

春茶采摘末期遮荫对其生长和品质的影响

胡永光 江 丰 MAHMOOD Ashraf 刘鹏飞
(江苏大学农业装备工程学院, 镇江 212013)

摘要: 为延长春茶采摘期,提高其产量,进行了遮阳网遮荫栽培试验研究。根据不同遮光率和不同遮荫高度,在茶园中设置4个处理:60%遮光率+2.0 m遮荫高度(T1)、40%遮光率+2.0 m遮荫高度(T2)、40%遮光率+2.5 m遮荫高度(T3)和无遮荫的对照处理(CK);试验全程分为前、中、后期。试验研究以上各处理遮阳网内外温、湿度环境的差异,茶树新梢、叶片生长状况和茶芽叶品质指标。结果表明:遮荫后,茶树冠层处的日最高气温显著降低,遮光率越高降幅越大,最大降幅为3.9℃;08:00—17:00的最低相对湿度均增大,遮光率越高增幅越大,最大增幅为9.01%;新梢长度、粗度均增加,以T1处理的增幅最大,分别为22.3%和13.5%;新梢叶片的叶绿素相对含量和芽叶含水率,随着遮光率增大而增高;与CK处理相比,T1处理的新梢叶片日平均净光合速率变大,而T2和T3显著变小;T3处理增加了茶叶水浸出物、茶多酚和酚氨比,降低了氨基酸含量,导致茶汤浓厚、苦涩味加重;而T1处理在试验前期增加了咖啡碱含量,降低了水浸出物含量和酚氨比。综上所述,在春茶采摘末期采用60%遮光率的遮阳网进行遮荫栽培,对于保持春茶品质、延长采摘期具有重要的生产指导意义。

关键词: 春茶; 遮荫栽培; 遮光率; 生长; 品质

中图分类号: S157.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2018)01-0283-07

Effects of Shading Cultivation on Growth and Quality of Spring Tea during Final Harvesting Period

HU Yongguang JIANG Feng MAHMOOD Ashraf LIU Pengfei
(School of Agricultural Equipment Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: In order to extend the plucking period of spring tea and improve its yield, the shading cultivation experiment was carried out. Three treatments with different shading rates and shading heights were applied as 60% shading rate with shading height of 2.0 m (T1), 40% shading rate with shading height of 2.0 m (T2), 40% shading rate with shading height of 2.5 m (T3) and none-shading (CK). The experiment period was divided into early, middle and late stages from final harvesting period. The differences of temperature, relative humidity, growth status and tea quality among all treatments were analyzed. Compared with CK, the results showed that after shading, maximum daily air temperature around canopy was decreased significantly with the maximum temperature drop of 3.85℃ and average minimum relative humidity around canopy was increased with the maximum increase of 9.01% from 08:00 to 17:00; the new twig length and the stem thickness of T1 were increased by 22.3% and 13.5%, respectively; as shading rate was increased, relative chlorophyll content (SPAD) and water content of leaves and buds were increased; the average photosynthetic rate of leaves of T1 was increased, while those of T2 and T3 were decreased; as for T3, water extract, polyphenols and the ratio of polyphenols to amino acid were increased, but amino acid was decreased, leading to the tea tasted thicker and bitter; as for T1, its caffeine was increased, while water extract and the ratio of polyphenols to amino acid were decreased significantly during the early stage. Therefore, shading cultivation with shading rate of 60% was of significance to maintain the quality of spring tea, extend the plucking period and increase yield during final harvesting period.

Key words: spring tea; shading cultivation; shading rate; growth; quality

收稿日期: 2017-05-09 修回日期: 2017-05-30

基金项目: 江苏省重点研发计划(现代农业)项目(BE2016354)、江苏省农业科技自主创新资金项目(CX(16)1045)、江苏高校优势学科建设工程项目(2014-37)和江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(SJLX15-0506)

作者简介: 胡永光(1976—),男,教授,博士生导师,主要从事设施农业生物环境技术与装备研究,E-mail: deerhu@163.com

0 引言

茶叶产量易受外界环境因素影响^[1],其中春茶产量与气温、空气相对湿度等气象因子显著相关^[2-4]。茶树喜湿喜荫^[5-6],在全光照 50% 的条件下,仍能正常生长^[7-8]。高温季节,遮阳网遮荫可降低光照强度和极端高温,增加空气湿度,从而改善茶园小环境^[9-11];并对提高产量、节水等方面起到很好的促进作用^[12]。在春茶采摘前进行遮阳网覆盖,具有抗寒和防霜冻作用,有利于春茶提前采摘^[4,13]。

茶树适度遮荫有利于茶树生长^[14]。夏季茶树遮荫后,其叶厚变薄,百芽质量增大,新稍含水率提高,持嫩性增加;新稍生长量变大,遮光率越高增幅越大^[15-16];这有利于茶园的增产增收^[17]。不同季节,均以 56% 遮光率遮荫处理,对增加茶叶产量效果最好^[18]。遮阳网有不同颜色,其中黑色遮阳网对所有颜色的光均可吸收,可使茶树光合作用比较充分^[19];冬春季节,遮荫可以降低茶树发生低温光抑制程度^[20]。

遮荫有利于提高茶叶的营养价值和感官质量^[21],主要原因是遮荫会影响茶树的光合作用和呼吸作用,而这与不同叶片位置的叶绿素、儿茶素和多酚的生物合成密切相关^[22]。春季黑色遮阳网遮荫,茶叶中氨基酸和咖啡碱含量显著增加,茶多酚含量降低^[23-24];遮荫还能提高遮荫前期茶树春稍中游离氨基酸含量^[25];夏秋季遮荫有利于提高茶鲜叶香气品质^[26],可使干茶色泽绿润,苦涩味减少^[27]。遮荫对茶树生长生理的研究多集中于春茶春提前和夏秋茶的品质改善;而对于在春茶采摘末期延长其采摘期的研究较少。

在春茶采摘末期,由于气温快速升高,茶叶采摘快速结束。为保障茶叶品质、延长春茶采摘期,本文试验研究 3 种不同遮荫处理对春茶采摘末期茶树冠层气温、相对湿度、茶树生长和芽叶品质的影响,旨在提供一种有效的遮阳网栽培技术。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于 2016 年 4—6 月在江苏省丹阳市吟春碧芽茶场进行;茶树品种为 5 年生茂绿,种植行为南北向,行距 1.5 m。

遮荫栽培网架(图 1)主要由骨架和遮阳网组成,前者采用钢管和钢丝沿茶行搭建;网架设置成 3 段,考虑到网架内温湿度环境随其空间大小而变化,故设置了 2 种不同网架遮荫高度。采用 2 种不

同遮光率的黑色遮阳网进行遮荫,遮光率分别为 60% 和 40%。



图 1 遮荫栽培网架

Fig. 1 Shading cultivation structure

1.2 方法

1.2.1 遮荫处理

遮荫试验设置 4 个处理(表 1),分别为:60% 遮光率 + 遮荫高度 2.0 m (T1)、40% 遮光率 + 遮荫高度 2.0 m (T2)、40% 遮光率 + 遮荫高度 2.5 m (T3)、无遮荫对照处理(CK)。每个处理包含 3 个面积为 30 m²的小区。

表 1 试验处理

Tab. 1 Experiment treatments

处理代号	遮光率/%	遮荫高度/m
T1	60	2.0
T2	40	2.0
T3	40	2.5
CK	无遮荫	无

本季春茶采摘期为 4 月 3—26 日,春茶采摘末期为 4 月 26 日—5 月 24 日。试验于 2016 年 4 月 24 日起开始遮荫;遮荫试验全程分为前、中、后期,每个阶段历时 7~10 d。以春茶采摘期(2016 年 4 月 24 日)所测量的生长和品质指标作为参照。

1.2.2 茶树冠层温湿度的测定

使用 ZDR-3WIS 型温湿度记录仪(杭州泽大,中国)测量冠层气温(精度为 ±0.1℃)和相对湿度,每个处理设置 2 个温湿度记录仪,其温度和湿度传感器布置在冠层,记录时间间隔为 0.5 h。以正常春茶采摘期(2016 年 4 月 1 日—24 日)所测数据作为参照。

1.2.3 茶树生长及生理指标测定

(1)新稍长度和粗度的测量,新稍长度为新稍基部至新稍顶部的距离,新稍粗度为新稍基部茎秆的直径。每个处理随机选取 30 个新稍,新稍为遮荫期间 4 月 24 日—6 月 2 日的生长量。

(2)芽叶含水率为一芽一叶的含水率。每处理内随机采摘 3 g 左右,使用梅特勒 MJ33 型快速水分测定仪(上海巴玖,中国)测量其含水率,重复性误差为 ±0.15%;样品采摘时间为 09:00—10:00。

(3)在各小区内随机采摘 100 个单芽和 100 个一芽一叶,测量百芽质量。使用 BSA623S 型精密电子天平 (Sartorius, 德国),精度为 $\pm 0.001\text{ g}$;称量 3 次计算平均值。

(4)每处理随机选取 30 个新梢,测量叶绿素的相对含量。使用叶绿素仪 SPAD502 型 (Minolta, 日本),精度为 ± 1.0 ,测量新梢第 4 片真叶叶绿素的相对含量;每次测量在下午进行。

(5)净光合速率于 2016 年 5 月中旬选取晴朗天气进行测定。每个处理随机选取 5 株茶树,选定新梢第 4 片真叶;使用 Li-6400 型便携式光合仪 (LI-COR, 美国),在 08:00—17:00 测定叶片净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)和蒸腾速率(T_r)等参数;测定时间间隔为 1 h。

1.2.4 茶叶品质指标的测定

供试样本为一芽一叶鲜叶。样本经 90 s 时间的 100℃ 蒸汽杀青固样,80℃ 干燥后磨细;并过 1 mm 筛子,供化学分析使用。茶叶内含成分的测定项目包括水浸出物 (参照 GB/T 8305—2013 差重法测定^[28])、游离氨基酸 (参照 GB/T 8314—2013 茚三酮比色法^[29])、咖啡碱 (参照 GB/T 8312—2013 紫外分光光度法^[30])、茶多酚 (参照 GB/T 8313—2008 福林酚法测定^[31])和酚氨比,酚氨比为茶多酚含量与氨基酸含量的比值。

以上试验数据采用 Excel 2013、SPSS 20.0 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同遮荫处理对冠层温湿度的影响

遮荫试验期间,遮荫可以显著降低茶树冠层的最高气温 (表 2);遮光率越高,降幅越大;T1 处理最高可降低 3.9℃。另外,遮荫后冠层的白昼平均气温和日最低气温均降低;遮光率越高,降幅越大。以春茶采摘期的冠层气温作为参照,其日最高气温为 27.3℃;在遮荫试验期间,无遮荫处理比其增加了 1.5 ~ 3.7℃。所以春茶采摘末期茶园气温升高明显,而通过遮荫可以较好地保持春茶采摘期的冠层最高气温。

遮荫可影响茶树冠层相对湿度 (表 3),其中平均相对湿度为 08:00—17:00 期间的平均值。遮荫试验期间,不同遮荫处理的平均相对湿度均高于 CK 处理;遮光率越高,增湿作用越明显;其中 T1 处理比对照增加了 5.9% ~ 9.0%。不同遮荫处理的最低相对湿度,均高于对照,遮光率越高,增幅越大;T1 处理比对照增加了 5.2% ~ 7.0%。综上,遮荫有增湿降温的作用,遮光率越高,效果越明显。

2.2 不同遮荫处理对叶片光合作用的影响

不同遮荫处理均呈“单峰”型曲线,CK 处理的净光合速率呈“双峰”型曲线 (图 2)。这与付晓青等^[10]研究较一致。T1 处理的净光合速率整体趋势高于其他各处理;12:00 时,T1 处理的 P_n 达到最大值,为 $9.546\text{ }\mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ 。

表 2 不同遮荫处理对冠层气温的影响
Tab.2 Effects of different shading treatments on canopy temperature ℃

处理	冠层白昼平均气温			冠层日极差		
	前期	中期	后期	前期	中期	后期
参照	21.9 ^c	21.9 ^b	21.9 ^b	16.8 ^b	16.8 ^a	16.8 ^a
CK	23.3 ^a	23.2 ^a	23.3 ^a	19.8 ^a	15.8 ^{ab}	16.2 ^a
T1	22.6 ^b	22.9 ^a	23.2 ^a	16.3 ^b	14.6 ^b	16.0 ^a
T2	22.6 ^b	22.9 ^a	23.2 ^a	16.5 ^b	14.9 ^b	16.4 ^a
T3	22.8 ^{ab}	23.0 ^a	23.3 ^a	16.8 ^b	15.0 ^b	16.5 ^a

处理	冠层日最高气温			冠层日最低气温		
	前期	中期	后期	前期	中期	后期
参照	27.3 ^b	27.3 ^b	27.3 ^b	10.5 ^a	10.5 ^c	10.5 ^c
CK	31.0 ^a	29.1 ^a	28.8 ^a	11.2 ^a	13.2 ^a	12.7 ^a
T1	27.1 ^b	27.1 ^b	27.6 ^{ab}	10.8 ^a	12.5 ^{ab}	11.6 ^b
T2	27.2 ^b	27.2 ^b	27.8 ^{ab}	10.7 ^a	12.3 ^b	11.4 ^{bc}
T3	27.6 ^b	27.4 ^b	28.0 ^{ab}	10.8 ^a	12.4 ^b	11.5 ^{bc}

注:同列方差分析比较,不同处理间不同字母表示差异显著 $p < 0.05$ 。下同。

表 3 不同遮荫处理对冠层相对湿度的影响
Tab.3 Effects of different shading treatments on canopy humidity %

处理	平均相对湿度			日最低相对湿度		
	前期	中期	后期	前期	中期	后期
参照	55.5 ^a	55.5 ^c	55.5 ^b	44.3 ^a	44.3 ^c	44.3 ^b
CK	51.1 ^b	63.8 ^b	51.1 ^c	38.0 ^c	53.3 ^b	41.0 ^c
T1	57.0 ^a	71.7 ^a	60.1 ^a	44.1 ^a	60.3 ^a	47.6 ^a
T2	52.8 ^b	66.5 ^b	52.4 ^c	41.4 ^b	55.5 ^b	41.4 ^c
T3	52.8 ^b	65.7 ^b	52.3 ^c	41.1 ^{bc}	55.4 ^b	41.0 ^c

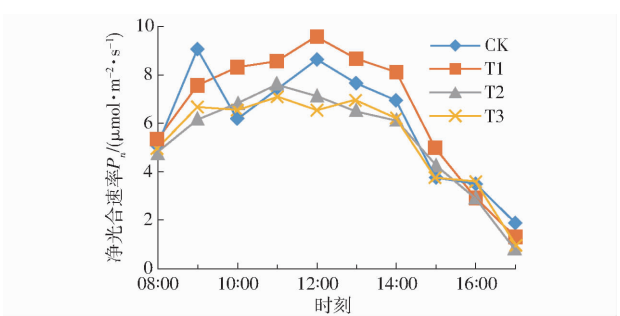


图 2 不同遮荫处理下茶树叶片净光合速率日变化
Fig.2 Diurnal variation of P_n of tea leaves with different shading treatments

P_n 方差分析 (表 4) 表明,CK 处理与其他遮荫处理没有显著差异,其由大到小顺序为:T1、CK、T2、T3;T1 处理比 CK 处理高 8.49%。T1 处理的气孔

表 4 不同遮荫处理对茶树光合作用的影响

Tab.4 Effects of different shading treatments on photosynthesis of tea

处理	净光合速率 P_n / ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	气孔导度 G_s / ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	胞间 CO_2 浓度 C_i / ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	蒸腾速率 T_r / ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
CK	$6.01 \pm 0.769^{\text{ab}}$	$0.070 \pm 0.0220^{\text{b}}$	$249 \pm 7.89^{\text{b}}$	$2.43 \pm 0.158^{\text{a}}$
T1	$6.52 \pm 0.858^{\text{a}}$	$0.097 \pm 0.012^{\text{a}}$	$294 \pm 13.67^{\text{a}}$	$2.69 \pm 0.179^{\text{a}}$
T2	$5.34 \pm 0.520^{\text{b}}$	$0.071 \pm 0.009^{\text{b}}$	$282 \pm 17.23^{\text{a}}$	$2.48 \pm 0.171^{\text{a}}$
T3	$5.33 \pm 0.520^{\text{b}}$	$0.068 \pm 0.017^{\text{b}}$	$275 \pm 20.35^{\text{a}}$	$2.53 \pm 0.217^{\text{a}}$

导度(G_s)比 CK 处理显著提高,增幅为 38.57%;T2 和 T3 处理与 CK 处理差异均不显著。T1、T2、T3 的胞间 CO_2 浓度(C_i)与蒸腾速度(T_r)均高于 CK,且均以 T1 最大。遮荫可减少气孔关闭,增加蒸腾速率。综上,在春茶采摘末期,T1 处理能促进光合作用。

2.3 不同遮荫处理对茶树生长指标的影响

遮荫试验期间,茶树遮荫后,芽叶含水率均有所升高(表 5)。其中 T1 处理在遮荫试验各阶段均是最大;遮荫可增加芽叶的持嫩性,而且遮光率越高效果越明显。春茶采摘期的芽叶含水率为 72.49%,在春茶采摘末期,通过遮荫处理,可使芽叶持嫩性更接近于春茶采摘期。

表 5 不同遮荫处理对芽叶含水率的影响

Tab.5 Effects of different shading treatments on moisture content of bud and leaves %

处理	芽叶含水率		
	前期	中期	后期
CK	71.46	71.30	71.91
T1	75.31	72.70	73.86
T2	73.92	72.19	72.96
T3	72.90	72.70	73.16

春茶采摘期一芽一叶百芽质量为 10.89 g(表 6),以此为参照;春茶采摘末期,不同处理的一芽一叶百芽质量均低于参照,遮荫试验后期降幅最大,为 10.09% ~ 21.2%。春茶采摘期的单芽百芽质量与一芽一叶百芽质量的比值为 0.328,以此为参照;在遮荫试验前期,不同处理的比值均低于参照,中、后期均高于参照。

遮荫试验期间,不同处理茶树新梢长度由大到小依次为 T1、T2、T3、CK(图 3a);其中 T1 比 CK 增加 22.3%。不同处理新梢粗度由大到小依次为 T1、T3、T2、CK(图 3b),其中 T1 比 CK 增加 13.5%。显然,遮荫可促进茶树新梢生长,且遮光率越高效果越明显。

由不同遮荫处理对茶树叶片叶绿素的影响(表 7)可知,不同遮荫处理的叶绿素相对含量都显著高于 CK,其中 T1 处理比 CK 高 15.62%。以春茶

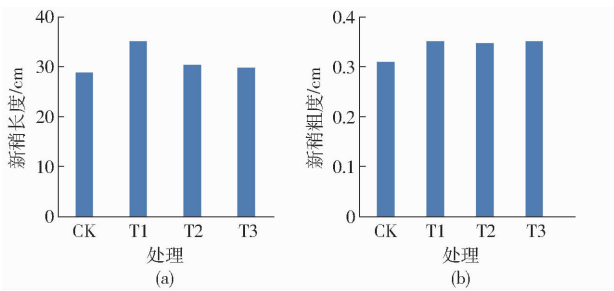


图 3 不同遮荫处理对茶树新梢生长的影响

Fig.3 Effects of different shading treatments on tea twig growing

采摘期的叶绿素相对含量作为参照,其他各处理均高于该参照,其中 T1 处理比参照高 23.53%。

表 6 不同遮荫处理对芽叶百芽质量的影响

Tab.6 Effects of different shading treatments on quality of one hundred buds

指标	处理	前期	中期	后期
一芽一叶百芽质量/g	参照	10.890 ±	10.890 ±	10.890 ±
		0.605 ^a	0.605 ^a	0.605 ^a
	CK	10.412 ±	9.869 ±	9.791 ±
		0.196 ^{ab}	0.196 ^b	0.536 ^b
	T1	10.106 ±	10.330 ±	9.274 ±
		0.336 ^b	0.606 ^{ab}	0.497 ^{bc}
	T2	10.655 ±	10.780 ±	9.282 ±
		0.283 ^a	0.059 ^a	0.208 ^{bc}
	T3	10.672 ±	10.368 ±	8.690 ±
		0.417 ^a	0.385 ^{ab}	0.289 ^c
	参照	0.328 ±	0.328 ±	0.328 ±
		0.003 ^a	0.003 ^d	0.003 ^c
单芽与一芽一叶的比值	CK	0.327 ±	0.378 ±	0.350 ±
		0.017 ^a	0.009 ^a	0.016 ^{bc}
	T1	0.294 ±	0.353 ±	0.363 ±
		0.023 ^b	0.015 ^{bc}	0.010 ^b
	T2	0.316 ±	0.366 ±	0.372 ±
		0.013 ^{ab}	0.014 ^{ab}	0.021 ^{ab}
	T3	0.299 ±	0.338 ±	0.391 ±
		0.021 ^{ab}	0.014 ^{cd}	0.011 ^a

2.4 不同遮荫处理对芽叶品质的影响

与茶叶品质有关的化学成分,主要有水浸出物、茶多酚、咖啡碱和氨基酸^[32]。茶树遮荫后,芽叶的化学成分发生改变(表 8)。

表 7 不同遮荫处理对茶树叶片叶绿素的影响

Tab.7 Effects of different shading treatments on chlorophyll relative content of leaves

处理	参照	CK	T1	T2	T3
叶绿素相对含量 (SPAD 值)	44.28 ± 5.34 ^b	47.31 ± 6.44 ^b	54.70 ± 6.41 ^a	52.76 ± 6.79 ^a	52.47 ± 5.29 ^a

根据水浸出物含量并不能断定绿茶品质^[33]。春茶采摘期的水浸出物含量为 41.53%,以此为参照。遮荫试验期间,不同处理水浸出物含量在 35.25% ~ 40.25% 之间;均低于参照,降幅为 3.08% ~ 15.12%。

表 8 不同遮荫处理对芽叶品质的影响

Tab.8 Effects of different shading treatments on tea quality

指标	处理	前期	中期	后期
水浸出物/%	参照	41.53 ± 1.385 ^a	41.53 ± 1.385 ^a	41.53 ± 1.385 ^a
	CK	38.41 ± 0.374 ^b	39.30 ± 0.051 ^b	37.34 ± 1.325 ^{bc}
	T1	35.46 ± 0.283 ^c	36.96 ± 0.284 ^c	35.67 ± 0.483 ^{bc}
	T2	35.67 ± 0.534 ^c	38.51 ± 0.552 ^{bc}	35.25 ± 0.760 ^c
	T3	38.52 ± 0.719 ^b	40.25 ± 1.501 ^{ab}	38.16 ± 0.539 ^b
氨基酸/%	参照	2.52 ± 0.030 ^a	2.52 ± 0.030 ^a	2.52 ± 0.030 ^a
	CK	2.47 ± 0.079 ^a	2.25 ± 0.049 ^b	2.04 ± 0.010 ^c
	T1	2.45 ± 0.024 ^a	2.32 ± 0.012 ^c	2.07 ± 0.016 ^{bc}
	T2	2.46 ± 0.038 ^a	2.40 ± 0.026 ^b	2.04 ± 0.034 ^c
	T3	2.25 ± 0.018 ^b	2.26 ± 0.016 ^d	2.10 ± 0.022 ^b
咖啡碱/%	参照	3.63 ± 0.049 ^c	3.63 ± 0.049 ^b	3.63 ± 0.049 ^b
	CK	3.89 ± 0.038 ^a	3.91 ± 0.048 ^a	3.60 ± 0.002 ^{bc}
	T1	3.91 ± 0.002 ^a	3.92 ± 0.047 ^a	3.73 ± 0.033 ^a
	T2	3.71 ± 0.025 ^b	3.65 ± 0.018 ^b	3.57 ± 0.031 ^c
	T3	3.75 ± 0.011 ^b	3.51 ± 0.049 ^c	3.48 ± 0.011 ^d
茶多酚/%	参照	17.62 ± 0.563 ^b	17.62 ± 0.563 ^b	17.62 ± 0.563 ^b
	CK	17.60 ± 0.443 ^b	17.10 ± 1.709 ^b	16.65 ± 0.305 ^c
	T1	16.10 ± 0.721 ^c	17.35 ± 0.312 ^b	15.75 ± 0.246 ^{cd}
	T2	14.76 ± 1.315 ^c	16.90 ± 1.102 ^b	15.65 ± 0.846 ^d
	T3	19.44 ± 0.604 ^a	19.50 ± 0.547 ^a	19.53 ± 0.400 ^a
酚氨比	参照	6.98 ± 0.191 ^b	6.98 ± 0.191 ^b	6.98 ± 0.191 ^d
	CK	7.12 ± 0.389 ^b	7.61 ± 0.612 ^b	8.16 ± 0.187 ^b
	T1	6.58 ± 0.337 ^{bc}	7.18 ± 0.575 ^b	7.61 ± 0.144 ^c
	T2	6.01 ± 0.594 ^c	7.04 ± 0.483 ^b	7.67 ± 0.395 ^c
	T3	8.65 ± 0.322 ^a	8.61 ± 0.300 ^a	9.28 ± 0.171 ^a

一般而言,随着咖啡碱含量增加,茶叶品质提高;但当其含量升高到 4.50% 阈值以上,会降低绿茶品质^[35]。本试验不同遮荫处理在各阶段的咖啡碱含量处于 3.48% ~ 3.92% 之间,各处理咖啡碱含量由大到小均依次为 T1、CK、T3、T2。春茶采摘期的咖啡碱含量为 3.63%,与之相比遮荫试验前期 T1 的咖啡碱含量增加了 7.71%,这有利于保持茶叶品质。

茶多酚是绿茶中苦涩味的主要代表物质。遮荫试验期间,不同处理的茶多酚含量在 14.76% ~ 19.53% 之间;在遮荫试验各阶段,均以 T3 处理含量最高。春茶采摘期的茶多酚含量为 17.62%,在不同遮荫处理中,T1 处理最接近于参照。

氨基酸是绿茶品质形成的最主要成分,对绿茶色、香、味的形成有重要作用^[34]。遮荫试验期间,不同处理氨基酸含量在 2.04% ~ 2.47% 之间。不同试验阶段的氨基酸,以前期含量最高,后期含量最低。在遮荫试验前期,遮荫处理会降低芽叶的氨基酸含量,但 T1 和 T2,只比 CK 降低 0.01% ~ 0.02%,相差不大。春茶采摘期的氨基酸含量为 2.52%,以此为参照;遮荫试验期间,不同处理的氨基酸含量均低于参照,但在遮荫试验前期,T1 和 T2 与参照差异不显著。

酚氨比与绿茶品质有极高的负相关性^[36]。在遮荫试验前、中期,不同处理酚氨比由大到小依次为 T3、CK、T1、T2,比值在 6.01 ~ 8.65 之间;在遮荫试验后期,不同处理由大到小依次为 T3、CK、T2、T1;T1 和 T2 处理可降低酚氨比值,有利于提高茶叶品质。春茶采摘期的酚氨比为 6.98,以此为参照。在遮荫试验前期,T1 和 T2 处理的酚氨比均低于参照,有利于保持春茶品质。

综上,T3 处理可以增加茶叶水浸出物、茶多酚和酚氨比,降低氨基酸含量;致使茶叶更浓厚,但苦涩味增加。而 T1 处理会在遮荫试验前期,增加咖啡碱含量,降低水浸出物含量,并能降低酚氨比;可使茶汤清淡,苦涩味减少,但鲜爽度提高。因此,试验

前期采用遮光率 60% 的遮阳网进行茶树遮荫栽培,可以在一定程度上保持茶叶品质。

3 结 论

(1)茶树遮荫使其冠层处日最高气温平均降低 2.17℃,且遮光率越高则降幅越大;遮荫增加了遮阳网下茶树冠层处空气的相对湿度,最大可增加 7.03%,且遮光率越高则增幅越大。

(2)当采用遮光率为 60% 的遮荫栽培时,茶树新梢长度、粗度和叶片净光合速率比对照分别增加了 22.3%、13.5% 和 8.49%;随着遮光率增大,新梢叶片的叶绿素相对含量和芽叶含水率增高。

(3)遮光率较高时,遮荫前期咖啡碱含量较高,水浸出物含量和酚氨比较低,使茶汤清淡、苦涩味减少,鲜爽度提高。

参 考 文 献

1 NYABUNDI K W,OWUOR P O,NETONDO G W,et al. Genotype and environment interactions of yield and yield components of tea (*Camellia sinensis*) cultivars in Kenya[J]. American Journal of Plant Sciences,2016,7(6):855-869.

2 喻泓,王贤赞,杨晓晖,等. 河南鸡公山茶园春茶产量与小气候关系研究[J]. 中国生态农业学报,2009,17(1):94-99.

YU Hong,WANG Xianyun,YANG Xiaohui,et al. Relationship between microclimatic factors and yield of spring tea[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture,2009,17(1):94-99. (in Chinese)

3 韩敏,徐常青,王明月,等. 碧螺春茶产量与采摘期气象因子的关系[J]. 苏州科技学院学报:自然科学版,2015,32(2):6-9.

HAN Min,XU Changqing,WANG Mingyue, et al. Correlations between climatic factors and Biluochun tea yields in picking period[J]. Journal of Suzhou University of Science and Technology:Natural Science,2015,32(2):6-9. (in Chinese)

4 杨俊虎,张行才,王超,等. 气象因子与春茶及中高档春茶产量的灰色关联分析[J]. 山西农业科学,2012,40(1):53-55.

YANG Junhu,ZHANG Xingcai,WANG Chao,et al. Grey connection analysis of spring tea and high-middle grade spring tea yield with meteorological factors[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences,2012,40(1):53-55. (in Chinese)

5 肖润林,王久荣,单武雄,等. 不同遮荫水平对茶树光合环境及茶叶品质的影响[J]. 中国生态农业学报,2007,15(6):6-11.

XIAO Runlin,WANG Jiurong,SHAN Wuxiong,et al. Tea plantation environment and quality under different degrees of shading[J]. Chinese Journal of Eco-agriculture,2007,15(6):6-11. (in Chinese)

6 肖润林,王久荣,陈正法,等. 亚热带丘陵茶园面临生态问题与对策[J]. 农业现代化研究,2004,25(5):360-363.

7 耀平路. 茶树栽培学[M]. 5 版. 北京:中国农业出版社,2015:88.

8 张文锦,林春莲,熊明民. 茶树遮荫效应研究进展[J]. 福建农业学报,2007,75(4):457-460.

9 唐颖,唐劲驰,黎健龙. 高温干旱季节茶园覆盖遮荫的综合效应研究[J]. 广东农业科学,2008(8):26-29.

TANG Hao,TANG Jinchi,LI Jianlong,et al. Synthetical effects of shading on tea plantation during the high-temperature and drought season[J]. Guangdong Agricultural Sciences,2008(8):26-29. (in Chinese)

10 付晓青,陈佩,秦志敏,等. 遮荫处理对丘陵茶园生态环境及茶树气体交换的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(8):40-46.

FU Xiaoqing,CHEN Pei,QIN Zhimin,et al. Effects of shading on eco-environment and leaf gas exchange of tea in hilly tea plantation[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2011,27(8):40-46. (in Chinese)

11 单武雄,肖润林,王久荣,等. 遮光对丘陵茶园白露毛尖茶产量和品质的影响[J]. 农业现代化研究,2010,31(3):368-372.

12 马志虎,王浩挺,韦武青,等. 我国瓜菜遮阳网覆盖栽培研究进展[J]. 中国瓜菜,2012,25(1):39-43.

MA Zhihu,WANG Haoting,WEI Wuqing,et al. Research progress of cucurbit and vegetable production under shadingnet in China[J]. China Cucurbits and Vegetables,2012,25(1):39-43. (in Chinese)

13 黄海涛,许永妙,张伟,等. 遮阳网覆盖方式对茶园霜冻害防御效果的比较研究[J]. 杭州农业与科技,2014(6):40-41.

14 侯渝嘉,彭萍,李中林,等. 不同遮荫水平对夏秋季茶叶原料品质的影响[J]. 南方农业,2008,2(9):12-14.

15 张文锦,梁月荣,张方舟,等. 覆盖遮荫对乌龙茶产量、品质的影响[J]. 茶叶科学,2004,24(4):276-282.

ZHANG Wenjin,LIANG Yuerong,ZHANG Fangzhou,et al. Effects on the yield and quality of Oolong tea by covering with shading net[J]. Journal of Tea Science,2004,24(4):276-282. (in Chinese)

16 陈佩. 茶园遮光效应及其对茶树光合作用和茶叶品质成分的影响[D]. 长沙:湖南农业大学,2010.

17 陆春莲,章卓梁,胡江波,等. 夏季茶树覆盖遮阳网改善夏秋茶品质试验研究[J]. 农艺学,2014(18):18.

18 王玉花,秦志敏,肖润林,等. 遮光水平对丘陵茶园茶叶生长指标和品质的影响[J]. 经济林研究,2011,29(2):48-53.

WANG Yuhua,QIN Zhimin,XIAO Runlin,et al. Effects of shading intensity on growth index and major biochemical components of tea in a hilly tea plantation[J]. Nonwood Forest Research,2011,29(2):48-53. (in Chinese)

19 秦志敏,王玉花,肖润林,等. 遮光对夏秋茶品质效应的影响概述[J]. 安徽农业科学,2010,38(25):13625-13658,14033.

QIN Zhimin,WANG Yuhua,XIAO Runlin,et al. Discussions on the effects and the reasons of shading on the quality of tea in summer and autumn[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2010,38(25):13625-13658,14033. (in Chinese)

20 孔海云. 茶树低温光抑制发生的条件及遮荫效应研究[D]. 泰安:山东农业大学,2011.

21 LEE L S,CHOI J H,MATABOLOMIC N S,et al. Metabolomic analysis of the effect of shade treatment on the nutritional and sensory qualities of green tea[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2013,61(2):332-338.

22 LI Z X,YANG W J,AHAMMED G J,et al. Developmental changes in carbon and nitrogen metabolism affect tea quality indifferent

leaf position[J]. Plant Physiology and Biochemistry,2016,106:327 – 335.

23 秦志敏,JOHN T,冯卫英,等. 遮光对丘陵茶园茶叶产量指标和内含生化成分的影响[J]. 南京农业大学学报,2011,34(5): 47 – 52.

QIN Zhimin,JOHN T,FENG Weiyang,et al. Effects of shading on yield index and biochemical components of tea in hilly tea plantation[J]. Journal of Nanjing Agricultural University,2011,34(5):47 – 52. (in Chinese)

24 阎意辉,袁文侠,关文玉,等. 遮荫处理对云抗 10 号茶树春梢生化成分含量的影响[J]. 西南大学学报:自然科学版,2013, 35(10):15 – 19.

YAN Yihui,YUAN Wenxia,GUAN Wenyu,et al. Effects of different shading treatments on the contents of biochemical components in spring shoots of *Camellia assamica* cv. Yunkang 10[J]. Journal of Southwest University:Natural Science,2013,35(10):15 – 19. (in Chinese)

25 傅海平,黄静,周品谦,等. 遮荫处理对“保靖黄金茶 1 号”茶树春梢生化成分的影响研究[J]. 茶叶通讯,2015(3):29 – 31.

FU Haiping,HUANG Jing,ZHOU Pinqian,et al. The effect of shadowing on the bio-chemical content of germinating tea shoot of Baojing Golden tea No. 1[J]. Journal of Tea Communication,2015(3):29 – 31. (in Chinese)

26 王润贤,谢福灿,齐晓花,等. 夏季不同设施条件对秋茶鲜叶芳香物质的影响[C]//第十五届中国科协年会第 20 分会场: 科技创新与茶产业发展论坛论文集,2013:102 – 108.

27 郭敏明,师大亮. 遮荫对夏秋茶品质影响的研究进展[J]. 杭州农业与科技,2008(5):40 – 41.

28 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶水浸出物测定:GB/T 8305—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2013.

29 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶游离氨基酸总量测定:GB/T 8314—2013[S]. 北京:中国标准出版社, 2013.

30 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 茶咖啡碱测定:GB/T 8312—2013[S]. 北京:中国标准出版社,2013.

31 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 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.

32 孙红. 绿茶品质与茶多酚、氨基酸、水浸出物含量关系分析[J]. 茶业通报,1989(2):21 – 25.

33 鄢东海,罗显扬,魏杰,等. 贵州地方茶树资源的生化成分多样性及绿茶品质[J]. 中国农学通报,2010,26(3):81 – 85.

YAN Donghai,LUO Xianyang,WEI Jie,et al. Biochemical components diversity and the quality of green tea on local tea germplasm resources in Guizhou[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin,2010,26(3):81 – 85. (in Chinese)

34 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2003.

35 杨亚军. 中国茶树栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.

36 吴婧,徐平,金志凤,等. 茶叶主要品质成分含量在采摘期的变化研究[J]. 中国茶叶加工,2015(2):24 – 28.

WU Jing,XU Ping,JIN Zhifeng,et al. Research on the changes of main components in tea leaves during plucking period[J]. China Tea Processing,2015(2):24 – 28. (in Chinese)