of some rice varieties with distinguishable viviparity during grain developing. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 1991, 14(1): 17-21.
- [9] Done A A, Doig R I, Rogers D F. Pre-harvest sprouting in bread wheat (*Triticum aestivum*) as influenced by cytoplasmic male-sterility derived from *T. timopheevi*. *Euphytica*, 1975, 24(1): 229-232.
- [10] Eyster W H. A primitive sporophyte in maize. *American Journal of Botany*, 1924, 11: 7-14.
- [11] Mao Z M. *Flora of Xinjiang 2(1)*. Urumqi: Xinjiang Science Technology and Sanitation Press, 1994: 76-77.
- [12] Integrated Scientific Expedition to Xinjiang of the Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. *Vegetation and Its Utilization in Xinjiang*. Beijing: Science Press, 1978: 16-22.
- [13] Hu R J. *Physical Geography of the Tianshan Mountains in China*. Beijing: China Environmental Science Press, 2004.
- [14] Gutterman Y. *Seed Germination in Desert Plants*. Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- [15] Zhang X C, Li X, Lai B. Research of viviparous plants in Xinjiang. *Journal of Southwest Agricultural University*, 2006, 28(2): 275-278.
- [16] Dai X W, Bi X H, Xu K. Dormancy in rape seeds: IV effects of germinating condition on seed germination of rapes. *Seed*, 1989, 4: 1-6.
- [17] Qin D H. Wheat Pre-harvest Sprouting Physiology. *Plant Physiology Communications*, 1990, 6: 62-64.
- [18] Vaid K M. Vivipary in bamboo, *Melocanna bambusoides* trin. *Journal of Bombay Natural History Society*, 1972, 59: 696-697.
- [19] Wei Y, Dong M, Huang Z Y. Seed polymorphism, dormancy and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting the Junggar Basin of Xinjiang, China. *Australian Journal of Botany*, 2007, 55(4): 464-470.
- [20] Joshi A C. A suggested explanation of the prevalence of vivipary on the sea-shore. *Journal of Ecology*, 1933, 121: 209-212.
- [21] Stapf O. On the fruit of *Melocanna bambusoides*, Trin., an endospermless, viviparous genus of *Bambuse*. *Transactions of the Linnean Society of London 2nd Series: Botany*, 1904, 6(9): 401-425.
- [22] Egler F E. The dispersal and establishment of red mangrove, *Rhizophora*, in florida. *Caribbean Forester*, 1948, 9: 299-320.
- [23] Macnae W. Mangroves in eastern and southern Australia. *Australian Journal of Botany*, 1966, 14(1): 67-104.
- [24] Jin J L, Fang Y X. Physiological significance of vivipary in mangroves. *Journal of Integrative Plant Biology*, 1958, 7(2): 51-58.
- [25] Tian C Y, Song Y D, Hu M F. Status, causes and countermeasures of desertification in Xinjiang. *Journal of Desert Research*, 1999, 19(3): 214-218.

参考文献:

- [2] 林鹏. 红树林. 北京: 海洋出版社, 1984: 25-34.
- [8] 杨浚, 陆建飞, 俞炳泉, 张传贤, 王国忠. 水稻穗发芽与籽粒内可溶性糖和 α -淀粉酶活性的品种差异. 南京农业大学学报, 1991, 14(1): 17-21.
- [11] 毛祖美. 新疆植物志(第二卷: 第一分册). 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1994: 76-77.
- [12] 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.
- [13] 胡汝骥. 中国天山自然地理. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [15] 张锡成, 李新, 赖斌. 新疆胎生植物研究. 西南农业大学学报, 2006, 28(2): 275-278.
- [16] 戴心维, 毕辛华, 许堃. 油菜种子的休眠: IV 萌发条件对油菜种子发芽的影响. 种子, 1989, 4: 1-6.
- [17] 秦代红. 小麦穗发芽生理. 植物生理学通讯, 1990, 6: 62-64.
- [24] 金杰里, 方亦雄. 红树植物胎生现象的生理意义. 植物学报, 1958, 7(2): 51-58.
- [25] 田长彦, 宋郁东, 胡明芳. 新疆荒漠化现状、成因及对策. 中国沙漠, 1999, 19(3): 214-218.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 10 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Circadian activity pattern of giant pandas during the bamboo growing season	2655
..... ZHANG Jindong, Vanessa HULL, HUANG Jinyan, et al	
The vivipary characteristic of <i>Anabasis elatior</i> and its ecological adaptation	2662
..... HAN Jianxin, WEI Yan, YAN Cheng, et al	
Relationships between plant community characteristics and environmental factors in the typical profiles from Dzungaria Basin	2669
..... ZHAO Congju, KANG Muyi, LEI Jiaqiang	
The relationship between pollen assemblage in topsoil and vegetation in karst mountain during different restoration period of typical vegetation community	2678
..... HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyong, et al	
Early responses of soil CO ₂ emission to simulating atmospheric nitrogen deposition in an alpine meadow on the Qinghai Tibetan Plateau	2687
..... ZHU Tianhong, CHENG Shulan, FANG Huajun, et al	
Spatial pattern of soil moisture and vegetation attributes along the critical area of desertification in Southern Mu Us Sandy Land	2697
..... QIU Kaiyang, XIE Yingzhong, XU Dongmei, et al	
Dynamics of dominant tree seedlings in montane evergreen broadleaved forest following a snow disaster in North Guangdong	2708
..... OU Yudian, SU Zhiyao, XIE Dandan, et al	
A comparative analysis of the hydrological effects of the four cypress stand types in Sichuan Basin	2716
..... GONG Gutang, CHEN Junhua, LI Yanqiong, et al	
Effect of cutting management on soil moisture in semi-arid Loess Hilly region	2727
..... LI Yaolin, GUO Zhongsheng	
Dynamics of understory vegetation biomass in successive rotations of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) plantations	2737
..... YANG Chao, TIAN Dalun, HU Yueli, et al	
Spatial and temporal variation of solar radiation in recent 48 years in North China	2748
..... YANG Jianying, LIU Qin, YAN Changrong, et al	
Impact of stand features of short-rotation poplar plantations on canker disease incidence at a mesoscale landscape: a case study in Qingfeng County, Henan Province, China	2757
..... WANG Jing, CUI Lingjun, LIANG Jun, et al	
Effects of different soil tillage systems on weed biodiversity and wheat yield in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) field	2768
..... TIAN Xinxin, BO Cunyao, LI Li, et al	
Habitat suitability evaluation of Elliot's pheasant (<i>Syrnaticus ellioti</i>) in Guanshan Nature Reserve	2776
..... CHEN Junhao, HUANG Xiaofeng, LU Changhu, et al	
Relationships between arthropod community characteristic and meteorological factors in <i>Zanthoxylum bungeanum</i> gardens	2788
..... GAO Xin, ZHANG Xiaoming, YANG Jie, et al	
The differences of ecosystem services between vegetation restoration models at desert front	2797
..... ZHOU Zhiqiang, LI Ming, HOU Jianguo, et al	
Response to salt stresses and assessment of salt tolerability of soybean varieties in emergence and seedling stages	2805
..... ZHANG Haibo, CUI Jizhe, CAO Tiantian, et al	
Dynamic change of salt contents in rhizosphere soil of salt-tolerant plants	2813
..... DONG Liping, CAO Jing, LI Xianting, et al	
Effect of short-term salt stress on the absorption of K ⁺ and accumulation of Na ⁺ , K ⁺ in seedlings of different wheat varieties	2822
..... WANG Xiaodong, WANG Cheng, MA Zhihong, et al	
Effects of the micro-environment inside fruit bags on the structure of fruit peel in 'Fuji' apple	2831
..... HAO Yanyan, ZHAO Qifeng, LIU Qunlong, et al	
Enhancement of soil quality in a rice-wheat rotation after long-term application of poultry litter and livestock manure	2837
..... LI Jiangtao, ZHONG Xiaolan, ZHAO Qiguo	
MSAP analysis of DNA methylation in <i>Arabidopsis</i> (<i>Arabidopsis thaliana</i>) under Oxytetracycline Stress	2846
..... DU Yaqiong, WANG Zicheng, LI Xia	
Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from Changshan Archipelago in the North Yellow Sea	2854
..... SHAO Kuishuang, GONG Ning, YANG Qing, et al	
Developing and optimizing ecological networks in urban agglomeration of Hunan Province, China	2863
..... YIN Haiwei, KONG Fanhua, QI Yi, et al	
Dynamic simulation of Shanghai urban expansion based on multi-agent system and cellular automata models	2875
..... QUAN Quan, TIAN Guangjin, SHA Moquan	
"Micro-canyon effect" of city road green belt and its effect on the pollutant concentration above roads for non-motorized vehicles	2888
..... LI Ping, WANG Song, WANG Yaying, et al	
Review and Monograph	
The abundance and diversity of nanoplankton in Arctic Ocean	2897
..... GUO Chaoying, WANG Guizhong, ZHANG Fang, et al	
Advances in plant seed-associated microbial ecology	2906
..... ZOU Yuanyuan, LIU Yang, WANG Jianhua, et al	
Improving validity and reliability of contingent valuation method through reducing biases and errors: theory, method and application	2915
..... CAI Zhijian, DU Liyong, JIANG Zhan	
Discussion	
The analysis of Chinese ecological academic journals	2924
..... LIU Tianxing, KONG Hongmei, DUAN Jing	
Scientific Note	
Seasonal variations in salt tolerance of <i>Oligostachyum lubricum</i>	2932
..... GU Daxing, GUO Ziwu, LI Yingchun, et al	
Variation of a spring bacterial community from Wuqia Sinter in Xinjiang during the pre- and post-earthquake period	2940
..... YANG Hongmei, OTKUR Mahmut, ZENG Jun, et al	
Comparison of the effect of two prey species on the population growth of <i>Orius similis</i> Zheng and the implications for the control of <i>Tetranychus urticae</i> Koch	2947
..... HUANG Zengyu, HUANG Linmao, HUANG Shoushan	

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 10 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 10 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元