

席草品种茎解剖结构与 经济性状的相关性*

陈庆翔 施国新

(南京师范大学生物系, 南京 210097)

摘要 席草(*Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen)表面纵向条纹的深浅和数量是影响席草茎秆光洁度的主要因素。基本组织周边沿切向分布的纤维束、呈三层排列的大小维管束及分布在其中的纤维细胞的特殊排列使席草茎秆具有较好的坚韧性。髓部细胞的特化、富含气体的海绵状组织的形成及基本组织内出现的腔隙道使席草茎秆具有较好的弹性和耐压力。

关键词 席草; 结构解剖; 经济性状

The relation between anatomical structure of stem and economic character of common cultivated *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen Chen Qing-Xiang, Shi Guo-Xin (Department of Biology, Nanjing Normal University, Nanjing 210097), *J. Plant Resour. & Environ.* 1997, 6(4): 24~30

The depth and amount of longitudinal stripe on the stem surface of *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen are the main factor which affects its brightness and cleaning. Fiber bundles around ground tissue, three-layer arranged vascular bundles and the fiber cells scattered in the vascular bundles make the stem gain fairly good fastness. Specialized pith cells, spongy-like tissues which are air-abundant and the canals in ground tissue all make the stem gain fairly good elasticity and endurance of pressure.

Key words *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen; anatomical structure; economic character

席草(*Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen)为多年生宿根性的沼泽草本植物,常簇生成丛,地上茎是编织及编织工艺的主要原料,具有较高的经济价值和利用价值。对席草的研究主要集中在栽培技术和生物学特性方面^[1-5]。本文以多个席草品种茎秆为材料,进行解剖结构观察,了解席草的解剖结构与经济性状的相关性,为席草优良品种的选育提供理论依据。

1. 材料和方法

1.1 材料

供观察的3个席草品种是日本蔺草冈山3号、宁草和白头草,于1995年10月分别采自江苏省苏州吴县浒墅关、东桥及浙江省鄞县郊区。野灯心草(*Juncus setchuensis* Buch.)于1996

* 江苏省教委自然科学基金资助

收稿日期 1997-08-06

年5月采自南京燕子矶三台洞。标记后分别种植于南师大生物系花房培育缸中。定期进行观察、测量记录和取样。取样时注意到时间一致,部位一致。

1.2 方法

1.2.1 光镜观察 将实验材料折成0.5~1 cm长,取芽、茎基(由鞘状叶包裹)、中段和茎梢(距茎尖3~5 cm)。分别用蚁醛-冰醋酸-乙醇(50%)固定液固定,部分较老材料固定后浸入1/2体积甘油和1/2体积的95%酒精混合液中软化处理。按常规脱水、透明和石蜡包埋,切片厚度为8~12 μm 。用Sharman、苏木精、PAS染色。切片用Olympus BH型显微镜观察,拍片。部分成熟茎经Jeffrey离析液加温离析处理后进行镜检,测量纤维细胞长度,用中性红染色后,在Olympus BH型显微镜下拍片。

1.2.2 扫描电镜观察 将新鲜材料切成0.8 cm左右长,待干燥后在KYKYSBC-1型表面样品处理机上镀金,置于KYKY1000B型扫描电镜下观察,拍片,操作电压为10~30 kV。

2. 观察结果

2.1 地上茎表面结构的观察

3个席草品种及野灯心草地上茎的表面都有纵行条纹(唯茎基不明显),其上有大量气孔分布,但各品种条纹的深浅及密度不一,气孔的分布及数量也有差别。日本蔺草冈山3号的纵条纹最不明显,但气孔分布均匀(图版I-1,2)。野灯心草茎表面的纵条纹清晰,数量不多,条纹凸处没有气孔分布。此外,野灯心草的茎表面有细小的片状物(为角质层不均匀加厚所致),席草诸品种茎表面无此现象。

2.2 地上茎中段解剖结构观察

3个席草品种及野灯心草成熟茎的横切面基本结构大致相同,即最外层为一层表皮细胞构成的表皮,表皮内是数层薄壁细胞构成的基本组织及镶嵌在基本组织内的大小维管束和居于茎中央并占有较大面积的髓。

表皮外被角质层。表皮细胞垂周壁波形,细胞彼此紧密嵌合(图版I-7,9,10)。横切面上,日本蔺草冈山3号和白头草表皮细胞方形,宁草细胞壁因角隅加厚明显而近似圆形。诸品种表皮细胞的外切向壁及垂周壁都有不同程度的角质层加厚,宁草在内切向壁上角质层加厚亦较为明显(图版I-9~11)。

在基本组织内有成束的纤维分布,这些纤维束沿茎秆切向周围紧靠表皮层与基本组织间隔排列(图版I-3~5)。在席草品种茎秆的横切面上纤维束成楔形,狭的一端径向地伸向基本组织,其大小和伸入的程度不等。经测量,大纤维束的横切面径向距一般在45~65 μm 之间。宁草大纤维束的楔形切面延伸到基本组织内的程度比其他二个品种相对要高。此外,在横切面上,3个品种中多数大纤维束的内侧与外圈维管束的外侧相接。在日本蔺草冈山3号和宁草的茎中,这两部分已连成一体(图版I-9,11)。野灯心草茎秆基本组织内的纤维束横切面为扇形,束的切面沿切向延伸,其大小基本一致,数量较席草品种少。纤维束与维管束完全分开(图版I-6,12)。席草品种纤维束内的纤维细胞口径小,壁强烈加厚。电镜扫描照片可见:束内纤维细胞以左旋或右旋方式互相缠绕且上下连续,成为席草茎秆起纵向支持作用的重要结构之一(图版I-8)。

在基本组织的细胞间存在着与维管束相间排列的数个腔隙道,腔隙道横切面为圆形或椭圆形的空腔(图版 I-3,5,7,10)。日本蔺草冈山3号及宁草两品种的腔隙道多,腔的内径也大;白头草的数量少,腔的内径小,野灯心草的基本组织内无空腔(图版 I-6,12)。

席草品种维管束分散在基本组织中,数量多,大小不一,在成熟茎中段的横切面上可见维管束大致呈外、中、内三层排列,外层的维管束数量多,但其横切面面积小,分布在表皮下2~3层细胞处;中层的比外层的大,束数比外层的少,常分布于表皮下3~4层细胞处,且与外层的维管束相间排列;内层的维管束数量少,但切面面积最大,并向内突入髓部较深(图版 I-3~5)。在维管束数量上,日本蔺草冈山3号与白头草相近(平均为46个)。内层大型维管束突入中央髓部的程度以日本蔺草冈山3号最大,白头草最小。野灯心草的维管束已趋向一轮排列,大型维管束突入髓部的现象不明显(图版 I-6)。席草品种大维管束的结构与一般单子叶植物的相似。其内的纤维一般分布在维管束木质部和韧皮部的外围构成环状的维管束鞘。在横切面上维管束鞘的近、远轴端(相对于茎的中轴)有由数层纤维细胞构成的纤维束帽(维管束帽),甚至在木质部与韧皮部交接处两侧的凹入处亦有分布,形成近“8”字形的结构(图版 I-10,11),且处在外围的维管束的远轴端大都与基本组织内的纤维束相接(图版 I-9,11)。

扫描电镜照片可见,髓部的薄壁细胞形状特殊,呈星芒状。离析处理后的髓部组织细胞分散,每一细胞的四周有5~7个臂状突起。髓部细胞之间臂状突起互相连接成网,胞间隙十分发达,形成了发达的通气组织。进一步观察发现,日本蔺草冈山3号的髓部细胞臂状突细而长,网状结构相对疏松,这与野灯心草的星芒状细胞臂状突粗而短,网状结构间隙小形成鲜明的对比(图版 I-13,14)。表明前者的髓部细胞特化程度高,后者的特化程度低。

2.3 席草地上茎伸长过程中结构的变化

观察表明:席草茎秆的内部结构因所处部位的高低而有所变化(图版 I,15)。在幼茎基部横切面上,刚形成的茎秆中央髓部为薄壁细胞填充,细胞中含有淀粉粒及挥发性油等内含物。随着茎的伸长,髓部中央薄壁细胞已开始收缩,出现三角形的胞间隙,并很快向四周扩散。在此段茎的稍上段,髓部薄壁细胞四周已形成了明显的臂状突起,相邻细胞的臂状突起相连接,腔间隙的形状亦发生变化,腔隙越来越大,渐渐地形成了网状的通气组织。此时的幼茎表皮角质层还不明显,基本组织内仅出现极少量的纤维细胞,维管束细小。

席草幼茎中段结构与成熟茎结构基本相同,与成熟茎相比,表皮角质化程度不高,表皮下纤维和维管束内纤维细胞壁薄,维管束鞘不很明显,后生木质部导管小。

3. 讨 论

席草的主要用途是作为编织和编织工艺的主要原料,它的经济性状主要表现在茎的高度、坚韧性、弹性、整齐度、分蘖力、色泽、表面光洁度及粗细均匀度等^[1,2,4]。栽培上对优质席草的品质要求是:地上茎的高度在130 cm以上,茎内充实度好,直径1.5~2.0 mm,有较好的坚韧性和弹性,色泽青绿,表面光滑,粗细均匀^[2,3]。

席草3个品种在外部特征上存在着一定差异。就长度和粗度而言,宁草、日本蔺草冈山3号有明显优势,白头草相对较弱。而光洁度和柔韧性以日本蔺草冈山3号和白头草最佳。

席草3品种表面都有纵向条纹,纵条纹(近表皮的大纤维束在表面的凸起)是影响席草表

面光洁度的重要原因。日本蔺草冈山 3 号的纵纹不明显,白头草的密而浅,宁草的稀疏且排列无规则。野灯心草的纵条纹宽而深,表面最粗糙,光洁度也最差。常福辰等认为日本蔺草冈山 3 号的茎表面无棱或沟,光洁度好^[5]。作者通过进一步观察认为,日本蔺草冈山 3 号的茎表面仍分布有纵条纹(图版 I-1),只是纵条纹细而浅,故不易觉察,因此,它的光洁度最好。国内品种中白头草的表面光洁度可与日本蔺草冈山 3 号相媲美。这两个品种的茎秆适宜编织高级编织品。

席草既有一定的坚韧性,又有较好的弹性,这与地上茎内部的以下特点有关:(1) 席草茎秆基本组织中有 2~3 层维管束,内层的大型维管束突入中央髓部。(2) 在维管束内除分布于四周的纤维束鞘外,其近轴端和远轴端都有由数层纤维细胞(细胞壁也强烈加厚)组成的束帽,且远轴端的束帽还与基本组织周边的大纤维束相连接。(3) 基本组织周边近表皮处有相间排列的纤维束(即皮下纤维束),束内含有大量纤维细胞,细胞壁强烈加厚,空隙极小。(2)、(3)所述的纤维束构成了席草茎秆的支持骨架。(4) 在基本组织内,出现了明显的腔隙道(气道),腔隙道与维管束相间排列,横切面上大型腔隙道切面与大型维管束切面相切。(5) 髓部直径数倍于基本组织厚度,髓部细胞特化为星芒状,臂状突起相互连接成网状结构,胞间隙大,其间充满了气体。

席草的 3 个品种都具有排列致密的表皮层,表皮细胞外面覆盖有较厚的角质层。角质层质硬,对表皮有加固和保护作用,但也增加了表皮的脆性。研究表明,角质层的加厚方式及其厚薄是与席草质量相关的因素之一,3 个品种中宁草的茎质硬,抗扭曲力差,与它的表皮细胞壁加厚程度高有关(壁厚在 3.0~6.8 μm 之间)。

Venning 等发现^[6]:当植物的发育部分受到机械应力(如风力)作用时,其体内厚角组织的细胞壁就比没有这些应力的提早加厚并且数量增多,以增加它的支持能力。席草地上茎表皮细胞的细胞壁在外切向面、垂周面上都有不同程度加厚,并随着地上茎的伸长和成熟,其加厚程度也增加。具有厚细胞壁的表皮细胞彼此紧密结合呈厚角组织,分布在地上茎周边,这类厚角组织对加大茎秆的支持力起了一定作用。席草地上茎基本组织内的机械支持组织不是厚角组织,而是由厚壁组织的纤维细胞组成的纤维束(图版 I-3~5),其大型纤维束的分布特点与厚角组织在植物体的脊部(肋部)形成束的情况极为相似^[7],即:沿着茎的外围紧贴表皮下呈一轮相间排列。横切面上,这些纤维束切面稍向外突出,在茎表面形成纵向条纹,突出的程度在席草各品种间有差异,在大型纤维束之间还相间排列着若干较小的纤维束。随着席草茎秆的伸长和渐渐成熟(也包括风力等因素的作用),基本组织内的纤维束数量和纤维细胞壁的加厚程度都有一定的增加,从而进一步加强席草茎秆的支持力和抗倒伏力。禾本科等一些单子叶植物茎的周围区域,它的初生支持组织虽也是厚壁组织,但近表皮的厚壁组织在靠近外围的地方形成连续柱(即周围纤维层,其内包埋着较小的维管束)。连续柱在提高茎秆支持力的同时也加大了它的脆性,使之韧性下降,易被折断。这与席草有较大不同。

席草茎秆基本组织中的薄壁细胞没有象 Walker^[6]在一些单子叶植物皮层中发现的硬化现象,但其外围纤维束向内延伸与外中层维管束远轴端束帽相结合。作者已观察到 3 个品种的外围纤维束向内延伸与外中层维管束远轴端束帽的结合程度略有差别,宁草及日本蔺草冈山 3 号结合程度强,多数已连成一体,白头草的这两部分之间尚隔着一层薄壁细胞,野灯心草的茎内这两部分则是完全分开的。席草外围纤维束与外层维管束结合程度高有利于增加纤维

束骨架结构的支持力,进而增强茎秆的抗倒伏能力。此外,宁草的基本组织纤维的平均长度明显高于日本蔺草冈山3号,作者认为这是宁草韧性不及日本蔺草冈山3号的又一因素。

宁草基本组织厚度略大于其他品种,且基本组织的厚度与直径比值是1:7,也大于其他两个品种(1:7.5),因而它的茎秆有较强抗拮力和支持力,有关数据表明:3个品种的基本组织内纤维束,维管束的数量、大小及束内纤维、细胞数有交叉现象,很难说明哪个品种在这方面有明显优势。进一步观察发现,白头草基本组织内纤维数、维管束数虽略少于其他二个品种,但因其基本组织厚度明显小于其他二个品种,因而从单位体积组织的纤维数和维管束数上看,白头草相对较多,其次是日本蔺草冈山3号。作者分析认为,白头草和日本蔺草冈山3号具有较好的韧性与此有关。

席草是一种沼泽草本植物,地上茎中除基本组织内有较大腔隙道外,中央髓部细胞特化并相互连接成网状结构,因而通气组织非常发达,这与 Kaul 及 Stant^[9,10]等在水生被子植物体内发现气隙特别发达的情况相似。表现了席草对水生环境的明显结构适应。席草通气组织的特殊结构如 Willams 指出的那样:以最小量的组织提供了抗外界压力的最大强度^[11],并且,使席草具有较好的弹性。席草具有良好的坚韧性和弹性与这种结构的适应性变化是分不开的。

观察发现,席草3品种髓部细胞的特化程度略有高低。日本蔺草冈山3号的髓部细胞特化程度高,海绵状组织疏松,它的弹性优势明显。在腔隙道的数量和大小上,日本蔺草冈山3号及宁草占有优势,因而两个品种的弹性略强。野灯心草髓部细胞特化程度低,基本组织内又无腔隙道,故弹性大为降低。作者认为,髓部细胞充填和特化程度高能增加海绵状组织的弹性,但髓部细胞特化程度高,臂状突细长,会引起其支持能力的下降。由此可见,席草地上茎中央髓部海绵状组织的多少及其薄壁细胞特化程度的高低是与席草弹性相关的两个重要因素。

席草地上茎的伸长是由第6节顶节居间分生组织的活动而实现的,随着茎的伸长,茎内组织的分化和成熟程度也越来越高。席草茎基和茎梢均为无效草茎,中段草茎利用价值高。

作者同意前人认为的日本蔺草冈山3号在性状特征上具有明显优势,是一种优质编织材料^[1~5]。但不同意在应用上以一个统一的标准来衡量质量的优劣,主张席草的优劣应结合其不同用途和经济价值综合衡量。所研究的3个席草品种有各自的品质特征,适合不同用途。宁草茎长而粗,茎秆结实,不易倒伏;白头草茎细,表面光洁,耐扭曲。前者较适于编织草席等大型织物,后者则适合编织精细工艺品等小型织物。

参 考 文 献

- 1 俞舜民. 席草的形态特征和生物学特性研究. 浙江农业大学学报, 1982, 8(2): 131~142.
- 2 吴鸿健, 宋建华. 席草品种与良种发育. 上海农业科技, 1986, 5: 32~34.
- 3 颜景秀. 席草优质高产栽培技术. 农业科技通讯, 1988, 5: 13.
- 4 徐祥生. 日本蔺草质量的解剖分析. 江苏农业学报, 1986, 2(2): 45~48.
- 5 常福辰, 施国新. 引进日本席草的比较解剖和质量分析. 南京师范大学学报, 1994, 17(1): 57~63.
- 6 Venning F D. Stimulation by wind motion of collenchyma formation in celerypetioles. Bot Gaz, 1949, 110(4): 511~514.
- 7 伊稍 K 著, 李正理译. 种子植物解剖学(第二版). 上海: 上海科学技术出版社, 1979.
- 8 Walker W S. The effects of mechanical stimulation and etiolation on the collenchyma of *Datura stramonium*. Amer J Bot, 1960, 47(9): 717~724.

- 9 Kaul R B. Diaphragms and aerenchyma in *Scirpus validus*. Amer J Bot, 1971, 58(9): 808~816.
 10 Stant M Y. Anatomy of the Alismataceae. Bot J Linn Soc, 1964, 59(376): 1~42.
 11 Williams W T, Barber D A. The functional significance of aerenchyma in plants. Soc Exp Biol Symp, 1961, 15(4): 132~144.

图版说明 Explanation of plate

图版 I

Bc: 维管束帽; Bs: 维管束鞘; Ec: 表皮细胞; Fs: 纤维束; Lc: 空腔; M: 后生木质部; P: 韧皮部; Pc: 髓薄壁细胞; Pi: 髓; Pr: 原生木质部; R: 纵向条纹; St: 气孔器; V: 维管束;
 1, 2. 席草地上茎表面观, 示纵向条纹, 气孔器分布。×300; 3~5. 席草地上茎横切面, 示纤维束、维管束排列。×33; 6. 野灯心草地上茎横切面, 示纤维束、维管束排列。×33; 7. 席草地上茎横切面。×132; 8. 席草纤维束表面观。×342;
 9, 10. 席草地上茎横切面, 示维管束结构。×132; 11. 席草地上茎横切面, 示纤维束、维管束分布。×360; 12. 野灯心草地上茎横切面, 示纤维束、维管束结构。×132; 13. 席草地上茎横切面, 示髓部结构。×40; 14. 野灯心草地上茎横切面, 示髓部结构。×40; 15. 席草幼茎基部横切面。×33; 16. 野灯心草幼茎基部横切面。×33。

Plate I

Bc: Bundle cap; Bs: Bundle sheath; Ec: Epidermis cell; Fs: Fiber bundle; Lc: Lacuna; M: Metaxylem; P: phloem;
 Pc: Pith parenchyma cell; Pi: Pith; Pr: Protoxylem; R: Ridge; St: Stomata; V: Vascular bundle;
 1, 2. Surface view of *J. effusus* var. *decipiens* stem, showing the distribution of the ridges and the stomata. (SEM) ×300; 3~5. Cross section of *J. effusus* var. *decipiens* stem, showing arrangement of fiber bundle and vascular bundle. ×33; 6. Cross section of *J. setchuensis* Buch. stem, showing arrangement of fiber bundle and vascular bundle. ×33; 7. Cross section of *J. effusus* var. *decipiens* stem. ×132; 8. Surface view of fiber bundle in *J. effusus* var. *decipiens* (SEM) ×342; 9, 10. Cross section of stem *J. effusus* var. *decipiens*, showing vascular bundle structure. ×132; 11. Cross section of *J. effusus* var. *decipiens* stem, showing the distribution of the fiber bundle and vascular bundle. (SEM) ×360; 12. Cross section of *J. setchuensis*, showing the structure of the fiber bundle and vascular bundle. ×132; 13. Cross section of *J. effusus* var. *decipiens* stem, showing the pith (SEM) ×40; 14. Cross section of *J. setchuensis* stem, showing the pith. (SEM) ×40; 15. Cross section of *J. effusus* var. *decipiens* young stem. ×33; 16. Cross section of *J. setchuensis* young stem. ×33.

(责任编辑:惠红)

欢迎订阅 1998 年《植物资源与环境》

全国优秀科技期刊 江苏省优秀期刊

季刊, 单价 4 元, 邮发代号: 28-213, 统一刊号 CN32-1339/S

《植物资源与环境》系江苏省·中国科学院植物研究所、江苏省植物学会及中国环境科学学会植物园保护分会联合主办的学报, 国内外公开发行。本刊围绕植物资源与环境两个关系国计民生的中心命题, 报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性的保护, 自然保护区与植物园的建设和管理, 植物在保护和美化环境中的作用, 环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工、自然保护和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者, 可以从本刊获得植物资源开发利用与环境方面的研究进展和信息。

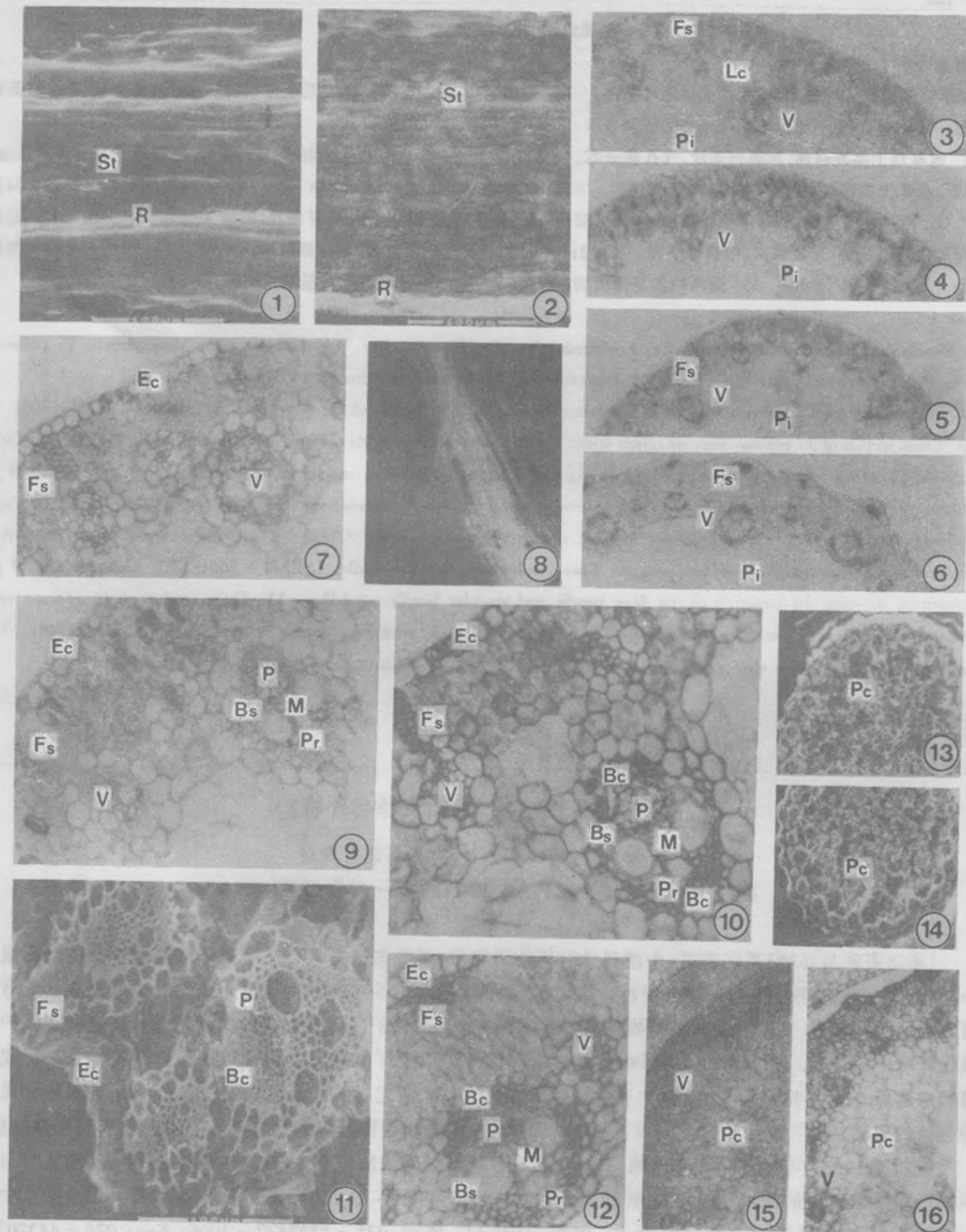
本刊于 1992 年创刊, 全国各地邮局发行, 若错过征订时间或需补齐 1992~1997 年各期者, 请直接与编辑部联系邮购, 订价 1992~1993 每年 10 元, 1994~1997 年每年 22 元(均含邮资), 编辑部地址: 南京中山门外江苏省·中国科学院植物研究所内, 邮编: 210014, 电话: 025-4432127-3006; Fax: 025-4432074; Email: JSSZZZZZ@Public 1, ptt. JS. CN。

陈庆翔等:席草品种茎解剖结构与经济性状的相关性

图版 I

Chen Qing-Xiang *et al*: The relation between anatomical structure of stem and economic character of common cultivated *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchen

Plate I



See explanation of the end of text