

新疆 3 种锦鸡儿属植物种子萌发对 温度和土壤水分的响应

李晓梅,赵晓英,赵 法,郭名军

(新疆师范大学生命科学与化学学院,新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要:白皮锦鸡儿 *Caragana leucophloea*、草原锦鸡儿 *C. pumila* 和刺叶锦鸡儿 *C. acanthophylla* 均为旱生灌木,在植被恢复中具有潜在的价值。通过萌发试验,研究 3 种锦鸡儿种子萌发对昼夜变温和土壤水分的响应,及其萌发物候。结果表明:3 种锦鸡儿种子在 10/6 °C、15/6 °C、20/10 °C、25/15 °C 和 30/20 °C 昼夜变温(昼 12 h/夜 12 h)均能萌发。试验条件下,启动它们萌发的最低土壤水分含量为 2.50%。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子萌发速度快,在种子成熟的当年就能萌发出苗,刺叶锦鸡儿由于部分硬实种子,直到来年还有幼苗出土。

关键词:白皮锦鸡儿;草原锦鸡儿;刺叶锦鸡儿;种子萌发;温度;土壤水分;萌发物候

中图分类号: S793.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2009)10-0140-06

*¹ 白皮锦鸡儿 *Caragana leucophloea*、草原锦鸡儿 *C. pumila* 和刺叶锦鸡儿 *C. acanthophylla* 为豆科锦鸡儿属灌木,具根瘤,可改善土壤微环境,是新疆地带性植被的重要组成种^[1]。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿具有一定的药用价值,花和根可入药。这 3 种锦鸡儿属植物具一定的饲用价值均为中等牧草;具有抗旱、抗侵蚀、耐贫瘠的特性,是山地荒漠、山地荒漠草原的建群种、优势种或伴生种^[2],在植被恢复中具有潜在的价值。

种子萌发是植物生活史的一个关键环节,种子萌发对温度和水分的响应反映了其适应局地环境的机制。关于种子萌发的研究比较多^[3-8],已对柠条锦鸡儿 *C. korshinskii*^[9-10]、中间锦鸡儿 *C. intermedia*、白毛锦鸡儿 *C. licentiana*、甘蒙锦鸡儿 *C. opulens*^[11-12]、荒漠锦鸡儿 *C. roborovskyi*^[13]、树锦鸡儿 *C. arborescens*^[14] 等的种子萌发特性做过研究,但这 3 种锦鸡儿种子萌发特性的研究还未见报道。

以这 3 种锦鸡儿种子为对象,通过萌发试验,研究其种子萌发对温度和土壤水分含量的响应,及萌发物候。

1 材料与方法

3 种锦鸡儿种子于 2008 年 6 月采集自乌鲁木齐市周边。白皮锦鸡儿种子采自达坂城

(87°51'45" E,43°33'35" N,海拔 1 107 m);草原锦鸡儿种子采自水西沟(87°31'16" E,43°36'16" N,海拔 1 217 m);刺叶锦鸡儿种子采自峡门子(87°51'41" E,43°54'49" N,海拔 1 002 m)。种子采集后置于室内通风处晾干,选取健康饱满的种子备用,室温下贮藏。

种子萌发试验于 2008 年 7 月进行。将种子置于 100 mm 的培养皿中,每组 50 粒,各 3 个重复。萌发过程以长出 2 mm 胚根视为萌发,每天检测 1 次,并将已萌发的种子检出。试验结束后,对未萌发的种子用 TTC 法检测生活力。萌发率为发芽种子占有生活力种子数的百分率^[3]。试验持续 30 d。

1.1 种子萌发的温度 3 种锦鸡儿种子在 10/6 °C、15/6 °C、20/10 °C、25/15 °C 及 30/20 °C 昼夜变化(昼 12 h/夜 12 h)温度下萌发,采用培养皿纸上法,每天加水,保持滤纸湿润。温度设置依据乌鲁木齐市 3—10 月的日平均最高气温和日

。 收稿日期:2009-04-11

基金项目:国家自然科学基金资助项目(3066035);新疆维吾尔自治区高校科研计划重点项目(XKEDU2007S26);新疆师范大学珍稀濒危物种保护生物学重点实验室

作者简介:李晓梅(1982-),女,山东潍坊人,在读硕士生,主要从事植物生态学研究。

E-mail:seperli@163.com

通信作者:赵晓英 E-mail:zzhaoxy@163.com

平均最低气温。

1.2 种子萌发的土壤水分含量 将 3 种锦鸡儿种子放在培养皿底部,用 80 g 洗净、烘干的沙子(取自焦化山,经 40 目过筛)覆盖(约 1.00 cm 厚)。分别加入 1、2、3、4、6、8、10、12、14 mL 蒸馏水。由此可计算得沙子水分含量为 1.25%、2.50%、3.75%、5.00%、7.50%、10.00%、12.50%、15.00%、17.50%。将培养皿置于实验室中靠近窗户的实验台上(温度基本保持在 28℃ 左右),试验样品每天称量,补充因蒸发损失的水分,使之保持恒定的湿度。

1.3 萌发物候 2008 年 6 月底、7 月初在新疆师范大学实验田(距 3 种锦鸡儿生境分别为 48.5、30.5 和 38.7 km)中进行。将 3 种锦鸡儿种子分别埋放于装有它们原生境土壤的花盆中。2 个处理:土壤表面和土壤中 2 cm,每组 25 粒,各 4 次重复。花盆上口径 14.50 cm,下口径 11.50 cm,高 12.50 cm,花盆中每天浇适量的水,保持土壤湿润。每周检查幼苗情况,试验持续 9 个月^[15]。

1.4 统计分析 利用 SPSS13.0 统计分析软件对所测数据进行处理分析,用 One Way ANOVA 在 95% 水平上检验种子的萌发率,在差异显著性检验时数据做反正弦转换^[3]。试验结果以平均值(Mean)±标准误(SE)表示。

2 结果与分析

2.1 种子萌发对昼夜变温的响应 由表 1 可知,白皮锦鸡儿和刺叶锦鸡儿的最适萌发温度均为 30/20℃ ($P<0.05$),草原锦鸡儿的最适萌发

温度为 30/20℃ ($P>0.05$)。在所设温度下,3 种锦鸡儿种子的最终萌发率随温度的升高而升高。刺叶锦鸡儿种子有 39.43% 的硬实种子。

由图 1 可知,在所设温度下,随温度升高,3 种锦鸡儿种子的初始萌发时间提前。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿在 30/20℃、25/15℃ 和 20/10℃

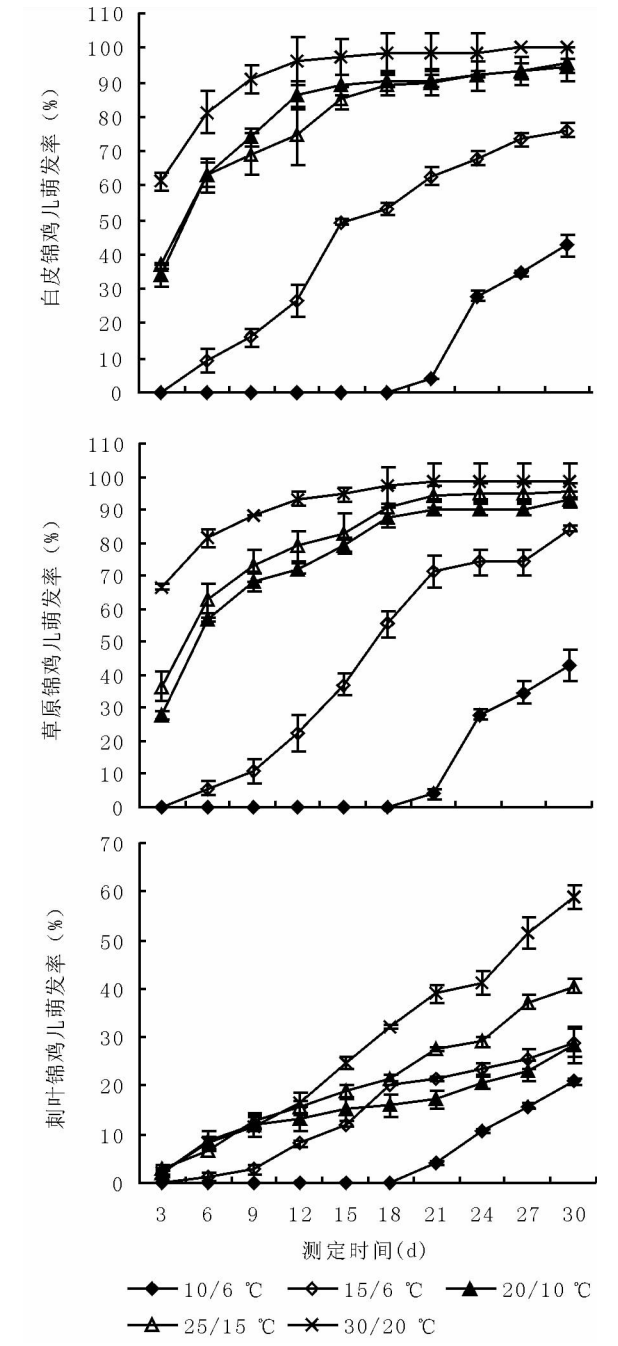


表 1 3 种锦鸡儿属植物种子在昼夜变温下的最终萌发率 %

昼夜变温 (°C)	白皮锦鸡儿	草原锦鸡儿	刺叶锦鸡儿
10/6	42.67 ^d ±3.08	42.67 ^d ±4.78	20.83 ^c ±0.49
15/6	76.00 ^c ±2.04	84.11 ^c ±0.95	28.82 ^{bc} ±2.84
20/10	94.55 ^b ±2.16	93.05 ^b ±2.34	28.45 ^{bc} ±3.55
25/15	95.32 ^b ±4.77	95.79 ^{ab} ±1.97	40.52 ^b ±1.32
30/20	100.00 ^a	98.67 ^a ±5.42	58.89 ^a ±2.58

注:字母不同者表示差异显著($P<0.05$),字母相同者表示差异不显著($P>0.05$)。下表同。

图 1 3 种锦鸡儿属植物种子在昼夜变温下的萌发率

3个温度条件下,萌发速度快,9 d后开始缓慢萌发,在10/6℃和15/6℃2温度条件下2种锦鸡儿种子均缓慢萌发。刺叶锦鸡儿萌发速度慢,在5个昼夜变温条件下均缓慢萌发。10/6℃温度条件下这3种锦鸡儿种子萌发受到抑制,初始萌发时间延后,均在18 d后开始萌发。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿的萌发趋势一致。

2.2 种子萌发对土壤水分含量的响应 土壤水分含量为1.25%时,3种锦鸡儿种子均未萌发,土壤水分3.75%~17.5%时,白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子萌发率差异不显著($P>0.05$),均达99%以上。刺叶锦鸡儿种子在土壤水分含量10.00%时萌发率达最大值72.22%,土壤水分含量进一步增高,萌发率开始降低(表2)。

表2 3种锦鸡儿属植物种子在不同土壤水分含量下的最终萌发率 %

土壤水分含量	白皮锦鸡儿	草原锦鸡儿	刺叶锦鸡儿
1.25	0 ^c	0 ^c	0 ^c
2.50	80.53 ^b ±15.06	74.92 ^b ±2.29	7.30 ^c ±0.42
3.75	100 ^a	100 ^a	22.53 ^c ±4.79
5.00	99.07 ^a ±4.51	100 ^a	45.24 ^b ±8.08
7.50	100 ^a	100 ^a	62.35 ^{ab} ±3.87
10.00	100 ^a	100 ^a	72.22 ^a ±3.08
12.50	100 ^a	100 ^a	68.44 ^{ab} ±5.71
15.00	100 ^a	100 ^a	65.82 ^{ab} ±3.50
17.50	100 ^a	100 ^a	62.21 ^{ab} ±3.08

由图2知,土壤水分含量为2.50%时,白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子均在4 d后开始萌发,刺叶锦鸡儿在8 d后开始缓慢萌发。白皮锦鸡儿种子在土壤水分含量3.75%~7.50%,表现为2 d后开始萌发,10%~17.5%时1 d后即可萌发;草原锦鸡儿和刺叶锦鸡儿种子在土壤水分含量3.75%~17.50%,均表现为2 d后开始萌发。土壤水分含量在2.50%,白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子先快速萌发,后缓慢萌发,21 d萌发结束,土壤水分含量为3.75%~17.5%,2种锦鸡儿种子的萌发速度快,12 d基本全部萌发结束;刺叶锦鸡儿在土壤水分含量为2.5%~17.5%,一直缓慢萌发。土壤水分含量在2.5%时,白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子的萌发速度比刺叶锦鸡儿快,而且前两者的萌发率均高于74%,这2种锦鸡儿对水分的

利用率比刺叶锦鸡儿种子高,即遇到水分能迅速萌发。

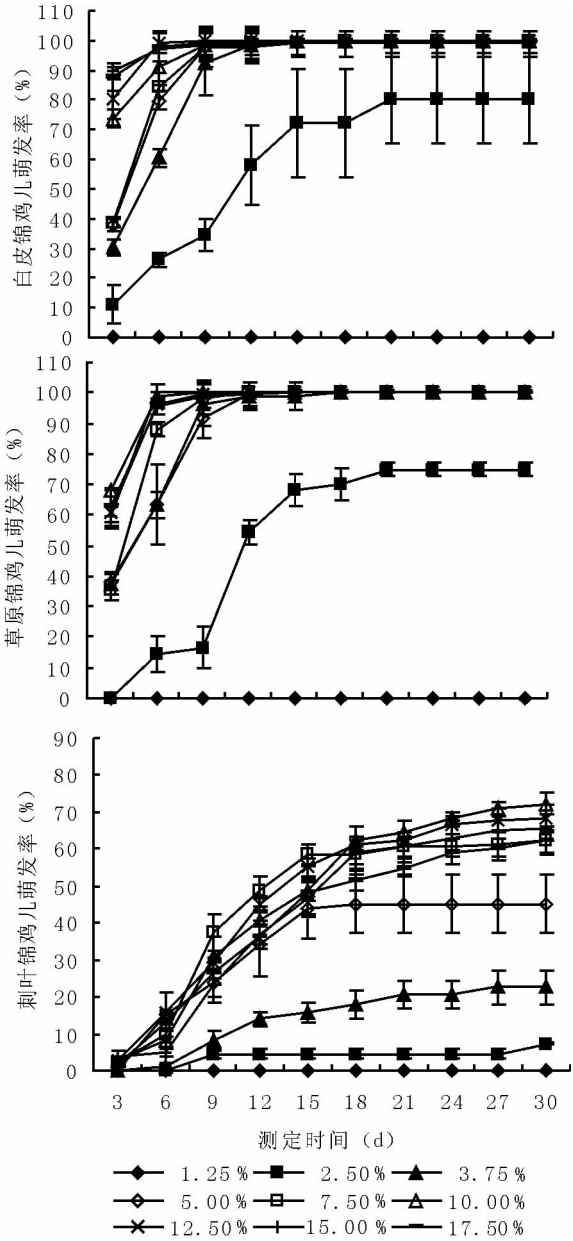


图2 3种锦鸡儿属植物种子在不同土壤水分含量下的萌发率

白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿在5个昼夜变温和土壤水分含量为2.50%~17.50%的最终萌发率,种间差异均不显著($P>0.05$)。在5个变温和不同土壤水分含量下,刺叶锦鸡儿与白皮锦鸡儿、草原锦鸡儿的最终萌发率差异显著($P<0.05$)(见表3)。

表 3 2 种锦鸡儿属植物在不同变温和土壤水分含量下的萌发率的方差分析

昼夜变温 (℃)		白皮锦鸡儿和 草原锦鸡儿	土壤水分含量 (%)	白皮锦鸡儿和 草原锦鸡儿
10/6	$t=-0.889, df=2, P=0.468$		2.50	$t=-0.645, df=2, P=0.585$
15/6	$t=-2.582, df=2, P=0.123$		3.75	$t=-0.410, df=2, P=0.721$
20/10	$t=1.072, df=2, P=0.396$		5.00	$t=-1.000, df=2, P=0.423$
25/15	$t=0.023, df=2, P=0.984$		7.50	$t=-0.934, df=2, P=0.449$
30/20	$t=1.000, df=2, P=0.423$		10.00	$t=-1.000, df=2, P=0.423$

2.3 萌发物候 白皮锦鸡儿于 7 月 1 日埋放, 16 d 后开始萌发出苗, 于 8 月 3 日出苗结束, 土壤表面和土壤中 2 cm 的出苗率分别为(4.00±0)%和(42.67±3.68)%; 草原锦鸡儿于 7 月 7 日埋放, 6 d 后开始出苗, 于 8 月 23 号出苗结束, 土壤表面和土壤中 2 cm 的出苗率分别为(13.33±3.37)%和(55.00±7.80)%; 刺叶锦鸡儿于 6 月 21 日埋放, 30 d 后开始出苗, 10 月 12 日出苗结束, 此时土壤表面和土壤中 2 cm 的出苗率分别为(16.00±0)%和(17.33±1.55)%, 2009 年 4 月 2 号又开始出苗, 最终出苗率为(36.00±2.21)%和(73.33±3.28)%。

3 讨论和结论

3.1 温度和土壤水分含量是种子萌发的重要因素 温度是影响种子萌发的关键生态因子之一, 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^[16-18]。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子能在 10/6℃到 30/20℃的昼夜变温范围内快速萌发, 当外界昼夜变温高于 20/10℃时, 萌发速度进一步加快, 这种在较宽温度范围内萌发的能力使这 2 种锦鸡儿从早春到秋天, 利用任何可用的降水萌发出苗。刺叶锦鸡儿种子能在 5 个变温下萌发, 但是萌发率不高, 这可能与其有部分硬实种子有关。

水分是影响种子萌发的重要因素, 只有在水分充足的条件下, 种子才能够启动萌发^[19]。种子萌发对水分的适应主要体现在对土壤湿度的响应。土壤水分是影响植物生长发育的重要因子, 土壤湿度的高低, 调节着种子的萌发速率^[5]。从 2.5% 升高至 3.75%, 沙土土壤水分含量越高, 白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿的萌发率和萌发速率越

高, 在 3.75% 达到最大值, 这 2 种锦鸡儿在 3.75% 17.5% 的最终萌发率的差异均不显著 ($P>0.05$)。刺叶锦鸡儿在 10.00% 时萌发率达最大值, 土壤水分含量继续增高, 萌发率反而下降。这跟白毛锦鸡儿、甘蒙锦鸡儿、中间锦鸡儿^[9]及无芒隐子草 *Cleistogenes songorica*^[20] 在不同土壤水分下的萌发趋势相似。3 种锦鸡儿种子萌发需要的最低土壤水分含量均为 2.50%, 白毛锦鸡儿萌发的最低土壤水分含量为 1.25%, 甘蒙锦鸡儿和中间锦鸡儿的分别为 3.75% 和 2.50%。本研究的 3 种锦鸡儿与中间锦鸡儿相似。

3.2 种子萌发速度 种子萌发速度的差异体现了植物对各自生境的适应^[4,21], 干旱地区种子萌发的速度代表着植物在降水不确定生境下生存发育的机制^[22]。白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿生境土壤水分含量较刺叶锦鸡儿低^①, 这 2 种锦鸡儿对水分的利用率高, 遇到可用降水迅速萌发出苗这种萌发机制也许是增大幼苗存活机会的一个特点。硬实在植物界是常见现象, 在豆科植物中普遍存在, 硬实这种休眠形式对植物界种的延续和传播极为有利, 它不仅能在较长的时期内保持种子的生活力, 而且能在种子成熟、收获以后的不同时期内, 由于环境条件的作用改变种皮透性, 使不同的个体先后获得萌发能力^[23]。刺叶锦鸡儿有 39.43% 的硬实种子, 确保了其在适宜条件下有个别种子成功萌发和建苗, 种子保持长时间休眠的这种能力是植物适应不确定降水和不可预测环境的一种对策^[24]。

3.3 萌发物候 白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿种子

①董正武等, 乌鲁木齐周边 4 种野生灌木的生境研究. 新疆师范大学学报, 待发表。

在6月底成熟后,7月开始萌发出苗,8月完成出苗,2种锦鸡儿种子在高温下快速萌发出苗,确保了大部分种子在温度较高、雨水较充足的夏秋季萌发,增大幼苗存活机会。刺叶锦鸡儿种子在6月成熟后,7—10月持续出苗,来年4月幼苗继续出土,刺叶锦鸡儿具39.43%的硬实种子使其在同一年份中或不同的年份陆续出苗,确保了它在适宜条件下成功建苗。

3.4 白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿的分类问题

被子植物的分类主要依据花和果实形态特征。而种子和果实表现出的高度复杂的形态学和微形态学多样性,也提供了重要的分类学信息^[25]。关于白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿的分类,在《中国植物志》和《中国沙漠植物志》中将它们作为1个种,《新疆主要饲用植物志》中将其作为2个种,而赵一之认为应合为1个种^[26],在研究中白皮锦鸡儿和草原锦鸡儿在不同变温、不同土壤水分含量及实验田的最终萌发率差异不显著,并且它们的萌发速度极为相近,似乎应合为1个种。但在野外观测中,这2个种在茎枝的色泽、冠幅及叶形上又有明显的差别。因此这2个种的分合还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 中国科学院综合考察队,中国科学院植物所. 新疆植被及其利用[M]. 北京: 科学出版社,1978:44-48.
- [2] 崔乃然. 新疆主要饲用植物志(第2册)[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社,1994:153-156.
- [3] Baskin C C, Baskin J M. Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination [M]. San Diego: Academic Press San Diego, 1998.
- [4] Guterman Y. Seed germination in desert plants[M]. Berlin: Springer, 1993:145-230.
- [5] 黄振英, Guterman Y, 胡正海, 等. 白沙蒿种子萌发特性的研究 II 环境因素的影响[J]. 植物生态学报, 2001, 25(2): 240-246.
- [6] 高海娟, 云锦凤, 刘德福. 荒漠草原地区3种冰草种子萌发的研究[J]. 草业科学, 2007, 24(5): 64-68.
- [7] 朱杰辉, 林鹏, 刘明月. 温度和盐分胁迫对野大麦种子萌发的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(12): 30-34.
- [8] 谢振宇, 龙开意, 洪彩香. 新银合欢种子的萌发检验

- [J]. 草业科学, 2008, 25(2): 107-109.
- [9] 曾彦军, 王彦荣, 萨仁, 等. 几种旱生灌木种子萌发对干旱胁迫的响应[J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 953-956.
- [10] Zheng Y R, Xie Z X, Gao Y, *et al.* Germination responses of *Caragana korshinskii* Kom. to light, temperature and water stress[J]. Ecological Research, 2004, 19: 553-558.
- [11] 赵晓英, 任继周, 李延梅. 黄土高原3种锦鸡儿种子萌发对温度的响应[J]. 应用与环境生物学报, 2004, 10(3): 292-294.
- [12] 赵晓英, 任继周, 王彦荣, 等. 3种锦鸡儿种子萌发对温度和水分的影响[J]. 西北植物学报, 2005, 25(2): 211-217.
- [13] 贺慧, 燕玲, 郑彬. 5种荒漠植物种子萌发特性及其吸水特性的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2008, 22(1): 184-188.
- [14] 王桔红, 崔现亮, 陈学林, 等. 中、旱生植物萌发特性及其与种子大小关系的比较[J]. 植物生态学报, 2007, 31(6): 1037-1045.
- [15] Baskin C C, Milberg P, Andersson L, *et al.* Seed dormancy-breaking and germination requirements of *Drosera anglica*, an insectivorous species of the Northern Hemisphere[J]. Acta Oecologica, 2001, 22: 1-8.
- [16] 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.
- [17] 李利, 杨小林, 王伟华. 异二子蓬二态性种子萌发对生境条件的响应[J]. 干旱区研究, 2007, 24(6): 830-834.
- [18] 王习勇, 魏严, 严成. 温周期及果翅对梭梭种子萌发行为的调控[J]. 干旱区研究, 2006, 23(4): 558-561.
- [19] 张勇, 薛林贵, 高天鹏, 等. 荒漠植物种子萌发研究进展[J]. 中国沙漠, 2005, 25(1): 106-112.
- [20] 邵建辉, 王彦荣, 陈谷. 无芒隐子草种子萌发、出苗和幼苗生长对土壤水分的响应[J]. 草业学报, 2008, 17(3): 105-110.
- [21] 黄振英, Guterman Y, 胡正海, 等. 沙漠植物种子的传播与萌发机制[A]. 植物科学进展(第3卷)[C]. 北京: 科学出版社, 1999: 169-178.
- [22] 王刚, 梁学功. 沙漠植物的更新生态位 I. 油蒿、柠条、花棒的种子萌发条件的研究[J]. 西北植物学

报,1995,15(5):102-105.

[23] 胡晋. 种子生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006:138-142.

[24] Harper J L. Population biology of plants[M]. London: Academic Press,1977,647-749.

[25] 贾丽,曲式曾. 锦鸡儿属植物种皮的扫描电镜观察[J]. 陕西林业科技,1997(3):4-6.

[26] 赵一之. 中国锦鸡儿属的分类学研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1993,24(6):631-653.

Response of seed germination of three *Caragana* species to temperature and soil moisture

LI Xiao-mei, ZHAO Xiao-ying, ZHAO Fa, GUO Ming-jun

(College of Life Science and Chemistry, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, China)

Abstract: *Caragana leucophloea*, *C. pumila* and *C. acanthophylla* are xeric shrubs, which have potential value in vegetation restoration. Effects of alternated temperature and soil moisture on seed germination and germination phenology of 3 species were studied. Alternating temperature regimes of 10/6, 15/6, 20/10, 25/15 and 30/20 °C were used while the photoperiod condition was 12 h/12 h. The results indicated that the soil moisture to trigger the germination was 2.5% for 3 species. The germination speed of *C. leucophloea* and *C. pumila* were fast and the germination could complete at the same year of the seed maturation, and could finish the emergence. But the seedling emergence was long for *C. acanthophylla* because of hard seeds.

Key words: *Caragana leucophloea*; *C. pumila*; *C. acanthophylla*; seed germination; temperature; soil moisture; germination phenology

主管: 中华人民共和国农业部 主办: 中国农业科学院农业信息研究所

透视猪业经济 直面生产一线

特别关注
猪业经济 专家论坛
环境保护
猪场建设 品种资源
疫病防控



饲养饲料
肉品加工
名人名企 海外猪业
行业动态
数据信息

前瞻性 权威性 实用性 时效性

定价: 每期 8.00元 (全年: 96.00元) 地址: 北京市海淀区中关村南大街12号 邮编: 100081 电话: (010) 82106273 / 74 / 75 传真: 82106273 E-mail: zhuye@caas.net.cn

订阅方式: 本刊面向国内外公开发行人, 全国各地邮政局(所)均可订阅或直接汇款至编辑部随时订阅

银行转账: 户名: 中国农业科学院农业信息研究所 开户行: 中国农业银行北京北下关支行 账号: 050601040009874