

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201402005

高刚,王茜,苟学梅等. 披碱草属及其近源属植物种子胚乳细胞多样性研究[J]. 广西植物, 2015, 35(2):173-177

Gao G, Gou XM, Wang Q et al. Diversity of endosperm cells in *Elymus* and related diploid genera[J]. *Guihaia*, 2015, 35(2):173-177

披碱草属及其近源属植物种子胚乳细胞多样性研究

高刚,王茜,苟学梅,张艳,唐紫琳,杨瑞武*

(四川农业大学 生命科学院, 四川雅安 625014)

摘要: 披碱草属不仅是小麦、大麦等作物的重要基因库,也是优良牧草的重要组成部分。胚乳是麦类作物种子的重要组成部分,其重量占籽粒重量在90%以上。胚乳特性是一个相对稳定的遗传性状,可以将胚乳特性作为植物分类和系统关系的一个指标。胚乳细胞特征作为植物的一类微形态特征,在麦类植物系统分类与进化研究中具有一定的价值。该研究对小麦族的6个披碱草属(*Elymus*)物种、2个拟鹅观草属(*Pseudoroegneria*)物种、1个大麦属(*Hordeum*)物种和2个冰草属(*Agropyron*)物种,共4属11份材料的胚乳细胞特征进行解剖观察并测量相关指标。结果表明:(1)不同属、种的植物种子胚乳细胞之间存在丰富的多样性,属间差异大于属内种间差异;(2)同样具有P染色体组的*Agropyron cristatum*和*A. mongolicum*与同样具有St染色体组的*Pseudoroegneria libanotica*和*P. spicata*各自在细胞形状和大小上的差异很小;(3)不同物种的胚乳细胞在大小、形状和数量上均表现出差异,但不能很好地反映属以及基因组间的差异,研究结果为揭示披碱草属植物的系统关系提供了胚乳细胞方面的证据,同时也为利用该属植物改良麦类作物品质积累资料。

关键词: 小麦族;披碱草属;胚乳细胞;多样性

中图分类号: Q944.46 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)02-0173-05

Diversity of endosperm cells in *Elymus* and related diploid genera

GAO Gang, WANG Qian, GOU Xue-Mei, ZHANG Yan, TANG Zi-Lin, YANG Rui-Wu*

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

Abstract: *Elymus* L. is not only an important gene pool for crops, such as wheat and barley, but also an important part of fine forages. The endosperm is an important part to seeds of cereal crops and the weight of endosperm is more than 90% in cereal crops seeds. The endosperm characteristics is a relatively stable genetic character, which can be used as an indicator to research plant classification and phylogenetic relationships. As the kind of micro morphological characteristics of plants, the endosperm characteristics is valuable in phylogeny of Triticeae. To provide evidence of the endosperm cells for reveal the phylogenetic relationships of *Elymus* species, as well as accumulate data for use the genus improve the quality of wheat and barley. The endosperm cells of 11 Triticeae species which belong to 6 *Elymus* species, 2 *Pseudoroegneria* species, 1 *Hordeum* species or 2 *Agropyron* species, were surveyed in this paper. The results were as follows: (1) Significant variations existed in the size, forms and quantity of endosperm cells in those species; (2) The cell shape and size existed small variations in *Agropyron cristatum* (P), *A. mongolicum* (P) and *Pseudoroegneria libanotica* (St), *P. spicata* (St), respectively; (3) The differences in genera were smaller than those in species, indicating that the

收稿日期: 2014-04-28 修回日期: 2014-06-27

基金项目: 国家自然科学基金(30870154)

作者简介: 高刚(1987-),男,四川雅安人,博士研究生,从事植物系统与进化研究,(E-mail) gaogang870522@163.com。

*通讯作者: 杨瑞武,博士,教授,主要从事植物系统与进化研究,(E-mail) yrwu@sicau.edu.cn。

characters of endosperm cells had less value in the systematic studies of those genera than in the studies of those species in Triticeae.

Key words: Triticeae; *Elymus*; endosperm cell; diversity

披碱草属 (*Elymus* L.) 是禾本科 (Poaceae) 小麦族 (Triticeae Dumortier) 的一个重要多年生属。中国植物志记载我国有 12 种 1 变种, 主要分布于西北、华北、东北及西南地区 (郭本兆等, 1987)。该属植物有两个基因组组成 StH 和 StYH, St 基因组与拟鹅观草属 (*Pseudoroegneria* Löve) 的 St 基因组同源 (Jesen, 1989; Lu, 1994), 其 H 基因组与大麦属 (*Hordeum* L.) 的 H 基因组同源 (Lu, 1990), 而 Y 基因组的来源不清楚 (Lu, 1993)。该属植物的多数物种为草原和草甸的主要组成成分, 许多种类是优良的牧草, 具有较高的饲用价值。由于披碱草属植物常生长在盐碱地以及干旱和半干旱的山坡、地埂, 有些物种对寒冷、干旱、盐碱土等不良环境具有高度的适应性。同时, 有些披碱草属物种还具有抗病、抗虫、高产、优质等优良特性。因此, 作为现在和将来麦类作物育种的重要三级基因源, 披碱草属植物对于改良遗传基础日益狭窄的麦类作物来说具有重要的意义 (董玉琛, 1992)。

胚乳是麦类植物种子的重要组成部分, 胚乳细胞特征作为植物的一类微形态特征, 在麦类植物系统分类与进化研究中具有一定的价值。蔡联炳等 (1991) 将胚乳淀粉粒作为一个指标, 分析了我国大麦属 (*Hordeum* L.) 和小麦属 (*Triticum* L.) 的分类与演化。蔡联炳 (2000) 将胚乳细胞的形态差异应用于鹅观草属 (*Roegneria* C. Koch) 植物的系统与进化研究, 发现胚乳细胞的大小、形状、数量以及反映丰厚程度的长宽比不仅具有类群鉴定的价值, 而且可以作为推证类群演化关系的旁证。杨瑞武等 (2004) 对赖草属 (*Leymus* Hochst.) 21 个种的胚乳细胞形态特征进行研究, 表明赖草属植物种子胚乳细胞存在丰富的多样性, 其胚乳细胞的特征具有同属分种的意义。刘静等 (2007) 对小麦族狍草属 (*Hystrix* Moench) 及其近缘属共 6 属 20 个种的胚乳细胞形态特征进行解剖观察, 发现不同属、种植物种子胚乳细胞存在丰富的多样性, 但不能很好地反映种以上的组、属以及基因组间的差异。王晓丽等 (2008) 对小麦族含 StH, St 和 H 基因组的 16 个物种的胚乳细胞特征进行研究, 结果表明不同属、种植物种子胚乳细胞存在丰富的多样性, 不同物种的胚

乳细胞在大小、形状和数量上均表现出差异, 但不能很好地反映属以及基因组间的差异。本研究解剖观察了披碱草属、拟鹅观草属、大麦属和冰草属的 11 个物种的胚乳细胞特征, 旨在探讨属间及种间种子胚乳细胞的形态多样性, 为揭示披碱草属植物的系统关系提供胚乳细胞方面的证据, 同时也为利用该属植物改良麦类作物品质积累资料。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料为小麦族 4 个属的 11 个物种 (表 1)。所有供试材料由美国国家种质资源库 (National Germplasm Repositories, USA) 提供。

表 1 供试材料
Table 1 The survey material

序号 No.	种名 Species	基因组 Genome	编号 Accession	来源 Origin
1	<i>Elymus breviaristatus</i>	StYH	PI 504445	中国内蒙古 Inner Mongolia, China
2	<i>E. canadensis</i>	StH	PI 236808	中国内蒙古 Inner Mongolia, China
3	<i>E. dahuricus</i>	StYH	PI 499437	中国 China
4	<i>E. excelsus</i>	StYH	PI 504454	中国青海 Qinghai, China
5	<i>E. nutans</i>	StYH	PI 504459	中国内蒙古 Inner Mongolia, China
6	<i>E. sibiricus</i>	StH	PI 499463	中国 China
7	<i>Agropyron cristatum</i>	P	PI 632509	土耳其 Turkey
8	<i>A. mongolicum</i>	P	PI 499392	中国内蒙古 Inner Mongolia, China
9	<i>Hordeum boganii</i>	H	—	中国青海 Qinghai, China
10	<i>Pseudoroegneria libanotica</i>	St	PI 228391	伊朗 Iran
11	<i>P. spicata</i>	St	PI 516185	美国俄勒冈 Oregon, USA

1.2 研究方法

种子解剖及制片参照蔡联炳 (2000) 的方法, 选取成熟、饱满、无病害的种子, 将内、外稃剥离干净, 在 100 °C 的水浴中浸泡 15 ~ 30 min, 所需时间依种子的性质不同有所变化。待种子膨大后, 将种皮内所有的胚乳细胞刮入到载玻片上事先准备好的 1 滴蒸馏水中, 及时用解剖针轻轻搅拨, 尽量使胚乳细胞在液滴中分布均匀, 然后盖上盖玻片。在 Motic B5

显微镜下观察、计数、拍照。用 Motic Images Advanced 3.0 软件测量胚乳细胞的长和宽, 计算其长宽比, 每份材料均以 100 个细胞为准, 统计其平均值。实验设 3 次重复。

2 结果与分析

观察结果如图 1 所示, 将 11 个物种的胚乳细胞特征总结于表 2。11 个物种的种子胚乳细胞在大小、形状、分散度和数量上均表现出明显的差异, 存在丰富的多样性。从胚乳细胞大小来看, 大的细胞长可达 134 μm , 宽可达 72 μm (*E. breviaristatus*), 小的细胞长和宽都不及 30 μm (*P. spicata*), 长宽比小的可为 1 (*E. canadensis*), 而有的胚乳细胞的长宽比超过 3 (*E. dahuricus*)。从胚乳细胞形状来看, 通常呈椭圆形、圆球形、角粒形(轮廓近于方形, 但周边多角、多面)、长体形(轮廓呈狭窄形、条状, 端部并非截平) 和不规则形, 同时也发现有少量胚乳细胞呈梭形(3、4、6)、方形(10、11)、棒状(4)、三角形(2、3、7)。从分散度看, 有的物种的胚乳细胞易于分离, 有的物种的胚乳细胞不易分散, 粘连在一起(5)。从数量上来看, 有的物种的胚乳细胞数量较多, 密布于整个液滴面, 有的物种的胚乳细胞数量较少, 在液滴中分布稀疏(3、6)。

披碱草属的 6 个物种(1~6)的胚乳细胞平均长 55.85~80.73 μm , 平均宽 34.77~53.14 μm , 平均长宽比介于 1.47~1.88 间。其中, *Elymus canadensis* 和 *E. sibiricus* 的两个四倍体物种胚乳细胞较小, 多为椭圆形和长体形, 与其它六倍体材料的胚乳细胞大小差异明显。*E. breviaristatus*、*E. dahuricus* 和 *E. excelsus* 的胚乳细胞较大, 形状各异, 数量多, 细胞排列整齐而有规律, 分布较均匀。*E. nutans* 的胚乳细胞多为椭圆形, 细胞较多, 分布紧密。

拟鹅观草属的 2 个物种(10、11) *Pseudoroegneria libanotica* 和 *P. spicata* 的胚乳细胞平均长介于 55.85~63.35 μm 间, 平均宽介于 36.06~43.13 μm 间, 平均长宽比都是 1.57。*P. libanotica* 的胚乳细胞较大而分散, 以长体形细胞居多, *P. spicata* 的胚乳细胞较小而排列紧密, 多为椭圆形。

大麦属 *Hordeum bogdanii* (9) 的胚乳细胞平均长为 70.04 μm , 平均宽为 44.52 μm , 平均长宽比为 1.57。*H. bogdanii* 的胚乳细胞多为椭圆形和长体形。从胚乳细胞数量和分散度来看, *H. bogdanii* 的胚乳细胞较少, 分布稀疏。从细胞大小来看, 很不均

一, 差距很大。

冰草属的两个物种 *Agropyron cristatum* 和 *A. mongolicum* (7、8) 的胚乳细胞平均长介于 58.71~72.90 μm 间, 平均宽介于 40.08~52.08 μm 间, 平均长宽比介于 1.42~1.47 间。*A. cristatum* 的胚乳细胞较大而分散, *A. mongolicum* 的胚乳细胞较小而排列紧密, 两物种胚乳细胞形状都为多椭圆球形。

3 讨论

3.1 胚乳细胞特征在披碱草属植物分类中的价值

本研究结果显示 A 属 11 个物种种子胚乳细胞存在丰富的多样性, 不同属、同一属内不同物种的胚乳细胞在大小、形状和数量上均表现出明显的差异。体现胚乳细胞大小的长和宽以及体现胚乳细胞丰厚程度的长宽比都维持在一定的范围内, 它们的平均值表现出一定的差异, 表明胚乳细胞的形状、体积在一定程度上能反映披碱草属及近缘属物种的分化特点。胚乳细胞的形状以椭圆形、圆球形、长体形和角粒形为主, 有些种具有特有胚乳细胞形状, 但种间胚乳细胞的形状差异不如大小差异明显, 这一结果表明胚乳细胞的形状作为披碱草属物种分类依据其意义不及体积大小。至于种子胚乳细胞的数量差异, 可能是由于观察时受影响因素较多, 如胚乳细胞刮离干净程度、液滴多少(液滴偏多将使部分胚乳细胞溢出盖片外)和在液滴中的分布均匀程度都会影响对胚乳细胞的计数, 所以胚乳细胞数量多少在植物分类中价值较小。利用胚乳细胞特征进行分类时, 应充分考虑以上因素, 注意性状的综合应用, 并力求数据的合理统计处理, 避免运用单一性状和机械数据而造成误差。

3.2 胚乳细胞特征在披碱草属及近缘属植物系统演化上的意义

蔡联炳(2000)认为鹅观草属植物胚乳细胞的差异不仅体现在种间, 种以上的系间或组间的间隔迹象明显, 且胚乳细胞在鹅观草属各类群间的发育是不同步的, 胚乳细胞体积的增大、数量的增多、细胞的变圆、长宽比值的减少与类群的进化趋势相顺应。而杨瑞武等(2004)研究赖草属胚乳细胞的特征发现属于较原始的 sect. *leymus* Hochst. 组的沙生赖草、大赖草和滨麦具有较大而多的胚乳细胞, 属于较进化的 sect. *anisopyrum* (Griseb.) TzveI. 组的多枝

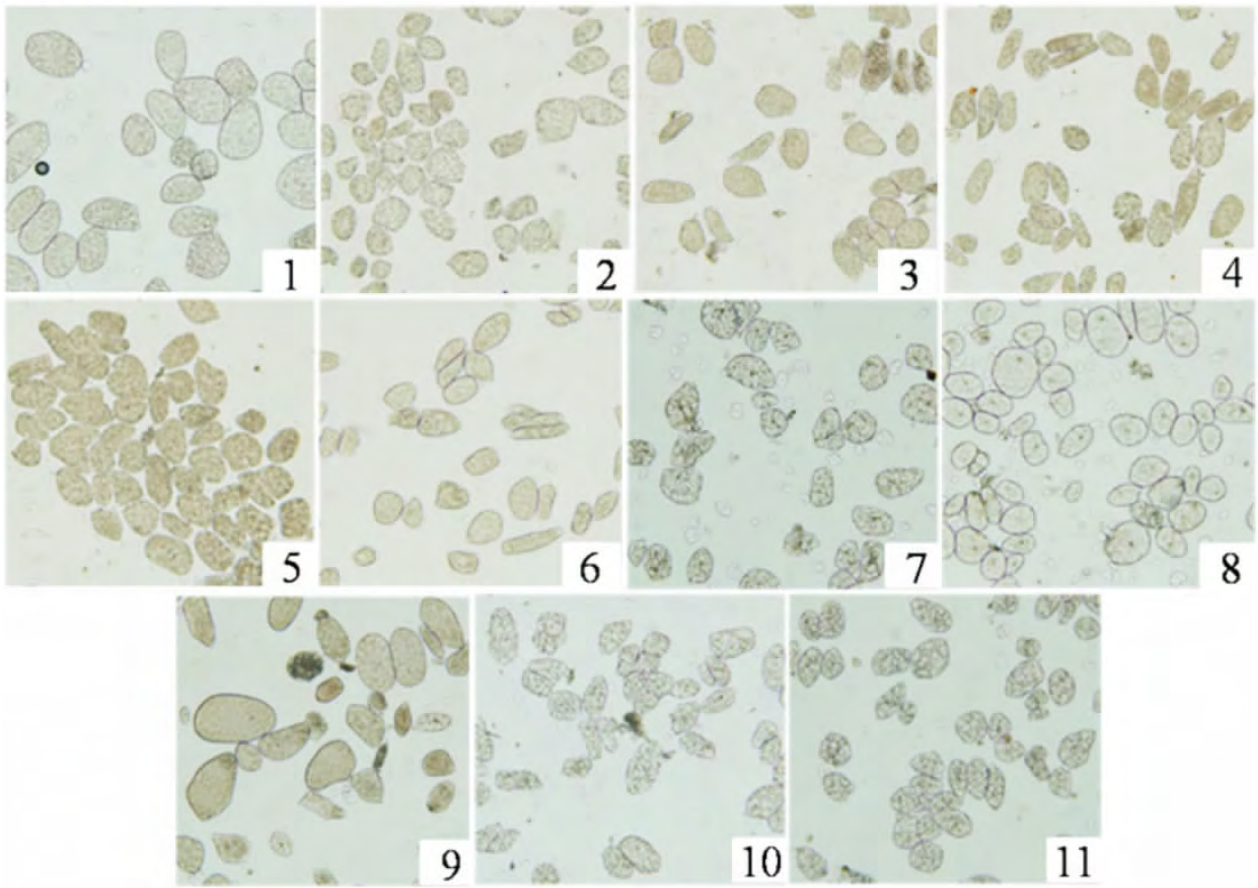


图 1 11 个物种的胚乳细胞特征 (×20 材料编号见表 1)

Fig. 1 Characters of endosperm cells of 11 species (×20, the materials order was listed in Table 1 in the same order)

表 2 11 个材料的胚乳细胞大小

Table 2 Sizes of endosperm cells of 11 materials

序号 No.	种名 Species	长度 Length (μm)		宽度 Width (μm)		长宽比 Length /Width	
		范围 Range	平均 Average	范围 Range	平均 Average	范围 Range	平均 Average
1	<i>Elymus breviaristatus</i>	49.03 ~ 134.13	80.73	36.84 ~ 71.87	53.14	1.03 ~ 2.18	1.52
2	<i>E. canadensis</i>	40.38 ~ 85.07	55.91	24.28 ~ 64.41	38.05	1.01 ~ 2.28	1.47
3	<i>E. dahuricus</i>	56.27 ~ 92.72	71.44	24.92 ~ 56.32	42.07	1.08 ~ 3.28	1.70
4	<i>E. excelsus</i>	42.68 ~ 96.28	70.07	27.58 ~ 48.35	37.71	1.24 ~ 2.69	1.88
5	<i>E. nutans</i>	46.85 ~ 85.56	63.92	29.54 ~ 63.96	42.73	1.01 ~ 2.12	1.54
6	<i>E. sibiricus</i>	37.33 ~ 80.20	56.85	26.79 ~ 41.77	34.77	1.15 ~ 2.23	1.63
7	<i>Agropyron cristatum</i>	52.64 ~ 89.98	72.90	36.76 ~ 67.90	52.08	1.11 ~ 1.82	1.42
8	<i>A. mongolicum</i>	36.84 ~ 89.62	58.71	28.60 ~ 58.66	40.08	1.09 ~ 1.88	1.47
9	<i>Hordeum boganii</i>	39.63 ~ 103.14	70.04	33.27 ~ 64.87	44.52	1.17 ~ 2.49	1.57
10	<i>Pseudoroegneria libanotica</i>	41.77 ~ 85.25	63.35	29.43 ~ 58.70	41.13	1.22 ~ 2.17	1.57
11	<i>P. spicata</i>	29.58 ~ 75.19	55.85	26.10 ~ 48.57	36.06	1.17 ~ 2.15	1.57

赖草和灰赖草具有较小而少的胚乳细胞,显示出与鹅观草属相反的演化趋势。刘静等(2007)对小麦族猜草属及其近缘属共 6 属 20 个种的胚乳细胞形态特征进行解剖观察,发现不同属、种植物种子胚乳

细胞存在丰富的多样性,但不能很好地反映种以上的组、属以及基因组间的差异。

研究表明 4 属 11 个物种的种子胚乳细胞在大小、形状和数量上均表现出一定差异。同一属内

不同物种在胚乳细胞的长、宽、长宽比以及形状上都呈现差异,表明胚乳细胞特征在一定程度上具有共属分种的意义,但不能很好地反映属以及基因组间的差异。按照染色体组分类方法,含相同染色体组的物种亲缘关系较近。*E. Canadensis* (2) 和 *E. sibiricus* (6) 都具有 StH 染色体组,亲缘关系很近,但是 *E. Canadensis* 和 *E. sibiricus* 在细胞形状和长宽比上的差异都很大。然而具有同样 P 染色体组的 *A. cristatum* (2) 和 *A. mongolicum* (2) 和同样具有 St 染色体组的 *P. libanotica* (10) 和 *P. spicata* (11) 在细胞形状和长宽比上的差异又很小,甚至 *P. libanotica* (10) 和 *P. spicata* (11) 的长宽比为相同的 1.57。就考察的胚乳细胞的各项指标来看,在一些种间胚乳细胞的大小和宽厚差异不及形状差异明显。例如 *E. nutans* (5) 和 *E. sibiricus* (6) 的大小和长宽比差异不大,但是前者主要是椭球形,后者以圆形和长体形为主,而且前者较密后者稀疏。还有些物种各项指标仅有少许差异,如 *P. libanotica* (10) 和 *P. spicata* (11),利用胚乳细胞特征分析它们关系时应该慎重。比较本实验 4 个属 11 个物种的胚乳细胞,发现不同属、同一属内不同物种的胚乳细胞在形状和长宽比上都差异较大,且无明显规律,表明胚乳细胞特征不能较好地反映属以及基因组间的亲缘关系。所以对披碱草属植物的分类地位、起源以及系统进化需要综合分析形态学、细胞学、细胞遗传学以及分子生物学的资料才能作出正确的分析。

参考文献:

- Cai LB (蔡联炳). 2000. Characters of endosperm cells in the seeds of some species of *Roegneria* and their taxonomics significance (鹅观草属一些种种子胚乳细胞的特征及其分类学意义的探讨) [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), **20**(6): 1 070 - 1 075
- Dong YC (董玉琛). 1992. Study and Utilization of Wild Relatives of Wheat in China (小麦野生近缘植物的研究和利用) [M]. Beijing (北京): China Science and Technology Press (中国科学技术出版社): 39 - 44
- Guo BZ (郭本兆), Lu LS (卢蓬生), Sun YH (孙永华), et al. 1987. Flora of China. 9 (3) (中国植物志第 9 卷 3 分册) [M]. Beijing (北京): Science Press (科学出版社): 52 - 61
- Jensen KB. 1989. Cytology and origin of *Elymus abolinii*, and its F1 hybrids with *Pseudoroegneria spicata*, *Elymus lanceolatus*, *E. dentatus* ssp. *ugamicus*, and *E. drobovii* (Poaceae: Triticeae) [J]. *Genome*, **32**(5): 468 - 474
- Liu J (刘静), Yang RW (杨瑞武), Zhang HQ (张海琴), et al. 2007. Study on diversity of endosperm cells in seeds of *Hystrix* and related genera in Triticeae (獐草属及其近缘属种子胚乳细胞多样性研究) [J]. *J Sichuan Agric Univ* (四川农业大学学报), **25**(1): 14 - 18
- Lu BR. 1994. Meiotic analysis of the intergeneric hybrids between *Pseudoroegneria* and tetraploid *Elymus* [J]. *Cathya*, **6**(2): 1 - 14
- Lu BR, Bothmer RV. 1990. Intergeneric hybridization between *Hordeum* and asiatic *Elymus* [J]. *Hereditas*, **112**: 109 - 116
- Lu BR. 1993. Genomic relationships within the *Elymus parviglumis* group (Triticeae: Poaceae) [J]. *Plant Syst Evol*. **187**(1-4): 191 - 211
- Wang XL (王晓丽), Tang JY (汤加勇), Liu J (刘静), et al. 2008. Diversity of endosperm cells in Triticeae species with StH genomes (小麦族 StH 基因组物种的胚乳细胞多样性) [J]. *J Sichuan Agric Univ* (四川农业大学学报), **26**(1): 11 - 15
- Yang RW (杨瑞武), Zhou YH (周永红), Zheng YL (郑有良), et al. 2004. Study on diversity of endosperm cells in seeds of *Leymus* (赖草属种子胚乳细胞多样性研究) [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), **24**(1): 38 - 42
- (上接第 150 页 Continue from page 150)
- (Gesneriaceae) a new species from Guangxi, China [J]. *Ann Bot Fenn* **48**: 422 - 424
- Xu H, Li ZY, Jiang H. 2008. A new species of *Chirita* (Gesneriaceae) from Yunnan, China [J]. *Bot J Linn Soc*, **158**: 269 - 273
- Xu WB, Huang YS, Wu L, et al. 2011a. *Chirita luochengensis* (Gesneriaceae) a new species from limestone areas in northern Guangxi, China [J]. *Brittonia* **63**: 314 - 317
- Xu WB, Pan B, Huang YS, et al. 2010. *Chirita leprosa* sp. nov. (Gesneriaceae) from limestone areas in Guangxi, China [J]. *Nord J Bot* **28**: 705 - 708
- Xu WB, Pan B, Huang YS, et al. 2011b. *Chirita lijiangensis* (Gesneriaceae) a new species from limestone area in Guangxi, China [J]. *Ann Bot Fenn* **48**: 188 - 190
- Xu WB, Pan B, Liu Y, et al. 2012. Two new species, *Primulina multifida* and *P. pseudomollifolia* (Gesneriaceae) from karst caves in Guangxi, China [J]. *Bot Study* **53**: 165 - 175
- Zhao B, Pan B, Zhang Y, et al. 2013. *Primulina guizhongensis* (Gesneriaceae) a new species from Guangxi, China [J]. *Phyto-taxa* **109**: 27 - 35