

文章编号: 1674-7054(2022)01-0088-07



我国橡胶园林下种养模式发展现状与前景

张华林, 李文秀, 贺军军, 罗萍

(中国热带农业科学院 湛江实验站/广东省旱作节水农业工程技术中心, 广东 湛江 524013)

摘要: 我国橡胶园(简称“胶园”)林下经济产业逐渐成为近几年发展的热门, 多种胶园林下间种和养殖模式取得了一定的效果, 但由于目前林下经济主要以林下种植为主, 种植获得的原材料经济效益不高, 农产品加工方面还远远跟不上需求, 导致胶园林下经济产业效益不佳, 林下经济相关模式难于推广。林下种养虽然可以获得较好的经济效益, 但是存在风险大、技术要求高等问题。随着畜禽养殖中抗生素的使用被逐渐摒弃, 中草药作为饲料或其提取物逐渐替代了抗生素。发展胶园林下生态循环种养模式, 既可以充分利用林下空间, 又能获得好的畜禽肉质, 提高经济效益, 市场前景广阔。笔者总结了目前我国胶园林下种植、养殖模式发展现状、存在问题等, 并对胶园林下经济发展前景进行了分析, 旨在为我国胶园林下经济发展提供参考。

关键词: 胶园林下经济; 发展现状; 存在问题; 对策建议; 生态循环种养

中图分类号: S 794.1 **文献标志码:** A

引用格式: 张华林, 李文秀, 贺军军, 等. 我国橡胶园林下种养模式发展现状与前景 [J]. 热带生物学报, 2022, 13(1): 88-94. DOI: [10.15886/j.cnki.rds wxb.2022.01.013](https://doi.org/10.15886/j.cnki.rds wxb.2022.01.013)

天然橡胶是我国重要的工业战略物资, 具有重要的国防科技意义, 但近年来由于合成胶的冲击, 加上国内劳动力成本越来越高, 机械化水平又远远满足不了产业需求, 天然橡胶价格自2011年开始一路下跌, 最低跌至2016年的每吨9 000元, 近几年一直维持在每吨12 000~14 000元, 始终低于国内生产成本, 加上国内外天然橡胶仍处于供大于求的阶段, 导致了我国天然橡胶产业的持续低迷^[1]。我国天然橡胶产业的全面亏损, 导致肥料和农药等种植成本投入减少, 从而出现很多橡胶树被“弃管、弃割”, 甚至被砍伐的现象。由于我国天然橡胶产业的低迷, 加上国家和地方政策的支持, 林下经济产业近年来成为国内各植胶垦区发展的重点和热点, 出现了多种多样的橡胶园(简称“胶园”)林下种植和养殖模式。发展胶园林下经济的优势主要有2点: (1)我国农田资源利用超负荷, 胶园林下空间大部分未被利用, 开拓林下经

济空间十分有必要; (2)大力发展胶园林下经济, 可以提高胶农收入, 促进天然橡胶健康、可持续发展^[2]。发展胶园林下生态循环种养模式, 既可以充分利用林下空间, 又能获得好的畜禽肉质, 提高经济效益, 市场前景广阔。笔者总结了目前我国胶园林下种植、养殖模式发展现状、存在问题等, 并对胶园林下经济发展前景进行了分析, 旨在为我国橡胶园林下经济发展提供参考。

1 胶园林下种植模式

1.1 橡胶—南药间种模式 南药类植物一般具有耐阴的习性, 因此, 很多南药都适宜在胶园林下种植, 如五指毛桃、益智、牛大力、巴戟、砂仁、槟榔、地胆草、魔芋、藿香和绞股蓝等^[3-12]。以胶园林下间种五指毛桃为例, 中国热带农业科学院橡胶研究所在胶园林下间种五指毛桃, 发现不同叶型的五指毛桃在产量和活性成分上没有显著差异^[3],

收稿日期: 2021-06-10

修回日期: 2021-08-24

基金项目: 广东省2020年省级农村科技特派员项目; 2019年度省乡村振兴战略专项资金项目; 国家天然橡胶产业技术体系湛江综合试验站项目(CARS-33-GD2)

第一作者: 张华林(1985-), 男, 助理研究员. 研究方向: 胶园林下经济. E-mail: happy_zhl1985@163.com

通信作者: 罗萍(1967-), 女, 研究员. 研究方向: 热带作物栽培. E-mail: luoping428@163.com

而且在成龄胶园间作五指毛桃,经过科学合理的施肥,既对五指毛桃生长发育有利,又可以起到增加橡胶树胶乳产量的作用^[13]。在成龄胶园中间作五指毛桃,打顶处理可以促进干物质往地下部分配与积累,增加根部产量比例,减少收获时植株带走的养分损失,降低风害^[14]。利用硫磺粉来防治橡胶树的“两病”时,既不会污染间作的五指毛桃,也不会增加土壤含硫量^[15]。目前,虽然已有胶园间作的五指毛桃活性成分、栽培技术及农残等方面的研究,也有少量饮料和口服液的开发,但是五指毛桃的原材料主要用于煲汤或者入药,消费市场并不大,市场接受度不高,导致经济效益不理想。其他间种的南药类也都存在类似的问题,加上南药种植周期偏长,原材料市场价值偏低,南药产品深加工方面有欠缺,林下种植的药材无法获得较高的经济价值,导致胶园林下种植南药的技术难于推广。近几年来,中草药越来越受到关注和重视,而南药作为南方特有的中药材种类,具有种类繁多、资源丰富和分布广泛等特点。由于近几年市场的火热,野生的南药资源越来越匮乏,目前只有通过人工种植才能将南药种质资源保存下来。胶园林下南药种植存在初产品价值低、种植技术推广难的问题,只有加强南药副产品的开发,研发保健品或化妆品等高价值产品,或研发绿色农药等成本不高、市场需求量大的产品,才能提高胶园间种南药的经济价值。

1.2 橡胶—热带作物间种模式 我国开展过的胶园间种的热带作物有大豆、玉米、菠萝、甘蔗、香蕉、辣椒、柠檬、百香果、咖啡、茶叶、胡椒、香草兰、玉桂和玫瑰茄等^[16-25]。贺军军等^[26]在1~3龄胶园行间间种菠萝对胶园土壤肥力、胶树生长及经济收益的调查研究,结果表明,幼龄胶园间种菠萝提高了土壤有机质含量,但土壤氮、速效磷、速效钾含量均表现为降低,橡胶树茎围年增粗减慢1.11 cm,间种菠萝每公顷经济效益净增加59 775元。幼龄胶园间种香蕉,国外研究认为间作香蕉的胶园比单作橡胶园提前4个月开割,且间作橡胶树的茎围和高度比单作橡胶树的更粗、更高,树皮厚度相差不大,此外间作不仅不会影响橡胶单株的胶乳产量,还会提高单位面积的胶乳产量^[27]。多年研究结果表明,幼龄胶园行间间种、套种农作物或经济作物,既可以充分利用光、热、

水等自然资源^[28],又有利于增进自然生态平衡和增加经济收益,改善胶园土壤微环境、促进胶树生长和产胶^[29-32]。热带作物喜阳光,不耐阴,所以不适宜在较阴的林下间种,只适宜在较宽行间或橡胶树幼龄期种植。而且热带作物与橡胶树还存在养分和水分的竞争,因此,橡胶—热带作物间种模式存在较大的局限性。

1.3 橡胶—菌类间种模式 菌类喜阴凉潮湿气候,非常适宜在胶园林下生长。谢学方等^[33]在老龄胶园林下进行鹿角灵芝的棚栽试验,结果表明,鹿角灵芝菌丝生长状况良好、成活率高,鹿角灵芝的子实体也能充分发育,鹿角灵芝适宜在橡胶人工林下做棚栽种植。海南农垦科学院在开割胶园林下间作竹荪、鹿角灵芝、毛木耳和大球盖菇等,种植的菌产值是干胶产值的数倍,还促进了干胶增产,取得了很好的效果^[34]。在胶园林下种植食用菌能够降低成本,获得较好的经济效益,是近几年胶园林下经济中比较成功的一种模式。但是,菌类种植要求的技术偏高,而且前期投入较大,如果没有好的销售渠道,也无法获得较好的经济效益。胶园林下种植菌类是林下经济中比较成功的一种模式,但是如果想要获得较高的经济效益,只有通过产学研结合的方式(种植户—科研院所—企业),种植户负责菌类的种植,科研院所提供种植技术服务,收获的菌类由企业负责收购,或者以订单生产的模式,才能保证有较好的经济效益。因此,在胶园林下种植菌类的发展前景方面,虽然具有一定的发展潜力,但是由于受多方面因素的影响,该模式始终未能大面积应用推广。

1.4 橡胶—园林植物间种模式 间种的园林植物主要包括切叶花卉、银合欢、火力楠、米老排等。海南省农科院园林花卉所^[35]在胶园林下套种6种切叶花卉,开展扦插栽培适应性试验,结果表明,金心巴西铁在胶园林下生长综合表现最好,适宜在海南胶园林下推广种植。吴志祥等^[36]通过在橡胶树幼龄胶园间种火力楠和米老排,发现间种能有效减轻常风的最大风速和平均风速,有抵御强台风的作用,能有效提高胶树存活率;幼龄胶园间种非胶树木,对橡胶幼树的光合水分生理生态影响较小,间种后的橡胶幼树茎围生长和树高生长没有受到明显抑制。但是,目前国内园林植物的市场行情较差,间种园林植物的经济价值不

高。园林植物除了有抵御台风的作用外,还与胶树竞争水分和养分,因此,该模式较难推广。

1.5 间种其他植物类模式 间种一些以覆盖为主或者作为绿肥的植物,比如柱花草、葛藤或毛蔓豆等,可以达到节约人工除草的目的,从而降低生产成本,还能起到提高土壤养分的作用^[37-38]。柱花草也是畜禽养殖中常用的优质豆科牧草的一种,因其具有适应性强、耐酸瘠土壤、品质好、产量高、营养丰富等特点,适宜在光照充足的行间套种。

综上所述,胶园林下种植的优势:(1)种植技术一般要求不高,种植较易成功;(2)种植成本整体较低;(3)可选择种植的作物种类多。主要缺点:(1)技术要求低的种植模式经济效益普遍偏低;(2)易受自然灾害等客观因素的影响;(3)投入高、技术含量高的种植风险大。因此,单纯开展胶园林下种植很难获得较好的经济效益。

2 胶园林下养殖模式

胶园林下空间较宽敞,适宜体型较小的畜禽养殖,比如鸡、鸭、鹅、羊、蜜蜂、猪、蚯蚓等,牛类等大型畜禽容易对胶树造成破坏,不适宜在胶园林下养殖。周勇等^[39]在云南德宏遮放农场在胶园里开展了3种立体种养模式的研究,包括橡胶—咖啡—土鸡、橡胶—咖啡—生猪、橡胶—咖啡—黄山羊,每公顷获得的总产值分别为42.41、30.68、27.03万元,经济效益得到显著提高。橡胶林下养鸡,可以充分利用林下土地资源,不仅可以提高林地整体经济效益,还减少了杀虫剂和除草剂的使用,进而改善了橡胶种植生态环境^[40];留下的鸡粪作为有机肥,不仅可以增加土壤养分、改善土壤理化性质,还可以优化土壤微生物群落的结构组成,提高土壤生物和生物化学特性^[41]。李艺坚等^[42]在胶园养殖蚯蚓,结果表明,蚯蚓养殖短期内可增加土壤微生物量碳,提高土壤速效养分含量和土壤过氧化氢酶活性,促进橡胶树细根生长,但降低了土壤脲酶、酸性磷酸酶和蔗糖转化酶的活性。莫运书^[43]对海南农垦橡胶林下养殖蚯蚓进行了分析,提出了海南农垦发展胶园林下养殖蚯蚓的必要性和可行性,并对经济效益进行了分析,得出每年每公顷可产生利润22500元,第3年即可收回投资成本,利润显著。

目前,我国胶园林下养殖基本属于农户或者

胶工散养,由于文化水平和技术水平的限制,存在诸多问题,主要包括以下几点:(1)防疫意识淡薄。目前,胶园林下养殖大多以散户为主,大部分养殖户是农民出身,不具备较高的养殖技术水平,没有接受专业化的养殖技术培训,缺乏良好的防疫意识,在养殖过程中容易忽视消毒工作,粪污及槽具清洗不及时,导致细菌病毒大量滋生,增加了禽畜的发病率^[44]。(2)选址不科学,禽舍建造不合理。由于缺乏林下养殖经验,导致部分养殖户存在盲目养殖的现象,选址不科学,大多将禽舍建造在自家管理的胶园中,有的甚至直接建造在弃管胶园下,一些禽舍还靠近化工厂、居民生活区或者主干道等。与此同时,为降低成本支出,所建造的禽舍过于简陋,缺乏相应的设施设备,无法满足林下养殖需求,不利于畜禽正常生长。(3)免疫程序缺失。林下养殖周期较长、数量多,制定完善的免疫程序至关重要,这是降低发病率的关键。但是,大部分养殖户没有意识到免疫工作的重要性,不重视制定免疫程序,有的养殖户在免疫过程中操作不当,接种剂量不准确,接种方法不合理,甚至接种一些劣质疫苗后严重影响免疫效果,造成经济损失。(4)饲料营养不平衡。目前,部分养殖户为降低养殖成本,所喂食的饲料大多是由本地农副产品自配而成,缺乏科学合理的饲料配方,导致饲料营养不均衡,无法满足畜禽生长需求,进而出现发育不良或肉质不佳等问题,影响林下养殖的经济效益。

3 建议

3.1 推广林草畜立体种养生态复合模式 在我国植胶地区,与胶园立体生态种养模式方面相关的研究和探讨还很少。在其他林地内,林草畜立体种养生态复合模式有较多报道:李翔宏等^[45]通过林下草地培育、补饲用高产人工草地建植、林下草地放牧养殖家畜与管理,林下草地休牧轮牧管理等方式养殖牛、羊和猪等,通过对林下草地进行适度放牧利用,科学构建“林—草—牛”、“林—草—羊”、“林—草—猪”3种优化放养模式,实现林草畜有机结合和立体生态复合生产经营,促进林草畜的可持续发展。云南省昌宁县大力推广“林草畜”产业,在泡核桃树下套种牧草紫花苜蓿、鸭茅等多年生牧草养牛,达成“林草套种、以草养

畜、以粪养林养草”的林草畜一体化种养模式,达到改善生态环境、降低生产成本、增加农民经济收入的目的,实现泡核桃和畜牧业双丰收^[46]。

3.2 建立林药畜立体种养模式 林药畜立体种养模式是未来发展前景较好的一种新颖性模式,目前相关的研究报道还甚少。该种模式可以通过林下种植中草药,利用中草药作为饲料添加禽畜的饲料中,或中草药提取物作为药物配方,增强禽畜免疫机能从而减少抗生素的使用,进而提高肉的品质,满足人们消费需求。随着人们生活水平的不断提高,日常消费需求也随之增长,对于肉的口味、品质以及营养成分和安全性能等方面的要求也越来越严格。在我国畜禽养殖中,抗生素的作用至关重要;但若长期使用抗生素容易导致畜禽机体出现抗药性,进而导致畜禽产品中产生抗生素残留,从而影响人类饮食健康。中草药具有安全性强、成本低、毒副作用小、低残留的优势,在对细菌的无抗生素治疗中,被提出作为抗生素最好的替代品,受到国内外越来越多研究者的关注。中草药不仅可以为畜禽提供必需的营养物质,如蛋白质、必需氨基酸、淀粉、脂肪酸、多糖、维生素和有机矿物质等,而且还含有多种生物活性成分,具有增强免疫力、减轻应激和抗微生物等特性,其有利于畜禽养殖的主要作用还包括调节畜禽营养代谢、增强机体免疫机能等^[47]。

3.3 加强管理、科学养殖

3.3.1 养殖方面 (1)选址要科学:胶园林下养殖地应选择地势较高,排水良好,水源充足,远离住宅区、工业园区和主干道且交通方便的胶园,养鸡养鸭的话坡度不能太陡;在确定养殖场地后,应对场地区域进行检测分析,调查该区域周边疫情记录、土壤理化性质、野生鸟类筑巢状况等,通过调查检测分析结果,科学布局养殖区域。(2)合理投放,不断调整养殖密度:合理规划、科学养殖对胶园土壤和植被的保护开发有促进作用,而过度饲牧、粗养滥放则对土壤和植被具有极大破坏性。因此,要根据林区自然环境和畜禽品种的特点不断调整养殖密度,只有确定出最合适的生态承载密度,才能充分发挥区域自然环境潜在的经济效能。(3)科学处理畜禽废弃物:规模化林下养殖过程中会产生一定量的污水、粪便以及病死禽畜尸体等养殖废弃物,因此养殖户要在养殖场下风口

建立相应规模的粪污堆积发酵棚和病死畜禽无害化处理池,定期收集圈舍周围的粪便集中堆积发酵,发酵后的有机肥可用于就近还田,也可出售,增加养殖效益。病死禽畜要及时从畜群中检出并投放在病死畜禽无害化处理池,不能随意丢弃,避免造成环境污染和疫病传播。

3.3.2 管理方面 (1)加强技术培训:政府或者农垦需加强林下养殖技术的培训,如通过开办养殖技术培训班、邀请生态养殖专家入场指导、鼓励农牧科技人员下基层,助推新管理理念和技术落地等途径,培养和提升养殖户的生态养殖技术水平和环保意识。(2)强化龙头带动:龙头企业作为当前养殖行业的中坚力量,要不断强化龙头企业的带动力,统一组织和协调,严格落实科学管理,稳步形成科学化、规范化、产业化的养殖模式,紧抓发展林下养殖与生态稳定的平衡点,做足林下畜禽及副产品的精深加工,充分利用龙头企业完善林下养殖全产业链,通过不断补充市场个性化需求,提高林下养殖抗风险能力。

4 前景分析

目前,中草药作为健康养殖的途径主要有以下2种:(1)中草药提取物用在畜禽养殖中。动物临床上使用的中草药提取物具有替代抗生素的巨大潜力,同时具有促生长、杀菌抑菌抗病毒、提高饲料转化率、增强免疫机能和抗应激等功能。何昌国等^[48]利用地胆草全草提取物对鼠的抗炎抗菌作用进行试验,结果表明,地胆草全草提取物具有明显的体外抗菌作用,能显著地抑制实验小鼠和大鼠的各期炎症反应,与对照组相比,有显著差异。王媛等^[49]研究了假蒟提取物对海南黑山羊生长性能和日粮养分表观消化率的影响。结果表明,海南黑山羊日粮中添加 $0.3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 假蒟提取物可显著提高海南黑山羊的日增重和饲料转化率,并可提高日粮钙、磷、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维的表观消化率。(2)中草药直接作为禽畜饲料添加。中草药中含有多种有效活性成分,包括生物碱、多糖类、苷类和挥发油类等成分,这些都具有增加机体免疫力的功效,能有效避免西药带来的交叉反应和副反应。中药免疫增强剂之所以能提高机体免疫力,是因为它能有效提高白细胞的活性和吞噬能力。玄家洁^[50]利用多种中草药选配了

9种复方中草药饲料添加剂, 研究对育成羊日增重和免疫机能的影响, 结果表明, 以1.0%添加量对羊只的日增重和免疫力提高最为适宜。郑心力等^[51]研究了在饲料中添加木麻黄和地胆草对肉鸡生长性能和免疫机能的影响, 结果表明, 饲料中添加木麻黄和地胆草对肉鸡免疫器官发育有明显影响。综上所述, 中草药不管是以提取物的方式还是作为饲料添加, 都对畜禽生长和提高机体免疫力, 在替代抗生素方面都有较好的效果。在提倡绿色生态养殖、畜禽无抗养殖的大环境下, 中草药代替抗生素是大势所趋。因此, 合理使用中草药, 充分发挥中草药的疗效, 对于畜禽健康养殖具有深远意义。胶园林下既可以间种中草药, 又可以养殖畜禽, 但两者相结合的生态种养模式还很少见。随着人民生活水平的不断提高, 畜禽养殖中也逐渐会摒弃抗生素的使用, 中草药作为目前抗生素替代品的研究热门, 也会越来越被研究者关注。

近年来, 市场上逐渐推出了一些中草药的抗生素替代品, 但应用效果并不理想, 与抗生素的使用效果相比还存在较大的差距, 诸多问题也在使用过程中暴露出来。这些问题主要集中在以下几点: (1) 市场上抗生素替代品的作用机理、相互作用尚未明确; (2) 中草药提取物成本高, 应用于畜禽养殖大大提高了成本; (3) 部分替抗产品的药效不显著, 存在活性差、抗逆性弱等问题; (4) 替抗产品缺乏有效、规范、科学的使用方案, 暴露出使用效果不稳定、针对性不强等问题^[52]。而从畜禽养殖方面来看, 随着人民生活水平的不断提高, 散养的畜禽越来越受到消费者的喜欢。胶园林下生态循环种养可以结合林下间种中草药, 加上散养鸡、鸭、羊等畜禽, 将种植的中草药打碎后添加到畜禽的日常口粮中, 从而达到减少抗生素的使用, 提高畜禽肉质和免疫机能的效果, 禽畜的粪便经过处理后作为肥料返还到胶园里, 从而达到一种生态循环种养模式。这种模式对于社会发展的需求及消费者的消费需求, 非常值得推广, 市场前景广阔。

参考文献:

[1] 莫业勇. 2020年国内外天然橡胶产业形势和2021年展望[J]. *中国热带农业*, 2021(2): 19-23.
[2] 林位夫. 发展胶园林下经济促农民增收[J]. *今日海南*,

2014(11): 30-31.
[3] 桂青, 周立军, 郑定华, 等. 橡胶林下不同叶型五指毛桃中活性成分的研究[J]. *食品工业*, 2018, 39(11): 188-191.
[4] 程汉亭, 李勤奋, 刘景坤, 等. 橡胶林下益智光合特性的季节动态变化[J]. *植物生态学报*, 2018, 42(5): 585-594.
[5] 林绍龙. 胶园间种巴戟的经济效益[J]. *热带作物研究*, 1986(1): 43-47.
[6] 黄守宏, 黄守锋, 符和坚, 等. 橡胶园不同荫蔽环境间作咖啡、胡椒、巴戟调查报告[J]. *热带作物研究*, 1988(4): 12-15.
[7] 杨曾奖, 郑海水, 周再知, 尹光天. 橡胶间种砂仁模式下凋落物的特征[J]. *广东林业科技*, 1997(4): 19-24.
[8] 郑定华, 王秀全, 余树华, 等. 橡胶林下间种地胆草技术及其效益分析[J]. *热带农业科学*, 2014, 34(7): 12-15.
[9] 李娟, 蒋晓云, 潘剑, 等. 胶园林下间作珠芽魔芋的叶面球茎、地下球茎产量比较分析[J]. *中国热带农业*, 2020(5): 66-69.
[10] 陈勇, 林宝华. 海南东昌农场推广胶园林下扩种中草药[N]. *中国医药报*, 2008-12-18(B7).
[11] 黄守宏, 符和坚, 罗大敏, 等. 胶园间种绞股蓝试验初报[J]. *热带作物研究*, 1990(1): 22-25.
[12] 黄坚雄, 潘剑, 周立军, 等. 全周期间作模式胶园中间作大豆和玉米的生产力及其抗逆生理特性[J]. *中国农业大学学报*, 2015, 20(5): 57-65.
[13] 李娟, 林位夫, 周立军. “3414”肥料试验对橡胶树/五指毛桃间作系统中橡胶树胶乳产量的影响[J]. *中国热带农业*, 2015(3): 58-62.
[14] 李娟, 林位夫, 周立军. 打顶对橡胶树//五指毛桃间作系统中五指毛桃生理特性、产量及养分积累的影响[J]. *云南农业大学学报(自然科学)*, 2016, 31(6): 1038-1044.
[15] 李娟, 林位夫, 周立军. 施用硫磺粉对胶园中五指毛桃及其土壤硫含量的影响[J]. *中国热带农业*, 2016(1): 41-43.
[16] 贺军军, 姚艳丽, 罗萍, 等. 幼龄胶园行间间种甘蔗的生态与经济效益分析[J]. *中国土壤与肥料*, 2015(1): 96-100.
[17] 罗萍, 姚艳丽, 贺军军, 等. 幼龄胶园间作对土壤肥力的影响[J]. *中国农学通报*, 2013, 29(1): 7-12.
[18] 吴志祥, 谢贵水, 陶忠良, 等. 幼龄胶园间种香蕉光合及水分生理生态特性[J]. *热带农业工程*, 2009, 33(5): 54-58.
[19] 范鸿雁, 何舒, 罗志文, 等. 幼龄橡胶园间作香蕉高效栽培模式研究[J]. *中国南方果树*, 2014, 43(2): 68-70.
[20] 林绍龙. 林—胶—椒人工生态群落经济效益研究[J]. *热带地理*, 1986(4): 354-359.
[21] 吴斌, 杨其军, 朱文彬, 等. 橡胶间种百香果的不同栽培模式探讨[J]. *林业科技通讯*, 2021(3): 64-66.
[22] 刘小琼, 李守岭, 张丽萍, 等. 胶园间种咖啡对土壤养分的影响[J]. *热带农业科学*, 2018, 38(1): 1-5.
[23] 祖超, 邹华松. 橡胶与胡椒复合种植[J]. *农村实用技术*, 2014(2): 30-32.
[24] 王佩珍, 郝永禄. 橡胶园间种香草兰的农业气象条件

- 分析[J]. 中国农业气象, 1993(3): 13 - 16.
- [25] 袁淑娜, 潘剑, 黄坚雄, 等. 胶园林下间作对玫瑰茄产量和品质的影响[J]. 西南农业学报, 2019, 32(9): 2008 - 2013.
- [26] 贺军军, 姚艳丽, 罗萍, 等. 幼龄胶园间种菠萝对土壤肥力和种植效益的影响[J]. 西南农业学报, 2016, 29(2): 337 - 341.
- [27] RODRIGO V H L, STIRLING C M, SILVA T U K, et al. The growth and yield of rubber at maturity is improved by intercropping with banana during the early stage of rubber cultivation [J]. *Field Crops Research*, 2005, 91(1): 23 - 33.
- [28] SNOECK D, LACOTE R, JULES K, et al. Association of hevea with other tree crops can be more profitable than hevea monocrop during first 12 years [J]. *Industrial Crops and Products*, 2013, 43: 578 - 586.
- [29] PENOT E, OLLIVIER L. Rubber tree intercropping with food crops, perennial, fruit and tree crops: examples in Asia, Africa and America [J]. *Bois et forêts tropiques*, 2009, 301: 67 - 82.
- [30] OLIVEIRA C R M, SOARES. Growth and anatomical characteristics of coffee (*Coffea arabica* L.) and rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) trees cultivated in single and intercropped systems [J]. *CienciaAgrotecnologia*, 2004, 28: 350 - 357.
- [31] 吴志祥, 谢贵水, 杨川, 等. 幼龄胶园间种对土壤微生物作用的影响[J]. *南方农业学报*, 2012, 43(9): 1325 - 1329.
- [32] 林位夫, 曾宪海, 谢贵水, 等. 关于橡胶园间作的思考与实践[J]. *中国热带农业*, 2011(4): 11 - 15.
- [33] 谢学方, 高宏华, 郑定华, 等. 橡胶林下鹿角灵芝栽培试验[J]. *热带农业工程*, 2014, 38(6): 18 - 21.
- [34] 张永北, 冀春花, 曹启民, 等. 开割胶园节水灌溉胶—菌间作高产模式[J]. *热带农业科学*, 2012, 32(6): 15 - 20+24.
- [35] 陈宣, 云勇, 姜殿强, 等. 海南 6 种切叶花卉植物橡胶林下套种的适应性研究[J]. *西部林业科学*, 2015, 44(1): 103 - 108.
- [36] 吴志祥, 谢贵水, 杨川, 等. 幼龄胶园间种非胶树木效应评价研究[J]. *热带农业科学*, 2015, 35(12): 7 - 12.
- [37] 贺军军, 姚艳丽, 张华林, 等. 胶园覆盖对土壤肥力及橡胶树根系活力的影响[J]. *西南农业学报*, 2018, 31(7): 1444 - 1450.
- [38] 蒋菊生, 谢贵水, 林位夫, 等. 胶园间种柱花草的生态适宜性及间作效益评价[J]. *热带作物学报*, 1999(1): 13 - 19.
- [39] 周勇, 殷山山, 张东华, 等. 德宏遮放农场环境友好型生态胶园建设现状及效益分析[J]. *热带农业科技*, 2021, 44(2): 1 - 5+10.
- [40] 龙志敏. 浅谈遮放农场橡胶林下养殖生态土鸡技术[J]. *农家参谋*, 2021, 4(4): 144 - 145.
- [41] HUANG S, RUI W Y, PENG X X, et al. Organic carbon fractions affected by long-term fertilization in a subtropical paddy soil [J]. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2010, 86(1): 153 - 160.
- [42] 李艺坚, 谢学方, 孔令泽, 等. 林下蚯蚓养殖对胶园土壤速效养分、酶活性和橡胶树细根根密度的影响[J]. *热带农业科学*, 2019, 39(2): 61 - 65.
- [43] 莫运书. 对海南农垦发展蚯蚓(广地龙)产业的思考[J]. *农场经济管理*, 2020(10): 50 - 52.
- [44] 李军. 林下养鸡存在问题及发展对策[J]. *世界热带农业信息*, 2021(5): 48 - 49.
- [45] 李翔宏, 于徐根, 徐桂花, 等. 林草畜立体种养生态复合模式探讨[J]. *江西畜牧兽医杂志*, 2018(4): 36 - 40.
- [46] 王猛. 推广“林、草、畜”一体化种养模式经验谈[J]. *中国畜牧兽医文摘*, 2012, 28(8): 15 - 16.
- [47] 高铎, 孙鹏. 中草药添加剂在畜禽养殖中的应用潜力及挑战[J]. *家畜生态学报*, 2021, 42(4): 7 - 12.
- [48] 何昌国, 董玲婉, 阮肖平, 等. 地胆草全草提取物抗菌抗炎作用的实验研究[J]. *中国中医药科技*, 2008(3): 191 - 192.
- [49] 王媛, 周璐丽, 王定发, 等. 假蒺提取物对海南黑山羊生长性能和日粮养分表观消化率的影响[J]. *热带农业科学*, 2018, 38(11): 89 - 92+96.
- [50] 玄家洁. 复方中草药饲料添加剂对育成羊生产性能和免疫功能的影响[J]. *今日畜牧兽医*, 2018, 34(7): 5.
- [51] 郑心力, 张艳, 刘海隆, 等. 南药木麻黄和地胆草对肉鸡生长性能和免疫器官发育的影响[J]. *河南农业科学*, 2016, 45(12): 149 - 152.
- [52] 张亮, 包海鹰. 中药饲料添加剂的发展概况[J]. *经济动物学报*, 2017, 21(3): 177 - 180.

Development situation and prospect of rubber-based farming models in China

ZHANG Hualin, LI Wenxiu, HE Junjun, LUO Ping

(Zhanjiang Experiment Station, CATAS/Guangdong Dryland Water-saving Agricultural Engineering and Technology Research Center, Zhanjiang, Guangdong, 524013, China)

Abstract: Due to the continuous downturn of China's natural rubber industry, the economy under rubber plantations has gradually become a hot topic in recent years. A variety of rubber-based farming models integrating farming of other crops and animals under rubber plantations have been found to achieve some good results. However, at present, the rubber-based farming in China is mainly focused on cultivation of other crops under rubber plantations. The economic benefits derived from the crops cultivated under rubber plantations are not high, and these crops cultivated are far from the demand for processing, resulting in poor economic benefits from these crops in their whole industries and difficulty in promoting the crop cultivation models under the rubber plantations. Although rubber-based farming models under rubber plantations can obtain better economic benefits, there exist some problems such as high risk and high technical requirements. With the continuous improvement of people's living standards, the use of antibiotics in livestock and poultry farming has been gradually abandoned, and Chinese herbal medicine in the form of feed additive or extract has been a good choice to gradually replace the antibiotics used in the animal farming. The development of eco-circular rubber-based farming models can not only make full use of the land space under the rubber plantations, but also obtain high quality of livestock and poultry meat, which improve economic benefits and have a broad market prospect. A review is made of the development status and existing problems of rubber-based farming models in China, based on which eco-circular rubber-based farming models are proposed. Moreover the economic development prospect for rubber-based farming under rubber plantations is analyzed in order to provide reference for the economic development under rubber plantations in China.

Keywords: economy under rubber plantations; present situation; existing problems; countermeasure; eco-circular farming

(责任编辑:吴志祥 责任编辑:钟云芳)