

云南胶园耐荫豆科绿肥资源调查与评价

杨春霞¹, 赵志平¹, 李春丽¹, 丁华平¹, 许丽月¹, 李永梅²

(¹ 云南省热带作物科学研究所, 景洪 666100; ² 云南农业大学资源与环境学院, 昆明 650201)

摘要:本文系统调查了云南主要植胶区开割胶园中豆科绿肥资源种类、地理分布、结瘤情况等, 并对绿肥资源现状与结瘤特征进行了评价。研究结果表明, 云南胶园现有耐荫豆科绿肥 22 属 42 种。绿肥虽然分布广泛, 但植株个体数量少; 生活型以草本、藤本、亚灌木为主; 属中种类少; 基本未被开发利用。所调查豆科绿肥结瘤率达 88.2%, 根瘤大且数量多, 形状以球形、椭圆形为主, 颜色多为粉红、红色。

关键词:云南开割胶园; 耐荫; 豆科绿肥; 资源现状; 结瘤特征

Investigation and Evaluation of Shade-tolerance Leguminous Plant Resources in Yunnan Rubber Plantation

YANG Chun-xia¹, ZHAO Zhi-ping¹, LI Chun-li¹, DING Hua-ping¹, XU Li-yue¹, LI Yong-mei²

(¹ Yunnan Institute of Tropical Crop, Jinghong, Yunnan 666100; ² College of Resource and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201)

Abstract: The plant species, their geographic distribution and nodulation of leguminous green manure plant in Yunnan tapped rubber plantation were investigated and evaluated in this paper. The results showed that there were 22 genera and 42 species leguminous plants growing under rubber tree canopy in Yunnan Province. These plants were widely distributed with low plant population. Herbage, vine and bush were main growth types. There were a few species in each genera. The exploitation of these resources were limited. The nodulation rate of these plants was 88.2%. The large, round or oval shape, and pink or red color of root nodules were observed and recorded.

Key words: Yunnan tapped rubber plantation; Shade-tolerance; Leguminous green manure plant; Resource status; Nodulation characteristic

云南是我国第二大天然橡胶基地, 到 2007 年底植胶面积 40 万 hm^2 , 其中开割面积 17 万 hm^2 。植胶多年后胶园土壤肥力呈明显下降趋势, 退化严重; 近 20 年来西双版纳胶园土壤养分含量明显下降, 有机质下降幅度为 0.25 ~ 1.25 个百分点, 全氮下降 0.023 ~ 0.033 个百分点, 速效磷下降 1.3 ~ 4.2 mg/kg , 速效钾下降 30 ~ 69 mg/kg , pH 值提高 0.1 ~ 0.7^[1]。大部分开割胶园林下植被缺乏, 水土流失严重。研究表明, 有一定盖度的贴地面灌木和草本植物覆盖可有效防止土壤侵蚀, 而乔木林即使有一定的盖度, 还须与下木或地被物配合方能正常发挥作用, 否则其防蚀效果与

裸地类同^[2]。为了更好地控制胶园的水土流失、培肥土壤, 促进橡胶的生长发育和橡胶生产的可持续发展, 胶园覆盖至关重要。胶园覆盖是指橡胶园中橡胶树行间种植覆盖作物, 以达到覆盖地面、保持水土、培肥土壤、促进胶树生长、提高胶树产量和节约管理用工的目的^[3]。而胶园间种一般经济作物或非豆科绿肥容易导致橡胶和间种作物之间的水分、养分和光照的争夺, 过度消耗土壤养分, 加剧土壤退化。豆科绿肥覆盖投资少、见效快, 能有效保持水土、富集养分、改善胶园生态环境, 以及充分利用林下资源、促进农林生态系统的可持续发展^[4]。

收稿日期: 2009-04-20

修回日期: 2009-07-22

基金项目: 云南省自然科学基金项目(2005C0039Q); 云南省科研院所技术开发专项(2006KFZX-18)

作者简介: 杨春霞, 硕士, 助理研究员, 主要从事植物营养学以及热区生态环境方面的研究。E-mail: chunxiayang_student@sina.com

通讯作者: 李永梅, 博士, 教授, 主要从事植物营养与施肥、坡地作物可持续发展方面的研究

橡胶树是多年生高大阔叶乔木,常规种植下5年左右树冠基本郁蔽,除冬季短暂的落叶外,其余时间(开割到更新20多年)枝叶繁茂,胶园内荫蔽度大,光照严重不足,一般绿肥无法继续正常生长^[5-6]。目前,关于云南省地方资源、作物种质的研究已有较多报道^[7-9],但国内外关于云南林用绿肥方面的研究较少。本文通过系统调查云南开割胶园现有豆科绿肥种质资源的种类、地理分布、生物学特性、生境状况和根瘤情况等,以及开展绿肥资源现状与结瘤特征评价,旨在全面了解云南胶园耐荫豆科绿肥种质资源现状,促进野生绿肥资源的保护和合理利用,同时将为开割胶园乃至成林后荫蔽度大的人工经济林木的地面覆盖提供优良耐荫绿肥种质资源,为建立经济效益和生态效益并重的高优生态胶园提供理论指导和技术支持。

1 资源调查

1.1 方法

采用访谈和踏勘相结合的方法。在云南西双版纳、普洱、红河、德宏、临沧等主要植胶区的开割胶园中,选取绿肥种质资源丰富、有代表性的生产队和种植场,于2006-2007年开展豆科绿肥种类、数量、地理分布、生物学特性、生活力、生境状况以及根瘤情

况等调查。

1.2 分类鉴定

标本的分类、鉴定由中国科学院西双版纳热带植物园标本馆完成。

1.3 评价方式

调查时绿肥出现的频度、个体数量和分布状况,用多度级(少见、常见、多)和分布形式(零星分散式、集群小片式、单优群落式)表示。绿肥耐荫性则根据绿肥所分布的生境、胶园荫蔽度以及绿肥的生活力,定性划分为强、中、弱3个等级。根瘤大小随机选取5株绿肥,每株选取3个中等大小根瘤,测量其最长、最短处,然后求平均值。

2 云南开割胶园豆科绿肥资源现状评价

通过对云南开割胶园生态系统豆科绿肥的广泛调查发现,开割胶园林下空间利用率很低,大多数胶园均任其生长杂草,几乎无人工绿肥覆盖,自然植被中豆科绿肥种类、数量很少。共采集豆科绿肥标本102份,分类鉴定结果为22属42种,其中含蕨草亚科1种、云实亚科3种、蝶形花亚科38种(表1),云南开割胶园豆科绿肥资源现状呈现如下特点。

表1 云南开割胶园生态系统豆科绿肥资源

Table 1 Leguminous green manure resources in Yunnan tapped rubber plantation ecosystem

中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	多度级 Abundance class	耐荫性 Shade tolerance	生活型级 Life-form class
链荚豆	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC.	少见	弱	多年生草本
大花鱼豆	<i>Cajanus grandiflorus</i> (Benth. ex Baker) Maesen	常见	中	藤本
毛萼豆	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	多	中	多年生草本
西南牒子梢	<i>Campylotropis delavayi</i> (Franch.) Schindl.	少见	弱	灌木
含羞草决明	<i>Cassia mimosoides</i> L.	少见	弱	多年生草本
决明	<i>C. obtusifolia</i> L.	多	强	一年生草本
望江南	<i>C. occidentalis</i> L.	常见	弱	亚灌木或灌木
距瓣豆	<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	多	强	多年生藤本
响铃豆	<i>Crotalaria albida</i> Heyne ex Roth	少见	弱	多年生草本
毛果猪屎豆	<i>C. bracteata</i> Roxb. Ex DC.	少见	中	草本或亚灌木
假地蓝	<i>C. ferruginea</i> Griseb. ex Benth.	少见	弱	多年生草本
长果猪屎豆	<i>C. lanceolata</i> E. Mey.	少见	中	草本或亚灌木
猪屎豆	<i>C. pallida</i> Aiton	多	中	多年生草本
觀木豆	<i>Dendrolobium triangulare</i> (Retz.) Schindl.	少见	中	灌木
大叶山蚂蝗	<i>Desmodium gangeticum</i> (L.) DC.	多	强	亚灌木
假地豆	<i>D. heterocarpon</i> (L.) DC.	多	强	多年生草本
大叶象身草	<i>D. lasiflorum</i> DC.	多	强	亚灌木

续表

中文名 Chinese name	拉丁名 Latin name	多度级 Abundance class	耐荫性 Shade tolerance	生活型级 Life-form class
长波叶山蚂蝗	<i>D. sequeax</i> Wall.	少见	中	亚灌木
三点金	<i>D. triflorum</i> (L.) DC.	多	中	多年生草本
绒毛山蚂蝗	<i>D. velutinum</i> (Willd.) DC.	少见	中	灌木
柔毛山黑豆	<i>Dumasia villosa</i> DC.	少见	中	藤本
野扁扁豆	<i>Dunbaria fusca</i> (Wall.) Kurz	常见	中	一年生藤本
大叶千斤拔	<i>Flemingia macrophylla</i> (Willd.) Kuntze ex Merr.	多	弱	灌木
球穗千斤拔	<i>F. strobilifera</i> (L.) R. Br.	常见	强	灌木
十一叶木蓝	<i>Indigofera spicata</i> Forsk.	多	中	多年生草本
银合欢	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	少见	弱	灌木或小乔木
刺毛黧豆	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	多	中	一年生藤本
密花葛	<i>Pueraria atopocuroides</i> Craib	多	强	灌木
葛	<i>P. lobata</i> (Willd.) Ohwi	多	强	多年生藤本
三裂叶野葛	<i>P. phaseoloides</i> (Roxb.) Beuth.	多	强	藤本
田菁	<i>Sesbania cannabina</i> (Retz.) Pois.	少见	弱	一年生草本
硬毛宿苞豆	<i>Shusteria hirsuta</i> Baker	多	强	藤本
尤宿苞豆	<i>S. involuerata</i> var. <i>glabrata</i> (Wight & Arn.) H. Ohashi	常见	中	藤本
毛宿苞豆	<i>S. involuerata</i> var. <i>villosa</i> (Pamp.) H. Ohashi	少见	中	多年生藤本
华扁豆	<i>Sinodolichos lagopus</i> (Dunn) Verdc.	多	强	草本
美丽密花豆	<i>Spatholobus pulcher</i> Dunn	少见	强	藤本
云南密花豆	<i>S. varians</i> Dunn	少见	强	藤本
葫芦茶	<i>Tadehagi triquetrum</i> (L.) H. Ohashi	多	强	亚灌木
猫尾射	<i>Uria crinita</i> (L.) Desv.	常见	中	亚灌木
狸尾草	<i>U. lagopodioides</i> (L.) Desv. ex DC.	多	强	草本
贼小豆	<i>Vigna minima</i> (Roxb.) Ohwi & H. Ohashi	少见	弱	草本
赤小豆	<i>V. umbellata</i> (Thunb.) Ohwi & H. Ohashi	常见	中	一年生草本

2.1 豆科绿肥种类少

云南开割胶园豆科绿肥只有 42 种,耐荫性强的绿肥种类更少,仅 16 种,占总种数的 38.1%。云南热区具有丰富的豆科植物资源,仅西双版纳已查明的豆科植物有 103 属 342 种^[16],而本调查中豆科仅占已知属、种的 21.4% 和 12.3%。云南开割胶园林下植被以禾本科、蕨类植物为主,豆科植物很少。可能是由于开割胶园荫蔽度大,林下光照少;加上目前云南的大部分橡胶园均实行一年一砍或两砍,即每年的 6-7 月份或 11-12 月份对胶园自然植被人为砍除,留草高度为 15-20cm,容易造成调查时忽略了长势弱、覆盖慢的绿肥种类;有的橡胶农场前些年由于对环境保护重要性认识不足,为减少林管用工曾施用除草剂,故使胶园内豆科绿肥种类减少。

2.2 属中种类少

云南开割胶园生态系统分布有 22 个属的豆科

绿肥,其中包括 13 个单种属,占总属的近 60%;5 个 2 种属,占 22.7%;3 个及以上种的属仅有 4 个,即葛属和宿苞豆属(3 个种),猪屎豆属(5 个种)和山蚂蝗属(6 个种),占总属的近 18.2%。大多数属中种类很少,以 1 种和少种属占优势,属中种类 2 种及以下的属占 81.8%。

2.3 生活型级居多

以草本、藤本、亚灌木为主,灌木很少。所调查到的豆科绿肥包括 17 种草本(含草本或亚灌木),12 种藤本,6 种亚灌木(含亚灌木或灌木);草本、藤本、亚灌木占总调查种数的 83.3%。7 种灌木(含灌木或小乔木),仅占 16.7%。这些特点与开割胶园郁闭度大和现行的一年两砍林管方式不开。

2.4 绿肥分布广泛,无特殊地理分布种

大多数绿肥在整个胶区都有分布,常见和多见的绿肥有 25 种,占总绿肥种类的 60% 左右。如

假地豆、大叶拿身草、大叶山蚂蝗、华扁豆、刺毛藜豆等在整个植胶区随处可见。总体而言,云南开割胶园生态系统中,阳坡较阴坡林下绿肥种类丰富,盖度大;坡中和坡下豆科绿肥种类较坡上要丰富得多^[11]。民营胶园无论是绿肥种类还是盖度都比国营农场丰富,可能是由于民营胶园对林下植被管理比国营农场较为粗放。

2.5 植株个体数量少

绿肥大多为零星分散式,少数为集群小片式,难于形成单优群落。调查结果表明,零星分散式的豆科绿肥有31种,占总调查种数的73.8%;有10种绿肥聚集生长,能形成集群小片式,即毛蔓豆、距瓣豆、大叶山蚂蝗、假地豆、大叶拿身草、三点金、十一叶木蓝、葛、硬毛宿苞豆、华扁豆,主要为山蚂蝗属;而只有刺毛藜豆1种能形成单优群落,主要分布在西双版纳的东风农场、景洪农场,临沧的孟定农场等地。

2.6 多数处于自然野生状态

目前云南开割胶园豆科绿肥资源基本未进行开发利用。豆科植物用途广泛,不仅可作绿肥、饲料、药材、木材、染料、蜜源植物等,而且也是可食用的高营养农作物,可为人类提供22%的植物蛋白、32%的脂肪和油类、7%的碳水化合物^[12]。所调查研究的绿肥,几乎都有两种或两种以上用途,主要可作绿肥、饲料,具有药用价值。开发潜力大的豆科绿肥有毛蔓豆、距瓣豆、大叶山蚂蝗、假地豆、十一叶木蓝、刺毛藜豆等。

3 云南开割胶园豆科绿肥根瘤特征

与非豆科绿肥相比,豆科绿肥一般具有根瘤,能固定空气中游离的氮,增加土壤氮素营养,每年固氮量占全球生物固氮量的65%以上^[13]。对云南胶园豆科绿肥种类调查同时,调查了17种出现频次高、数量多的绿肥根瘤情况,详见表2。

表2 云南胶园生态系统豆科绿肥结瘤情况

Table 2 Nodulation condition of leguminous green manure in Yunnan tapped rubber plantation ecosystem

豆科绿肥 Leguminous green manure	根瘤情况 Nodulation condition	着生部位 Inserted site	根瘤颜色 Color of root nodulation	根瘤形状 Shape of root nodulation	大小(mm) Size of root nodulation
毛蔓豆	多	须根	浅绿、灰、红、粉红	球形、椭球形	2.68 × 2.38
决明	无				
距瓣豆	多	须根、主根	浅绿、浅灰、红、紫	球形、椭球形	3.61 × 3.27
猪屎豆	多	主根、须根	白色	姜状、球形、椭球形	5.92 × 4.28
大叶山蚂蝗	多	须根	粉红、灰绿	球形、椭球形	1.94 × 1.37
假地豆	多	须根、主根	粉红、红	球形、椭球形	2.23 × 2.06
大叶拿身草	多	须根	灰色、粉红	球形	1.55 × 1.37
大叶千斤拔	多	须根	灰绿、红、浅灰、粉红	球形、椭球形、姜状	2.42 × 2.16
十一叶木蓝	多	须根、主根	粉红、紫、灰褐	球形、椭球形、棒状	3.48 × 1.70
刺毛藜豆	少	须根	浅褐	球形	2.06 × 1.71
密花葛	未见				
葛	少	须根	白、粉红	球形	2.57 × 2.72
三裂叶野葛	少	须根	浅褐、浅黄、白	球形、椭球形、姜状	5.21 × 3.96
硬毛宿苞豆	多	须根	白、粉红、浅褐	球形、椭球形	2.78 × 1.98
华扁豆	多	须根	浅灰、粉红	球形	2.01 × 2.02
葫芦茶	多	须根、主根	粉红、灰绿	球形、椭球形	2.12 × 1.91
狸尾草	少	须根	红、粉红、白、灰绿	球形	2.40 × 2.10

除云实亚科的决明不结瘤和密花葛未见根瘤外,其余豆科绿肥均能自然结瘤,结瘤率达88.2%。

除刺毛藜豆、葛、三裂叶野葛、狸尾草结瘤少外,

大多数豆科根瘤数量多;根瘤普遍较大,直径变幅为1~5mm,只有大叶山蚂蝗、大叶拿身草小于2mm,直径大于3mm的豆科绿肥种类有距瓣豆、猪屎豆、

十一叶木蓝、三裂叶野葛,这可能与云南热区气温高和降雨量多的生态环境有关^[14]。根瘤形态以规则的球形、椭球形居多,只有猪屎豆主要为姜状,同属不同种的根瘤形态较为相似,表明豆科植物的根瘤形态与宿主植物的遗传特性有关^[15-16]。根瘤颜色粉红、红色居多,结瘤部位以须根居多,主根少^[17-18]。一般认为,由于豆血红蛋白的存在,有效根瘤呈粉红色,故所调查的结瘤豆科植物有效根瘤较多,固氮活性强。

4 讨论

本文主要对云南胶园耐荫豆科绿肥种质资源进行调查,而由于目前云南的大部分橡胶园均实行一年一砍或两砍,且开割胶园荫蔽度大,林下光照少,故调查到的耐荫豆科绿肥种类少。在今后的研究工作中,可考虑将调查范围扩大到原始森林和荫蔽度较大的人工生态、经济林地,以收集保存更多的野生耐荫绿肥种类。同时保护好胶园现有豆科绿肥,在进行林管时予以保留;目前没有条件开展人工覆盖的地区,可将现有胶园的林下植被保持在 50cm 高度,林管由一年两砍改为一年砍草一次(雨季即将结束时进行)。

本文仅对云南开割胶园生态系统中的耐荫绿肥资源进行调查,缺乏对分布较多耐荫绿肥进行肥料、饲料、药用、水土保持等方面的开发利用评价,同时对这些绿肥的繁殖能力、栽培技术、人工栽培后能否达到预期的覆盖效果等情况并未深入研究,今后可考虑从橡胶林及大量天然林林下的野生植物资源中筛选出适应林地生长并具较好水土保持及改良地力效果的林用绿肥^[16]引种到开割胶园中,深入研究绿

肥在云南胶园的适应性,评价绿肥覆盖的生态、经济和社会效益。

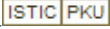
参考文献

- [1] 李春丽,严世孝.西双版纳橡胶园养分变化[J].云南热作科技,2001,24(1):1-6
- [2] 王哈生,刘国彬.试论防蚀有效植被的基本特征—贴地面覆盖[J].中国水土保持,2000(3):28-31
- [3] 中国热带农业科学院,华南热带农业大学.中国热带作物栽培学[M].北京:中国农业出版社,1998:91-95
- [4] 焦彬.绿肥[M].北京:农业出版社,1985:1-20
- [5] 谢贵水,蒋菊生,林位夫,等.橡胶园生态系统调节系统内温湿度的功能与机制[J].热带农业科学,2003,23(1):1-5
- [6] 包维楷,张德铨,王乾,等.青藏高原东部采伐迹地早期人工重建序列梯度上植物多样性的变化[J].植物生态学报,2002,26(3):330-338
- [7] 邱杨,徐福荣,陈洪明,等.云南省屏边县民族农业生物资源调查[J].植物遗传资源学报,2008,9(4):511-516
- [8] 杨忠义,曹水生,苏艳,等.云南作物资源特征特性及生态地理分布研究 I.云南地方稻种资源中特种稻资源[J].植物遗传资源学报,2006,7(3):331-337
- [9] 米艳华,叶昌荣,戴陆园.云南省作物种质资源的研究现状及利用前景[J].植物遗传资源学报,2002,3(3):58-61
- [10] 钟声,奎嘉祥,薛世明.云南省西双版纳傣族自治州豆科饲用植物资源及其评价[J].中国草地,1998(1):29-32
- [11] 刘宏生,张惠文,吴云鹤,等.辽宁省豆科结瘤植物及其根瘤菌资源调查[J].生态学杂志,2000,19(6):62-64
- [12] 王卫卫,关桂兰,郭沛新.甘肃天水地区豆科植物共生固氮资源调查[J].干旱区研究,1995,12(1):7-10
- [13] 陈文峰,陈文新.我国豆科植物根瘤菌资源多样性及应用基础研究[J].生物学通报,2003,38(7):1-4
- [14] 王素英,李新锁,陈文新,等.河北省豆科植物根瘤菌资源的初步调查研究[J].天津师范大学学报,2000,20(3):32-36
- [15] 韦革宏,龚明福,吕双庆.中国帕尔米高原根瘤菌——豆科植物共生资源调查[J].西北植物学报,2005,25(8):1618-1622
- [16] Allen O N, Allen E K. The leguminous-association book of characteristics, uses and nodulation [M]. The University of Wisconsin Press, 1981
- [17] 王卫卫,胡正海.阿拉善荒漠区豆科植物共生固氮资源初步研究[J].水土保持通报,2001,21(5):30-33
- [18] 关桂兰,王卫卫,杨玉锁.新疆干旱地区固氮生物资源[M].北京:科学出版社,1991:27-44

云南胶园耐荫豆科绿肥资源调查与评价

作者: [杨春霞](#), [赵志平](#), [李春丽](#), [丁华平](#), [许丽月](#), [李永梅](#), [YANG Chun-xia](#), [ZHAO Zhi-ping](#), [LI Chun-li](#), [DING Hua-ping](#), [XU Li-yue](#), [LI Yong-mei](#)

作者单位: [杨春霞, 赵志平, 李春丽, 丁华平, 许丽月, YANG Chun-xia, ZHAO Zhi-ping, LI Chun-li, DING Hua-ping, XU Li-yue \(云南省热带作物科学研究所, 景洪, 666100\)](#), [李永梅, LI Yong-mei \(云南农业大学资源与环境学院, 昆明, 650201\)](#)

刊名: [植物遗传资源学报](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)

年, 卷(期): 2010, 11 (2)

参考文献(18条)

1. 关桂兰;王卫卫;杨玉锁 [新疆干旱地区固氮生物资源](#) 1991
2. 王卫卫;胡正海 [阿拉善荒漠区豆科植物共生固氮资源初步研究](#)[期刊论文]-[水土保持通报](#) 2001 (05)
3. Allen O N;Allen E K [The leguminous-asource book of characteristics,uses and nodulation](#) 1981
4. 米艳华;叶昌荣;戴陆同 [云南省作物种质资源的研究现状及利用前景](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2002 (03)
5. 杨忠义;曹永生;苏艳 [云南作物资源特征性及生态地理分布研究 I. 云南地方稻种资源中特种稻资源](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2006 (03)
6. 邱杨;徐福荣;陈洪明 [云南省屏边县民族农业生物资源调查](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2008 (04)
7. 包维楷;张镔铨;王乾 [青藏高原东部采伐迹地早期人工重建序列梯度上植物多样性的变化](#)[期刊论文]-[植物生态学报](#) 2002 (03)
8. 谢贵水;蒋菊生;林位夫 [橡胶园生态系统调节系统内温湿度的功能与机制](#)[期刊论文]-[热带农业科学](#) 2003 (01)
9. 焦彬 [绿肥](#) 1985
10. [中国热带农业科学院;华南热带农业大学](#) [中国热带作物栽培学](#) 1998
11. 王晗生;刘国彬 [试论防蚀有效植被的基本特征-贴地面覆盖](#)[期刊论文]-[中国水土保持](#) 2000 (03)
12. 韦革宏;龚明福;吕双庆 [中国帕尔米高原根瘤菌-豆科植物共生资源调查](#)[期刊论文]-[西北植物学报](#) 2005 (08)
13. 王素英;李新锁;陈文新 [河北省豆科植物根瘤菌资源的初步调查研究](#)[期刊论文]-[天津师范大学学报](#) 2000 (03)
14. 陈文峰;陈文新 [我国豆科植物根瘤菌资源多样性及应用基础研究](#)[期刊论文]-[生物学通报](#) 2003 (07)
15. 王卫卫;关桂兰;郭沛新 [甘肃天水地区豆科植物共生固氮资源?源调查](#) 1995 (01)
16. 刘宏生;张惠文;吴云鹤 [辽宁省豆科结瘤植物及其根瘤菌资源调查](#)[期刊论文]-[生态学杂志](#) 2000 (06)
17. 钟声;奎嘉祥;薛世明 [云南省西双版纳傣族自治州豆科饲用植物资源及其评价](#)[期刊论文]-[中国草地](#) 1998 (01)
18. 李春丽;严世孝 [西双版纳橡胶园养分变化](#)[期刊论文]-[云南热作科技](#) 2001 (01)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201002007.aspx