

温度对樟子松和沙地云杉种子萌发特征的影响

李银科^{1,2}, 刘世增^{1,2}, 康才周^{1,2}, 满多清^{1,2}, 李得禄^{1,2}

(1. 甘肃省荒漠化防治重点实验室 省部共建国家重点实验室培育基地, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 通过对不同温度条件下樟子松和沙地云杉种子的发芽特征研究, 分析了温度对发芽率、发芽势、发芽指数、平均发芽天数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数的影响。结果表明, 温度对发芽率、发芽势、发芽指数、平均发芽天数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数的影响均达到极显著水平。10~25℃温度范围内樟子松和沙地云杉均有较高的发芽率, 20~25℃为樟子松和沙地云杉发芽的最适温度; 温度超过 30℃时发芽种子有腐烂现象, 所以温度高于 30℃不适合樟子松和沙地云杉种子发芽。在适宜温度下, 沙地云杉发芽率大于樟子松, 且发芽整齐, 但樟子松生长快于沙地云杉, 耐高温也优于沙地云杉。

关键词: 樟子松; 沙地云杉; 温度; 种子; 发芽

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)04-0073-05

中图分类号: S72

Effects of Temperature on Germination Characteristics of *Pinus Sylvestris* var. *Mongolica* and *Picea Mongolica* Seed

LI Yin-ke^{1,2}, LIU Shi-zeng^{1,2}, KANG Cai-zhou^{1,2}, MAN Duo-qing^{1,2}, LI De-lu^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Desertification Aeolian Sand Disaster Combating, Gansu 730070, China;

2. Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Effects of temperature on the germination of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* and *Picea mongolica* were studied by observing their germination characteristics such as germination rate, energy, index, mean germination time, length of radicle and hypocotyl, radicle/hypocotyl ratio and vigor index. The results showed that different germination temperatures significantly influenced germination characteristics mentioned above. The germination rate of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* and *Picea mongolica* were all fairly high in the temperature range from 10℃ to 25℃, temperature range of 20℃ to 25℃ was their optimum range. When the temperature is above 30℃, it was not suitable for seed germination of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* and *Picea mongolica*, because some or all of germinating seeds were rotten. At the optimum temperature range, germination rate of *Picea mongolica* was higher than that of *Pinus sylvestris* var. *mongolica*, and germination was more tidy. However, *Pinus sylvestris* var. *mongolica* grew faster than *Picea mongolica*, and the former was more resistant to high temperature than the latter.

Keywords: *Pinus sylvestris* var. *mongolica*; *Picea mongolica*; temperature; seed; germination

樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)是欧洲赤松(*Pinus sylvestris*)分布至远东的一个地理变种,天然分布于中国大兴安岭和呼伦贝尔草原^[1],具有抗寒、抗旱、耐贫瘠和速生等优良特性^[2]。自 20 世纪 50 年代在辽宁省彰武县章古台引种成功以来,人工引种发展迅速。辽宁、内蒙古、陕西、甘肃和新疆等 13 个省(自治区)300 多个县(旗)先后引种栽培取得了成功^[3],现已成为“三北”地区防风固沙的主栽树种^[4]。沙地云杉(*Picea mongolica*)是中国特有的树

种,天然分布在生态环境非常脆弱的内蒙古浑善达克沙地的东部边缘,以克什克腾旗的白音敖包自然保护区分布最为集中^[5],形成了十分罕见的沙地森林^[6]。沙地云杉耐干旱、耐寒,是分布在沙地干旱条件下的云杉属的唯一树种。由于生存年代久远且具有很强的固沙能力,被称为沙漠上的“绿宝石”和“生物活化石”^[7]。继辽宁省固沙造林研究所 1965 年首次引种到辽宁省章古台获得成功之后,沙地云杉先后引种到北京、呼和浩特等地^[8],现引种范围逐渐扩大,已成为

收稿日期: 2010-11-05

修回日期: 2010-12-05

资助项目: 甘肃省技术研究及开发专项计划项目“干旱沙区沙地云杉引种繁育及造林技术与示范”(0709T CYH035); 公益性科研院所专项(CAFYBB200700X); 甘肃省中青年科技研究基金项目(2008GS01408)

作者简介: 李银科(1982-),男(汉族),甘肃省徽县人,硕士,助理研究员,主要从事荒漠化防治方面的研究工作。E-mail: lyk819@163.com。
通信作者: 刘世增(1963-),男(汉族),甘肃省永昌县人,博士,研究员,主要从事荒漠化防治与沙区资源利用技术研究。E-mail: shzliu@gsceri.com。

北方沙区主要造林树种之一^[9]。

温度是影响植物种子发芽的重要因素之一。温度过高或过低均会影响种子活力,造成发芽不良^[10]。关于温度对种子发芽的影响报道很多^[11-14],但研究温度对樟子松^[15]和沙地云杉^[16]种子萌发影响的报道较少,且仅从对种子发芽率的影响确定了最适发芽温度,没有考虑温度对发芽整齐度、种子活力和发芽种子的生长速率等的影响。因此,从发芽率、发芽势、发芽指数、平均发芽天数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数等各项发芽指标综合考虑樟子松和沙地云杉种子萌发对温度的响应就显得很有必要,更具有现实意义。本研究综合上述各发芽指标研究温度对樟子松和沙地云杉种子萌发特征的影响,探索其适宜的发芽温度,为北方沙区樟子松和沙地云杉各引种区种子育苗提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验用樟子松和沙地云杉种子来源于 2007 年原产地呼伦贝尔和白音敖包自然保护区采集,千粒重分别为(6.94±0.04)g 和(5.84±0.07)g。供试种子选择籽粒饱满的成熟种子作为试验材料。将供试种子用 0.5% 的高锰酸钾溶液浸种 0.5 h 进行种子消毒后待用,培养皿用烘箱进行消毒(105℃, 2 h)。

1.2 试验设计

以 5℃ 为梯度,设 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40℃ 共 8 个处理,每个处理重复 4 次。在培养皿($d=9$ cm)中放入滤纸,用蒸馏水浸透,将处理好的种子 50 粒置于培养皿内滤纸上,置于 LRH-250-GS 人工气候箱中暗发芽,每天定时观察并记录发芽粒数,及时补充蒸馏水。从种子置床当日起开始记录,以胚根顶出种皮作为发芽标准,将 4 个重复中第一粒发芽的时间记为该处理的发芽开始期,将连续 4 d 不再有种子发芽的时间作为发芽结束期^[17]。

1.3 数据处理

在发芽第 10 d,各重复中随机取出 10 粒发芽种子测量新生根(胚轴+胚根)长度,并计算种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数和平均发芽天数。

$$\text{发芽率}(G_R) = S_{N1}/S_{N0} \times 100\%$$

$$\text{发芽势}(G_p) = S_{Nm}/S_{N0} \times 100\%$$

$$\text{发芽指数}(G_I) = \sum(G_i/D_i)$$

$$\text{活力指数}(V_I) = G_I \times S$$

$$\text{平均发芽天数(MLIT)} = \sum G \times t / \sum G$$

式中: S_{N1} ——供试种子发芽粒数; S_{N0} ——供试种子总粒数; S_{Nm} ——种子发芽达到最高峰时种子发芽粒

数(一般以最初 1/3 天数内发芽种子数计)^[18]。
 D_i ——发芽日数; G_i ——与 D_i 相对应的每天发芽种子数; S ——10 d 内胚轴平均长度; G ——逐日发芽数; t ——与 G 相对应的天数。

试验数据分析采用 SPSS 13.0 统计分析软件进行,作图利用 Excel 软件完成。

2 结果与分析

2.1 发芽指标分析

温度是种子萌发的必须条件之一。方差分析表明,温度对发芽率、发芽势、发芽指数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比、活力指数和平均发芽天数各发芽指标的影响均达到极显著水平。试验观察结果表明,40℃ 温度处理下,樟子松和沙地云杉种子发芽后均不再生长;30, 35 和 40℃ 温度处理下,两树种种子发芽后 3~5 d 后部分发芽种子腐烂,因此,温度大于 30℃ 不适宜樟子松和沙地云杉种子发芽。

2.2 发芽率、发芽势和发芽指数

种子发芽率越高,表明种子中有生活力的种子越多。随着温度的升高,樟子松和沙地云杉发芽率呈现先增大再减小,在 40℃ 时又增大的趋势。沙地云杉发芽率大于樟子松,樟子松和沙地云杉发芽率均在 20℃ 时最高。樟子松在 10~25℃ 下发芽率显著大于其它温度处理;沙地云杉在 10℃ 和 20~30℃ 条件下发芽率显著大于其它温度处理。说明温度在 10~25℃ 时樟子松和沙地云杉具有较高的萌发率。

种子的发芽势是反应一批种子发芽快慢、整齐度及种子活力的重要指标^[19]。如图 1 所示,发芽势随温度的升高呈现出与发芽率相似的趋势,樟子松和沙地云杉发芽势均在 25℃ 时最大;10~25℃ 下沙地云杉发芽势大于樟子松,30~35℃ 下樟子松大于沙地云杉。樟子松在 25~30℃ 下发芽势显著大于其它温度处理;沙地云杉在 25℃ 下发芽率显著大于其它温度处理。说明温度在 25℃ 时樟子松和沙地云杉发芽势最大,其种子发芽快、整齐、种子活力强;沙地云杉发芽势要比樟子松大。

种子的发芽指数与种子活力呈正相关,指数越大,种子活力越高。温度在 5~30℃ 时,发芽指数随着温度的升高而增大;当温度升高到 35℃ 时,两树种发芽指数均显著减小,到 40℃ 时又显著增大;沙地云杉发芽指数略大于樟子松。樟子松在 25~30℃ 下发芽指数显著大于其它温度处理;沙地云杉在 20~30℃ 下发芽指数显著大于其它温度处理。说明 25℃ 为樟子松发芽指数较大的最适温度,20~25℃ 为沙地云杉发芽指数较大的最适温度。

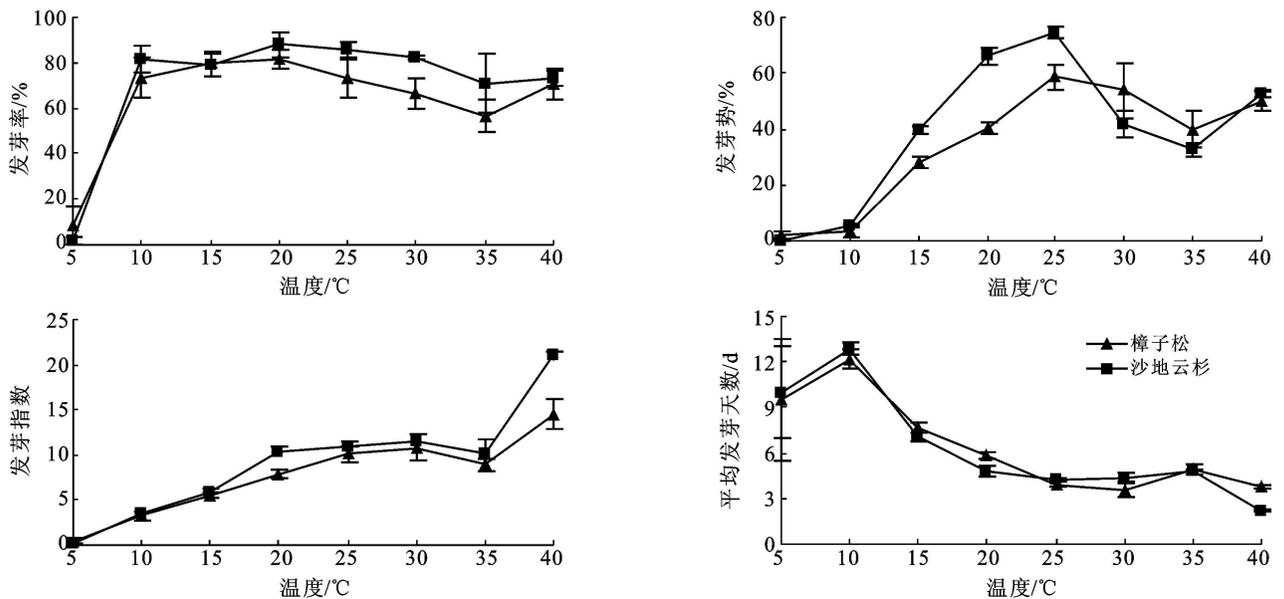


图1 两树种发芽率、发芽势、发芽指数和平均发芽天数在不同温度处理下的变化

2.3 平均发芽天数

樟子松和沙地云杉平均发芽天数随温度升高的变化比较一致,均呈现先增大后减小的趋势,10℃时增至最大,10~20℃下降较快,20~40℃变化较小。樟子松平均发芽天数在30℃时最小,且在20~40℃温度范围内无显著差异;沙地云杉平均发芽天数在40℃时显著小于其它温度处理,20~35℃温度范围内又显著小于5~15℃。说明樟子松和沙地云杉所需发芽天数最短的适宜温度均为20~25℃。

平均发芽天数和发芽势都是种子活力的指标,它们都能够较好地反映种子萌发的速度和整齐性^[20]。从图1看出,温度过高或过低均会影响种子的发芽势,从而影响发芽的整齐性。虽然10℃低温处理下发芽势很小,但发芽率并未受到明显影响,此温度下发芽所需天数较长,发芽速率降低,是导致发芽势比较低的原因。

2.4 胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数

由于在5,35和40℃这三个温度处理下樟子松和沙地云杉种子发芽后胚根和胚芽生长量极小,之后不再生长,胚根和胚芽无法区分而很难测量,测量其长度已无意义,故没有测量,胚根长、胚芽长及其计算的活力指数和胚根/胚芽比没有数据,其实际胚根长、胚芽长和活力指数都接近于零。如图2所示,胚根长随着温度的升高先增大又减小,樟子松和沙地云杉均在25℃时胚根长最大;樟子松胚根长在25℃时显著大于其它温度处理,沙地云杉在20~30℃时显著大于其它处理。说明温度在25℃时最有利于樟子松胚根伸长,温度在20~25℃时最有利于沙地云杉胚根生长。在各自最适宜的温度下樟子松胚根生长

明显快于沙地云杉。

胚芽长随温度升高呈现先增大再减小的趋势。樟子松胚芽长在30℃温度处理下显著大于其它处理;沙地云杉在25℃时最大,25~30℃显著大于其它处理。说明利于樟子松和沙地云杉胚芽伸长的最适温度均为25℃。

在10~30℃之间,随着温度的升高,樟子松和沙地云杉胚根/胚芽比都呈较明显的单峰曲线,樟子松的峰在25℃,沙地云杉在15℃,峰值显著大于其它温度处理值。沙地云杉在20~30℃间无显著差异。表明较低温度(15℃)对沙地云杉胚芽生长的抑制作用大于胚根。

活力指数能反应种子萌发的速度和质量,活力指数大表明发芽快而且长势好^[21]。樟子松和沙地云杉活力指数随着温度升高先增大后减小。樟子松活力指数在30℃时显著大于其它温度处理,20~25℃显著大于5~15℃和35~40℃;沙地云杉活力指数在25~30℃时显著大于其它处理。说明樟子松活力指数最大的较适宜的温度为20~25℃,沙地云杉为25℃。

3 结论

(1) 温度是影响种子发芽的最重要的生态条件之一。低温下樟子松和沙地云杉种子发芽所需时间较长,种子发芽势低,但10℃的低温并没有明显影响种子的发芽率,只是发芽速率很慢;温度低于10℃,发芽率大幅降低,大部分种子已不能萌发,所以10℃可作为樟子松和沙地云杉有较高发芽率的下限温度。高温缩短了种子发芽天数,发芽速率快,但发芽率和

发芽势均较低, 温度在 30 °C 以上时, 樟子松和沙地云杉种子发芽后 3~5 d 后均有不同程度的种子霉烂现象, 主要是因为高温导致部分种子失去了活力, 未失去活力的种子为了生存下来很快就发芽了, 所以, 发

芽所需时间较短。40 °C 时种子很快发芽后便全部失去活力而不能再生长。相关研究表明, 种子在高温高湿条件下活力受到极大影响, 种子萌动生长受到抑制^[22]。

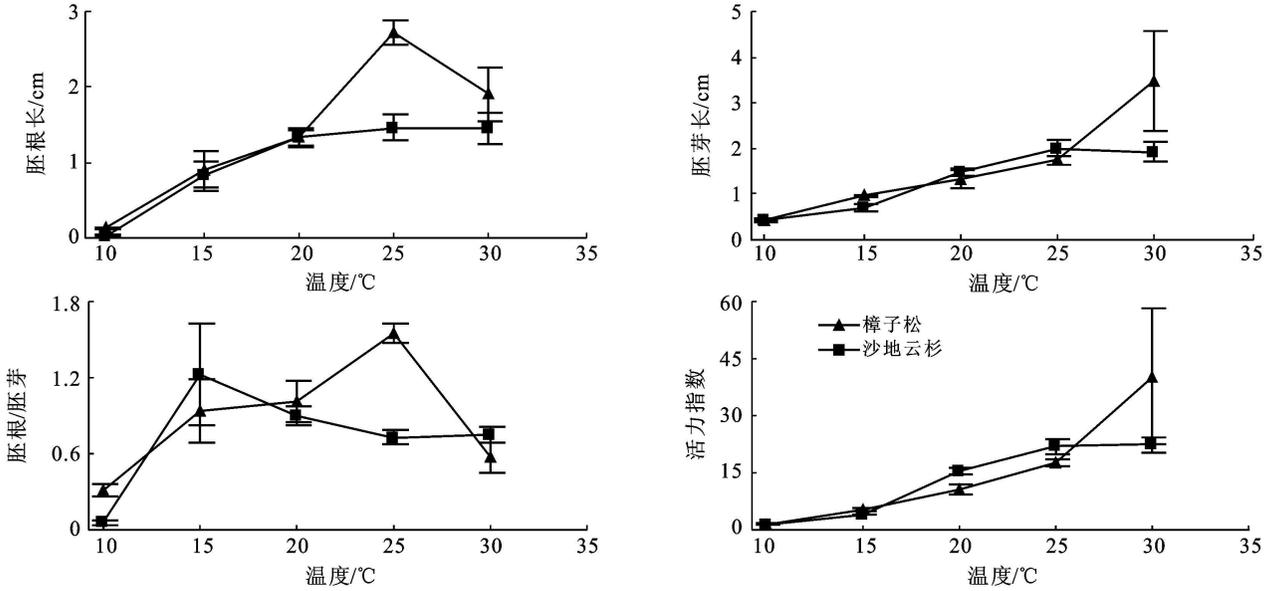


图 2 两树种发芽率、发芽势、发芽指数和平均发芽天数在不同温度处理下的变化

(2) 种子发芽后胚根和胚芽的生长也受温度影响明显, 低温和高温都不利于发芽种子生长。樟子松和沙地云杉胚根均在 25 °C 下生长最快; 樟子松胚芽生长在 30 °C 最快, 沙地云杉在 25 °C 最快, 在适宜温度下樟子松生长快于沙地云杉。在较高温度(30 °C)处理下, 樟子松胚根、胚芽生长量及活力指数明显大于沙地云杉, 表明樟子松较沙地云杉耐高温。

(3) 由于温度高于 30 °C 处理下有烂芽现象, 不考虑大于 30 °C 以上温度, 樟子松和沙地云杉发芽指数和活力指数樟子松在都 25 °C 下达到最大。综合考虑发芽率、发芽势、发芽指数、平均发芽天数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数这些种子发芽特征指标, 樟子松和沙地云杉最适宜的发芽温度均为 20~25 °C。在此温度范围内温度越高, 种子发芽越整齐、速率越快, 发芽种子活力越强、生长越快; 此温度范围内温度越低种子发芽率越高, 但最高温和最低温下发芽率差异不显著。在实际育苗中, 可根据气候情况确定适宜的播种期, 如果播种过早, 土壤和空气温度低, 种子活力低, 不利于生长; 播种过晚, 当年幼苗生长期短, 不利于越冬。

(4) 种子萌发是一个非常活跃的生理生化变化过程, 是在一系列酶的参与下进行的, 而酶的催化与温度有密切关系^[23]。不同植物种子萌发时需要的温度的高低, 与它们的原产地有密切的关系。一般原产

在北方的植物, 需要的温度较低, 而原产南方的作物需要温度较高^[24]。

樟子松和沙地云杉都原产北方, 发芽需要的温度相似, 但两者属于松科不同的属, 樟子松属于松科松属, 沙地云杉属于松科云杉属, 其发芽特征存在差异。适宜温度下, 樟子松种子发芽率和发芽势要小于沙地云杉, 沙地云杉种子发芽较樟子松整齐, 但樟子松胚根/胚芽比和胚根长明显大于沙地云杉, 根系生长快, 吸收水分和养分能力强, 所以樟子松较沙地云杉生长速度快。

(5) 本研究是在综合考虑发芽率、发芽势、发芽指数、平均发芽天数、胚根长、胚芽长、胚根/胚芽比和活力指数这些种子发芽特征指标得出的结论, 更贴近实际生产。但试验是在黑暗条件下得出的结果, 光照条件下结果如何, 还有待进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] 刘兆刚, 李凤日. 樟子松人工林树冠结构模型及三维图形可视化模拟[J]. 林业科学, 2009, 45(6): 54-61.
- [2] 刘世增, 满多清, 严子柱, 等. 干旱荒漠区樟子松幼苗生长规律及管理技术[J]. 甘肃农业大学学报, 2003, 38(3): 315-319.
- [3] 康宏樟, 朱教君, 许美玲. 科尔沁沙地樟子松人工林幼树水分生理生态特性[J]. 干旱区研究, 2007, 24(1): 15-22.

- [4] 闫德仁, 杜敏, 王玉华, 等. 沙地樟子松天然林自然落种和土壤种子库的特征[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(11): 11-16.
- [5] 邹春静, 盛晓峰, 徐文铎, 等. 沙地云杉生态型同工酶研究[J]. 应用与环境生物学报, 2005, 11(2): 138-140.
- [6] 蔡萍, 宛涛, 张洪波, 等. 沙地云杉与其近缘种花粉形态的比较研究[J]. 内蒙古大学学报: 自然科学版, 2009, 40(6): 685-689.
- [7] 刘瑞芬. 沙地云杉引种实验[J]. 内蒙古林业调查设计, 2008, 31(6): 75-80.
- [8] 邹春静, 韩士杰, 徐文铎, 等. 沙地云杉幼苗根表土体中NPK的梯度分布[J]. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2145-2148.
- [9] 陈国发, 张庆贺, 王艳军, 等. 沙地云杉重齿小蠹聚集信息素的试验分析[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(7): 96-98.
- [10] 韩春梅, 李春龙. 不同温度条件对豇豆和萝卜种子萌发的影响[J]. 长江蔬菜: 学术版, 2009(22): 27-28.
- [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] 孙坤, 唐洁涓, 苏雪, 等. 青藏高原特有植物肋果沙棘种子萌发对不同温度的响应[J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 2009, 45(3): 83-86.
- [13] 陈镇, 李永强, 陈文荣, 等. 温度对短柄樱花芽萌发及若干生理指标的影响[J]. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2010, 33(2): 210-215.
- [14] 金晓明, 艾琳, 卢欣石. 温度变化下两种冰草种子萌发的动态特征[J]. 种子, 2010, 29(4): 1-4.
- [15] 张忠山, 李军. 影响樟子松种子发芽的因素[J]. 林业月刊, 1992(2): 19.
- [16] 林涛, 白玉娥, 魏青芸, 等. 光照、温度和水分条件对沙地云杉种子萌发影响的研究[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(2): 188-191.
- [17] 王树凤, 陈益泰, 徐爱春. 盐胁迫对2种珍贵速生树种种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2007, 16(1): 49-52.
- [18] 朱教君, 李智辉, 康宏樟, 等. 聚乙二醇模拟水分胁迫对沙地樟子松种子萌发影响研究[J]. 应用生态学报, 2005, 16(5): 801-804.
- [19] 曹健康, 陈黎, 方乐金. 光温因子对光皮桦种子贮藏和萌发的影响[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(5): 17-18.
- [20] 胡生荣, 高永, 武飞. 盐胁迫对两种无芒雀麦种子萌发的影响[J]. 植物生态学报, 2007, 31(3): 513-520.
- [21] 晋丽娟, 张文辉, 王涛. NaCl胁迫对花棒种子萌发的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 150-153.
- [22] 徐亮, 包维楷, 庞学勇. 不同温度下四川金川县岷江柏种子的发芽特征[J]. 西北植物学报, 2005, 25(4): 733-739.
- [23] 潘瑞炽, 董愚得. 植物生理学[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 57-58.
- [24] 吴中军. 不同温度对彩叶草种子萌发特性的影响[J]. 北方园艺, 2010(2): 96-97.

(上接第72页)

- [10] 魏志琴, 李旭光, 郝云庆. 珍稀濒危植物群落主要种群生态位特征研究[J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 26(1): 1-4.
- [11] 毕润成, 尹文兵, 王艳妮. 山西南部脱皮榆种群生态位的研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(7): 1266-1271.
- [12] Weider L J. Niche breadth and life history variation in a hybrid daphnia complex[J]. Ecology, 1993, 74(3): 935-943.
- [13] Spiex T A. Canopy gaps in Douglas fir forests of the Cascade Mountains[J]. Can. J. Res., 1990, 20: 649-658.
- [14] 张林静, 岳明, 赵桂仿. 生态位不同计测方法在绿洲荒漠交错带应用的比较分析[J]. 生态学杂志, 2002, 21(4): 71-75.
- [15] 郭全邦, 刘玉成, 李旭光. 缙云山森林次生演替序列优势种群生态位[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1997, 22(1): 73-78.
- [16] 陈文业, 戚登臣, 李广宇, 等. 甘南高寒退化草地生态位特征及生产力研究[J]. 自然资源学报, 2010, 25(1): 80-90.