

长江流域丘陵茶园的生态问题研究

肖润林¹, 王久荣¹, 彭佩钦¹, 陈正法¹, 汤宇², 彭晚霞¹

(1.中国科学院亚热带农业生态研究所, 湖南 长沙 410125; 2.长沙县湘丰茶厂, 湖南 长沙 410158)

摘要:通过现场调研和样品测试,研究分析了长江流域丘陵茶园的生态问题及其应对措施。结果表明,长江流域丘陵茶园普遍面临土壤贫瘠,季节性干旱严重、高温和强光直射、外界环境污染、生态组分简单、生态环境恶化等生态问题,造成茶叶品质下降,农药等有害物质残留超标,茶叶生产效益低。试验表明,夏秋季高温时覆盖遮阳网可降低土壤温度,提高茶园环境湿度和土壤水分含量;茶园覆盖稻草和种植豆科绿肥在夏秋干旱季可增加土壤含水量,改善茶园土壤结构,增加土壤有机质,提高N、P、K等养分的有效性。建立人工复合生态茶园,即在茶园种植一定数量的高大乔木并覆盖稻草或者间种三叶草,建立生物物种多样化的复合茶园生态系统,可有效改善茶园生态环境,增加害虫天敌的种类和种群数量,有效控制害虫的生长和繁殖,结合农业和物理技术,可做到少使用农药,降低茶叶中农药残留量,实现长江流域丘陵茶园安全高效生产。

关键词:丘陵; 生态问题; 稻草覆盖; 茶林复合茶园

中图分类号:X171.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2043(2005)03-0585-05

Ecological Problems in Hilly Tea Plantations in the Yangtze Basin

XIAO Run-lin¹, WANG Jiu-rong¹, PENG Pei-qin¹, CHEN Zheng-fa¹, TANG Yu², PENG Wan-xia¹

(1.Institute of Subtropical Agriculture, the Chinese Academy of Sciences, Changsha 410125, China; 2. Xiangfeng Tea Factory of Changsha County, Changsha 410158, China)

Abstract: Tea plantations in the hill region faced many ecological problems, such as soil leanness, seasonal drought, external environment pollution, simple ecological components, ecological deterioration, etc, which resulted in tea quality decreasing, harmful substances such as residues of pesticides exceeding the standard and low efficient production. Planting arbors around and between the tea plantations (density being 120~150 per hectare), or covering the tea with sunshade networks, can reduce soil temperature and increase the air relative humidity under drought conditions in summer and autumn. Some other measures were applied, such as planting clover or mulching straw that can increase soil water content and natural enemy amount, control growth and propagation of pest, improve soil structure of tea plantations and increase the soil organic matter and available N, P, K. The studies showed that planting arbors (fruit tree, medicinal plants, ecological forest and economic forest, etc.) around and between the tea plantations, covering the tea with sunshade networks, planting clover, mulching with straws, and so on, formed diversity of eco-systems, which increase natural enemy amount and species and decrease the use of pesticide and fertilizer. Combining agricultural and physical protection technology, using fewer pesticide and fertilizer could realize tea safety and high-efficient production in the Yangtze Basin.

Keywords: hill; ecological problem; rice straw mulching; tea and arbor complex plantations

茶叶品质的优劣是茶树品种的遗传特性、环境因子、栽培技术措施和制茶工艺等综合作用的结果。光照是茶树进行光合作用的必要条件,影响碳、氮代谢的比例,温度高低决定了光合作用的速度。由于光照

和温度的协调作用,造成春茶和夏秋茶、高山茶和丘陵茶品质上的差异,过强的光照和比较长的日照时数会使茶叶品质下降。虽然自古有高山云雾出好茶之说,由于有人才、交通、信息和市场等方面的优势,茶叶产业做得好的往往是离城市比较近的丘陵地区。本文分析了我国丘陵茶园面临的生态问题,认为在丘陵茶园实行稻草覆盖可以改善土壤结构、提高土壤肥力,进行遮荫处理可以缓解茶树受强光、高温和干旱

收稿日期:2004-09-26

基金项目:中国科学院农业重点课题 NK 十五-D-15 资助

作者简介:肖润林(1963—),副研究员,主要从事农林复合生态和农产品健康安全生产技术等方面的研究。E-mail:xiaorl@isa.ac.cn

为害程度,建设人工复合生态茶园是解决丘陵茶园面临的生态问题的根本对策。

1 亚热带丘陵茶园主要面临的生态问题

茶园作为人工生态系统,是生物与非生物环境之间进行物质流和能量流相贯穿的动态开放系统,由于丘陵茶厂在生产过程中只注重开发,忽视了对茶园生态环境的保护,茶叶生产主要面临下述6个方面的生态问题,应该引起高度的重视。

1.1 丘陵茶园立地条件差,土壤贫瘠

长江流域丘陵茶园土壤基本上是红黄壤,由于开发不合理,绝大部分茶园沿用清耕方式,缺乏水土保持措施,很多丘陵坡地茶园失去植被的保护,水土流失相当严重,土壤侵蚀模数为 $1\ 100\sim 22\ 000\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ 。尤其是新建幼年茶园水土流失特别严重,使茶园表土被大量冲刷,茶树根系裸露,土层变薄,土壤沙化,地力衰退,土壤有机质含量降低。2001–2004年在湖南的长沙、岳阳、株洲、衡阳、邵阳、常德、永州、益阳和湖北的黄石、黄冈共10个地市的33个丘陵茶场采集137个土样中,有机质含量 $\geq 2\%$ 的只有9个(6.6%), $\geq 1.5\%$ 的只有44个(32.1%), $< 1.0\%$ (有机质适宜范围)的92个(67.1%), $\leq 0.5\%$ (有机质严重缺乏)的24个(17.5%);全P $\leq 0.9\%$ (全P适宜范围)的111个(81.2%);全N $\leq 1\%$ (全N适宜范围)的53个(38.7%);全K $\leq 1.3\%$ (全K适宜范围)的18个(13.1%)。被调查的丘陵茶园普遍缺磷,土壤有机质含量偏低,N、Ca、Mg、Zn、Mo等营养元素也普遍缺乏。

1.2 丘陵茶园缺乏灌溉条件,季节性干旱为害严重

丘陵地区降雨充沛,年降雨量在 $1\ 100\sim 1\ 400\text{mm}$,但是分布不均,7–10月高温少雨,强蒸发,导致干旱频繁发生^[7]。调查的33个丘陵茶场中,3个茶场有 $1\sim 2\text{hm}^2$ 的喷灌示范茶园,有水源灌溉的茶园面积不到10%,绝大部分的茶园缺乏基本的灌溉设施,茶园抵御干旱的能力差。2003年7–8月长沙地区连续3d一次的定点茶园土壤水分测定过程中,31次观测中有19次测定的0–20cm土层土壤含水量低于9%;区内部分2–3a生新建茶园由于干旱为害严重,使23%的茶苗死亡,82%的茶树叶片枯黄脱落,夏秋茶基本绝收,致使长沙地区2003年茶叶大幅度减产。

1.3 丘陵茶园高温和强光直射,导致茶叶品质下降

茶树是森林中的伴生树种,属耐阴植物,喜漫射光,光饱和点在 $40\sim 50\text{klx}$ 之间。而长江流域丘陵茶园经常出现连续晴朗天气,在6–9月的光照强度测定

中,晴天的9:00~16:00时之间光照强度一般都超过 50klx ,11:00~13:00时之间光照强度一般都超过 100klx ,连续的强光辐射往往伴生连续高温。高温强光条件下茶树的净光合速率为负值,出现茶树光合日变化的“午睡现象”^[1,9]。研究表明,强光和高温不利于茶叶中氨基酸的合成,降低了茶叶的香气;同时强光和高温有利于多酚类物质的积累,增加了茶叶的苦涩味,导致茶叶品质下降^[9]。

1.4 丘陵茶园生态组分简单,生态环境恶化

丘陵茶园作为人工生态系统类型,应该是一个生物与生物之间、生物与非生物之间有机结合的整体,生态组成比较复杂。但由于以下原因,致使长江流域茶园生态组分简单,生态环境不断恶化:

(1)茶园开发时缺乏合理的规划布局,陡坡、全坡面开发种茶。

(2)茶园没有配套的生态防护林和行道树。

(3)传统的清耕模式,不间种绿肥,为了好看实行“三光”措施。

(4)农药的大量使用不但杀死了害虫,也杀死了鸟类、蜘蛛、蛙类、天敌昆虫和蚯蚓等土壤动物;化肥的过量施用,特别是N素化肥的过量施用致使土壤结构变差,土壤动物、微生物减少。

1.5 环境污染和农药使用,导致丘陵茶园茶叶中有害物质含量超标

20世纪80年代我国的乡镇企业如雨后春笋,乡镇工业发展迅速,特别是小水泥厂、小化工厂、小采矿厂、小造纸厂和小砖瓦厂等在农村发展,造成了空气、土壤和灌溉水源污染,丘陵茶园受到了不同程度的影响。砖瓦厂排放的废气和汽车尾气中含煤粉尘、一氧化碳、二氧化硫常常造成茶园空气污染,小水泥厂、小化工厂、小采矿厂、小造纸厂容易对茶园灌溉水源和茶园土壤造成污染。3a中从长江流域10个地市的33个丘陵茶厂采集的137个土样中,已有32.8%的土壤样品Pb含量轻度超标($\geq 50\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)。

长江流域丘陵茶园由于生态组分简单,病虫害发生严重,在生产过程中往往需要大量使用农药防治病虫害,造成农药残留超标。2001年从12个丘陵茶场中采集茶叶样品46个,其中31个农药残留量不同程度地超过国家绿色食品标准,合格率仅32.6%。可喜的是最近3a各地茶厂为了应对欧盟的绿色壁垒,采取了很多降低茶叶农药残留的措施,2004年采集的43个茶样农药残留合格率已达到95.3%。

1.6 丘陵茶园生产过程中化工产品投入增加,生产效

益低下

我国的茶园过去的施肥所用肥料主要是人粪尿、厩肥、枯饼和绿肥等,耕种、施肥和除草等以人工为主。长江流域丘陵区是我国科技比较发达的地区,现代农业技术的应用,化学农药、化学肥料、除草剂、植物生长调节剂和采茶机、修剪机、机动喷雾器、各种耕作机械投入逐年增加。化肥、农药、除草剂和植物生长调节剂的大量使用虽然可以暂时提高茶叶的产量并获得一定的经济效益,从长远看化肥的大量使用使土壤结构变差、有机质含量降低,茶树生长发育不健壮,对自然灾害的抵抗能力降低,病虫害容易大发生,增加了化学农药的使用,同时导致空气、土壤和水体污染,环境质量下降,使生产成本增加,茶园产量减少,茶叶的品质也下降,茶叶生产效益下降。

2 解决丘陵茶园生态问题的主要应对措施

2.1 茶园实施全园稻草覆盖、间种三叶草

长江流域是我国的主要水稻产区,有着非常丰富的稻草资源,湖南省年产稻草约 2 605.7 万 t。丘陵茶园推行稻草覆盖可以有效地改善土壤结构,提高土壤

肥力,减少地表径流,调节土壤温度,缩小地表温差,增强土壤的保水能力。长沙县湘丰茶厂对连续 3 年稻草覆盖茶园土壤理化性状的测定结果(表 1)表明,连续 3 a 覆盖稻草和间种多年生三叶草的茶园,土壤容重分别降低 14.5%和 9.4%,土壤孔隙度分别提高 27.1%和 24.8%。因为稻草和白三叶草经土壤微生物分解后增加了土壤中腐殖酸含量,促进了土壤团粒结构的形成,改善了土壤结构,使土壤微生物量分别比清耕对照茶园增加了 120.8%和 37.2%。

稻草和白三叶草分解后增加了土壤中有机质,减少了水土和养分的流失,提高了营养元素的有效性,连续 3 a 稻草覆盖和间种三叶草后,土壤有机质分别比清耕茶园增加 33%和 25.0%,全氮分别增加 25.6%和 35.9%,水解氮分别增加 29.5%和 39.7%,速效磷分别增加 21.2%和 8.8%,速效钾含量分别增加 46.8%和 16.0%。稻草覆盖由于可降低土壤表面温度,减少水分蒸发,保持土壤疏松,增加有机质含量,稻草覆盖茶园和清耕茶园比较,土壤水分含量增加了 22.1%,可以有效缓解丘陵茶园遭受的高温干旱为害。

2.2 高温干旱季节实施茶园遮阳网覆盖

表 1 稻草覆盖和间种三叶草茶园土壤养分、水分含量和微生物量比较(湖南长沙)

Table 1 Comparisons of soil nutrient, microbial biomass, water content and physical property in tea plantation of planting clover or mulching with straws

茶园类型	有机质 /g · kg ⁻¹	全氮 /g · kg ⁻¹	水解氮 /mg · kg ⁻¹	速效磷 /mg · kg ⁻¹	速效钾 /mg · kg ⁻¹	容重 /g · cm ⁻³	总孔隙度 /%	土壤水分 /%	土壤微生物 /10 ⁷ · g ⁻¹ 干土
覆盖稻草	14.9	0.98	101	11.3	22.9	1.00	59.5	14.9	68.9
间种三叶草	14.0	1.06	109	9.9	18.1	1.06	58.4	12.9	42.8
清耕(CK)	11.2	0.78	78	9.1	15.6	1.17	46.8	12.2	31.2

注:土壤水分和土壤微生物为 0~20 cm 土层多次测定之平均数,土壤微生物包括真菌和细菌。

试验表明,在高温干旱季节(7—8 月)利用遮阳网(70%遮光率)进行覆盖可以有效地降低茶园温度,增加表土层土壤含水量(表 2)。在各个观测时段的茶园气温、树冠温度、叶面温度、地面温度和 5、10、15 和 20 cm 土壤温度均低于露地对照。其中遮阳网覆盖对茶园地面温度影响最大,覆盖茶园地面极端高温比露地对照茶园低 22.9℃,其依次是土壤温度、树冠温度、叶面温度和茶园气温。7—8 月遮阳网覆盖可以明显增加茶园土壤水分含量、空气湿度和茶叶含水量(表 4)。从表 4 可见,遮阳网覆盖茶园的 0~20 cm 土层土壤含水量和 20~40 cm 土层土壤含水量分别比露地对照茶园高 30.3%和 26.7%,空气湿度比露地对照茶园高 5.9%。茶树叶片(一芽二叶)含水量比露地对照茶园高 6.7%。这是因为遮阳网覆盖降低了茶园温度,特别是降低了地面温度,有效地减少了土壤表面水分蒸

发。2003 年高温干旱为害特别严重,从 6 月 27 日—8 月 7 日连续 41 d 晴朗高温天气,每隔 5 d 进行 1 次的茶园土壤水分连续观测结果看,连续 26 d 晴朗高温天气后(7 月 20 日)露地对照茶园土壤水分含量低于 10%,遮阳网覆盖茶园连续 36 d 晴朗高温天气后(7 月 30 日)土壤水分含量才低于 10%,应用遮阳网覆盖可以有效地延缓高温干旱对茶树产生的影响。

2.3 建立林茶复合生态茶园

在广大丘岗茶区因受自然条件的限制,往往影响茶叶产量的提高和品质的改善^[1,2],人为建立的一种多物种、多层次、多功能茶园复合生态系统,可以改善茶园生态环境。长沙县湘丰茶厂螺丝转岭杉茶复合生态茶园由于有杉树保护,和相邻 300 m 相同坡向的单纯茶园比较,高温干旱季节(6—8 月)茶杉复合茶园距离杉树 1 m 处、2 m 处和 4m 处的光照强度分别只有单

表 2 遮阳网覆盖对茶园温度的影响(℃)

Table 2 Effects of covering sun-shading net on temperature in tea plantation(℃)

		不同深度土壤温度					树冠温度	茶园气温	叶面温度
		0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm			
日平均温度	遮荫	30.6	28.8	28.3	28.0	27.6	32.8	36.4	35.5
	CK	43.5	33.4	31.6	31.0	29.4	39.2	36.8	38.9
	差值	12.9	4.6	3.6	3.0	1.8	6.4	0.4	3.4
极端高温	遮荫	41.7	30.8	30.8	29.7	28.0	39.6	38.5	42.3
	CK	57.3	36.0	33.6	32.5	30.1	49.2	40.8	46.7
	差值	15.6	5.2	2.8	2.8	1.9	9.6	2.3	4.4

注:遮荫处理为遮光率 70%的遮阳网覆盖,2003 年 7—8 月连续测定 22 d,每天 7:00 时开始,19:00 时止,每隔 2 h 观测 1 次。

一茶园的 49.9%、61.7%和 68.7%;遮光最多的是早上 8:00,遮光率分别达 71.1%~86.7%,遮光最少的中午 12:00 时遮光率分别为 10%~23.3%。4—8 月平均地表温下降 2.3 ℃(最高地表温度下降 8.6 ℃),5、10、15、20 cm 地温下降 0.5 ℃~1.0 ℃,茶园平均气温下降 0.5℃。杉茶复合生态茶园由于有杉树保护,4、5 和 6 月 0~5 cm 土层水分含量分别比较单一茶园增加 26.1%、21.1%和 34.3%,20~25 cm 土层和 40~45 cm 土层水分含量差异不明显。

复合茶园茶叶产量统计结果表明,复合茶园 2003 年的茶叶总产比单一茶园的高出 16.4%,2004 年的高出 16.8%,其中两者间的春茶产量差异不大,夏茶、秋茶产量的差异显著:复合茶园 2003 年的夏茶与秋茶产量分别比单一茶园的高出 22.6%与 39.5%,2004 年的高出 27%和 34.7%(表 3)。茶树的芽叶数也有类似的趋势(表 3)。春、夏、秋 3 季茶叶生化成分分析结果(表 4)表明,复合茶园茶叶中的氨基酸、叶绿素、咖啡碱和水浸出物等的含量均不同程度高于单一茶园,儿茶素和茶多酚总量均低于单一茶园。特别是复合茶园夏、秋茶的氨基酸含量分别比单一茶园的高 37.3%和 35.7%,叶绿素含量分别比单一茶园高 31.7%和 29.1%。同时,复合茶园鲜叶制作的夏秋茶表现为外形色泽翠绿,汤色翠绿明亮,栗香持久,叶底黄绿鲜活,整体感官评价明显优于单一茶园。

这是由于茶树是森林中的伴生树种,属耐阴植物,光合适温为 25 ℃~30 ℃,光饱和点为 40~50klx^[1],

亚热带丘陵区高温季节茶园温度一般超过 30℃,光照强度一般超过 50 klx,茶树的光合作用受到影响,净光合速率的日变化呈现双峰型,峰值分别出现在 9:00 和 17:00,13:00 净光合速率一般为负值,出现了“午休”现象。茶树根系在土温 20℃~26℃时生长最好,超过 29℃生长缓慢,吸收功能减退,大于 37℃根系则会出现环死现象^[6],丘陵区高温季节茶园地表和土壤的极端高温 64.4 ℃和 37.5 ℃,过高的土壤温度影响根系对养分的吸收,使得由根部向地上部输送的氨基酸数量减少,茶叶中氨基酸含量降低。遮荫处理茶园日平均温度降低 0.6 ℃,茶树叶面温度茶园气温的极端高温可分别比露地对照茶园降低 7.9 ℃和 0.9 ℃;茶园光照强度可以降低到 40 klx,而遮荫茶园成熟叶片的净光合速率的日变化是呈现单峰型,净光合速率峰值出现在 11:00~13:00 时^[9],明显提高了茶树的净光合速率,增加了碳水化合物的积累。地面温度和 5 cm 土层温度的极端高温分别比露地对照茶园降低了 22.9℃和 6.5℃,减少了土壤有害高温对茶树根系为害的可能性,有利于茶树根系对养分吸收和氨基酸的积累,改善了茶叶品质。

由于茶树行间覆盖了三叶草,创造了害虫天敌生存和繁衍的优良环境条件,蜘蛛、捕食螨、食蚜蝇、草蛉、瓢虫、猎蝽和虎甲等主要天敌的种群数量比单一茶园多 118.8%(表 5),而假眼小绿叶蝉、黑刺粉虱、茶蚜、茶蓑蛾、茶螨、茶毛虫、茶卷叶蛾、茶尺蠖和茶刺蛾等 9 种主要害虫数量只有单一茶园的 45.4%。建立

表 3 两种类型茶园的茶叶产量

Table 3 Comparisons of economic characters of tea trees in tea-Chinese fir complex plantation and pure tea plantation

年份	茶园类型	春茶		夏茶		秋茶		总产量 /g·m ⁻²
		产量/g·m ⁻²	芽叶数/个·m ⁻²	产量/g·m ⁻²	芽叶数/个·m ⁻²	产量/g·m ⁻²	芽叶数/个·m ⁻²	
2003	复合茶园	96.5	972	65.0	683	86.5	917	248.0
	单一茶园	98.0	985	53.0	557	62.0	692	213.0
2004	复合茶园	100.4	1 027	77.5	796	99.0	1 124	280.5
	单一茶园	98.5	1 150	61.0	633	73.5	897	240.0

注:芽叶数为调查的芽头、1 芽 1 叶与 1 芽 2 叶的总数。

表 4 两种类型茶园的茶叶生物化学成分

Table 4 Biological chemical compositions of tea in tea-Chinese fir complex plantation and pure tea plantation

项目	春茶		夏茶		秋茶	
	复合茶园	单一茶园	复合茶园	单一茶园	复合茶园	单一茶园
水浸出物/%	39.0	36.0	32.1	30.5	35.1	33.5
叶绿素/g·kg ⁻¹	43.3	35.4	38.6	29.3	40.4	31.3
茶多酚/g·kg ⁻¹	204.6	199.0	209.2	239.7	214.6	232.3
咖啡碱/g·kg ⁻¹	52.3	50.1	43.4	38.9	46.8	40.5
儿茶素总量/g·kg ⁻¹	103.8	92.2	113.4	138.5	109.5	146.7
氨基酸总量/g·kg ⁻¹	41.1	36.2	14.0	10.2	15.6	11.5

表 5 长沙县湘丰茶厂杉茶复合茶园主要害虫天敌数量的比较(2004 年 5—7 月,湖南长沙)

Table 5 Comparisons on numbers of main natural enemy of pests in tea-Chinese fir complex plantation and pure tea plantatio

茶园类型	蜘蛛	捕食螨	瓢虫	草蛉	猎蝽	虎甲	螳螂	食蚜蝇
杉茶复合园	34	18	7	3	3	2	2	1
单一茶园	16	11	3	0	1	0	1	0

注:茶园天敌和害虫的调查在 5 月 10 日、6 月 10 日和 7 月 10 日分 3 次进行,采取 10 点取样法,每点 5 丛及周围 1 m² 地面,每丛 4 个枝条;2003 年 10 月 26 日至 7 月 11 日生态园和单一茶园均没有使用任何农药。

乔木-茶-草(覆盖稻草)型的人工复合生态茶园,增加了的茶园生态组分,特别是增加了鸟类、蜘蛛和天敌昆虫的数量,相比单一物种环境单一茶园而言,天敌对害虫有更强的抑制能力(天敌假说);多种植物组成的茶园生态体系与单一茶园相比,茶树对害虫也具有更强的抵抗侵害的能力(联合抗性假说)^[3],复合生态茶园害虫发生的数量比单一茶园要明显减少。同时通过及时采摘,妥善处理修剪后的茶树枝叶,减少害虫的食物源,抑制芽叶害虫的发生;应用频振式杀虫灯对小绿叶蝉、叶甲、茶毛虫、茶尺蠖、茶黑毒蛾、茶毛虫、刺蛾、茶卷叶蛾、茶小卷叶蛾、茶蓑蛾等害虫进行诱杀(晴天 1 个杀虫灯每晚诱杀各类茶树害虫几万到十几万只);适当采用对人体无害的微生物制剂、植物制剂和矿物质制剂(如 Bt 制剂、核型多角体病毒和颗粒体病毒制剂、苦参碱、苦楝素、除虫菊、鱼藤酮、石硫合剂等)防治茶树害虫等,严格控制使用化学农药,可有效降低茶叶中农药残留量^[10]。

遮阳网覆盖成本较高(每公顷茶园需要一次性投资 2~3 万元),在实际生产中不容易实施。茶林复合生态茶园实施成本低,生产操作便利,在减少强光直射,降低茶园温度,建设有害高温为害的频率等方面和遮阳网覆盖有相当的生态效应。如果采用茶园稻草覆盖,或者在茶树行间和坡面种植豆科绿肥、护坡植物等保护性耕作技术,可以很好地改善丘陵坡地茶园土壤结构,提高茶园的土壤肥力,减少茶园水土流失,延缓夏秋季节性干旱的为害^[7],使丘陵区茶园生态环境接近或者达到高山茶园的 水平,实现丘陵茶园安全优质高效生产,建议在亚热带丘陵茶园广泛推广。常见

的复合生态茶园类型有以落叶果树银杏、青梅、梨、李、板栗等作为间种乔木果-茶复合生态茶园;以杜仲、厚朴和乌桕等作为间种乔木药-茶复合生态茶园;以紫穗槐、合欢、翅荚木和刺槐等豆科植物作为间种乔木生态林-茶复合生态茶园;以杉树、樟树等用材林种作为间种乔木用材林-茶复合生态茶园等。

参考文献:

[1] 陶汉之,王镇恒.我国茶树光合作用研究进展及发展趋势[J].茶叶科学,1995,15(1):1-8.

[2] 田永辉,等.人工生态茶园光效能研究[J].中国农学通报,2001,17(4):25-26.

[3] 刘玉安.生态系统多样性与虫害控制[J].吉林林学院学报,2000,16(2):87-89.

[4] 方福玉,良福,李建军.茶园杉树防护林带生态效应的研究[J].生态学杂志,1992,11(6):6-10.

[5] 马友鑫.胶茶人工群落胶带内增热效应的研究[J].生态学报,1994,14(1):9-16.

[6] 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.

[7] 黄道友,彭廷柏,陈桂秋.亚热带红壤丘陵区季节性干旱成因及其发生规律研究[J].中国生态农业学报,2004(1):124-126.

[8] 胡淑霞.生态茶园建设与病虫害综合治理[J].农村生态环境,1996,13(2):41-44.

[9] 肖润林,王久荣,汤宇.高温干旱季节遮阳网覆盖对茶园温湿度和茶树生理的影响[J].生态学杂志,2005,23(2).

[10] 朱永兴.茶鲜叶品质周年变化趋势及影响因子[J].茶叶通讯,1994(2):10-13.

[11] 汤宇,肖润林,张超,等.茶园主要害虫生态控制技术研究示范[J].湖南农业科学,2004(6)33-35.