

旋扭山绿豆 (*Desmodium intortum*) 营养器官的 形态解剖特点与高固氮、耐阴 和水土保持的关系

叶绣珍 李煜祥 张德明
陈平 徐向明 彭建宗

(华南师范大学生物系, 广州 510631)

摘要

旋扭山绿豆 (*Desmodium intortum*) 不仅是营养价值高的牧草, 而且是耐阴、高固氮和适于水土保持的植物。本植物由主根、各级侧根和不定根组成庞大的根系, 各种根都可长出根瘤。其根瘤形成时间较早, 数量较多, 85%以上为有效根瘤, 类菌体为棒形。茎半匍匐, 分枝多, 复盖面积大, 节及节间都能产生不定根。其叶较薄, 气孔较少, 叶绿体较大, 其内淀粉粒少, 基粒片层较丰富, 因而能耐阴、在 20% 遮阴下生长最好。

关键词: 旋扭山绿豆; 耐阴; 固氮; 水土保持; 营养器官

旋扭山绿豆 (*Desmodium intortum*) 又名绿叶山蚂蝗, 原产美洲的热带地区, 目前已遍植热带和亚热带地区。1980 年, 我们从澳大利亚引入其种子, 在本校牧草试验地栽种成功, 后又扩种至本省珠江三角洲, 以及罗定、五华等地, 长势喜人。近年又在省内一些果园、茶园大面积栽种达一千多亩, 取得良好效果。实践证明, 旋扭山绿豆适种于广东南部, 它既是营养价值高的牧草, 又是适种于果园、茶园, 以利水土保持的绿肥。

澳大利亚学者对旋扭山绿豆的生物学特性曾作过简介⁽¹⁰⁾, 也有学者对其产量、生态以及根、茎生长等作过试验^(11, 12)。国内也有简介其生物学特性和栽培⁽⁸⁾, 以及对其根瘤菌的研究^(5, 6)等。本文侧重论述其营养器官的形态解剖特点与高固氮、耐阴和水土保持的关系, 为进一步推广种植提供理论依据。

材料和方法

材料来自本校牧草试验地, 设置的试验项目有: 单株的复盖面积; 根系和根瘤的发育; 植株遮阴与不遮阴的对比等。通过定点调查及取样制片观察, 进行分析总结。

石蜡切片厚度为 10—14 μ m, 用 Olympus BH-2 显微镜观察和拍摄切片。用 KYKY 1000 B

本文为莫熙穆教授主持的牧草研究课题的一部分, 工作中得到莫教授的热情指导及生物固氮研究中心同志们的支持, 特此致谢。

扫描电镜观察和拍摄扫描材料。用 H 300 型透射电镜观察和拍摄超薄切片。

观察结果

一、根系与高固氮的关系

(一) 主根、侧根和不定根组成庞大的根系。其主根入土较深，一、二级侧根数量多，在茎中下部的节如接触地面，都能生长不定根。(表 1)。

据试验，扦插繁殖的植株，从节或节间均可长出不定根(表 2)，因此，扦插植株的根系也较发达。

表 1 各类根在不同时期生长情况比较

Table 1 The comparison of various root growth in different stages

根的类型 Type of root	测量项目 Measure item	不同生长时期 Different growth stages		
		15days	one year	two years
主根 Main root	长度 Length (cm)	13—14	50—90	120—140
	直径 Diameter (cm)	0.1	0.5—0.6	0.9—1.1
侧根 Lateral root	长度 Length (cm)	1—1.5	40—50	50—60
	直径 Diameter (cm)	—	0.2—0.3	0.4—0.5
一级 Secondary root	数目 Number	8—10	30—50	35—45
	二级 Tertiary root	数目 Number	—	35—42
不定根 Adventitious root	数目/节 Number/Node	—	30—60	—
	长度 Length (cm)	—	7—22	—
	直径 Diameter (cm)	—	0.2—0.4	—

(二) 各级根都可形成有效根瘤，固氮力强。据观察，无论主根、侧根或不定根都可长根瘤，而且还具结瘤早，数量多，质量好的特点，按统计，85%以上为有效根瘤。结瘤的具体数据见表 3。

(三) 根和根瘤的形态结构 根的结构与其他豆科植物基本相同，所差别的是其四原型的初生木质部较明显，韧皮纤维发达，所以根较坚韧。薄壁细胞除含大量后含物外，部分细胞中尚贮存有丹宁类物质。此外，射线和维管射线都较发达(图版 I: 2)，这有利于根的水平运输。

根瘤近圆形，直径为 3—5mm，其中以主根及第一、二级侧根上的根瘤体积较大，从不定根上长出的部分有效根瘤，其直径也接近上述水平。

从根瘤的剖面可见(图版 I: 3)，感染区的范围较大，据取样 20 个根瘤剖面统计，感染区面积占根瘤面积的 80.59%。根瘤中维管束的数量较多(6—7 束)。维管束的组成分子有导管、韧皮纤维、筛管和伴胞等。据介绍，类菌体有多种式样，随不同种类而异⁽⁴⁾。通过扫描电镜观察，感染区内的细胞中都充满着类菌体，形状为棒状，末端稍膨大(图版 I: 4)，此可作为鉴别该种类菌体的依据。

表 2 节和节间生长的不定根比较 (插植 100d 后)
Table 2 Comparison of growth of adventitious roots from nodes and internodes (Planted by cutting after 100 days)

组 合 Experimental groups	不定根 Adventitious root			
	节 From node		节间 From internode	
	根数 Number of roots	长度 Length (cm)	根数 Number of roots	长度 Length (cm)
1	9	1.3—8.4	8	1.6—8.7
2	14	0.6—1.2	8	0.8—13.3
3	21	0.6—8.4	11	0.4—15.3
4	31	0.9—10.4	16	0.4—9.6
5	30	1.7—8.7	6	1.0—12.5
6	12	1.2—9.6	18	0.6—15.6
7	11	0.6—16.8	11	0.4—7.9
8	26	1.8—13.8	16	0.5—5.8
9	4	1.1—3.4	10	0.7—11.7
10	2	0.4—7.0	11	0.6—11.1

表 3 植株在不同时期根瘤数量的比较
Table 3 Comparison of root nodule number in different stages.

生长时期 Growth stage	第三片真叶平展(15—18d) Plants with the third leaf(15—18 days)	第四片真叶长出(19—21d) Plants with the fourth leaf(19—21 days)	生长 100 d 的直播植株 Seedling after 100 days	生长 100 d 的扦插植株 Planted by cutting after 100 days
根瘤数量 Number of root nodule	主根结瘤 3—5 3—5/Main root	侧根结瘤 2—5 2—5/Each lateral root	90—164/plant	84—116/plant

二、茎与复盖、水土保持的关系

(一) 茎的生长习性为半匍匐茎。据报道：“栽种在澳大利亚的旋扭山绿豆为四季生长的蔓生灌木或茎半伏地半向上的草本，经常形成矮的灌木丛，茎高 1—3m⁽¹⁰⁾。而广东地区栽种的植株呈半匍匐状 (图版 I: 1)，偶有向上生长的枝条，但不攀缘，也不缠绕，所以对间作的作物影响不大。

(二) 分枝多，复盖面积大，侵占性强。广东省英德、高州、广州市农科所等地试验结果表明：在柑桔园、茶园进行间种旋扭山绿豆后，不仅能收获大量牧草，同时也能减少土壤蒸发；保持土壤湿度，防止干旱，而且还抑制杂草生长。我们的试验也得到同样的结果 (表 4)。

表 4 一年生植株地上部分生长情况
Table 4 The growth of one-year-old plants

项目 Item	茎 高 Stem height (m)	分枝数 Number of branches	复盖面积 Cover area (cm ²)	柑桔树下的杂草数 Number of weed individual in Citrus orchard		土 壤 湿 度 Soil humidity (%)	
				复 盖 Area covered	无复盖 Area uncovered	复 盖 Area covered	无复盖 Area uncovered
				数值 Value	1—3	9—46	156×138

注：表中数据为 5 个随机取样测量的结果

Note: The data in the table are the measuring result from five random samplings.

(三) 茎的形态及解剖特点 茎绿色, 有时为浅棕红色, 具三浅槽, 表皮疏被细毛。节间长 3—6cm, 每节都可长活动芽, 所以割后易长枝叶。

从茎的横切面(图版 I: 5)可见近表皮的数层皮层细胞为厚角细胞, 木质部具木纤维, 所以茎杆有一定的坚韧度, 在一段时间内可直立生长。茎内的薄壁细胞都含有丰富的后含物, 有些细胞贮存有丹宁类物质。

三、叶适于耐阴的形态结构特点

(一) 叶的解剖特点 观察旋扭山绿豆叶片横切面, 其栅栏组织仅一层细胞, 海绵组织的胞间隙较发达(图版 I: 6), 通过测量 20 个视野阳生叶下表皮的的气孔数, 平均值为 292 个/mm²; 阴生叶气孔数为 229 个/mm²。通过扫描电镜观察阴生叶的切片, 其气孔数也较少(图版 I: 7, 8)。

(二) 叶的表皮密被各种表皮毛 通过扫描电镜观察, 叶的表皮分布有数量较多的钩毛, 少量单细胞长毛和多细胞腺毛(图版 I: 9, 10)。

(三) 不同光照条件下, 叶片内部结构的差异 从栽培在树下和光照充足(6h/d)环境下的植株上取材, 作叶的解剖比较, 探讨不同光照条件下, 其内部结构的差异, 结果如下:

1. 叶的栅栏组织的层数以及叶绿体的分布没多大差异, 而叶的厚度则稍有差异。据测量, 阳生叶厚度为 98—102μm, 阴生叶厚度为 90—92μm, 阳生叶比阴生叶厚 8—12μm。

2. 从透射电镜中观察, 叶绿体的亚显微结构有些差异。在树下生长的叶, 其叶绿体基粒片层较丰富, 类囊体密度也较大(图版 I: 11, 12), 这说明在较阴条件下, 叶片具较强的吸收和利用弱光的能力。

3. 从透射电镜中观察, 不同光照下的叶片, 其叶绿体大小和淀粉粒含量也有差异(图版 I: 13, 14)。随机检查 10 颗叶绿体, 受充足光照的叶, 其叶绿体较小, 且当中都有 1—2 颗淀粉粒, 而阴处的叶, 只个别叶绿体中有淀粉粒。

讨 论

1、旋扭山绿豆的固氮能力 在粒用和饲用豆科植物中, 旋扭山绿豆的固氮量是最高的, 为 897 kg N·ha⁻¹a⁻¹(¹), 换算为尿素则相当 1919 kg 尿素·ha⁻¹a⁻¹, 其所以具高固氮的特性, 除根瘤菌有较强的固氮力外, 与根系和根瘤的发育特点也有关。旋扭山绿豆虽属直根系类型, 但其一、二级侧根数量多, 且植株半匍匐生长, 可长许多不定根, 因而组成较一般豆科植物庞大的根系。通常长在主根或第一级侧根上的根瘤, 有效的比率较大, 各级根(包括大量的不定根)均可形成根瘤, 大多属有效根瘤, 以及根瘤中感染区的范围大, 这些都是它能高固氮的因素。

2、旋扭山绿豆的耐阴性 耐阴植物的叶往往“角质层较薄, 气孔少, 栅栏组织不发达, 胞间隙发达”(³), “阴生叶的叶绿体体积较大, 当中淀粉粒数量较少”(⁷)。本试验观察结果, 也有上述类似情况。据我们测定, 在遮阴度 20%, 即为自然光照 1/5 的条件下, 其光合固氮最佳。因此可以认为, 旋扭山绿豆具一定的耐阴性, 但非典型的耐阴植物, 所以与作物间种时, 应选用合适的株行距, 遮阴度不宜过大。

3、旋扭山绿豆的水土保持能力 由于其植株半匍匐生长且有一定高度,分枝数多且长,所以复盖的厚度和广度较大,这都有利于减少地面水分的蒸发,同时也可减少雨水对土壤的直接冲刷。表4的数据证明种植旋扭山绿豆后,土壤湿度增大。另一方面,有资料介绍“各种表皮毛的分布有助于减少叶中水分的蒸腾和叶肉过热⁽²⁾。旋扭山绿豆叶的表皮密被各种表皮毛,有利于减少水分的蒸腾。此外,其庞大的根系,以及大量的不定根,对固定土壤,减少雨水及地面径流对土壤的冲刷,都有一定的作用。尽管每年刈取其作牧草,因它可不断长出分枝,所以也不致影响对地面的复盖。

4、旋扭山绿豆的经济效益 鉴于它具有根系较发达、固氮力强,以及耐阴性较好等特点,所以是适种于果园或茶园的理想牧草。它不但不与间作作物争肥、争光、争水,反而在一定程度上还可有利于水土保持和增加土壤肥力。广东省红星茶场总结十年来种植旋扭山绿豆的良好效果时指出,“它是发展多层次立体农业的特殊绿肥”⁽⁹⁾。此外,其多年生和侵占性强的特点,在栽培上可节省年年栽种和除草的劳动力。

参 考 文 献

- 1 中国农业科学院科技文献信息中心. 豆科植物根瘤剂及其利用. 中国农业科技出版社, 1988: 5
- 2 华东师大等. 植物学(上册). 人民教育出版社, 1982: 160
- 3 K. 伊稍. 种子植物解剖学. 上海科技出版社, 1982: 68-69
- 4 陈因等. 生物固氮. 上海科学技术出版社, 1985: 39-41
- 5 林德球. 旋扭山绿豆快生型和慢生型根瘤菌生理生化特性的研究. 微生物学报, 1989; 29(5): 354-359
- 6 林德球. 旋扭山绿豆快生型根瘤菌不结瘤突变株的研究. 华南师范大学生物学研究, 1990; 12: 48-53
- 7 Ю. П. 采利尼克(苏). 木本植物耐阴性的生理学原理. 北京: 科学出版社, 1986: 93-131
- 8 莫熙穆, 黄文芳. 旋扭山绿豆的生物学特性和栽培. 热带作物科技, 1983; 5: 52-55
- 9 郭锦湘等. 高效固氮绿肥—旋扭山绿豆. 广东农业科学, 1991; 4: 34-35
- 10 James A D. Handbook of legumes of world economic importance. New York and London: Plenum Press, 1981: 77-79
- 11 Jones R M. Productivity and population dynamics of silverleaf desmodium (*Desmodium uncinatum*) greenleaf desmodium (*Desmodium intortum*) and two *D. intortum* *D. sandwicense* hybrids at two stocking rates in coastal south-east Queensland (Australia). Trop Grassl. 1989; 23(1): 43-55
- 12 Tsugawa etc. Growth of plant tops, stolons and roots in first year swards of *Centrosema pubescens* and *Desmodium intortum* green-leaf: I. Development of stolons and roots. J Jpn Soc Grassl Sci, 1988; 34(3): 157-168

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL CHARACTERS OF VEGETATIVE ORGANS OF *DESMODIUM INTORTUM* AND THE HIGH NITROGEN FIXATION, SHADE TOLERANCE AND CONSERVATION OF SOIL AND WATER

Ye Xiuzhen Li Yuxiang Zhang Deming
Chen Ping Xu Xiangming Peng Jianzong

(Biology Department, South China Normal University, Guangzhou 510631)

Abstract

Desmodium intortum (Mill.) Fawc. et Rendle is a pasture with abundant nutrition and a plant species which possesses shade tolerance, high nitrogen fixation and is suitable to soil and water conservation. Its root nodules can form in the root system consisting of main root, lateral roots and adventitious roots. Root nodules form soon and in quantity. The effective rate of root nodule is more than 85%. Bacterioid in root nodules is in the shape of club. The somewhat stoloniform stem has many branches and hence will cover larger area. The adventitious root can easily be produced from node or internode. The character of its shade tolerance is related to its thin leaf, less stomata, bigger chloroplasts which contain less starch grains and abundant grana. It grows well in 20% shade condition.

Key words: *Desmodium intortum*; Shade tolerance; Nitrogen fixation; Conservation of soil and water; Vegetative organs

图版说明

ba. 钩毛 c. 厚角组织 ch. 叶绿体 g. 基粒 gh. 腺毛 lh. 长毛 m. 线粒体 n. 细胞核 p. 韧皮部 pf. 韧皮纤维 pl. 栅栏组织 r. 射线 s. 气孔 sg. 淀粉粒 st. 海绵组织 v. 叶脉 vb. 维管束 vr. 维管射线 x. 木质部

图版 I

1. 栽种在大树下的旋扭山绿豆;
2. 主根横切面局部放大; $\times 158$

3. 根瘤剖面, 示感染区 (箭头); $\times 68$
4. 类菌体 (箭头) (扫描电镜照片); $\times 3\ 200$
5. 茎的初生结构横切面局部放大, 有些薄壁细胞中含丹宁类物质 (箭头); $\times 170$
6. 叶横切面局部放大; $\times 680$

图版 I

7. 阳生叶下表皮 (扫描电镜照片); $\times 1\ 000$
8. 阴生叶下表皮 (扫描电镜照片); $\times 1\ 000$
9. 叶的下表皮 (扫描电镜照片); $\times 62$
10. 叶的上表皮 (扫描电镜照片); $\times 62$
11. 阳生叶的叶绿体 (透射电镜照片); $\times 30\ 000$
12. 阴生叶的叶绿体 (透射电镜照片); $\times 30\ 000$
13. 阳生叶的叶绿体 (透射电镜照片); $\times 15\ 000$
14. 阴生叶的叶绿体 (透射电镜照片); $\times 15\ 000$

Explanation of plates

ba=barb; c=collenchyma; ch=chloroplast; g=grana; gh=glandular hair; lh=long hair; m=mitochondrion; n=nucleus; p=phloem; pf=phloem fiber; pl=palisade tissue; r=ray; s=stoma; sg=starch grain; st=spongy tissue; v=vein; vb=vascular bundle; vr=vascular ray; x=xylem.

Plate I

1. *Desmodium intortum* planted under tree;
2. Enlargement of a part of main root in transverse section; $\times 158$
3. The section of a root nodule, showing infective area (arrow); $\times 68$
4. Bacterioid (arrow), SEM; $\times 3\ 200$
5. Enlargement of a part of stem of primary structure in transverse section, some parenchyma cells with tannin (arrow); $\times 170$
6. A part of transverse section of leaf; $\times 680$

Plate II

7. The lower epidermis of a sun leaf, SEM; $\times 1\ 000$
8. The lower epidermis of a shade leaf, SEM; $\times 1\ 000$
9. The lower epidermis of a leaf, SEM; $\times 62$
10. The upper epidermis of a leaf, SEM; $\times 62$
11. Part of a chloroplast of a sun leaf, TEM; $\times 30\ 000$
12. Part of a chloroplast of a shade leaf, TEM; $\times 30\ 000$
13. Part of a chloroplast of a sun leaf, TEM; $\times 15\ 000$
14. Part of a chloroplast of a shade leaf, TEM; $\times 15\ 000$