

云南省生态茶园建设现状及其对生态环境的影响

马占霞^{1,2}, 林小兵³, 尚宇梅^{1*}, 黄佑勇¹, 孙武¹, 傅武祥² (1. 滇西应用技术大学普洱茶学院, 云南普洱 665000; 2. 中国科学院西双版纳热带植物园, 热带森林生态学重点实验室, 云南勐仑 666303; 3. 江西省红壤研究所, 江西进贤 331717)

摘要 运用生态学和经济原理, 寻找有利于生态环境并提高茶叶品质的生态茶园建设模式是世界茶叶生产地区关注的问题。目前, 关于生态茶园建设的研究主要集中在利用生物配置资源优势的不同植物栽培模式和病虫害绿色防控技术等方面, 然而有关生态茶园建设的现状及其建设对生态环境的影响等尚缺乏整体且系统的总结。以云南省生态茶园为例, 首先综述了生态茶园的发展现状; 其次, 从立体栽培模式、病虫害防治和茶农认知意识 3 方面分析了影响生态茶园建设的关键因素; 同时探讨了生态茶园对土壤、小气候、生物多样性等对生态环境的影响。最后, 展望了生态茶园建设的进一步研究及其发展方向, 以期为我国茶园种植提供相关理论研究基础, 促进茶园生态环境的不断改善。

关键词 生态茶园; 栽培模式; 绿色防控; 茶农认知; 生态环境

中图分类号 Q14 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)24-0036-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Present Situation of Ecological Tea Garden Construction and Its Impact on Ecology Environment in Yunnan Province

MA Zhan-xia^{1,2}, LIN Xiao-bing³, SHANG Yu-mei¹ et al (1. College of Tea (Pu'er), West Yunnan University of Applied Sciences Pu'er, Yunnan 665000; 2. Key Laboratory of Tropical Forest Ecology, Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Menglun, Yunnan 666303; 3. Jiangxi Institute of Red Soil, Jinxian, Jiangxi 331717)

Abstract Using the principle of ecology and economics, it has been a concern of all tea production countries around the world to find an ecological tea garden construction mode, which is beneficial to the ecological environment and to improve the quality of tea. At present, researches on ecological tea garden construction mainly focused on different plant cultivation modes with the advantage of biological resources and the prevention and control of plant diseases and insect pests of green technology, etc. However, there was still a lack of overall and systematic summary of the status of ecological tea garden construction and its impact on the ecological environment. We firstly summarized the construction situation of ecological tea garden in Yunnan Province. Secondly, the key factors influencing the construction of ecological tea garden were summarized from three aspects of three-dimensional cultivation mode, pest control and tea farmers' cognition consciousness. Meanwhile, the influence of ecological tea garden on ecological environment was introduced. Finally, the further research on ecological tea plantation construction and its development direction were prospected, in order to provide theoretical basis for tea plantation the planting of tea garden in China and promote the continuous improvement of the ecological environment of tea plantation.

Key words Ecological tea garden; Cultivation pattern; Green prevention and control; Tea farmer cognition; Ecological environment

茶树[*Camellia sinensis* (L.) O.Kuntze] 属山茶科山茶属的灌木或小乔木, 原生长在自然生态系统中的林荫覆盖之下, 属耐荫植物^[1]。但随着人类对茶叶需求的日益增加, 人类逐渐培育和种植规模化茶园。现代茶园高投入、高产出的生产模式为满足不断增加的茶叶需求做出了巨大贡献^[2], 但长期单一高产品种大面积种植和农药化肥的大量施用造成单一茶园生态系统日趋简单和脆弱, 生物多样性锐减、益鸟和害虫天敌的繁衍和栖息受阻, 病虫害爆发周期缩短, 水土流失和地力衰退等诸多生态问题^[3-5]。劣势的生态条件难以满足茶树生物学特性, 严重制约了我国茶叶的可持续发展。为了能够为茶树生长创造更好的生态环境, 在茶园建设的实践过程之中, 利用生态学原理和生物资源配置优势, 寻找有利的茶园生态并能提高茶叶质量的生态茶园建设模式, 一直是世界茶叶生产各国关注的热点问题^[6]。在可持续发展日益成为世界各国的共识之际, 人类把目光投向了茶园立体栽培和茶园病虫害绿色防控研究, 发展生态茶园建设, 建立现代茶生产基地, 以探求茶叶可持续发展的道路^[7]。云南是普洱茶的原产地, 被誉为世界茶源。云南普洱茶种植面积、产量、产

值均居世界首位, 且拥有丰富的森林资源, 云南农民拥有朴素的森林生态意识, 这种意识也反映在茶树栽培、生产和生活的立体布局和生态茶园建设上。鉴于此, 笔者对云南省生态茶园建设及其影响因素进行综述, 并分析其建设对生态环境带来的影响, 以期为中国生态茶园的未来发展提供一些科学依据。

1 云南省生态茶园的建设现状

生态茶园(ecological tea plantation)是以茶树为主要栽培作物, 基于茶树与环境、与其他生命系统相互依赖的特征, 因地制宜地利用光、热、水、土、气等生态条件, 按不同种群的生理学和生态学要求人工模拟自然生态系统, 合理配置生物资源, 形成一定格局并发挥生态优势, 达到种群间共生、互补作用的新型茶园^[8-10]。

云南茶树栽培历史悠久, 居住在澜沧江两岸的氏羌系少数民族是云南自唐代以来最主要的种茶族群, 他们将茶树种在地埂和古道两旁, 将茶树和林木种植在一起, 依靠茶树自身和其他林木的生态互利关系实现“生草栽培”和“自然免耕”^[11], 这就是早期劳动人民创造的生态茶园。20世纪50年代以来, 云南茶区开展了等高条栽、合理密植等试验研究, 逐渐提高了云南茶叶生产水平^[12]。1986年以来, 生态茶园的概念被提出, 生态茶园建设日渐推广, 云南茶叶生产进入了重生态和论品质的可持续发展阶段^[2]。面对国内外消费

基金项目 滇西应用技术大学应用基础研究一般项目(2018XJKY0009)。

作者简介 马占霞(1984—), 女, 河南濮阳人, 实习研究员, 硕士, 从事森林生态学方面的研究。*通信作者, 副研究员, 从事植物生物技术和生态茶园研究。

收稿日期 2019-12-25

者日益增强的健康消费意识、内外强劲增长的绿色有机茶消费势头、内外茶产品供过于求以及同质化竞争激烈的现实,云南省茶产业的发展着力深入推进绿色生态有机茶园的建设。《云南省高原特色现代农业“十三五”茶叶产业发展规划》中明确目标任务,到2020年云南全省茶叶面积稳定在42万 hm^2 ,其中高优生态茶园面积达到20万 hm^2 ,有机茶园面积达到6.67万 hm^2 ^[13-14]。

2 影响生态茶园建设的关键因素

2.1 生态茶园立体栽培模式探究

生态茶园也可以被称为“立体茶园”,主要是依据植物物种的互利关系和茶树的生物特性,采用生物多样性立体复合栽培技术,人为创造多物种的生态环境,表现为上层为乔木型植物,中层为茶树,下层为杂草、绿肥等作物,是云南生态茶园的通用模式^[13]。

目前云南省生态茶园栽培模式主要包括2种结构类型:

①2层结构:茶与乔木结合的茶-林(果)模式;茶与灌木、草本结合的茶-粮(豆类、药材等)间作模式^[15]。西双版纳勐海县傣族创造的樟茶间作方式,把云南樟和大叶茶间种在一起,构成一种有利于茶树生长的森林生态环境,使茶叶品质得到提高、产量稳定,还可刈割樟树枝叶升制樟脑^[11];凤庆县茶农有意识地在茶园里保留或种植桉木,桉木根上生有固氮根瘤菌,有提高土壤肥力、涵养水源和适度的覆阴作用,使茶叶品质优良^[11];21世纪以来,西双版纳、普洱、临沧等茶区因社会需求的提高,根据现代科技,进一步开展生态茶园研究与示范推广工作,全力建设生态茶园,因地制宜建成了茶-林、茶-果、茶-药等茶园生态模式,成绩显著^[12];长期以来,茶园施肥不平衡,少施或不施有机肥的现象十分普遍,造成目前茶园土壤酸化、有机质含量低、土壤板结等问题,茶园生态环境不断恶化,茶叶产量和品质难以提升^[16]。在茶园中套种经济绿肥,如大叶千斤拔具有覆盖表土、保持土壤水分和防止水土流失;通过生物固氮和养分富集改善土壤结构、提高土壤肥力;保护生物多样性,减轻病虫害危害,降低防治成本,改善茶园生态环境,提高茶叶的产量和品质等优点^[17]。

②3层结构:将乔木-灌木-草三者有机结合形成的茶-林(果)-粮模式。其结构是根据生物种群的生物学特性和生态特征之间的互利共生关系,使处于不同生态位的生物种群能协同生长,从而形成合理的生态系统。2016年宁洱县在现有生态茶园基础上探索发展立体种植,实现上层核桃和澳洲坚果,中间茶叶,下层白芨、滇黄精、滇重楼、食用菌的立体生态种植模式,实现优势互补、错位发展,切实提高茶园经济效益^[18-19]。

立体种植模式的必要性主要体现在4个方面:一是立体种植有助于改善茶园生态环境,由“树木茶树”和“乔木灌木”组成的不同生态位,有利于对光照和养分的充分利用,提高了土壤的蓄水和供肥能力,促进生态系统的循环^[20];二是能够有效实现对茶树的保护,特别是温度较高地区,套种树木可以作为遮阴植物保持茶树,从而为茶树生长创造良好环境^[21];三是人工形成的自然生态系统可通过级联者效应对病虫害进行防控,降低农药的使用;同时种植的绿肥等作物

可降低化肥使用,促进茶叶品质的提升;四是可以有效提高茶园经济效益,在茶园中套种其他经济林木,可以实现“一地多用”的目的,提高茶园种植的经济效益^[16]。不同栽培模式中,在对茶园配置树种的选择上都因地制宜、优化其结构,因此选择树种时,要选择能与茶树互利共生、主干分枝部位较高、病虫害少、与茶树无相同病虫害、具有一定经济效益的优良树种,如杜仲、厚朴之类的林木。同时还要注意吸引一些有益的鸟类、昆虫和蜘蛛,使茶树螨类、蚧类、小绿叶蝉的种群数量降低^[3,22]。

2.2 生态茶园病虫害绿色防控技术探究

近年来,茶叶生产管理过程中,病虫害防治的难度逐渐加大,防治成本也逐渐上升,特别是农药使用不当增加了环境污染,药物残留量也有升高趋势,对茶的品质造成不利影响,形势严峻。针对这一现状,生态茶园病虫害绿色防控技术的应用推广将确保茶产品质量安全,达到促农增收的目的^[23]。绿色防控是一种以农业防治为基础,以物理防治为导向,以生物防治为依托,以化学防治为应急措施,采取人工捕杀、灯光诱杀、色板诱杀、激素诱杀、诱饵诱杀和科学使用农药等无公害防治措施,以控制病虫、保护环境为目的的新型病虫害防治技术^[24]。

2.2.1 农业防治。

农业防治是生态茶园病虫害防治的根本性措施,主要是通过加强茶树栽培管理,即合理间作、行间铺草、适时施肥以及中耕除草等有效措施,使茶园生态环境得到有效改善,促进茶园生物多样性提升,对茶树病虫害进行长期持续性控制,使茶树产生对病虫害的抗性^[25]。

2.2.2 物理防治。

物理防治是利用茶树害虫对颜色、光、化学物质等的趋性进行诱杀,以降低田间害虫密度。色板诱杀主要利用茶叶害虫的趋性,如茶尺蠖的初孵幼虫往往趋于黄色;灯光诱杀主要利用不同昆虫对不同波段和波长光趋性不同的特性,使用频振诱控技术来诱杀有强趋光性的茶园害虫;人工捕杀是一种应用比较广泛的捕杀茶叶虫害的方法,通常人工捕杀是根据害虫的习性与栖息场所,结合农业防治技术,如对茶树进行修剪,以剪掉茶树叶背的茶毛虫卵块等^[23]。

2.2.3 化学生态防治。

在茶园生态系统中,茶树-害虫-天敌及其周围环境相互作用、相互制约。化学生态防治是利用昆虫信息素、植物诱导抗性以及生物类群之内或之间的化学信息联系达到害虫防治的目的。目前,在茶园中使用比较广泛的信息素有茶毛虫性信息素、茶长卷叶蛾性信息素等,并已取得了较好的防治效果^[23]。

2.2.4 生物防治。

主要是利用昆虫和植物的关系、寄主-害虫、寄生物-天敌间的营养关系对害虫进行生物防控。①注重生物多样性。对茶园中害虫天敌和有益生物进行有效保护,如蜘蛛、青蛙、鸟类等,尽可能地降低人为对天敌所造成的伤害,采取一些有益措施为害虫天敌创造绝佳的生存生长环境。以云南普洱地区的3个有机茶园生态系统为研究生境,探讨了不同捕食策略蜘蛛的多度、多样性与茶园中主要害虫假眼小绿叶蝉(*Empoasca vitis*)的种群数量关系。研究发现,游走性蜘蛛的多度和多样性与假眼小绿叶蝉的种群数量

呈现明显的负相关关系,等待型蜘蛛与假眼小绿叶蝉的种群数量没有明显相关性,结果暗示游走性蜘蛛多样性可能对假眼小绿叶蝉种群数量具有明显的控制作用,由此也表明捕食者的捕食策略是农业生态系统中生物防治的一个关键功能特征^[26]。②微生物制剂。目前已被开发成产品并投入实际应用的微生物制剂主要有苏云金芽孢杆菌、日本金龟子芽孢杆菌、球形芽孢杆菌和缓病芽孢杆菌和核多角体病毒等,在茶园害虫的防治上应用较广泛,大大减少了茶树虫害特别是鳞翅目、同翅目类害虫的发生,对瓢虫、食蚜蝇等茶园天敌没有不良影响。③植物源农药的使用。目前在茶园内使用较广泛的20%查虫清水剂、0.5%藜芦碱可溶性液剂、0.2%苦皮藤乳油等对茶园主要害虫茶小绿叶蝉、茶叶螨类、茶尺蠖等有较好防治效果,同时可减少对有益天敌如蜘蛛、草蛉等的伤害^[23]。

2.3 茶农的生态保护和认知意识探究 李卫雁等^[8]的研究表明,茶农对生态茶园的认知和对建设生态茶园所持有的态度是直接影响生态茶园能否成功建立的重要因素。目前生态茶园建设中,茶农从经济角度考虑,会顾虑和担忧茶叶产量。如何消除茶农的顾虑和担忧、充分发挥茶农的积极性是当前亟需解决的问题。2018年高水练等^[26]研究表明,政策因素、生态意识、发展期望能有效驱动农户茶园生态建设行为,进而促进茶园生态状况改善。因此生态农业宣传必须加强,让当地茶农进一步认识到生态茶园带来的经济价值和生态价值。此外,政府应该重视茶农的想法和利益,采取一定的经济补偿或措施以保证生态茶园建设不仅仅停留在规划阶段^[27],建立多层次和有效的有机生产的补贴体系,加强政府公益性宣传。

3 生态茶园建设对环境的影响分析

生态茶园建设是基于生态环境之上的茶园发展模式,对环境的主要影响包括充分利用资源、减少化学污染、改良土壤肥力、保护生物多样性和调节茶园微气候等。

3.1 有利影响 (1)生态茶园建设中,与茶树套种的乔木型树种可以减弱强光对茶树的直射,光照参与光合作用不仅可以提高茶叶品质,同时套作种类多、立体耕作模式还调节了茶园温度和湿度,降低茶园地区温湿的日变化和年变化。此外,茶园生态建设还提高了光能的转化和利用效率,促进茶园生态环境中资源的循环利用^[21]。

(2)水分是植物体中重要的组成成分。水分参与茶园植物的光合作用、呼吸作用、蒸腾作用以及植物体内对营养物质的吸收和运输。茶园农业生态建设不同树种的生理作用不同,因此对水分的需求量和调节也不同。另外,建设生态茶园有保持水土、防风固沙以及调节茶区地下水含量的作用。从而使茶区水分能够满足生态茶园生长需求^[28]。

(3)云南的生态茶园均属于山地茶区,建设生态茶园有利于保持水土,避免及减少土壤表层沙化和流失。同时,从植物根系对土壤的作用来看,植物可以保持或改变土壤的物理结构、化学成分等,对优化、改善土壤,保持茶园土壤圈的自然环境有无可替代的作用^[16],还可减少土壤侵蚀,土壤养

分流失。此外,由于减少了化肥农药的施用量,降低了土壤中重金属污染(镉、砷和铅等)的污染。

(4)茶园生态建设使茶区枯枝落叶增多,土壤有机质含量增加,在土壤微生物的分解作用下,将有机质转化为无机物以供植物吸收利用。生态茶园建设可以促进无机盐的生成和利用,同时较大程度地促进了微生物的活动,丰富土壤微生物的多样性。

(5)生态茶园建设增加茶区植物种类及数量,由于食物链和食物网的内在联系,各类取食植物的动物也随之增多,二、三级捕食者数量增加。这种生态生物关系促进了生态茶园的生物多样性^[28-29]。

3.2 不利影响 (1)生态茶园的建设增加了人工成本,需要消耗大量的时间进行管理。由于栽培模式不同,也增加了茶叶采摘的难度。若选择的套作植物不当,会和茶树形成营养竞争,这极可能影响茶树和套作植物的生长,因此在生态茶园建设中,需要寻求和茶树不同生态位的植物,充分合理利用资源,促进茶园生态环境的和谐发展。

(2)合理的栽培模式和绿色防控技术能促进生态茶园的生物多样性提高,有利于茶叶品质的提升,但对茶叶的产量有影响。因此,需要在生态茶园建设中进行反复探索和实践;从而找到品质和产量的平衡。

4 结语

云南省生态茶园建设能扬长避短,发挥地理优势与自然优势,合理利用多种茶园种植模式,在提高茶园茶树及其他植物的生长质量时增加其经济附加值。影响生态茶园建设的因素多,形成机理复杂,因此还需进一步缓解单一茶园长期种植对环境的不利影响。一方面,在信息化技术高速发展的背景下,现代社会追求茶叶品质和绿色安全的有机茶,可以采用现代高速有效的重金属检测技术,以重金属含量少为其中1个靶目标,实时检测重金属含量,适当调整规划生态茶园建设;另一方面,可以利用生物之间的相互作用,利用生物制剂、土壤改良剂等多种方法对生态茶园的病虫害进行综合防治,将生态环境与经济效益结合,走出新型茶园之路。此外,采用转基因技术改变茶树和其他茶园植物根际自生细菌,以达到改变土壤微生物结构,增加土壤养分,提高茶叶品质和产量的目的。现阶段茶园建设生态模式的选择、间作茶园树种的筛选和利用、适度规模、物种多样性等都需要不断地从理论和实践方面进一步研究,使其逐步完善和提高,根据不同茶园的差异进行多样化模式的应用,从而凸显生态茶园的建设价值。

参考文献

- [1] 李艳春,陈志鹏,林伟伟,等.茶树连作障碍形成机制及调控措施研究进展[J].生态科学,2019,38(5):225-232.
- [2] 李云娜,汪云刚,包云秀,等.云南省生态茶园发展建设情况及对策[J].中国热带农业,2018(3):20-23.
- [3] 丁善妹,颜有明,傅永兴,等.浅谈生态茶园建设及病虫害防治技术[J].福建茶叶,2015(3):42.
- [4] 陈宗懋.我国茶叶中农药残留的研究进展与展望[J].中国茶叶,2001,23(1):3-4.
- [5] 谭红.生态茶园病虫害绿色防控技术初探[J].农家科技,2019(1):50.

- concentration leads to different salt resistance mechanisms in a *C₃* (*Chenopodium quinoa*) and a *C₄* (*Atriplex nummularia*) halophyte[J]. Environmental and experimental botany, 2015, 118: 67-77.
- [4] BOSE J, RODRIGO-MORENO A, SHABALA S. ROS homeostasis in halophytes in the context of salinity stress tolerance[J]. Journal of experimental botany, 2014, 65(5): 1241-1257.
- [5] BOIS J F, WINKEL T, LHOMME J P, et al. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature; Effects on germination, phenology, growth and freezing[J]. European journal of agronomy, 2006, 25(4): 299-308.
- [6] SUN Y, LIU F, BENDEVIS M, et al. Sensitivity of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties to progressive drought stress[J]. Journal of agronomy and crop science, 2014, 200(1): 12-23.
- [7] JENSEN C R, JACOBSEN S E, ANDERSEN M N, et al. Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying[J]. European journal of agronomy, 2000, 13(1): 11-25.
- [8] BHARGAVA A, SHUKLA S, OHRI D. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Field crops research, 2007, 101(1): 104-116.
- [9] 杨发荣, 刘文瑜, 黄杰, 等. 河西地区 2 个藜麦品种引种试验研究[J]. 草地学报, 2018, 26(5): 1273-1276.
- [10] 沈宝云, 李志龙, 郭谋子, 等. 中早熟藜麦品种条藜 1 号的选育[J]. 中国种业, 2017(10): 71-73.
- [11] 田娟, 张曼, 孙墨可, 等. 白城地区藜麦栽培技术[J]. 现代农业科技, 2018(5): 21-22.
- [12] 董艳辉, 王育川, 温鑫, 等. 藜麦育种技术研究进展[J]. 中国种业, 2020(1): 8-13.
- [13] 温日宇, 刘建霞, 张珍华, 等. 干旱胁迫对不同藜麦种子萌发及生理特性的影响[J]. 作物杂志, 2019(1): 121-126.
- [14] 袁飞敏, 权有娟, 陈志国. 不同钠盐胁迫对藜麦种子萌发的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(11): 182-187.
- [15] 曹宁, 高旭, 陈天青, 等. 贵州藜麦的种植及病虫害防治[J]. 农技服务, 2018, 35(4): 50-51.
- [16] 赵二劳, 杨浩. 藜麦中皂苷提取纯化工艺及其生物活性研究现状[J]. 分子植物育种, 2019, 17(17): 5816-5821.
- [17] 黄杰, 杨发荣, 李敏权, 等. 13 个藜麦材料在甘肃临夏旱作区适应性的初步评价[J]. 草业学报, 2016, 25(3): 191-201.
- [18] 岳凯, 刘文瑜, 魏小红. 干旱胁迫对不同品种藜麦内黄酮和抗氧化性的影响[J]. 分子植物育种, 2019, 17(3): 956-962.
- [19] 郭敏, 卢恒谦, 王顺合, 等. 基于气相色谱-质谱联用技术的不同产地藜麦中脂肪酸及小分子物质组成分析[J]. 食品科学, 2019, 40(8): 208-212.
- [20] 俞涵译, 蒋玉蓉, 毛泽阳, 等. 藜麦愈伤组织诱导体系优化研究(英文)[J]. Agricultural science & technology, 2015, 16(10): 2183-2188.
- [21] 曹宁, 高旭, 丁延庆, 等. 藜麦组织培养快速繁殖体系建立研究[J]. 种子, 2018, 37(10): 110-112.
- [22] JARVIS D E, HO Y S, LIGHTFOOT D J, et al. The genome of *Chenopodium quinoa* [J]. Nature, 2017, 542(7641): 307-312.
- [23] BERTERO H D. Response of developmental processes to temperature and photoperiod in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. Food reviews international, 2003, 19(1/2): 87-97.
- [24] BENDEVIS M A, SUN Y, SHABALA S, et al. Differentiation of photoperiod-induced ABA and soluble sugar responses of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars [J]. Journal of plant growth regulation, 2014, 33(3): 562-570.
- [25] 任永峰, 王志敏, 赵沛义, 等. 内蒙古阴山北麓区藜麦生态适应性研究[J]. 作物杂志, 2016(2): 79-82.
- [26] 梁万鹏, 赫春杰, 高钰, 等. 裂区设计下分析影响欧洲菊苣产量的因素[J]. 草地学报, 2016, 24(3): 703-706.
- [27] 邓万云, 周继华, 黄琴, 等. 藜麦在北京地区适应性的初步研究[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(12): 12-19.
- [28] 任永峰, 梅丽, 杨亚东, 等. 播期对藜麦农艺性状及产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(5): 643-656.
- [29] 魏玉明, 黄杰, 顾娟, 等. 甘肃省藜麦产业现状及发展思路[J]. 作物杂志, 2016(1): 12-15.
- [30] 周海涛, 刘浩, 么杨, 等. 藜麦在张家口地区试种的表现与评价[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(1): 222-227.
- [31] 冯世杰. 陇中黄土高原藜麦不同种植密度试验报告[J]. 农业科技与信息, 2019(5): 11-12.
- [32] 孙宇星, 迟文娟. 藜麦推广前景分析[J]. 绿色科技, 2017(7): 197-198.
- [33] 刘瑞芳, 负超, 申为民, 等. 安阳地区藜麦品种对比试验[J]. 现代农业科技, 2016(9): 44, 49.
- [34] 宋娇, 姚有华, 刘洋, 等. 6 个藜麦品种(系)农艺性状的主成分分析[J]. 青海大学学报, 2017, 35(6): 6-10.
- [35] 时不彪, 耿安红, 李亚芳, 等. 江苏沿海地区 12 个藜麦品种田间综合评价及优良品种的耐渍性分析[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(15): 64-67.
- [36] 王艳青, 卢文浩, 李春花, 等. 10 个藜麦新品系主要农艺性状分析与综合评价[J]. 南方农业学报, 2019, 50(3): 540-545.
- [37] PRÄGER A, BOOTE K J, MUNZ S, et al. Simulating growth and development processes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Adaptation and evaluation of the CSM-CROPGRO model[J]. Agronomy, 2019, 9(12): 1-30.

(上接第 38 页)

- [6] RASUL G, THAPA G B. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: An assessment based on environmental, economic and social perspectives [J]. Agricultural systems, 2004, 79(3): 327-351.
- [7] 宋媛媛, 潘莉. 云南普洱生态茶园建设现状及前景分析[J]. 现代农业科技, 2013(7): 73.
- [8] 李卫雁, 孙涛, 周外, 等. 生态茶园建设影响因素研究: 基于茶农的认知意识[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(15): 322-323.
- [9] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.
- [10] 张天福. 建立高标准生态茶园的必要性与技术要求[J]. 茶叶科学技术, 2009(1): 27.
- [11] 肖时英, 张木兰. 生态经济茶园及其栽培技术之探讨: 云南生态茶园的过去、现在和未来[J]. 茶叶, 1993, 19(2): 8-11, 18.
- [12] 陈红伟, 汪云刚. 云南省生态茶园建设现状及发展方向[J]. 湖南农业科学, 2014(12): 63-65.
- [13] 刘彤彤, 谢萍, 汪云秀. 云南省生态茶园建设的 SWOT 分析[J]. 农村经济与科技, 2019(15): 213-214.
- [14] 李权林. 省政府办公厅发布《云南省高原特色现代农业“十三五”产业发展规划》[J]. 云南农业, 2017(6): 53.
- [15] 毛加梅, 唐一春, 玉香甩, 等. 我国生态茶园建设模式研究进展[J]. 耕作与栽培, 2010(5): 9-10, 13.
- [16] 刘义平. 生态茶园经济绿肥的适宜品种及其主要栽培技术[J]. 上海农业科技, 2011(5): 106-107.
- [17] 罗华标, 谢立红. 浅谈“猪-沼-茶”生态茶园建设模式的应用[J]. 茶叶科学技术, 2008(2): 43-44.
- [18] 潘永斌. 宁洱县生态茶园立体种植现状与模式探讨[J]. 中国茶叶, 2017(7): 20.
- [19] 徐丽梅. 宁洱县茶产业生态绿色有机建设存在的问题与建议[J]. 蚕桑茶叶通讯, 2018(5): 28-29.
- [20] 吉当玲, 庞晓莉, 廖书娟. 人工生态茶园土壤状况与茶树产量关系的调查研究[J]. 西南园艺, 2005, 33(2): 10-11.
- [21] 陈佩, 杨知建, 肖润林. 遮阴对茶园生态环境及其茶树光合作用和产量的影响研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(11): 5604-5605, 5639.
- [22] 林丽, 胡晓燕. 生态茶园建设与茶树病虫害绿色防控综述[J]. 农业灾害研究, 2017, 7(3): 56-58.
- [23] 周举. 生态茶园病虫害绿色防控技术探析[J]. 农民致富之友, 2018(9): 42.
- [24] 陈玉兰. 山区生态茶园虫害绿色防控技术探析[J]. 科技经济导刊, 2019, 27(6): 115.
- [25] 曹剑荣. 生态茶园病虫害绿色防控技术初探[J]. 绿色科技, 2017(21): 78-79.
- [26] 高水练, 雷郑延, 户杉杉, 等. 农户茶园生态建设行为驱动因素及其作用路径研究: 基于安溪县样本数据的 SEM 实证[J]. 茶叶科学, 2018, 38(4): 372-384.
- [27] 舒庆龄, 赵和涛. 不同茶园生态环境对茶树生育及茶叶品质的影响[J]. 生态学杂志, 1990, 9(2): 13-17.
- [28] 冯耀宗. 物种多样性与人工生态系统稳定性探讨[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 853-857.
- [29] 戴蕾. 浅谈普洱市恢复茶园生物多样性和建设生态茶园[J]. 科技传播, 2011(6): 112-113.