

师梦楠,李 果,张 杰,等. 藤条茶的光合特性及品质形成[J]. 江苏农业科学,2023,51(2):176-181.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.02.026

藤条茶的光合特性及品质形成

师梦楠^{1,2}, 李 果³, 张 杰^{1,2}, 熊昌云^{1,2}

(1. 云南农业大学茶学院, 云南昆明 650000; 2. 云南农业大学热区健康饮料研究中心, 云南普洱 665000;

3. 贵州省黔东南州农业农村局, 贵州凯里 556000)

摘要:为探究藤条茶栽培管理模式的特点及对茶叶品质的影响,选取云南省临沧市双江县与普洱市镇沅县、景谷县的藤条茶园和部分现代茶园及其茶叶,进行光合作用的测定并结合生化成分及感官审评进行分析。结果表明:通过测定光合作用发现,不同茶园净光合速率呈现单峰曲线与双峰曲线,出现峰值的时间与变幅不同,但峰值时间都在 10:00—14:00 范围内,其中,勐库藤条茶园最大净光合速率 $8.23 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 明显高于勐库现代茶园 $3.43 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;对 5 个藤条茶样的研究发现,水浸出物、茶多酚、咖啡碱含量分别为 37.04%~42.70%、26.61%~36.29%、2.27%~3.25%。由于不同的栽培模式,普通晒青茶和藤条茶表现出一定的差异性。就茶多酚含量而言,勐库藤条春茶以及秧塔藤条春茶含量高于当地普通晒青茶;勐库藤条茶水浸出物含量略高于勐库普通晒青春茶,但是差异不显著。2 个地区的藤条茶咖啡碱含量都小于普通晒青茶,表现出一定的差异性。感官审评上,藤条茶总体表现为香气高扬、持久度好、协调性佳、滋味鲜爽,优于普通晒青茶。

关键词:藤条茶;光合作用;感官审评;管理模式;茶多酚

中图分类号: S571.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2023)02-0176-06

在云茶产业发展过程中,普洱茶占据重要地位,自高价“古树茶热”后,藤条茶市场开始被开拓,并受到市场欢迎^[1]。藤条茶是以云南省优良茶树品种经独特的栽培管理方式下孕育而成的,以云南藤条茶为原料制成的晒青茶具有香气高扬、滋味鲜爽的感官品质特征。其采摘方式使用留叶采和不留叶采的方法,春茶采摘时除留鱼叶外,视茶树生长情况留 1~2 张真叶,采 2、3 水茶时将上次留的老叶抹去,再留 1~2 张真叶,采秋茶时需要将枯枝病叶等去掉^[2-3]。通过让每一张叶子都能充分进行光合作用,促进茶树营养生长,延长成熟期^[4]。

光合作用影响着茶树鲜叶的产量以及品质^[5-6],而叶片作为光合作用的主要器官,发挥着重要作用^[7]。影响茶树光合作用的外界因素主要集中在光照度^[8]、环境温度^[9]以及水分^[10]等,而内在因素包括品种差异^[11]、叶绿素含量^[12]和树龄^[13]等

方面。近几年,学者做了大量关于茶树光合作用方面的研究,如施肥、环境温度和品种特性等^[14-18],对栽培管理模式影响茶树光合特性的研究却不多。本试验主要研究藤条茶园与普通茶园、不同藤条茶园叶片的光合特性参数、茶叶生化成分和感官品质特征,以为藤条茶的进一步发展提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2019 年 3—4 月,在云南省临沧市和普洱市具有代表性的藤条茶园^[19]以及部分现代茶园进行净光合速率测定,并在相应茶园采摘鲜叶制成茶叶样品。采摘标准为 1 芽 2 叶,同时按照标准^[20]进行加工,详见表 1。

1.2 试验方法

1.2.1 茶园光合作用检测 (1) 光合特性参数及环境因子。采用杭州绿博仪器有限公司的 LS-1020 植物光合作用测定仪,利用快速准确的红外线 CO_2 气体分析法进行测定。技术参数测定量程如下:胞间 CO_2 浓度 $0 \sim 1\,500 \text{ mg/mL}$;空气温度 (T_c) $0 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$;叶片温度 (T_L) $0 \sim 50 \text{ }^\circ\text{C}$;叶室湿度 (RH) $0 \sim 100\%$;光合有效辐射 (PAR) $0 \sim 2\,500 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;叶面积 11.0 cm^2 ,测量时间间

收稿日期:2022-01-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:32160726);云南省现代农业茶叶产业体系项目(编号:2021KJTX007)。

作者简介:师梦楠(1996—),女,河南新乡人,硕士研究生,主要从事茶叶加工与利用研究。E-mail:shimengnan2020@163.com。

通信作者:熊昌云,博士,教授,主要从事茶叶生物化学与功能性产品研发。E-mail:spandax@163.com。

表 1 藤条茶的样品信息

序号	茶园名称	茶样名称	样品类别	树龄(年)	产地
1	勐库现代茶园(MKXD)	勐库普通晒青春茶	勐库大叶种	32	临沧双江
2	勐库藤条茶园(MKTT)	勐库藤条晒青春茶	藤条茶(勐库大叶种)	32	临沧双江
3	坝糯藤条茶园(BNTT)	坝糯藤条晒青春茶	藤条茶(勐库大叶种)	≈100	临沧坝糯
4	老乌山藤条茶园(LWSTT)	老乌山藤条晒青春茶	藤条茶(勐库大叶种)	60	普洱镇沅
5	老乌山古树藤条茶园(LWSGSTT)	老乌山古树藤条晒青春茶	藤条茶(勐库大叶种)	>100	普洱镇沅
6	秧塔现代茶园(YTXD)	秧塔晒青春茶	景谷大白茶	30~40	普洱景谷
7	秧塔藤条茶园(YTTT)	秧塔藤条晒青春茶	藤条茶(景谷大白茶)	≈100	普洱景谷

隔 5 s。(2)叶绿素相对含量。采取五点取样法,当液面屏中 CO₂ 浓度趋于平稳后夹住取样点(茶树芽下长势较一致的第 4 张成熟功能叶片)进行测量。

1.2.2 茶叶化学成分测定 水分含量的测定参照 GB/T 8304—2013《茶 水分测定》^[21] 进行;水浸出物的测定参照 GB/T 8305—2013《茶 水浸出物测定》^[22]。茶多酚含量的测定参照 GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[23] 中的高效液相法;咖啡碱含量参照 GB/T 8312—2013《茶 咖啡碱测定》^[24],采用美国安捷伦的 1260 型高效液相色谱系统进行测定。

1.2.3 茶叶感官审评方法 茶叶感官审评参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》^[25]、GB/T 14456.2—2018《绿茶 第 2 部分:大叶种绿茶》^[26] 进行。

1.3 数据分析

利用 SPSS 23.0、Origin 9.1 等软件对试验数据进行统计分析。采用单因素 ANOVA 对多个独立样本的两两平均数进行差异性分析。

2 结果与分析

2.1 藤条茶与普通晒青茶的光合作用

2.1.1 环境因子对茶园及叶片的影响 本次试验在天气晴朗时对 7 个茶园的气温、光合有效辐射及茶树叶片温度、叶室湿度进行测定,详见图 1。被测茶园气温、光照日变化基本一致,随太阳光照的增强而升高,在 12:00—14:00 时达到最高,之后随太阳光照的减弱而逐渐降低,总体呈现简单平稳的单峰曲线。由于气温受光照度的影响,所以茶园气温的最高值会有所滞后。其中,秧塔现代茶园光照度为双峰曲线,这可能与测定时段出现云雾有关。勐库现代和勐库藤条茶园气温和光合有效辐射日变化趋势相似,总体表现为:先缓慢上升,达到最大值

后下降。这可能是测量地相近的原因,不同地区环境因子的差异更为复杂,其日变化也有所不同。

茶树叶片温度与光照度有关,正午时段光照度大,茶树叶片温度也随之升高,各茶园的叶片温度逐渐上升再下降,变化基本相似。茶树叶室湿度在清晨时最高,随时间延长波动下降。勐库现代茶园波动最小。其中,临沧地区的茶树叶室湿度比普洱地区的低,除太阳光照和气温等因素外,也可能与降水量有关;老乌山地区的茶园叶室湿度较高。

2.1.2 茶树净光合速率的日变化 光合作用的日变化是茶树生长力和生产力的基础。如图 2 所示(折线图为净光合速率,柱状图为蒸腾速率),就茶园净光合速率而言,7 个茶园的峰值在 10:00—14:00 出现,14:00—18:00 时基本呈现下降趋势。坝糯藤条茶园、老乌山古树藤条茶园、老乌山藤条茶园、秧塔藤条茶园呈单峰曲线;勐库藤条茶园、勐库现代茶园、秧塔现代茶园均呈现双峰曲线,其中勐库藤条茶园、秧塔现代茶园峰值均出现在 10:00 以及 14:00,波谷出现在 12:00,由此推断出它们在 12:00 出现明显的光合“午休”现象;而勐库现代茶园光合“午休”时间则推迟了 2 h,这可能是由于正午温度太高,从而导致气孔关闭。临沧地区勐库现代茶园、勐库藤条茶园、坝糯藤条茶园的净光合速率最大值分别为 3.43、8.23、13.83 μmol/(m²·s),临沧地区藤条茶园表现出了较高的净光合速率,是其对照现代茶园的 2~4 倍。普洱地区老乌山藤条茶园、老乌山古树藤条茶园、秧塔现代茶园、秧塔藤条茶园的净光合速率最大值分别为 5.21、5.82、5.92、8.08 μmol/(m²·s)。老乌山古树藤条茶园和老乌山藤条茶园净光合速率最大峰值分别在 12:00、14:00 出现,但日变化基本一致且呈单峰曲线;秧塔藤条茶园净光合速率高于秧塔现代茶园,而秧塔现代茶园净光合速率又高于普通的勐库大叶

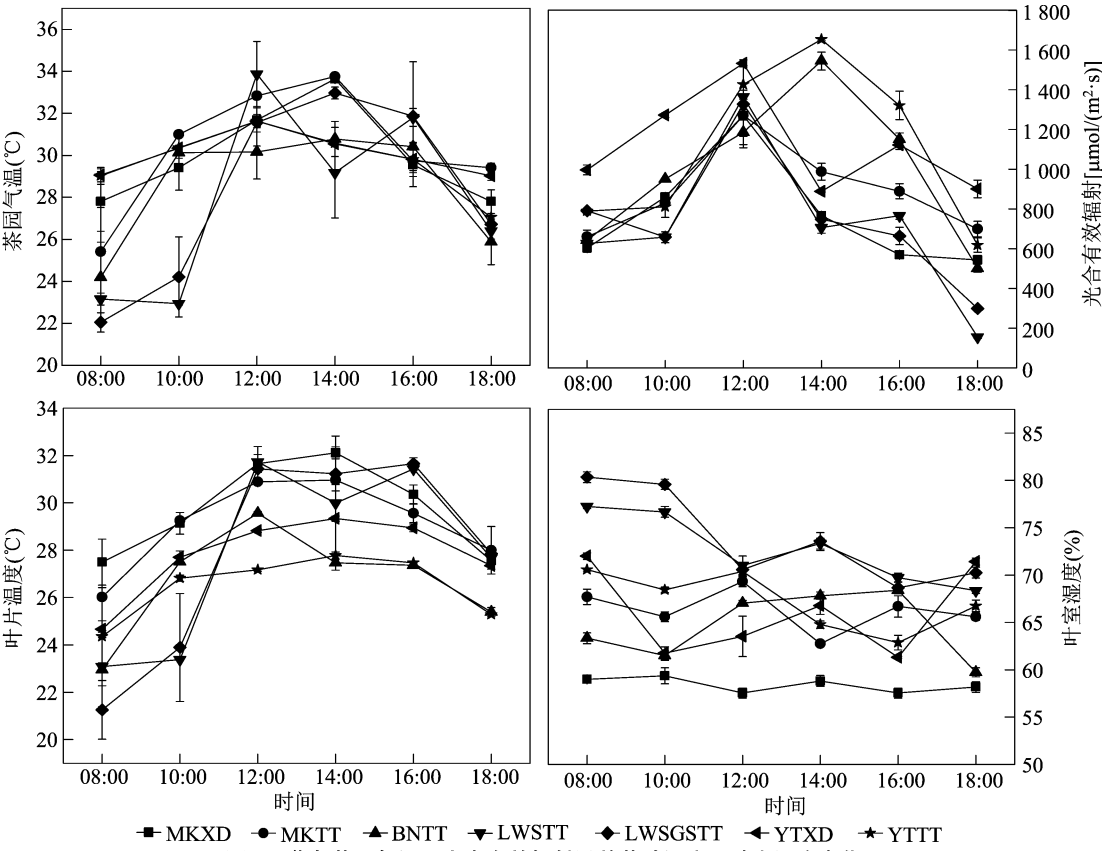


图1 藤条茶园气温、光合有效辐射及其茶叶温度、叶室湿度变化

种,这可能是受环境影响所致。

水分是影响茶树生长发育的重要因素^[27]。7个茶园的蒸腾速率日变化表现如下:除老乌山古树藤条茶园和坝糯藤条茶园外,其他茶园均呈现“M”形,蒸腾速率的第1峰值均在10:00—12:00,临沧地区茶园的第2峰值在14:00左右,普洱地区则出

现在16:00左右,随后蒸腾速率降低。蒸腾速率的日变化表现为:勐库藤条茶园变幅 $[0.20 \sim 0.81 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ > 勐库现代茶园 $[0.13 \sim 0.59 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$,秧塔藤条茶园 $[0.19 \sim 0.69 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ > 秧塔现代茶园 $[0.32 \sim 0.64 \text{ mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ 。

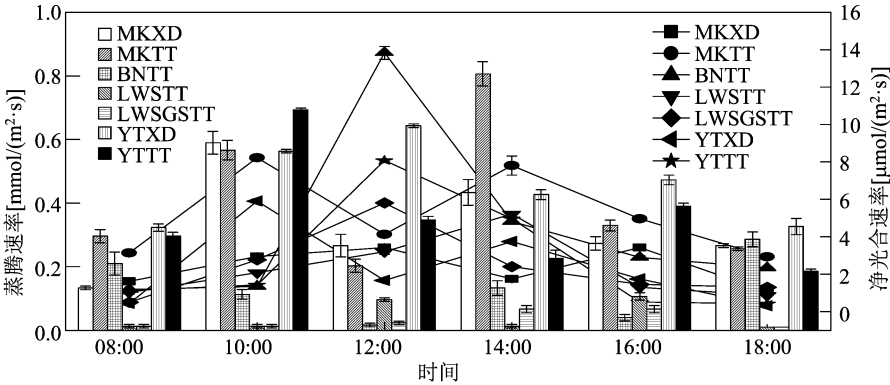


图2 不同地区藤条茶树净光合速率、蒸腾速率日变化

2.1.3 茶树光合指标日均值 光合作用是植物生长发育的决定性因素^[28]。在自然光照条件下,茶树的净光合速率也表现出一般植物的日变化规律^[29]。由表2可以看出,同一地区中藤条茶园的茶叶净光

合速率的日平均值总体高于现代茶园,其中临沧勐库藤条茶最高,为 $5.20 \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,是该地区现代茶园的2倍左右。就蒸腾速率而言,临沧地区表现为勐库藤条茶园 > 勐库现代茶园 > 坝糯藤条茶

园;普洱地区表现为秧塔现代茶园 > 秧塔藤条茶园,老乌山藤条茶园 > 老乌山古树藤条茶园。总的来说,老乌山藤条茶园以及老乌山古树藤条茶园的蒸腾速率低于其他茶园。调研发现,该地区茶树枝条存在干枯现象,可能与当地天气长期干旱有关,不利于茶树蒸腾。通过分析发现,老乌山地区茶园的叶室湿度高于其他地区,推测这是影响茶树的蒸

腾速率的重要原因。同时,老乌山茶树低蒸腾速率也与老乌山地区茶树树龄相关,树龄与蒸腾速率负相关。叶绿素含量影响光合作用,氮素是叶绿素的组成成分,叶绿素 a、b 都是含氮化合物^[30],通过叶色可以简单判断氮素营养的供应情况,藤条茶栽培模式的芽下第 4 叶叶绿素相对含量略高于普通茶。

表 2 藤条茶园光合指标的平均值

测量地	净光合速率 [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	气孔导度 [$\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	蒸腾速率 [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	胞间 CO_2 浓度 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	叶绿素相对含量 (SPAD 值)
勐库现代茶园	2.37 ± 0.96	3.49 ± 1.77	0.33 ± 0.15	296.78 ± 31.37	26.62 ± 4.62
勐库藤条茶园	5.20 ± 2.17	5.70 ± 2.63	0.41 ± 0.22	294.04 ± 16.33	26.80 ± 1.96
坝糯藤条茶园	4.40 ± 4.51	1.24 ± 0.53	0.13 ± 0.10	283.73 ± 29.25	27.89 ± 4.29
老乌山藤条茶园	2.29 ± 1.57	0.56 ± 0.44	0.04 ± 0.04	277.55 ± 28.42	24.23 ± 1.35
老乌山古树藤条茶园	2.38 ± 1.76	0.50 ± 0.25	0.03 ± 0.03	292.22 ± 20.99	25.88 ± 2.04
秧塔现代茶园	2.30 ± 2.03	4.02 ± 2.20	0.46 ± 0.12	299.78 ± 29.50	24.72 ± 3.82
秧塔藤条茶园	2.76 ± 2.91	3.01 ± 1.64	0.36 ± 0.17	284.63 ± 35.59	24.44 ± 2.35

2.2 生化成分分析

茶叶中水浸出物的含量反映茶叶中可溶物质的多少,影响着茶汤的厚薄、滋味的浓强^[31]。由表 3 可知,5 个藤条茶样的水浸出物含量为 37.04% ~ 42.70%,其中勐库藤条春茶含量最高,秧塔藤条春茶含量最低;5 个藤条茶样的茶多酚含量为 26.61% ~ 36.29%,其中坝糯藤条春茶含量最高,老乌山藤条春茶含量最低;5 个藤条茶样的咖啡碱含量为 2.27% ~ 3.25%,总体差异不是特别明显,较为稳

定。由于茶树栽培模式不同,其茶叶内含物成分也不相同。就茶多酚而言,勐库藤条春茶以及秧塔藤条春茶含量高于勐库和秧塔普通晒青春茶;勐库地区藤条茶水浸出物含量略高于勐库普通晒青春茶,而普洱地区则相反,但是差异不显著。2 个地区的藤条茶样咖啡碱含量都小于其对照晒青茶样,表现出一定的差异性。不同茶样主要生化成分比例的不同,这也可能会影响茶叶品质。

表 3 藤条茶样品主要生化成分分析

样品名称	水分含量 (%)	水浸出物含量 (%)	茶多酚含量 (%)	咖啡碱含量 (%)
勐库春茶	7.80 ± 0.10	42.50 ± 1.56a	33.10 ± 0.57ab	3.12 ± 0.35a
勐库藤条春茶	7.46 ± 0.21	42.70 ± 0.99a	34.22 ± 0.80a	2.27 ± 0.21b
坝糯藤条春茶	9.56 ± 0.69	40.67 ± 0.16ab	36.29 ± 0.69a	3.25 ± 0.54a
老乌山藤条春茶	7.78 ± 1.25	42.35 ± 0.64a	26.61 ± 1.75c	2.38 ± 0.01b
老乌山古树藤条春茶	7.82 ± 0.21	42.48 ± 2.01a	33.73 ± 3.66a	2.87 ± 0.17ab
秧塔春茶	9.22 ± 0.19	38.81 ± 0.79bc	27.53 ± 0.35c	2.86 ± 0.02ab
秧塔藤条春茶	9.56 ± 0.16	37.04 ± 0.21c	29.58 ± 0.35bc	2.38 ± 0.01b

注:同列数据后不同小写字母表示不同样品 0.05 水平下差异显著。

2.3 藤条茶与普通晒青茶的感官审评

此次审评样品均具有大叶种晒青茶典型的特征,审评结果见表 4。临沧地区的坝糯藤条春茶、勐库藤条春茶感官品质表现较佳,分别为 91.75、91.50 分。对临沧地区晒青茶和藤条茶审评对比发现,相同立地环境、相同品种的勐库藤条春茶

(91.50 分)感官评分明显高于勐库春茶(88.00 分),具体表现为藤条茶比普通晒青茶更鲜爽,回甘更迅速,香气更浓郁持久。普洱镇沅地区样品中,老乌山古树藤条春茶(87.40 分)评分高于老乌山藤条春茶(86.90 分),主要表现为古树茶的回甘更加明显。普洱景谷地区,秧塔春茶(86.65 分)略高于

秧塔藤条春茶(86.40 分),但秧塔藤条春茶的香气较好。

总体而言,藤条茶品质总的表现为茶样外观的

茎梗偏长、叶底芽叶稍大,茶样香气更高,协调性更好,持久度好,滋味更偏鲜爽。普通晒青茶样滋味更偏醇和、醇厚。

表 4 藤条茶样品感官审评结果

样品名称	外形(25%)		汤色(10%)		香气(25%)		滋味(30%)		叶底(10%)		均分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
勐库春茶	紧结、较肥壮、墨绿润、显毫、匀整	90	浅黄绿明亮	85	清香尚浓持久	84	鲜醇	90	黄绿匀净、柔嫩	90	88.00
勐库藤条春茶	紧结、墨绿润、显毫、匀整	89	绿黄明亮	80	清香馥郁持久	95	醇厚回甘	95	黄绿匀净、柔嫩、明亮	90	91.50
坝糯藤条春茶	紧结、肥壮、墨绿润、显毫、匀整	92	黄绿明亮	90	蜜香馥郁持久	89	醇厚回甘	95	绿黄匀净、柔嫩	90	91.75
老乌山藤条春茶	紧结、尚肥壮、墨绿、显毫、较匀	80	绿黄明亮	80	清香浓郁持久	92	浓醇	89	绿黄匀齐、柔软	92	86.90
老乌山古树藤条春茶	紧结、肥壮、黄绿、显毫、匀整	82	绿黄明亮	80	蜜香浓郁持久	90	浓醇回甘	92	绿黄匀整、柔软	88	87.40
秧塔春茶	紧结、墨绿、显毫、匀整	86	黄绿明亮	90	栗香浓郁持久	85	鲜爽	87	黄绿匀整、较软	88	86.65
秧塔藤条春茶	紧结、黄绿、显毫、匀整	86	黄绿明亮	90	清香浓郁持久	90	鲜爽	82	黄绿匀整、柔软	88	86.40

3 讨论与结论

光合作用所积累的营养物质是植物生长发育的重要来源^[32]。茶树的修剪留叶也会影响茶树养分的积累^[33]。现代茶园通过茶树修剪解除顶端优势,促进腋芽、不定芽以及根茎部的潜伏芽抽发新枝,从而提高了茶叶产量^[34]。但可能会削弱中下层叶片光合作用,使光合产物减少,从而导致茶树未老先衰^[35]。张颖彬等调查研究了立体树冠留养对茶园生产的影响,立体树冠相对于平面树冠而言,是指茶树经春茶采摘后,对茶树进行重修剪或台刈,夏秋茶不采,从而提早春季茶芽的萌发时间,增加萌芽量,利于名优茶的生产^[36]。这和藤条茶的留养方式相类似,使其始终保持良好的生长优势,从而积累养分。

杜旭华等比较了浙农 139、龙井 43 等 5 个浙江茶树品种的净光合速率,发现茶树品种不同,其净光合速率也不同,分别出现单峰型和双峰型,峰值出现时间以及变幅存在的差异较大^[37]。本研究发现,临沧地区同一立地环境的勐库藤条茶园与勐库现代茶园净光合速率日变化也为双峰曲线,出现了光合“午休”现象,而且藤条茶园最大净光合速率明显高于现代茶园,净光合速率是勐库现代茶园的 2~4 倍,光合能力表现更佳;普洱地区除秧塔现代

茶园外,其余藤条茶园净光合速率日变化均为单峰曲线。经综合比较,藤条茶模式栽培下茶树叶片光合能力强于普通栽培茶叶。不同地区茶树蒸腾速率不同,以老乌山地区蒸腾速率最低,包括老乌山藤条和老乌山古树藤条,一方面是由于环境和树龄等因素影响,另一方面与茶树的适应能力也有关。有研究表明,品种也是影响茶树蒸腾的重要原因。涂淑萍等研究发现,安吉白茶的蒸腾速率低于乌牛早和龙井 43,乌牛早和龙井 43 更适合在水肥条件较好的地方生长,安吉白茶耐干旱能力较强^[18]。蒸腾速率的研究对茶树生长发育具有积极作用。

本试验所探讨的茶园栽培管理模式中,藤条茶园的净光合速率高于现代茶园。光合作用效率与茶叶生化成分相关。藤条茶栽培管理模式相对现代茶园水浸出物含量与茶多酚含量有所提高,以藤条茶为原料制成的晒青茶感官品质优于普通晒青茶,表现为香气高,持久度好,滋味更偏鲜爽,协调性更好。这在一定程度表明藤条茶的栽培管理模式有一定的潜在优势^[38],符合现代茶园减量提质的要求。

参考文献:

[1] 云南普洱茶市场步入“喝时代”[J]. 农村百事通,2016(7):16.
[2] 罗琼仙,陈 玫,杨毅坚,等. 云南独特的茶树管理技术——藤条

- 茶[J]. 福建茶叶,2021,43(12):193-196.
- [3]熊昌云,李 果,李华江,等. 一种藤条茶的种植方法: CN111149605A[P]. 2020-05-15.
- [4]许文舟. 去勐库,与一片叫“津乔”的普洱茶相约[J]. 贵州茶叶,2016,44(1):49-55.
- [5]费颖新. 间作树木对茶园生态环境及茶叶品质影响的研究[D]. 南京:南京林业大学,2004.
- [6]张 兰,魏吉鹏,沈 晨,等. 秋茶光合作用与品质成分变化的分析[J]. 茶叶科学,2018,38(3):271-280.
- [7]黄 静. 生态有机茶采摘技术[J]. 现代园艺,2015(10):36.
- [8]王传利. C₃ 与 C₄ 植物代谢网络的构建及比较分析[D]. 上海:上海交通大学,2013.
- [9]陈 芳,刘宇鹏,谷晓平,等. 低温对茶树光合特性及产量的影响[J]. 作物杂志,2018(3):155-161.
- [10]Chaves M M, Flexas J, Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell[J]. Annals of Botany, 2008, 103(4):551-560.
- [11]邹 瑶,许 燕,陈盛相,等. 基于因子及聚类分析的 25 个茶树品种光合性能评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学),2019, 34(1):89-96.
- [12]江新风,李 琛,蔡 翔,等. 遮阴对“黄金菊”茶树生长与茶叶品质的影响[J]. 茶叶通讯,2019,46(4):424-428.
- [13]杨冉冉,杨广容,马会杰,等. 云南茶树品种光合特性及其影响因素的研究[J]. 西南农业学报,2021,34(1):19-26.
- [14]向 芬,李 维,刘红艳,等. 氮素水平对不同品种茶树光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 西北植物学报,2018,38(6):1138-1145.
- [15]罗 凡,张 厅,龚雪蛟,等. 不同施肥方式对茶树新梢氮磷钾含量及光合生理的影响[J]. 应用生态学报,2014,25(12):3499-3506.
- [16]杨再强,韩 冬,王学林,等. 寒潮过程中 4 个茶树品种光合特性和保护酶活性变化及品种间差异[J]. 生态学报,2016,36(3):629-641.
- [17]王 峰,陈玉真,王秀萍,等. 不同品种茶树叶片功能性状及光合特性的比较[J]. 茶叶科学,2016,36(3):285-292.
- [18]涂淑萍,黄 航,杜 曲,等. 不同品种茶树叶片光合特性与叶绿素荧光参数的比较[J]. 江西农业大学学报,2021,43(5):1098-1106.
- [19]曹 茂,蔡晓琳. 普洱古茶园历史变迁与保护研究——以云南普洱古茶园与茶文化系统为例[J]. 农业考古,2018(5):235-241.
- [20]地理标志产品普洱茶国家标准(GB/T 22111—2008)[J]. 云南农业,2009(9):57.
- [21]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 茶水分测定:GB/T 8304—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [22]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 茶水浸出物测定:GB/T 8305—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [23]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法:GB/T 8313—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [24]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 咖啡碱测定:GB/T 8312—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [25]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 茶叶感官审评方法:GB/T 23776—2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [26]国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 绿茶 第 2 部分:大叶种绿茶:GB/T 14456.2—2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [27]孔晓君,王 恒,庄美琪,等. 水分胁迫对茶树叶片二氧化碳响应的影响[J]. 山东农业科学,2018,50(5):55-58,63.
- [28]陈贤田,柯世省. 茶树光合“午休”的原因分析[J]. 浙江林业科技,2002,22(3):80-83.
- [29]邹 瑶,陈盛相,许 燕,等. 茶树光合特性季节性变化研究[J]. 四川农业大学学报,2018,36(2):210-216.
- [30]李 维,向 芬,周凌云,等. 氮素减施对茶树光合作用和氮肥利用率的影响[J]. 生态学杂志,2020,39(1):93-98.
- [31]闫 刚,蔡 薇,高 曦. 普洱茶加工过程中水浸出物含量变化研究[J]. 现代农业科技,2014(2):296,299.
- [32]郭春芳,孙 云,张木清. 土壤水分胁迫对茶树光合作用-光响应特性的影响[J]. 中国生态农业学报,2008,16(6):1413-1418.
- [33]钟秉全. 春茶产量与修剪留叶技术的关系[J]. 西南农业学报,1994,7(增刊1):32-37.
- [34]李健权,宁 静,罗军武. 茶树修剪研究进展[J]. 福建茶叶,2007,29(4):12-14.
- [35]肖继兵,刘 志,孔凡信,等. 种植方式和密度对高粱群体结构和产量的影响[J]. 中国农业科学,2018,51(22):4264-4276.
- [36]张颖彬,梅 鑫,徐 懿,等. 茶树树冠的不同留养方式对早春萌芽量的影响[J]. 中国茶叶,2005,27(4):40.
- [37]杜旭华,周贤军,彭方仁. 不同茶树品种净光合与蒸腾速率比较[J]. 林业科技开发,2007,21(4):21-24.
- [38]虞富莲,俞永明,李名君,等. 茶树优质资源的系统鉴定与综合评价[J]. 茶叶科学,1992,12(2):95-125.