

## 信息与资料 Information and Data

## 新疆荒漠地区盐生植物灰绿藜种子的萌发特性及其对生境的适应性

陈莎莎, 姚世响, 袁军文, 谷丽丽, 油天钰, 兰海燕\*, 张富春  
新疆大学生命科学与技术学院生物资源与基因工程重点实验室, 乌鲁木齐 830046

Seed Germination Characteristics of Halophyte *Chenopodium glaucum* L. and Its Adaptability to the Natural Desert Habitats in Xinjiang

CHEN Sha-Sha, YAO Shi-Xiang, YUAN Jun-Wen, GU Li-Li, YOU Tian-Yu, LAN Hai-Yan\*, ZHANG Fu-Chun  
Xinjiang Key Laboratory of Biological Resources and Genetic Engineering, College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

**摘要:** 研究新疆地区广泛分布的一年生盐生植物灰绿藜种子的萌发特性及其对生境适应性的结果表明:(1)灰绿藜种子萌发的温度范围较广,在15~45℃范围内均有50%以上的种子可以正常萌发,其对高温的耐受力较强,对光不敏感;(2)在一定浓度的聚乙二醇(PEG6000)范围内( $\leq 25\%$ ),PEG引起的渗透胁迫对灰绿藜种子萌发的抑制作用较小,但随着PEG浓度的加大其成苗率逐渐下降;(3)灰绿藜种子在萌发时有较高的耐盐性,NaCl和KCl浓度达到400 mmol·L<sup>-1</sup>时种子的萌发率仍在90%以上;盐对灰绿藜种子萌发的抑制作用主要表现为种子萌发时间的延迟;低浓度的NaCl和KCl对灰绿藜幼苗生长均有促进作用,子叶生长状态明显改善,胚轴的生长也受到促进。

**关键词:** 灰绿藜; 种子萌发; 盐胁迫; 渗透胁迫; 生境适应性

灰绿藜为藜科(Chenopodiaceae)藜属一年生草本盐生植物,广泛分布于新疆干旱区的中低度盐碱地区。其叶片富含蛋白质,可作为饲料添加剂和人类食品添加剂,而且在盐碱地种植灰绿藜可以降低土壤含盐量并增加土壤有机质含量(赵可夫和李法曾 2005),因此灰绿藜可以做为改良盐碱土壤的一种潜在的经济盐生植物。迄今有关灰绿藜的研究报道主要集中于灰绿藜叶片解剖结构(黄志伟等 2001)、组培体系的建立(蒋刚强等 2007a, b)、耐盐相关基因(李金耀等 2005)和种子的萌发特性(段德玉等 2004, 2005)等方面。段德玉等(2004, 2005)曾对滨海盐碱地的灰绿藜种子在多种盐分与水分胁迫下的萌发特性作过初步研究,其结果显示海滨灰绿藜在水中的萌发率低于75%,在400 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl胁迫下的萌发率只有2.5%;而新疆荒漠盐碱地上的灰绿藜种子在水中的萌发率为100%,400 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl胁迫下的萌发率可达90%以上,这暗示两种生境下的灰绿藜种子萌发特性是不同的。种子萌发受光照、温度、水分、盐分等多种环境因素的影响(Ungar 1995),而不同生境形成的种子在相同条件下的萌发行为也是有较大差异的,这可能是植物在种子阶段适应自然生境的一种体现。为了进一步了解新疆荒漠盐碱地灰绿藜种子的萌发特性及其与生境的适应关系,本文从种子形态及光

照、温度、水分、盐分等因素着手,对灰绿藜种子的萌发特性进行了研究,以期为干旱区开发和利用这一优良经济盐生植物提供参考。

## 材料与方 法

灰绿藜(*Chenopodium glaucum* L.)种子于2009年5月采自新疆乌鲁木齐市水上乐园林中。于室内阴凉通风处后熟一个月后,选取成熟饱满及大小均匀的种子用于萌发实验。

测定种子千粒重时,从成熟且筛选干净的种子中随机抽取3组种子称重,每组1000粒,取平均值。采用体视显微镜(SMZ800; Nikon, Japan)观察灰绿藜种子的外形、横切与纵切面的结构,并照相。

种子萌发实验在直径9 cm、垫有2层滤纸的培养皿中进行,培养皿中加入5 mL蒸馏水或相应浓度的溶液,每处理设置3个重复,每重复30粒种子。实验过程中每隔2 d更换一次滤纸和相应溶液,以确保溶液浓度的一致性。种子萌发以胚根露

收稿 2009-08-19 修定 2009-12-04

资助 国家自然科学基金(30660012)、新疆自治区科技攻关重大专项(200731138-3)和新疆生物资源基因工程重点实验室开放基金(XJDX0201-2007-03、XJDX0201-2009-06)。

\* 通讯作者(E-mail: lanhaiyan@xju.edu.cn; Tel: 0991-8583259)。

出种皮2 mm为标准,每24 h统计一次,直至连续3次萌发数不再改变为止。除光照和温度处理外,其他实验的培养条件均为25 °C,光照16 h/黑暗8 h。处理有:(1)光照与黑暗处理。将2组灰绿藜种子分别在持续光照和持续黑暗(在培养皿外包裹2层锡箔纸)条件下,于25 °C下培养。待光照条件下的种子萌发实验结束时,检测持续黑暗条件下的种子萌发数;(2)不同温度处理。共设置5、10、15、20、25、35和45 °C这7个温度条件进行萌发实验;(3)PEG胁迫处理。分别在25 °C和35 °C这2个温度条件下用不同浓度的PEG6000溶液(0、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%)模拟干旱胁迫处理灰绿藜种子,将25 °C条件下30%、35%、40%、45%、50%这5个浓度PEG6000溶液中培养的于第15天仍未萌发的种子转入蒸馏水中进行复水实验;(4)盐胁迫处理。实验设置2种处理方式,即a:将灰绿藜种子分别置于0、50、100、200、300、400、500 mmol·L<sup>-1</sup>的NaCl和KCl溶液中萌发,并于第15天测定幼苗的胚根和胚轴长;b:将灰绿藜种子分别用600、700、800 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl溶液处理2 d和10 d后转入300 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl溶液中观察种子的萌发情况。

数据分析和图片绘制均用Graphad Prism 4软件,用One-way ANOVA进行差异显著性检验,用Tukey多重比较确定各样本间的差异显著水平。根据统计结果计算以下指标:萌发率(%)=正常萌发的种子数/供试种子数×100%;成苗率(%)=长出子叶的种子数/供试种子数(子叶长出以子叶完全突破种皮为标准);平均萌发时间(d)= $\sum(n_i \times d_i)/N$ , $n_i$ 为第*i*天萌发的种子数, $d_i$ 为第*i*天萌发的种子萌发经历的时间,N为该处理下种子萌发总数(Susana等2008)。

## 结果与讨论

### 1 灰绿藜种子的生物学特性

新疆荒漠地区的灰绿藜种子通常于7月下旬开始成熟,单株结实量大,种子细小,本文测得灰绿藜种子千粒重为(0.2442±0.0052) g。体视显微镜下观察显示,灰绿藜种子扁圆形,中间有凹陷,呈黑褐色(图1-a),胚呈环形绕于种子边缘,中间为胚乳,种子突出的喙部为胚根伸出的地方(图1-b、c)。这种结实量大、种子小的特点有利于及时补充及维

持其种子库而增强其对外界环境干扰的适应性(Thompson等1993;刘志民等2003,2004),同时小种子有更快的萌发速率和更高的萌发率(宗文杰等2006),这为灰绿藜的广泛分布创造了条件。

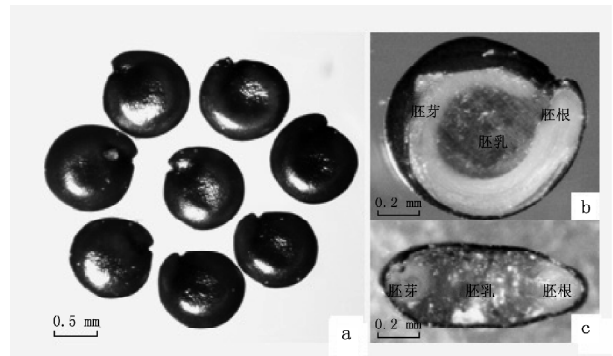


图1 灰绿藜种子的形态与解剖结构

a: 体视显微镜下的种子形态; b: 种子纵切,显示环形胚的结构; c: 种子横切,显示胚芽与胚根及胚乳的相对位置。

### 2 光照和黑暗条件下的灰绿藜种子萌发

持续光照和持续黑暗条件下灰绿藜种子的萌发结果显示,两者的萌发率无显著差异(图2),表明灰绿藜种子在萌发阶段对光不敏感,属于非需光型,从而增加了其被埋藏于较深土壤仍能正常萌发的可能性。

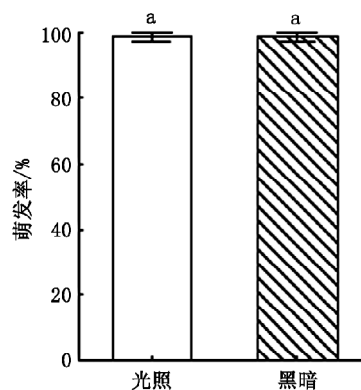


图2 持续光照和持续黑暗条件下灰绿藜种子的萌发率。图中相同字母表示处理间差异不显著( $P > 0.05$ )。

### 3 不同温度下的灰绿藜种子萌发

温度是影响种子萌发的另一重要条件,它通过调节膜的生物特性和萌发过程中水解酶的活性等而影响种子的萌发(张勇等2005)。我们对5~45 °C范围内种子萌发的观察结果(图3)显示,灰绿藜种子萌发的温度范围较广,在15~45 °C范围内均有50%以

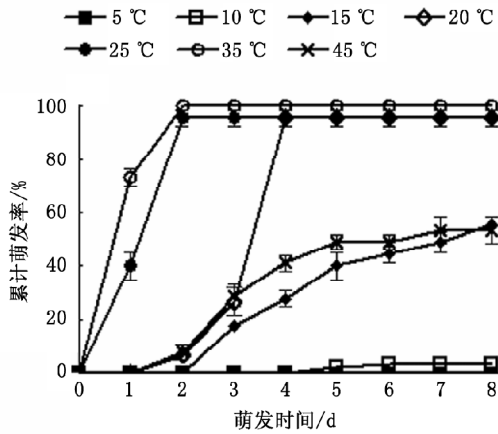


图3 不同温度对灰绿藜种子萌发率的影响

上的种子正常萌发。在20~45 °C时, 仅1 d种子就开始萌发, 在35 °C培养1 d就有约75%的种子萌发, 而在5 °C和10 °C时种子几乎不萌发。结果显示灰绿藜种子萌发的最适温度为35 °C左右, 种子萌发阶段对持续高温(45 °C)有一定的耐受力, 同

时发现短暂的高温处理(55 °C, 4 h)并不影响种子的活力。以上结果表明, 在较高温度条件下灰绿藜种子在萌发过程中可能通过维持膜的稳定性和水解酶活性等因素增强其对环境的适应性。

#### 4 PEG胁迫下的灰绿藜种子萌发

不同浓度PEG6000模拟水分胁迫的结果表明, PEG6000浓度<25%的灰绿藜种子萌发率均维持在不做PEG处理的水平(图4-a), 而PEG6000浓度≥25%时较高温(35 °C)条件下的种子萌发率显著高于25 °C下的萌发率。但随着PEG浓度的增高, 成苗率(子叶突破种皮展开)显著下降(图4-b), 而平均萌发时间逐渐延长(图4-c), 且35 °C下萌发的种子在5%、10%和20%PEG6000浓度下的成苗率显著低于25 °C下萌发的种子(图4-b), 但各浓度PEG6000处理的种子在35 °C下的平均萌发时间显著低于25 °C下萌发的种子(图4-c), 这显示高浓度PEG胁迫下灰绿藜种子由于无法获得充足的水分, 萌发受到抑制, 且相对低温加剧此效应。随后将高

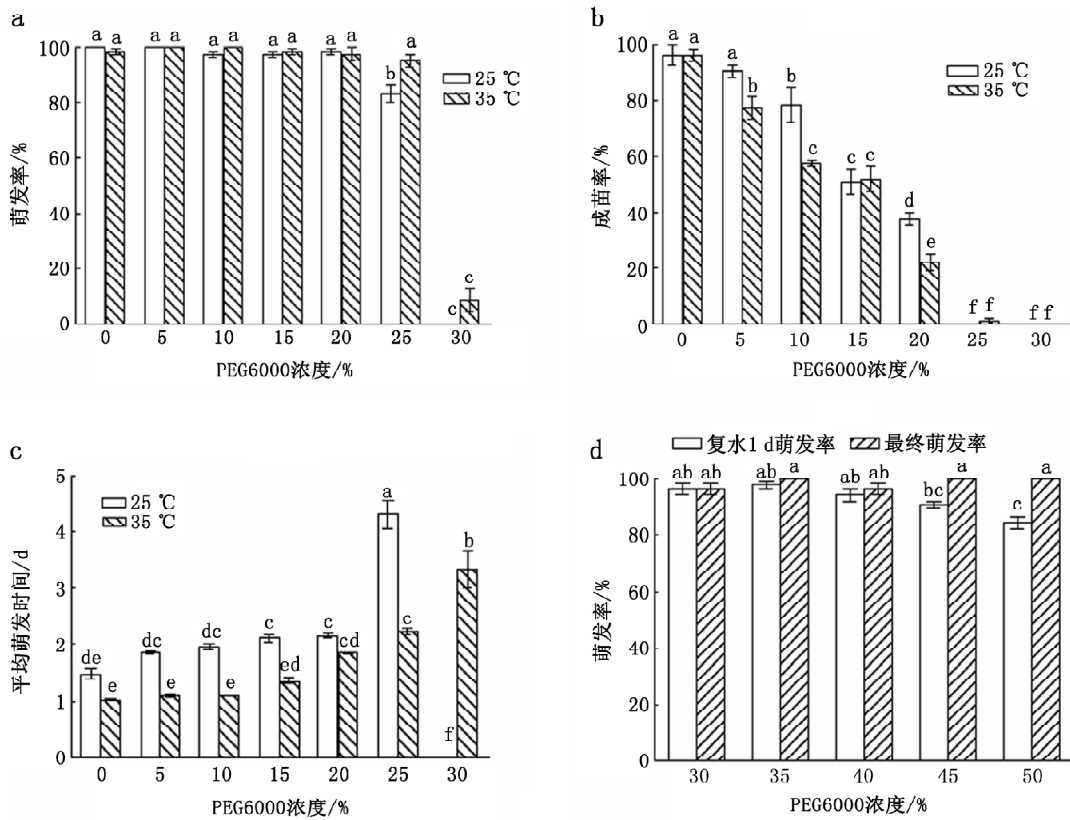


图4 PEG6000模拟的水分胁迫对灰绿藜种子萌发的影响

a: 不同温度下不同浓度PEG6000处理种子的最终萌发率; b: 不同温度下不同浓度PEG6000处理后的成苗率; c: 不同温度下不同浓度PEG6000处理种子的平均萌发时间; d: 高浓度PEG6000处理(25 °C)的复水萌发率。图中不同字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

浓度 PEG (35%~50%)处理后不萌发的种子进行复水处理, 种子复水第1天的萌发率均达到80%以上, 最终完全萌发(图4-d), 由此显示出灰绿藜在种子萌发阶段对干旱环境的适应性。

### 5 盐胁迫下的灰绿藜种子萌发和幼苗生长

不同浓度NaCl和KCl溶液对灰绿藜种子萌发和幼苗生长影响的结果显示, 二者对灰绿藜种子萌发和幼苗生长的作用无显著差异; 除 400 mmol·L<sup>-1</sup>

NaCl处理后种子萌发率显著降低, 在盐浓度≤400 mmol·L<sup>-1</sup>时灰绿藜种子萌发率与不做盐处理的均无显著差异; 二者浓度达到 500 mmol·L<sup>-1</sup>时萌发率均急剧下降(图 5-a)。然而随着盐浓度的升高, 种子萌发时间均显著加长(图 5-b)。测定萌发第15天幼苗胚根和胚轴长度的结果显示, 随着NaCl和KCl浓度的增加, 幼苗的胚根长度呈下降趋势, 而 50~300 mmol·L<sup>-1</sup>的盐溶液对胚轴生长有一定的促进作用(图

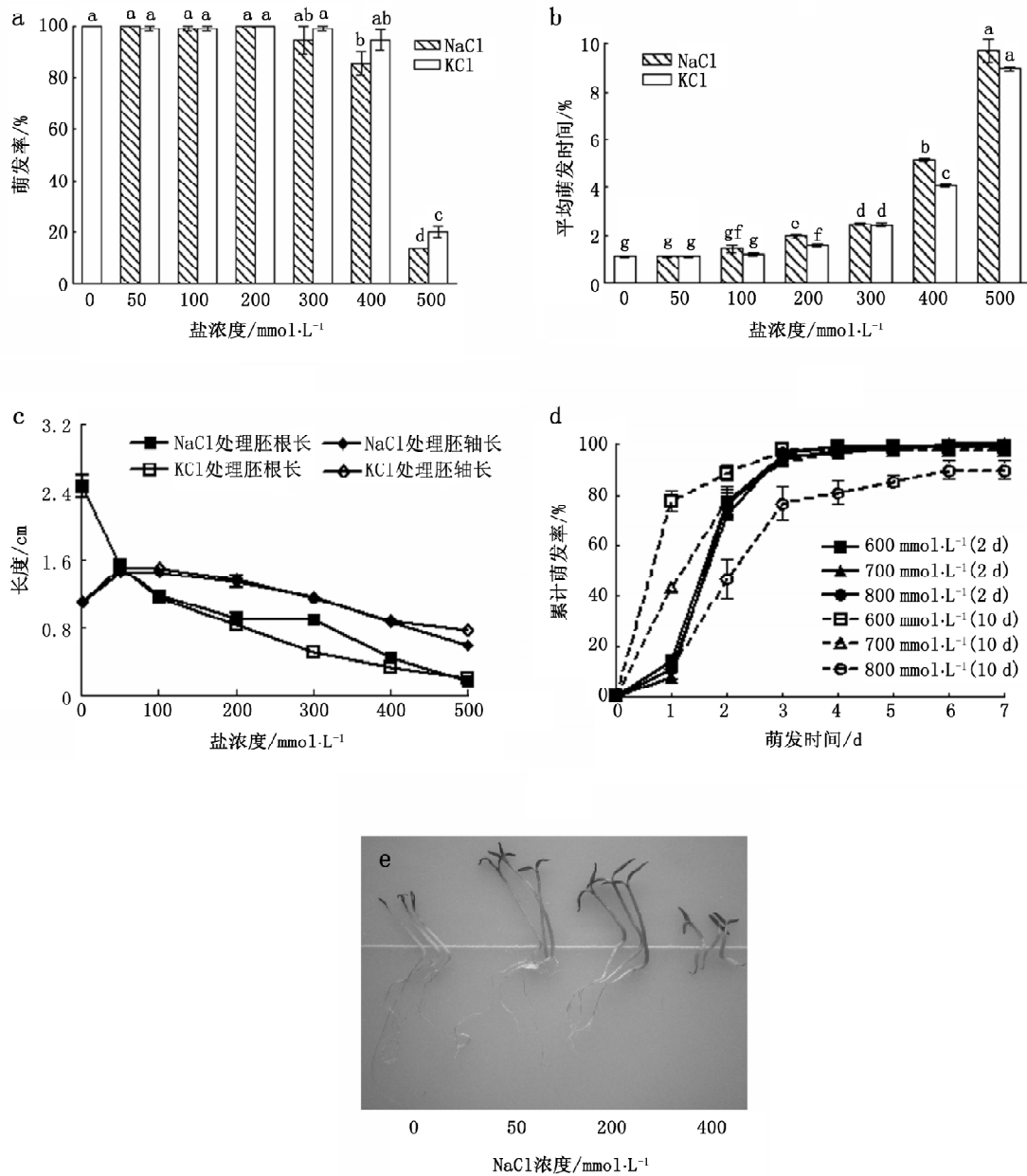


图5 不同盐处理对灰绿藜种子萌发和幼苗生长的影响

a: 不同浓度NaCl和KCl处理下的萌发率; b: 不同浓度NaCl和KCl处理下的平均萌发时间; c: 不同浓度NaCl和KCl处理15 d幼苗的胚根和胚轴长; d: 高浓度NaCl分别处理2 d和10 d的种子转入300 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl溶液后的萌发情况; e: NaCl处理后生长15 d的幼苗。图中不同字母表示处理间差异显著( $P < 0.05$ )。

5-c), 50~200 mmol·L<sup>-1</sup> 盐处理的幼苗子叶生长明显优于不做盐处理的(图 5-e)。这些结果初步表明, 低浓度的盐对幼苗生长有促进作用。此外 600、700、800 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 处理的种子均不能萌发, 但将这些经过不同浓度 NaCl 分别处理 2 d 和 10 d 的种子转入 300 mmol·L<sup>-1</sup> NaCl 溶液中后第一天就开始萌发, 且盐处理时间越长萌发越快(图 5-d)。分析其部分原因可能是由于盐激(salt priming)所累积的对细胞膜和DNA的修复效应所造成(Gutterman 和 Shem-Tov 1997)。

根据本文结果可以得出以下结论。

(1)通常情况下盐生植物能够耐受NaCl胁迫而不能耐受相同浓度的KCl胁迫(Eshel 1985), 但盐生植物灰绿藜在种子萌发阶段对NaCl和KCl(≤500 mmol·L<sup>-1</sup>)的耐受力无显著差异, 这与同科其他盐生植物对这两种盐的响应不同, 具体原因还有待深入研究。

(2)灰绿藜种子萌发过程中对温度和水分的适应范围较广, 对盐的耐性较高, 这些都反映它对新疆干旱区逆境的适应特征。在新疆早春至夏初, 有较多的融雪水和雨水, 气温回升, 昼夜温差大, 此时地表盐分较低, 灰绿藜种子由陆续萌发到大量萌发并有部分成苗; 而进入夏季以后, 温度急剧升高, 降水减少, 光照强烈, 地表蒸发量急剧增大, 土壤上层水分骤降, 地表盐分开始大量积累(郗金标等2006)。从本文结果可推测, 即使在这样的环境条件下, 如果少量降雨, 就有部分种子能够萌发, 而且在较高温度(35 °C)和较高盐分(200~400 mmol·L<sup>-1</sup>)的条件下, 灰绿藜种子萌发率及幼苗生长状态仍然良好。而且灰绿藜种子没有休眠期, 种子成熟后只要环境条件适宜, 便能立即萌发, 这些特性常导致灰绿藜种子萌发持续时间较长, 从而可以补充由于无法预测的环境因素造成种群中植株数量的不足。本文中在新疆干旱区特殊的环境条件下灰绿藜种子的萌发特性, 显示出其在种子萌发及早期幼苗阶段对生

境有高度的适应性。

## 参考文献

- 段德玉, 刘小京, 冯凤莲, 李存楨(2004). 盐分和水胁迫对盐生植物灰绿藜种子萌发的影响. 植物资源与环境学报, 13 (1): 7~11
- 段德玉, 刘小京, 李存楨(2005). 不同盐分与水胁迫对灰绿藜种子萌发效应研究. 中国生态农业学报, 13 (2): 79~81
- 黄志伟, 彭敏, 陈桂琛, 史萍(2001). 青海湖盐碱湿地灰绿藜叶的形态解剖学研究. 西北植物学报, 21 (6): 1199~1203
- 蒋刚强, 曾幼玲, 张富春(2007a). 灰绿藜幼嫩花序的组织培养及植株再生. 植物生理学通讯, 43 (2): 328
- 蒋刚强, 曾幼玲, 张富春(2007b). 灰绿藜的组织培养与快速繁殖. 武汉植物学研究, 25 (4): 413~416
- 李金耀, 马纪, 蔡伦, 王艳, 张富春(2005). 灰绿藜和碱蒿 *NHX* 基因 3'-UTR 序列的差异性分析. 植物生理学通讯, 41 (2): 219~223
- 刘志民, 蒋德明, 高红瑛(2003). 植物生活史繁殖对策与干扰关系的研究. 应用生态学报, 14 (3): 418~422
- 刘志民, 李荣平, 李雪华, 骆永明, 王红梅, 蒋德明, 南寅镐(2004). 科尔沁沙地 69 种植物种子重量比较研究. 植物生态学报, 28 (2): 225~230
- 郗金标, 张福锁, 田长彦(2006). 新疆盐生植物. 北京: 科学出版社
- 张勇, 薛林贵, 高天鹏, 晋玲, 安黎哲(2005). 荒漠植物种子萌发研究进展. 中国沙漠, 25 (1): 106~112
- 赵可夫, 李法曾(2005). 中国盐生植物. 北京: 科学出版社
- 宗文杰, 刘坤, 卜海燕, 徐秀丽, 武高林(2006). 种子大小变异模型及种子大小对阿尔卑斯山牧地 51 种菊科植物的影响. 兰州大学学报(自然科学版), 42 (5): 52~55
- Eshel A (1985). Responses of *Suaeda aegyptiaca* to KCl, NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Physiol Plant*, 64: 308~315
- Gutterman Y, Shem-Tov S (1997). Mucilaginous seed coat structure of *Carrichtera annua* and *Anastatica hierochuntica* from the Negev Desert highlands of Israel and its adhesion to the soil crust. *J Arid Environ*, 35: 695~705
- Susana RG, Enrique MN, Jesus C, Teresa LM, Enrique F, Anthony JD, Cambrolle J (2008). Carry-over of differential salt tolerance in plants grown from dimorphic seeds of *Suaeda splendens*. *Ann Bot*, 102: 103~112
- Thompson K, Band SR, Hodgson JG (1993). Seed size and shape predict persistence in soil. *Funct Ecol*, 7: 236~241
- Ungar IA (1995). Seed germination and seed-bank ecology in halophytes. In: Kigel J, Galili G (eds). *Seed Development and Germination*. New York: Marcel Dekker