

文章编号: 1000-4025-(2000)06-1070-06

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*

蔡联炳

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要: 解剖观察了鹅观草属 18 个种的胚乳细胞, 发现这类细胞在鹅观草属各类群间的发育是不同步的, 其中胚乳细胞的大小、形状、数量以及反映丰厚程度的长宽比不仅具有类群鉴分的价值, 而且还可作为推证类群演化关系的旁证。分析结果表明, 胚乳细胞体积的增大、数量的增多、细胞的变圆、长宽比值的减少皆与类群的进化趋势相顺应。据此, 进一步阐述了鹅观草属组、系、种的系统发育关系。

关键词: 鹅观草属; 胚乳细胞; 分类学意义

中图分类号: Q 941. 2 **文献标识码:** A

Characters of endosperm cells in the seeds of some species of *Roegneria* and their taxonomic significance

CA IL ian-bing

(Northwest Plateau Institute of Biology, The Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China)

Abstract: The endosperm cells of 18 species of *Roegneria* are surveyed in the present paper. It has been found that the phylogenetic development of these cells are inconsistent among the taxa of the genus; in these inconsistent characters, the sizes, forms and quantity of endosperm cells, as well as their ratio of the length to the breadth, not only possess the value in distinguishing taxa, but also may be regarded as a collateral evidence for inferring the relationships of taxa. The results of analysis show that the enlargement of volume, increase in quantity, conglobation of form and decrease of ratio of the length to the breadth of endosperm cells are in agreement with the evolutionary trends of taxa.

* 收稿日期: 2000-05-20; 修改稿收到日期: 2000-09-27
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39870090)。
作者简介: 蔡联炳(1948—), 男(汉族), 研究员, 硕士。

On these grounds, the phylogenesis among the sections, series or species of *R. oegneria* are further expounded

Key words: *R. oegneria*; endosperm cell; taxonomic significance

在禾本科(Poaceae)植物的分类中,有关种子特征的使用多见于胚和种皮,而胚乳细胞的应用在国内外还未见有人报道。作者过去曾在禾本科大麦属(*H. ordeum*)和小麦属(*Triticum*)的分类与演化中使用过胚乳淀粉粒^[1,2],但对于多年生的野生禾草鹅观草属(*R. oegneria*)来说,由于其淀粉粒体积非常微小,即使使用大数量的统计处理,要求的精度也很高,势必影响分析结果的准确性。所以,作者在对鹅观草属植物的研究中,将胚乳淀粉粒的微观层次提高到胚乳细胞,试图用胚乳细胞的形态差异及性状递变进一步揭示鹅观草属植物的系统与进化,同时也为胚乳细胞在禾本科分类领域中的应用作一个初步尝试。

1 材料和方法

实验材料全部取自中国科学院西北高原生物研究所禾本科栽培园,而园中这些材料又是 1985~1988 年间由郭本兆、李健华和蔡联炳分别采自于青海、新疆、甘肃、陕西、宁夏、河北、山西及内蒙古。为了使引播来的植物的胚乳细胞地区生态变异消失以及实验中易于彼此分离,特从历年园地收获的种子中,兼顾选取了库藏时间较长、且具 5 年以上栽培历史的 1993 年度种子进行实验。整个取材共 18 份,分别代表鹅观草属的 4 组、11 系、18 种^[3],其中组大的长颖组(*sect. Curvata* (Nevski) H. L. Yang)实验种、系最多,有 5 个系、9 个种,其它 3 个小组实验种、系较少,各为 2 个系、3 个种。每种材料均取成熟、饱满、无病害的种子 2 粒,以每粒为单元重复实验。其具体操作时,先将种子上的内、外稃于解剖镜下仔细剥离;然后放置温水(60℃)中浸泡 24 h;待种子膨大后,再用单面刀片把种皮内所有胚乳细胞刮入到载玻片上事先准备好的一滴蒸馏水中,并及时用刀片轻轻搅拨,使胚乳细胞在液滴中尽量分布均匀;最后盖上玻片,即可观察、计数、测量、拍照。测量时每种材料均以 100 个细胞为准,统计其平均值。此外,本次实验在园地种子收获季节还同时备有蜡叶标本的贮存,其典型的凭证标本见下述。

红原鹅观草(*R. hongyuanensis* L. B. Cai),李健华 R31;短颖鹅观草(*R. brevigulum* Keng),李健华 R37;垂穗鹅观草(*R. nutans* (Keng) Keng),卢生莲、顾立华 96;钙生鹅观草(*R. calcicola* Keng),李健华 R45;长芒鹅观草(*R. dolichathera* Keng),卢生莲、顾立华 101;鹅观草(*R. tsukushiensis* (Honda) B. R. Lu, Yen et J. L. Yang),卢生莲、顾立华 105;纤毛鹅观草(*R. ciliaris* (Trin.) Nevski),李健华 R32;毛花鹅观草(*R. hirtiflora* C. P. Wang et H. L. Yang),李健华 R27;偏穗鹅观草(*R. kamarovii* (Nevski) Nevski),李健华 R33;陈氏鹅观草(*R. cheniae* L. B. Cai),李健华 R26;五龙山鹅观草(*R. hondai* Kitag.),李健华 R44;毛盘鹅观草(*R. barbicala* Ohwi),吴玉虎 1971;肃草(*R. stricta* Keng),卢生莲、顾立华 104;缘毛鹅观草(*R. pendulina* Nevski),卢生莲、顾立华 100;多变鹅观草(*R. varia* Keng),李健华 R42;直穗鹅观草(*R. turczaninowii* (Drob.) Nevski),李健华 83013;狭颖鹅观草(*R. mutabilis* (Drob.) Hyland),李健华 R90;西藏鹅观草(*R. tibetica*

(Meld) H. L. Yang), 吴玉虎 1970。

2 观察结果

在光镜下, 观察了上述鹅观草属植物的种子胚乳细胞, 发现胚乳细胞在各个类群间其大小、形状和数量是不完全一致的。其中, 大的细胞长可逾 220 μm , 宽可逾 180 μm , 小的细胞长不及 60 μm , 宽不及 35 μm , 各类群中小细胞的量较大细胞的多; 细胞形状通常呈角粒形(体廓近方正, 但周边多角、多面)、长体形(体廓窄狭、条状, 端部并非截平)、椭球形、圆球形和不规则形, 方、圆细胞的长宽比可为 1, 长条细胞的长宽比可接近 6, 角粒形和长体形细胞的类群分布最普遍。就数量而言, 按照本文的计数形式, 有的类群胚乳细胞密布于整个液滴面, 数量较多, 有的类群则液滴面分布较稀, 数量显少, 不过在本次观察的多数种中, 胚乳细胞的数量界限是不十分明显(图版 I, 1)。下面将各个实验类群的胚乳细胞特征作一简介。

2.1 小颖组 (sect. *Roegneria*)

胚乳细胞量少, 呈圆球形、椭球形、角粒形、长体形和不规则形, 平均长约 124.93 μm , 平均宽约 81.59 μm , 平均长宽比为 1.53。

红原鹅观草(属红原草系 ser. *Hongyuanenses* L. B. Cai): 胚乳细胞常呈圆球形和椭球形, 稀角粒形或长体形, 平均长 140.67 μm , 平均宽 105.54 μm , 长宽比为 1.33。

短颖鹅观草(属高加索草系 ser. *Roegneria*): 胚乳细胞常呈长体形、稀角粒形或不规则形, 平均长 132.23 μm , 平均宽 73.50 μm , 长宽比为 1.80。

垂穗鹅观草(属高加索草系): 胚乳细胞常呈角粒形、稀长体形或椭球形, 平均长 101.88 μm , 平均宽 65.73 μm , 长宽比为 1.55。

2.2 半颖组 (sect. *Gouardia* (Husnot) L. B. Cai)

胚乳细胞量少, 呈角粒形、长体形和不规则形, 平均长约 109.83 μm , 平均宽约 65.40 μm , 平均长宽比为 1.68。

钙生鹅观草(属长芒草系 ser. *Dolichatherae* Keng): 胚乳细胞常呈角粒形和不规则形, 稀长体形, 平均长 93.67 μm , 平均宽 60.04 μm , 长宽比为 1.56。

长芒鹅观草(属长芒草系): 胚乳细胞常呈长体形和不规则形, 稀角粒形, 平均长 130.75 μm , 平均宽 66.14 μm , 长宽比为 1.98。

鹅观草(属犬草系 ser. *Caninae* Nevski): 胚乳细胞常呈角粒形和不规则形, 稀长体形, 平均长 105.06 μm , 平均宽 70.02 μm , 长宽比为 1.50。

2.3 大颖组 (sect. *Ciliaria* (Nevski) H. L. Yang)

胚乳细胞量多, 呈角粒形、长体形、椭球形和不规则形, 平均长约 119.90 μm , 平均宽约 80.25 μm , 平均长宽比为 1.49。

纤毛鹅观草(属纤毛草系 ser. *Ciliares* Nevski): 胚乳细胞常呈角粒形和长体形, 稀不规则形, 平均长 101.23 μm , 平均宽 60.26 μm , 长宽比为 1.68。

毛花鹅观草(属纤毛草系): 胚乳细胞常呈角粒形和椭球形, 稀长体形或不规则形, 平均长 120.35 μm , 平均宽 80.15 μm , 长宽比为 1.50。

偏穗鹅观草(属宽叶草系 ser. *Platyphyllae* L. B. Cai): 胚乳细胞常呈角粒形和不规则

形, 稀长体形或椭圆形, 平均长 $138.13 \mu\text{m}$, 平均宽 $100.33 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.38。

2.4 长颖组 (sect. *Curvata* (Nevski) H. L. Yang)

胚乳细胞量多, 呈角粒形、长体形、椭圆形、圆球形或不规则形, 平均长约 $118.21 \mu\text{m}$, 平均宽约 $82.18 \mu\text{m}$, 平均长宽比为 1.44。

陈氏鹅观草 (属大鹅观草系 ser. *Grandes* Keng): 胚乳细胞常呈长体形或椭圆形、稀角粒形, 平均长 $113.89 \mu\text{m}$, 平均宽 $80.20 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.42。

五龙山鹅观草 (属缘毛草系 ser. *Pendulinae* Nevski): 胚乳细胞常呈角粒形和长体形、稀不规则形, 平均长 $110.56 \mu\text{m}$, 平均宽 $69.53 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.59。

毛盘鹅观草 (属缘毛草系): 胚乳细胞常呈角粒形和椭圆形、稀不规则形, 平均长 $117.40 \mu\text{m}$, 平均宽 $81.53 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.44。

肃草 (属缘毛草系): 胚乳细胞常呈长体形和角粒形、稀椭圆形或不规则形, 平均长 $116.32 \mu\text{m}$, 平均宽 $72.70 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.60。

缘毛鹅观草 (属缘毛草系): 胚乳细胞常呈长体形和角粒形、稀不规则形, 平均长 $132.15 \mu\text{m}$, 平均宽 $81.07 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.63。

多变鹅观草 (属弯穗草系 ser. *Curvatae* Nevski): 胚乳细胞常呈角粒形、稀长体形或不规则形, 平均长 $105.12 \mu\text{m}$, 平均宽 $71.03 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.48。

直穗鹅观草 (属弯穗草系): 胚乳细胞常呈角粒形和长体形、稀不规则形或椭圆形, 平均长 $114.71 \mu\text{m}$, 平均宽 $81.35 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.41。

狭颖鹅观草 (属狭颖草系 ser. *Angustiglumes* Nevski): 胚乳细胞常呈椭圆形、稀长体形或角粒形。平均长 $124.92 \mu\text{m}$, 平均宽 $98.36 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.27。

西藏鹅观草 (属狭穗草系 ser. *Angustae* L. B. Cai): 胚乳细胞常呈椭圆形和圆球形、稀角粒形或长体形, 平均长 $128.78 \mu\text{m}$, 平均宽 $103.85 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.24。

3 讨 论

3.1 胚乳细胞特征在类群划分中的价值

从观察结果可知, 胚乳细胞在鹅观草属中的发育是不同步的, 其类群间的主要差异表现在大小、形状和数量上, 尤其是作为体现大小的长和宽以及表现丰厚程度的长宽比, 通过定量的数据处理后, 各个种的统计值不仅分别维持在一定的范围内, 而且彼此间互不相等, 这表明胚乳细胞的大小、宽厚在一定程度上具有种型鉴分的价值。相应在某些种间, 胚乳细胞的形状、数量间隔就不太明显, 它们作为类群区分的依据其意义可能不及体积大小。其实, 胚乳细胞的差异不是主要体现在各个种间, 而是主要体现在种以上的系间或组间。当然, 系间或组间的差异在本文虽受实验种数的限制, 但从已作的代表种来看, 即使是外部形态区别很小的组或系, 也能明显显示出其间的间隔迹象。如红原草系和高加索草系是外态上主以外稃芒反曲与否为分的两个系^[3], 可在胚乳细胞上, 前者中的红原鹅观草普遍存在的是圆球形或椭圆形细胞, 细胞平均长 $140.67 \mu\text{m}$, 平均宽 $105.54 \mu\text{m}$, 长宽比为 1.33, 后者中的短颖鹅观草和垂穗鹅观草却普遍存在的是长体形或角粒形细胞, 细胞平均长不到 $135 \mu\text{m}$, 平均宽不及 $75 \mu\text{m}$, 长宽比在 1.5 以上; 半颖组和大颖组外态上的主要区别是颖的大小和长短^[3], 可在胚乳细胞上半颖组所作的 3 个种其细胞数量稀少, 缺乏椭圆

形,细胞平均长约 $109.83 \mu\text{m}$,平均宽约 $65.40 \mu\text{m}$,平均长宽比为 1.68,而大颖组的 3 个种则细胞数量皆多,明显出现椭球形,细胞平均长约 $119.90 \mu\text{m}$,平均宽约 $80.25 \mu\text{m}$,平均长宽比为 1.49。不过,应提及的是在运用胚乳细胞特征进行分类时,既要注意性状的综合应用,又要力求数据的统计处理,否则单一的性状划分和机械的数据应用,往往会导致类群确认的误差。

3.2 胚乳细胞特征在系统发育中的递变趋势

鹅观草属的胚乳细胞是由中央极核受精后经过初生胚乳时期逐渐发育形成的^[4],其细胞的大小和数量往往决定胚乳空间的范围,从而决定种子外观的体积。即同一类群中,胚乳细胞越大、数量越多,其种子体积越大;胚乳细胞越小、数量越少,其种子体积也越小。然而在禾本科、小麦族中,种子体积的大小似乎又与类群的演化水平相关。如小麦族中种子体积较大的小麦属、山羊草属(*Aegilops*)等类群的演化水平较高,种子体积较小的赖草属(*Leymus*)、披碱草属(*Elymus*)等类群的演化水平较低^[5,6]。并且,即使在同一属如大麦属中,高级的栽培类群,种子体积均较大,低级的野生类群,种子体积均较小^[1]。所以根据胚乳细胞、种子和类群三者间的相互联系,不难看出种子胚乳细胞的从小到大、由少到多可能属于性状递变演化的发展趋势。此外,从观察结果还可看出,胚乳细胞愈大或数量愈多,一般长宽比偏小,细胞形状倾于椭球形或圆球形;反之,则长宽比偏大,细胞倾于长体形或角粒形。可见,胚乳细胞在系统发育中长宽比值的减少,椭球形和圆球形细胞的出现或增多,也与胚乳细胞由小到大、由少到多的演变趋势相并行的。

3.3 胚乳细胞特征在鹅观草属类群进化上的意义

胚乳细胞性状的递变趋势被确认后,反过来印证在鹅观草属的类群演化上,则各个类群间的进化层次和亲缘关系将会更加清楚。首先就组群而言,鹅观草属所含的 4 个组中,以半颖组的胚乳细胞体积最小,长宽比最大,无圆球形或椭球形细胞出现,数量也稀少,显然是该属最原始的组群;而其它 3 个组中,小颖组虽然具有稍稍偏大的细胞体积,但细胞数量却较少,细胞长宽比也显大,因而进化程度不是太高;进化程度较高的是大颖组和长颖组,它们不但胚乳细胞量多,而且细胞长宽比较小,尤其长颖组的细胞长宽比最小(达 1.44),组中多数种明显具备椭球形或圆球形细胞,其进化程度显得最高。在亲缘关系上,原始的半颖组通过胚乳细胞稀少、长宽比值最大而与较高级的小颖组相密切,通过普遍存在的角粒形细胞、相对微小的细胞长度而与高级的大颖组或长颖组相关联,半颖组可能直接派生了高级或较高级的其它 3 个组。同样对于系、种而言,胚乳细胞特征也能辨清系间或种间的进化关系,特别是演化级次上的识别是比较准确的。现就以实验过的种、系为例,如小颖组的红原草系无论从胚乳细胞体积,还是细胞长宽比、细胞形态都要比高加索草系高级,红原鹅观草也相对进化于短颖鹅观草和垂穗鹅观草;又如大颖组中的纤毛草系其细胞体积小而细胞长宽比又大于宽叶草系,说明它比后者原始,它之中的毛花鹅观草细胞体积较大、长宽比较小、形状具椭球形,自然又比该系中的纤毛鹅观草进化。并且,就在鹅观草属最大的长颖组中,单凭细胞长宽比也能清楚地区别出该组 5 个系中缘毛草系最原始、大鹅观草系和弯穗草系较原始、狭颖草系较进化、狭穗草系最进化的演化序列来。事实上,用胚乳细胞特征揭示的鹅观草属类群的进化关系同作者过去利用细胞学和外部形态推证的该属系统关系也是一致的^[7-9],从而表明鹅观草属是一支宏、微观性状演化趋于同步的

自然类群

参考文献:

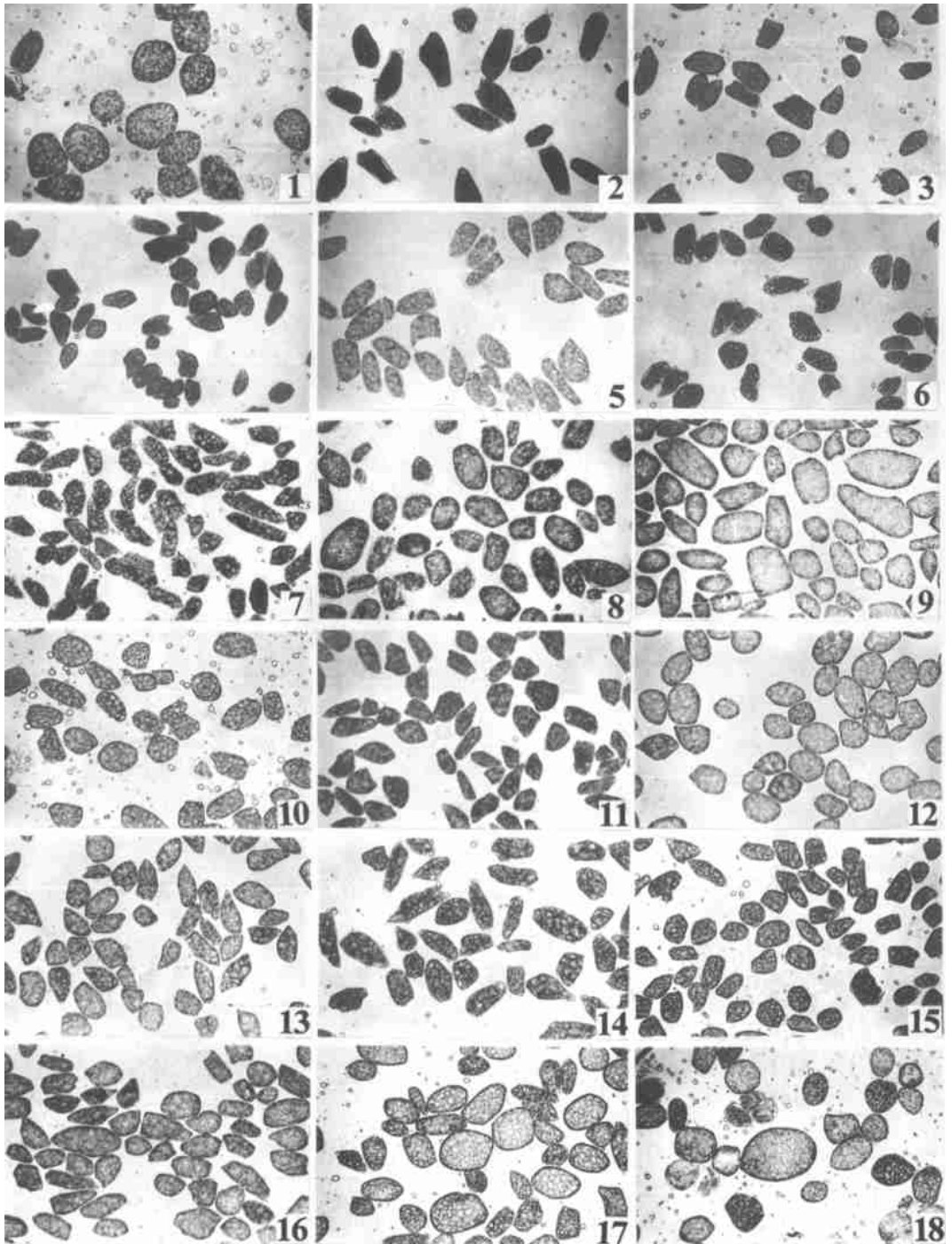
- [1] 蔡联炳, 郭本兆. 中国大麦属的演化与地理分布的探讨[J]. 西北植物学报, 1988, 8(2): 73-84
- [2] 蔡联炳, 张树源, 李健华. 小麦属的分类研究[J]. 西北植物学报, 1991, 11(3): 212-224
- [3] 蔡联炳. 中国鹅观草属的分类研究[J]. 植物分类学报, 1997, 35(2): 148-177.
- [4] 伊稍, K 著. 植物解剖学[M]. 李正理等译. 北京: 科学出版社, 1962. 452-461.
- [5] 郭本兆, 王世金. 我国小麦族的花序形态演化及其属间亲缘关系的探讨[J]. 西北植物研究, 1981, 1(1): 12-19.
- [6] 郭本兆, 王世金, 李健华. 我国小麦族的形态演化与分类、分布的研究[J]. 植物分类学报, 1985, 23(3): 161-169.
- [7] 蔡联炳, 冯海生. 鹅观草属五个类群的核型与进化[J]. 广西植物, 1998, 18(1): 35-40
- [8] 蔡联炳, 冯海生. 鹅观草属 4 个种核型与进化的研究[J]. 植物研究, 1999, 19(3): 268-272
- [9] 蔡联炳. 根据外部形态特征试论鹅观草属的亲缘演化关系[J]. 西北植物学报, 1988, 18(4): 606-612

图版说明:

图版 1 (均为 $\times 50$) 1. 红原鹅观草; 2. 短颖鹅观草; 3. 垂穗鹅观草; 4. 钙生鹅观草; 5. 长芒鹅观草; 6. 鹅观草; 7. 纤毛鹅观草; 8. 毛花鹅观草; 9. 偏穗鹅观草; 10. 陈氏鹅观草; 11. 五龙山鹅观草; 12. 毛盘鹅观草; 13. 肃草; 14. 缘毛鹅观草; 15. 多变鹅观草; 16. 直穗鹅观草; 17. 狭颖鹅观草; 18. 西藏鹅观草

Explanation of Plate:

Plate 1 (all $\times 50$) Fig. 1. *Roegneria hongyuanensis* Fig. 2. *R. breviglum* is Fig. 3. *R. nutans* Fig. 4. *R. calcicola* Fig. 5. *R. dolichathera* Fig. 6. *R. tsukushiensis* Fig. 7. *R. ciliaris* Fig. 8. *R. hirtiflora* Fig. 9. *R. kamarovii* Fig. 10. *R. cheniae* Fig. 11. *R. hondai* Fig. 12. *R. barbicalla* Fig. 13. *R. stricta* Fig. 14. *R. pendulina* Fig. 15. *R. varia* Fig. 16. *R. turczaninovi* Fig. 17. *R. mutabilis* Fig. 18. *R. tibetica*.



See explanation at the end of text