

不同环境因素对猪殃殃种子萌发及出苗的影响

张田田, 马冲, 吴翠霞, 张勇, 孔繁华, 路兴涛*

(泰安市农业科学研究院, 山东省除草剂新技术开发推广中心, 泰安 271000)

摘要 为探讨猪殃殃种子萌发的适宜环境条件,通过室内萌发试验研究了温度、光照、pH、水势、盐分对猪殃殃种子萌发以及埋土深度对其出苗的影响。结果表明,猪殃殃种子萌发的适宜环境条件为温度 10~20℃、光暗 12 h 交替培养以及 pH 4~10,萌发率可达到 50%以上。猪殃殃种子对水势比较敏感,萌发率随着水势的降低而降低,当水势为 0 时,萌发率为 50.50%,水势降低至 -0.6 MPa 时,仅有个别种子萌发,萌发率为 3.50%,当水势为 -0.7 MPa 时,种子萌发完全受到抑制;猪殃殃种子对盐分胁迫有一定忍耐力,当 NaCl 浓度为 0.16 mol/L 时,仍有少数种子萌发,萌发率为 16.50%;适于猪殃殃种子出苗的埋土深度是 1~2 cm,出苗率达到 49.50%。研究结果为猪殃殃的出苗调控和综合治理提供了依据。

关键词 猪殃殃; 萌发; 出苗; 环境因子

中图分类号: S 451 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.02.016

Effects of different environmental factors on seed germination and seedling emergence of *Galium aparine* var. *tenerum*

Zhang Tiantian, Ma Chong, Wu Cuixia, Zhang Yong, Kong Fanhua, Lu Xingtiao

(Development and Popularization Center for New Technique of Herbicides in Shandong Province; Tai'an Academy of Agricultural Sciences, Tai'an 271000, China)

Abstract In order to ascertain the suitable environmental factors for seed germination of *Galium aparine* var. *tenerum*, experiments were conducted to evaluate the effects of temperature, light, pH, osmotic stress, salt stress on seed germination and seed burial depth on seedling emergence. The results showed that the suitable environmental factors for germination was 10–20°C, with alternating light-dark period of 12 h/12 h and pH ranging from 4 to 10, and the germination rate was above 50%. The seeds could tolerate a wide range of salt stress, and germination occurred even at 0.16 mol/L (16.5%). However, the seed was highly sensitive to water stress and could not germinate at -0.7 MPa; while the water stress decreased to -0.6 MPa, the germination rate was only 3.50%. The suitable soil depth for seedling emergence was 1–2 cm, with a germination rate of 49.50%. These results provide guidance for regulation of seedling emergence and integrated management of *G. aparine* var. *tenerum*.

Key words *Galium aparine* var. *tenerum*; germination; emergence; environmental factor

猪殃殃 *Galium aparine* var. *tenerum* 为茜草科拉拉藤属杂草,一年生或越年生,攀援或蔓生,叶 4~8 片轮生,种子繁殖,主要分布于黄河以南各省,在长江流域稻麦区发生、危害尤为严重,华北和东北等部分地区也有发生,主要危害冬小麦、冬油菜等作物^[1],不仅和作物竞争阳光、空间,还可以引起作物倒伏,造成较大减产,是近年来较难防除的恶性杂草之一。

20 世纪 80 年代,罗庆昌和张雪浓^[2]、洪加康^[3]

等针对猪殃殃的生物学特性、猪殃殃与小麦之间的竞争关系及其防除策略等进行了一系列研究报道,指出每株猪殃殃平均结籽 529 粒,具有强繁殖力和扩散力。近年来对猪殃殃的研究主要集中在其发生规律、防治技术、抗药性机理及抗药性监测等方面,李美等^[4]指出双氟磺草胺、2 甲 4 氯联合作用对防治猪殃殃具有增效作用;彭学岗等^[5]、马鹏生^[6]经研究证实猪殃殃对苯磺隆、双氟磺草胺均具有一定的抗

收稿日期: 2016-04-29 修订日期: 2016-06-12

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303022);泰安市科技发展计划(20123035);泰安市农业科学研究院青年基金(2013002)

* 通信作者 E-mail: xingtaolu@163.com

药性。上述研究多利用室内生测技术,需要对猪殃殃进行培养,如何提高猪殃殃种子萌发率、保证其发育程度的一致性成为室内测定工作顺利开展的决定性因素,种子萌发与其所处环境条件密切相关^[7],因而对猪殃殃种子萌发适宜条件的研究就显得尤为重要。

目前国内尚未见猪殃殃种子萌发适宜环境条件研究的相关报道,虽然猪殃殃具有高结籽率,但种子发芽率较低,当年草籽最高发芽率只有 45%~50%,低的仅为 25%。造成种子发芽率低的原因主要是杂草种子为抵抗不良环境条件均存在一定的休眠^[8]。而当种子由休眠状态变为萌动状态时,需要适宜的外界环境条件。许多环境因素,如温度、光照、pH 和土壤湿度等都会对种子萌发产生影响^[9]。因此,本研究通过室内培养皿试验和温室盆栽试验测定不同环境因子对猪殃殃萌发生长的影响,明确猪殃殃种子萌发的适宜条件,以期为进一步研究其生物学特性和综合防除技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试种子:猪殃殃于 2013 年 5 月采自泰安市农业科学研究院闲置试验田,为完全成熟种子,自然风干,贮存备用。

药剂及仪器:三羟甲基氨基甲烷(Tris),国药集团化学试剂有限公司;聚乙二醇 6000(PEG6000),北京益利精细化学品有限公司;其余试剂均为国产分析纯。PGX-450B-30HM 光照培养箱,宁波莱福科技有限公司;PHS-3C 型 pH 计,上海精密科学仪器有限公司;JA2003 电子天平,上海天平仪器厂。

1.2 方法

1.2.1 温度对猪殃殃种子萌发的影响

采用培养皿法进行萌发试验。将猪殃殃种子用 30% 的 NaClO 振荡消毒 1.5 min,再经蒸馏水冲洗 3 遍,置于铺有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 50 粒种子,加 5 mL 蒸馏水或测试液,用于下列不同的种子萌发试验。设置 5、10、15、20、25、30℃ 共 6 个温度处理来测定猪殃殃种子萌发的最适温度范围,光照周期为 L//D=12 h//12 h。每处理重复 4 次,种子萌发以胚根露出为标准,每 3 d 记录 1 次种子萌发数,21 d 后记录种子总萌发数,并计算萌发率(germination percentage, GP)。GP = $n/N \times 100\%$,其中, n 为萌发的种子粒数, N 为供试种子数。

1.2.2 光照对猪殃殃种子萌发的影响

采用培养皿法,将 50 粒猪殃殃种子放于铺有 2 层滤纸的培养皿中,加入 5 mL 蒸馏水,置于 15℃ 光照培养箱,设置全光照、光暗 12 h 交替、全黑暗 3 个处理进行培养。每处理重复 4 次。每 3 d 记录 1 次种子萌发数,21 d 后记录种子总萌发数,并计算萌发率。

1.2.3 pH 对猪殃殃种子萌发的影响

将猪殃殃种子置于 pH 为 4、6、8、10 的缓冲液中,缓冲液用 25 mmol/L 的 Tris 配制,用 0.5 mol/L HCl 或 NaOH 调至设定的 pH。以蒸馏水(pH 7.6)为对照,置于 15℃、光照周期为 L//D=12 h//12 h 的光照培养箱内培养。每处理重复 4 次。每 3 d 记录种子萌发数,21 d 后记录种子总萌发数,并计算萌发率。

1.2.4 水分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

参照 Michel 和 Kaufmann^[10]的方法,试验采用 PEG 6000 溶液模拟水分胁迫,将 PEG 6000 配制成质量浓度分别为 0、62.6、99.7、128.9、153.9、176.0、196.0、214.5 g/L 的溶液,与之相对应的溶液水势分别为 0、-0.1、-0.2、-0.3、-0.4、-0.5、-0.6、-0.7 MPa。每皿移取对应水溶液 5 mL,观察不同水势对猪殃殃种子萌发的影响。每处理重复 4 次。每 3 d 记录 1 次种子萌发数,21 d 后记录种子总萌发数,并计算萌发率。

1.2.5 盐分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

分别溶解 0.0、0.585、1.17、2.34、4.68、9.36、18.72 g NaCl 于 1 L 蒸馏水中,使盐分浓度分别为 0.0、0.01、0.02、0.04、0.08、0.16、0.32 mol/L。每皿移取对应水溶液 5 mL,观察不同浓度 NaCl 溶液对猪殃殃种子萌发的影响。每处理 4 次重复,每 3 d 记录种子萌发数,21 d 后记录种子总萌发数,并计算萌发率。

1.2.6 埋土深度对猪殃殃种子出苗的影响

利用直径为 10.5 cm 的塑料小杯进行埋土深度试验,土壤为棕壤土,pH 为 6.8,有机质含量为 11.3 g/kg。每杯播种 50 粒猪殃殃种子,播种深度分别为 0、1、2、3、4、5、6 和 7 cm,每处理重复 4 次,塑料小杯置于室外自然条件下,平均气温为 15℃。试验期间,定期补充水分,保持土壤湿润,子叶露出土壤表层视为出苗,21 d 后记录种子出苗数并计算出苗率。

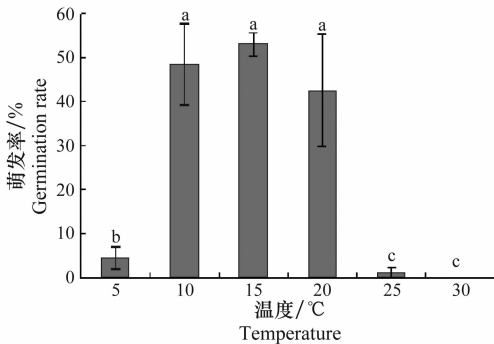
1.3 数据处理

采用 DPS 7.05 数据处理软件进行回归分析,研究水分胁迫和盐分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响,并用 Duncan 氏新复极差法进行各环境因素处理间的差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 温度对猪殃殃种子萌发的影响

温度对猪殃殃种子萌发的影响非常显著,当温度从 5℃ 上升到 15℃ 时,发芽率从 4.50% 上升到 53.00%,萌发率达到最高;温度为 25℃ 时,萌发率又下降至 1.00%,虽然猪殃殃种子在 5~25℃ 之间均可萌发,但其萌发的适宜温度范围是 10~20℃,且在此温度范围内,种子开始萌发的时间和萌发率无显著差异。表明猪殃殃作为一种典型的冬季杂草,适宜在较低的温度下萌发。



图中数据为平均数±标准差。不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在P<0.05水平差异显著
Data are mean±SD. Different letters on the bars indicate significant difference at P<0.05 level by Duncan's new multiple range method

图 1 不同温度对猪殃殃种子萌发的影响

Fig. 1 Effects of temperature on germination of *Galium aparine* var. *tenerum*

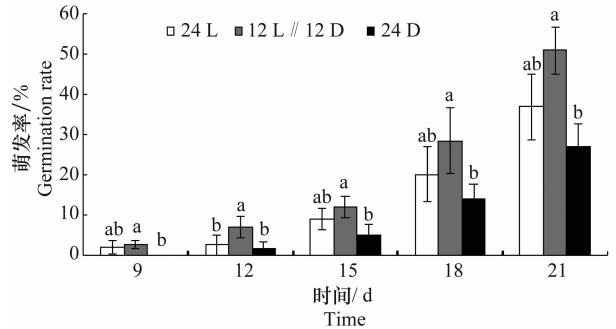
2.2 光照对猪殃殃种子萌发的影响

在不同的光周期下,猪殃殃种子的萌发率差别较大(图 2)。光暗 12 h 交替处理下,猪殃殃种子 21 d 时的萌发率为 51.00%;24 h 全光照条件下,萌发率下降为 37.00%;24 h 全黑暗条件下,萌发率仅为 27.00%。光暗 12 h 交替条件下的萌发率显著高于 24 h 全黑暗条件下,也高于 24 h 全光照处理的萌发率,但差异不显著,说明光暗交替更有利于猪殃殃种子的萌发。

2.3 pH 对猪殃殃种子萌发的影响

不同 pH 对猪殃殃种子萌发的影响较小(图 3)。当 pH 为 7.6 时(对照),猪殃殃种子萌发率最高为 52.00%,在其他供试 pH 范围内,萌发率在 40.00%

~43.50%之间,且都与对照无显著差异,说明猪殃殃种子对环境中弱酸弱碱性溶液耐受性较强。

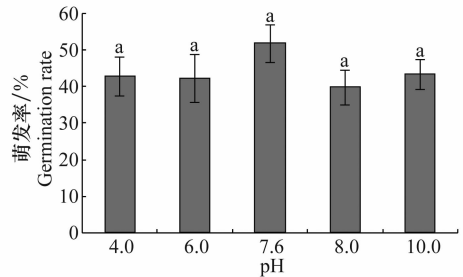


24 L: 24 h 光照; 12 L:12 D: 12 h 光照 // 12 h 黑暗; 24 D: 24 h 黑暗。图中数据为平均数±标准差。不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在P<0.05水平差异显著

24 L: 24 h light; 12 L:12 D: 12 h light // 12 h dark; 24 D: 24 h dark. Data are mean±SD. Different letters on the bars indicate significant difference at P<0.05 level by Duncan's new multiple range method

图 2 不同光照条件对猪殃殃种子萌发的影响

Fig. 2 Effects of light on germination of *Galium aparine* var. *tenerum*



图中数据为平均数±标准差。不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在P<0.05水平差异显著

Data are mean±SD. Different letters on the bars indicate significant difference at P<0.05 level by Duncan's new multiple range method

图 3 pH 对猪殃殃种子萌发的影响

Fig. 3 Effects of pH on germination of *Galium aparine* var. *tenerum*

2.4 水分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

猪殃殃种子萌发随着水势的降低而降低(图 4)。当水势为 0.0 MPa 时,猪殃殃种子萌发率为 50.50%,之后随着水势降低,萌发率不断降低,当水势降低至 -0.6 MPa 时,仅有个别种子萌发,萌发率为 3.50%,当水势为 -0.7 MPa 时,种子萌发完全受到抑制。猪殃殃种子萌发率与水势之间符合线性方程 $y=67.38x+46.08(R^2=0.968)$ 。

2.5 盐分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

随着 NaCl 溶液浓度从 0 上升至 0.32 mol/L,猪殃殃种子萌发率呈下降趋势,盐分与猪殃殃种子萌发率的拟合曲线符合多项式线性关系, $y=461.3x^2-299.2x+49.14(R^2=0.981)$ 。当盐分浓度为 0.16 mol/L

时,仍有少数种子萌发,萌发率为 16.50%;在 0.32 mol/L 的 NaCl 溶液中,猪殃殃种子的萌发完全被抑制(图 5)。表明盐分是影响猪殃殃种子萌发较为显著的因素。

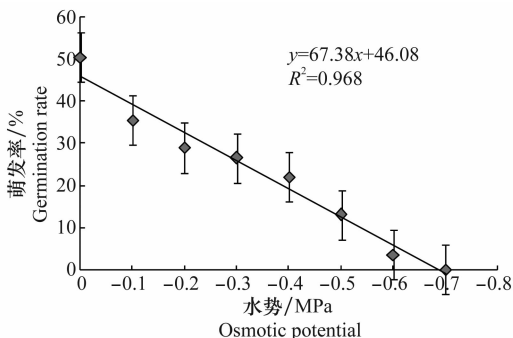


图 4 水分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

Fig. 4 Effects of osmotic potential on germination of

Galium aparine var. tenerum

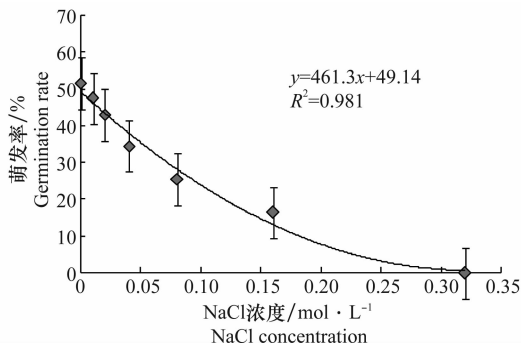


图 5 盐分胁迫对猪殃殃种子萌发的影响

Fig. 5 Effects of salt stress on germination of

Galium aparine var. tenerum

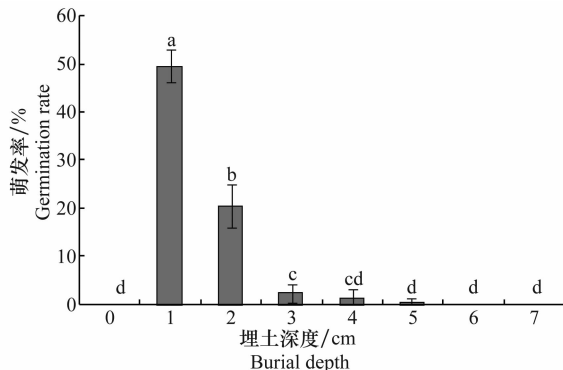
2.6 埋土深度对猪殃殃种子出苗的影响

埋土深度能够对猪殃殃种子产生影响,当种子撒播在土表时,种子不萌发;埋土深度为 1 cm 时,种子萌发率最高,达 49.50%;之后随着种子埋土深度的增加,萌发率逐渐降低。当种子埋土深度为 3 cm 时,出苗率仅为 2.50%,当种子埋土深度大于 6 cm 时,不能正常出苗(图 6)。说明猪殃殃种子适宜出苗埋土深度为 1~2 cm 范围,种子埋土深度的增加会严重抑制其萌发。

3 讨论

种子萌发需要适宜的外界环境条件,如适当的温度、充足的水分以及足够的氧气等。温度是种子发芽所需生态条件中极为重要的一个因素,在种子萌发的整个过程中起着非常重要的作用^[11]。自然

条件下,猪殃殃整个生长期中一般有 2 个出苗高峰:一个在冬前 11 月下旬至 12 月上中旬,另一个在春后 3 月上旬至 3 月中旬。在猪殃殃的主要危害区,该时期平均气温在 15℃ 左右^[12],本研究结果表明,猪殃殃种子萌发的适宜温度是 10~20℃,最适温度为 15℃,与其自然条件下出苗期温度基本吻合。



图中数据为平均数±标准差。不同字母表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P<0.05$ 水平差异显著
Data are mean±SD. Different letters on the bars indicate significant difference at $P<0.05$ level by Duncan's new multiple

图 6 埋土深度对猪殃殃种子出苗的影响

Fig. 6 Effects of burial depth on seedling emergence of

Galium aparine var. tenerum

植物种子在不同光照条件下的萌发行为存在较大差异,大致可以归结为 3 种类型:种子在黑暗和光照条件下都能很好地萌发;种子萌发需要严格的光照时间和光照强度;种子萌发随着光照的减少而增加^[13]。本试验中,光暗交替条件下猪殃殃种子的萌发率约为黑暗条件下的 2 倍,表明猪殃殃种子的萌发需要一定的光照。另外,种子对光的感应也能确定自身是否处于适合萌发的土层位置^[14],当猪殃殃种子位于土壤浅表层且受光条件较好时,才能够正常萌发,其在 3 cm 深度以下的土层几乎不能萌发,这与牛筋草 *Eleusine indica*^[15] 表现是一致的。而猪殃殃在土表不能萌发的特性与茵草 *Beckmannia syzigachne*^[16]、节节麦 *Aegilops tauschii*^[17]、鳢肠 *Eclipta prostrata*^[18] 等明显不同。猪殃殃种子在土壤表层不能萌发的原因可能在于土壤表层持水量较深层低^[19],而猪殃殃种子硬实,种皮阻止了水分的吸收^[20],可能是猪殃殃种子无法在土壤表层萌发的另一重要原因。

大量研究表明,种子萌发所需的土壤酸碱度范围较宽,许多种子在 pH 4~10 之间都可以萌发^[21]。在我国,大部分土壤的 pH 在 5~8 之间,pH 不是猪殃殃田间萌发的限制因素,这也是猪殃殃分

布较广的原因之一。聚乙二醇(PEG 6000)是一种高分子渗透剂,目前实验室条件下大都采用 PEG 6000 高渗溶液来模拟水分胁迫,本研究中猪殃殃种子对水分胁迫比较敏感,只能在较高的水势条件下才能萌发,这可能与猪殃殃种子坚硬、种皮密生钩状刺^[22]、透水性差的特性有关。即使猪殃殃属于典型的旱生杂草^[23],其种子萌发也需要湿润的环境,这一点与同是夏熟旱田杂草的日本看麦娘 *Alopecurus japonicus*^[24]、扁穗雀麦 *Bromus catharticus*^[25] 一致。许多研究认为,随着盐浓度的提高,种子的发芽率下降^[26],大多种子在 NaCl 浓度 > 0.08 mol/L 的条件下不易萌发。而本研究中 NaCl 浓度为 0.16 mol/L 时仍有 16.50% 的种子可以萌发,表明猪殃殃对盐分胁迫有一定的耐受性。综合猪殃殃种子萌发具有宽泛的酸碱度范围(pH 4~10),对盐分具有较强忍耐力等特点,说明猪殃殃是一种广泛分布的夏熟作物田杂草,这与其田间发生规律基本吻合。

利用猪殃殃种子萌发及出苗对温度、光照和埋土深度的要求,可以指导田间以猪殃殃为优势种杂草的农业防除。在猪殃殃的 2 个出苗高峰期,如果温度适宜,杂草会很快蔓延,作物在与杂草的竞争中处于劣势,此时应采取人工拔除或者化学防治等方法,在杂草与作物形成竞争之前消除隐患。也可以在下茬夏熟作物播种前,适度翻耕将其种子深埋地下,有效抑制猪殃殃种子的萌发和出苗,这在农业生产上具有重要意义。

参考文献

- [1] 彭学岗. 北方部分地区冬麦区杂草猪殃殃对苯磺隆的抗药性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2009.
- [2] 罗庆昌, 张雪浓. 麦田杂草猪殃殃的生物学特性与防治研究[J]. 植物保护学报, 1984, 11(4): 275-281.
- [3] 洪加康. 猪殃殃危害损失及其防除策略初探[J]. 植物保护学报, 1986, 13(2): 137-141.
- [4] 李美, 高兴祥, 高宗军, 等. 双氟磺草胺、2 甲 4 氯联合作用及作物安全性评价[J]. 植物保护学报, 2013, 40(6): 557-563.
- [5] 彭学岗, 王金信, 段敏, 等. 中国北方部分冬麦区猪殃殃对苯磺隆的抗性水平[J]. 植物保护学报, 2008, 35(5): 458-462.
- [6] 马鹏生. 猪殃殃抗双氟磺草胺的生理机制研究[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2014, 45(5): 778-781, 784.
- [7] 鱼小军, 师尚礼, 龙瑞军, 等. 生态条件对种子萌发影响研究进展[J]. 草业科学, 2006, 23(10): 44-49.
- [8] 杨彩宏, 冯莉, 岳茂峰, 等. 牛筋草种子萌发特性的研究[J]. 杂草科学, 2009 (3): 21-24.
- [9] Chachalis D, Reddy K N. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and seedling emergence[J]. Weed Science, 2000, 48(2): 212-216.
- [10] Michel BE, Kaufmann MR. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000 [J]. Plant Physiology, 1973, 51(5): 914-916.
- [11] 王丽娟. 牧草种子萌发对温度和水分胁迫的反应[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2008.
- [12] 庄红娟, 何太蓉, 刘存东. 秦岭-黄淮平原交界带中东部近 50 a 气温变化特征分析[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2009, 28(5): 670-674.
- [13] 刘有军, 纪永福, 马全林, 等. 温度和光照对 3 种一年生植物种子萌发的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(4): 810-814.
- [14] 宋兆伟, 郝丽珍, 黄振英, 等. 光照和温度对沙芥和斧翅沙芥植物种子萌发的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2562-2568.
- [15] Chauhan B S, Johnson D E. Germination ecology of goosegrass (*Eleusine indica*): an important grass weed of rainfed rice [J]. Weed Science, 2008, 56(5): 699-706.
- [16] 饶娜. 茵草 (*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald) 生物学、生态学及其防除的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [17] 房峰. 节节麦 (*Aegilops tauschii* Coss.) 生态适应性[D]. 北京: 中国农业科学院研究生院, 2012.
- [18] 罗小娟, 吕波, 李俊, 等. 鳢肠种子萌发及出苗条件的研究[J]. 南京农业大学学报, 2012, 35(2): 71-75.
- [19] 刘继龙, 张振华, 谢恒星. 苹果园表层与深层土壤水分的转换关系研究[J]. 农业现代化研究, 2006, 27(4): 304-306.
- [20] 侯冬花, 萨拉木·艾尼瓦尔, 海利力·库尔班. 种子休眠与休眠解除的研究进展[J]. 新疆农业科学, 2007, 44(3): 349-354.
- [21] Chauhan B S, Gill G, Preston C. Factors affecting turnipweed (*Rapistrum rugosum*) seed germination in southern Australia [J]. Weed Science, 2006, 54(6): 1032-1036.
- [22] 梁帝允, 张治. 中国农区杂草识别图册[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2013: 378.
- [23] Wei Shouhui, Zhang Chanxian, Li Xiangju, et al. Factors affecting buffalobur (*Solanum rostratum*) seed germination and seedling emergence [J]. Weed Science, 2009, 57(5): 521-525.
- [24] 沈国辉, 管丽琴, 石鑫, 等. 日本看麦娘生物学、生态学特性[J]. 上海农业学报, 2000, 16(S): 37-40.
- [25] 田宏, 刘洋, 张鹤山, 等. 扁穗雀麦种子萌发吸水特性与萌发温度的研究[J]. 中国草地学报, 2009, 31(2): 53-58.
- [26] Rehman S, Harris P J C, Bourne W F. The effect of sodium chloride on the Ca²⁺, K⁺ and Na⁺ concentrations of the seed coat and embryo of *Acacia tortilis* and *A. coriacea* [J]. Annals of Applied Biology, 1998, 133(2): 269-279.

(责任编辑: 田 喆)