

小麦族鹅观草属三个物种的关系研究

魏秀华, 李付军, 邱玉宾, 李保华, 李霞

(潍坊农科院, 山东 潍坊 261061)

摘要: 通过形态学特征比较、种间杂交、染色体组配对和繁育学资料, 探讨鹅观草属拟披碱草组纤毛草系中的三个物种毛叶鹅观草、纤毛鹅观草和竖立鹅观草间的亲缘关系。结果表明毛叶鹅观草与纤毛鹅观草、竖立鹅观草存在一定的生殖障碍, 纤毛鹅观草和竖立鹅观草不存在生殖障碍。建议将毛叶鹅观草作为纤毛鹅观草的亚种, 而竖立鹅观草作为纤毛鹅观草的变种处理较为适宜。

关键词: 鹅观草属; 毛叶鹅观草; 纤毛鹅观草; 竖立鹅观草; 形态学; 染色体组; 减数分裂

中图分类号: Q941 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)01-0028-04

Relation studies on *Roegneria amurensis*, *R. ciliaris* and *R. japonensis* (Poaceae: Triticeae)

WEI Xiu-Hua, LI Fu-Jun, QIU Yu-Bin, LI Bao-Hua, LI Xia

(Weifang Academy of Agricultural Sciences, Weifang 261061, China)

Abstract: According to morphology, chromosome pairing and fertility, the genomic constitution and the relationship of three species of *Roegneria* were investigated and make sure of. The main result is that: it had a little of generative obstacle between *R. amurensis* and *R. ciliaris* or *R. amurensis* and *R. japonensis*, but no between *R. ciliaris* and *R. japonensis*. It was supposed that *R. amurensis* should be the subspecies of *R. ciliaris*, and *R. japonensis* should be the variety of *R. ciliaris*.

Key words: *Roegneria*; *R. amurensis*; *R. ciliaris*; *R. japonensis*; morphology; genome; meiosis

鹅观草属(*Roegneria*)是小麦族中最大的属,是Koch于1848年以高加索鹅观草(*R. caucasica*)为模式种建立的。全世界约有130余种,主要分布于北半球的温寒地带(Baum等,1991)。我国约有70余种,主要分布于西北、西南和华北地区(耿以礼等,1963;郭本兆,1987;蔡联炳,1997)。鹅观草属为多年生物种,许多种类是优良的牧草,饲用价值较高。有些物种还具有普通栽培小麦(*Triticum aestivum*)和大麦(*Hordeum vulgare*)一些病害的抗病性及其抗逆的基因,如:*R. kamoji*、纤毛鹅观草对赤霉病和白粉病具有高抗的特性(李隆业等,1992;董玉琛,1992;万永芳,1995)。因此,作为丰富小麦和大麦遗传多样性的基因资源库,该属具有重要的经济价值。

毛叶鹅观草(*Roegneria amurensis*)、纤毛鹅观草(*R. ciliaris*)和竖立鹅观草(*R. japonensis*)是鹅观草属拟披碱草组(*sect. Roegneria*)纤毛草系(*ser. Ciliare*)中的三个物种。本研究旨在通过形态比较、种间杂交、染色体组配对和繁育学资料,探讨三个物种间的亲缘关系,对这三个物种进行分类处理。

1 材料与方法

1.1 供试材料

材料来源于四川农业大学小麦所种质资源库(表1)。

收稿日期: 2007-05-10 修回日期: 2008-05-08

基金项目: 国家自然科学基金(30270099, 30470135); 四川省教育厅项目(03ZD-12); 四川省科技厅项目(02SW-029-06)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30270099, 30470135); Education Department of Sichuan Province(03ZD-12); Science and Technology Department of Sichuan Province(02SW-029-06)]

作者简介: 魏秀华(1977-), 女, 山东高密人, 硕士研究生, 主要从事遗传育种研究, (E-mail) wxh919@163.com。

1.2 研究方法

(1)形态比较:考察各亲本及杂种 F1 的 19 个性状,包括株高、顶节长、叶长、叶宽、旗叶长、旗叶宽、穗长、穗轴节间长、小穗长、颖(包括第一颖和第二颖)长、外稃长、外稃芒长、内稃长、内稃先端形状、花药等。计算各个物种性状的平均值。(2)种间杂交:对母本小花人工去雄,套以玻璃纸袋,当柱头张开后,授与父本新鲜花粉,套袋隔离。成熟时收获杂交种,统计杂交结实率。(3)染色体配对分析:取杂种 F1 及亲本减数分裂盛期的幼穗,用卡诺氏 II(乙醇:氯仿:冰醋酸=6:3:1)固定,24 h 后转入 75%酒精,贮藏于 4 °C 冰箱中备用。改良苯酚品红染色,压片观察并统计杂种 F1 及亲本花粉母细胞减数分裂中期 I 染色体配对行为。C-值(平均染色

体臂配对频率)的计算按 Kimber & Alonso(1981)的方法。(4)育性检测:取亲本及杂种 F1 的花粉用 I₂-KI 饱和溶液染色,统计可育性,并统计亲本及杂种的结实率。

表 1 种间杂交材料
Table 1 The materials used in this study

种名 Species	染色体 数(2n) The number of chro- mosome	基因组 Ge- nome	编号 Acce- ssions	来源 Source
<i>R. amurensis</i>	28	StY	PI 547303	前苏联 Russian Federation
<i>R. ciliaris</i>	28	StY	88-89-227	陕西武功 Wugong, Shaanxi
<i>R. japonensis</i>	28	StY	88-89-267	浙江杭州 Hangzhou, Zhejiang

表 2 *R. amurensis*, *R. ciliaris*, *R. japonensis* 及杂种的主要形态特征比较

Table 2 The morphological comparison on parents and hybrids

特征 Characteristic (cm)	<i>R. amurensis</i> PI547303	<i>R. ciliaris</i> 88-89-227	<i>R. japonensis</i> 88-89-257	<i>R. amurensis</i> × <i>R. ciliaris</i>	<i>R. japonensis</i> × <i>R. amurensis</i>
株高 Height	72.38±5.33	77.86±14.49	70.10±4.47	67.24±6.38	62.34±8.39
穗长 Length of spike	20.36±1.26	18.22±4.10	16.44±1.51	19.22±2.13	18.43±1.87
顶节长 Length of top internode	37.58±1.95	46.86±6.36	32.88±4.25	40.12±5.37	33.28±2.04
旗叶长 Length of flag leaf	19.32±3.66	17.82±3.15	14.86±2.97	19.24±3.21	16.27±3.10
旗叶宽 Width of flag leaf	0.87±0.11	1.14±0.22	0.92±0.08	1.02±0.22	0.91±0.09
穗轴节间长 Length of spike internode	3.42±0.69	2.22±0.38	1.82±0.16	3.06±0.42	2.26±0.23
每穗小穗数(个) No. of spikelets per spike	19.60±2.97	13.60±3.65	14.00±1.22	19.40±2.58	14.20±1.24
每小穗小花数(个) No. of florets per spikelet	12.00±1.41	9.60±1.14	8.60±0.55	11.00±2.18	9.80±0.62
小穗长 Length of spike	4.06±0.34	3.16±0.36	3.24±0.13	4.01±0.22	3.28±0.26
第一颖长 Length of the 1st glume	0.61±0.05	0.74±0.05	0.67±0.03	0.65±0.08	0.64±0.05
第二颖长 Length of 2rd glume	0.70±0.07	0.84±0.05	0.78±0.03	0.78±0.05	0.76±0.05
外稃长(包括芒长) Length of the glume(include awn)	2.32±0.19	2.22±0.26	2.42±0.41	2.26±0.21	2.38±0.22
外稃芒长 Length of awn on the lemma	1.46±0.22	1.42±0.26	1.58±0.39	1.41±0.24	1.48±0.22
外稃毛 Hair on glume	有 Hair	有 Hair	无 Hairless	有 Hair	有 Hair
外稃先端 Form of glume	无齿 Lubricous	有齿 Dentiform	有齿 Dentiform	有齿 Dentiform	有齿 Dnetiform
内稃长 Length of palea	0.57±0.06	0.68±0.02	0.68±0.03	0.64±0.04	0.62±0.03
内稃先端 Form of palea	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse
花药长 Length of anther	1.95±0.04	1.87±0.08	1.82±0.16	1.82±0.12	1.85±0.10
花药颜色 Colour of anther	黄色 Yellow	黄色 Yellow	黄色 Yellow	黄色 Yellow	黄色 Yellow

2 结果与分析

2.1 形态特征

从表 2 可看出,三个亲本物种间在形态上几乎无差别,仅有的差别表现在 *R. japonensis* 无外稃毛,而 *R. ciliaris* 和 *R. amurensis* 则存在外稃毛。*R. amurensis* 的外稃先端无齿,另外两个物种有齿。杂种 F1 在许多形态性状上介于两亲本之间。

2.2 种间杂交

以 *R. amurensis*(编号为 PI 547303)为母本,*R.*

ciliaris(编号为 88-89-227)为父本进行人工杂交。杂交穗数为 5,授粉 50 朵小花,获得 11 粒发育较好的种子,结实率为 22.00%。杂种种子发育良好,最终得到 6 株生长旺盛并能正常抽穗的植株,成苗率为 54.55%。

以 *R. japonensis*(编号为 88-89-267)为母本,*R. amurensis*(编号为 PI 547303)为父本进行人工杂交。杂交穗数为 4 穗,授粉 45 朵小花,获得 9 粒发育较好的种子,结实率为 20.00%。杂种种子发育良好,最终得到 3 株发育生长较好并能正常抽穗的植株,成苗率为 33.33%。

表 3 *R. amurensis*, *R. ciliaris*, *R. japonensis* 及杂种 F₁ 花粉母细胞减数分裂中期 I 染色体配对
Table 3 The chromosome pairing behavior in meiosis of parents and hybrids

亲本和杂交组合 Parents and hybrids	2n	观察细胞数 Number of cells	I	染色体配对 Chromosome pairing II			III	IV	每细胞交叉数 Chiasmata per cell	C-值 C-value
				总和 Total	环状 Rings	棒状 Rods				
<i>R. ciliaris</i>	28	50	—	14.00(14)	11.89(9-14)	2.11(0-5)	—	—	25.89(23-28)	0.92
<i>R. amurensis</i>	28	50	—	14.00(14)	12.58(11-14)	1.42(0-3)	—	—	26.58(25-28)	0.95
<i>R. japonensis</i>	28	50	—	14.00(14)	12.79(9-14)	1.21(0-5)	—	—	26.79(23-28)	0.96
<i>R. amurensis</i> × <i>R. ciliaris</i>	28	90	1.90 (0-4)	12.35(10-13)	9.00(4-13)	3.35(0-6)	0.30 (0-1)	0.10 (0-1)	22.25(15-26)	0.79
<i>R. japonensis</i> × <i>R. amurensis</i>	28	87	2.67 (0-6)	12.67(11-14)	9.33(7-13)	3.33(0-6)	—	—	21.99(20-26)	0.79

表 4 亲本和杂种 F₁ 的花粉育性和结实率
Table 4 The pollen fertility and natural burliness of parents and hybrids

亲本和杂种 Parents and hybrids	观察花粉粒数目 Number of pollen	花粉育性 Fertility of pollen		观察小花数目 Number of flowers	结实率 Natural burliness	
		Number	%		Number	%
<i>R. ciliaris</i>	663	628	94.72	128	116	90.63
<i>R. amurensis</i>	827	739	89.36	120	109	90.83
<i>R. japonensis</i>	786	724	92.11	132	121	91.67
<i>R. amurensis</i> × <i>R. ciliaris</i>	760	563	74.08	150	37	24.67
<i>R. japonensis</i> × <i>R. amurensis</i>	856	696	81.34	180	56	31.11

2.3 减数分裂中期 I 染色体配对

2.3.1 *R. amurensis* × *R. ciliaris* 的减数分裂中期 I 染色体配对与育性 亲本的减数分裂正常, 母本 *R. amurensis* 中期 I 大多数形成 14 个二价体(图 1:A), 平均为 12.58 个环状二价体和 1.42 个棒状二价体。父本 *R. ciliaris* 中期 I 形成 14 个二价体(图 1:B), 其中环状二价体为 11.89 个, 棒状二价体为 2.11 个。杂种 F₁ 体细胞为稳定的 $2n=4x=28$ 条染色体。观察 90 个杂种 F₁ 花粉母细胞减数分裂中期 I 染色体配对行为, 平均每个细胞形成 1.90 个单价体, 其变化范围为 0~4; 12.35 个二价体(变化范围为 10~13), 其中环状二价体为 9.00, 棒状二价体为 3.35; 0.30 个三价体; 0.10 个四价体(图 1:D)。其中有 82.11% 的细胞染色体配对数为 $2I+13II$ 。平均每细胞交叉数为 22.25, C-值为 0.79。后期 I 出现落后染色体(图 1:E)。两亲本的花粉育性和结实率正常, 杂种 F₁ 的花粉可育性高, 为 74.08%, 天然杂交结实率为 24.67%(表 4)。

2.3.2 *R. japonensis* × *R. amurensis* 的减数分裂中期 I 染色体配对与育性 亲本的减数分裂正常, 母本 *R. japonensis* 中期 I 大多数形成 14 个二价体(图 1:C), 平均为 12.79 个环状二价体和 1.21 个棒状二价体。父本 *R. amurensis* 中期 I 形成 14 个二价体(图 1:A), 其中环状二价体为 12.58 个, 棒状二价体为 1.42 个。杂种 F₁ 体细胞为稳定的 $2n=4x$

$=28$ 条染色体。观察 87 个杂种 F₁ 花粉母细胞减数分裂中期 I 染色体配对行为, 平均每个细胞形成 2.67 个单价体, 其变化范围为 0~6; 12.67 个二价体(变化范围为 11~14), 其中环状二价体为 9.33, 棒状二价体为 3.33(图 1:G); 没有出现三价体或四价体。平均每细胞交叉数为 21.99, C-值为 0.79。后期 I 出现落后染色体, 多数情况下为 2 条, 也有四条或六条的情况(图 1:H)。四分体时期有微核出现(图 1:I)。亲本的花粉育性和结实率正常, 杂种 F₁ 的花粉可育性也很高, 为 81.34%, 天然杂交结实率为 31.11%。

3 结果与讨论

耿以礼(1959)、耿以礼等(1963)和郭本兆(1987)把毛叶鹅观草(*Roegneria amurensis* (Drob.) Nevski)、纤毛鹅观草(*R. ciliaris* (Trin.) Nevski)和竖立鹅观草(*R. japonensis* (Honda) Keng)作为鹅观草属拟披碱草组纤毛草系中的三个物种处理。Tzvelev(1976)将 *R. amurensis* 处理为 *Elymus ciliaris* (Trin.) Tzvelev ssp. *amurensis* (Drob.) Tzvelev。Löve(1984)把 *R. amurensis* (Drob.) Nevski 和 *R. japonensis* 分别处理为 *Elymus ciliaris* (Trin.) Tzvelev ssp. *amurensis* (Drob.) Tzvelev 和 *E. ciliaris* (Trin.) Tzvelev ssp.

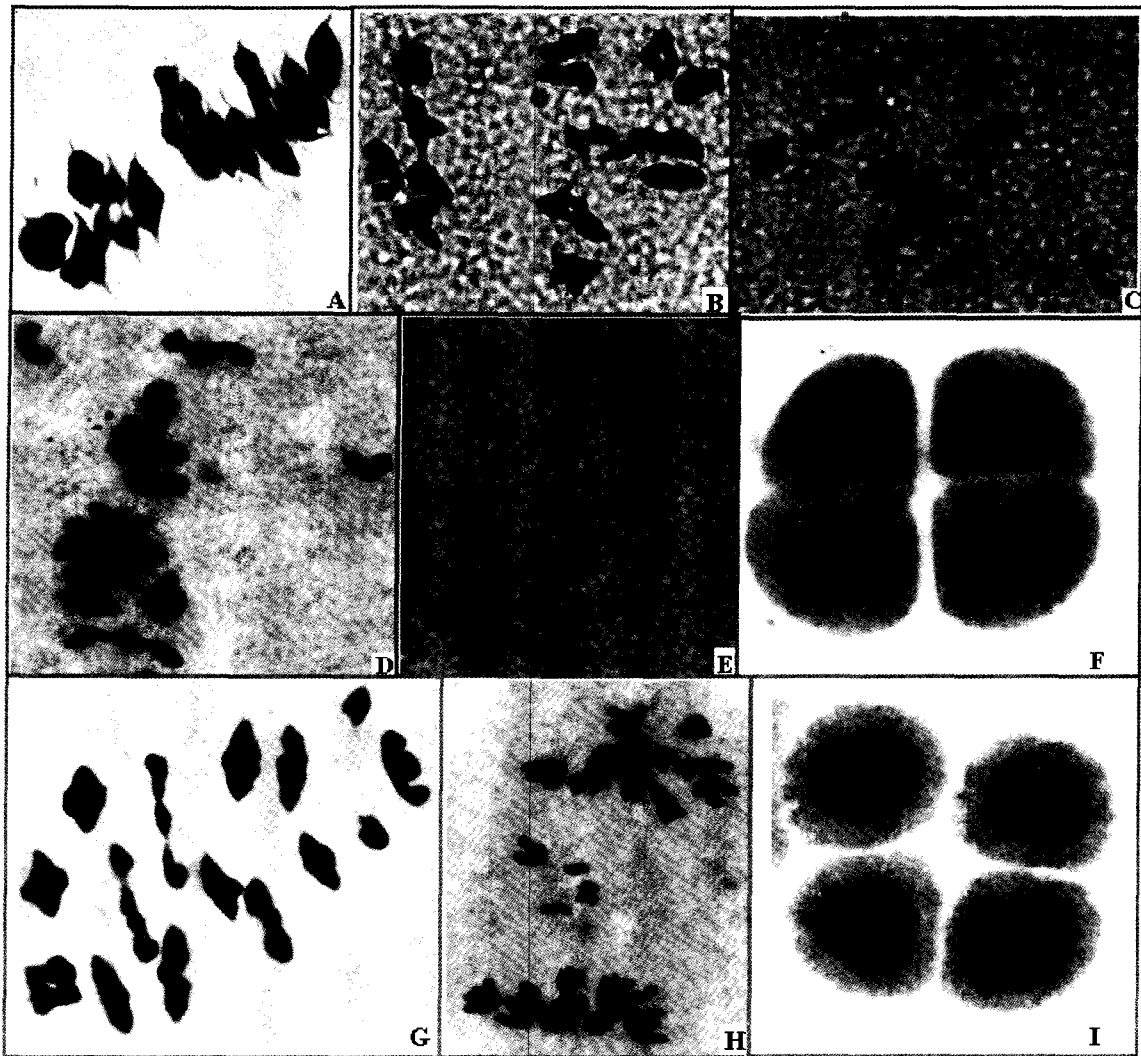


图 1 亲本及杂种 F1 花粉母细胞减数分裂图
Fig. 1 Meiosis of parents and two hybrids F1

A, B, C: 亲本毛叶鹅观草, 纤毛鹅观草, 竖立鹅观草中期 I 染色体配对 (A: 毛叶鹅观草, 14 II; B: 纤毛鹅观草, 14 II; C: 竖立鹅观草, 14 II); D, E, F: 毛叶鹅观草 × 纤毛鹅观草杂种 F1 中期 I、落后染色体和四分体时期染色体行为 (D: 中期 I, 2 I + 13 II; E: 落后染色体; F: 四分体时期); G, H, I: 竖立鹅观草 × 毛叶鹅观草杂种 F1 中期 I、落后染色体和四分体时期染色体行为 (G: 中期 I, 2 I + 13 II; H: 落后染色体; I: 四分体时期)。

japonicus A. Löve。卢宝荣等(1989)根据 *R. ciliaris* 和 *R. japonensis* 的核型、杂种 F1 减数分裂染色体配对、形态学和繁育学特征, 认为两个种之间无生殖隔离, 将 *R. japonensis* 处理为 *R. ciliaris* (Trin.) Nevski var. *japonensis* (Honda) Yen, Yang et Lu。蔡联炳(1997)把 *R. amurensis* (Drob.) Nevski 作为物种处理, 但把 *R. japonensis* 则处理为 *R. ciliaris* (Trin.) Nevski var. *hackeliana* (Honda) L. B. Cai。这三个物种的分类处理一直处于争议中, 主要分歧是 *R. japonensis* 和 *R. amurensis* 应为 *R. ciliaris* 的亚种或变种还是独立的种。

形态上, 这 3 个种非常相似, 外形难于区分。但 *R. amurensis* 的叶片两面及边缘密被柔毛, 颖先端渐尖, 稍短于外稃, 外稃和颖的先端不具齿; 而 *R. ciliaris* 和 *R. japonensis* 的叶片两面及边缘密被柔毛, 颖先端钝或具极短的尖头, 明显短于外稃, 外稃和颖先端侧面常有齿。 *R. ciliaris* 外稃背部密被或疏生柔毛, 颖边缘具纤毛; 而 *R. japonensis* 其外稃背部无毛或粗糙, 颖边缘无纤毛。

从本实验和卢宝荣等(1989)研究结果看, 3 个物种的花粉育性和自然结实率正常, 为 90% 以上。
(下转第 135 页 Continue on page 135)

珍珠柴粗提物对棉花黄萎 V991, 石油醚粗提物对苹果黑星病菌最低抑菌浓度(MIC)和抑制中浓度(EC50 值)的测定还需进一步的试验。对于杀菌剂而言,有的在离体条件下没有活性,但在活体植物上则表现出极强的抑菌活性(林孔勋,1995),本试验仅初步进行了离体试验,活体盆栽试验、有效抑菌成分的分离纯化及抑菌、促菌活性物质比例变化不同对病原菌的作用机制也有待于进一步的研究。

参考文献:

马毓泉,等. 1990. 内蒙古植物志(第二版)第二卷[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社
 陈年春. 1991. 农药生物测定[M]. 北京:北京农业大学出版社:76—78
 林孔勋. 1995. 杀菌剂毒理学[M]. 北京:中国农业出版社:67—74
 Cao K Q, Ariena H C van Bruggen. 2001. Inhibitory efficacy of several plant extracts and plant products on *Phytophthora infestans* [J]. *J Hebei Agric Univ*(河北农业大学学报),**24**(2):90—96
 Fan QS(范青生), Xiao XN(肖小年), Yu SW(余世望). 1995. The current situation and exploitation and utilization of antiseptic plant in China(我国抗菌植物资源研究与开发利用)[J]. *Res Sci*(资源科学),**(16)**:20—24

Feng JT(冯俊涛), Shi YQ(石勇强), Zhang X(张兴). 2001. Screening studies on fungistasis of 56 plant extracts(56种植物抑菌活性筛选试验)[J]. *J Northwest Sci-Tech Univ Agric Fore (Nat Sci)*(西北农业大学学报·自然科学版),**29**(2):65—68
 Li YP(李玉平), Mu XQ(慕小倩), Feng JT(冯俊涛), et al. 2002. Primary study on the fungicidal activity of compositae plants(几种菊科植物杀菌活性的初步研究)[J]. *J Northwest Sci-Tech Univ Agric Fore (Nat Sci)*(西北农林科技大学学报·自然科学版),**30**(1):68—72
 Li YP(李玉平), Feng JT(冯俊涛), Shao HJ(邵红军), et al. 2003. Bio-activities of extracts from 25 species Compositae plants against three kinds of pathogens(25种菊科植物提取物对3种植物病原菌的药效试验)[J]. *J Northwest Sci-Tech Univ Agric Fore (Nat Sci)*(西北农林科技大学学报·自然科学版),**31**(4):123—126
 Swain T. 1977. Secondary compounds as protective agents[J]. *Ann Rev Plant Physiol*,**8**:479—501
 Wang LD(王理达), Hu YQ(胡迎庆), Tu PF(屠鹏飞). 2001. Antifungal activity screening on 13 crude drug extracts and chemical constituents(13种生药提取物及化学成分的真菌活性筛选)[J]. *Chin Trad Herb Drugs*(中草药),**32**(3):241—244

(上接第 31 页 Continue from page 31)

它们之间容易杂交,杂种种子发育良好,不需通过幼胚拯救技术可以获得生长旺盛的杂种 F1 植株。在 *R. amurensis*×*R. ciliaris* 中,杂交结实率为 22%,杂种花粉育性为 74.08%,自然结实率为 24.67%;在 *R. japonensis*×*R. amurensis* 中,杂交结实率为 20%,杂种花粉育性为 81.34%,自然结实率为 31.11%。结果表明 *R. amurensis* 与 *R. ciliaris*、*R. japonensis* 存在一定的生殖障碍。因此,建议将毛叶鹅观草作为纤毛鹅观草的亚种;而竖立鹅观草作为其变种处理比较合适。

参考文献:

耿以礼. 1959. 中国主要植物图说—禾本科[M]. 北京:科学出版社
 耿以礼,陈守良. 1963. 国产鹅观草属 *Roegneria* C. Koch 之订正[J]. *南京大学学报(生物学)***1**:1—92
 郭本兆. 1987. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社:9(3):51—401
 蔡联炳. 1997. 中国鹅观草属的分类研究[J]. *植物分类学报*,**35**(2):148—177
 董玉琛. 1992. 小麦野生近缘植物的研究和利用. 植物优异种质资源及其开拓利用[M]. 北京:中国科学技术出版社,39—44
 李隆业,杨家秀. 1992. 小麦野生近缘植物抗白粉性和抗锈性研究[J]. *西南农业大学学报*,**14**(6):496—499

王永芳. 1995. 小麦族遗传资源对赤霉病抗性的多样性[D]. 四川农业大学博士论文
 卢宝荣,颜济,杨俊良. 1989. 鹅观草属三个物种的染色体组分析与同工酶分析[J]. *云南植物研究*,**10**(3):261—270
 Wei XH(魏秀华), Zhou YH(周永红), et al. 2005. Study on gliadin variation of three *Roegneria* (Poaceae; Triticeae) species and their accessions(鹅观草属三个物种及其居群间的醇溶蛋白分析)[J]. *Guihaia*(广西植物),**25**(5):464—468
 Yang RW(杨瑞武), Zhou YH(周永红), et al. 2001. Gliadin analysis of type species of four genera in Triticeae(小麦族四个属模式种的醇溶蛋白分析)[J]. *Guihaia*(广西植物),**21**(3):239—242
 Baum BR, Yen C, Yang JL. 1991. *Roegneria*; its generic limits and justification for its recognition[J]. *Can J Bot*,**69**:282—294
 Jiang JM, Friebe B, Gill BS. 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat[J]. *Euphytica*,**73**:199—212
 Kimber G, Alonso LG. 1981. The analysis of meiosis in hybrids. III. Tetraploid hybrids[J]. *Canad J Genet cytol*,**23**:235—254
 Sharma HC. 1995. How wide can a wide cross be? [J]. *Euphytica*,**82**:43—64
 Tzvelev NN. 1976. Tribe 3. Triticeae Dum. Poaceae URSS[M]. Leningrad: Nauka
 Löve A. 1984. Conspectus of the Triticeae[M]. *Feddes Repertorium*,**95**:425—521