

尼泊尔马桑根瘤维管束 形态发育研究*

胡传炯

周平贞

陈华癸

(中国农业科学院油料作物研究所, 武汉 430062)

(华中农业大学, 武汉 430070)

提 要 以生物制片和光学显微技术研究了尼泊尔马桑根瘤维管束的形态结构和发育特点。尼泊尔马桑根瘤维管束呈多重二叉分枝的树状结构, 这是由根瘤顶端分生组织不断分裂形成的。它在基部与植物维管系统联成一体, 在本质上是由植物侧根原基衍生而来。马桑根瘤维管束的这种形态结构和发育特点不同于豆科植物根瘤, 也不同于杨梅属、木麻黄属等非豆科植物的根瘤。

关键词 尼泊尔马桑; 根瘤维管束

在研究根瘤形态发生和发育过程中, 必须研究根瘤内部维管束的形态结构和发育特征, 以揭示根瘤的发育演化类型和规律。过去, 研究者们常以外形来确定根瘤类型。在非豆科植物根瘤中, 杨梅型根瘤是由很多簇状基生的瘤瓣组成, 每个瘤瓣顶端都长有负地性生长的根瘤根; 而桫欏型根瘤则是由很多二重分枝瘤片组成的珊瑚状结构^[1]。但这两种外形有差异的根瘤在形成早期却较难区分, 且两种根瘤外型在一定条件下可以转变^[1,2]。因此只有通过根瘤内部维管束形态和结构的观察, 才能从本质上确定其根瘤类型。

因根瘤结构复杂, 外皮坚韧, 维管组织被紧密地包围在根瘤内部, 很难完整、准确地观察和描述其形态发育。作者在研究尼泊尔马桑根瘤形态发育过程中, 逐渐摸索出一套剥离根瘤维管束的方法, 能有效显示出维管束形态发育特征。

1 材料与方法

1.1 根瘤切片观察 材料为尼泊尔马桑根瘤。取不同发育时期的马桑根瘤, 经 FAA 固定, 以常规石蜡切片制作方法制片, 显微镜下观察。

1.2 根瘤维管束形态观察 综合离析法、透明法和整体封固法^[3]。具体做法简述如下。

取不同大小和发育阶段的马桑根瘤, 小心洗净后, 转入 35% Na_2CO_3 中沸水加热 20 分钟, 然后以 1 mol/L HCl 于 60℃ 下水解。水解后用解剖器具小心剥离, 最后以 5 mol/L NaOH 透明。材料经染色封固后便可显微观察。

2 结果与讨论

2.1 根瘤维管束的形态结构

研究表明,尼泊尔马桑根瘤维管束呈多重二分枝的树状结构(图版 I: 1, 2)。以其基部与主根的维管系统相连。基部维管组织发育最为成熟,是早期初生根瘤维管束遗留下来的。维管束由近端及远端维管组织渐次幼嫩,最前端为尚未分化完全的初生维管组织和少量残余的顶端分生组织;维管束近端导管密集,染色呈半透明的深色。

2.2 根瘤维管束的发生及发育特征

马桑根瘤维管束在本质上起源于植物侧根原基。根瘤形成须具备两个先决条件,即内生菌侵染和分生组织的形成。单有内生菌侵染只能引起植物根部膨大,形成所谓“前根瘤”(pre-nodule)^[6];单有来源于植物的分生组织只能形成侧根。发生于前根瘤形成区域的侧根原基向外分裂形成突起。当它进入前根瘤的膨大区域内并感染了来自前根瘤的内生菌时,便逐渐衍化为根瘤原基,后者逐渐分化出根瘤的顶端分生组织和维管组织,并和根系维管束相连。至此根瘤才成为植物根系上完整的一部分(图版 I: 3—5)。

根瘤维管束的发育与根瘤的发育相联系。当根瘤发育到一定程度,根瘤含菌组织就不断增加,根瘤顶端的分生组织一分为二(图版 I: 6),形成两个分离的顶端分生组织,后者不断分裂形成新生的皮层和维管组织,皮层受根瘤含菌组织内生菌感染,不断扩大形成裂片;维管组织向后渐次成熟并与基部初生根瘤的维管束相连。从而形成顶端分离而底部相连的二裂瘤片(图版 I: 7)。当这两个根瘤裂片发育到一定程度时,每个顶端分生组织重又分裂产生新的分生组织,这些分生组织又逐渐发育形成新的皮层和维管组织,继而根瘤裂片数目成倍增加,维管组织依次相连。由初生根瘤逐级分裂形成的裂片和维管束珊瑚状排列。

尼泊尔马桑根瘤及其维管束这种多重二分叉结构和形成机制,与杨梅/木麻黄型根瘤明显不同,后者所有根瘤裂片呈簇状丛生在一起,而不像马桑根瘤那样所有裂片由根部同一位点最初的一次有效感染形成。这是由于杨梅/木麻黄型根瘤分生组织多点起源于侧根的中柱鞘细胞^[4,6]。且每一起源只形成单一的裂片,每个裂片顶端不再分叉,而非限制性生长形成负地性生长的“根瘤根”。马桑根瘤及其维管束的结构和形成机制与 Moiroud (1984) 关于桉木根瘤多重二分叉形成机制的假说相印证。

马桑根瘤在外形上属桉木型,即裂片呈多重二分叉结构。但两者在根瘤组织形态上有极大差异。马桑根瘤因含菌组织呈马蹄型不完全包围中柱,内生菌泡囊以栅栏状紧密排列在细胞周围从而被定为独特的马桑型^[7]。

参 考 文 献

- 1 Becking J H. Root nodules in non-legumes. In: The development and function of roots, Eds: Torrey J G and Clarkson D T. Academic Press London, 1975. 507—560
- 2 Bond C. The results of the IBP survey of root nodule formation in non-leguminous angiosperms. In: Symbiotic nitrogen fixation in plants, Ed: Nutman P S. 1978. 443—474
- 3 李正理. 植物制片技术. 北京: 科学出版社, 1978. 86—140
- 4 Fletcher W W. The developments and structure of the root nodules of *Myrica gale* L. with special reference to the nature of the endophyte. *Ann Bot (London)*, N.S. 1955, 19 (76): 143—156
- 5 Bowes B et al. Time-lapse photographic observations of morphogenesis in root nodules of *Comptonia peregrina* (Myricaceae). *Amer J Bot*, 1977, 64(5): 516—525
- 6 Moiroud A et al. Symbiotic relationship in Actinorrhizae, in: Genes involved in micro-plant interaction, Eds: D P S Vema and Th Hohn Springer-Verlag. Viena New York, 1984. 205—223
- 7 周平贞, 吴捷, 陈华癸. 马桑共生固氮根瘤及其内生放线菌. 微生物学报, 1986, 26(3): 277—281

THE STUDY ON MORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF NODULAR VASCULAR BUNDLES OF *CORIARIA NEPALENSIS* WALL.

Hu ChuanJiong, Zhou Pingzhen

(Institute of Oil Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062)

Chen Huakui

(Department of Soil Science and Chemistry, Huazhong Agricultural
University, Wuhan 430070)

Abstract Morphological structure and the development of nodular vascular bundles of *Coriaria nepalensis* Wall. were studied by microscopical techniques. The vascular bundles of nodules are poly-dichotomic resulting from poly-dichotomic bifurcation of apical meristem of the primary nodule. The tree-shaped structure of nodular vascular framework is connected with the vascular system of plant in the base, It was derived originally from the plant lateral root primordium.

The characteristics of morphological structure and the development of nodular vascular bundles of *Coriaria nepalensis* Wall. are largely different from the nodules on legume, the nodules of *Myrica*, *Casuarinacea* and other actinorrhizal plants.

Key words *Coriaria nepalensis* Wall., Nodular vascular bundles

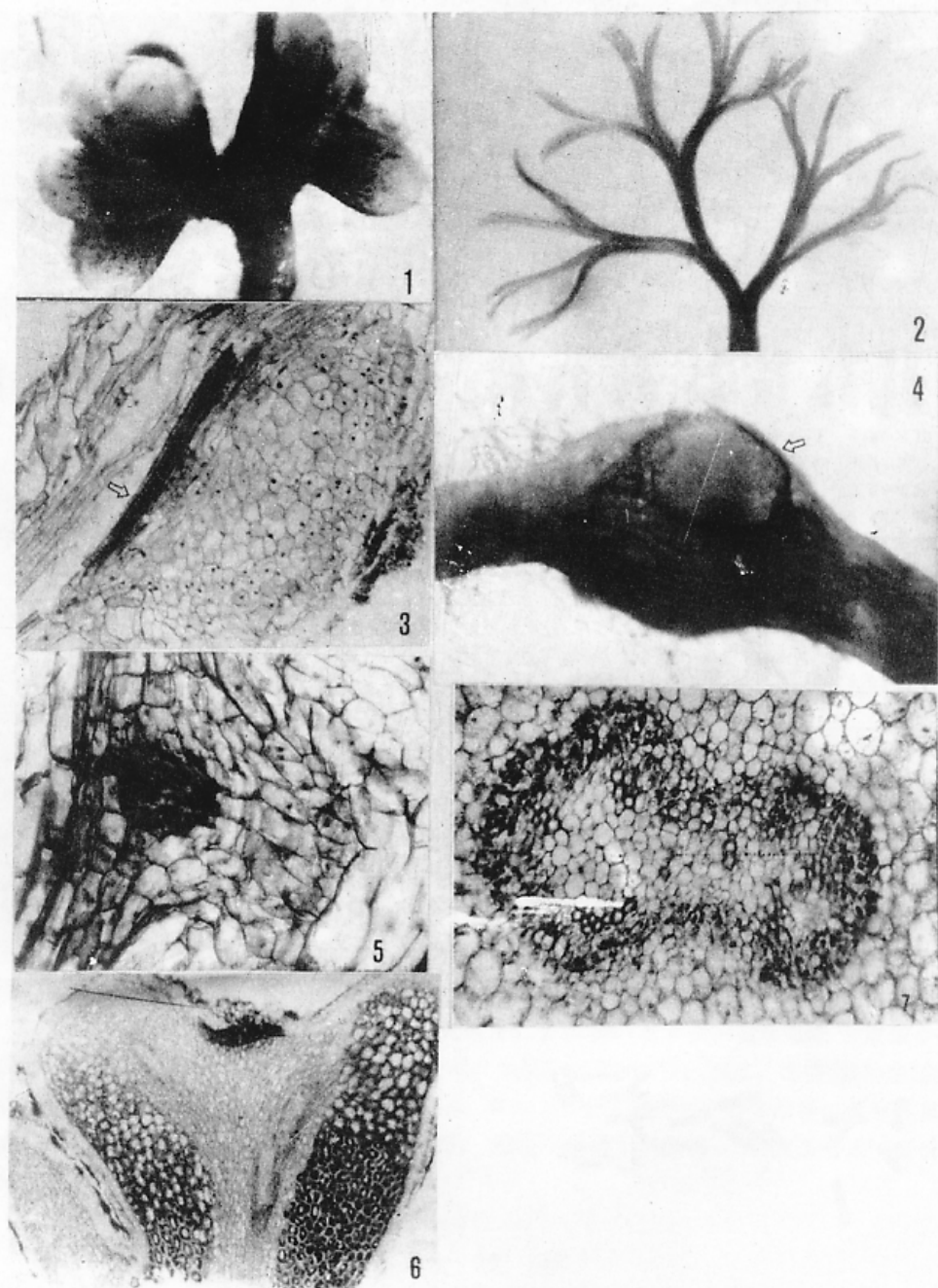
Explanation of plate I

1. A typical mature nodule; 2. A poly-dichotomic structure of vascular bundle of nodule; 3. The swollen structure of a pre-nodule with no differentiated vascular tissue, the arrow shows the vascular tissue of plant; 4. The lateral root primordium (arrow) initiated within the swollen pre-nodule, derived later into nodule primordium to form prime nodule; 5. The section of prime nodule, showing the nodule-endogeny from lateral root primordium; 6. Section of two-lobe nodule, showing the segmentation of apical meristem leading to two nodule lobes, vascular tissues derived from the segmented apical meristem are connected in the base. 7. Transection of two-lobe nodule, showing original segregation of nodule meristem, the vascular tissue (arrow) have differentiated matured

欢迎订阅

《福建省农科院学报》

《福建省农科院学报》是福建省农业科学院主办的农业学术性刊物，致力于反映福建农业科研动态和学术水平、发展趋势和生产特色。主要报道农牧等有关专业和相关学科的基础研究、应用研究和开发研究等方面的学术论文，介绍新技术、新成果、新方法、新理论，重视对生物工程、计算机应用等高新技术研究的报道，适合国内、外有关专业和学科的科研、生产、教学以及管理等方面人员参考。季刊，16开48码，规范化编排，激光照排胶印，逢季末月18日出版，国内、外公开发行，国内定价1.2元，全年4.8元，邮发代号：34—56。全国各地邮局（所）均可订阅，漏订者可直接向福州市华林路41号《福建省农科院学报》编辑部补购。邮政编码：350003；开户银行：福建省福州市农行鼓屏营业部；帐号：53104909；收款单位：福建省农科院情报所。



1. 示典型的根瘤外形； 2. 根瘤维管束，示其多重二分枝结构； 3. 前根瘤的膨大结构，没有维管组织分化，箭头示植物维管束； 4. 示发生于前根瘤处的侧根原基（箭头），以后转化为根瘤原基，向外突出形成初生根瘤； 5. 初生根瘤切片，示其内起源于侧根原基； 6. 根瘤纵切面，示顶端分生组织分裂，形成两个根瘤裂片，每个顶端分生组织向后分化形成的维管组织在基部相连； 7. 二裂根瘤横切面，示根瘤分生组织最初分裂的部位。图中维管组织已分化成熟