

①
247-249中国沙棘营养器官结构特征及其
与生境关系的研究

Q 949.761.2

李多伟 王义潮[✓] 晋坤贞

(西北大学生物学系, 710069, 西安; 第一作者 37 岁, 男, 讲师)

A

摘要 对中国沙棘初生结构的分化和次生长过程进行了观察。发现沙棘根系角质层发达, 外被粘质物, 外皮层细胞的细胞壁大量栓质化。根瘤的形成与木质部和皮层有密切关系, 弗兰克氏菌的侵入刺激皮层形成大量的薄壁细胞, 向外突出形成根瘤。茎的皮层外部细胞较小, 排列整齐, 细胞壁厚, 表皮外有很厚的角质层和一定量的蜡质。叶的结构更加体现了抗旱、耐寒植物的特点, 栅栏组织发达, 排列紧密, 海绵组织不发达, 细胞间隙较大, 气孔深陷, 且具有角质层和密而叠置的星状毛及鳞片等。这些均为生活在旱、寒环境里表现出的适应性。

关键词 沙棘; 形态解剖; 生境**分类号** Q945.61

营养器官, 生态环境, 中国

中国沙棘(*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *Sinensis* Rousi) 又称醋柳、酸棘, 广泛分布于我国三北地区, 是具有显著经济效益和生态效益的雌雄异株乔灌木。沙棘是防风固沙和水土保持的优良树种, 其果实富含维生素、有机酸和生物活性物质^[1,2]。近年来以沙棘为原料的系列产品纷纷上市, 已引起了国内外学者的广泛注意和研究。但是, 在大量的文献中系统论述沙棘解剖结构的资料却很少。为了更全面地了解沙棘的抗旱耐寒等抗抑机制, 我们对中国沙棘的根、茎、叶进行了形态解剖, 并对其结构特征和生境关系进行了探索, 同时对其根瘤内生菌弗兰克氏菌(*Frankia*) 放线菌的共生结瘤的发育规律和分布情况也做了研究, 为沙棘研究增添了新的资料。

1 材料和方法

研究用材料分别采自西安植物园及从黄龙、韩城和旬邑县引种到西北大学实验园内的中国沙棘植株。根、茎和叶采用常规石蜡切片法处理, 厚度 10~12 μm, 番红固绿染色^[3]。根瘤选取表面杀菌并经无菌水充分洗涤的根瘤, 用无菌甘油软化剂进行充分软化, 用加甘油的 FAA 固定液固定。无菌操作以防杂菌污染影响根瘤内生菌形态等的观察结果。

2 观察结果

2.1 沙棘的分布和生境概况

沙棘是一种对生境条件适应性很强的乔灌木, 在我国分布面积很广, 从东经 75°32' 至 121°45', 北纬 27°44' 到 48°35' 之间均有分布。中国沙棘密集区主要在黄河上游及其毗邻省份。潘瑞麟等根据沙棘分

• 陕西省教委专项科研基金资助课题
收稿日期: 1994-02-24

布及气象资料分析表明,分布地区最热月的平均气温在 $15\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,生长旺季的最大晴天辐射量在 $98.23\times 110.77\text{ J/cm}^2$ 之间,光照充分并有一定强度,年降水量不低于 $200\sim 500\text{ mm}$,在满足该条件的区域中,沙棘呈低纬度高海拔和高纬度低海拔的分布趋势。说明沙棘是喜凉爽、喜光、耐旱,但在生长旺季需要一定高温条件的植物。

沙棘具有发达的根系,根蘖性强,具根瘤,这些特性也为其生长迅速、耐寒、抗旱涝、耐瘠薄、抗盐碱等特性奠定了基础,因此是防风固沙和防止水土流失的优良树种。陕西地处黄土高原,沙棘植物在保持水土和防风固沙、改良土壤中的作用就更得以充分展示。

2.2 沙棘根、根瘤及其内生菌的观察

中国沙棘根系发达,根毛多。根表皮有一层酸性分泌粘状物,初生结构角质层较其他植物发达,外皮层细胞栓质化程度较高,根的初生木质部以外始式(exarch)由外向内渐次成熟(图版 1,2)。沙棘根在逐渐生长过程中,首先根毛枯萎,表皮毁坏,这时皮层的最外层细胞,即外皮层细胞壁发生栓质化,起到了良好的保护作用,有效地防止了根内水分的损失。

沙棘幼嫩的根瘤呈淡黄或乳白色,随着其成熟,着生部位颜色逐渐加深,呈土黄或淡黄色,较老龄时呈咖啡色至棕褐色。单个根瘤呈二叉或多叉分枝,簇生根瘤呈绣球状,形体较大。在幼小的淡白色根瘤中,可以观察到着色较浅的弗兰克氏菌^[4]的菌丝体片断。该菌丝体直径 $0.5\sim 1.0\text{ }\mu\text{m}$,同时在一些菌丝体的末端和侧面发现有许多球形、卵圆形和纺锤状的孢囊(图版 4)。孢囊在根瘤中紧贴着寄主细胞壁,直径 $8.5\sim 20\text{ }\mu\text{m}$,被染成红色,孢囊成熟后破裂释放出孢囊孢子。孢囊孢子直径 $1.5\sim 2.5\text{ }\mu\text{m}$,这些孢囊孢子常堆积在一起,极易辨认(图版 5)。根据中国沙棘根瘤发育过程的连续切片观察,在根瘤发生初期,根瘤里的内生菌处于发育的初始阶段,具有大量的弗兰克氏菌菌丝体,孢囊、孢囊孢子和拟类菌体难以看到,而在成熟的根瘤里,弗兰克氏菌主要以孢囊、孢囊孢子和拟类菌体的形式存在,很少见到菌丝体。

发育成熟的中国沙棘根瘤中大多是被固绿染色的细胞结构,根瘤的外层是表皮和木质化细胞,常多个细胞在一起,被番红染成红色,皮层含有大量的薄壁细胞组织。根瘤的中部是维管柱,其外有一层类似中柱鞘的细胞结构,这些细胞富含拟类菌体,细胞质也较浓厚。在沙棘根瘤的形成处,没有规则的形成层,而是异常分化产生大量的薄壁细胞,木质部存在类似射线细胞的结构。在根瘤形成处的木质部不存在大导管,而是木质部向外突出直达皮层,有似形成侧根(图版 3)。

通过不同发育时期根瘤结构的比较观察,根瘤发生初期,皮层细胞因弗兰克氏菌的侵入刺激而大量分裂,结果在该区域皮层薄壁细胞增多,体积膨大,形成瘤状突起。在进一步的发育中,皮层细胞壁明显增厚,并出现一些木质化的细胞,这时可见一条明显的被固绿染色的薄壁细胞“侵染线”(图版 6)。

2.3 沙棘幼枝及叶的形态解剖特征

中国沙棘冬芽和幼枝密被锈色鳞片。单叶近对生,披针形或距圆状披针形,上表面绿色,被白色盾形毛或星状毛;下表面银白色或淡白色,密被银白色鳞片,叶柄短,叶茂盛。雌雄异株,雄花序为短总状花序,花小,淡黄色,4 雄蕊,花被 2 裂,外被具柄鳞片。雌花集中新枝下部,花被外有锈色鳞片及星状毛,1 雌蕊,柱头大,2 花被筒囊状。浆果核果状,近球形或卵圆形,橙黄色至红色,种子 1 枚。

从茎的横断结构可以看出,中国沙棘的表皮外边有一层很厚的角质层,而且外面有一定量的蜡质。表皮细胞外壁比较厚,角质化并有角质层(图版 7,8)。沙棘茎变粗时,其角质层迅速脱落。皮层外边的细胞不仅小,而且排列整齐,细胞壁也厚,机械组织发达,是抗旱阳性植物的特点。

叶的结构更加体现了它具有抗旱耐寒的特点。叶片两面密被的银白色鳞片及星状毛,气孔多而小,深陷,面积只有 $150\text{ }\mu\text{m}^2$ 左右。通过气孔的关闭,可以有效地控制水分蒸发。栅栏组织发达,由 2~3 层排列紧密的薄壁细胞组成。海绵组织不发达,细胞排列松散,间隙较大,亦有较发达的角质层(图版 9,10)。

3 讨 论

中国沙棘为胡颓子科沙棘属植物。它的解剖结构从总体上看,整个植物的表面积/体积值比较小,本

身细胞亦较小。这样,在同等条件下失水相对较少。这可能是它们生活在干旱环境里表现的适应性。而且,茎叶表皮角质层厚,有密而叠置的鳞片及星状毛等非常明显的抗旱特性,因此它们广泛分布于我国西北较为干旱的生境。

土壤中的弗兰克氏菌自沙棘的根毛侵入,存在于根的皮层的薄壁细胞中并迅速分裂繁殖。由于产生一种生长素类物质,皮层细胞受到刺激发生细胞分裂而形成根瘤,并且会使幼根向根瘤的背向弯曲。皮层中的弗兰克氏菌可浸染至木质部并影响其分化和发育,一般认为孢囊是内生菌的固氮场所^[6]。大量存在于老龄根瘤的纺锤状孢囊是一种水分较少的皱缩状孢囊,干旱季节成熟根瘤中最为常见。形状不规则的拟类菌体是由菌丝体断裂而形成的,新断裂的一般呈比较均匀的杆状,随后逐渐增粗、变形而呈各种独特形态。它是菌丝体对不良环境如干旱高寒等条件的反应。

图版说明

中国沙棘形态解剖结构及其根瘤内生菌的形态特征显微照片

1. 根横切,×330; 2. 根横切,×132; 3. 根瘤,×132; 4. 菌丝体与孢囊,×330; 5. 孢囊和孢囊孢子,×330; 6. 浸染线,×132; 7. 茎横切,×330; 8. 茎横切,×132; 9. 叶横切,×330; 10. 叶横切,×132

参 考 文 献

- 1 袁佩芳,晋坤贞. 沙棘叶中维生素 C 及矿质元素的分析. 西北大学学报(自然科学版),1991,21(4):119~121
- 2 晋坤贞,殷红,王英珞. 沙棘叶片中超氧化物歧化酶 SOD 的研究. 唐都学刊(自然科学版),1994,5(1):13~16
- 3 郑国昌. 生物显微技术. 北京:人民教育出版社,1979. 17~92
- 4 Baker D, Torrey J G. Current perspectives in nitrogen fixation. Alan H, William E N eds. Elsevier. North Holland Biomedical Press, 1981. 479~480
- 5 Callaham D, Torrey J G, Tredici P D. Isolation and cultivation in vitro of the actinomycete causing root nodulation in *Comptonia*. Science, 1978. 199:899~902

责任编辑 徐象平

Relationship between the Morphological Anatomy of Nutritive Organ and Habitat of Chinese Sea Buckthorn

Li Duowei Wang Yichao Jin Kunzhen

(Department of Biology, Northwest University, 710069, Xi'an)

Abstract The development of primary and secondary structure of nutritive organs in chinese sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis* Rousi), a symbiotic nitrogen fixation of actinorhizal plant spreading over a large area with rich germplasm resources in China, are studied on the morphological characteristics of endophytic organisms in the root nodules of different developmental stages. The apparent characteristics of roots are the developed cuticle covered with slime and suberized well in exodermis cells. The formation of root nodule is closely related to cortex and xylem. Root hair is infected with *Frankia* in this nonleguminous plant, and a great number of cortex parenchyma are produced by infected endophytes stimulating cortical cells to form the nodules. There are comparatively small but closely arranged sclerenchyma cells on stems which are characterized by well-developed cuticle with some wax on the epidermis. The anatomical structures of leaves especially show the xerophytic and cold-resistive features, i. e. developed and closely arranged palisade parenchyma, undeveloped and scatteredly arranged spongy parenchyma cells, deeply sunken stomata, covered outicle and very densely overlapped stellate hair and scales covered on the surface. That's why it has the strong adaptability to the habitat conditions.

Key words *Hippophae rhamnoides*; morphological anatomy; habitat