

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201407008

王涛,李文爽,刘世勇,等. 朱唇种子吸水特性及其在干旱胁迫下萌发特性[J]. 广西植物, 2016, 36(4):430-434

WANG T, LI WS, LIU SY, et al. Water absorption properties of *Salvia coccinea* seed and its germination characteristics under drought stress[J]. Guihaia, 2016, 36(4):430-434

朱唇种子吸水特性及其在干旱胁迫下萌发特性

王涛, 李文爽, 刘世勇, 李亚波, 张利*

(四川农业大学 理学院, 四川 雅安 625014)

摘要: 种子粘液质是植物在长期适应环境过程中形成的, 该物质对于种子的扩散、定居、生存力的改善、萌发、幼苗生存乃至抵御有毒化学物质毒害等都具有重要的生态学意义。朱唇为唇形科鼠尾草属多年生草本植物, 原产美洲热带地区, 现已广泛栽植于世界各地。为了理解朱唇种子表面的粘液物质吸水特性和种子在干旱胁迫下的萌发特性, 该研究以朱唇种子为材料, 运用光学显微镜和扫描电子显微镜观察以及种子萌发试验的方法, 对种子和粘液层的形态结构、粘液质对种子萌发的影响进行了研究。结果表明: 朱唇种子为卵形, 表面为负网状结构, 千粒重为(1.611±0.0084) g, 无粘液种子吸水倍数为 3, 粘液种子吸水倍数为 25, 粘液层吸水倍数为 122。粘液和无粘液种子及粘液层的重量都随吸水时间的延长而增长, 但脱水过程要远长于吸水过程。朱唇种子吸水 2 h 达到饱和, 经过 36 h 可干燥失水恢复原重。不同浓度 PEG 对朱唇种子的萌发均有影响, 发芽势随 PEG 浓度升高而显著降低。朱唇种子在 5%PEG 胁迫下发芽率最高达(90.00±8.66)%, 20%PEG 胁迫下发芽率最低为(76.67±10.41)%, 低浓度 PEG 对朱唇种子萌发有一定促进作用。这说明朱唇种子为速萌型种子, 其粘液质在种子吸水过程中起到举足轻重的作用, 能保证短时间内有充足的水分供其萌发。

关键词: 朱唇, 种子, 粘液, 萌发

中图分类号: Q945.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2016)04-0430-05

Water absorption properties of *Salvia coccinea* seed and its germination characteristics under drought stress

WANG Tao, LI Wen-Shuang, LIU Shi-Yong, LI Ya-Bo, ZHANG Li*

(College of Sciences, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China)

Abstract: Producing mucilage is a survival strategy of plants that formed in the long-term process of their environment adaptation, and the seeds producing mucilage are called mucilaginous seeds or mucus propagule. Studies show that mucilage has important ecological significance for the dispersal, settlement, viability improvement, germination, survival of seedlings and even the resistance toward the poisoning of toxic chemicals of seeds. *Salvia coccinea* is a perennial herb (Lamiaceae; *Salvia*) originating in the tropical regions of the American continent. Due to its high medicinal and ornamental value, *S. coccinea* is widely cultivated throughout the world. In order to understand the water absorption

收稿日期: 2014-10-04 修回日期: 2014-12-27

基金项目: 国家星火计划项目(2014GA810004); 四川省科技支撑计划项目(2014GA810004); 四川省农业科技成果转化项目(14NZ0018); 四川省科技型中小企业技术创新基金(13CX02806098); 国家科技部科技型中小企业技术创新基金(12C26215105863) [Supported by the National spark Plan of China(2014GA810004); Technology R & D Program of Sichuan(2014GA810004); Sichuan Fund for Agricultural Scientific and Technological Achievement Transformation(14NZ0018); Sichuan Technological Innovation Foundation for Small and Medium Enterprises(13CX02806098); Technological Innovation Foundation for Small and Medium Enterprises of Ministry of Science and Technology(12C26215105863)]。

作者简介: 王涛(1986-), 男, 天津人, 在读博士生, 主要从事植物分类学和植物生理生化研究, (E-mail) wangtaotjau@hotmail.com。

*通讯作者: 张利, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事植物资源评价与利用研究, (E-mail) zhang8434@sina.com。

properties of mucilage on the seeds of *S. coccinea* and germination characteristics of *S. coccinea* seed under drought stress. In the present study, seeds of *S. coccinea* were studied on the morphology and water absorption of seed coat mucilage and seed germination under the drought stress which was created with different concentrations of PEG. The study methods were light micro-scope, scanning electron microscopy observation and seed germination test. The results showed that seeds of *S. coccinea* were spherical; 1 000-grains weight of the seeds was (1.611 ± 0.0084) g; seeds without mucilage were able to absorb an amount of water of 3 times of their own dry weights; seeds were 25 times of their own dry weights; mucilage was 122 times of its own dry weight. The results indicated that the weights of mucilaginous seeds, non-mucilaginous seeds and mucilage layer increased with the extension of time, but the process of dehydration was much longer than that of absorption. Water absorption of the seeds reached saturation 2 h after watering, and the water saturated seeds were dehydrated to their original dry weights in 36 h after being exposed to air at room temperature. PEG of different concentrations had various impacts on the seed germination of *S. coccinea*, and the germination potential decreased significantly with the increase of PEG concentration. Seed germination rate was as high as $(90.00 \pm 8.66)\%$ under 5% PEG and as low as $(76.67 \pm 10.41)\%$ under 20% PEG. In conclusion, *S. coccinea* seeds are characterized by fast germination. Mucilage plays a decisive role in the water absorption process of seeds and ensures sufficient moisture supply for seed germination in a short time.

Key words: *Salvia coccinea*, seed, mucilage, germination

种子产生粘液质是植物在长期适应环境过程中形成的一种生存对策,这种产生粘液的种子称为粘液繁殖体或粘液种子(袁军文和兰海燕,2011)。粘液物质对于种子的扩散、定居、生存力的改善、萌发、幼苗生存乃至抵御有毒化学物质毒害等都具有重要的生态学意义(伍晨曦等,2009)。目前,对粘液种子的研究以十字花科(Brassicaceae)、车前科(Plantaginaceae)和菊科(Asteraceae)等荒漠植物为主(Gutterman & Shem, 1997; 刘志民等, 2004; 刘志民等, 2005; 谷丽丽等, 2008; 宋明方等, 2009; 伍晨曦等, 2009)。此外,唇形科(Lamiaceae)很多植物都具有粘液种子,鼠尾草属(*Salvia* L.)是包含粘液种子物种最为丰富的属,也是当今研究的热点属之一(Hedge, 1970; Oran, 1997; 孙群等, 2003, 2004; Hatice et al, 2011; Muñoz et al, 2012)。

朱唇(*Salvia coccinea*)为唇形科(Lamiaceae)鼠尾草属多年生草本植物,原产美洲热带地区(Ersin et al, 2009)。由于朱唇具有治疗血崩、高热和腹痛不适的功效,并且花色艳丽、观赏周期长、易栽培而广泛栽植于世界各地,在我国云南南部及东南部已逸为野生(Li & Hedge, 1994)。朱唇种子为典型的粘液种子,但目前国内外未见对其进行相关的研究。本文以朱唇种子为材料,通过探讨其形态特征、粘液吸水特性及聚乙二醇(PEG)模拟干旱胁迫下种子的萌发情况,以期为朱唇规范化种植提供理论依据,也为鼠尾草属植物粘液种子的研究提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

朱唇种子采自四川农业大学鼠尾草种质资源圃,凭证标本藏于四川农业大学生命科学学院植物标本馆(SAU),编号WT20110601。

1.2 方法

1.2.1 种子预处理 一部分种子在去离子水中浸泡2 h,然后用湿纱布磨去表面的粘液层,60 ℃烘干,即得无粘液种子;另一部分种子60 ℃烘至恒重,称为粘液种子。

1.2.2 种子形态特征的观察 采用游标卡尺测量种子的长和宽。取干燥种子,置于离子溅射仪中喷金镀膜,在JSM-5900LV型扫描电镜下观察、照相。分别取粘液及无粘液种子,在去离子水中浸泡3 h,待吸水饱和后连同未浸泡的种子一起置于体视显微镜下观察、拍照。种子形态特征描述参考刘长江等(2004)规定的术语。

1.2.3 种子重量 称量不同状态种子100粒 \times 8次,计算平均值(Vanesa et al, 2008)。各特征值计算公式如下:粘液层重量=粘液种子重量-无粘液种子重量;无粘液种子吸水倍数=(无粘液种子吸水饱和后重量-无粘液种子重量)/无粘液种子重量;粘液种子吸水倍数=(种子吸水饱和后重量-种子重量)/种子重量;粘液层吸水倍数=(种子吸水饱和后重量-无粘液种子吸水饱和后重量)/粘液层重量。重量单

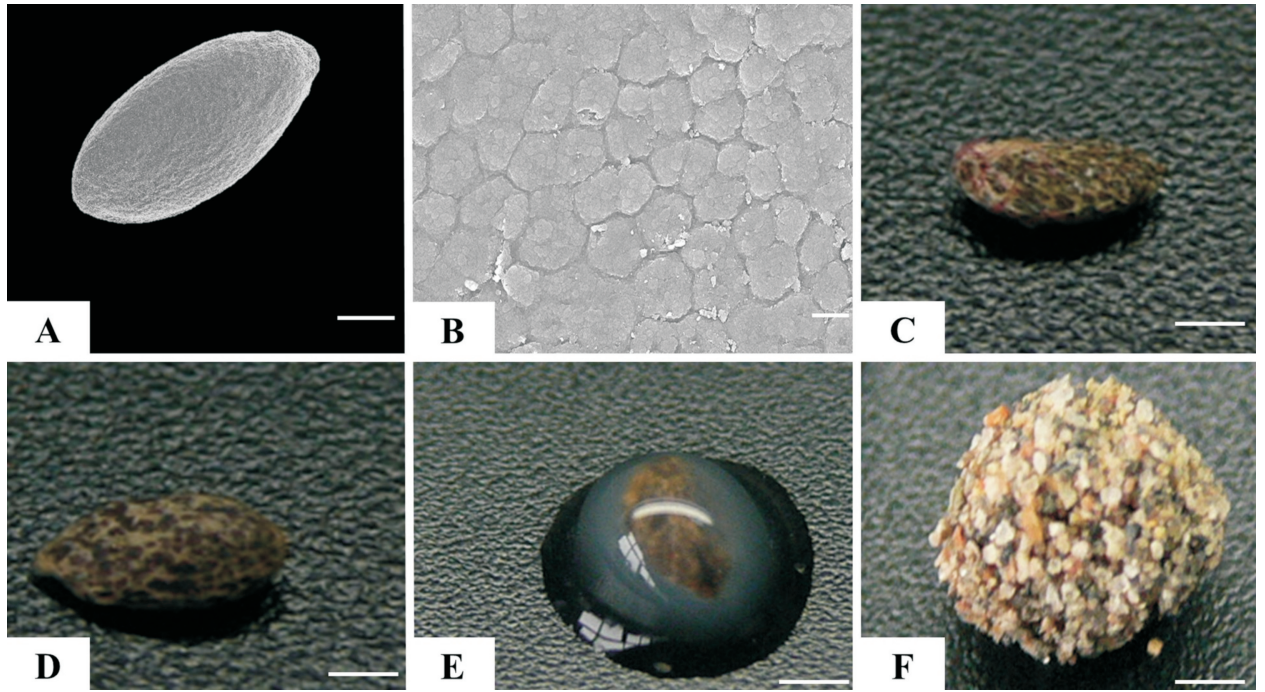


图 1 不同状态下的种子 A. 全貌(比例尺=500 μm); B. 表面(比例尺=10 μm); C. 自然干燥的种子(比例尺=1 cm); D. 无粘液种子吸水后(比例尺=1 cm); E. 粘液种子吸水后的(比例尺=1 cm); F. 粘附沙子(比例尺=1 cm)。

Fig. 1 Appearances of seed under different conditions A. Appearance of the seed (Bar=500 μm); B. Surface of the seed under electron microscope (Bar=10 μm); C. Dry seed (Bar=1 cm); D. Seed without mucilage after water absorption (Bar=1 cm); E. Seed with mucilage after water absorption (Bar=1 cm); F. Seed with sand mucilage after water absorption (Bar=1 cm).

位为 g, 吸水倍数取整数位。

1.2.4 吸水和脱水动态特征的观察 按照伍晨曦等(2009)的方法。绘制种子和粘液层的吸水和脱水动态图。

1.2.5 干旱胁迫对种子萌发影响的测定 采用聚乙二醇(PEG-6000, 分析纯)模拟干旱条件测定种子的发芽势和发芽率。设置聚乙二醇浓度梯度为 5%、10%、20%, 蒸馏水做对照(CK)。将种子 20 粒置于铺有 2 层滤纸的培养皿内, 加入 5 mL 不同浓度的聚乙二醇溶液, 每 2 d 更换 1 次滤纸, 25 $^{\circ}\text{C}$ 暗培养。每 2 d 记录萌发数量, 以露出胚根 2 mm 为萌发标准, 并移走已经萌发的种子, 连续 3 d 无新萌发即视为萌发结束。计算不同处理下种子的发芽势和发芽率。计算公式如下:

发芽势(%) = 2 d 内发芽数/20 粒 \times 100%; 发芽率(%) = 发芽总数/20 粒 \times 100%

1.3 数据分析

试验数据以平均值 \pm 标准误表示, 应用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 统计软件进行计算和做图, 采用 Duncan 氏法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 种子形态及粘液

朱唇种子为卵形(图 1:A), 表面光滑无毛, 棕色有深褐色斑点, 长度为(1.75 ~ 2.82) mm, 平均(2.49 \pm 0.26) mm, 宽度为(1.15 ~ 1.38) mm, 平均(1.28 \pm 0.06) mm, 长宽比为 1.95。扫描电镜结果显示其表皮纹饰为负网状结构(图 1:B)。体视显微镜下观察粘液和无粘液种子发现它们在未吸水时无明显区别; 无粘液种子在吸水后仅体积略膨大, 外形与干燥种子无明显区别(图 1:C、D); 粘液种子吸水后体积明显增大且表面被乳白色半透明的粘液包裹(图 1:E), 萌发孔处略向内凹。为了表明种子粘液具有较强的粘性, 将吸水后的粘液种子置于细沙中翻滚, 从图 1:F 可以发现种子完全被沙子包裹, 表明粘液粘性较强。

2.2 种子重量

称重结果表明, 朱唇种子在不同状态下重量不尽相同。无粘液种子为[(0.0011 \pm 7.64) \times 10⁻⁶] g, 吸

水饱和后为 (0.0042 ± 0.0002) g; 粘液种子为 $[(0.0014 \pm 1.76) \times 10^{-5}]$ g, 吸水饱和后为 (0.0355 ± 0.0035) g; 种子千粒重为 (1.611 ± 0.0084) g; 粘液层为 $[(0.0003 \pm 1.01) \times 10^{-5}]$ g。粘液层占粘液种子质量的 18.57%, 但吸水量却占粘液种子总吸水量的 88.61%。无粘液种子吸水倍数为 3, 粘液种子吸水倍数为 25, 粘液层吸水倍数为 122。

2.3 种子及粘液层吸水 and 脱水动态特征

粘液和无粘液种子及粘液层的重量都随吸水时间的延长而增长。粘液种子和粘液层在 2 h 内迅速吸水, 2 h 后重量不再增加。无粘液种子在 40 min 内迅速吸水, 1 h 后达到饱和, 此后重量不再增加(图 2)。粘液和无粘液种子及粘液层的脱水试验基本就是吸水试验的反转, 但是脱水过程要远长于吸水过程。其中粘液种子和粘液层在 12 h 内脱水, 12~36 h 缓慢脱水至干燥。无粘液种子脱水迅速, 2 h 就能达到干燥(图 3)。

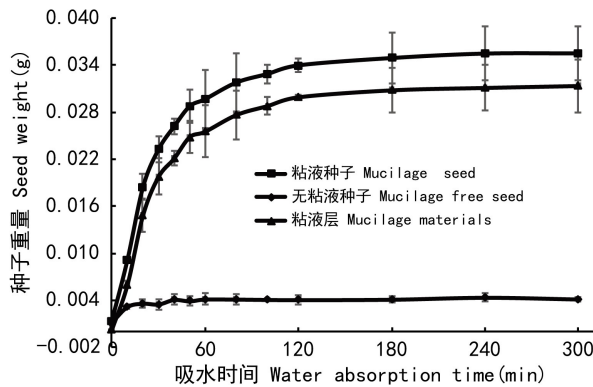


图 2 种子及粘液层吸水动态曲线

Fig. 2 Time-course of water suction of seed and the mucilage

2.4 干旱胁迫对种子萌发的影响

结果表明, 不同浓度 PEG 对朱唇种子的萌发均有影响(图 4)。发芽势随 PEG 浓度升高而显著降低(表 1), CK 和 5% PEG 的发芽势最高达 $(85.00 \pm 10.00)\%$ 和 $(71.67 \pm 2.89)\%$, 10%、20% PEG 发芽势分别为 $(43.33 \pm 10.41)\%$ 和 0%, 表明 PEG 明显阻碍了朱唇种子的萌发。根据发芽率试验结果发现 PEG 胁迫对朱唇种子的发芽势无显著影响, 5% PEG 下发芽率最高达 $(90.00 \pm 8.66)\%$, CK、10%、20% PEG 下发芽率分别为 $(88.33 \pm 5.77)\%$ 、 $(86.67 \pm 5.77)\%$ 和 $(76.67 \pm 10.41)\%$, 表明种子粘液对调节发芽有一定影响。朱唇种子在不同程度干旱胁迫下萌发速率不同, 从图 4 看出随着干旱胁迫程度的增

强种子萌发时间也随之滞后, 且发芽势和发芽率也有不同程度的下降趋势。

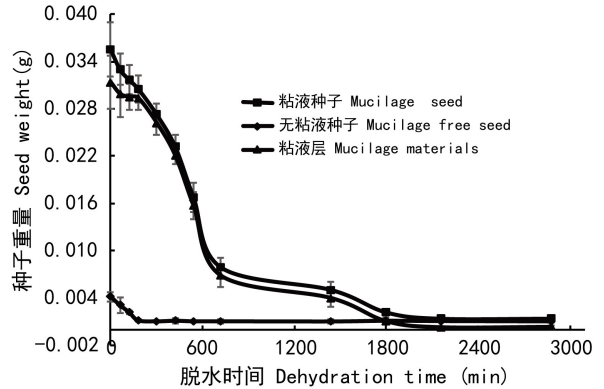


图 3 种子及粘液层脱水动态曲线

Fig. 3 Time-course of dehydration process of seed and the mucilage

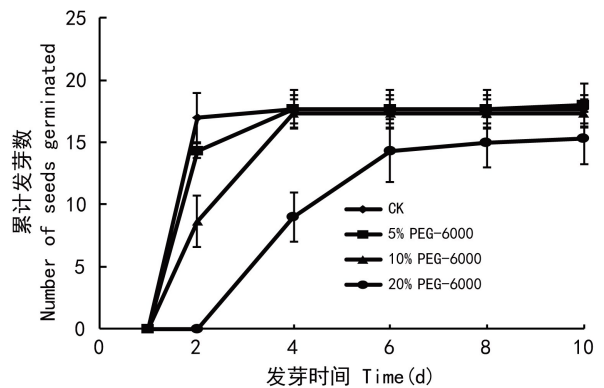


图 4 PEG 对朱唇种子萌发的影响

Fig. 4 Drought stress effects on germination of seed

表 1 不同 PEG 浓度处理下朱唇种子的发芽势和发芽率

Table 1 Effects of concentration of PEG on germination vigor and germination rate of *S. coccinea* seeds

PEG-6000	发芽势	发芽率
	Germination vigor (%)	Germination rate (%)
CK	85.00±10.00A	88.33±5.77A
5%	71.67±2.89A	90.00±8.66A
10%	43.33±10.41B	86.67±5.77A
20%	0.00±0.00C	76.67±10.41A

注: * 不同字母表示差异极显著 ($\alpha=0.01$)。

Note: Different letters present significant differences ($\alpha=0.01$).

3 讨论

朱唇原产美洲热带地区, 该地区属于热带草原

气候。粘液种子无疑为克服这种恶劣气候提供了有利条件。本研究发现虽然粘液层仅占种子质量的18.57%,但其吸水量却占到种子总吸水量的88.61%,粘液层对种子吸水的贡献之大是普通种子所不具备的,也是其适应干旱条件下最重要的保障。此外,种子在吸水后粘液层迅速膨胀,并且这种粘液会黏附周围的沙石,使其体积和重量都大大增加,这一现象可能对防止昆虫的啃食和被风吹动有重要的意义,保证了种子的发芽和成活(黄振英等,2001;Gutterman,1993)。

鼠尾草属是唇形科中最大的属,主要分布于中南美洲(约500种)、西亚-地中海沿岸(约200种)和东亚(约100种)(Walker et al,2004)的热带至亚热带的干旱或高原地区,该区域只有雨季和旱季,雨季天气变化无常,旱季干燥炎热,种子要萌发就需要在短时间内大量吸水且保水时间相对较长。这种特性在鼠尾草属植物(孙群等,2003,2004;刘丽等,2006;Muñoz et al,2012)及其他干旱区植物(黄振英等,2001;伍晨曦等,2009)中已有发现。朱唇也是如此:种子吸水至饱和仅需2h,而脱水至干燥则要36h。但这种特性的产生是因环境变化而来,还是因有此特性而适应更广阔的地理范围,还需结合生物地理学和该属的系统发育做进一步研究。

水分是种子萌发的必要条件,也是划分气候类型的主要指标(Gutterman,1993)。本文采用PEG模拟干旱条件测定朱唇种子的发芽势和发芽率,研究发现朱唇种子在正常水分供给条件下萌发时间短且出苗一致,这与小车前(*Plantago minuta*)(伍晨曦等,2009)等速萌型种子发芽情况一致。随着胁迫程度的增加种子发芽变得滞后,但CK和5%聚乙二醇条件下种子的发芽势差异不显著,这可能与粘液物质有调节萌发的作用有关(黄振英等,2001;Gutterman,1993)。本研究还发现,5%聚乙二醇有促进朱唇种子发芽的特点,这与同属植物丹参(孙群等,2003,2004)相似,也为朱唇的播种育苗提供一个有利手段。

综上所述,本文系统地研究了朱唇种子和粘液质吸水 and 脱水特性以及干旱胁迫下发芽特性,结果表明朱唇种子为速萌型种子其粘液质在种子吸水过程中起到举足轻重的作用,保证短时间内能有充足的水分供其萌发,低浓度PEG对朱唇种子萌发具有促进作用。

参考文献:

- ERSIN K, ISMET U, MUSA D, 2009. Cultivated *Salvia* species in Turkey [J]. *Biol Divers Conserv*, 2(1): 71-77
- GU LL, LIU LH, YOU TY, et al, 2008. Characterization of the seed coat mucilage properties of ephemeral plant *Lepidium perfoliatum* L. in Xinjiang [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 28(12): 2451-2460. [谷丽丽, 刘立鸿, 油天钰, 等, 2008. 新疆短命植物抱茎独行菜种子粘液质特性的研究 [J]. *西北植物学报*, 28(12): 2451-2460.]
- GUTTERMAN Y, 1993. Seed germination in desert plants [M]. Berlin: Springer-verlag: 165-175.
- GUTTERMAN Y, SHEM TS, 1997. Mucilaginous seeds coat structure of *Carrichtera annua* and *Anastafia hierochuntica* form populations occurring in the Negev Desert highlands of Israel, and its adhesion to the soil crust [J]. *J Arid Environ*, 35: 697-705.
- HATICE NB, AHMET K, HATICE C, et al, 2011. Mericarp micro-morphology and anatomy of *Salvia hedgeana* Dönmez, *S. huberi* Hedge and *S. rosifolia* Sm. (section *Salvia* Hedge, Lamiaceae) [J]. *Acta Bot Croat*, 70(1): 65-80.
- HEDGE IC, 1970. Observations on the mucilage of *Salvia* fruits [J]. *Notes Roy Bot Gard Edinburgh*, 30: 79-95.
- HUANG ZY, GUTTERMAN Y, HU ZH, et al, 2001. Seed germination in *Artemisia sphaerocephala* I the structure and function of the mucilaginous achene [J]. *Acta Phytoecol Sin*, 25(1): 22-28. [黄振英, GUTTERMAN Y, 胡正海, 等, 2001. 白沙蒿种子萌发特性的研究 I 粘液瘦果的结构和功能 [J]. *植物生态学报*, 25(1): 22-28.]
- LI HW, HEDGE IC, 1994. *Flora of China* [M]. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 17: 196-223.
- LIU CJ, LIN Q, HE JX, 2004. Methods and terminology of study on seed morphology from China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 24(1): 178-188. [刘长江, 林祁, 贺建秀, 2004. 中国植物种子形态学研究方法和术语 [J]. *西北植物学报*, 24(1): 178-188.]
- LIU L, GUO QS, WANG YP, et al, 2006. Study on characteristics of seed germination of *Salvia officinalis* [J]. *Chin J Chin Mat Med*, 31(19): 1587-1589. [刘丽, 郭巧生, 王云鹏, 等, 2006. 药用鼠尾草种子萌发特性的初步研究 [J]. *中国中药杂志*, 31(19): 1587-1589.]
- LIU ZM, YAN QL, LUO YM, et al, 2004. A comparative study on mucilaginous diaspores of four plant species [J]. *Chin J Appl Ecol*, 15(10): 1869-1872. [刘志民, 阎巧玲, 骆永明, 等, 2004. 四种植物粘液繁殖体粘液的比较研究 [J]. *应用生态学报*, 15(10): 1869-1872.]
- LIU ZM, YAN QL, LUO YM, et al, 2005. Screening on myxospermy of 124 species occurring on the sandy habitats of Western Horqin Steppe [J]. *J Des Res*, 25(5): 716-721. [刘志民, 阎巧玲, 骆永明, 等, 2005. 科尔沁沙地124种天然植物粘液繁殖体的甄别 [J]. *中国沙漠*, 25(5): 716-721.]
- MUÑOZ LA, COBOS A, DIAZ O, et al, 2012. China seeds: micro-structure, mucilage extraction and hydration [J]. *J Food Eng*, 108(1): 216-224.
- ORAN SA, 1997. Nutlet anatomy of the genus *Salvia* L. in Jordan [J]. *Flora Mediterr*, 7: 27-40.
- SONG MF, LIU HL, ZHANG DY, et al, 2009. Screening and (下转第442页 Continue on page 442)