

五个中国荞麦(*Fagopyrum*)种的核型分析

陈庆富

(贵州师范大学生物系遗传室, 贵州贵阳 550001)

摘要: 用去壁低渗法对甜荞(*Fagopyrum esculentum*)、苦荞(*F. tataricum*)、左贡野荞(*F. zuogongense* Q. F. Chen)、大野荞(*F. megaspartanum* Q. F. Chen)及毛野荞(*F. pilus* Q. F. Chen)等大粒组荞麦种的根尖和茎尖有丝分裂染色体进行了观察, 并对其茎尖有丝分裂染色体的核型进行了比较分析。结果表明: 这 5 种荞麦在核型上类似, 都有 2 对随体染色体, 而且都为对称核型。但它们彼此有一定的差异。甜荞、苦荞、大野荞、毛野荞及左贡野荞的核型公式分别为 $12m+4m(SAT)$ 、 $12m+4sm(SAT)$ 、 $8m+4sm+4m(SAT)$ 、 $12m+2m(SAT)+2sm(SAT)$ 及 $24m+4sm+4m(SAT)$ 。

关键词: 荞麦; 甜荞; 苦荞; 大野荞; 毛野荞; 左贡野荞; 核型

中图分类号: Q944.54 Q944.55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2001)02-0107-04

Karyotype analysis of five *Fagopyrum* species native to China

CHEN Qing-Fu

(Laboratory of Genetics, Biology Department, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: The karyotypes of *F. esculentum*, *F. tataricum*, *F. megaspartanum*, *F. pilus* and *F. zuogongense* were studied by means of the cytological observation of stem-tips. The results indicated that the five species are similar in karyotype. They all have two pairs of satellite chromosomes and symmetric karyotypes. The karyotype formulas of *F. esculentum*, *F. tataricum*, *F. megaspartanum*, *F. pilus* and *F. zuogongense* are $12m+4m(SAT)$, $12m+4sm(SAT)$, $8m+4sm+4m(SAT)$, $12m+2m(SAT)+2sm(SAT)$ and $24m+4sm+4m(SAT)$, respectively.

Key words: *Fagopyrum* Mill; *F. esculentum*; *F. tataricum*; *F. megaspartanum*; *F. pilus*; *F. zuogongense*; Karyotype

荞麦(buckwheat)属于蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)。根据 Steward(1930)和 Ye & Guo(1992)的报道^[9], 荞麦属有约 9 个种。由于瘦果较大的种类(大粒组)与瘦果较小种类(小粒组)之间在形态上差异较大, 彼此间的可杂交性很低, 因此在世界上大多只承认荞麦属中的大粒组种^[5], 即瘦果较大的 3 个种: 甜荞(*F. esculentum*)、苦荞(*F. tataricum*)、金

荞(*F. cymosum*)。Stevens(1912)首次报道^[8]甜荞染色体数为 $2n=2x=16$ 。但是由于荞麦染色体小、属小染色体类, 细胞学观察较困难, 有关荞麦染色体研究报导极少, 所研究的程度大多数为染色体数水平。在核型分析上, 主要是林汝法等(1994)^[3]以及朱凤绥等(1984)^[12]对甜荞和苦荞作过初步分析。最近, 陈庆富(Chen, 1999a, b)^[6,7]在中国西南部发现了瘦果较大

收稿日期: 2000-02-25

作者简介: 陈庆富(1964-), 男, 植物遗传育种专业, 博士, 从事植物遗传、进化与育种的教学和科研工作。

基金项目: 贵州省科委基金项目资助

的、与栽培荞麦种亲缘关系较近的 3 个新种,也观察了其染色体数目,即左贡野荞(*F. zuogongense* Q. F. Chen, $4X=32$)、大野荞(*F. megaspartanum* Q. F. Chen, $2X=16$)、毛野荞(*F. pilus* Q. F. Chen, $2X=16$)。但是未对其进行核型分析。本文力图将这些新种与栽培荞麦进行核型比较研究,以便为荞麦属分类学、栽培荞麦起源和进化提供依据。

1 材料与方法

供试材料及来源见表 1。

表 1 供试材料及来源
Table 1 Materials used in this study

编号 Accession	种名 Species name	原产 Native to	来源 Sources	标本号 ¹ Specimen no.
BW19	甜荞 <i>F. esculentum</i>	贵州 Guizhou	Author	
BW20	苦荞 <i>F. tataricum</i>	贵州 Guizhou	Author	
BW21	左贡野荞 <i>F. zuogongense</i>	西藏 Tibet	Chi Yen	960001
BW48	毛野荞 <i>F. pilus</i>	西藏 Tibet	TY Wang	960048
BW70	大野荞 <i>F. megaspartanum</i>	四川 Sichuan	Author	960011

¹ 这些标本由陈庆富制作并保存于贵州师范大学生物系标本室。
These specimens were made by Qing-Fu Chen and conserved in the Biology Department, Guizhou Normal University.

1.1 根尖有丝分裂细胞的染色体观察

瘦果经 50℃ 水处理 60 min 后均匀摆放于湿润沙皿中, 25℃ 培养箱中发芽。根长 1~2 cm 时, 取根尖于 0.03% 8-羟基喹啉溶液 10~15℃ 预处理 2 h; 甲醇: 冰醋酸 (3: 1) 固定液固定 5~12 h 后, 蒸馏水前低渗 1 h, 3% 纤维素酶-果胶酶混合液 37℃ 3 h, 蒸馏水后低渗 90 min。采用去壁低渗法制片^[1]。制片空气干燥 1 d 以后, 3% Giemsa 染液染色 1 h。镜检, 照相。

1.2 茎尖有丝分裂细胞的染色体核型分析

于荞麦营养生长旺盛时期取茎尖, 按上述步骤处理。其中, 在前低渗步骤前增加 1 mol/L 盐酸溶液 60℃ 5 min 的处理。根据 5 个细胞的资料计算有关核型参数。核型分析按李懋学和陈瑞阳 (1985) 建议的统一标准^[1]。

有关核型参数的计算公式为: 染色体实际长度 (μm) = 放大的染色体长度 (mm) / 放大倍数 × 1000。染色体相对长度 (%) = 染色体长度 / 染色体组总长度 × 100。染色体臂比 = 染色体长臂长度 / 染色体短臂

长度。臂比值大于 2: 1 的染色体比例 = 臂比值大于 2: 1 的染色体数 / 染色体总数。

按 Levan et al (1964)^[12]提出的四点四区系统命名规则, 根据臂比, 将各染色体命名。根据最长染色体长度 / 最短染色体长度比值和臂比值大于 2: 1 的染色体比例, 按 Stebbins (1971)^[13]的核型分类标准对荞麦染色体核型进行分类。

2 结果与分析

2.1 五个荞麦种的染色体数鉴定

种子根尖和茎尖有丝分裂染色体观察结果表明, 甜荞、苦荞、大野荞、毛野荞都为二倍体, $2n=2x=16$, 都有 2 对随体染色体; 而左贡野荞为四倍体, $2n=4x=32$ 。此外, 在甜荞根尖中还发现二倍体细胞和四倍体细胞的嵌合现象较普遍, 有时四倍体细胞可达 30% 以上。但是, 在茎尖细胞中未发现此现象。这表明在荞麦中茎尖染色体数相对较稳定。

2.2 五个荞麦种的茎尖有丝分裂细胞染色体的核型分析

结果见图 1, 图版 I、II 和表 2、3。

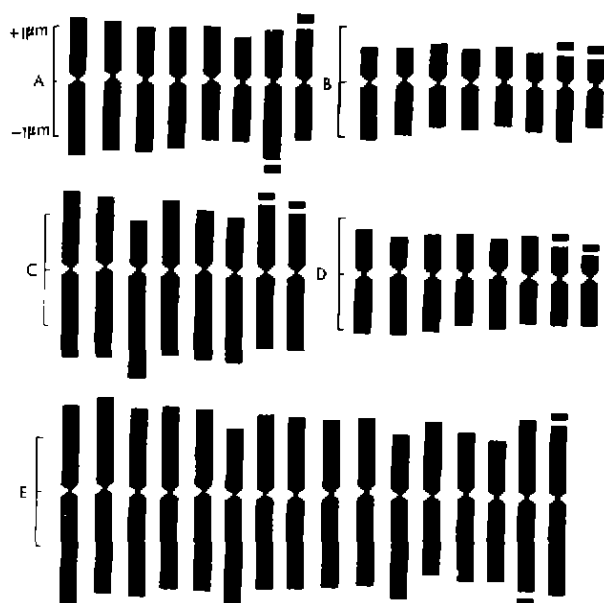


图 1 五个荞麦种的茎尖染色体核型模式图
Fig. 1 The idiograms of stem-tip chromosomes
A-甜荞(*F. esculentum*); B-苦荞(*F. tataricum*);
C-大野荞(*F. megaspartanum*); D-毛野荞(*F. pilus*);
E-左贡野荞(*F. zuogongense*).

从这些图、表中可以看出:

5 种荞麦核型是类似的, 都属于对称核型、都有 2

对随体,都以 m 染色体为主。从绝对长度上看,大野荞、甜荞及左贡野荞染色体相对较大,而苦荞和毛野荞则相对较小。但是由于染色体浓缩程度及时期不完全相同,这种绝对长度在大小上的差异尚不能准确测定。这 5 个种之间的主要差异是在臂比和随体染色体上。除甜荞无 sm 染色体外,其它 4 个类型都有 1~2 对 sm 染色体。甜荞、大野荞及左贡野荞的随体染色

体都是 m 染色体,而苦荞和毛野荞有 1~2 对 sm 随体染色体。另外,甜荞与左贡野荞都有 1 对随体在长臂上的 m 染色体。甜荞、苦荞、大野荞、毛野荞及左贡野荞的核型公式分别为 $12m+4m(SAT)$ 、 $12m+4sm(SAT)$ 、 $8m+4sm+4m(SAT)$ 、 $12m+2m(SAT)+2sm(SAT)$ 及 $24m+4sm+4m(SAT)$ 。它们分别属于 Stebbins 的 1A、2A、2A、2A 及 1A。

表 2 四个二倍体荞麦种茎尖有丝分裂细胞染色体核型参数

Table 2 The parameters of chromosomes of four diploid *Fagopyrum* species

种 Species		染色体编号 Chromosomal no.							
		1	2	3	4	5	6	7	8
甜荞 <i>F. esculentum</i>	AL	2.37	2.26	2.14	2.10	1.98	1.80	2.02	1.89
	RL	14.27	13.64	12.92	12.72	11.94	10.89	12.21	11.42
	AR	1.23	1.26	1.28	1.20	1.08	1.24	1.16	1.01
	PC	m	m	m	m	m	m	m [*]	m [*]
苦荞 <i>F. tataricum</i>	AL	1.72	1.63	1.53	1.49	1.48	1.46	1.61	1.25
	RL	14.15	13.45	12.57	12.24	12.14	11.96	13.15	10.36
	AR	1.62	1.49	1.14	1.38	1.17	1.55	2.01	1.71
	PC	m	m	m	m	m	m	sm [*]	sm [*]
大野荞 <i>F. megaspartanum</i> **	AL	3.00	2.88	2.84	2.78	2.71	2.36	2.57	2.49
	RL	13.85	13.31	13.14	2.83	12.54	10.93	11.90	11.53
	AR	1.11	1.18	2.13	1.18	1.44	2.30	1.14	1.36
	PC	m	m	sm	m	m	sm	m [*]	m [*]
毛野荞 <i>F. pilus</i> **	AL	1.91	1.80	1.76	1.68	1.66	1.61	1.44	1.31
	RL	14.50	13.65	13.40	12.77	12.58	12.17	11.01	9.94
	AR	1.31	1.56	1.37	1.23	1.44	1.22	1.65	2.25
	PC	m	m	m	m	m	m	m [*]	sm [*]

AL=绝对长度; RL=相对长度; AR=臂比; PC=着丝点位置; * =随体染色体; ** =首次报导。AL=absolute length(μm); RL=relative length(%); AR=arm ratio; PC=position of centromere; * =SAT-chromosome; ** =reported for the first time.

表 3 左贡野荞茎尖有丝分裂细胞染色体核型参数

Table 3 The parameters of chromosomes of *F. zuogongense***

染色体编号 Chromosomal no.	AL	RL	AR	PC
1	3.64	7.24	1.31	m
2	3.56	7.08	1.08	m
3	3.47	6.90	1.26	m
4	3.36	6.68	1.12	m
5	3.32	6.58	1.19	m
6	3.22	6.39	1.74	m
7	3.20	6.36	1.23	m
8	3.15	6.25	1.25	m
9	3.08	6.11	1.26	m
10	3.07	6.09	1.21	m
11	3.00	5.96	1.73	sm
12	2.78	5.53	1.07	m
13	2.71	5.39	1.38	m
14	2.58	5.12	1.58	m
15	3.15	6.25	1.26	m [*]
16	3.09	6.13	1.40	m [*]

AL=绝对长度(μm); RL=相对长度(%); AR=臂比; PC=着丝点位置; * =随体染色体; ** =首次报导。AL=absolute length(μm); RL=relative length(%); AR=arm ratio; PC=position of centromere; * =SAT-chromosome; ** =reported for the first time.

3 讨 论

朱凤绥等(1984)报道^[2],甜荞、米荞、翅荞(这 3 个类型实际上都是甜荞)根尖细胞都为二倍体,甜荞有 1 对随体染色体,但米荞和翅荞有 2 对随体;苦荞为二倍体,有 1 对随体染色体;金荞为四倍体,也为 1 对随体染色体。同时他还发现,甜荞根尖细胞染色体数有二倍体和四倍体 2 种,即存在混倍性。在核型分析中,林汝法(1994)报道^[3],甜荞都为 m 染色体,有 2 对随体染色体;苦荞为 6 对 m 染色体和 2 对 sm 染色体(其中 1 对为随体染色体)。

在根尖和茎尖细胞中,本研究发现,甜荞、苦荞、大野荞、毛野荞都为二倍体,都有 2 对随体染色体。这表明大野荞和毛野荞不同于一般为四倍体的金荞。这些结果也不同于苦荞仅有 1 对随体染色体的报道^[2,3]。在甜荞根尖中本研究也发现存在二倍体细胞和四倍体细胞的嵌合现象,而在茎尖细胞中无。这暗示在荞麦中茎尖染色体数相对较稳定。由于根尖变异

不能通过性细胞遗传,但茎尖变异则可能。考虑到野生荞麦种子少、休眠期长而不整齐、发芽率低等问题,在荞麦中用茎尖作细胞学研究可能更好。

在核型分析上,本研究发现,甜荞都为 m 染色体,这与已有报道一致^[2,3];在苦荞中,发现有 2 对 sm 随体染色体,这不同于林汝法报道^[1]的 1 对 sm 随体染色体的结果。本研究首次对二倍体多年生荞麦大野荞和毛野荞及四倍体的一年生左贡野荞进行核型分析,发现它们在核型上有明显的差异。大野荞有 2 对 sm 非随体染色体和 2 对 m 随体染色体,而毛野荞染色体有 1 对 sm 随体染色体和 1 对 m 随体染色体。这暗示它们在细胞学上有分化,支持它们作为不同种类的分类学处理^[6,7]。

参考文献:

- [1] 李懋学,张赞平. 植物染色体及其研究技术[M]. 北京:中国农业出版社,1996. 5—40.
- [2] 朱凤绥,林汝法,李永青,等. 荞麦不同类型的染色体研究初报[J]. 细胞生物学杂志,1984,6(3): 130—131.
- [3] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京:中国农业出版社,1994, 97—105.
- [4] Alekseeva E S, Pausheva Z P. Genetics, breeding and seed production of buckwheat [M]. Kiev, Ukrainian SSR: Vishcha Shkola, 1979, 30—150.
- [5] Campbell C G, Buckwheat. In: Simmonds NW (ed.) Evolution of Crop Plants [M]. London: Longman, 1976. 235—237.
- [6] Chen Qing-Fu. A study of resources of *Fagopyrum* (Polygonaceae) native to China [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1999, 130: 53—64.
- [7] Chen Qing-Fu. Wide hybridization among *Fagopyrum* (Polygonaceae) species native to China [J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 1999, 131: 177—185.
- [8] Morris M R. Cytogenetic studies on buckwheat [J]. *Journal of Heredity*, 1951, 42: 85—89.
- [9] Ye N G, Guo G Q. Classification, origin and evolution of genus *Fagopyrum* in China [C]. In: Lin R, Zhou M, Tao Y, Li J, Zhang Z (eds.), Proceedings of the 5th International Symposium on Buckwheat, Taiyuan, China. Beijing: Chinese Agricultural Publishing House, 1992, 19—28.

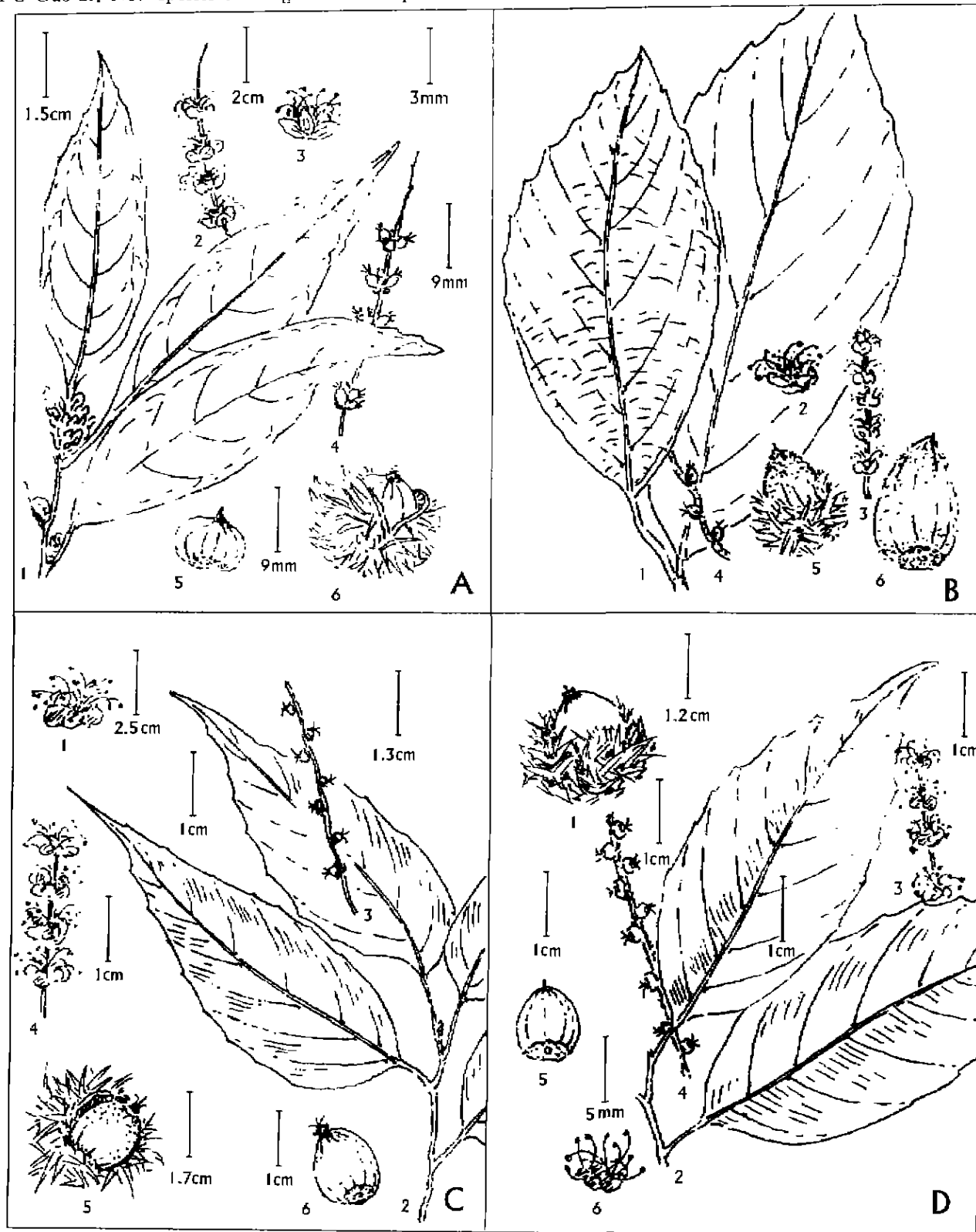


图 A 1. 叶枝 A leaves branch; 2. 雄花序 Inflorescence ♂; 3. 雄花 Flower ♂; 4. 雌花序 Inflorescence ♀; 5. 坚果 Nucula; 6. 带坚果壳斗 Cupula with nucula.

图 B 1. 叶枝 A leaves branch; 2. 雄花 Flower ♂; 3. 雄花序 Inflorescence ♂; 4. 雌花序 Inflorescence ♀; 5. 带坚果壳斗 Cupula with nucula; 6. 坚果 Nucula.

图 C 1. 雄花 Flower ♂; 2. 叶枝 A leaves branch; 3. 雌花序 Inflorescence ♀; 4. 雄花序 Inflorescence ♂; 5. 带坚果壳斗 Cupula with nucula; 6. 坚果 Nucula.

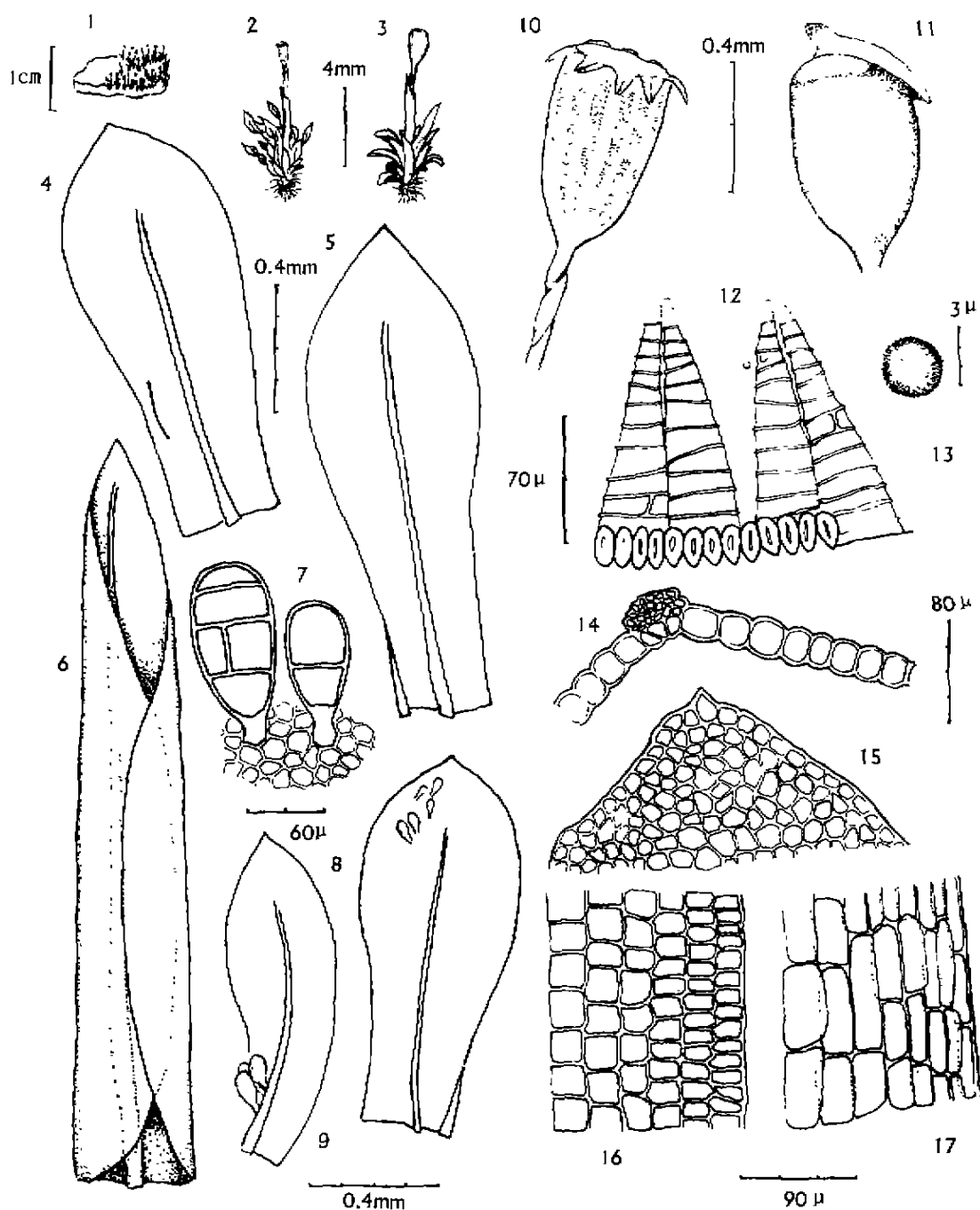
图 D 1. 带坚果壳斗 Cupula with nucula; 2. 叶枝 A leaves branch; 3. 雄花序 Inflorescence ♂; 4. 雌花序 Inflorescence ♀; 5. 坚果 Nucula; 6. 雄花 Flower ♂. (王其兴 绘)

熊源新：刺藓科在贵州的发现

XIONG Yuan-xin: A moss family Rhachithecaceae new to Guizhou, China

图版 I

Plate I



1. Plants on the tree back; 2. Plant when dry; 3. Plant when moist; 4~5. Leaves; 6. Perichaetiae leaf;
 7. Propagulae; 8~9. Propagulas on surface of the leaves; 10. Capsule when dry; 11. Capsule
 when moist; 12. Peristome; 13. Spore; 14. Cross section of the middle leaf; 15. Apical leaf
 cells; 16. Marginal median cells of the of leaf; 17. Basal leaf cells.