五种菊科植物种子萌发对温度的响应及其入侵性*

陈 文[1] 王桔红[2**] 陈丹生[2] 朱 慧[2]
([1]韩山师范学院地理与旅游管理系,广东潮州 521041;[2]韩山师范学院生物学系,广东潮州 521041)

摘 要 以粤东地区4种菊科入侵植物三叶鬼针草(*Bidens pilosa*)、微甘菊(*Mikania micrantha*)、南美蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*)、藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)和1种本土植物醴肠(*Eclipta prostrata*)为材料,研究了种子扩散时的萌发率以及种子经历低温(15 ℃、湿润)和常温(25 ℃和25/15 ℃、湿润)后的萌发响应特点。结果表明:种子扩散时,三叶鬼针草、醴肠、藿香蓟种子萌发率分别为100%、98%和62%~78%,微甘菊为44%~52%,南美蟛蜞菊为2%(25 ℃)和86%(25/15 ℃);5种菊科植物种子在15 ℃培养期间,平均萌发率由高至低依次是三叶鬼针草(82%~91%)、微甘菊(19%~26%)、醴肠(9%~12%)、南美蟛蜞菊(0~1%)、藿香蓟(0);在25 ℃和25/15 ℃下,藿香蓟种子萌发率为35%~49%,醴肠为58%~68%,南美蟛蜞菊为4%(25 ℃)和55%(25/15 ℃)。种子快速萌发、高萌发率,以及宽泛的萌发温度需求是1年生草本入侵种的主要入侵特性。

关键词 菊科;入侵植物;温度;种子萌发率
中图分类号 Q948 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2015)2-0420-05

Responses of seed germination of five Asteraceae species to temperature and their invasivity. CHEN Wen[1], WANG Ju-hong[2**], CHEN Dan-sheng[2], ZHU Hui[2] ([1]*Department of Geography and Tourism Management, Hanshan Normal University, Chaozhou* 521041, *Guangdong, China*; [2]*Department of Biology, Hanshan Normal University, Chaozhou* 521041, *Guangdong, China*). *Chinese Journal of Ecology*, 2015, **34**(2): 420-424.

Abstract: Seed germinations of five Asteraceae species including *Bidens pilosa*, *Mikania micrantha*, *Wedelia trilobata*, *Ageratum conyzoides* and *Eclipta prostrata* (a native species) from eastern Guangdong were studied following wet-storage at 15 ℃ for 30 days and then incubation at 25 ℃ or 25/15 ℃ for 30 days, to reveal the response of germination to temperature. The result showed that *B. pilosa*, *E. prostrate*, *A. conyzoides*, *M. micrantha* and *W. trilobata* seeds germinated to 100%, 98%, 62%-78%, 44%-52%, 2% (at 25 ℃)-86% (at 25/15 ℃) after seed dispersal, respectively. At the first stage (at 15 ℃ under wet condition), the germination percentages of five Composite plants were 82%-91% (*B. pilosa*), 19%-26% (*W. trilobata*), 8.7%-12% (*E. prostrata*), 0-1% (*W. trilobata*), 0% (*A. conyzoides*). At the second stage (at 25 ℃ and 25/15 ℃), seeds of *A. conyzoides* germinated to 35% and 49%, *E. prostrate* to 58%-68%, *W. trilobata* to 4% (at 25 ℃) and 55% (at 25/15 ℃). Quick germination, high germination percentages, and broad temperature adaptation of germination may be important characters of these alien invasive plants.

Key words: Asteraceae; invasive plants; temperature; germination percentage.

我国是一个生态系统高度多样化的国家,也是生物入侵较严重的国家之一,有282种外来入侵植物,其中120种(43.93%)来自于热带美洲(张帅等,2010)。受年均温和极端高低气温、年降水量和降水变率等环境因子的影响,相对较高的外来入侵植物物种多样性主要出现在我国东南地区,并向西北方向扩散蔓延(冯建孟等,2010),对当地生态系统造成严重的破坏。揭示入侵物种的入侵机制成为入侵生物学研究的核心课题(Alpert *et al.*,2000; Pren-

*国家自然科学基金项目(31470021)、广东韩山师范学院2012年科研团队项目(LT201204)和广东韩山师范学院科研启动项目(QD20131105)资助。
**通讯作者 E-mail: wjuh1918@163.com
收稿日期:2014-06-30 接受日期:2014-09-11

tis *et al.*,2008)。外来种的入侵是一个复杂过程,目前已有不少假说和理论对其机制进行了解释,如"生态位机遇假说"(Shea *et al.*, 2002)、"天敌逃避假说"(Wolfe, 2002)、"Novel Weapons"(Callaway *et al.*, 2004; 吴锦容等, 2005) 等。菊科是被子植物中最大的科,也是入侵植物种数最多的科。一些学者对菊科植物种子生理生态(杨逢建等,2007)、化感作用(李富荣等,2011)、萌发对光的需求(许慧男等, 2010)等进行了比较研究,并对强入侵植物三叶鬼针草的繁殖特征及其入侵性进行了研究(洪岚等, 2004;郝建华等, 2009a,2009b)。繁殖能力作为最经典的外来植物入侵机制已经逐渐得到认同,但在揭示生物入侵机制的研究中,通过比较同一生态环境中入侵种与近缘本地种或外来种的特性才能更清晰地揭示繁殖特性与入侵性的关系。

本研究以 5 种菊科植物包括强入侵植物三叶鬼针草(*Bidens pilosa*)、微甘菊(*Mikania micrantha*)、南美蟛蜞菊(*Wedelia trilobata*)(郝建华等, 2009;张帅等, 2010),中等入侵种藿香蓟(*Ageratum conyzoides*)和本土植物醴肠(*Eclipta prostrata*)为材料,研究种子萌发对不同温度的响应特点,以揭示外来种的入侵机制,为入侵植物的预警和防控提供参考。

1　研究地区与研究方法

1.1　研究地概况

研究地位于粤东地区(114°53′E—117°08′E, 22°31′N—24°15′N),该地域属于亚热带海洋性季风气候,气候温和、日照充足、雨量充沛,年均气温 21~22 ℃,日照 1900~2400 h,≥10 ℃的连续积温达 7300~7890 ℃,年平均降雨量 1300~2400 mm。极端最高气温为 39.6 ℃,极端最低气温为-0.5 ℃。

1.2　供试材料

所研究 5 种菊科植物三叶鬼针草、南美蟛蜞菊、微甘菊、藿香蓟、醴肠的成熟种子于 2012 年 10—11 月在潮州市区周边采集,每种植物的种子取自 20~30 株个体,自然风干、混匀待用。随机抽取 100 粒称重,3 次重复,得到种子平均百粒重。5 种植物基本信息见表 1。

1.3　研究方法

1.3.1　种子扩散时萌发测试　为测试种子扩散时的萌发能力,收集风干后种子进行初次萌发测试。具体过程是,将种子放入铺有双层滤纸、直径为 90 mm 的培养皿中,每皿 50 粒子,3 次重复,置于恒温(25 ℃)和变温(25/15 ℃)条件下培养 30 d,得到种子扩散时的萌发率(GP)和 T50。GP 为种子萌发总数占所测种子总数的百分率,T50 为萌发到总萌发率的 50%所用的天数(王桔红等, 2013)。

1.3.2　萌发实验　为了研究 5 种植物种子扩散后经历冬季后的萌发行为,本研究把种子培养期分为 2 个阶段,先将 5 种植物种子置于低温下(15 ℃)培养 30 d(Ⅰ期),以模拟种子扩散后经历的冬季低温期;然后将种子转至常温下(25 ℃和 25/15 ℃)培养 30 d(Ⅱ期)以模拟春季气温。每皿 50 粒子(90 mm 的培养皿),3 次重复;种子培养期间 12 h 光照/12 h 黑暗,光照强度为 800~1000 lx。Ⅰ期每 48 h 进行一次萌发检测,Ⅱ期每 24 h 进行一次萌发检测,统计种子萌发数目,以肉眼看到白色的幼根为标准判断种子是否萌发,并将萌发的种子检出,两阶段实验持续时间共 60 d。

1.4　数据统计

主要萌发指数有萌发率和 T50。分析时对萌发率的原始数据进行反正弦转换,使数据近似正态分布。以相关性分析研究 5 种植物种子萌发率、T50 与种子大小的关系。单因素方差(one-way ANOVA)和最小差异显著法(LSD)分析不同物种、不同培养温度下种子萌发率、T50 差异。统计分析使用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 统计软件。

2　结果与分析

2.1　5 种植物种子扩散时的萌发

5 种菊科植物在种子成熟扩散时其萌发率和 T50有显著差异。1年生草本植物三叶鬼针草种子

表 1　5 种菊科植物基本信息

Table 1　Basic information of five Asteraceae species

物种	生活型	原产地	分布	生境
三叶鬼针草 *Bidens pilosa*	1 年生直立草本	热带美洲	热带亚热带和温带地区	村旁、路边及荒地
南美蟛蜞菊 *Wedelia trilobata*	多年生直立或匍匐草本	热带美洲	广东、广西等华南等地	路旁、田边、沟边
微甘菊 *Mikania micrantha*	多年生草质或木质攀援藤本	南美洲和中美洲	广东、广西、福建等地带	天然次生林、人工林缘
藿香蓟 *Ageratum conyzoides*	1 年生草本	中南美洲	华南、西南等地	山谷、山坡林下或林缘
醴肠 *Eclipta prostrata*	1 年生草本	我国中南部	我国中南部	低洼或湿润地带

表 2 5 种菊科植物种子扩散时萌发率和 T50

Table 2 Seed germination percentage and T50 of five Asteraceae species after seed dispersal

物种	种子百粒重 (g)	萌发率(%)		T50 (d)	
		25 ℃	25/15 ℃	25 ℃	25/15 ℃
三叶鬼针草	0.1458±0.0038	100	100	4.30	7.25
藿香蓟	0.0099±0.0006	78	62	4.75	8.92
醴肠	0.0181±0.0003	96	98	4.35	3.65
微甘菊	0.0055±0.0008	44	52	4.61	4.59
南美蟛蜞菊	0.1650±0.0022	2	86	23.50	10.10

面粒重数扰为平均值±标准误。

萌发率达到 100%,醴肠种子萌发率为 96%(恒温)和 98%(变温),藿香蓟种子萌发率分别为 78%(恒温)和 62%(变温);多年生草质藤本微甘菊种子萌发率为 44%(恒温)和 52%(变温),多年生草本植物南美蟛蜞菊的种子萌发率为 2%(恒温)和 86%(变温)。三叶鬼针草、微甘菊、藿香蓟和醴肠的 T50 较小,在 8 d 内萌发率达到总萌发率的 50%(表 2)。相关性分析显示,5 种植物的种子萌发率、T50 和种子大小之间关联性不显著($P>0.05$)。

2.2 5 种植物种子经历 2 个时期的萌发进程及其萌发率

在 15 ℃湿润条件下,三叶鬼针草种子从第 6 天开始萌发,第 9—10 天达到萌发高峰,累积萌发率达到 82%~91.3%;微甘菊种子自第 12—14 天开始萌发,于 14—18 d 达到萌发高峰,累积萌发率为 18.67%~26%;醴肠种子在第 6 天开始萌发,累积萌发率为 8.67%~12%;南美蟛蜞菊和藿香蓟种子基本不萌发。将种子转入 25 ℃和 25/15 ℃条件下培养,微甘菊种子萌发率仍较低(约 10%);南美蟛蜞菊在 25 ℃条件下萌发率不足 5%,在 25/15 ℃条件下于第 4 天开始萌发,4—8 d 达到高峰,累积萌发率为 54.6%;藿香蓟种子于第 6 天开始萌发,萌发持续时间较长,累积萌发率达到 34.7%(25 ℃)和 48.7%(25/15 ℃);醴肠种子自转入第 1 天开始萌发,4 d 内达到萌发高峰,累积萌发率为 68%(25 ℃)和 57.6%(25/15 ℃)(图 1 和图 2)。

5 种菊科植物种子在 15 ℃(湿润)培养期间,平均萌发率由高至低依次是三叶鬼针草(82%~91.3%)、微甘菊(18.67%~26%)、醴肠(8.67%~12%)、南美蟛蜞菊(0~1.3%)、藿香蓟(0%);在第二阶段培养期,即在 25 ℃和 25/15 ℃培养条件下,三叶鬼针草的萌发率分别为 3.3%和 5.3%,微甘菊为 9.3%和 7.3%,南美蟛蜞菊为 4%和 54.6%,藿香蓟为 34.7%和 48.7%;醴肠为 68%和 57.6%(图 2)。

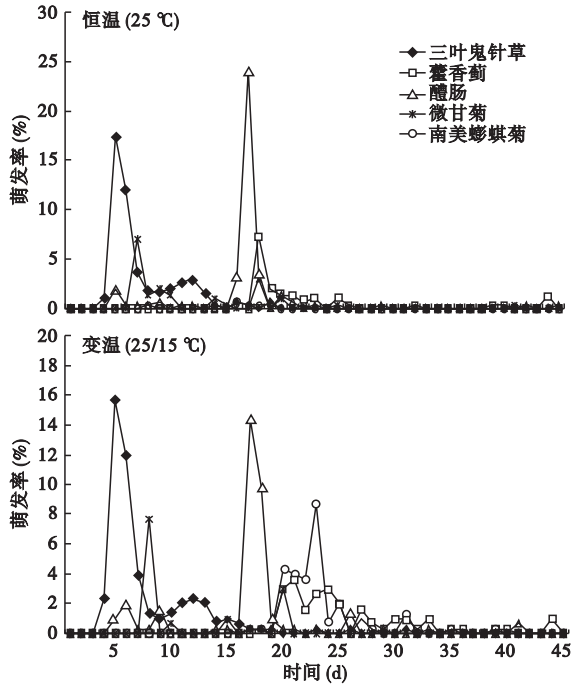


图 1 5 种菊科植物种子萌发进程

Fig.1 Germination process of five Asteraceae species

Ⅰ期 30 d(1—15),Ⅱ期 30 d(16—45)。

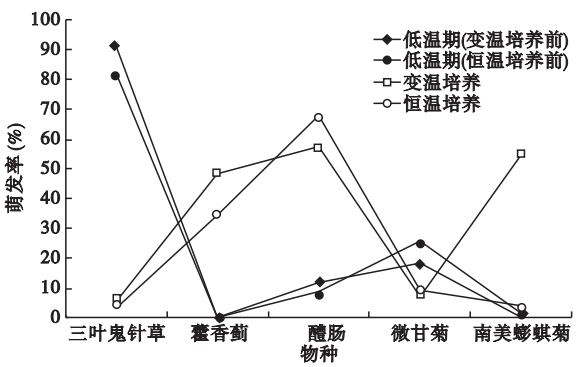


图 2 5 种植物经历 2 个培养阶段的萌发率

Fig.2 Germination percentage of five Asteraceae species incubated at two stages

3 讨 论

本研究选取的 5 种菊科植物中,三叶鬼针草、藿香蓟和醴肠为 1 年生草本植物,其种群的扩展主要依赖于种子繁殖。研究发现,三叶鬼针草种子在成熟扩散时萌发率达到 100%,经过 15 ℃低温期萌发率仍高达 80%以上,这种高萌发率以及宽泛的萌发温度需求,加之种子数量多、表面具钩刺能够依靠动物远距离传播(杨逢建等,2007;郝建华等,2009;许慧男等,2010)等特性,显示出其强大的种子扩散和繁殖能力,这也是三叶鬼针草成功入侵并成为我国

南北各地强入侵性种的主要原因。藿香蓟种子在15 ℃条件下不萌发,在25 ℃和25/15 ℃条件下萌发率为34.7%~48.7%,这种种子萌发对温度的需求使藿香蓟种群不利于向高纬度地带扩展,其分布限于长江流域及以南各地的低山、丘陵及平原,属中等危害外来种。本土1年生草本植物醴肠种子在扩散时萌发率达到100%,在15 ℃培养期间,萌发率为10%,在25 ℃和25/15 ℃条件下萌发率达到约60%,因此,种子萌发对温度的需求特性使其种群分布在我国中南部。这3种1年生草本植物种子的总萌发率的差异显示出三叶鬼针草具有强入侵性,而且三叶鬼针草种子萌发对低温(15 ℃)的响应特性,揭示其由低纬度的热带和亚热带地域向高纬度地带入侵的能力。

微甘菊为多年生攀援藤本,依赖于茎上的节点生根,进行旺盛的无性繁殖(徐高峰等,2013)。李鸣光等(2002)对微甘菊种子萌发进行了研究,发现其种子成熟时几乎不萌发,经土壤埋藏后萌发率不足40%。本研究表明,种子在15 ℃条件下萌发率为22.3%,2个阶段培养后的总萌发率达到35%左右。与种子繁殖相比,微甘菊发达的无性繁殖能力可能是主要的入侵特性。南美蟛蜞菊为多年生草本植物,生长迅速,其匍匐茎的节上生根并不断产生新植株而蔓延扩散入侵新的领地(李希娟等, 2006;杨东娟和朱慧2008;吴彦琼等, 2010),成为我国重度外来入侵植物。本研究发现,南美蟛蜞菊种子扩散时的萌发率为2%(恒温)和86%(变温),经过25/15 ℃的培养其种子萌发率为4%和54.6%,显示南美蟛蜞菊种子萌发对变温条件有较好的响应。南美蟛蜞菊种子在变温条件下的高萌发率及其强大的无性繁殖能力成为重要的入侵特性。研究发现,菊科入侵植物具有强大的种子繁殖能力,如种子小而多,具冠毛或钩刺,有较强的扩散能力及萌发能力(洪岚等,2004;郝建华等,2009a,2009b; 许慧男等,2010);也有研究认为,菊科入侵植物种子萌发速度及萌发能力与其入侵性并无显著的关联(杨逢建等2007)。本研究结果与洪岚等(2004)、郝建华等(2009a,2009b)、许慧男等(2010)一致,说明1年生草本入侵植物三叶鬼针草种子有快速萌发能力和高萌发率,并且种子萌发时对温度的需求较宽泛,具有强入侵性。

综上所述,三叶鬼针草种子的高萌发率、种子萌发时宽泛的温度需求,以及种子强大的扩散能力使三叶鬼针草成为全国南北均有分布的重度危害性入侵植物;微甘菊和南美蟛蜞菊种子在低温条件下萌发率极低或不萌发,但由于其强大的无性繁殖能力和快速生长、蔓延的能力,使得这2种入侵植物成为我国中南地区危害极大的恶性杂草;中度危害的入侵植物藿香蓟以及本土植物醴肠种子在低温下萌发率较低或无,故其分布和扩散受到限制。在研究入侵植物时,不仅应对入侵和非入侵近缘种进行比较,还应将不同生活型的植物区分开来,以更加清晰地揭示其入侵性。未来应对入侵及其近缘本土植物各种功能性状包括表型可塑性、异速生长及其与环境的关系进行综合研究(陆霞梅等,2007; 王桔红等,2014),有助于解释外来入侵植物在入侵地的适应变化及其入侵性。

参考文献

冯建孟, 董晓东, 徐成东. 2010. 中国外来入侵植物物种多样性的空间分布格局及与本土植物之间的关系. 西南大学学报: 自然科学版, **32**(6): 50-57.

郝建华, 吴海荣, 强　胜. 2009. 部分菊科入侵种种子(瘦果)的萌发能力和幼苗建群特性. 生态环境学报, **18**(5): 1851-1856.

郝建华, 刘倩倩, 强　胜. 2009. 菊科入侵植物三叶鬼针草的繁殖特征及其与入侵性的关系. 植物学报, **44**(6): 656-665.

洪　岚, 沈　浩, 杨期和, 等. 2004. 外来入侵植物三叶鬼针草种子萌发与贮藏特性研究. 武汉植物学研究, **22**(5): 433-437.

李富荣, 黄　莹, 梁士楚, 等. 2011. 几种菊科入侵植物和非入侵植物的化感作用比较. 生态环境学报, **20**(5): 813-818.

李鸣光, 张炜银, 王伯荪. 2002. 微甘菊种子萌发特性的初步研究. 中山大学学报, **41**(6): 57-59.

李希娟, 漆　萍, 谢春择. 2006. 南美蟛蜞菊的繁殖研究. 韶关学院学报, **27**(9): 99-101.

陆霞梅, 周长芳, 安树青, 等. 2007. 植物的表型可塑性、异速生长及其入侵能力. 生态学杂志, **26**(9): 1438-1444.

王桔红, 陈　文, 马瑞君. 2013. 不同贮藏方式对河西走廊四种茄科植物种子萌发的影响. 生态学杂志, **32**(7): 1807-1812.

王桔红, 陈　文. 2014. 四种菊科植物开花期构件生物量及表型可塑性比较. 生态学杂志, **33**(8): 2031-2037.

吴锦容, 彭少麟. 2005. 化感——外来入侵植物的"Novel Weapons". 生态学报, **25**(11): 3093-3097.

吴彦琼, 胡玉佳, 廖富林, 等. 2010. 从引进到潜在入侵的植物——南美蟛蜞菊. 广西植物, **25**(5): 413-418.

徐高峰, 申时才, 张付斗, 等. 2013. 土壤水分对微甘菊不同繁殖体单位存活能力和植株表型可塑性影响. 中国农业科学, **46**(15): 3134-3141.

许慧男, 王文杰, 于兴洋, 等. 2010. 菊科几种入侵和非入侵植物种子需光发芽特性差异. 生态学报, **30**(13): 3433-3440.

杨东娟, 朱 慧. 2008. 入侵植物南美蟛蜞菊克隆繁殖特性初探. 安徽农业科学, **36**(15): 6469-6470.

杨逢建, 张衷华, 王文杰, 等. 2007. 八种菊科外来植物种子形态与生理生化特征的差异. 生态学报, **27**(2): 442-449.

张 帅, 郭水良, 管 铭, 等. 2010. 我国入侵植物多样性的区域分异及其影响因素——以 74 个地区数据为基础. 生态学报, **30**(16): 4241-4256.

Alpert P, Bone E, Holzapfel C. 2000. Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **3**: 52-66.

Callaway RM, Ridenour WM. 2004. Novel weapons: Invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **2**: 436-443.

Prentis PJ, Wilson JRU, Dormontt EE, *et al*. 2008. Adaptive evolution in invasive species. *Trends in Plant Science*, **13**: 288-294.

Shea K, Chesson P. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, **17**: 170-176.

Wolfe LM. 2002. Why alien invaders succeed: Support for the escape-from-enemy hypothesis. *American Naturalist*, **160**: 705-711.

作者简介 陈 文,男,1963 年生,副教授,主要从事地理与环境生态学研究。E-mail: cyw1018@ sina.com

责任编辑 王 伟