

DOI:10.11937/bfyy.201617019

# 春季增水对一年生短命植物播娘蒿生活史的影响

汤灵红, 王永秋, 罗那那, 吴燕锋

(新疆农业大学 草业与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**以准噶尔荒漠一年生短命植物播娘蒿为试验材料,研究了春季增水对其生活史可塑性的影响,以期探讨一年生短命植物对水分变化的响应。结果表明:增水使植株较早进入始花期和结实期,延长了春秋萌株的开花持续时间和结实持续时间;增水显著增加了植株结实率、高度、分枝数和叶片数( $P<0.05$ );同时,增水下春秋萌株的总生物量(0.612 1 g 和 1.210 5 g)大于对照下春秋萌株总生物量(0.458 3 g 和 1.002 5 g)( $P<0.05$ ),且秋萌株 $>$ 春萌株( $P<0.05$ )。在降水增加背景下,短命植物对环境的适应性提高,这对荒漠生态系统的保护、资源的合理利用及区域的可持续发展具有积极意义。

**关键词:**降水增加;准噶尔荒漠;一年生短命植物;播娘蒿;生活史

**中图分类号:**Q 142.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)17-0076-06

人类活动所导致的气候变化已是不争的事实。预计 21 世纪末全球平均温度将上升 1.8~4.0 °C,同时全球降水将呈现增加趋势<sup>[1]</sup>。气候变化极大影响了生态系统的碳循环和水循环,进而影响生物多样性和生态系统的稳定性<sup>[2]</sup>。目前,气候变化对我国的农业、生态系统均带来了较为严重的影响。随着气候变化的加剧,将进一步影响我国主要植被类型的分布。

一年生短命植物是一类生活周期很短的植物类群的总称,是中亚荒漠区主要的草本植物片层和植物区系的重要组成部分<sup>[3]</sup>,具有生长发育快、生活周期短和繁殖能力强等生活史特点<sup>[4]</sup>,其分布、物候期及生活史特征易受气候条件影响且容易观察,是研究植被对气候变化响应的理想材料。

准噶尔荒漠是一年生短命植物集中分布的一个重要区域。其地处亚洲中部荒漠与中亚荒漠之间的过渡区,深居内陆,是我国最大的固定半固定沙漠。由于其独特的地理位置以及受西风带和北冰洋水汽的影响,表现为气候干燥、蒸发强烈、日照充足、昼夜温差大、降水

**第一作者简介:**汤灵红(1989-),女,河南开封人,硕士研究生,研究方向为植物生态学。E-mail:xcutanglinghong@163.com.

**基金项目:**2014 年度新疆研究生科研创新资助项目(XJGRI2014079)。

**收稿日期:**2016-04-18

## Study on Influence Factors of Seed Germination of *Rudbeckia laciniata* L.

LI Qian, LIU Yirong

(Garden and Horticultural Branch, Chengdu Agricultural Science and Technology Vocational College, Chengdu, Sichuan 611130)

**Abstract:** To promote the efficient cultivation and application of *Rudbeckia laciniata* L. in Chengdu area, taking coneflower seeds as materials, the single factor randomized block experiment design was used and the influence on seed germination of different treatments of plant hormones, temperature of soaked water, temperature and light conditions were discussed. The results showed that among three kinds of hormones in the experiment, seed germination rate and germination potential in the treatment of 200 mg · L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> reached maximum of 62.4% and 57.4% respectively; seed germination in the 50 °C warm water soaking 24 hours was remarkable, and the germination rate and germination potential reached 64.2% and 59.6% respectively, which were significantly higher than those of the control; the optimum germination temperature of *Rudbeckia laciniata* was 25 °C; the seeds could be a kind of light-need seeds, and so under the conditions of full exposure the germination rate and germination potential reached the maximum value, which was significantly higher than the other treatments and the control.

**Keywords:** *Rudbeckia laciniata* L.; seed germination; influence factors

稀少但四季分布较为均匀<sup>[5]</sup>。

1980 年以来,新疆北部表现出由暖干向暖湿转换的过程,其降水量、降水频率、降水强度均呈现增加趋势<sup>[6]</sup>。并且在未来 50~100 年间,降水有继续增加的可能性<sup>[7]</sup>。同时,各季节之间降水表现出不同的特点,其中春季、夏季和冬季的降水量增加较明显<sup>[8-9]</sup>。此外,在降水时间和年际之间,降水也呈现出规律性<sup>[2,10]</sup>。因此,准噶尔荒漠是研究荒漠植被对气候变化响应的理想试验区。

目前,对一年生短命植物的研究主要集中在分布<sup>[11]</sup>、区系特点<sup>[3]</sup>、物候学<sup>[12]</sup>、繁育系统<sup>[13]</sup>、结实特性<sup>[14]</sup>、扩散及种子萌发特性<sup>[15-17]</sup>等方面。但迄今为止,有关短命植物对气候变化(特别是降水)的响应研究还少见报道。因此,现以十字花科一年生短命植物播娘蒿(*Descurainia sophia*)为研究材料,通过研究降水对其生活史特征的影响,明确荒漠一年生植物生活史特征与降水的相关性,探讨荒漠植物生活史对降水变化的响应机制,以期干旱半干旱区物种的生存和繁殖、生物多样性的保护及荒漠生态系统的稳定提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验区域位于准噶尔荒漠东缘北沙窝试验区的固定半固定沙丘上(北纬 44°17'、东经 87°56',海拔 475 m)。由于深居欧亚大陆腹地,具有典型的温带大陆性干旱气候。干旱多风,夏季炎热,冬季严寒。年平均温度为 6.6℃,年平均降水约 160 mm,年蒸发量为 2 000 mm 左右<sup>[18]</sup>。夏季最高温度大于 35℃,冬季平均温度低于 0℃。积雪厚度 20~30 cm,稳定的积雪覆盖长达 100~150 d。土壤质地为细砂<sup>[19]</sup>。

### 1.2 试验方法

2015 年 3 月底,在原沙丘生境,选择一个大样地。在样地中,对播娘蒿分别标记 100 株秋萌株和 100 株春萌株幼株。春秋萌株各选取 50 个植株进行增水处理,对照为自然降水。人工降水设置为以准噶尔荒漠年平均降水量 160 mm 为基础,在其基础上增加 30%(即 48 mm),将其增加至春季的 4、5 月,每周增水 1 次,每次

增水 6 mm。增水时以标记的植株为中心,在其周围选择 20 cm×20 cm 的小样地进行增水。所有植株均接受自然降水。

1.2.1 春季增水对植物物候特征的影响 对所标记的植株定株观测,每个处理随机选择 25 个植株,每 3 d 观测植物的物候并记录植株的现蕾、开花、结实各物候的开始和结束时间、持续时间。

1.2.2 春季增水对植株形态的影响 每 3 d 对 25 个植株的高度进行观测,计算植株的生长速率。在成熟期,测量植株的高度、分枝数和叶片数。

1.2.3 春季增水对植株存活率和结实率的影响 每 3 d 对各处理下所标记的 50 个植株进行观测,记录植株的死亡时间、死亡数。在始花期,各处理下每个植株标记 30 个花,统计最后的结实数,从而计算结实率。

1.2.4 春季增水对植物生物量配置的影响 在结实期,将不同处理条件下所标记的 25 个植株的地上和地下部分挖出,将植株的根、茎、叶及果实(种子)分开,并放在 80℃的烘箱中烘 48 h 后,分别在 Sartorius BS124S 型(0.000 1 g)电子天平上称量干样质量。计算各生物量的分配比率。生物量分配比率(%)=植株各器官生物量(干样质量)/植株总生物量(干样质量)×100。

### 1.3 数据分析

所有数据以平均值±标准误表示,在分析前必须满足正态分布和方差齐性。如果数据满足正态分布和方差齐性,则进行进一步分析,若不符合,则需要对数或平方根转换。如果经过转换后的数据仍然不符合方差齐性,则使用 Kruskal-Wallis 非参数检验。使用单因素方差分析各处理之间的差异性,采用 Tukey's HSD 检测不同处理之间的显著性差异<sup>[20]</sup>。通用相关性分析确定植株高度、果实生物量和植株总生物量之间的关系。采用 SPSS 16.0 软件对数据进行处理分析(SPSS Inc., Chicago, IL, USA),Origin 8.0 软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 春季增水对播娘蒿物候特征的影响

从表 1 可以看出,春季增水处理和对照条件下,秋

表 1 春季增水对播娘蒿物候特征的影响

Table 1 Effect of watering in spring on phenology of plants in *Descurainia sophia*

|                           | 春季增水 Watered |             | 春季对照 No-watered |             |
|---------------------------|--------------|-------------|-----------------|-------------|
|                           | 秋萌株(AW)      | 春萌株(SW)     | 秋萌株(ANW)        | 春萌株(SNW)    |
| 始花期 Flowering date/(月-日)  | 04-17        | 04-25       | 04-22           | 04-28       |
| 结实期 Fruiting date/(月-日)   | 05-13        | 05-17       | 05-15           | 05-19       |
| 凋亡期 Withering date/(月-日)  | 06-15        | 06-19       | 06-12           | 06-16       |
| 开花持续时间 Flowering period/d | 51.68±0.75b  | 49.52±0.74b | 40.80±0.52a     | 39.92±0.42a |
| 结实持续时间 Fruiting period/d  | 28.88±0.42a  | 22.48±0.39b | 24.80±0.42c     | 26.80±0.42d |

注:同一行中不同小写字母代表增水植株和对照植株之间存在的显著性差异(Tukey's HSD,  $P=0.05$ )。所有数据以平均值±标准误表示。下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences in different plants under the treatment of adding water and control (Tukey's HSD,  $P=0.05$ ). Data for mean±SE. The same below.

萌株的始花期、结实期均早于春萌株,但进入凋亡期的时间要晚。针对秋萌株,增水处理使植株的始花期提前了5 d,结实期提前2 d;针对春萌株,增水使始花期提前3 d,结实期提前2 d。增水处理使春、秋萌植株的开花持续时间呈延长趋势,与对照差异显著( $P<0.05$ );增水处理同时也显著延长了植株的结实持续时间( $P<0.05$ )。

## 2.2 春季增水对播娘蒿形态特征的影响

由图1可知,春季增水影响着植株的形态特征。水分处理显著增加了植株的高度、分枝数和叶片数。增水处理下的植株高度、分枝数和叶片数均高于对照,且差异显著( $P<0.05$ )。同时,增水和对照处理下,秋萌株的

植株高度和分枝数均高于春萌株,且差异显著( $P<0.05$ );增水处理下秋萌株的叶片数显著高于春萌株叶片数,但对照处理下,差异不显著( $P>0.05$ )。

由图2可以看出,随着物候期的推移,各处理下植株的高度呈增加趋势。增水处理增加了春、秋萌植株的高度,其植株高度表现为秋萌株增水(AW)>秋萌株对照(ANW)>春萌株增水(SW)>春萌株对照(SNW)。随着温度的升高,植株的生长速度不断加快,尤其在现蕾期至初果期植株高度增加较明显,植株既进行营养生长,又兼顾生殖生长。

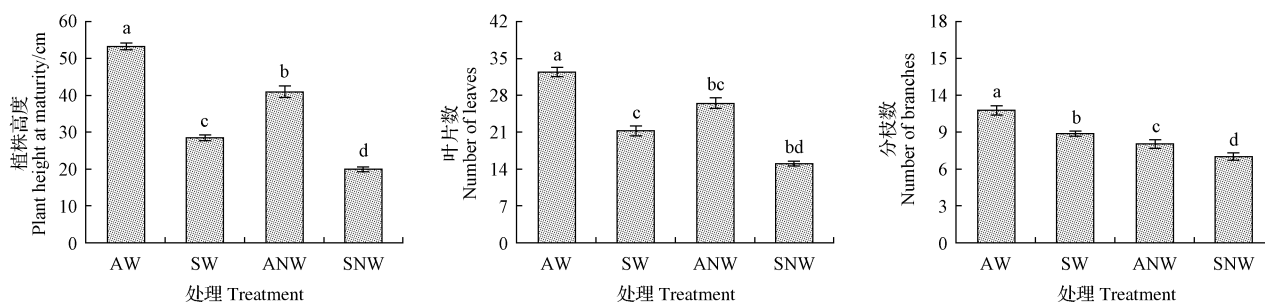


图1 春季增水对播娘蒿形态特征的影响

Fig. 1 Effect of watering in spring on morphology of *Descurainia sophia*

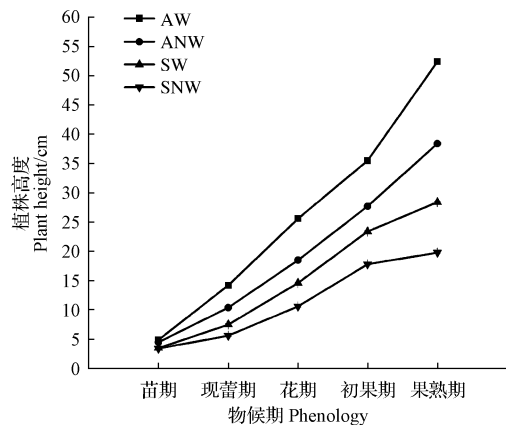


图2 一年生植物播娘蒿植株生长曲线

Fig. 2 Growth curve of *Descurainia sophia* in Brassicaceae

## 2.3 春季增水对播娘蒿存活率和结实率的影响

图3表明,增水处理影响着植株的存活率。各处理下,植株的存活率表现为秋萌株增水(AW)>秋萌株对照(ANW)>春萌株增水(SW)>春萌株对照(SNW)。在增水处理下,春、秋萌株的存活率均随着水分的增加而增加。增水和对照处理下,秋萌株的存活率均高于春萌株,但差异不显著( $P>0.05$ )。

由图4可知,春季增水显著提高了春、秋萌植株的结实率( $P<0.05$ ),且增水和对照条件下,秋萌株的结实率均高于春萌株,且差异显著( $P<0.05$ )。

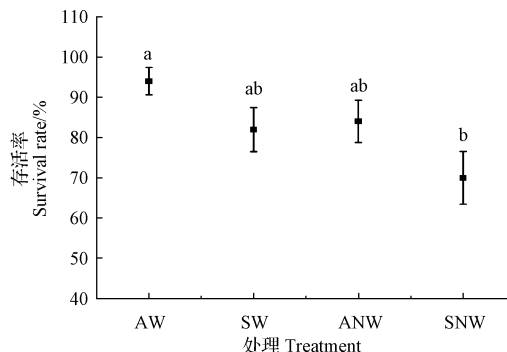


图3 春季增水对播娘蒿植株存活率的影响

Fig. 3 Effect of watering in spring on survival rate of *Descurainia sophia*

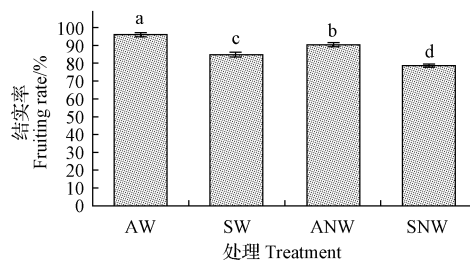


图4 春季增水对播娘蒿结实率的影响

Fig. 4 Effect of watering in spring on fruiting rate of *Descurainia sophia*

## 2.4 春季增水对播娘蒿果实生物量的影响

从图5可以看出,增水处理显著影响着植株的果实生物量。在增水处理下,春、秋萌株的果实生物量显著高于对照( $P<0.05$ ),且各处理下秋萌株的果实生物量均显著高于春萌株( $P<0.05$ )。

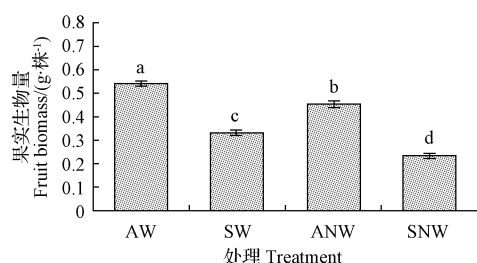


图5 春季增水对播娘蒿果实生物量的影响

Fig. 5 Effect of watering in spring on fruit biomass of *Descurainia sophia*

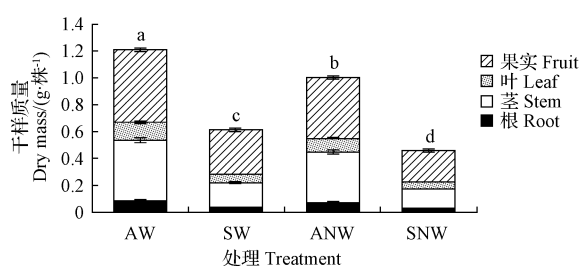


图6 春季增水对播娘蒿植株生物量及其分配的影响

Fig. 6 Effect of watering in spring on dry mass accumulation and allocation in *Descurainia sophia*

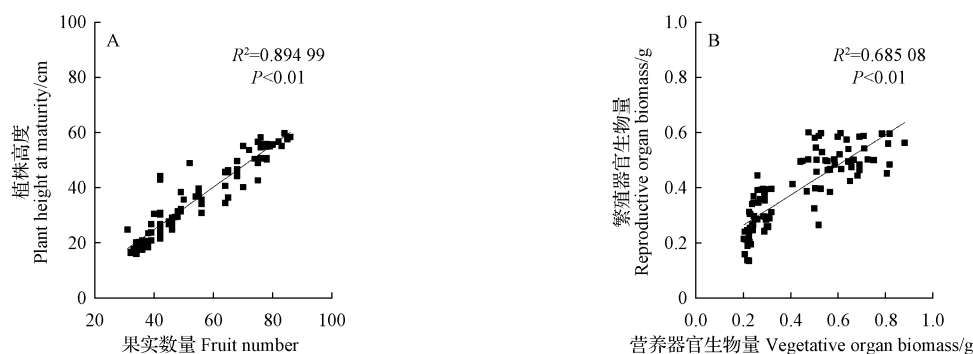


图7 播娘蒿植株营养生长和生殖生长的关系

Fig. 7 Relation of vegetative growth and reproductive growth in *Descurainia sophia*

## 3 讨论与结论

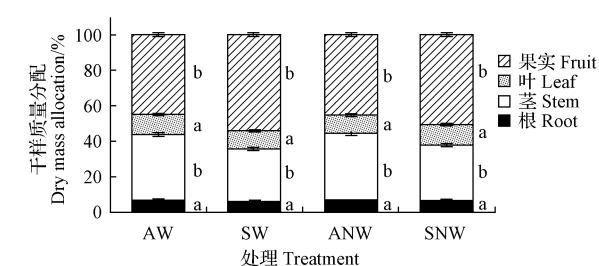
在干旱半干旱区,水分是限制植物生长的最主要的生态因子<sup>[21]</sup>。降水变化直接关系着植物的生长、繁殖、植物分布和物种的组成<sup>[22-23]</sup>。在全球变化背景下,降水变化对植物的影响受到了越来越多的关注。1987年以来,准噶尔荒漠的降水呈现增加趋势,且春季降水量增

## 2.5 春季增水对播娘蒿生物量及其分配的影响

由图6可知,增水下春秋萌株的总生物量(0.6 121 g和1.210 5 g)大于对照下春秋萌株总生物量(0.458 3 g和1.002 5 g)( $P<0.05$ ),且秋萌株>春萌株( $P<0.05$ )。不同处理下,植株各器官生物量表现为果实>茎>叶>根。针对春、秋萌株,增水处理显著增加了植株的总生物量( $P<0.05$ )。在不同处理下,秋萌株将更多的资源分配给营养器官,而春萌株将更多的资源分配给繁殖器官。

## 2.6 春季增水对播娘蒿营养生长和生殖生长关系的影响

对春、秋萌植株而言,果实数量和植株高度呈显著的正相关( $R^2=0.894\ 99$ ,  $P<0.01$ )。随着植株高度的增加,植株的果实数量呈增加趋势(图7A)。营养器官生物量和繁殖器官生物量呈显著的正相关( $R^2=0.685\ 08$ ,  $P<0.01$ ),随着营养器官生物量的增加,繁殖器官的生物量呈现增加趋势(图7B)。



加趋势明显<sup>[8]</sup>。降水变化对该区植物的生活史特征必然产生影响。

通过对一年生短命植物播娘蒿在春季增水和对照处理下生活史特征的研究发现,春季增水处理下,植株进入始花期和结实期的时间要早,进入凋亡期的时间较晚。顾润源等<sup>[24]</sup>对气候变化与内蒙古植物物候关系的研究也得出相似的结论,即降水越多,荒漠草原和典型



草原区植物开花期提前越明显。梁艳等<sup>[25]</sup>认为降水增加使大多数植物物候期提前,生长季延长。孙颖<sup>[26]</sup>对准噶尔荒漠一年生短命植物新疆庭荠生活史的研究得出相似的结论,即与自然处理相比,增水处理的植株更早进入始花期、结实期和果熟期。许格希等<sup>[27]</sup>也得出相似的结论,降水的增加将导致植物展叶始期提前。SINGH等<sup>[28]</sup>对9个物种的物候期进行观测,得出降水增多延迟了植物进入凋亡的时间。这些结果与该研究结果相一致。但CLELAND等<sup>[29]</sup>模拟增温、CO<sub>2</sub>增加、氮沉降和降水增加对植物开花物候的影响得出,降水增加对植物物候没有一致的影响。MAZER等<sup>[30]</sup>的研究也得出相似的结论,认为降水增加对草本或非禾本草植物的始花没有影响。这与该研究的结果不一致,可能与研究所处的生境以及涉及的环境因子的复杂性相关。

一些研究表明,降水变化将会延长植物的开花和结实持续时间。孙颖<sup>[26]</sup>对准噶尔荒漠短命植物新疆庭荠的生活史进行研究,认为增水处理的植株结实持续时间延长。在对旱麦草属4种短命植物的研究表明,降水增加,植株的存活时间较长,生活周期延长<sup>[31]</sup>。SINGH等<sup>[28]</sup>对物种的物候期进行观测,也得出相似的结论,认为降水增多延长了物种的结实持续时间。这与该研究结果相一致。

从形态特征上看,播娘蒿的植株高度、分枝数和叶片数在增水处理下呈增加趋势。该结果与一些研究相一致。水分充足下生长的刺果芹株高和分枝数大于自然条件下生长的植株<sup>[32]</sup>。PELÁEZ等<sup>[33]</sup>对草本植物小苜蓿的数量和生长进行研究,也得出相似的结论,即降水较少,小苜蓿总的叶片数量、高度和分枝数是较低的。此外,春季降水增加也提高了播娘蒿植株的存活率、结实率和果实产量。这与BELL等<sup>[34]</sup>对莫哈维(Mojave)荒漠的8种冬性一年生植物生活史的研究相一致。吕玲<sup>[31]</sup>也得出相似的结论。

水分变化也影响着植物生物量的分配<sup>[35]</sup>。在一定范围内,降水增加可显著增加植物地上、地下的生物量,对地上生物量的影响更大<sup>[36]</sup>。该研究表明,在春季增水处理下,植株总生物量大于对照。对科尔沁固定沙地植被的研究表明,随着降雨量的增加,地上生物量和地下生物量均随着降雨量增加而显著增大<sup>[37]</sup>。孙羽等<sup>[35]</sup>对9种短命植物的研究也得出相似的结论,认为角果藜和尖喙牻牛儿苗在降水增加条件下植株生物量较高。XU等<sup>[38]</sup>对水分与生物量的研究也得出一致的结论。

在增水处理下,秋萌株将更多的资源分配给营养器官,而春萌株将更多的资源分配给繁殖器官。这可能是由于春萌株生活周期短,为达到最大的繁殖成效,在生活史阶段把较高比例的生物量分配到繁殖器官以增加植株的果实和种子产量,从而提高对荒漠环境的适应

性。这与LU等<sup>[17]</sup>的研究结果相似。

此外,植株繁殖器官生物量随着植株高度的增加而增加。这与ROOYEN等<sup>[39]</sup>对南非的3种短命植物的研究结果相似,认为果实生物量和植株的大小呈正相关。这与孙颖<sup>[26]</sup>对新疆庭荠的研究结果也相一致。由此可见,增水处理下的植株比对照下的植株具有更大的优势,从而为物种适应荒漠环境、提高后代适合度和增加种群的稳定性具有重要的生态学意义。

该研究结果表明,在降水增加的气候背景下,准噶尔荒漠短命植物播娘蒿的物候期产生变化,开花持续时间和结实持续时间延长;降水增加了植株的结实率、植株高度、分枝数和叶片数等特征。与此同时,植株的繁殖产量也大大增加,这对荒漠区的防风固沙、植被保护具有重要意义。同时,为进一步揭示荒漠生态系统在气候变化条件下的维持机制提供重要理论依据,并为我国在气候变化背景下对极端环境中的生物多样性保护和生物资源的可持续利用提供可靠的依据。

### 参考文献

- [1] IPCC. Climatic Change 2007; The physical science basis; Summary for policymakers[M]. IPCC WGI Fourth Assessment Report. New York: Cambridge University Press, 2007.
- [2] EASTERLING D R, MEEHL G A, PARMESAN C, et al. Climate extremes: Observations, modeling, and impacts[J]. Science, 2000, 289: 2068-2074.
- [3] 毛祖美, 张佃民. 新疆北部早春短命植物区系纲要[J]. 干旱区研究, 1994(11): 1-26.
- [4] 张立运. 新疆莫索湾地区短命植物的初步研究[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985(9): 213-221.
- [5] 张家诚, 林之光. 中国气候[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 46-267.
- [6] SHI Y F, SHEN Y P, KANG E, et al. Recent and future climate change in northwest China[J]. Climatic Change, 2006, 80: 379-393.
- [7] 施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型的特征和趋势探讨[J]. 第四纪研究, 2003(23): 152-164.
- [8] PIAO S L, CIAIS P, HUANG Y, et al. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China[J]. Nature, 2010, 467: 43-51.
- [9] ZHANG Q, SINGH V P, LI J, et al. Spatio-temporal variations of precipitation extremes in Xinjiang, China[J]. Journal of Hydrology, 2012, 434: 7-18.
- [10] JIANG F Q, HU R J, WANG S P, et al. Trends of precipitation extremes during 1960-2008 in Xinjiang, the Northwest China[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2012, 111: 133-148.
- [11] WENT F W. Ecology of desert plants I. Observations on germination in the Joshua Tree National Monument, California[J]. Journal of Ecology, 1948, 29: 242-253.
- [12] XIA Y, MOORE D I, COLLINS S L, et al. Aboveground production and species richness of annuals in Chihuahuan Desert grassland and shrubland plant communities[J]. Journal of Arid Environments, 2010, 74: 378-385.
- [13] IRWIN R E. Field and allozyme studies investigating optimal mating success in two sympatric spring-ephemeral plants, *Trillium erectum* and *T. grandiflorum*[J]. Heredity, 2001, 87: 178-189.

- [14] WILLIAMS J L, JACQUEMYN H, OCHOCKI B M, et al. Life history evolution under climate change and its influence on the population dynamics of a long-lived plant[J]. *Journal of Ecology*, 2015, 103: 798-808.
- [15] GUTTERMAN Y. Environmental factors and survival strategies of annual plant species in the Negev desert, Israel[J]. *Plant Species Biology*, 2000, 15: 113-125.
- [16] 刘晓风, 谭敦炎. 荒漠植物种子粘液的生态学意义[J]. *植物学通报*, 2007(24): 414-424.
- [17] LU J J, TAN D Y, BASKIN J M, et al. Germination season and watering regime, but not seed morph, affect life history traits in a cold desert diaspore-heteromorphic annual[J/OL]. *PLoS One*, 2014, 9: e102018-e102018.
- [18] XU H, LI Y. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events[J]. *Plant and Soil*, 2006, 285: 5-17.
- [19] 周宏飞, 李彦, 汤英, 等. 古尔班通古特沙漠的积雪及雪融水储存特征[J]. *干旱区研究*, 2009(3): 312-317.
- [20] SOKAL R R, ROHLF F J. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*[M]. 3rd. San Francisco: Freeman, 1995: 122-289.
- [21] AMBROSE L G, WILSON S D. Emergence of the introduced grass *Agropyron cristatum* and the native grass *Bouteloua gracilis* in a mixed-grass prairie restoration[J]. *Restoration Ecology*, 2003(11): 110-115.
- [22] MILBAU A, GRAAE B J, SHEVTSOVA A, et al. Effects of a warmer climate on seed germination in the subarctic[J]. *Stata Journal*, 2009, 104: 287-296.
- [23] OTIENO D, KREYLING J, PURCELL A, et al. Drought responses of *Arrhenatherum elatius* grown in plant assemblages of varying species richness[J]. *Acta Oecologica*, 2012, 39: 11-17.
- [24] 顾润源, 周伟灿, 白美兰, 等. 气候变化对内蒙古草原典型植物物候的影响[J]. *生态学报*, 2012(32): 767-776.
- [25] 梁艳, 干珠扎布, 张伟娜, 等. 气候变化对中国草原生态系统影响研究综述[J]. *中国农业科技导报*, 2014(2): 1-8.
- [26] 孙颖. 短命植物新疆庭荠粘液种子的萌发生态适应性[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2012: 32-46.
- [27] 许格希, 罗水兴, 郭泉水, 等. 海南岛尖峰 12 种热带常绿阔叶乔木展叶期与开花期对气候变化的响应[J]. *植物生态学报*, 2014, 38(6): 585-598.
- [28] SINGH K P, KUSHWAHA C P. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a tropical deciduous forest in India[J]. *Annals of Botany*, 2006, 97: 265-276.
- [29] CLELAND E E, CHUINE I, MENZEL A, et al. Shifting plant phenology in response to global change[J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 2007(22): 357-365.
- [30] MAZER S J, TRAVERS S E, COOK B I, et al. Flowering date of taxonomic families predicts phenological sensitivity to temperature: Implications for forecasting the effects of climate change on unstudied taxa[J]. *American Journal of Botany*, 2013, 100: 1381-1397.
- [31] 吕玲. 旱麦草属四种短命植物生殖生态学特性研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2005: 12-24.
- [32] 米热古丽·努热拉. 两种短命植物的种子休眠与萌发特性及其生活史特征[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014: 37-44.
- [33] PELÁEZ D V, BUSSO C A, ELIA O R, et al. Demography and growth of *Medicago minima* and *Erodium cicutarium*: water stress effects[J]. *Journal of Arid Environments*, 1995, 30: 75-81.
- [34] BELL K L, NILES W E. Seasonal changes in biomass allocation in eight winter annuals of the Mojave Desert[J]. *Journal of Ecology*, 1979, 67: 781-787.
- [35] 孙羽, 张涛, 田长彦, 等. 增加降水对荒漠短命植物当年牧草生长及群落结构的影响[J]. *生态学报*, 2009(29): 1859-1868.
- [36] YANG Y H, FANG J Y, MA W H, et al. Large-scale pattern of biomass partitioning across China's grasslands[J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2010(19): 268-277.
- [37] 张腊梅, 刘新平, 赵学勇, 等. 科尔沁固定沙地植被特征对降雨变化的响应[J]. *生态学报*, 2014(34): 2737-2745.
- [38] XU Z, WAN S, ZHU G, et al. The influence of historical land use and water availability on grassland restoration[J]. *Restoration Ecology*, 2010(18): 217-225.
- [39] van ROOYEN M W, GROBBELAAR N, THERON G K, et al. The ephemerals of Namaqualand: effect of germination date on parameters of growth analysis of three species[J]. *Journal of Arid Environments*, 1992(22): 117-136.

## Effect of Increasing Precipitation on Life History of Annual Brassicaceae Specie *Descurainia sophia* in Cold Desert

TANG Linghong, WANG Yongqiu, LUO Nana, WU Yanfeng

(College of Grassland and Environment Sciences, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

**Abstract:** Taking annual ephemeral plant *Descurainia sophia* in the Junggar Desert as experimental material, the influences of watering on life history plasticity of annual plants were studied by simulating precipitation, in order to explore the response of annuals to changes in water. The results showed that plants could entry into the flowering date and fruiting date earlier under the treatment of precipitation, then extended the duration of flowering and fruiting; fruit rate, plant height, number of branches and leaves also increased significantly by watering ( $P < 0.05$ ). Also, biomass of spring-germinating and autumn-germinating plants (0.612 1 g and 1.210 5 g) were bigger than those (0.458 3 g and 1.002 5 g) of control ( $P < 0.05$ ). Under the background of increasing precipitation, emphemeral plants improved the adaptation to desert environment, and it had an important significance to the protection of desert ecosystem, rational utilization of resources and sustainable development of region.

**Keywords:** increasing precipitation; Junggar Desert; emphemeral plants; *Descurainia sophia*; life history