



# 不同温度对一年生草本花卉萌发及幼苗生长的影响

赵满兴<sup>1</sup>,白二磊<sup>1</sup>,刘 慧<sup>1</sup>,曹阳阳<sup>1</sup>,龚鹏飞<sup>2</sup>

(1.延安大学 生命科学学院,陕西 延安 716000;2.延安市烟草公司,陕西 延安 716000)

**摘要:**为促进一年生草本花卉的生产,于15、25和35℃下设置百日草、波斯菊、万寿菊萌发栽培试验,研究温度对上述一年生草本花卉萌发及幼苗生长的影响。结果表明:3种一年生草本花卉种子萌发对温度响应存在显著差异,百日草在35℃下发芽率、发芽势、发芽指数和株高最高,在25℃下干物质积累最大;波斯菊和万寿菊在25℃下发芽率、发芽势、发芽指数、株高和干物质积累最高。表明百日草在35℃左右最适宜其种子萌发,在25℃下最适宜其幼苗生长,波斯菊和万寿菊在25℃下最适宜种子萌发和幼苗生长。

**关键词:**草花植物;种子萌发;幼苗生长;温度

草本花卉植物因其具有造景速度快、美化效果突出等特点,是城市园林建设中的重要组成部分。近年来,随着城镇化快速发展,草花植物需求量日益增加,急需扩大生产。为确保在扩大生产时,提高草花植物种子发芽率、降低草花植物的育苗成本,除选择优良种子外,最重要的就是进行发芽试验,筛选不同草本花卉种子发芽和幼苗生长的最佳条件,做好催芽和幼苗培育工作,减少浪费<sup>[1-2]</sup>。

种子萌发与植物生长受到自身因素(种子成熟度、种子寿命、种子休眠和遗传)和外部环境因素(温度、湿度、光照、土壤、空气和水分等)共同影响<sup>[3-4]</sup>。诸多环境因子中,温度是影响种子萌发重要的因素。温度变化会导致土壤湿度以及种子内部营养物质等因素产生变化,从而影响种子的发芽能力<sup>[5-6]</sup>。种子的萌发是在多种酶的参与下进行的,只有在最适宜的温度下,酶促作用最强,可使贮藏的养分处于易利用的可溶性状态<sup>[7-8]</sup>,进而促进种子萌发。此外,幼苗的生长也需要适宜的温度条件,低温会使植物的光合速率下降影响植物体内养分的运输从而对植物的生理代谢造成破坏,高温则会降低植物光合速率进而影响植物体内营养物质的合成与积累从而抑制植物生长<sup>[9]</sup>。因此,有必要对不同园林植物种子萌发和幼苗生长对环境温度变化的响应进行研究,为生产实际提供必要理论依据。

百日草(*Zinnia elegans*)、波斯菊(*Cosmos bipinnatus*)和万寿菊(*Tagetes erecta*)均为园林绿化中常用的一年生草本花卉,其花色艳丽、株型美观、观赏期长,近年来已经成为美化城市和构建良好生态环境的重要植物材料。然而,目前对上述3种一年生草本植物的研究多集中于其药用价值、园林应用和育种等方面<sup>[10-12]</sup>,但对萌发特性及幼苗生长的研究尚较少报道。鉴于上述植物实际生产中均以播种繁殖为主,本研究以其种子为研究对象,研究不同温度(15、25和35℃)对其种子萌发及幼苗生长的影响,以期筛选适宜的育种温度,为提高上述草花植物发芽率、促进幼苗成活生长,提高种子利用率提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验用培养基质和种子均由延安正大宏园林绿化有限公司提供。基质配比为泥土:沙土:营养土=1.0:1.0:1.5。选取籽粒饱满、大小均一的万寿菊、波斯菊和百日草种子,使用0.3%的高锰酸钾溶液浸泡消毒30 min,蒸馏水冲洗3次后浸泡12 h备用。

### 1.2 方法

**1.2.1 发芽及幼苗生长试验** 种子萌发试验在人工气候箱中完成。温度设置为15、25和35℃三个梯度。在每个培养皿中放置两张滤纸和20 g培养基质,用等量水将其喷洒湿润,然后每个培养皿中放入种子20粒,置于相对应温度下的人工气候箱中培养,每个人工气候箱湿度(空气相对湿度60%)、光照(光暗处理各为12 h)相同,每个处理重复3次。自种子萌发次日起(种子露白即视为萌发),每天视培养皿失水情况补充蒸馏水以保持

收稿日期:2018-09-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(41761068);陕西省高水平大学建设专项资金资助项目(2012SXTS03);延安大学引导资助项目(YD2016-08)。

第一作者简介:赵满兴(1971-),男,博士,副教授,从事植物养分调控研究。E-mail:zhaomanxing@163.com。

其湿度基本恒定,进行观测并记录植物种子萌发数及其幼苗的生长情况,试验共进行 15 d。

1.2.2 调查项目及方法 根据种子发芽记录,采用下列公式计算其种子发芽率、发芽势和发芽指数:

发芽率( $GP/\%$ )=(供试种子发芽数/供试种子数) $\times 100$ ;

发芽势( $\%$ )=(规定时间内供试种子的发芽数/供试种子数) $\times 100$ ;

发芽指数( $GI$ )= $\sum G_t/D_t$  ( $G_t$  为第  $t$  天种子的发芽数, $D_t$  为相应的发芽天数)。

1.2.3 数据分析 上述数据均采用 Office Excel 2016 进行数据预处理和整理。使用 IBM SPSS 21.0 软件采用单因素方差分析 One-Way ANOVA 对 3 种一年生草花在不同温度下相应的萌发指标进行差异性检验,多重比较采用最小显著差 LSD 法,显著性检验水平为  $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同温度对种子发芽率的影响

温度对 3 种一年生草本花卉种子发芽率均有显著影响(表 1)。其中,随着温度的升高百日草发芽率呈现显著升高趋势,在 35℃ 下达到最高,为 80.0%;波斯菊和万寿菊的发芽率随着温度升高呈现先升高后降低的趋势,且均在 25℃ 时发芽率达到最高,分别为 95.0%和 72.0%。

表 1 不同温度对种子发芽率的影响  
Table 1 Effect of different temperature on seed germination rate

种类	发芽率/% Germination rate		
Species	15℃	25℃	35℃
百日草	50.0±17.3 abC	70.0±10.0 bB	80.0±5.4 aA
波斯菊	75.0±5.0 aB	95.0±0 aA	62.0±20.8 aB
万寿菊	40.0±17.3 bB	72.0±5.8 bA	67.0±11.5 aA

同行不同大小写字母分别代表不同温度处理间差异极显著( $P<0.01$ )或显著( $P<0.05$ ),下同。  
Different capital and lowercase letters in the same line indicate very significant ( $P<0.01$ ) and significant ( $P<0.05$ ) difference between different temperature treatments respectively. The same below.

同一温度处理下,3 种一年生草本花卉的发芽率也各不相同。其中 15℃ 下波斯菊的发芽率最高,为 75.0%;25℃ 下波斯菊的发芽率最高,为 95.0%;35℃ 下百日草的发芽率最高,为 80.0%。

表明波斯菊的种子发芽率优于其它两者。

2.2 不同温度对种子发芽势的影响

温度条件对 3 种一年生草本花卉发芽势的影响也不尽相同(表 2)。其中百日草的发芽势随着温度的升高而升高,在 35℃ 达到最高,为 78.0%;波斯菊和万寿菊的发芽势随着温度的升高呈先上升后下降的趋势,在 25℃ 达到最高,分别为 82.0%和 88.0%。同一温度处理下,3 种一年生草本花卉的发芽势存在显著差异。其中 15℃ 下波斯菊的发芽势最高,达 80.0%;25℃ 下万寿菊的发芽率最高,达 88.0%;35℃ 下百日草的发芽率最高,达 78.0%。

表 2 不同温度对种子发芽势的影响  
Table 2 Effects of different temperatures on seed germination potential

种类	发芽势/% Germination potential		
Species	15℃	25℃	35℃
百日草	55.0±8.7 cB	70.0±10.0 aAB	78.0±7.6 aA
波斯菊	80.0±15.0 aA	82.0±11.5 aA	43.0±10.8 cB
万寿菊	70.0±0 bB	88.0±7.6 aA	62.0±2.9 bB

2.3 不同温度对种子发芽指数的影响

温度对 3 种一年生草本花卉的发芽指数的影响也不同(表 3)。其中百日草的发芽指数随着温度的升高而升高,在 35℃ 达到最高,为 18.3;波斯菊和万寿菊的发芽指数随着温度的升高呈现先上升后下降的趋势,在 25℃ 达到最高,分别为 13.3 和 8.1。同一温度处理下,3 种一年生草本花卉的发芽势存在显著差异,其中 15℃ 下万寿菊的发芽势最高,达 5.3;25 和 35℃ 下百日草的发芽率最高,分别为 15.0 和 18.3。

表 3 不同温度对种子发芽指数的影响  
Table 3 Effect of different temperature on seed germination index

种类	发芽指数 Germination index		
Species	15℃	25℃	35℃
百日草	2.8±0.8 bB	15.0±0.5 aA	18.3±3.8 aA
波斯菊	3.7±0.5 bB	13.3±4.5 aA	5.3±1.2 bB
万寿菊	5.3±0.2 aC	8.1±0.5 bA	6.7±0.3 bB

2.4 不同温度对种子株高的影响

不同温度条件下,3 种一年生草本花卉的株高随温度升高呈现不同变化趋势(表 4)。百日草的株高随着温度的升高而升高,在 35℃ 达到最高,为 6.77 cm。波斯菊和万寿菊的株高随着温

度的升高先升高后降低,在 25 ℃ 的株高最高,分别为 6.93 和 3.80 cm。同一温度处理下,3 种一年生草花的株高存在显著差异。15 和 25 ℃ 下均为波斯菊的株高最高;35 ℃ 下百日草的株高最高。

表 4 不同温度对种子株高的影响

Table 4 Effects of different temperatures on seed plant height

种类 Species	株高/cm Plant height		
	15 ℃	25 ℃	35 ℃
百日草	2.23±0.25 bC	5.57±0.21 bB	6.77±0.38 aA
波斯菊	3.67±1.04 aB	6.93±0.51 aA	4.07±1.12 bB
万寿菊	2.07±0.40 bB	3.80±0.10 cA	3.43±0.35 bA

2.5 不同温度对种子干物质积累的影响

不同温度条件下,3 种一年生草本花卉的干物质积累随温度升高呈现同一变化趋势(表 5)。

表 5 不同温度对种子干物质积累的影响

Table 5 Effects of different temperatures on dry matter accumulation in seeds

种类 Species	干物质积累/% Dry matter accumulation		
	15 ℃	25 ℃	35 ℃
百日草	87.0±3.5 aA	88.0±2.1 aA	80.0±2.1 aB
波斯菊	83.0±3.5 aA	88.0±4.6 aA	87.0±1.9 aA
万寿菊	68.0±11.0 bA	80.0±6.0 aA	67.0±5.7 bA

百日草、波斯菊和万寿菊的干物质积累随温度的升高先升高后降低,在 25 ℃ 达到最高分别为 88.0%、88.0% 和 80.0%。同一温度处理下,3 种一年生草本花卉的干物质积累存在显著差异。其中 15 ℃ 下百日草的干物质积累最高,达 87.0%;25 ℃ 下百日草和波斯菊的干物质积累最高,均为 88.0%;35 ℃ 下波斯菊的发芽率最高,达 87.0%。

3 讨论与结论

3.1 讨论

种子萌发是种子生活史的起点也是种子对环境因子最敏感的时期<sup>[13]</sup>。有研究表明,适宜的温度会促进种子内部的酶活性以及生理代谢过程,缩短发芽时间提高发芽率、发芽势及发芽指数<sup>[14-15]</sup>。温度升高能够提高酶的活性,从而促进种子内部的生理代谢活动<sup>[16]</sup>。其中淀粉酶活性随着温度的升高而升高,淀粉酶分解种子自身储存的淀粉为其萌发提供所需的养料和能量<sup>[17]</sup>。本试验发现百日草在较高的温度下(25~35 ℃)正常萌发,温度过低会影响种子的萌发。在较低

温度下百日草的发芽率、发芽势、发芽指数都比较低,随着温度的不断升高,衡量百日草的各项指标不断增大,在较高温度下对百日草萌发的这种促进作用可能与调控种子内部一系列生理活动过程的相关酶的活性有关。表明提高温度可以提升百日草的种子活力,在 25~35 ℃ 最适合百日草种子萌发,此结果与施光华等<sup>[18]</sup>温度对 4 种草本花卉种子发芽的影响研究的结果相似。波斯菊和万寿菊在适宜的温度下才可以正常萌发,温度过低和过高都会抑制种子的萌发。波斯菊和万寿菊的发芽率、发芽势、发芽指数整体呈现先升高够降低的趋势,在 25 ℃ 左右最适合其萌发,且各温度处理下均存在显著差异性,此结果与吴志刚等<sup>[19]</sup>万寿菊种子发芽试验的结果相似。因此,在生产实践中应适当提高温度,促进种子萌发。

有研究表明不同温度和光照条件下对幼苗生长的影响存在显著差异<sup>[20]</sup>。本文研究发现在种子萌发时,温度对植物的株高和生物量积累的影响存在显著差异。百日草的株高随着温度的升高而升高,波斯菊和万寿菊的株高以及三者的生物量积累皆呈先升高后降低的趋势,在 25 ℃ 左右达到最大,表明这一温度范围更适合三者的幼苗生长,此结果与王玉珍<sup>[21]</sup>不同温度条件下土壤粘着剂对宽叶雀稗种子发芽与幼苗生长的影响和以朱小虎等<sup>[22]</sup>不同温度下 4 种榆树种子发芽特征研究结果相似。王玉珍等<sup>[23]</sup>研究表明在 20、25 和 30 ℃ 时,宽叶雀稗种子苗高较高,根长较长,生物量较高,根冠比较大。朱小虎等<sup>[24]</sup>研究表明 4 种榆树在 5、10、15、20、25、30、35、40 ℃ 在 8 个温度梯度下随着温度的升高,芽和胚根生长先升高后降低,最高点出现在 25 ℃。上述研究均表明适宜的温度可促进幼苗生长和植株生物量积累,温度过高或过低均会使种子幼苗生长受到抑制。

3.2 结论

三种一年生草本花卉种子萌发对温度响应存在显著差异:波斯菊和万寿菊种子的发芽率在温度为 25 ℃ 时最高,发芽速度最快,种子活力最高,幼苗的株高和地上部干物质积累量最大。百日草种子在温度为 35 ℃ 下发芽率最高,发芽速度最快,幼苗的株高最高,干物质积累量在 25 ℃ 下最大,表明高温不利于百日草种子干物质积累。结果表明:25 ℃ 左右处理下,最适宜上述 3 种草花萌发和幼苗生长。

## 参考文献:

- [1] 任唯勇. 花卉和观赏植物种子发芽方法[J]. 种子, 1987, 7(3): 49-57.
- [2] 田伟, 温春秀, 周巧梅, 等. 不同来源远志种子的质量比较[J]. 现代中药研究与实践, 2006(5): 18-20.
- [3] Na R, Dong L, Li J, et al. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of American Sloughgrass (*Beckmannia syzigachne*) [J]. Weed Science, 2008, 56(4): 529-533.
- [4] Tanveer A, Tasneem M, Khaliq A, et al. Influence of seed size and ecological factors on the germination and emergence of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) [J]. Planta Daninha, 2013, 31(1): 39-51.
- [5] Khan M A, Gul B, Weber D J. Influence of salinity and temperature on the germination of *Kochia scoparia* [J]. Wetlands Ecology and Management, 2001, 9(6): 483-489.
- [6] Zhu Y, Yang X, Baskin C C, et al. Effects of amount and frequency of precipitation and sand burial on seed germination, seedling emergence and survival of the dune grass *Leymus secalinus*, in semiarid China [J]. Plant & Soil, 2014, 374(1-2): 399-409.
- [7] Rajjou L, Duval M, Gallardo K, et al. Seed germination and vigor. [J]. Annual Review of Plant Biology, 2012, 63(3): 507-533.
- [8] 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.
- [9] 钱璐. 环境因子对蒙古柳种子萌发的影响[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2015: 3.
- [10] 李宁毅, 时彦平, 王吉振. 水分胁迫下烯效唑对百日草幼苗光合特性及叶解剖结构的影响[J]. 西北植物报, 2012, 32(8): 1626-1631.
- [11] 姚悦梅, 潘跃平, 毛忠良, 等. 播种期和光照时间对波斯菊生长发育的影响[J]. 江苏农业科学, 2008, 23(1): 123-125.
- [12] 张继冲, 续九如, 李福荣, 等. 万寿菊的研究进展[J]. 西南园艺, 2005, 33(05): 17-20.
- [13] 马红媛, 梁正伟, 孔祥军, 等. 盐分、温度及其互作对羊草种子发芽率和幼苗生长的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(10): 4710-4717.
- [14] 陈银萍, 王晓梅, 杨宗娟, 等. NO 对低温胁迫下玉米种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(2): 270-277.
- [15] 张凯, 慕小倩, 孙晓玉, 等. 温度变化对油菜及其伴生杂草种苗生长和幼苗生理特性的影响[J]. 植物生态学报, 2013, 37(12): 1132-1141.
- [16] Bewley J D. Seed germination and dormancy [J]. Plant Cell, 1997, 9(7): 1055-1066.
- [17] 廖捷敏, 覃丽娜, 彭瀚, 等. 不同温度对全缘叶绿绒蒿种子萌发及抗氧化酶活性的影响[J]. 贵州农业科学, 2016, 44(6): 14-17.
- [18] 施光华, 曹永琼, 赵凤. 温度对 4 种草本花卉种子发芽的影响[J]. 昆明学院学报, 2015, 37(6): 84-86.
- [19] 吴志刚, 王平, 吕双双, 等. 万寿菊种子发芽实验[J]. 中国种业, 2007, 26(11): 54-55.
- [20] 胡倩芳, 叶勇. 不同滩面高程和光照条件下白骨壤幼苗的早期生长差异[J]. 福建林业科技, 2009, 36(1): 106-110.
- [21] 王玉珍, 黄晓, 蔡丽平, 等. 不同温度条件下土壤粘着剂对宽叶雀稗种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(4): 139-149.
- [22] 朱小虎, 马兰菊. 不同温度下 4 种榆树种子发芽特征[J]. 防护林科技, 2010, 28(6): 5-7.
- [23] 王玉珍, 黄晓, 蔡丽平, 等. 不同温度条件下土壤粘着剂对宽叶雀稗种子发芽与幼苗生长的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(4): 139-149.
- [24] 朱小虎, 马兰菊. 不同温度下 4 种榆树种子发芽特征[J]. 防护林科技, 2010, 28(6): 5-7.

## Effects of Different Temperatures on the Germination and Seedling Growth of Annual Herbaceous Flowers

ZHAO Man-xing<sup>1</sup>, BAI Er-lei<sup>1</sup>, LIU Hui<sup>1</sup>, CAO Yang-yang<sup>1</sup>, GONG Peng-fei<sup>2</sup>

(1. College of Life Sciences, Yan'an University, Yan'an 716000, China; 2. Yan'an Tobacco Company, Yan'an 716000, China)

**Abstract:** In order to promote the production of annual herbaceous flowers, in this study, the germination cultivation experiments of *Zinnia elegans*, *Cosmos bipinnatus* and *Tagetes erecta* were carried out at 15, 25 and 35 °C to study the effects of temperature on the germination and seedling growth of the above-mentioned annual herbaceous flowers. The results showed that there were significant differences in temperature response between the three annual herbaceous flower germinations: the germination rate, germination potential, germination index and plant height of *Z. elegans* at 35 °C were the highest, and the dry matter accumulation was the highest at 25 °C; *C. bipinnatus* and *T. erecta* had the highest germination rate, germination potential, germination index, plant height and dry matter accumulation at 25 °C. It indicated that *Z. elegans* was most suitable for seed germination at 35 °C. It was most suitable for seedling growth at 25 °C. *C. bipinnatus* and *T. erecta* were most suitable for seed germination and seedling growth at 25 °C.

**Keywords:** herbaceous plant; seed germination; seedling growth; temperature