

温度、土壤水分和 NaCl 对黄顶菊种子萌发的影响

芦站根*, 周文杰

衡水学院生命科学系, 河北衡水 053000

摘要: 光照和黑暗条件下的黄顶菊种子萌发无显著差异; 种子萌发的适宜温度为25~35℃; 种子萌发率随着NaCl浓度的升高而下降; 种子萌发的最佳土壤含水量为35%~45%。在最适温度下, 种子萌发耐受NaCl的临界值为89.919 mmol·L⁻¹, 极限值为218.92 mmol·L⁻¹; 不同温度和NaCl以及二者共同作用使黄顶菊种子萌发受到的抑制都极显著。

关键词: 黄顶菊; 温度; 土壤水分; NaCl; 种子萌发

Effects of Temperature, Soil Moisture and Sodium Chloride on Germination of *Flaveria bidentis* (L.) Kuntze Seeds

LU Zhan-Gen*, ZHOU Wen-Jie

Department of Life Science, Hengshui College, Hengshui, Hebei 053000, China

Abstract: The results showed that there was no significant difference between the germination of *Flaveria bidentis* seeds under light and darkness; the optional temperature for germination was from 25 to 35℃. Germination rate of *F. bidentis* decreased with the increase of NaCl concentration; the optional soil moisture was from 35% to 45% for the germination. Under the optimal temperature, the critical and limited values of NaCl tolerance for the germination were 89.919 and 218.92 mmol·L⁻¹ respectively. Under different temperatures, different concentrations of NaCl and their combination effect, the inhibition on germination rate of *F. bidentis* seeds were all notable.

Key words: *Flaveria bidentis*; temperature; soil moisture; sodium chloride; seed germination

黄顶菊属于菊科堆心菊族黄顶菊属一年生杂草, 原产热带地区的南美洲(高贤明等 2004)。2001年最早发现于河北衡水湖与天津南开大学, 由于有极强的适应环境的能力和极易形成单优群落的特性, 现已广泛分布于我国华北地区, 河北省已有 47 个县(市、区)受到侵袭。黄顶菊以种子繁殖为主, 繁殖系数高, 传播蔓延甚为迅速, 还侵入农田、荒地, 通过化感作用影响绿豆等农作物种子的发芽率、幼苗的生长以及生物的多样性(芦站根等 2006; 周文杰等 2007)。因此, 有关黄顶菊的防除研究已被列为河北省紧要的研究课题之一, 弄清黄顶菊种子发芽的环境条件对防止其进一步扩散显得十分重要。本文研究水分、温度、光照、盐以及这几种因素的交互作用对黄顶菊种子萌发特性的影响, 以期为消灭和预防黄顶菊向其他地区扩散提供参考。

材料与方法

黄顶菊 [*Flaveria bidentis* (L.) Kuntze] 种子于 2005 年 11 月采自衡水湖观光码头, 采回后放在户

外晾干, 后贮藏在 15℃ 条件下备用。种子先用蒸馏水洗涤 2 次, 选取 100 粒置于直径为 10 cm 垫有 2 层滤纸的培养皿中, 每一处理重复 3 次。溶液每天更换 1 次, 种子萌发以胚根出现为标准。

实验组合有: (1) 不同光照强度实验。采用纱布遮光设置不同的光照强度, 光照强度有黑暗, 10、22、57、115 和 233 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 每天统计种子的发芽率。(2) 不同土壤水分实验。取用 2 种衡水湖周边的土壤(路旁和田地), 于 80℃ 烘箱中烘干至恒重后, 每皿分别称取 4.5、5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5 和 9.0 g 干土, 以蒸馏水配成含水量为 10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50% 和 55% 的土壤。每皿播种 100 粒, 重复 5 次, 分别置于 25℃ 培养箱中培养。(3) 不同温度和不同浓度 NaCl 实验。在 15、20、25、30、35 和 40℃ 等不同温度和持续黑暗

收稿 2008-02-28 修定 2008-09-19

资助 河北省科技厅科技攻关课题(06220159 和 07220308)。

* E-mail: luzhangen@126.com; Tel: 0318-8198528

条件下, 分别测定种子在 0 (对照)、0.05、0.10、0.15、0.20 和 0.25 mol·L⁻¹ NaCl 溶液中的萌发率。为检测种子萌发的适宜温度范围, 计算不同温度下的发芽指数(Gi), 其计算公式为: $G_i = G_t / D_t$ 。其中 G_t 为在时间 t 时的发芽数, D_t 为发芽日数。以种子在最适温度下的最终萌发率(或发芽指数)为50%时的NaCl浓度为种子萌发的耐NaCl临界值, 以种子在最适温度下的最终萌发率(或发芽指数)为0%时的NaCl浓度为种子萌发的耐NaCl极限值。

以上数据处理与作图用 Excel 和 Origin 5.0 完成。

结果与讨论

1 光照和黑暗对黄顶菊种子萌发的影响

光照和黑暗对黄顶菊种子发芽率的影响差异不显著, 所以以下的实验均在黑暗的培养箱中进行。

2 土壤含水量对黄顶菊种子萌发的影响

从图1可以看到, 黄顶菊种子对水分的适应能力较强, 除了路旁土壤的极干旱(10%~15%的相对含水量)的条件下不能萌发外, 在田地和路旁土壤的任一种土壤含水量下, 黄顶菊种子均能发芽出苗。路旁土壤含水量为40%和田地土壤含水量为35%~40%的种子发芽率最高, 说明35%~40%含水量是黄顶菊种子发芽的最佳条件, 这与外来入侵植物加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)种子发芽需要的土壤湿度条件(沈国辉等2004)相似, 也与衡水湖黄顶菊的调查情况(芦站根等2006; 芦站根和周文杰2006)相吻合。

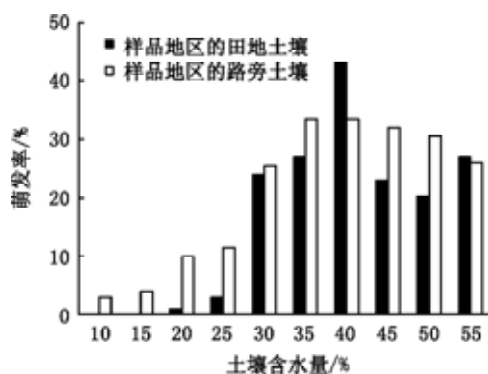


图1 不同土壤含水量下的黄顶菊种子发芽率

Fig.1 Percentages of seed germination of *F. bidensis* under different soil moistures

3 温度对黄顶菊种子萌发的影响

在持续黑暗条件下, 黄顶菊种子萌发的最适温度为35℃, 此温度下的最终萌发率最高(图2和3)。种子萌发的最佳条件是在35℃的蒸馏水中。方差分析表明: 温度($F=7.98, P < 0.001$)极显著地影响黄顶菊种子的萌发。低温延缓种子萌发, 而高温下的种子萌发快(图2)。这种现象在一些盐生植物如囊果碱蓬(*Suaeda physophora*)、盐地碱蓬(*S. salsa*) (段德玉等2003)、海韭菜(*Triglochin maritimum*)等中也可以见到。在35℃下, 无论是蒸馏水还是不同浓度的NaCl处理, 其种子萌发率达到最大值, 这似乎表明黄顶菊种子萌发的最佳季节是夏季。而在自然状态下, 黄顶菊的种子萌发时间不一致, 5~8月份种子都可以萌发。究其原因, 可能是春季融雪淋溶削减了土壤表层的盐分聚集, 同时, 丰富的水分满足了种子萌发前的吸涨, 而后随着地温的不断升高, 至温度为25℃左右时, 种子开始大量萌发, 遂形成新的幼苗; 而在夏季, 尽管种子仍具有很强的萌发潜力, 但由于高温而引起的强烈蒸腾作用, 地下盐分随着毛细管水上升到土壤表层, 对种子产生胁迫, 从而在一定程度上抑制了种子的正常萌发。

4 NaCl对黄顶菊种子萌发的影响

由图2可以看出, 在所有的温度条件下, 种子的萌发率都随着NaCl浓度的升高而下降。在0.25 mol·L⁻¹ NaCl中, 只有极少数种子萌发甚至不萌发。方差分析表明: NaCl ($F=402.23, P < 0.001$)极显著地影响黄顶菊种子的萌发率。此外, 35℃下, 黄顶菊种子萌发率也随NaCl浓度的升高而下降。方差分析表明: 黄顶菊的萌发率与NaCl浓度呈显著负相关, 这与囊果碱蓬种子中的报道(王雷等2005)一致。

经统计, 萌发期间黄顶菊种子的耐NaCl临界值为89.919 mmol·L⁻¹ NaCl; 极限值为218.92 mmol·L⁻¹ NaCl。

此外, 温度和NaCl共同对黄顶菊种子萌发的影响的结果(图2和3)表明, 在温度相对较低的15℃下, 黄顶菊种子除了在蒸馏水中可以萌发以外, 其他浓度NaCl溶液中都不能萌发。在20℃下, 只有低于0.05 mol·L⁻¹ NaCl中种子才能萌发, NaCl高于0.05 mol·L⁻¹的种子不能萌发。在25℃下0.05 mol·L⁻¹ NaCl促进种子的萌发, 此溶液中的发芽率

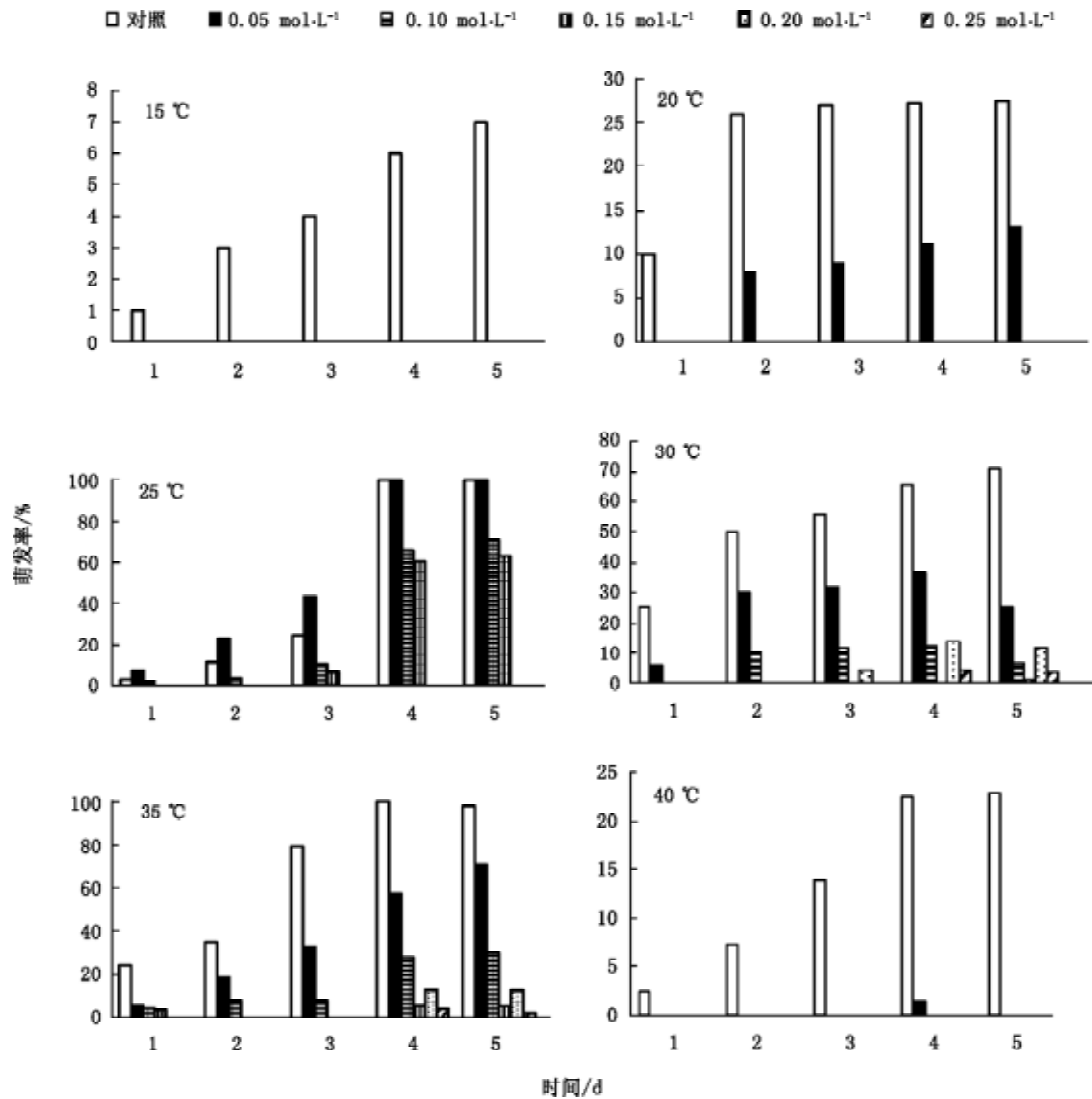


图2 不同温度和不同浓度 NaCl 条件下黄顶菊种子的萌发率

Fig.2 Germination percentages of *F. bidentis* seeds under different concentrations of NaCl and temperature conditions

高。但随着 NaCl 浓度的增加, 发芽率下降, 直至为 0。30~35 下的变化规律与此相似, 发芽率都随着 NaCl 浓度的增加而下降, 直至为 0。40 下, 黄顶菊种子在水中能萌发, 但发芽率较低, 在 0.05 mol·L⁻¹ NaCl 中仍发芽, 但发芽率极低, 且在第 4 天才发芽, 这说明高温下 NaCl 溶液会延缓发芽。方差分析表明: 温度和 NaCl 共同影响黄顶菊种子萌发率的效应极显著 ($F=3.56, P < 0.001$)。

总之, 尽管温度、NaCl 浓度以及它们的交互作用均极显著影响黄顶菊种子的萌发速率, 但 NaCl 的影响远大于温度的影响, 这充分说明 NaCl 是影响黄顶菊种子萌发的最主要生态因子。在自然状态

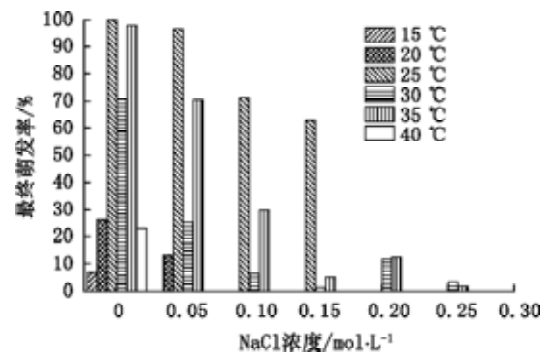


图3 不同温度和不同浓度 NaCl 下黄顶菊种子的最终萌发率
Fig.3 Mean final germination percentages of *F. bidentis* seeds under different concentrations of NaCl and different temperatures

下,黄顶菊种子在早春有萌发延续的现象。早春时节,随着积雪的融化和盐分浓度的降低,种子有了可能萌发的环境条件,但由于此时的地温过低,种子在表层土壤里暂时处于“休眠”状态;到了晚春,一旦温度升高,种子吸涨了足够的水分,即可迅速萌发,长出幼苗。可见,温度是黄顶菊种子萌发的限制性环境因子,在温度相对较高和盐分积累减弱的晚春时节,黄顶菊种子具有最强的萌发能力,对其种群更新很有利。

参考文献

- 段德玉, 刘小京, 冯凤莲, 李存桢(2003). 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应. 土壤肥料科学, 19 (6): 168~172
- 高贤明, 唐延贵, 梁宇, 郑天翔, 桑卫国, 陈艺林(2004). 外来植物黄顶菊的入侵警报及防控对策. 生物多样性, 12 (2): 274~279
- 芦站根, 崔兴国, 蒋文静(2006). 衡水湖黄顶菊的入侵情况的初步调查研究. 衡水学院学报, 8 (1): 69~71
- 芦站根, 周文杰(2006). 外来植物黄顶菊潜在危险性评估及防控对策. 杂草科学, 89 (4): 4~5
- 倪文(1983). 环境因子对杂草紫茎泽兰种子发芽的影响. 生态学报, 3 (4): 328~331
- 沈国辉, 钱振官, 柴晓玲, 管丽琴, 陈建生(2004). 加拿大一枝黄花种子生物学特性研究. 上海农业学报, 20 (4): 105~107
- 王雷, 田长彦, 张道远, 周智彬(2005). 光照、温度和盐分对囊果碱蓬种子萌发的影响. 干旱区地理, 28 (5): 670~674
- 周文杰, 李建明, 芦站根(2007). 外来植物黄顶菊水浸提液对绿豆种子萌发及生长的影响. 江苏农业科学, (4): 72~74