

温度和光照对不同预处理野生甘草 种子萌发和幼苗生长的影响

马海鸽¹, 蒋 齐^{1,2}, 王占军², 刘 华², 何建龙²

(1. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室, 银川 750021;

2. 宁夏农林科学院 荒漠化治理研究所, 银川 750002)

摘 要:为确定甘草种子萌发和幼苗生长的最佳温度和光照条件,利用生化培养箱研究了不同温度和光照条件对浓硫酸预处理、清水预处理的野生乌拉尔甘草种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明:(1)浓硫酸预处理能够显著提高甘草种子发芽率,且发芽更整齐;(2)甘草种子从 10~40℃都可以发芽,但过低或过高的温度会延缓甘草种子的发芽进程且抑制幼苗生长,乌拉尔甘草出芽和幼苗生长最适宜的温度是 20~30℃;(3)清水预处理的种子适宜在光照 10 h/d 条件下萌发,浓硫酸预处理能够降低甘草种子萌发对光的依赖性,全黑暗条件能够促进甘草幼苗胚根和胚轴的生长。野生乌拉尔甘草种子适宜在 20~30℃、光照 10 h/d 条件下萌发,20℃最适宜甘草幼苗胚根生长,30℃最适宜胚轴生长

关键词:温度;光照;乌拉尔甘草;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:S567.7⁺1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)05-0225-05

Effects of Light and Temperature on Seed Germination of *Glycyrrhiza uralensis* under Different Pretreatment

MA Hai-ge¹, JIANG Qi^{1,2}, WANG Zhan-jun², LIU Hua², HE Jian-long²

(1. Key Lab for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in

Northwestern China of Ministry of Education, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2. Desert Institute of Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Ningxia, Yichuan 750002, China)

Abstract: In order to determine the best temperature and light conditions for *Glycyrrhiza uralensis* seed germination and seedling growth, the effects of different light and temperature conditions on the germination of *Glycyrrhiza uralensis* seed under the pretreatment of concentrated sulfuric acid and water were analyzed in the biochemical incubator. The results indicated that: (1) the pretreatment of concentrated sulfuric acid significantly increased the germination rate and made the germination nearly keep in the same time; (2) the germination temperature for *Glycyrrhiza uralensis* seed was 10~40℃, but it would inhibit seed germination and seedling growth when the temperature was too high or too low, the optimum temperature was 20~30℃; (3) seed under pretreatment of water was readily germinated when the light was given for 10 h/d, and pretreatment of concentrated sulfuric acid can reduce seed dependence on light, full dark can accelerate the growth of seedling radicle and hypocotyl. The suitable germination condition of *Glycyrrhiza uralensis* seed was 20~30℃, lighting 10 h/d, 20℃ was suitable for seedling's radicle, while 30℃ was favorable for the hypocotyl.

Key words: temperature; light; *Glycyrrhiza uralensis*; seed germination; seedling growth

乌拉尔甘草 (*Glycyrrhiza uralensis*) 为豆科 (*Leguminosae*) 甘草属 (*Glycyrrhiza*) 多年生草本植物^[1], 国家二类保护植物, 以根及根茎入药, 是国家重点专控药材^[2]。随着以甘草为原料的中药保健品、中成药的不断开发利用以及在化妆品、食品、烟草等行业的拓展, 国内外市场对甘草的需求量大增, 使甘草

野生资源急剧下降^[3]。自然状态下野生甘草种子硬实率高, 萌发率很低, 主要原因是种子表皮内增厚的栅栏状细胞纵向排列成行且很紧密, 其内侧为一列厚壁的柱状细胞, 造成种皮致密, 透水、透气性差, 提高发芽率的主要措施是打破种皮限制^[4]。光照和温度对种子萌发和幼苗建立都具有重要影响^[5-6], 适宜的

收稿日期: 2013-12-05

修回日期: 2013-12-19

资助项目: 宁夏科技支撑计划项目“甘草种子繁育及提高种子成苗率研究”(2012zzs49); 国家科技支撑计划项目(2011BAI05B01)

作者简介: 马海鸽(1988—), 女(回族), 宁夏银川人, 硕士研究生。主要从事退化生态系统恢复方面的研究。E-mail: 383121712@qq.com

通信作者: 蒋齐(1965—), 男, 宁夏银川人, 研究员, 主要从事资源与环境方面的研究。E-mail: ycjnqx@163.com

光照和温度是种子萌发和幼苗建立及生长的重要条件。温度过高或过低都可能引起种子休眠或抑制种子萌发及幼苗生长^[7-13]。关于温度和光照对野生甘草种子萌发的影响研究甚少^[14],本实验研究光照和温度对不同预处理野生乌拉尔甘草种子萌发和幼苗生长的影响,确定甘草种子萌发和幼苗生长的最佳温度和光照条件,以期对野生乌拉尔甘草种质资源的保护和利用及人工栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用甘草种子来源于宁夏盐池县王乐井乡狼洞沟野生甘草采种基地。王乐井乡狼洞沟海拔 1 548 m,位于东经 106°54′48.69″,北纬 37°50′41.39″,属于典型的大陆性气候,干旱少雨,风大沙多,植被稀少,年降雨量 250 mm 左右,主要集中在 7—9 月 3 个月,蒸发量在 2 179.8 mm,年平均气温在 8.5℃,大于 10℃的积温 2 944℃,年平均风速 2.6 m/s,大风天数为 15~20 d,绝对无霜期 128 d。

1.2 种子萌发

精选种粒饱满程度一致、颜色淡绿的野生乌拉尔甘草种子分成两组,第一组经 98%浓硫酸浸润 2 h 后用蒸馏水冲洗数遍至中性,第二组用清水浸润 2 h 备用。经测定本实验所用野生甘草种子硬实率^[15]为 86%。

1.2.1 温度对种子萌发的影响 设置 10℃,15℃,20℃,25℃,30℃,40℃共 6 个恒温,6 个水平,选取野生甘草种子 50 粒置于垫有两层滤纸的培养皿中,每组 6 个重复,置于生化培养箱中光照为 10 h/d 培养,光照强度为 4 000 lx,每天补充水分以防干燥。

1.2.2 光照对种子萌发的影响 设置全光照(L)、光照 10 h/d(L-D)、全黑暗(D)三个水平,选取野生甘草种子 50 粒置于垫有两层滤纸的培养皿中,每组 6 个重复,置于生化培养箱中 25℃恒温条件下进行种

子萌发实验,每天补充水分以防干燥。

1.3 指标测定

从种子置床之日起,每天定时观察记录,胚根露出种皮时记录为发芽种子,第 14 天结束发芽试验。第 7 天在第一组中每处理选取 30 株幼苗测量胚根长和胚轴长,并计算种子萌发指标。其中,发芽率(GR)=供试种子发芽粒数/供试种子总数×100%,发芽势(GP)=第 3 天种子发芽粒数(一般以最初 1/3d 内发芽种子数计)/供试种子总数×100%,萌发指数(GI)= $\sum(G_t/D_t)$,式中: G_t 为第 t 天的发芽粒数, D_t 为相应的发芽天数^[16-19],活力指数(VI)=平均胚根长度×GI^[2,20],相对光萌发率(RLG)=全光照下萌发率 GI/(全光照下发芽率 GI+全黑暗下发芽率 Gd),RLG 在 0(越接近 0,表示种子倾向于在低光照或黑暗条件下达到较大的萌发率)到 1(越接近 1,表示种子倾向于在高光照条件下达到较大的萌发率)^[21]。

1.4 数据处理

试验数据输入计算机 Excel 表格进行统计并制图,应用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析。在进行多重比较之前进行方差齐次性检验。

2 结果与分析

2.1 温度对野生甘草种子萌发的影响

温度对野生甘草种子萌发的影响十分明显,硫酸预处理可以极大地提高野生甘草种子在不同温度下的萌发率(图 1)。6 个温度梯度中,除 10℃以外,硫酸预处理的甘草种子均在第 3~5 天达到发芽最高峰,15~30℃处理在第 5~6 天趋于稳定,40℃处理在第 10 天后趋于稳定(图 1A)。清水预处理的甘草种子在 10℃处理下没有明显的发芽高峰期,15~25℃处理在第 8~10 天达到高峰,30℃处理第 5~6 天达到高峰期随后变得缓慢,各处理在 12~14 天基本趋于稳定(图 1B)。

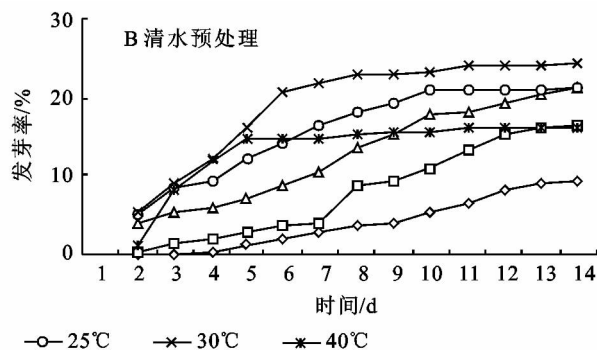
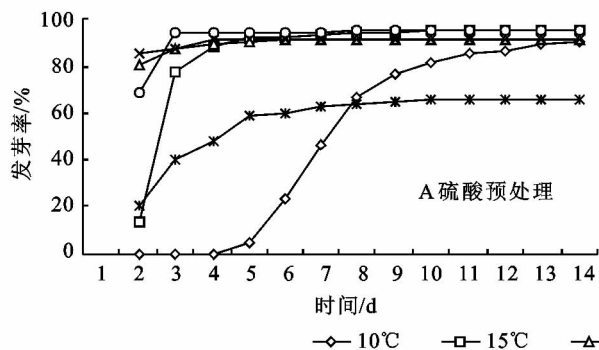


图 1 不同温度下野生甘草种子的萌发进程

经过硫酸预处理后,甘草种子的发芽势在 25℃时达到最高(94.00%±1.26%),20℃,30℃之间差异

不显著($P>0.05$,下同),但都显著低于 25℃($P<0.05$,下同),15℃,40℃,10℃依次显著降低(图 2A)。

发芽率在 15℃ 时达到最高(95.33%±1.03%),与 25℃ 差异不显著,显著高于其他处理,10℃,20℃,30℃ 之间无显著差异,40℃ 时显著降低(65.67%±2.94%)(图 2B)。萌发指数在 25℃ 时最高(24.83±1.84),随温度上升和下降而显著降低(图 2C)。活力指数在 20℃ 时达到最高(580.02±29.03),其次为 30℃,25℃,15℃,各处理之间差异显著,10℃ 时最低(12.05±0.84)(图 2D)。经过清水预处理后,甘草种子的发芽势在 30℃ 达到最高(9.00±2.00%),25℃、40℃ 时略有降低,但差异不显著,随温度继续下

降,发芽势逐渐降低且差异显著(图 2A)。发芽率在 30℃ 时最高(24.33%±1.15%),25℃,20℃ 时略有降低但差异不显著,15℃,40℃ 显著降低,10℃ 时最低(9.33%±0.58%)(图 2B)。萌发指数在 30℃ 时最高(6.68±0.71),25℃ 时略有降低但差异不显著,40℃,20℃,15℃,10℃ 萌发指数依次下降且显著低于 25℃(图 2C)。活力指数在 25℃ 时达到最高(92.12±7.84),30℃ 时略有降低但差异不显著,20℃ 时略低于 30℃ 但差异不显著,15℃,10℃,40℃ 活力指数依次下降却显著低于 20℃(图 2D)。

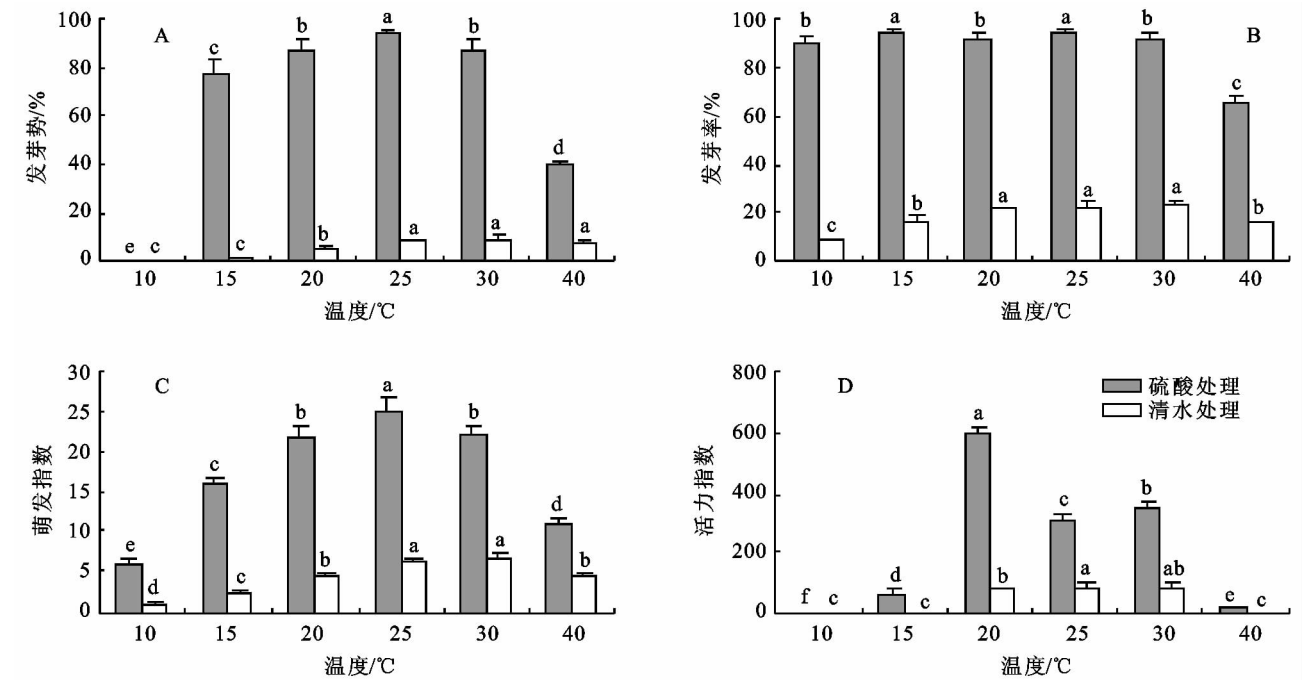


图 2 不同温度下野生甘草种子的萌发

注:同一指标不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著(LSD)。下同。

2.2 光照对野生甘草种子萌发的影响

光照对野生甘草种子萌发有明显的影响,硫酸预处理可以极大地提高甘草种子在不同光照条件下的萌发率(图 3)。三种光照条件下,经过硫酸预处理的

甘草种子在第 3 到 4 天均达到发芽最高峰,在第 5~6 天达到稳定。清水预处理的甘草种子发芽率在实验期内没有明显的高峰期,在第 10~12 天基本趋于稳定。

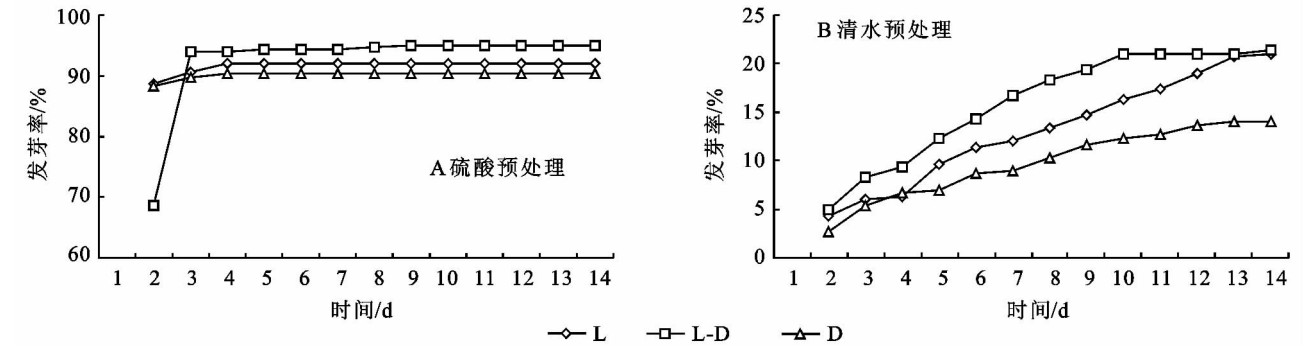


图 3 不同光照下野生甘草种子的萌发进程

经过浓硫酸预处理后,甘草种子在不同的光照条件下发芽势、发芽率、萌发指数无显著性差异(图 4A, B, C)。活力指数在全黑暗处理下最高(788.65±

29.23),比全光照和光照 10 h/d 处理高 257.91 和 472.79,各处理间差异显著(图 4D)。经过清水预处理后,光照 10 h/d 处理的甘草种子发芽势最高

($8.33\% \pm 0.58\%$), 显著高于全黑暗处理, 与全光照处理之间无显著差异(图 4A)。全光照和光照 10 h/d 处理之间发芽率无显著差异, 但均显著高于全黑暗处理, 光照 10 h/d 条件下最高($21.33\% \pm 3.51\%$)(图 4B)。萌发指数在光照 10 h/d 条件下最高($6.35 \pm$

0.548), 显著高于全黑暗处理(图 4C)。活力指数在光照 10 h/d 条件下最高(22.10 ± 3.64), 显著高于全光照和全黑暗处理(图 4D)。清水预处理的甘草种子相对光萌发率为 0.6, 硫酸预处理的种子相对光萌发率为 0.5。

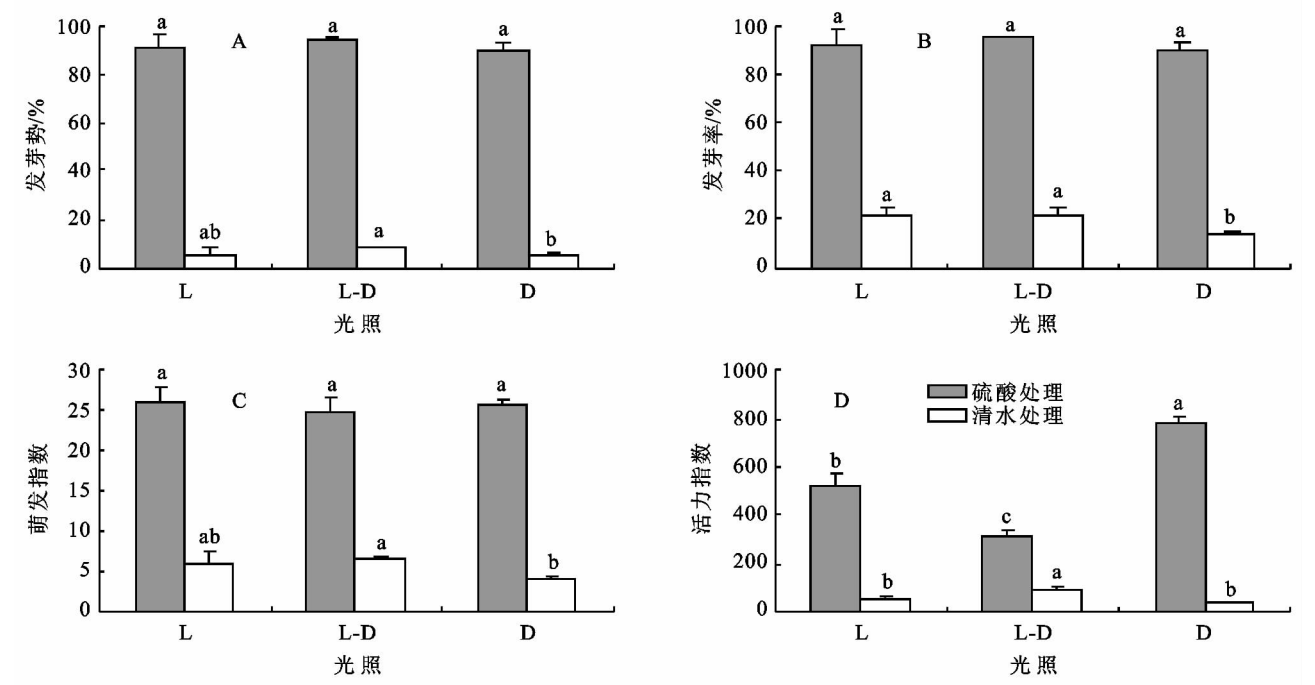


图 4 不同光照下野生甘草种子的萌发

2.3 温度和光照对野生甘草幼苗生长的影响

光照 10 h/d 条件下, 不同温度处理对甘草幼苗生长有显著影响。胚根在 20℃ 时最长(31.66 ± 2.25 mm), 其次为 25℃, 30℃, 15℃, 40℃, 10℃, 差异显著, 10℃ 时最短(2.29 ± 0.29 mm)且与 40℃ 之间无显

著差异(图 5A); 胚轴在 30℃ 时最长(12.93 ± 1.32 mm), 显著高于其他处理, 其次为 20℃, 25℃ 之间无显著差异, 15℃ 时显著降低, 10℃, 40℃ 时胚轴几乎不能生长(图 5B)。

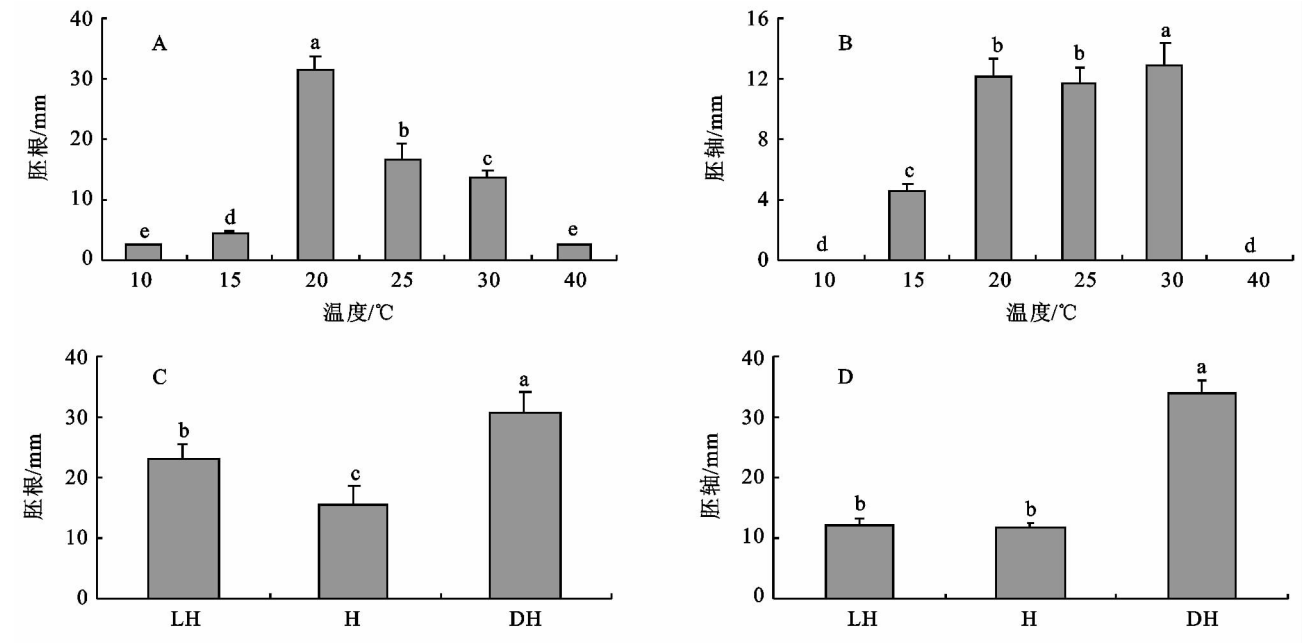


图 5 不同温度、光照下野生甘草幼苗的生长

25℃ 条件下, 不同光照处理对甘草幼苗的生长有显著影响。胚根在全黑暗处理下最长(30.91 ± 3.49

mm),其次为全光照处理(23.05 ± 2.38 mm),光照10 h/d处理下最低(15.54 ± 3.21 mm),各处理间差异显著(图5C);胚轴在全黑暗处理下最高(33.65 ± 2.18 mm),显著高于其他处理,全光照与光照10 h/d处理之间无显著差异(图5D)。

3 结论与讨论

浓硫酸是一种强氧化剂,浸种后能够强烈腐蚀种皮,使种胚吸水,透气性增加,从而提高种子的发芽率。与清水处理相比,经过浓硫酸预处理的野生甘草种子发芽率有显著的提高,光照10 h/d、25℃条件下经过浓硫酸处理的种子发芽率(95%)比清水处理(21%)提高了4.5倍,且发芽更整齐,基本在第3~5天达到高峰期。

温度是种子萌发的一个重要影响因素,适宜的温度可以促进种子萌发,温度过低或过高会明显影响萌发^[22]。本研究表明,野生乌拉尔甘草种子的发芽温度范围较广,10~40℃都可以发芽,但过低(<15℃)或过高(40℃)的温度会延缓甘草种子的发芽进程,种子虽然能萌发,但是其活力指数还是会受到影响,40℃高温下甚至出现了种子腐烂的现象。植物种子发芽过程中,存在最佳发芽温度,有些种子的最佳发芽温度是一个定值^[23-24],而有些种子的最适发芽温度是一个固定的温度范围^[25-26]。本研究结果表明,乌拉尔甘草出芽最适宜的温度是20~30℃,这与谭勇等的研究结果基本一致^[14]。在此温度范围内,无论有无经过预处理,甘草种子都能够萌发,发芽相对整齐,且能保证较高的活力指数,也适合其胚根、胚轴的生长,过高或过低的温度甚至导致甘草幼苗胚轴不能生长。

光照也是影响种子萌发的一个重要因素,它可以刺激或抑制某些种子萌发^[27]。本实验表明,经过浓硫酸预处理的甘草种子萌发受光照变化的影响较小,只有活力指数在全黑暗条件下最高,这主要是由于全黑暗条件下幼苗地下部分(胚根)生长比在有光照的条件下好;清水预处理的种子萌发受光照变化影响较大,全黑暗处理对甘草种子发芽有抑制作用,而光照对甘草种子萌发有一定的促进作用,这也是自然状态下野生甘草发芽率低的一个重要原因。相对光萌发率的计算表明清水预处理的种子倾向于在高光照条件下达到较大的发芽率,而硫酸预处理能够降低甘草种子对光的依赖性,这可能是因为光对种子萌发的影响主要是作为一种刺激信号,打破种子的休眠,而不是作为一种能量物质直接参与^[28],而硫酸预处理的主要作用也是破除种皮对种子萌发的影响,经过硫酸

预处理后种子对光照打破休眠的要求降低,从而降低了种子萌发对光的依赖性。

综上所述,野生乌拉尔甘草种子适宜在20~30℃、光照10 h/d条件下萌发,硫酸预处理可以显著提高其发芽率并降低其对光的依赖性,在人工种植时可以作为参考确定种子播种的最佳时间,以提高种子发芽率,降低种子用量和生产成本。20℃最适宜甘草幼苗胚根生长,30℃最适宜胚轴生长,全黑暗条件有利于甘草胚根和胚轴生长,人工栽培时可以此作为选择依据。该研究主要从不同恒定温度和光照时间对野生甘草种子萌发和幼苗生长进行了探讨,而有关于温度和光照对甘草种子萌发的影响有待于进一步研究,例如从变温条件、光照强度、光质等方面进行研究,从而为野生甘草的资源保护和利用提供更全面的理论依据。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1998:167-175.
- [2] 刘长利,王文全,魏胜利. 干旱胁迫对甘草种子吸胀萌发的影响[J]. 中草药,2004,35(12):1402-1405.
- [3] 丘明新,刘家琼. 我国干旱地区甘草草地资源的利用与保护[J]. 自然资源学报,1993,8(4):314-321.
- [4] 葛淑俊,李秀凤,谭冰海,等. 不同处理对乌拉尔甘草种子发芽率及过氧化物酶活性的影响[J]. 种子,2008,27(9):42-45.
- [5] 卢彦昌,张文辉,陆元昌. 黄龙山林区不同培育措施对辽东栎种群结构与动态的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(7):1407-1413.
- [6] 闫兴富. 辽东栎的繁殖体及其与种群更新的关系[J]. 西北林学院学报,2008,23(5):103-107.
- [7] 马杰,阎文杰,李庆芬,等. 东灵山辽东栎虫损种子调查[J]. 生态学杂志,2008,27(2):282-285.
- [8] 贺顺钦,发其. 辽东栎苗木早期生长与光的关系[J]. 林业科学研究,2001,14(6):697-700.
- [9] 李荣,张文辉,何景峰,等. 不同间伐措施对辽东栎幼苗自然更新及生长状况的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2011,39(1):52-60.
- [10] 任坚毅,林玥,岳明. 太白山红桦种子的萌发特性[J]. 植物生态学报,2008,32(4):883-890.
- [11] 王哈生. 干旱影响下人工林的天然更新进程[J]. 干旱区研究,2012,29(5):743-750.
- [12] 吴彦,刘庆,何海,等. 光照与温度对云杉和红桦种子萌发的影响[J]. 应用生态学报,2004,15(12):2229-2232.
- [13] 闫兴富,曹敏. 种皮和环境温度对橡胶树种子萌发的影响[J]. 热带亚热带植物学报,2009,17(6):584-589.
- [14] 谭勇,李鹏,成玉怀,等. 温度对不同品种甘草种子萌发的影响[J]. 安徽农业科学,2009,7(6):2365-2367.

技投入,可有效提高农业劳动生产率和全省生物生产力,减少生态赤字;河北作为全国重要的粮油生产基地之一,从确保国家粮食安全的大局出发,要认真落实耕地“占一补一”制度,使耕地保持动态平衡。严格控制非农建设用地占用耕地规模,全面提高城乡建设集约节约用地水平;为提高生态环境质量,须加强风沙、水土流失、土地污染的治理,有效地控制在工程建设中出现植被破坏及人为的水土流失;在提高人们生活水平的基础上,更新人们的消费观念、转变人们的生活消费方式,引导人们的合理消费,建立资源节约型社会,提高资源利用率。

参考文献:

[1] 符海月,李满春,毛亮,等. 基于生态足迹的土地利用规划生态成效定量分析:以河北省廊坊市为例[J]. 自然资源学报,2007,22(2):225-235.

[2] 赖力,黄贤金. 全国土地利用总体规划目标的生态足迹评价研究[J]. 农业工程学报,2005,30(2):66-71.

[3] 岳东霞,李自珍,惠苍. 甘肃省生态足迹和生态承载力发展趋势研究[J]. 西北植物学报,2004,24(3):454-463.

[4] 张新. 武汉市生态可持续发展的分析与评价[J]. 统计与决策,2007,23(3):81-83.

[5] William R. Ecological footprints and appropriated carry-

ing capacity: what urban economics leaves out[J]. *Environment and Urbanization*,1992,4(2):121-130.

[6] Rees W, Wackernagel M. Urban ecological footprints: why cities cannot be sustainable—and why they are a key to sustainability[J]. *Environmental Impact Assessment Review*,1996,16(4):223-248.

[7] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological Footprints of Nations[R]. Commissioned by the Earth Council for the RIO+5Forum. International council for local Environmental Initiatives. Toronto,1997:10-21.

[8] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. *Ecological Economics*, 1999,29(3):375-390.

[9] 白钰,曾辉,魏建兵,等. 基于环境污染账户核算的生态足迹模型优化:以珠江三角洲城市群为例[J]. 应用生态学报,2008,19(8):1789-1796.

[10] 谭波,傅瓦利. 基于生态足迹的巫山县土地承载力研究[J]. 水土保持研究,2010,17(5):105-113.

[11] 王洪波. 基于改进型生态足迹模型的北京市生态足迹分析与评价[D]. 北京:首都经济贸易大学,2013.

[12] 白钰. 基于生态足迹的天津市土地利用总体规划生态效用评价[J]. 经济地理,2012,32(10):127-132.

[13] 曹宝,秦其明,王秀波,等. 生态足迹改进模型在可持续发展评价中的应用研究[J]. 生态环境,2007,16(3):968-972.

(上接第 229 页)

[15] 刘丽莎. 硫酸处理药用植物硬实种子的研究[J]. 中国中药杂志,1997,22(2):75-77.

[16] 颜启传,毕辛华. 国际种子检验规程[J]. 北京:农业出版社,1985.

[17] 陈志刚,张红蕊,周晓红,等. 铝胁迫对黑麦草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 水土保持研究,2011,18(4):207-210.

[18] 段慧荣,李毅,马彦军. PEG 胁迫对沙冬青种子萌发过程的影响[J]. 水土保持研究,2011,18(3):221-225.

[19] 张聃,曹昀,郑林. 湿地松种子萌发对模拟水分胁迫的响应[J]. 水土保持研究,2011,18(1):188-191.

[20] 邹瑜. 植物生理生化实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995.

[21] Milberg P, Andersson L, Thompson K. Large seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones[J]. *Seed Science Research*,2000,10(1):99-104.

[22] 秦勇,原丽华. 龙蒿种子发芽特性研究[J]. 种子,2006,25(8):30-31.

[23] Flannigan M, Woodward F. A laboratory study of the effect of temperature on red pine seed germination[J]. *Forest Ecology and Management*,1993,62(1):45-156.

[24] Grimstad S O, Frimanslund E. Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield[J]. *Scientia Horticulturae*,1993,53(3):191-204.

[25] Cony M, Trione S. Germination with respect to temperature of two Argentinian *Prosopis* species[J]. *Journal of Arid Environments*,1996,33(2):225-236.

[26] Orozco-Almanza Ma S, de León-García L P, Grether R, et al. Germination of four species of the genus *Mimosa* (leguminosae) in a semi-arid zone of Central Mexico[J]. *Journal of Arid Environments*, 2003, 55(1):75-92.

[27] 杨利平,宋满珍,张晶. 光照和温度对百合属 6 种植物种子萌发的影响[J]. 植物资源与环境学报,2000,9(4):14-18.

[28] Bewley J D, Black M. Physiology and biochemistory of seeds[M]. New York: Plenum Press,1982.