

文章编号: 1000-4025(2006)03-0537-07

根据叶解剖特征试论赖草属及其 相关类群间的亲缘关系*

蔡联炳, 张同林

(中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001)

摘要: 通过叶片的解剖观察, 以表型系统学的原理和方法, 对赖草属及其相关类群的亲缘关系进行了分析。在横切面上, 赖草属及其相关6个属的结构虽然均属于狐茅型, 但在各类群之间存在差异。其中, 披碱草属与赖草属含有最大数量的相同性状, 与赖草属的亲缘关系最近; 新麦草属和偃麦草属均与赖草属的相同性状较少, 该2属仅稍接近于赖草属; 而大麦属、芒麦草属和鹅观草属与赖草属的相同性状更少, 则此3属与赖草属的亲缘关系也相对疏远。同时, 本文还对其它6属间的亲缘关系作了进一步探讨, 绘制了整个7属的亲缘关系示意图, 并与其外部形态特征作了对应比较, 从而弥补了过去研究的不足。

关键词: 赖草属; 叶解剖; 属间关系

中图分类号: Q 944.56 **文献标识码:** A

Genetic Relationship between *Leymus* and Its Related Taxa in Terms of the Anatomical Characteristics of Their Leaves

CAILIAN-bing, ZHANG Tong-lin

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

Abstract: Leaf anatomical examination was employed to study the genetic relations between *Leymus* and its related taxa according to the principle and methods of phenetics. Both *Leymus* and its six related taxa according to the principle and methods of phenetics. Both *Leymus* and its six related genera belong to the festuroid type in terms of their leaf transverse sections, but the various taxa differ. Therein, *Leymus* shares the largest number of traits with *Leymus* and thus has the closest genetic relation to *Leymus*; both *Pasthyrostachys* and *Elytrigia* share a small number of traits with *Leymus* and thus these two genera are slightly close in genetic relation to *Leymus*; *Hordeum*, *Critesion* and *Roegneria* share a smaller number of traits with *Leymus*, and thus these three genera are relatively distant to *Leymus*. In the meantime, the genetic relations among the other six genera were further probed and the sketch map about the genetic relations among all the seven genera was drawn and comparatively matched with their morphologies, so that the imperfections in past research were made up.

Key words: *Leymus*; leaf anatomy; intergeneric relation

有关赖草属 (*Leymus*) 的亲缘关系, 先前的学者已作过一些研究, 其中以郭本兆、王世金^[1]为代表的小麦族外部形态分析, 曾用图示表明了赖草属与大

麦属 (*Hordeum*)、新麦草属 (*Pasthyrostachys*)、披碱草属 (*Leymus*) 和鹅观草属 (*Roegneria*) 等具有较近的亲缘关系, 并与这些类群共同组成了披碱草亚族

* 收稿日期: 2005-10-20; 修改稿收到日期: 2006-01-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370110); 中国科学院西北高原生物研究所创新领域前沿项目 (CXQY-2003)

作者简介: 蔡联炳 (1948-), 男 (汉族), 研究员, 主要从事系统与进化植物学研究工作。

(Subtrib. Elymiae); 以L ve 和Dewey^[2,3]为代表的细胞染色体组分析, 曾表明了赖草属与新麦草属、脆轴草属(*Thinopyrum*)、双穗草属(*Pascopyrum*)、甚至偃麦草属(*Elytrigia*)含有1套相同的染色体组型, 是大麦亚族(Subtrib. Hordeinae)中亲缘关系很近的类群。然而, 先前的研究毕竟是个轮廓, 未具体表明各近缘类群间的密切程度, 尤其染色体组分析呈现的属群概念不一致, 与形态划分相距甚远, 不能为多数人接受, 客观上类群关系仍很含混。所以, 为了弥补前人研究的不足, 进一步理顺该属亲缘关系上的紊乱, 本文首次选择了叶解剖微形态特征作依据, 在传统类群划分的基础上, 结合外部形态, 对该属及其相关类群进行专门分析, 以期获得属间亲缘的全面、具体了解, 为族和亚族系统演化关系的建立提供新的资料。

1 材料和方法

遵照目前人们普遍接受的传统分类系统, 以过去学者提及的赖草属近缘类群为线索, 本文初步确

定了赖草属、披碱草属、大麦属、芒麦草属、新麦草属、偃麦草属和鹅观草属7个类群作研究对象。其中, 大麦属采用狭义概念, 即将野生类群从一年生的栽培类群和近缘野生类群中独立出来作为芒麦草属^[2,4]; 披碱草属采用广义概念, 即将猬草属(*Hystrix*)并入到披碱草属中^[5]。同时, 考虑到本研究的目的在于解决属间亲缘, 且同一属内叶解剖差异一般不是太大, 故实验的参试类群仅采用代表种。确认时, 在尽量照顾模式种的前提下, 也适当注重于个别在形态和分布上具有普遍意义的种入选, 结果7个属中有12个种的23份材料参与了解剖测试, 内有近半数材料是按不同生境或不同海拔的差异做的重复实验。其整个材料来源、类群归隶、凭证标本号见表1。

参试材料均取自花序下第二叶片的中间部段, 按常规的石蜡法进行解剖, 即先将叶片材料用沸水软化20~30 min, 接着用FAA固定剂固定20~24 h, 然后经系列酒精脱水, 二甲苯透明, 再经浸蜡、包

表1 材料来源

Table 1 Sources of the materials

属 Genus	种 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher	备注 Remarks
赖草属 <i>Leymus</i>	赖草 <i>L. secalinus</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳, 马碧华 L. B. Cai & B. H. Ma L03	
		青海海宴 Haiyan, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai L16	
		青海格尔木 Golmud, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai L82	
	若羌赖草 <i>L. ruoqiangensis</i>	青海小柴旦 Xiao Qaidam, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai L35	
		青海马海 Mahai, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai L58	
		青海大通 Datong, Qinghai	梅丽娟 L. J. Mei 166	
披碱草属 <i>Elymus</i>	老芒麦 <i>E. sibiricus</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳, 马碧华 L. B. Cai & B. H. Ma Em04	
		青海湟源 Huangyuan, Qinghai	郭本兆 P. C. Kuo 90	
	西宁披碱草 <i>E. xiningensis</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳, 马碧华 L. B. Cai & B. H. Ma Em02	
大麦属 <i>Hordeum</i>	大麦 <i>H. vulgare</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai H01	栽培植物 Cultivated plant
		西藏林芝 Linzhi, Xizang	蔡联炳 L. B. Cai H04	栽培植物 Cultivated plant
芒麦草属 <i>Critesion</i>	芒麦草 <i>C. jubatum</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai C01	引种植物 Introduced plant
		青海海宴 Haiyan, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai C03	引种植物 Introduced plant
新麦草属 <i>Pseudopyrum</i>	单花新麦草 <i>P. kronenburgii</i>	青海共和 Gonghe, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai P03	
		青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai P01	引种植物 Introduced plant
	华山新麦草 <i>P. huashanica</i>	陕西华山 Mt Huashan, Shaanxi	时英, 顾立华 Y. Shi & L. H. Gu P05	
	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai P02	引种植物 Introduced plant	

续表 1 Continued Table 1

偃麦草属 <i>Elytrigia</i>	偃麦草 <i>E. repens</i>	青海大通 Datong, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai Et01	
		新疆乌鲁木齐 Urumqi, Xinjiang	蔡联炳 L. B. Cai Et03	
	长穗偃麦草 <i>E. elongata</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai Et05	引种植物 Introduced plant
鹅观草属 <i>Roegneria</i>	西藏鹅观草 <i>R. tibetica</i>	西藏安多 Amdo, Xizang	蔡联炳, 金康全 L. B. Cai & K. Q. Jin R01	
		青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai R04	
	贫花鹅观草 <i>R. pauciflora</i>	青海西宁 Xining, Qinghai	蔡联炳 L. B. Cai R06	引种植物 Introduced plant

埋、切片、染色等过程制成永久片, 最后进行观察、拍照。叶解剖的术语、概念以 Metcalfe^[6]的为准。

2 观察结果

从本次实验解剖的类群来看, 它们的叶横切结构都属于狐茅型^[7,8], 其上表皮细胞大小、形状悬殊, 排列松弛, 厚薄不均, 一般在维管束相对区域细胞较小, 表皮较薄, 非维管束相对区域细胞较大, 表皮较厚; 下表皮细胞形状、大小通常差异不大, 排列也相对整齐, 表皮厚薄基本一致。叶肉细胞形状、大小及排列层次不很分明, 无栅栏组织和海绵组织之分, 维管束周围的叶肉细胞也不呈放射状排列, 维管束旁或气孔下常存在大的腔隙。维管束圆形或椭圆形, 大小不均, 位于上、下两表皮的中部或近中部, 通常有明显的双层维管束鞘, 内鞘细胞小, 多在切向内壁和

径向壁上加厚, 外鞘细胞大, 壁薄, 有时具明显的叶绿体; 鞘内木质部和韧皮部轮廓分明, 木质部靠近上表皮侧, 在大维管束中常具排成“V”形的粗大导管, 韧皮部靠近下表皮侧, 在小维管束中范围一般较宽; 厚壁组织着生于维管束上、下方和/或叶边缘, 尤其是大维管束侧的厚壁组织多数情况较发达(图版 1)。各个类群的叶横切特征除了这些共性之外, 在各个种、特别是各个属间往往还有一些自征存在, 其中最明显的自征主要表现在横切面的形状及厚度, 上表皮和下表皮的形态, 维管束的数目、直径、类型、排列及内鞘加厚形式, 厚壁组织的着生以及叶肉组织的厚薄等方面。通常, 这些自征差异不仅可以作为类群划分的依据, 而且更为重要的是可以作为推证类群亲缘关系的旁证。其各个属的叶片横切面主要性状差异见表 2。

表 2 赖草属及其相关 6 个属的叶解剖主要特征比较

Table 2 Comparison of the main anatomical characteristics of the leaves of *Leymus* and its 6 related genera

性状 Characters	赖草属 <i>Leymus</i>	披碱草属 <i>Elymus</i>	大麦属 <i>Hordeum</i>	芒草属 <i>Critesion</i>	新麦草属 <i>Poa trivialis</i>	偃麦草属 <i>Elytrigia</i>	鹅观草属 <i>Roegneria</i>
横切面形状 Transverse section shape	略呈结节形 Slightly nodose	略呈结节形 Slightly nodose	略呈条形 Slightly linear	略呈条形 Slightly linear	略呈结节形 Slightly nodose	略呈结节形或齿形 Slightly nodose or toothed	略呈条形 Slightly linear
中脉处厚 Thickness at the midrib (μm)	335~ 390	350~ 450	300~ 330	190~ 220	250~ 360	215~ 290	185~ 280
上表皮 Upper epidermises							
沟 Furrows	深 Deep	较深 Relatively deep	浅 Shallow	浅 Shallow	深 Deep	深 Deep	不明显 Inconspicuous
嵴 Ribs	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	钝圆 Obtuse	平截 Truncate	钝圆或尖 Obtuse or acute	不明显 Inconspicuous
嵴的位置 Rib location	位于大维管束之上 Over the large vascular bundles	位于各维管束之上 Over every vascular bundles	位于各维管束之上 Over every vascular bundles	位于各维管束之上 Over every vascular bundles	位于各维管束之上 Over every vascular bundles	位于各维管束之上 Over every vascular bundles	不明显 Inconspicuous
下表皮 Lower epidermises							
沟和嵴 Furrows and ribs	明显 Conspicuous	明显 Conspicuous	不明显 Inconspicuous	不明显 Inconspicuous	明显 Conspicuous	明显或不明显 Conspicuous or inconspicuous	不明显 Inconspicuous
细胞排列 Cell arrangement	紧密 Close	紧密 Close	紧密 Close	较紧密 Relatively close	较紧密 Relatively close	松弛 Slack	松弛 Slack
外壁蜡层 Wax layer of the external wall	明显 Conspicuous	明显 Conspicuous	不明显 Inconspicuous	不明显 Inconspicuous	不明显或较明显 Inconspicuous or relatively conspicuous	明显或较明显 Conspicuous or relatively conspicuous	较明显 Relatively conspicuous
维管束 Vascular bundles							
数目 Number	27~ 30	35~ 41	44~ 48	17~ 19	19~ 23	30~ 34	25~ 35

续表2 Continued Table 2

类型 Types	大、小2型 In two types, large and small	大、小2型 In two types, large and small	大、中、小3型 In three types, large, medium and small	大、小2型 In two types, large and small	大、小2型 In two types, large and small	大、小2型 In two types, large and small	大、中、小3型 In three types, large, medium and small
疏密 Density	密 Dense	较密 Relatively dense	稀 Sparse	稀 Sparse	较密 Relatively dense	较密 Relatively dense	稀 Sparse
中肋横径 Midrib diameter in horizontal(μm)	110~ 135	118~ 153	135~ 145	90~ 110	100~ 130	100~ 150	105~ 155
内鞘细胞 Inner sheath cells	U形加厚 Thickened in U-form	U形加厚 Thickened in U-form	U形加厚 Thickened in U-form	U形加厚 Thickened in U-form	整体加厚 Thickened in the whole	整体或U形加厚 Thickened in the whole or U-form	U形加厚 Thickened in U-form
厚壁组织 Sclerenchyma							
大维管束侧 Joined to the large vascular bundles	较发达 Relatively developed	发达 Well developed	较发达 Relatively developed	不发达 Less developed	发达 Well developed	较发达或发达 Relatively or well developed	不发达 Less developed
小维管束侧 Joined to the small vascular bundles	无 Absent	不发达或无 Less developed or absent	无 Absent	无 Absent	不发达或无 Less developed or absent	不发达或较发达 Less developed or relatively developed	无 Absent
叶边缘 In the leaf margins	不发达 Less developed	不发达或较发达 Less developed or relatively developed	无 Absent	不发达或无 Less developed or absent	不发达或无 Less developed or absent	发达 Well developed	不发达或无 Less developed or absent
叶肉组织 Mesophyll							
叶片中部束间厚 Thickness between the strands in the middle of leaf blade(μm)	75~ 135	40~ 133	135~ 175	70~ 105	30~ 65	50~ 105	70~ 140

3 讨 论

根据观察结果可知, 赖草属及其相关6个属的叶横切结构虽然均属于狐茅型, 但在各类群间仍然存在差异。尤其表2列出的性状中, 有的差异可以区别1个属, 如上表皮锯齿仅位于大维管束之上为赖草属所特有; 有的差异却可区别2~3属, 如维管束量少的特征为芒麦草属和新麦草属所拥有, 维管束着生稀的为大麦属、芒麦草属和鹅观草属所共存; 而还有的差异则可区别4~多属, 如相应的维管束量多、着生密的特征为其余类群所附生。所以, 鉴于这种性状类群分布的差异, 下面特以表型总体相似的推证方法, 专就表2列出的主要性状来对赖草属的亲缘关系进行分析讨论。

(1) 披碱草属 (*Elymus*)

在表2列出的17个性状中, 披碱草属与赖草属大体拥有11个相同特征, 6个相异特征(注: 本研究对同一小格中的2形特征, 一律以对比属间的相同或相异折合半个计算, 下同), 即相同特征约占总性状数的64.7%, 相异特征约占总性状数的35.3%, 可见披碱草属与赖草属既是两个独立的属, 又是两个亲缘很近的类群, 可能来源于最近的共同祖先, 因而不支持前人将披碱草属与赖草属划为两个不同支系上的属或两者具有完全不同成分的染色体组的看

法^[1~3]。

(2) 大麦属 (*Hordeum*)

大麦属在表2中与赖草属仅仅具有5个相同特征, 但却具有12个相异特征, 即相同特征约占总性状数的29.4%, 相异特征约占总性状数的70.6%, 与上述披碱草属的特征比例差不多相反, 这表明大麦属与赖草属的亲缘关系较远, 具有明显的本质差异, 与前人作为不同支系或具有不同染色体组的间隔处理是一致的。

(3) 芒麦草属 (*Critesion*)

芒麦草属在表2中共展示了5.5个特征与赖草属相同, 11.5个特征与赖草属相异, 即相同特征约占总性状数的32.4%, 相异特征约占总性状数的67.6%, 这一比例虽与大麦属的不尽相同, 但毕竟差异微小, 尤其过去它与大麦属同为一属的事实, 也多少表明了它和大麦属一样, 可能是与赖草属亲缘同等远近的类群。

(4) 新麦草属 (*Psathyrostachys*)

表2中新麦草属呈现有6.5个特征与赖草属相同, 10.5个特征与赖草属相异, 即相同特征约占总性状数的38.2%, 相异特征约占总性状数的61.8%。显然, 这一比例是在芒麦草属的基础上, 与赖草属的亲缘近了一步。但由于新麦草属在上表皮锯齿的形状和位置、维管束数目和内鞘加厚、以及叶肉组织的厚

薄上与赖草属截然不同, 因而叶解剖并不十分支持 L ve 和 Dewey^[2,3] 指出的两者具有 1 套相同染色体组的近缘关系。

(5) 偃麦草属 (*Elytrigia*)

从表 2 列出的性状来看, 偃麦草属虽然有相当部分属 2 形特征, 但按照前面不整一特征的统计方法, 偃麦草属也象新麦草属一样, 有 6 5 个特征与赖草属的相同, 10 5 个特征与赖草属的相异。很明显, 这一数值也同样表明了偃麦草属与赖草属的亲缘远近应和新麦草属的一致, 亦即叶解剖不支持 L ve^[2] 含相同染色体组, 而支持 Dewey^[3] 含相异染色体组以及郭本兆等^[1] 来源于不同支系两类群的见解。

(6) 鹅观草属 (*Roegneria*)

鹅观草属在表 2 中展现的特征也和前面芒麦草属的一样, 含有 5 5 个与赖草属相同的特征, 11 5 个与赖草属相异的特征, 即同样表明鹅观草属与赖草

属的亲缘远近等同于芒麦草属与赖草属的亲缘远近, 从而从侧面印证了鹅观草属与赖草属含有不同的染色体组, 以及处于不同支系两类群的事实。

实际上, 叶解剖特征不单可以阐述赖草属与相关类群的亲缘关系, 就是在各相关类群之间, 也能间接提供一些相互关系的佐证。如披碱草属与新麦草属、新麦草属与偃麦草属之间均含有 8 个以上的相同性状, 说明它们可能是亲缘关系较近的类群, 大麦属与芒麦草属以及芒麦草属与鹅观草属之间也含有 8 个以上的相同性状, 也同样表明它们可能具有较近的亲缘关系; 而相应偃麦草属与大麦属、大麦属与新麦草属、鹅观草属与披碱草属等均含有 4 个及其以下的相同性状, 则又表明它们各对之间的亲缘关系均较疏远, 是小麦族中处于不同支系的类群。因此, 整个赖草属及其相关 6 个属的亲缘关系可简示于图 1 中。

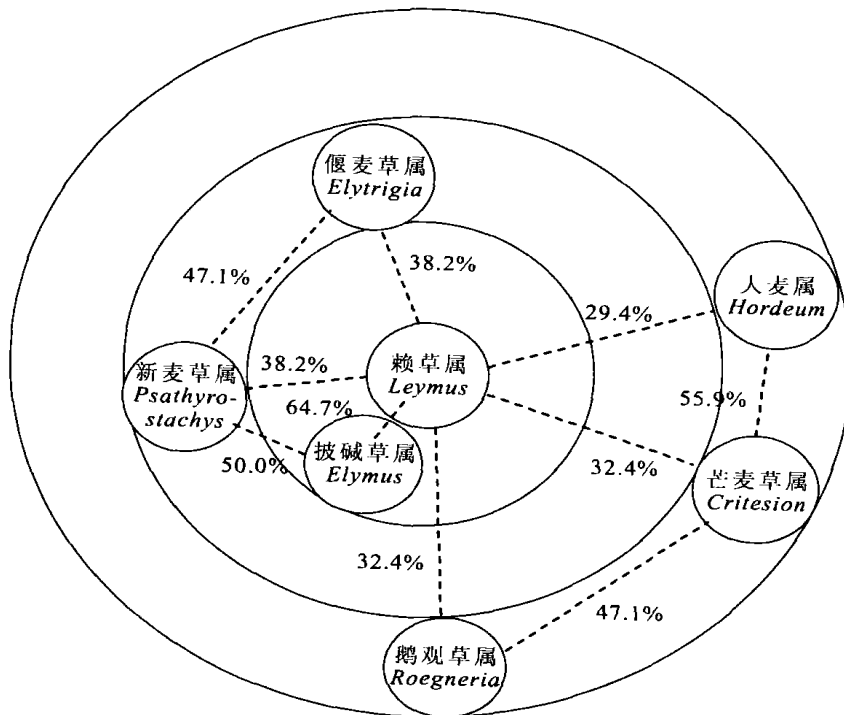


图 1 赖草属及其相关 6 个属的亲缘关系示意图 (虚线旁的数值表示两属间含相同性状的百分比, 无虚线标记表示两属间亲缘关系相对疏远)

Fig 1 Schematic diagram of the relationships between *Leymus* and its 6 related genera (The percentages with the dotted line are the percentage of the shared traits of the two genera; the two genera that are not linked with dotted line are relatively distant to each other in genetic relationship)

当然, 上述赖草属及其相关类群间的亲缘关系若是这样, 那么反映在外部形态上也是基本吻合的。其中, 象赖草属与披碱草属的小穗无柄, 通常 2~ 3 枚聚生于穗轴每节的特征, 就足以说明两者具有较

为密切的亲缘关系; 而相应对于大麦属、芒麦草属以及新麦草属的小穗大多具柄, 一般仅为 3 枚规范排列于穗轴每节的特征来势必显得疏远; 尤其偃麦草属和鹅观草属的小穗已发展至穗轴每节仅生 1 枚的

特殊阶段,其亲缘关系的疏远程度就可想而知了。不过另一方面,叶解剖提供的证据也有个别是和外部形态明显不一致的,这正如前面述及的鹅观草属与披碱草属是两个亲缘关系较为疏远的类群一样,而

过去的外部形态分析却阐述它们又是一对亲缘关系较为密切的属^[9,10]。看来,这种由叶解剖证据附带产生的新矛盾,还需将来依据新的学科手段再作进一步探讨。

参考文献:

- [1] GUO B ZH (郭本兆), WANG SH J (王世金). Researches on the evolution of the inflorescence and the generic relationships of the Triticeae in China[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*. (西北植物学报), 1981, 1(1): 12- 19(in Chinese).
- [2] L ÓVA. Conspectus of the Triticeae[J]. *Feddes Repertorium*, 1984, 95(7- 8): 425- 521.
- [3] DEWEY D R. The genomic system of classification as a guide to intergeneric hybridization with the perennial Triticeae[A]. Gustafson J P. Gene manipulation in plant improvement[C]. New York: Plenum Press, 1984: 209- 279.
- [4] CA IL B, ZHANG T L, HSIAO A I. The circumscription and concept of *Hordeum* (Poaceae) based on some leaf epidermal characteristics [J]. *Israel Journ. Pl Sci*, 2003, 51: 315- 320.
- [5] CA IL B (蔡联炳), WANG SH J (王世金). On the systematic treatment and evolution of the genera *Hystrix* and *Elymus* based on the structure of leaf epidermis[J]. *Acta Biol Pl Sin*. (高原生物学集刊), 1999, 14: 1- 6(in Chinese).
- [6] METCALFE C R. Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae[M]. Oxford: Clarendon Press, 1960: I - I XI, 1- 578.
- [7] AVDULOV N P. Karió-sistematičeskoe issledovanie Sem'eistva Zlakor[J]. *Bull Appl Bot, Genet and Plant Breed*, 1931, 44(supp1): 1 - 72(in Russian).
- [8] PRAT H. La systématique des Graminées[J]. *Ann Sci Nat Bot*, 1936, 18: 165- 258.
- [9] YANG XL (杨锡麟). A preliminary study of new division for the section *Roegneria* [J]. *Journ Inner Mongolia Teach Univ*. (Nat Sci Edit) (内蒙古师范大学学报·自然科学版), 1990, (3): 38- 44(in Chinese).
- [10] CA IL B (蔡联炳). On the phylogenetic relationship of *Roegneria* C. Koch based on some morphological characters[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*. (西北植物学报), 1998, 18(4): 606- 612(in Chinese).

图版说明:

图版 I 小麦族 12 种植物的叶片横切面光学显微镜照片(示中间维管束及其相邻区域)

1. 赖草; 2. 若羌赖草; 3. 老芒麦; 4. 西宁披碱草; 5. 大麦; 6. 芒麦草; 7. 单花新麦草; 8. 华山新麦草; 9. 偃麦草; 10. 长穗偃麦草; 11. 西藏鹅观草; 12. 贫花鹅观草。标尺在图 1~ 5, 7, 10 中为 110 μm , 在图 6, 8, 9, 11, 12 中为 55 μm

Explanation of Plate:

Plate I Light microscopic micrographs of the transverse sections of leaf blades of 12 Triticeae species (showing median vascular bundles and their adjacent parts)

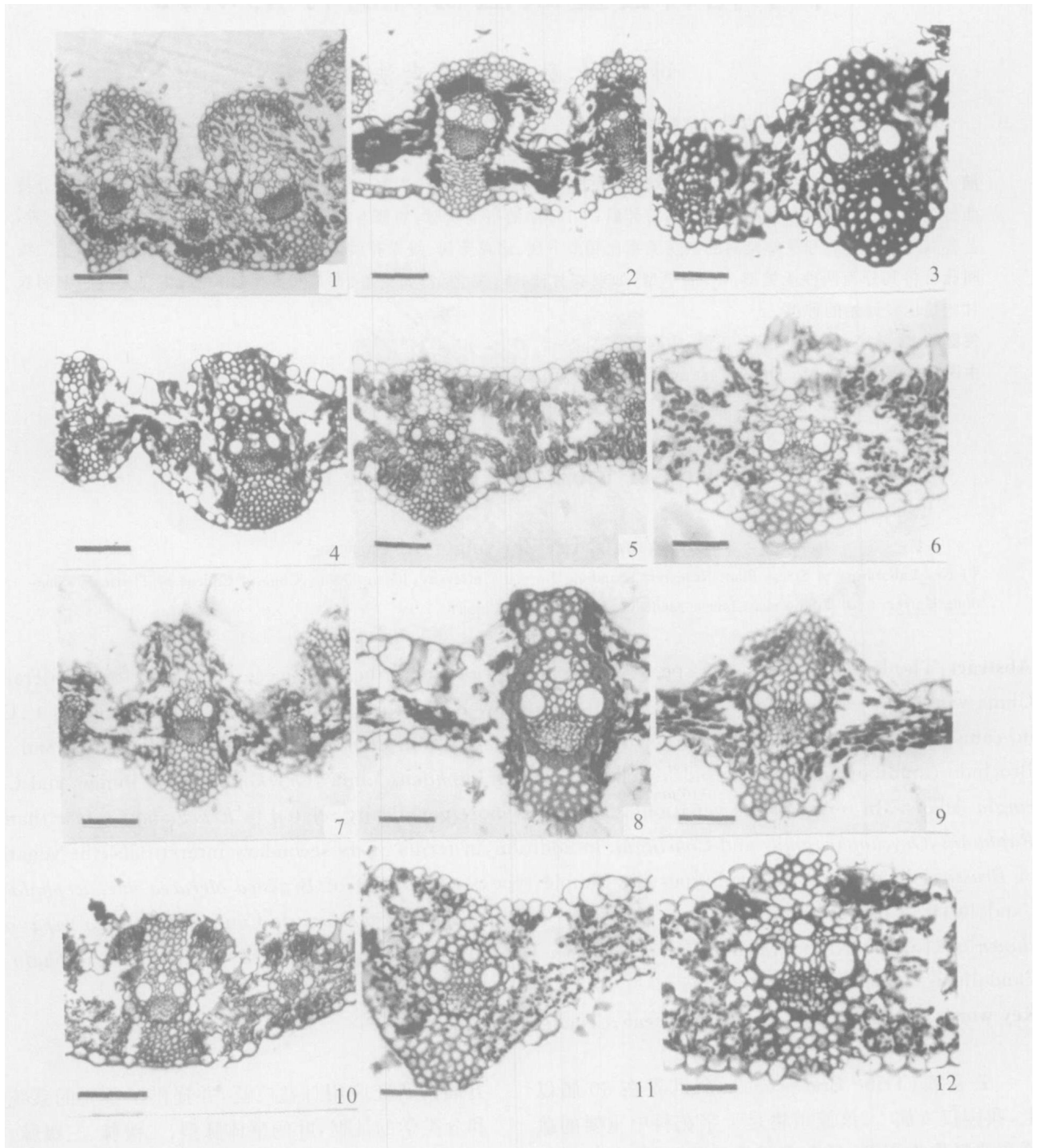
- Fig. 1. *Leymus secalinus*; Fig. 2. *L. ruoqiangensis*; Fig. 3. *Elymus sibiricus*; Fig. 4. *E. xiningensis*; Fig. 5. *Hordeum vulgare*; Fig. 6. *Critesion jubatum*; Fig. 7. *Psathyrostachys kronenburgii*; Fig. 8. *P. huashanica*; Fig. 9. *Elytrigia repens*; Fig. 10. *E. elongata*; Fig. 11. *Roegneria tibetica*; Fig. 12. *P. pauciflora*. The scale bars are 110 μm in Figs 1~ 5, 7, 10 and 55 μm in Figs 6, 8, 9, 11, 12

蔡联炳, 等: 根据叶解剖特征试论赖草属及其相关类群间的亲缘关系

图版 I

CA I L ian-bing, *et al* : Genetic Relationship between *Leymus* and Its Related Taxa in Terms of the Anatomical Characteristics of Their Leaves

Plate I



See explanation at the end of the text