

宋艳红,史正涛,王连晓,等. 云南橡胶树种植的历史、现状、生态问题及其应对措施[J]. 江苏农业科学,2019,47(8):171-175.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.08.039

云南橡胶树种植的历史、现状、生态问题及其应对措施

宋艳红¹, 史正涛¹, 王连晓², 冯泽波¹

(1. 云南师范大学旅游与地理科学学院, 云南昆明 650500; 2. 云南省水文水资源局, 云南昆明 650106)

摘要: 阐述云南省橡胶种植的历史及发展现状,从最初1904年引入橡胶种苗至中华人民共和国成立属云南橡胶种植的探索推广阶段;中华人民共和国成立后,云南橡胶种植进入大发展阶段,不仅种植面积扩大、区域扩展,且橡胶种植所带来的经济效益也有大幅度的提高。面对橡胶树的大面积种植,热带雨林面积不断减少,从而导致一系列的生态环境问题,如土壤肥力下降、生物多样性减少和水源涵养能力减弱等,不利于橡胶种植的可持续发展。因此,应根据《云南省西双版纳傣族自治州天然橡胶管理条例》进行科学规划及合理布局橡胶种植地带;同时,也可在橡胶树下采取套种的方法,进而优化橡胶种植结构。另外,政府也应该加大科学植胶的宣传,对胶农进行橡胶种植和割胶技术的培训,提高胶农的环境保护意识。通过论述云南天然橡胶的发展历程及现存生态问题和相应的应对措施,旨在探讨如何促进云南省橡胶产业的可持续发展,把橡胶产业打造成云南省重要的特色产业和民生产业。

关键词: 云南省;天然橡胶;生态问题;可持续发展;措施

中图分类号: S794.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)08-0171-05

橡胶树(*Hevea brasiliensis*)原生长于南美亚马逊河流域,属大戟科多年生乔木,是典型的热带雨林树种,传统种植区主要在赤道附近南北纬10°之间潮湿的热带地区,具有明显的地域性特点^[1-2]。我国橡胶树的种植主要分布在云南、海南、广西、广东、福建、台湾等热带、亚热带地区。因天然橡胶是我国国防和经济建设中不可或缺的战略物资和稀缺资源,而橡胶树又是其最主要的原料供应植物。因此,我国种植橡胶树显得尤为重要。为推进我国橡胶树产业的可持续发展,本研究对我国云南省橡胶树种植的历史、现状、现存生态问题及其后续可持续发展等一系列问题探讨。

1 历史

1.1 中华人民共和国成立之前橡胶树种植

橡胶树原产于亚马逊河流域,于1876年经英国人威克汉姆移植到热带地区斯里兰卡的植物园,并以其为核心向外进行辐射栽培,使其逐渐扩散到亚洲、非洲、大洋洲等适宜生存的区域^[3]。橡胶树对中国而言,是个外来物种。

橡胶树引入我国距今已有114年的历史。据相关史料记载,我国成功引种的第1批天然橡胶树是在1904年由云南省干崖(今盈江县)傣族土司刀安仁先生,从新加坡购回并栽种在今云南省德宏傣族苗族自治州盈江县新城凤凰山中,至今仍有1株原始实生树幸存^[2,4]。到20世纪40年代中后期,泰国华侨钱仿周先生率领6名工人运送20000余株胶苗抵达西双版纳橄榄坝,种植于曼龙拉寨附近,并命名为暹华胶园^[5]。至解放初期,这批树苗仅存活91株。

1.2 中华人民共和国成立后云南橡胶树的发展

如果说中华人民共和国成立之前云南省橡胶树的种植是分散的、零星的、局部的和小规模的,那么1949年中华人民共和国成立之后,云南省橡胶树的发展则是集中的、连片的、全

收稿日期:2018-03-26

基金项目:国家自然科学基金(编号:41461015);云南省水利厅水利科技项目(编号:2014003)。

作者简介:宋艳红(1992—),女,河南鹿邑人,硕士研究生,主要从事土壤退化与土壤修复研究。E-mail:songyanhong1217@163.com。

通信作者:史正涛,教授,博士生导师,主要从事地理环境与水资源研究。E-mail:shizhengtao@163.com。

[2] 钱长发,王义,刘永安,等. 温州蜜柑设施栽培的研究[J]. 农业现代化研究,1991(5):46-51.

[3] 万勇,李春玲,邹远鹏,等. 几种简易设施栽培对椪柑果实品质的影响[J]. 华中农业大学学报,2011(5):572-577.

[4] 黄海生,唐东坚. 沃柑在南宁种植表现及早结丰产优质栽培技术[J]. 广西农学报,2015(5):56-59.

[5] 黄其椿,刘吉敏,何新华,等. 晚熟杂柑“沃柑”在广西武鸣的栽培表现初报[J]. 中国南方果树,2014(3):86-88.

[6] 江东,曹立. 晚熟高糖杂柑品种“沃柑”在重庆的引种表现[J]. 中国南方果树,2011(5):33-34.

[7] Lomas J. Prediction of the commencement and duration of the flowering period of citrus[J]. Agricultural Meteorology, 1983, 28

(4):591-614.

[8] 王鑫,吴华清,陶书田,等. 大棚和露地栽培条件下梨果实发育特性的差异[J]. 南京农业大学学报,2012,35(2):27-31.

[9] 石学根,徐建国,林媚,等. 设施栽培条件下冬季温州蜜柑果实品质的变化[J]. 浙江农业学报,2006(1):32-36.

[10] 江琴. 武汉地区设施栽培柑橘果实发育及其品质变化研究[D]. 武汉:华中农业大学,2009.

[11] Richardson A C, Marsh K B, Macrae E A. Temperature effects on satsuma Mandarin fruit development[J]. Journal of Horticultural Science, 1997, 72(6):919-929.

[12] 方波. 设施柑橘延迟栽培中的果实品质变化[D]. 武汉:华中农业大学,2007.

面的和大规模的。中华人民共和国成立之初,国家急须发展国民经济建设,橡胶树种植得到国家和政府的重点扶持,再加上在经济利益的驱动下,云南橡胶的种植面积迅速扩大^[6]。根据云南橡胶树的种植面积、产量及取得的收益等多因素综合考虑,本研究将中华人民共和国成立至今的云南橡胶树发展大致划分为2个阶段。

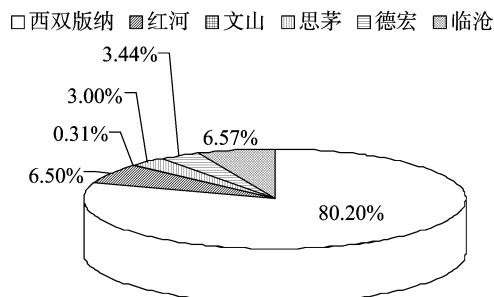
1.2.1 第一阶段 探索推广阶段(1949年至20世纪90年代中后期)。1949年中华人民共和国刚刚成立,国家急须发展国民经济建设,1950年朝鲜战争爆发,以美国为首的部分西方资本主义国家对我国实行经济封锁和物资禁运,天然橡胶也在禁运物资之列^[7]。为确保我国国民经济建设和国防安全建设的顺利进行,20世纪50年代初党中央将天然橡胶定位为“战略物资”,作出《关于扩大培植橡胶树的决定》等一系列重大决策^[8]。从1949年中华人民共和国成立至20世纪90年代中后期这一阶段,云南省橡胶的发展主要以橡胶的培育和扩大种植面积为主。

1.2.1.1 橡胶树的培育——新技术研发 橡胶树具有喜温怕寒、喜微风怕强风以及喜湿润等生态习性^[9],主要种植在10°S~15°N之间。中华人民共和国成立后,20世纪50年代面对西方国家对我国的封锁禁运以及朝鲜半岛战争,中央政府决定大力发展我国天然橡胶生产。1951年,秦仁昌教授带领滇西调查队前往云南德宏进行宜林地资源调查,专门考察了橡胶母树并认为,德宏适宜植胶的土地资源约有1.3 hm²,是云南种植橡胶树的重要基地^[10]。1952年,党中央组织人力在广东、广西、海南、云南、福建等热带、亚热带地区进行勘测规划,并开始大规模种植橡胶树,创建我国天然橡胶生产基地^[11]。1953年初,由中苏植物学专家蔡希陶、何金海和尼卓维也夫等组成调查组赴西双版纳进行橡胶树种植的可行性考察,经研究、试种证实被外国专家称为橡胶种植“禁区”的云南西南部18°~24°N地区可以大面积种植橡胶。同年,林业部组织勘察队对西双版纳橡胶宜林地进行初步调查和规划,并正式成立橡胶试验站和橄榄坝农垦分场^[12-13]。1956年,国家有关部门根据已种植橡胶树的适应性反应,确定云南南部部分地区及西双版纳可以大规模发展橡胶种植^[14]。经过几代植胶人的开发建设,我国于1982年宣告种植橡胶树北移成功,并建立了以西双版纳、海南岛为主的橡胶生产基地,同时在接近25°N南亚热带的一些区域也植胶成功,修正了“17°N以北不能植胶”的传统论断^[15-16]。

1.2.1.2 扩大种植面积 随着橡胶经济的发展和橡胶需求量的持续增加,截至20世纪90年代中期,橡胶种植已经涉及西双版纳、红河、文山、思茅、德宏和临沧等州(市、区)。同期,云南省橡胶种植面积达到14.35万hm²,割胶面积约为8.65万hm²,干胶产量约有13.08万t,其中,西双版纳干胶产量占云南省干胶总产量的80.20%,红河、文山、思茅、德宏、临沧的干胶产量分别占云南省干胶总产量的6.50%、0.31%、3.00%、3.44%、6.57%(图1)。

1.2.2 第二阶段 大发展阶段(21世纪初至今),进入21世纪云南橡胶树的种植进入一个新的发展阶段。

1.2.2.1 面积扩大 自进入21世纪以来,为进一步发展我国天然橡胶产业,国务院办公厅、农业部办公厅、财政部办公厅等部门相继出台一系列政策推进我国橡胶产业的发展。如



数据来源于《云南省统计年鉴》

图1 1995年云南省橡胶主要植胶区及各占云南省干胶产量的比例

2007年农业部颁布实施了《全国天然橡胶优势区域布局规划(2008—2015年)》,2010年国务院办公厅下发了《关于促进我国热带作物产业发展的意见》以及为贯彻落实此文件农业部于2013年印发了《2013年天然橡胶标准化抚育技术补助试点工作方案》扩大粮种补贴,使橡胶种植得到进一步发展。根据云南省统计年鉴的数据可知,自2000年以来云南省橡胶种植面积迅速发展。2005年云南省橡胶种植面积为29.90万hm²,割胶面积为14.00万hm²,干胶产量为24.03万t;2007年云南省橡胶种植面积为39.65万hm²,割胶面积为16.66万hm²,干胶产量为28.22万t;2010年云南省橡胶种植面积为48.67万hm²,割胶面积为21.04万hm²,干胶产量为33.06万t;2013年云南省橡胶种植面积为55.43万hm²,割胶面积为26.26万hm²,干胶产量为42.56万t;截至2015年年底,云南省橡胶种植面积为57.34万hm²,割胶面积为30.74万hm²,干胶产量为43.93万t(图2)。同期,云南省橡胶产量分别占全国橡胶产量的46.79%、47.96%、47.86%、49.21%、53.83%(图3)。2011年底,云南省橡胶种植面积首超海南省成为我国橡胶种植面积最大的省份。

1.2.2.2 区域扩展 中华人民共和国成立之前,云南省橡胶种植主要分布在西双版纳和德宏的部分地区。近年来,经过几代人的不懈奋斗打破橡胶植胶“禁区”,加上选育水平的提高及优良品种的推广,使得云南省橡胶种植范围逐渐扩大。截至2015年,云南省橡胶种植主要分布在西双版纳、红河、文山、德宏、临沧、普洱等州(市),其干胶产量尤以西双版纳最多,占云南省干胶产量的72.73%(图4)。

1.2.2.3 效益提高 杨为民等认为,2006年西双版纳橡胶种植实现年产值17.7亿元,为当地农民人均提供纯收入1056元,占农民人均纯收入的42.8%^[17]。截至2013年年底,云南省橡胶种植总面积为55.43万hm²,占全国橡胶总种植面积的48.46%;干胶产量为42.56万t,约占全国干胶总产量的49.21%;干胶产量平均为1620.6 kg/hm²,高出全国平均产干胶量的28.54%;全年实现橡胶总产值75.31亿元。1956—2013年全省累计生产干胶548万t,为国家节省进口橡胶外汇支出150亿美元^[18]。

2 现状

2.1 面积大

根据《中国统计年鉴》及《云南省统计年鉴》可知,我国橡胶种植主要分布在福建、广东、广西、海南、云南等省(区),其

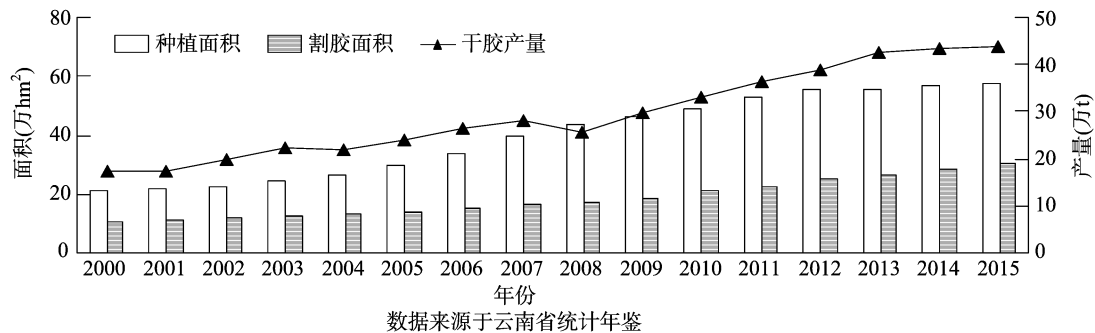


图2 2000—2015 年云南省天然橡胶种植面积、割胶面积及干胶产量的变化趋势

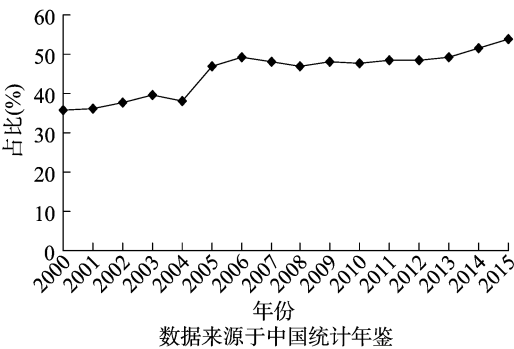


图3 2000—2015 年云南省干胶产量占全国比例的变化趋势

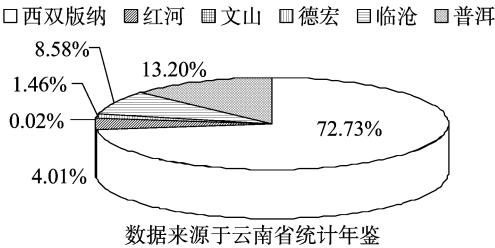


图4 2015 年云南省主要植胶区及各区占云南省干胶产量的比例

的省份(图 5)。

2.2 产量高

云南省国家图书馆资料显示,2011 年我国橡胶种植主产区总种植面积约为 108.14 万 hm^2 ,总干胶产量约为 75.08 万 t。其中,云南省橡胶种植面积占全国总种植面积的 49.04%,而海南省橡胶种植面积仅占全国总种植面积的 46.37%。至此,云南省橡胶种植面积超过海南省成为我国橡胶种植面积最大的省份(表 1)。

2.3 效益好

橡胶树不仅能产出橡胶,且橡胶树干也能够制作家具,在

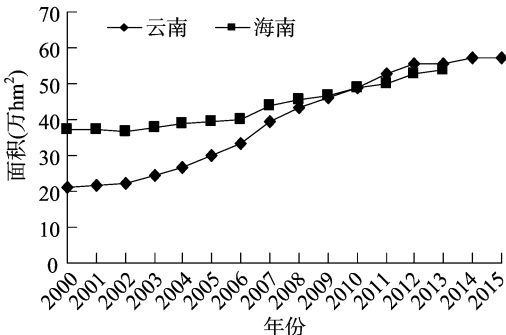


图5 2000—2015 年云南省和海南省天然橡胶种植面积变化趋势

表 1 2000—2015 年云南省和海南省天然橡胶种植面积、割胶面积及干胶产量变化趋势

年份	种植面积(万 hm^2)		割胶面积(万 hm^2)		干胶产量(万 t)	
	云南	海南	云南	海南	云南	海南
2000	21.02	36.98	10.90	27.17	17.17	28.09
2001	21.60	36.99	11.38	27.21	17.31	27.92
2002	22.19	36.89	11.73	27.58	19.88	30.31
2003	24.23	37.98	12.30	28.16	22.34	31.60
2004	26.73	39.13	13.53	28.74	21.92	32.98
2005	29.90	39.30	14.00	29.25	24.03	24.78
2006	33.41	40.22	15.33	29.14	26.42	24.75
2007	39.65	43.77	16.66	30.49	28.22	28.06
2008	43.58	45.46	17.35	31.53	25.72	27.74
2009	46.14	46.43	18.46	32.32	29.84	30.71
2010	48.67	49.04	21.04	34.31	33.06	34.64
2011	53.03	50.14	22.25	34.63	36.34	37.18
2012	55.64	52.57	24.95	37.29	38.98	39.51
2013	55.43	54.02	26.26	39.27	42.56	42.08
2014	57.10	—	28.12	—	43.33	39.12
2015	57.34	—	30.74	—	43.93	36.11

实木家具市场中,我国橡胶原木的价格为 2 500 ~ 3 000 元/m³,且在“一带一路”倡议发展研究中,作为西双版纳一类开放口岸之一的磨憨口岸,2014 年外贸进出口总量约为 153.15 万 t,同比上升了 34.4%;外贸进出口总额约为 27.8 亿美元,同比上升了 22.3%^[19]。祁栋灵等认为,天然橡胶价格从 1952 年的 0.2 万元/t 上升至 2011 年的 3.4 万元/t,近 60 年的时间增长幅度超过了 15 倍^[7]。截至 2011 年,我国天然橡胶产业累计为国家提供干胶 1 340 万 t,代替进口节约外汇约 85 亿美元。

3 生态问题

天然橡胶种植面积与热带雨林面积二者是此消彼长的关系,天然橡胶的大量种植必然会导致热带雨林面积大幅度减少。云南省大面积种植橡胶林,已经造成土壤肥力下降、生物多样性减少、水源涵养能力下降等一系列生态问题,并引起社会各界的广泛关注。

3.1 土壤肥力下降

橡胶林林下植被层少,凋落物种类少,相较于热带雨林而言,橡胶林的土壤肥力较差,从养分保持效益来看,热带雨林是橡胶林的 2.11 倍。张萍等认为,0 ~ 20 cm 耕地层土壤有机质、有效氮、速效磷、速效钾含量分别从热带雨林的 3.41%、191.66 mg/kg、5.52 mg/kg、75.80 mg/kg 减少到 2.17%、130.54 mg/kg、0.35 mg/kg、41.67 mg/kg,分别减少了 36.36%、31.90%、93.66%、45.03%^[20]。谢瑾等认为,自然林转变为橡胶林后土壤质量有所下降,自然林的土壤综合肥力值为 64.30,而橡胶林的土壤综合肥力值为 41.49^[21]。橡胶林的单一种植及割胶也易造成土壤养分的流失^[22-23]。陈永川等认为,橡胶林在未割胶条件下,种植带土壤中全磷含量在 0.45 ~ 0.72 g/kg 之间,而在割胶条件下,种植带土壤中全磷含量在 0.37 ~ 0.67 g/kg 之间变化^[24]。

3.2 生物多样性减少

生物多样性是生物与环境形成的生态复合体及与此相关的各种生态过程的总和,包括数以百万计的动物、植物、微生物和它们所拥有的基因以及它们的生存环境所形成的复杂的生态系统,是生命系统的基本特征^[25]。热带雨林植被分层现象明显,物种丰富,形成了生物多样性和种质基因库,而橡胶林群落结构单一,破坏了物种的多样性和稳定性。橡胶树的大面积种植导致热带雨林的覆盖率大幅下降,动植物栖息环境遭到破坏,引起区域环境退化和生物多样性减少。与天然林相比,人工橡胶纯林的鸟类减少了 70% 以上,哺乳类动物减少了 80% 以上。宋清海等认为,西双版纳热带山地雨林的生物量平均为 312.6 t/hm²,而在橡胶林适宜种植区,林龄为 26 年的橡胶林总生物量仅为 231.50 t/hm²,显然,橡胶林的总生物量低于热带山地雨林^[26]。吴兆录等认为,橡胶林的植物物种丰富度仅是热带雨林的 1/3,且植物种类多是入侵性杂草^[27]。Asatrakorn 等认为,热带季节雨林经砍伐变成橡胶林后,林下物种丰富度下降了 60%^[28]。所以,有学者把橡胶林比喻为“绿色沙漠”,形象地描述了橡胶林大量种植给生物多样性带来的灾难性后果。

3.3 水源涵养能力下降

森林植被通过林冠层、枯枝落叶层和土壤层截蓄降水,具

有良好的水源涵养功能。但受树种和林分结构等一系列因素的影响,不同森林类型的水源涵养能力存在差异^[6]。热带雨林经砍伐转变为橡胶林后,在水土流失加剧的影响下,土层变薄,土壤的持水和蓄水性会降低,土壤的渗透力也有所降低,水源涵养功能下降。周文君等认为,人工橡胶林小流域集水区平均降水量为 1 510.6 mm;其中,全年降水的 82.5% 集中在雨季(5—10 月),干季(11 月至翌年 2 月)降水量较少;这就使干季径流输出少,形成区域性的间接性水资源短缺,造成干季时严重的水资源危机^[29]。Tan 等通过对西双版纳热带雨林及橡胶林的水分平衡对比研究发现,在年尺度上,橡胶林的蒸散量大于热带雨林,其雨季储存的水分不足以维持旱季时旺盛的蒸散,导致旱季时径流量小于热带雨林^[30]。李金涛等认为,土壤斥水性会增加降水地表的滞留时间和地表的径流量^[31],加大土壤受侵蚀的风险^[32-33],当大量热带雨林被单一橡胶林取代后,橡胶林下土壤的实际斥水性高于热带雨林,形成橡胶林下土壤严重的水土流失现象,而对植被良好、结构复杂的热带雨林的影响较小。

4 应对措施

为响应国家“一带一路”发展倡议,推进云南省社会经济全面协调可持续发展,橡胶树种植应遵循可持续发展原则和因地制宜原则。为促进新世纪云南省橡胶产业又好又快地发展,把橡胶产业打造成云南省重要的特色产业和民生产业,还须采取以下措施。

4.1 科学规划

云南省橡胶产业要想又好又快地发展,必须进行科学规划。为加强天然橡胶资源的保护和合理开发利用,改善生态环境,促进社会经济的可持续发展,2011 年云南省西双版纳傣族自治州修订了《云南省西双版纳傣族自治州天然橡胶管理条例》(以下简称“条例”)。条例内容包括:自治州人民政府应依法建立生态资源补偿机制,促进生态建设和环境保护;禁止在国有林、集体林中的自然保护区和水源林、国防林、风景林地、基本农田地、旅游景区、景点与海拔 950 m 以上和坡度大于 25°的地带开发种植橡胶;对于坡度大于 25°的分水岭、沟谷坡面和橡胶林地应当逐步退胶还林、退耕还林。该条例着眼于对天然橡胶的保护,通过法规的形式对橡胶种植过程中的生态保护问题予以规定,规范橡胶种植过程中对生态的损害问题,从而谋求社会经济和生态的协调可持续发展,保护橡胶的种植量和生物多样性以及热带雨林生态系统。

4.2 合理布局

大面积橡胶种植导致严重的生态问题,但天然橡胶作为一种战略性资源又不能毅然摒弃。因此,进行合理的橡胶种植布局显得尤为重要。根据《中华人民共和国水土保持法》第二十条的规定,在 25°以上陡坡地种植经济林地,应科学进行选种、育种,合理规划确定种植规模,同时采取水土保持措施,防止造成水土流失。但具体到云南植胶区,应根据《云南省西双版纳傣族自治州天然橡胶管理条例》规定的禁止在国有林、集体林中的自然保护区,水源林、国防林、风景林地、基本农田地、旅游景区、景点与海拔 950 m 以上和坡度大于 25°的地带开发种植橡胶;对于坡度大于 25°的分水岭、沟谷坡面和橡胶林地应当逐步退胶还林、退耕还林。对于违反条例规

定的应没收违法所得或者赔偿损失,并处200~2000元的罚款。《云南省西双版纳傣族自治州天然橡胶管理条例》对云南省橡胶可持续发展起着重要作用。

4.3 优化结构

从当前云南省橡胶树种植的总体状况来看,橡胶种植具有品种单一和结构简单特点,由此导致种植区土壤肥力下降、生物多样性降低、水源涵养能力下降等一系列生态问题。从维护生态系统的稳定性和提高生产力角度出发,调整和优化橡胶树的种植结构和模式,发展橡胶林林下作物以提高种植区经济效益并减少生态损失。在前人研究的基础上通过实例得知,在橡胶种植区可以实行多品种结合和多品种搭配的种植模式,如“橡胶+玉米”“橡胶+花生”“橡胶+菠萝”“橡胶+咖啡”“橡胶+砂仁”“橡胶+茶树”等间作模式,不但可以提高橡胶林的产出效益,增加胶农的抗风险能力,还可以改善水分循环,增加生物多样性,解决生态问题,促进经济和生态的可持续发展。

4.4 加强宣传

由于橡胶种植区胶农采用传统、不科学的方法盲目开荒、植胶和割胶,忽视了对橡胶种植区的管理,导致橡胶产量、质量下降以及土壤肥力下降、生物多样性减少与水源涵养能力下降等一系列生态问题。因此,政府应加大监管力度,加强对橡胶种植过程中的生态保护进行宣传,还应组织胶农学习橡胶种植和割胶技术等,有针对性地进行科学技术和管理体制培训,从而提高胶农的环境保护意识。

参考文献:

- [1]何康,黄宗道. 热带北缘橡胶树栽培[M]. 广州:广东科技出版社,1987.
- [2]李鹏,封志明. 地缘经济背景下的老挝橡胶林地扩张监测及其影响研究综述[J]. 地理科学进展,2016,35(3):286-294.
- [3]张箭. 世界橡胶(树)发展传播史初论[J]. 中国农史,2015(3):3-16.
- [4]余兰兰. 海南天然橡胶加工业发展影响因素研究——以农垦橡胶加工为例[D]. 海口:海南大学,2013.
- [5]许卫华. 云南植胶先行者泰国归侨钱仿周、李宗周——兴办暹华校园始末纪实[J]. 热带农业科技,2010,33(3):52-54.
- [6]刁俊科,李菊,刘新有. 云南橡胶种植的经济社会贡献与生态损失估算[J]. 生态经济,2016,32(4):203-207.
- [7]祁栋灵,王秀全,张志扬,等. 中国天然橡胶产业现状及其发展建议[J]. 热带农业科学,2013,33(2):79-87.
- [8]金华斌,田维敏,史敏晶. 我国天然橡胶产业发展概况及现状分析[J]. 热带农业科学,2017,37(5):98-104.
- [9]江爱良. 橡胶树北移的几个农业气象学问题[J]. 农业气象,1983(1):9-21.
- [10]张洪波,杨世华. 德宏橡胶产业现状及发展意见[C]//中国热带作物学会. 热带作物产业带建设规划研讨会——天然橡胶产业发展论文集. 海口:中国热带作物学会,2006:119-122.
- [11]贺建军,程儒雄,李维国,等. 广东广西垦区天然橡胶种植概况[J]. 广东农业科学,2009(8):62-65.
- [12]尹仓,薛达元. 西双版纳橡胶种植对文化多样性的影响——曼山村布朗族个案研究[J]. 广西民族大学学报(哲学社会科学版),2013,35(2):62-67.
- [13]卢玉洪,杜文胜,段梅峰. 新时期云南天然橡胶种植产业发展的

建议——基于云南省“两强一堡”、高原特色农业发展的决定和云南农垦深化改革[C]//云南省热带作物学会. 云南省热带作物学会第八次会员代表大会暨2014年学术年会论文集. 昆明:云南省热带作物学会,2014:156-161.

- [14]王跃华,徐涛. 西双版纳地区橡胶种植业的分析评价[J]. 云南大学学报(自然科学版),1998(增刊4):605-608.
- [15]徐其兴. 温度、热量与橡胶产量的关系及橡胶树北移的温度指标分析[J]. 广西热作科技,1988(1):9-16,36.
- [16]刘少军,周广胜,房世波. 中国橡胶种植北界[J]. 生态学报,2016,36(5):1272-1280.
- [17]杨为民,秦伟. 云南西双版纳发展橡胶对生态环境的影响分析[J]. 生态经济(学术版),2009(1):336-339.
- [18]汪铭,陈志伟,罗星明,等. 云南天然橡胶产业发展情况及政策建议[J]. 中国热带农业,2014(5):8-11.
- [19]彭娅. “一带一路”战略下西双版纳州优势产业发展研究[D]. 昆明:云南大学,2015.
- [20]张萍,刘宏茂,陈爱国,等. 西双版纳热带山地利用过程中的土壤退化[J]. 山地学报,2001,19(1):9-13.
- [21]谢瑾,李永梅,候天才. 纳板河流域不同土地利用类型下土壤综合肥力分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2012,27(3):401-407.
- [22]张敏,邹晓明. 热带季节雨林与人工橡胶林土壤碳氮比较[J]. 应用生态学报,2009,20(5):1013-1019.
- [23]孟盈,薛敬意,沙丽清,等. 西双版纳不同热带森林下土壤铵态氮和硝态氮动态研究[J]. 植物生态学报,2001,25(1):99-104.
- [24]陈永川,杨春霞,李春丽,等. 橡胶林土壤中磷的动态变化特征规律研究[J]. 土壤通报,2012,43(5):1201-1206.
- [25]王晓辉,郭光霞,郑瑞伦,等. 生物炭对设施退化土壤氮相关功能微生物群落丰度的影响[J]. 土壤学报,2013,50(3):624-631.
- [26]宋清海,张一平. 西双版纳地区人工橡胶林生物量、固碳现状及潜力[J]. 生态学杂志,2010,29(10):1887-1891.
- [27]吴兆录,杨正彬. 西双版纳橡胶种植的正负影响和改进途径[J]. 曲靖师范学院学报,2001,20(6):64-69.
- [28]Asatrakorn S, Thunhikorn S, Donald P F. Changes in bird communities following concersion of lowland forest to oil palm and rubber plantations in southern Thailand[J]. Bird Conservation International,2006,16(1):71-82.
- [29]周文君,张一平,沙丽清,等. 西双版纳人工橡胶林集水区径流特征[J]. 水土保持学报,2011,25(4):54-58,68.
- [30]Tan Z H, Zhang Y P, Song Q H, et al. Rubber plantations act as water pumps in tropical China[J]. Geophysical Research Letters, 2011,38(24):24406-20048.
- [31]李金涛,刘文杰,卢洪健. 西双版纳热带雨林和橡胶林土壤斥水性比较[J]. 云南大学学报(自然科学版),2010,32(增刊1):391-398,404.
- [32]Ferreira A J D, Coelho C O A, Walsh R P D, et al. Hydrological implications of soil water-repellency in eucalyptus globules forests, north-central portugal[J]. Journal of Hydrology,2000(231/232):165-177.
- [33]Shakesby R A, Doerr S H, Walsh R P D. The erosional impact of soil hydrophobicity:current problems and future research directions[J]. Journal of Hydrology,2000(231/232):178-191.