

盐生草 (*Halogeton glomeratus*) 二型种子的休眠与萌发

于 晓¹, 严 成², 魏 岩^{1,*}

(1. 新疆农业大学草业与环境科学学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 盐生草的果实和种子存在二型性, 这两种类型的种子在形状、大小、颜色及包被其花被片背部是否具翅上均有显著差异。绿色种子, 圆形, 直径为 (1.552 ± 0.116) mm, 宿存花被革质, 背部有紫红色翅状附属物, 单粒重为 (0.808 ± 0.033) mg; 黄色种子, 椭圆形, 长为 (1.752 ± 0.155) mm, 宽为 (1.146 ± 0.088) mm, 宿存花被革质, 背部无翅状附属物, 单粒重为 (0.568 ± 0.011) mg。两种种子在 3 个变温条件 (5/25℃、5/25℃、15/25℃, 暗 12 h / 光 12 h) 下的萌发率均较低, 绿色种子为 36%, 而黄色种子为 17% (15℃/25℃)。延长储藏时间和划破种皮均能显著提高绿色种子的萌发率, 表明绿色种子属于非深度生理休眠。随着储藏时间的延长, 黄色种子的萌发率也能缓慢提高, 但不显著, 而划破种皮能够显著促进其萌发, 表明黄色种子属于深度生理休眠。

关键词: 盐生草; 种子二型性; 萌发行为; 种子休眠

文章编号: 1000-0933 (2009) 03-1616-06 中图分类号: Q945.34 文献标识码: A

Germination of dimorphism seeds in *Halogeton glomeratus* (Chenopodiaceae)

YU Xiao¹, YAN Cheng², WEI Yan^{1,*}

1 College of Pratacultural and Environmental Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China

2 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi, 830011, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(3): 1616 ~ 1621.

Abstract: The fruit and seed characteristics were observed on *Halogeton glomeratus* C. A. Mey. from Junggar Desert. It is found the seeds of *Halogeton glomeratus* are dimorphism. The two types of seeds are different in shape, size, color and external structure of seeds. The green seeds have lignified tepals with long wings, can be easily dispersed by wind to a far distance from the mother plant. The yellow seeds have tepals without wings, and dispersed near the mother plant. The seeds of *Halogeton glomeratus* germinated in incubators for 30 d with a 12 h photoperiod and 12 h thermoperiods (dark / light) of 5/15℃, 5/25℃ and 15/25℃. The germination percentages of freshly matured dimorphism seeds are low (< 50%). Extending the storage time can significantly increase germination percentage of green seeds, but have no significant effect on yellow seeds. Scarification on covering layers can significantly increase the germination percentage of these dimorphism seeds. Results indicated that green seeds have non-deep physiological dormancy and yellow seeds have deep physiological dormancy.

Key Words: *Halogeton glomeratus* C. A. Mey.; seed dimorphism; germination behavior; seed dormancy

繁殖体的多态特点增强了植物种在高度易变环境中的生存能力, 生长在受干扰生境和干旱、半干旱环境中的 1 年生植物在这方面表现典型。藜科的繁殖策略通常是种子具有异型性, 或者是一株植物不只一种类型的种子^[1~6]。种子多型性能反应出植物在形状、大小或质量上的差别, 并且能导致由它们产生的植物在传播

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30660033, 30770374); 国家教育部新世纪优秀人才支持计划资助项目 (2005); 草业科学国家重点学科资助项目

收稿日期: 2007-10-22; 修订日期: 2008-04-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: weiyanyan1966@163.com; weiyanyan1966@xjau.edu.cn

时间和媒介、觅食行为、萌发、休眠,幼苗建成能力或竞争能力上的区别^[7~10],这些因素可以影响植物在时间和空间上的分布。

具有不同传播特性和传播动力以及不同形态的种子,它们的萌发行为通常也不同^[11~13]。通常,一种类型的种子要求严格的条件才能打破休眠^[2,3,14~17]。

在新疆荒漠中也发现藜科植物产生了两种或多种类型的种子^[1~6,8],例如盐生草就是一个例子。盐生草(*Halogeton glomeratus* C. A. Mey.)为藜科盐生草属植物,生于海拔700~1000m的洪积扇及平原砾质荒漠,在我国主要分布于新疆平原砾石荒漠、撂荒地及盐碱地荒漠^[18]。在荒漠中常形成层片,具有重要的生态价值。关于盐生草的研究报道较少,所涉及的研究内容限于其形态特征、种群特征和生物学特性^[19,20]。

通过连续3年对盐生草进行采样观察,发现盐生草种子具有二型现象,确定其具有两种类型的种子。那么,(1)盐生草的二型种子在形态上有何差异?(2)不同形态的种子在散布机制和萌发行为上有何特点?本文通过对盐生草的种子形态和萌发特性进行观察研究,旨在完善对其种子形态与萌发特性关系的认识,为揭示盐生草种子二型性的生态适应机制提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

成熟的盐生草种子于2005年10月下旬采集于新疆准噶尔盆地南缘低山砾质荒漠的自然种群中(43°45′44″~43°47′25″N, 87°33′16″~87°34′56″E),该地区属中温带荒漠区,春秋季节较湿润,夏季干旱,热量充足,冬季漫长而寒冷。年降水量为288 mm,蒸发量2731 mm;年平均温度5.3℃,年平均日较差大于11℃,最大超过20℃;地面温度日较差更大,其平均日振幅一般比气温平均日振幅大10℃以上^[21]。≥5℃初日温度出现在3月下旬,≥10℃初日温度出现在4月下旬;3月份气温日较差8.8℃,4月份气温日较差11.6℃;3~4月份的气温在0~25℃^[22]。

研究区植被类型为小半灌木荒漠小蓬群系,天然植被以小蓬(*Nanophyton erinaceum*)、散枝猪毛菜(*Salsola brachiata*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)为主,盖度20%~30%。

种子收集后,在通风条件下晾干,室温下保存备用。

1.2 实验方法

1.2.1 种子类型和散布机制的确定

盐生草的果实为胞果,果皮薄,内有1粒种子,本文按照习惯将实验中的果实称为种子^[18]。

随机选取盐生草20株,观察种子的形状、颜色、宿存花被的形态以及翅的发育状况,确定种子的类型。种子重量的测定以1000粒×4组的平均值(±标准误差)为其平均重量。测定30粒种子的长度和直径。种子成熟时,在野外观察种子的散布特性。

1.2.2 种子在不同温变周期下的萌发

种子的萌发实验每组50粒、4个重复。将种子置于直径为90 mm垫有2层滤纸的培养皿中,加入10 ml蒸馏水培养30d。种子的萌发以胚根突破果皮及种皮为标志。

实验设3个变温条件(5/25℃、5/15℃、15/25℃,暗12 h/光12 h)。日最高温设15℃和25℃,日最低温设5℃和15℃,该温度范围反映了盐生草在早春3~4月份萌发的温度条件^[21,22]。

1.2.3 储藏时间对种子萌发的影响

成熟的种子在室温下储藏,分别用新采集的种子和储藏2个月、6个月、12个月和18个月的种子进行萌发实验。在5/15℃、5/25℃、15/25℃(暗/光=12h/12h)变温条件下进行种子萌发实验,每隔24h观测1次,持续观测30d。

1.2.4 划破种皮对种子萌发的影响

用解剖刀将两种种子的种皮划破,以不伤害胚为准。在3个变温条件(5/15℃、5/25℃、15/25℃,暗12 h/光12 h)下培养30d测定种子的萌发率。

1.2.5 数据统计和分析

萌发过程中每 24 h 检测 1 次,并将已萌发的种子移走,萌发结果以百分率 $\pm$ 标准误差表示。利用 SPSS 11.0 软件,对储藏时间和划破种皮对两种种子萌发的影响进行单因素方差分析(One-Way ANOVA)。对两种类型种子在不同变温下的萌发率进行二因素方差分析(Two-Way ANOVA),检验两种类型种子在不同变温处理中的萌发数据差异的显著性。

2 结果和分析

2.1 种子的二型性

根据种子的颜色、大小、宿存花被的背部是否有翅状附属物,将盐生草的种子分为绿色和黄色两种类型(表 1)。

表 1 盐生草的两种类型种子的特征

Table 1 Characteristics of two types of seeds of *Halogeton glomeratus*

种子颜色 Color	着生方式 Orientation of the utricule relative to the branch	形状 Shape	长 Length (mm)	宽 Width (mm)	质量 Mass (mg)	翅 Wing
绿色 Green	直立 Vertical	圆形 Spherical	1.552 $\pm$ 0.116	1.552 $\pm$ 0.116	0.808 $\pm$ 0.033	有 Present
黄色 Yellow	直立 Vertical	椭圆形 Elliptical	1.752 $\pm$ 0.155	1.146 $\pm$ 0.088	0.568 $\pm$ 0.011	无 Absent

绿色种子主要分布于植株的中上部,成熟时,其包被果实的 5 个花被片背部向外延伸形成膜质翅状附属物,种子能够借助发达的果翅被风传播到较远的距离。

黄色种子位于植株的中下部,种子成熟时花被增厚成革质,花被片背部无翅状附属物,种子成熟后散落于母株附近。

2.2 不同类型种子的萌发特性

盐生草新成熟的绿色种子与黄色种子的萌发率($P < 0.001$)存在着显著差异,表明两种类型种子的萌发特性显著不同;种子类型和变温对盐生草种子的萌发有显著的交互作用(表 2),通过两种种子在 5/15℃、5/25℃、15/25℃(暗/光 = 12h/12h)3 个不同温变周期的萌发实验表明,绿色种子在 5/25℃、15/25℃ 下的萌发率为 36%,在 5/15℃ 下的萌发率仅为 12%;而黄色种子在 3 个不同温变周期下的萌发率均 $< 20\%$ (图 1)。表明绿色和黄色种子都具有一定程度的休眠。

表 2 温度对盐生草两种类型种子萌发率的影响

Table 2 Effects of temperature on the germination percentages of two types of seeds of *Halogeton glomeratus*

偏差来源 Source of variation	自由度 Df	离差平方和 SS	均方 MS	F-Value	P-Value
温度 Temperature	2	1857.333	928.667	9.903	0.001
种子类型 Types of seeds	1	7490.667	7490.667	79.877	0.000
温度-种子类型 Temperature-types of seeds	2	1785.333	892.667	9.519	0.002

2.3 储藏时间对种子萌发的影响

新采集的绿色种子和黄色种子的萌发率均较低。随着贮藏时间的延长绿色种子的萌发率有了极显著的提高($P < 0.001$);而黄色种子萌发率也得到提高,但差异不显著($P > 0.05$)。从图 2 可以看出,经过 18 个月的储藏后,绿色种子的萌发率在 5/15℃、5/25℃、15/25℃ 3 个不同温变周期中最终萌发率均能达到 87% 以上,而黄色种子的萌发率仍 $< 40\%$,表明绿色种子和黄色种子的休眠程度不同。

2.4 划破种皮对种子萌发的影响

和对照相比,划破种皮对两种种子在 3 个不同温变周期下的萌发都有极显著的促进作用(图 3)。划破种皮后,绿色种子的萌发率有了极显著的提高($P < 0.001$),最终萌发率均为 100%;黄色种子的萌发率同样也有

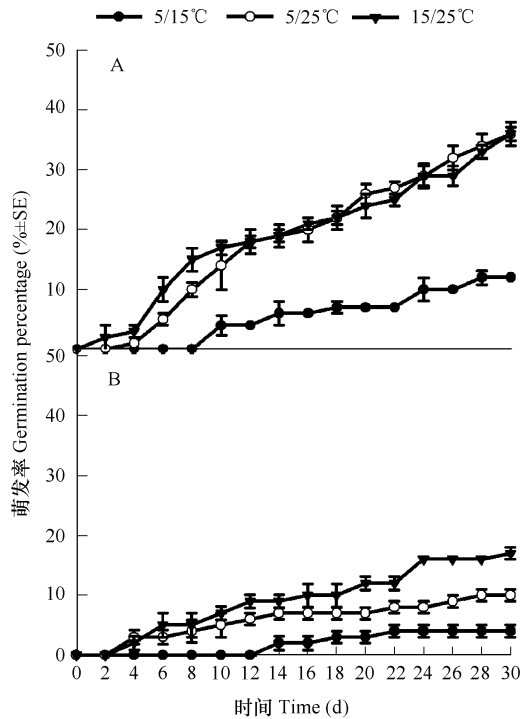


图1 盐生草绿色种子(A)和黄色种子(B)在不同变温下培养30d的累积萌发率

Fig.1 Cumulative germination percentages (% $\pm$ SE) of green seed (A) and yellow seed (B) of *Halogeton glomeratus* at different thermoperiods after 30d

了极显著的提高($P < 0.001$),最终萌发率可达到85%以上。这表明划破种皮可以有效的提高盐生草2种颜色种子的萌发能力。

3 讨论

种子通过重量、形状、附属物等种子形态学特征表现了对环境的适应。种子多型性是许多一年生植物对环境异质性的一种重要的适应方式^[23~26]。这种多型性在藜科植物中是一种普遍的现象,也称为果实异型性^[1,24]。根据种子颜色划分种子类型在 *Salsola volkensii* 和 *Aellenia austrani*^[1]、紫翅猪毛菜(*Salsola affinis*)^[4]中也被报道。盐生草产生了2种类型的果实和种子,这2种种子在形状、大小、颜色、休眠特性、萌发行为上均有显著的不同。

盐生草对荒漠环境的适应表现在2种类型种子具有不同的散布机制,绿色种子能够借助发达的果翅被风传播到较远的距离,利于向新生境扩散以搜寻适宜生境并扩大种群范围;而黄色种子则散布在母株附近,以维持对临近最佳生境的占有。具有不同传播行为的典型例子在 *Ceratocarpus arenarius*(属藜科)^[27]和 *Gymnarrhena micrantha*(属菊科)^[11]中也被观察到,它们均能产生地

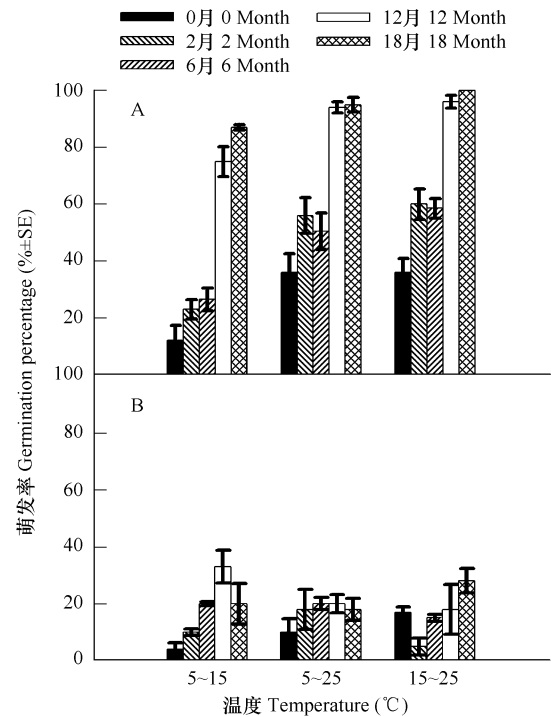


图2 储藏时间对盐生草绿色种子(A)和黄色种子(B)最终萌发率的影响

Fig.2 Effect of storage time on final germination percentages of green seed (A) and yellow seed (B) of *Halogeton glomeratus* at different thermoperiods

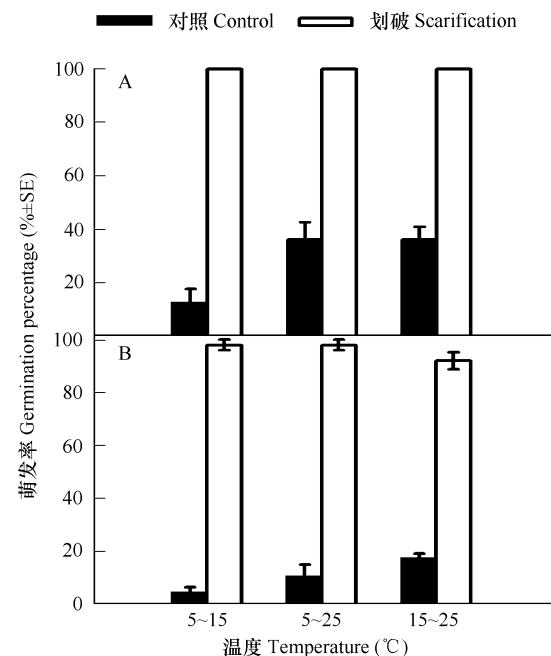


图3 不同温变周期下,划破种皮对盐生草绿色种子(A)和黄色种子(B)最终萌发率的影响

Fig.3 Effect of scarification on the final germination percentages of green seed (A) and yellow seed (B) of *Halogeton glomeratus* at different thermoperiods

上果实和地下果实;地上果实适应于增加物种的分布,而地下果实则确保物种的存在。在 *Heterothea latifolia* (属菊科)中,盘花形成的果实有适于长距离传播的冠毛,而舌状缘花形成的果实没有冠毛则保留在母株附近^[10]。

荒漠植物种子往往具备分摊萌发风险的机制,而多型种子通常与种子萌发多样性联系在一起^[1,6,10,11,28,29],这种现象在盐生草中也被发现。盐生草具有两种不同的萌发策略,盐生草的两种种子成熟后在 5/15℃、5/25℃、15/25℃(暗/光=12h/12h)3个温变周期中的萌发率均较低,表明两种种子都具有一定程度的休眠。但储藏时间对盐生草2型种子萌发的影响明显不同。根据 Baskin^[9]对种子休眠的分类,延长储藏时间及划破果皮和种皮能够显著地促进绿色种子的萌发也证明绿色种子处于非深度生理休眠状态。随着贮藏时间的延长黄色种子的萌发率提高缓慢,但划破种皮能显著促进其萌发,表明黄色种子属于深度生理休眠。在荒漠多变的环境中,植物群落的成功建成取决于种子在合适的条件下萌发,在不利的环境中休眠^[30]。盐生草种子在9~10月份成熟,新成熟的绿色种子具有非深度生理休眠特性,避免种子在秋季萌发而幼苗不能越冬造成的生殖浪费,在成熟后的第一个生长季节大量萌发以延续种群;而黄色种子大部分进入了持久种子库。休眠程度不同分摊了萌发风险,实现种群的稳定延续。

荒漠环境的特点是干旱少雨,温度、湿度和降水的时间变异率大,空间分布的异质性程度高。这种严酷多变的生境条件对植物的生长、生存极为不利。盐生草的二型种子导致了种子在传播机制、萌发时间、寿命长短上不同,使种子可以从空间上的和时间上逃避不利的生存条件,为种群的繁殖和延续提供了更多的机会。盐生草产生二型种子是种群在合适条件下对较高增长率的迫切需要同不利条件下种群顽强生存的一种折中。

References:

- [1] Negbi M, Tamari B. Germination of chlorophyllous and achlorophyllous seeds of *Salsola volkensii* and *Aellenia austrani*. Israel Journal of Botany, 1963, 12: 124—135.
- [2] Williams J T, Harper J L. Seed polymorphism and germination. I. The influence of nitrates and low temperature on the germination of *Chenopodium album*. Weed Research, 1965, 5: 141—150.
- [3] Ungar I A. Seed dimorphism in *Salicornia europaea* L. Botanical Gazette, 1979, 140: 102—108.
- [4] Wei Y, Dong M, Huang Z Y. Seed polymorphism, dormancy and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting Junggar Basin of Xinjiang, China. Australian Journal of Botany, 2007, 55: 464—470.
- [5] Wang H F and Wei Y. Seed polymorphism and fruit-set patterns of *Salsola affinis*. Biodiversity Science, 2007, 15 (4): 419—424.
- [6] Liu P W, Wei Y. Seed dimorphism and germination behavior of *Atriplex micrantha*, an annual inhabiting Junggar desert. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27: 4233—4239.
- [7] Harper J L. Population Biology of Plants. London: Academic Press, 1977.
- [8] Drysdale F R. Variation of seed size in *Atriplex patula* var. *hastata* (L.) Gray. Rhodora, 1973, 75: 106—110.
- [9] Baskin C C, Baskin J M. Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego: Academic Press, 1998.
- [10] Venable D L, Levin D A. Ecology of achene dimorphism in *Heterothea latifolia*. I. Achene structure, germination and dispersal. Journal of Ecology, 1985, 73: 133—145.
- [11] Koller D, Roth N. Studies on the ecological and physiological significance of amphicarp in *Gymnarrhena micrantha* (Compositae). American Journal of Botany, 1964, 51(1): 26—35.
- [12] Wilson R C. Abronia: IV. Anthocarp dispersibility and its ecological implications for nine species of *Abronia*. Aliso, 1976, 8: 493—506.
- [13] Baker G A, O'Dowd D J. Effects of parent plant density on the production of achene types in the annual *Hypochoeris glabra*. Journal of Ecology, 1982, 70: 201—215.
- [14] Cavers P B, Harper J L. Germination polymorphism in *Rumex crispus* and *Rumex obtusifolius*. Journal of Ecology, 1966, 54: 367—382.
- [15] McDonough W T. Germination polymorphism in *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal. Northwest Science, 1975, 49: 190—200.
- [16] Baskin C C, Baskin J M. Germination dimorphism in *Heterothea subaxillaris* var. *subaxillaris*. Bulletin of Torrey Botanical Club, 1976, 103: 201—206.
- [17] Evenari M, Kadouri A, Gutterman Y. Eco-physiological investigations on the amphicarp of *Emex spinosa* (L.) Campd. Flora, Bd. 1977, 166: 223—238.

- [18] Mao Z M. Flora of Xinjiang, Vol. 2 (1). Urumqi: Xinjiang Science and Technology Press, 1994. 80—81.
- [19] Zhao Q, Zhang X M. A preliminary study on the characteristics of population families of the *Halogeton glomeratus* in Qira Gobi Desert, Xinjiang. *Arid Zone Research*, 2003, 9, 20(3): 221—225.
- [20] Zhang LY, Xia Y. The Vegetation and its utilization in the southern fringe of the Taklimakan Desert. *Arid Zone Research*, 1997, 14 (3): 16—22.
- [21] Integrated Scientific Expedition to Xinjiang of Chinese Academy of Sciences, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. The Vegetation and Its Utilization in Xinjiang. Beijing: Science Press, 1978. 16—22.
- [22] Hu R J. Physical Geography of the Tianshan Mountains in China. Beijing: China Science Press, 2004.
- [23] Ungar I A. Population ecology of halophyte seeds. *The Botanical Review*, 1987, 53: 301~344.
- [24] Werker E and Many T. Heterocarpy and its ontogeny in *Aellenia austrani* (Post) Zoh. Light-and electron-microscope study. *Israel Journal Botany*, 1974, 23: 132—144.
- [25] McEvoy P B. Dormancy and dispersal in dimorphic achenes of tansy ragwort, *Senecio jacobaea* L. (Compositae). *Oecologia*, 1984, 61: 160—168.
- [26] Gutterman Y. Survival Strategies of Annual Desert Plants Adaptations of Desert Organisms. Berlin: Springer-Verlag, 2002.
- [27] Gao R, Wei Y. Amphicarpy of *Ceratocarpus arenarius* (Chenopodiaceae) in Junggar Desert. *Acta Botanica Yunnanica*, 2007, 29 (3): 300—302.
- [28] Wurzbarger J, Koller D. Differential effects of the parental photothermal environment on development of dormancy in caryopses of *Aegilops latschyi*. *Journal Experimental Botany*, 1976, 27: 43—48.
- [29] Venable D L. The evolutionary ecology of seed heteromorphism. *American Naturalist*, 1985, 126: 577—595.
- [30] Freas K E, Kemp P R. Some relationships between environmental reliability and seed dormancy in desert annual plants. *Journal of Ecology*, 1983, 71: 211—217.

参考文献:

- [5] 王宏飞, 魏岩. 紫翅猪毛菜的种子多型性及其结实格局. *生物多样性*, 2007, 15(4): 419~424.
- [6] 刘鹏伟, 魏岩. 准噶尔荒漠异苞滨藜的种子二型性及其萌发行为. *生态学报*, 2007, 27: 4233~4239.
- [18] 毛祖美. 新疆植物志(第二卷 第一分册). 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1994. 80~81.
- [19] 赵强, 张希明. 策勒戈壁盐生草种群特征的初步研究. *干旱区研究*, 2003, 20(3): 221~225.
- [20] 张立运, 夏阳(1997). 塔克拉玛干沙漠南缘绿洲外围的天然植被. *干旱区研究*, 14(3): 16~22.
- [21] 中国科学院新疆综合考察队, 中国科学院植物研究所. 新疆植被及其利用. 北京: 科学出版社, 1978. 16~22.
- [22] 胡汝骥. 中国天山自然地理. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [27] 高蕊, 魏岩. 荒漠植物角果藜的地上地下结果性. *云南植物研究*, 2007, 29 (3): 300~302.