

中国干旱区柽柳科植物 种子形态特征及其系统学意义*

张元明 潘伯荣 尹林克

(中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所, 乌鲁木齐 830011)

摘要 对中国干旱区柽柳科(Tamaricaceae)植物3属7代表种的种子形态及种皮表面亚显微结构进行了观察,表明种子形态及种皮表面亚显微结构可为本科植物的分类提供有价值的信息。根据种子表皮毛着生的类型并结合外部形态特征可初步得出以下结论:(1)表皮毛可分为I型表皮毛和II型表皮毛,前者着生于种子表面,包括红砂属(*Reaumuria* L.)和柽柳属(*Tamarix* L.)植物的一些种类;后者着生于种子顶端的芒柱上,包括柽柳属一些种类和水柏枝属(*Myricaria* Desv.)植物。(2)表皮毛的演化趋势是由I型表皮毛向II型表皮毛转化。(3)红砂属处于本科的原始地位,水柏枝属较为进化,柽柳属是联系两者的中间环节,本属内亦存在许多过渡类型。

关键词 柽柳科;种子形态;种皮表面亚显微结构;系统演化

Seed morphology of Tamaricaceae in China arid areas and its systematic evolution

Zhang Yuan-Ming, Pan Bo-Rong and Yin Lin-Ke (Xinjiang Institute of Biology, Pedology and Desert Research, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011), *J. Plant Resour. & Environ.* 1998, 7(2): 22~27

The seed coat submicroscopic structures of 7 species in 3 genera of Tamaricaceae from China arid areas are observed. The results showed that the seed morphology and the feature of seed coat could provide characteristic significance to the taxonomy of the family. Seeds of all genera of Tamaricaceae possess epidermal hairs, which may will be related to water absorption and dispersion. According to the seed epidermal hair position on seed, the authors considered that: (1) Seed epidermal hairs can be divided into two types: type I and type II. The former type, which includes *Reaumuria* L. and some species of *Tamarix* L., the hairs grow on the seed surface; the latter type, including some species of *Tamarix* and *Myricaria* Desv., the hairs only grow on the awn at seed apex. (2) A trend towards the growth position of hairs can be postulated as a transition from type I to type II. (3) *Reaumuria* has a more ancestral position within the family, *Tamarix* and *Myricaria* are more advanced in their evolutionary process, while *Tamarix* as a transitional group links the other two genera.

Key words Tamaricaceae; seed morphology; submicroscopic structure of seed surface; systematic evolution

柽柳科(Tamaricaceae)植物为灌木、半灌木或乔木,主要分布于旧大陆草原和荒漠地区,在

* 国家自然科学基金资助项目;本文曾于1997年在国际植物园协会亚洲分会第三届学术研讨会上交流。

张元明:男,1972年10月生,硕士研究生,植物学专业。

收稿日期 1997-10-20

山前砾石戈壁、河谷、流沙和盐渍化土壤中均有分布,生境极其多样。本科包括红砂属(*Reaumuria* L.)、柽柳属(*Tamarix* L.)和水柏枝属(*Myricaria* Desv.) 3属,全世界约120种,中国有3属约32种^[1]。国内外曾有少数学者对该科柽柳属植物的种子形态作过研究^[2-4],但都是在宏观的水平上进行的,种皮表面亚显微结构(SEM)及表皮毛形态特征的观察研究未见报道。而种子形态,尤其是种皮表面亚显微结构可为植物分类学提供新的有价值的信息。我国干旱区红砂属植物有4种,水柏枝属植物有5种,柽柳属植物有16种1变种。作者分别从红砂属和水柏枝属中选取在干旱区分布较为广泛、能代表各属主要特征的准噶尔红砂[*Reaumuria songarica* (Pall.) Maxim.]和宽苞水柏枝(*Myricaria bracteata* Royle),从柽柳属中选取代表种长穗柽柳(*Tamarix elongata* Ledeb.)以及多枝柽柳(*T. ramosissima* Ledeb.)、山川柽柳(*T. arceuthoides* Bunge)、异花柽柳(*T. gracilis* Willd.)、白花柽柳(*T. albiflorum* M. T. Liu)进行种子形态特征和种皮表面亚显微结构的比较观察。

1 材料和方法

种子采自中国科学院吐鲁番沙漠植物园,凭证标本均存于该园植物标本室。先将成熟的种子粘于载玻片上(至少20粒),置于日本产Olympus体视显微镜下,由上至下照射光源,观察种子的形状、大小并绘图。将成熟干燥的种子直接粘于双面胶纸上,喷金镀膜后在Hitachi S-800型扫描电镜下观察和照相。每种扫描样品5个。

2 观察结果

柽柳科植物种子形态特征见图1和表1。本科植物种子为枣核状、棒状或新月形(图版I-1a),颜色为浅褐色、深褐色或浅褐色至紫褐色。种子顶端具芒柱或无。种子表面全面被毛或仅在种子顶端和芒柱上被毛,或从芒柱一半开始被毛,柔毛基部均具螺旋状结构(图版I-8)。种子表面呈明显或不明显、规则或不规则网状纹饰,并具条纹状次级纹饰,网脊常具疣状或棱状突起(图版I-1b~6b)。

2.1 红砂属植物种子形态

观察得知,红砂属植物每果实种子数目较少(3~5个),种子大型,末端渐尖,顶端钝圆而不具芒柱,种子表面密布褐色柔毛,表皮毛I型,无法观察其表面纹饰(图版I-7)。

2.2 柽柳属植物种子形态

柽柳属植物每果实种子数目较多(13~20个),细小,顶端具短而直的芒柱,种子顶端或从芒柱基部起即具单细胞柔毛,呈白色或浅褐色。该属内各种间柔毛的着生方式出现明显的过

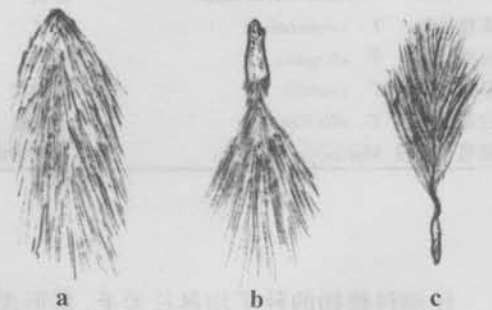


图1 柽柳科植物种子外部形态

Fig 1 Seed shape of Tamaricaceae

a. 红砂属 *Reaumuria* L.; b. 柽柳属 *Tamarix* L.; c. 水柏枝属 *Myricaria* Desv.

渡类型,即从着生种子顶端较大区域向仅着生在芒柱上转化,在所研究的5个种中,山川怪柳、多枝怪柳、长穗怪柳具两型表皮毛,Ⅰ型表皮毛只着生在种子顶端很小区域;异花怪柳和白花怪柳也具两型表皮毛,但Ⅰ型表皮毛着生在种子顶端较大区域。种子表面具明显或不明显的网状纹饰,网眼径向伸长,网脊直或弯曲,上具疣状或棱状突起,其中山川怪柳具不明显的网状纹饰,且网眼小,网脊具少数大型疣状突起(图版Ⅰ-6b);多枝怪柳具明显网状纹饰,网眼径向伸长,网脊具疣状突起,呈念珠状或单独存在(图版Ⅰ-3b);长穗怪柳具不规则网状纹饰,网眼较大,网脊上的疣状突起特征同多枝怪柳(图版Ⅰ-5b);异花怪柳具规则网状纹饰,网眼大,径向伸长,具多数疣状突起,呈念珠状(图版Ⅰ-4b);白花怪柳网状纹饰不明显,网脊扭曲,具少数大型疣状突起(图版Ⅰ-2b)。怪柳属植物种子表面具条纹状次级纹饰,山川怪柳、多枝怪柳、长穗怪柳、异花怪柳均具有细小条纹状突起及较多棱状突起,而白花怪柳则具细小条纹状突起,但无棱状突起。

2.3 水柏枝属植物种子形态

水柏枝属植物每果实种子数目较多(8~12个),种子顶端具细而长的芒柱,芒柱常弯曲并从一半以上开始具单细胞长毛,种子表面具明显的网状纹饰,网眼强烈径向伸长,网脊窄而高,多弯曲,上具侧向突出的疣状或棱状突起。本研究中所选的宽苞水柏枝种子具Ⅱ型表皮毛,着生于种子顶端芒柱上;种子表面的网状纹饰网眼径向伸长,网脊窄而高,弯曲呈波浪状,无疣状突起;次级纹饰呈陇状突起,并互相交织呈次网状纹饰(图版Ⅰ-1b)。

表1 怪柳科植物种子形态

Tab 1 Seed morphology of Tamaricaceae

种名 Species	形状 Shape	大小 Size (mm)		颜色 Color
		长(L)	宽(W)	
准噶尔红砂 <i>Reaumuria songarica</i>	枣核状	3.8~4.4	0.8~1.2	紫褐色
山川怪柳 <i>Tamarix arceuthoides</i>	棒状	0.49~0.53	0.23~0.27	浅褐色
多枝怪柳 <i>T. ramosissima</i>	棒状	0.45~0.52	0.20~0.25	浅褐色
长穗怪柳 <i>T. elongata</i>	棒状	0.54~0.61	0.21~0.30	浅褐色
异花怪柳 <i>T. gracilis</i>	长棒状	0.98~1.20	0.98~0.43	浅褐色
白花怪柳 <i>T. albiflora</i>	短棒状	0.46~0.51	0.245~0.3	浅褐色
宽苞水柏枝 <i>Myricaria bracteata</i>	枣核状或新月形	0.68~0.96	0.24~0.28	浅褐色或深褐色

3 讨 论

怪柳科植物的种子均具长柔毛,其形成是种子外表皮细胞极度径向伸长的结果,均为单细胞(图版Ⅰ-8),称之为表皮毛(epidermal hair)^[5],而 Baum 所用冠毛(pappus)一词则有误^[3]。种皮表皮毛的形态和结构差异不大,但其着生的类型却依属、种的不同而不同。根据表皮毛的着生方式,作者将其分为两种类型:Ⅰ型表皮毛和Ⅱ型表皮毛。前者着生在种子表面,后者着生在种子顶端的芒柱上。红砂属植物种子仅具Ⅰ型表皮毛,覆盖整个种子表面;怪柳属植物具有两种类型的表皮毛,且其中存在许多中间过渡类型,即Ⅰ型表皮毛在种子表面的着生区域从占种子表面较大区域(如白花怪柳、异花怪柳等种)向只着生在种子顶端很小的区域(如多枝怪柳、山川怪柳、长穗怪柳等种)转化,种子顶端有缢缩变细的趋势;水柏枝属植物的种子只具有Ⅱ型表皮毛,其种子顶端强烈收缩的结果导致形成细而长的芒柱,芒柱上着生较为稀疏的表

皮毛,轴向弯曲。此外,怪柳属和水柏枝属植物的种子顶端均具芒柱,且芒柱的长短在属间和种内差异较大,在分类上具有一定的意义。

I型表皮毛和II型表皮毛基部均具螺旋状结构(图版I-8),是由细胞壁加厚所致,螺距约0.01 mm,这一结构主要与种子的吸水性有关,被称为吸水器官^[3],但3个属情况有所不同。红砂属植物种子表皮毛的吸水器与其它两属植物相比不发达,螺旋数目为5~6个,而怪柳属植物种子螺旋数目可达18个以上,使其在有临时性降水或积水条件下,种子能迅速吸水,以满足种子萌发的要求,从这一点上讲,怪柳属植物比红砂属植物更能适应恶劣的环境,是一种进化的表现。国外曾有学者对大果怪柳 [*Tamarix macrocarpa* (Ehrenb.) Bge.] 的种子发育作过观察^[3],发现在其种子发育的早期阶段,种子近一半部分被表皮毛所覆盖,与红砂属植物的种子十分相似。随着种子的不断成熟,表皮毛逐渐移向种子顶端(图2)。结合该种的这种个体发育过程以及前文的论述,表明怪柳科植物种子在系统发育的早期阶段是全面被毛或部分被毛的。

从本实验的结果分析,作者认为红砂属是怪柳科植物中较为原始的一个属,其次是怪柳属,水柏枝属较为进化。表皮毛的演化趋势是:I型表皮毛→两型表皮毛→II型表皮毛(即种子全面被毛→种子顶端和芒柱被毛→仅芒柱被毛)。

从该科植物花的形态特征来看,红砂属植物花单生于侧枝上或生于缩短的小枝上,少数集成稀疏的总状花序。怪柳属和水柏枝属植物的花集成总状花序或圆锥花序,而非单生。有关花部的演化趋势,一般认为:花单生是原始形式,花序是次生的^[7]。另外,红砂属植物种子具内胚乳,怪柳属和水柏枝属植物的种子不具胚乳。而有胚乳的种子是原始性状,缺乏胚乳的是次生的^[7]。由此可知红砂属植物表现出其原始性,怪柳属和水柏枝属植物较为进化,这与作者的观察结果是一致的。以色列学者B. R. Baum(1978)认为怪柳属植物原始而其它两属较为进化的观点值得商榷。

表皮毛类型在3属中存在明显差异,其中怪柳属植物种子具有两种类型的表皮毛,着生方式不尽相同,存在许多过渡类型,可能是进化上联系红砂属和水柏枝属的中间环节。张鹏云(1984)认为表皮毛不能作为划分新种和新属的可靠性状,但却有不少中间形式,可能是进化上的联系环节^[8]。作者的观点同他一致,从实验观察结果分析,怪柳属植物种子的I型表皮毛着生方式表现出明显的过渡类型,属内进化趋势明显。结合以上论述,怪柳科植物可能的进化关系可总结为图3。

怪柳科植物种子(除红砂属无法观察外)表皮亚显微结构均为网状纹饰,其演化趋势为:网眼短而不明显→网眼长而明显→网眼强烈径向伸长。网状纹饰在种间、属间差异明显,具有重要的分类学意义。

该科植物种子表面纹饰的演化与外部形态的演化是否相关,及表面纹饰与环境的关系还有待于进一步研究。但能肯定的是本科植物种皮表面亚显微结构在属内和属间种的鉴别上有一定的价值,可以提供许多信息。



图2 大果怪柳种子发育的早期阶段
Fig 2 Early stage of seed development
in *Tamarix macrocarpa*

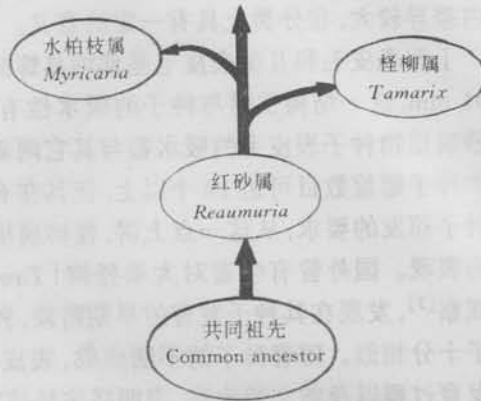


图3 怪柳科植物进化关系示意图
Fig 3 Diagram showing the relationships among
the genera of Tamaricaceae

参 考 文 献

- 1 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 第五十卷第二分册. 北京: 科学出版社, 1979. 142~143.
- 2 Qaiser M. Studies in the seed morphology of the family Tamaricaceae from Pakistan. Bot J Linn Soc, 1987, 94(4): 469~484.
- 3 Baum B R. The genus *Tamarix*. Jerusalem: Jerusalem Academic Press, 1978. 12~17.
- 4 刘铭庭主编. 怪柳属植物综合研究及大面积推广应用. 兰州: 兰州大学出版社, 1995. 100~103.
- 5 H·B·秦格爾著. 于 玉译. 种子及其发育和生理学特性. 北京: 科学出版社, 1962.
- 6 Hall M A 著. 姚璧君等译. 植物结构功能和适应. 北京: 科学出版社, 1987. 238~239.
- 7 中山大学生物系, 南京大学生物系. 植物学(系统、分类部分). 北京: 人民教育出版社, 1978.
- 8 张鹏云, 张耀甲. 中国水柏枝属的分类研究. 植物研究, 1984, 4(2): 67~80.

图版说明 Explanation of plate

图版 I

a: 种子全貌(示种子顶端 A 和末端 T); b: 种皮局部放大; 1. 宽苞水柏枝 (a×40, b×600); 2. 白花怪柳 (a×80, b×500); 3. 多枝怪柳 (a×130, b×1280); 4. 异花怪柳 (a×50, b×590); 5. 长穗怪柳 (a×80, b×510); 6. 山川怪柳 (a×120, b×780); 7. 准噶尔红砂种子全貌 (×30); 8. 示种子顶端表皮毛基部螺旋状构造 (×500)。

Plate I

a: seed shape [showing apex (A) and terminal (T) of seeds]; b: seed-coat submicroscopic structure. 1. *Myricaria bracteata* (a×40, b×600); 2. *Tamarix albiflorum* (a×80, b×500); 3. *T. ramosissima* (a×130, b×1280); 4. *T. gracilis* (a×50, b×590); 5. *T. elongata* (a×80, b×510); 6. *T. arceuthoides* (a×120, b×780); 7. seed shape of *Reaumuria songarica* (×30); 8. showing the spiral structure of epidermal hair (×500).

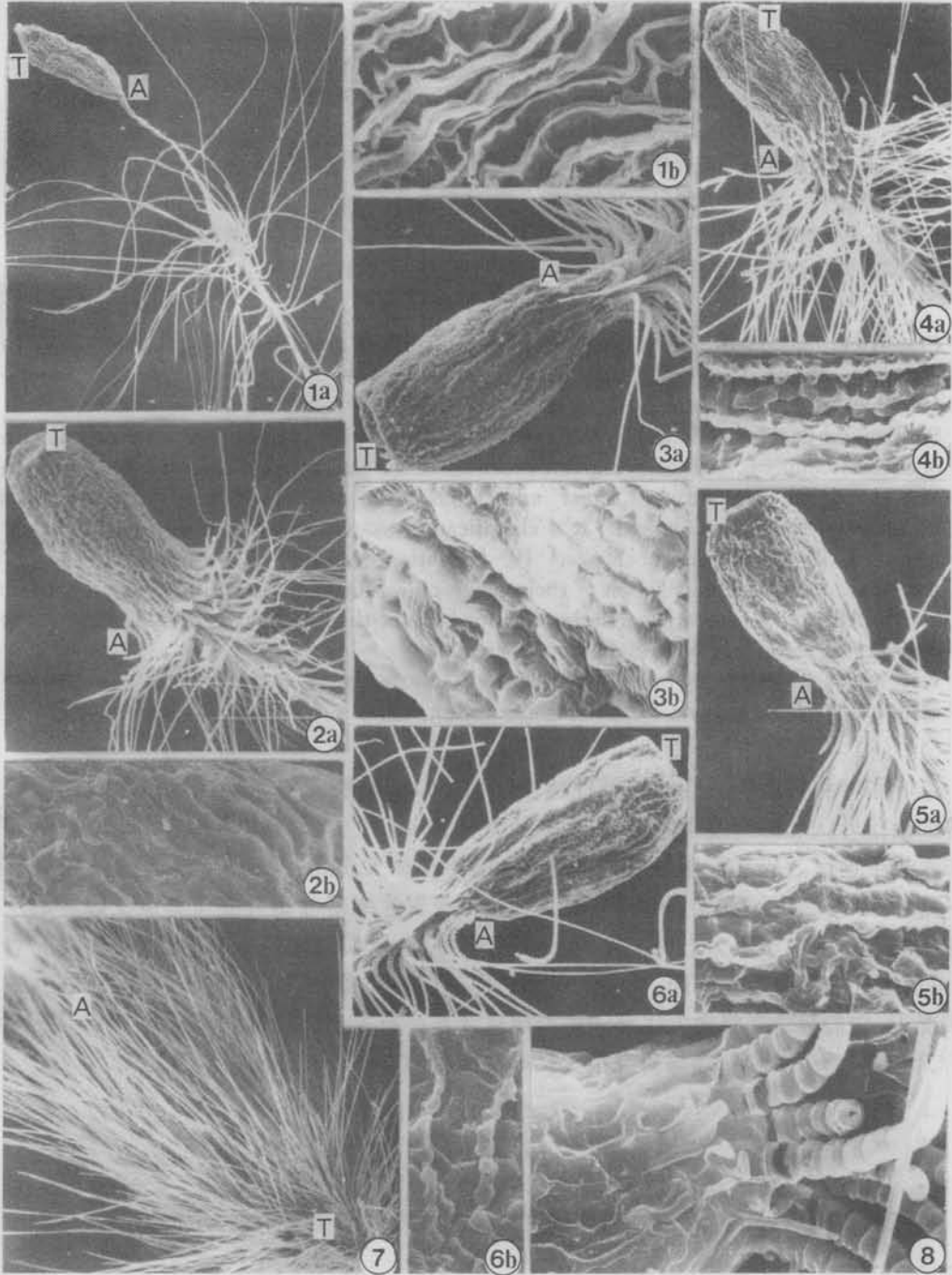
(责任编辑: 惠 红)

张元明等:中国干旱区柽柳科植物种子形态特征及其系统学意义

图版 I

Zhang Yuan-Ming *et al.*: Seed morphology of Tamaricaceae in China arid areas and its systematic evolution

Plate I



See explanation of the end of text