

茶果(林)复合园的光特征研究^{*}

郭素英 段建真 (安徽农业大学, 合肥 230036)

【摘要】 茶果(林)复合园上层林冠透光率落叶树种比常绿树种高2~15%, 春季可高出30%左右, 透光率维持大于55%水平对茶叶产量影响不显著. 林冠下的散射量12~14时已超过 $2.9 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 的茶树光饱和点水平. 落叶树下散射光量占总辐射量春季达65~80%, 夏、秋季45~60%. 茶树树冠面反射光量占总辐射量比例小, 晴天约为5~8%, 年变幅为5~10%, 日变幅以10~15时最高, 夏、秋季高达 $0.2 \sim 0.4 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$. 茶树树冠透射光量在500~2000 lx, 日变化以16~17时透射率最高约15~20%, 茶树吸收光占总量80~85%.

关键词 茶林复合园 光辐射 组成

Light characteristics in tea-fruit tree or-forest complex garden. Guo Suying and Duan Jianzhen (Anhui Agricultural University, Hefei 230036). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 1996, 7(4): 359~363.

The transmissivity of the deciduous trees in the upper canopy of tea-fruit tree or-forest complex garden is 2~15% higher than that of the evergreen trees, up to 30% especially in spring. The transmissivity had not remarkable effects on the tea yield, when it was kept more than 55%. The amount of scattered light under canopy at 12 am~2 pm is more than the light saturation point $2.9 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ of tea tree. The amount of scattered light in deciduous trees reaches to 65~80% of total radiation in spring, 45~60% in summer and autumn. The amount of reflected light of tea tree canopy occupies a small part of total radiation, about 5~8% in sunny days, within annual range of 5~10%. The maximum range of daily change is at 10 am~3 pm, which reaches to $0.2 \sim 0.4 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ in summer and autumn. The transmission of tea tree canopy is 500~2000 lux. The maximum range of daily change of transmission is 15~20% of total radiation at 4~5 pm, and the amount of absorbed light is 80~85%.

Key words Tea-fruit tree or-forest complex garden, Light radiation, Composition.

1 引言

果林复合茶园模式既可提高单位土地面积经济效益, 又可利用植物的不同光需求特性, 提高光能利用率从而提高产量改善品质. 但至今对这类混交茶园光的特征研究不多, 如单勇等研究了胶茶复合群落的辐射光谱^[1], 黄晓澜等研究了丘陵区茶林复合系统的光照强度^[5], 但对于我国普遍存在的茶果复合形式光辐射, 以及各种复合系统的光辐射特征未见报道^[4, 6], 本项目主要对阔叶落叶树种和针叶常绿树种

茶果林复合园光特征进行研究.

2 研究地区概况与研究方法

2.1 自然概况

2.1.1 敬亭山茶场 为缓坡丘陵, 位于安徽省宣城县, 118°E , $30^{\circ}59'\text{N}$, 海拔51 m. 该场共有梨茶复合园(PeTCG)13.84 hm², 梨树品种为“明月”, 树龄30 a, 树高5 m, 树冠径5.8~7.8 m, 行株距6×8 m, 茶树按每行梨树种植3行, 行距33 cm, 1 hm²梨树间作0.22 hm²茶树, 品种为祁门槠叶种群体和无性系福鼎大白茶. 栗茶复合园(CTCG)

^{*} 安徽省教委基金资助项目.

1995年4月5日收到, 1996年6月1日改回.

12.33 hm², 栗树品种为“蜜蜂球”、“黄栗蒲”, 树龄 9~10 a, 按行株距 4 m×4 m, 树高 3.5 m, 树幅 3 m; 间作茶树按栗树行距内种植 2 行, 行距 33 cm, 1 hm² 栗树种植茶树 0.5 hm², 品种同前. 茶乌柏复合园 (TTCG) 0.67 hm², 乌柏树龄 12 a, 行株距为 4.5 m×5 m, 树高 5 m, 树幅 3.5~4.0 m; 茶树按双条栽, 大行距 1.5 m, 小行距 0.35 m, 品种为群体祁门槠叶种.

2.1.2 安徽泾县爱民乡 位于江南丘陵坡地, 31°41'N, 118°38'E, 海拔高度 86 m, 有竹茶复合园 (BTCG) 0.4 hm², 竹品种为江南竹 (*Phyllostachys mitis*), 呈不规则排列, 平均株距 0.5~1.0 m, 茶树为 40 年生祁门槠叶种群体, 零星丛状种植. 茶杉复合园 (TCCG) 0.67 hm², 海拔高度 44 m, 杉树高 5 m, 树冠幅 3.6~4.5 m, 行距 12 m, 株距 8 m; 茶树为单行条植, 行距 1.5 m, 株距 0.3 m, 树龄 25 a 祁门槠叶种群体. 茶油桐复合园 (TOCG) 0.3 hm², 海拔高度 112 m, 油桐树龄 10 a, 树高平均 2.7 m, 树幅 3.5~3.8 m, 行距 5~6 m 株距 5 m; 茶树为祁门槠叶种群体, 单条栽行距 1.5 m, 株距 0.3 m. 茶柏复合园 0.47 hm², 海拔高度为 52 m, 乌柏树龄 20 a, 树高 5.5 m, 树幅 4~4.2 m, 行株距为 5 m×4.5 m; 茶树为祁门槠叶种群体, 单条栽行株距 1.5 m×0.3 m.

2.1.3 十字铺茶场 位于安徽郎溪县缓坡丘陵地, 30°55'N, 119°08'E, 海拔高度 36 m, 有茶松复合园 (TPICG) 3.33 hm², 松树为马尾松, 按行株距 6.5 m×6.5 m 种植, 树高 4.5 m, 树幅 3.8~4.0 m, 25 年生; 茶树为 30 年生祁门槠叶种群体, 单条栽行株距 1.5 m×0.3 m.

2.2 研究方法

按春季 (4 月中、下旬)、夏季 (7 月上、中旬)、秋季 (9 月上、中旬) 顺序对 3 个观测点连续测定 2~3 d, 选择晴天自 6:00~18:00 1 h 观测 1 次, 每种类型复合园连续观测 3 a, 3 个观察点测定时间相差 2~3 d, 每个观察点不同复合园与对照同时观测. 测定项目有光照强度、光辐射总量、散射辐射量、反射辐射量, 均使用照度计和 DFY-2 型天空辐射表, 在不同树种类型复合茶园上层林冠下茶树树冠上离地 1.2 m 处测定, 并以相邻空旷茶园作全光照对照. 同时在茶树树冠下离地面 5 cm 处使用照度计测定茶树树冠光透射量. 相应测量

茶树生长及对干茶品质影响, 采用挂牌固定观测茶芽生长和叶面积增长速度, 按春、夏、秋季采摘 1 芽 3 叶, 蒸青固样后检测茶叶内含物质成分: 水浸出物、茶多酚、氨基酸总量、咖啡碱含量, 测定均按国家标准 GB8305、8313、8314、8312 方法, 同时制成炒青茶样感官审评.

3 结果与分析

3.1 不同树种树冠透光率

复合茶园上层树冠透光率对茶树生育有重要影响, 但不同树种和栽植密度有显著差异. 总趋势是透光率随光照强度的增加而提高. 年变化中落叶树种和常绿树种透光率差异显著, 尤其是春季因树种发芽的早迟、叶片大小、疏密不同而不同. 在相同季节, 常绿树种透光率小于落叶树种, 其差值大致在 2~15% 之间, 同一树种则春季透光率大于夏、秋季, 尤其是落叶树种, 春季着叶迟, 叶片小, 透光率高, 常绿树种春季仍枝繁叶茂透光率相对低, 差值高达 30% 左右. 全年透光率以乌柏 (*Sapium sebiferum*) 最好, 其次是杉树 (*Cunninghamia lanceolata*), 竹和板栗 (*Castanea mollissima*) 最差, 乌柏全年透光率变幅较小, 春季 70~90%, 夏、秋季 45~60%, 而竹的全年透光率均在 25~40% 之间. 透光

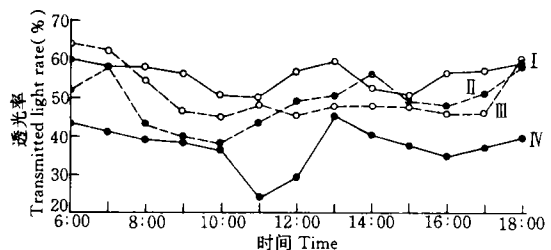


图1 夏季茶林复合园透光率日变化

Fig.1 Daily variation of transmitted-light rate in tea-fruit tree complex garden in summer.

I. 茶杉复合园 (TCCG) Tea-Chinafir Complex Garden, II. 梨茶复合园 (PeTCG) Pear-Tea Complex Garden, III. 茶柏复合园 (TTCG) Tea-Tallowtree Complex Garden, IV. 竹茶复合园 (BTCG) Bamboo-Tea Complex Garden. 下同 The same below.

率的日变化差异较大,当早晨太阳入射角小时,光照能透过稀疏的树干辐射到茶树上,随太阳升起,入射角变大,树冠枝叶密度大,则入射光强度变弱,15 时以后又逐渐呈上升趋势,形成峰谷曲线(图 1),谷底多在 10~12 时出现。但是,针叶树种日透光率变化较平稳,尤以竹林下遮荫过大,透光率只有茶杉复合园的 50~60%,而落叶树种在春季日变化更大,透光率随光辐射强度的变化而变化。同一时间不同树种的透光率也有很大差异,如落叶树种中的梨、栗、乌桕的透光率日变幅以乌桕透光率最高,其次是油桐、梨,再次是板栗。

3.2 不同树种树冠下的散射辐射量

茶树在散射光下生长新梢持嫩性好,氨基酸含量增加^[3]。因此,对茶叶自然品质的改善有重要意义,同时,茶树的光合作用的光饱和点大致在 $2.9 \sim 3.0 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 水平,只要复合茶园内的树种适当,种植密度合理,对茶叶产量无显著影响,根据测定结果,复合茶园内散射辐射量 12~14 时即已超过这一水平,其总辐射强度多数从 10~16 时达到或超过 $2.9 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 水平,可以满足茶树对光的需求。散射辐射量年变化趋势是随上层林冠透光率改变而变化的,落叶树种春季散射辐射量较大,所占总辐射量比例也大,达到 65~80%,夏、秋季散射辐射占总辐射量比例小,约为 45~60%;常绿树种散射量小,但全年变化平稳,以竹下散射光量最小,但所占透光率比例大,杉树下全年变化较小,马尾松下春、夏季变化小而秋季散射光量略有减少。散射辐射的日变化也同样随辐射程度增强而增加,其中以夏、秋季的 11~15 时最高,呈单峰曲线(图 2),最高峰值出现在 13 时前后,但其占总透射辐射量的比例较小,在 65~85% 之间,8 时前散射辐射量最低,所占比例却高达 85~95%。日变

幅以不同树种比较,则落叶林冠下最大,超过 $3.5 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$,常绿林冠下相对较小。落叶树种以板栗树下散射辐射量所占比例大,常绿树种中竹子种植密度大,遮荫郁闭度大,入射总辐射量小,故散射量也小,所占比例高达 90% 以上。

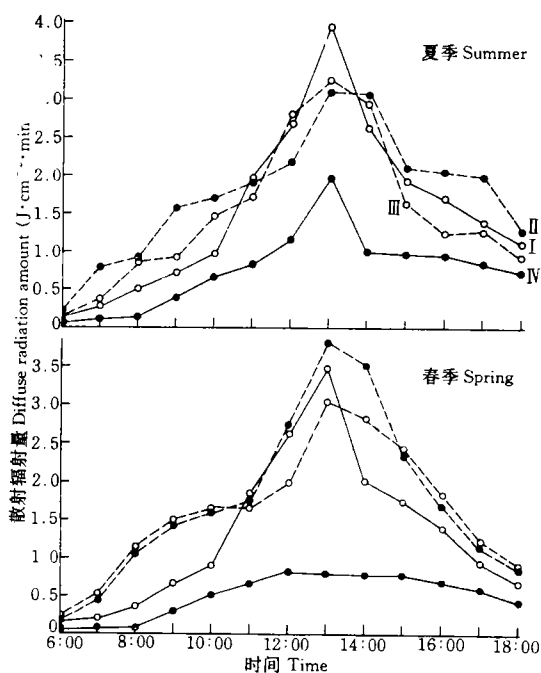


图 2 春、夏季不同树种树冠下散射辐射日变化

Fig. 2 Daily variation of diffuse radiation under different tree canopy in spring and summer.

3.3 茶树树冠面的反射辐射量

复合茶园茶树树冠对光的反射量不大,因为其入射光强度比空旷茶园弱,反射量也小。反射辐射量全年以秋季最高,夏季次之,春季最低。不同树种林冠下反射辐射量所占入射光量比例小,变幅也不大,年变幅在 5~10% 之间,相对而言,落叶林下年变幅大,常绿林下年变幅小,如茶柏复合园最大相差 $0.03 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$,而竹茶复合园最高相差 $0.002 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$,反射辐射量日变化以 10~15 时最高,其中夏、秋季可高达 $0.2 \sim 0.4 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$,日出前只有 $0.007 \sim 0.012 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 的

差值.日变幅以落叶林冠下较大,常绿林冠下日变幅较小,尤其是竹林下日变幅更小,大致在 $0.007\sim0.04\text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ 之间.反射辐射所占茶树树冠面入射总辐射量比例日变化不大,以 $12\sim14$ 时最高,早晨 7 时前最低,晴日多数在 $5\sim8\%$ 之间.

3.4 茶树树冠对光的透射

复合茶园茶树树冠光透射率与太阳入射角的变化呈负相关,即太阳入射角小时,由于茶树叶片遮蔽少,光透射率高,反之,当太阳在正午直射时,由于叶片互相遮蔽作用透射率却较低,同为春季,上午 8 时达到 $20\sim25\%$,而中午仅为 $5\sim8\%$.同样,春季透光率也略高于夏季,傍晚 $17\sim18$ 时,太阳入射角较小,透光率却有增加的趋势.同一季节和时间,透射率与茶树叶面积指数和分枝密度也呈负相关,当叶面积指数为 3.0 时比叶面积指数 4.2 时的透光率高 42.3% .然而透射光量仍然随入射光强度的增加而增加(图 3),无论是何树种透光量与入射光强度均呈正相关,以 $11\sim15$ 时最高,甚至可达到 3000 Lx 以上,尤其是中午 $12\sim13$ 时达到最高值.由于茶树树冠透光量不大,占入射到茶树树冠的光辐射总量比率小,大多数复合茶园在日出前仅占 1% 以下,日出后才迅速增加,中午前后可占 $15\sim20\%$,14 时后逐渐下降,17 时后又有上升.多数复合茶园透射光量在 $500\sim2800\text{ Lx}$ 范围内,占树冠入射光量 $5\sim20\%$.树种不同入射到茶树树冠面上辐射总量有差异,则透射光量改变.落叶树种随叶量增加而入射光量变小,透射量变小,而常绿树种全年都较落叶树种低 $10\sim20\%$,竹林下则更低,全年透射光量最高只有 850 Lx .透射光比例小,说明茶树吸收光多,大致在 $80\sim85\%$ 左右(图 4),而且不同树种复合园都很相似,仅竹茶复合园因反射和透射率均较低,故吸收率略高.

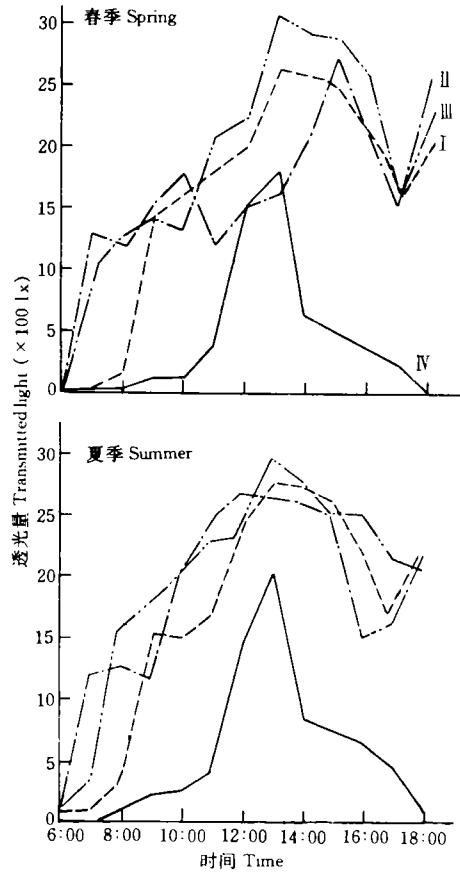


图 3 不同林冠下茶树树冠透光量
Fig. 3 Transmitted light amount of tea canopy under different tree - crown.

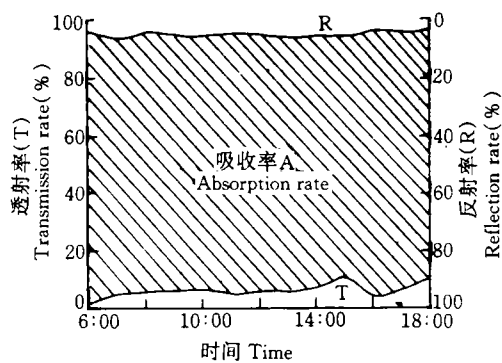


图 4 梨茶复合园茶树光的吸收率
Fig. 4 Light absorption for tea tree in PeTCGr.

3.5 复合园光特征对茶树生育影响

从观测的 7 种不同果树和林木与茶树复合园分析,可以分为两大类型,一是以

林、果为主要栽培植物,在林、果园的空隙地上间种一部分茶树,此种类型茶树占总土地面积 20~40%,如梨茶、栗茶、竹茶复合园,故果、林树种植较密,透光率较低,树荫下透光率只有 35~45%,尤其是竹茶复合园,由于竹的生长无序,又未间伐,茶丛零星分散,只占土地面积 10% 以下.二是以种植茶树为主,在茶园按茶树行距适当间作若干林或果树,作为茶树的遮荫树改善茶园生态环境,此类型复合园林、果树均不占用茶树种植利用的土地面积,种植在茶行间,树冠高大,透光较好,透光率在 55~65%,非树冠覆盖下可达到 95% 以上全光照,如茶乌桕、茶油桐、茶杉、茶松复合园,其中以茶柏复合园透光率最高.由于茶树的光饱和点低,具有明显的耐荫特性,而落叶阔叶林冠下从 9 时至 16 时春季的光辐射总量都能超过茶树光饱和点^[2],夏、秋季虽林冠浓密,遮光率达 35% 时,在 10~15 时光辐射总量也超过茶树光饱和点以上;当遮荫超过 45% 时,仅在中午 12~13 时超过 $2.926 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 水平;当遮荫超过 60% 时,全天都达不到茶树光饱和点水平.常绿树种复合茶园的遮光率只有 35~40%,仅竹茶复合园达到遮光率 85% 左右,故完全未达到茶树光饱和点水平,但能超过茶树光补偿点 $0.125 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 水平.所以受太阳入射角的年、日变化影响,以及树冠疏密变化季节影响,除竹茶复合园外,都能满足茶树光合作用对光辐射量的需求.不同树种复合园因光照强度和光质不同,新梢生长速度有明显差异,春季凡落叶并且发芽较迟的树种,覆下茶树发芽较早,新梢伸长速度快,常绿树种树荫下常推迟 2~3 d 发芽,伸长速度较缓慢,但持嫩性好.夏、秋茶所有复合园因光辐射强度低,园内热辐射较小,蒸发、蒸腾量小,茶芽萌发生长速度均较非复合茶园

缓慢,持嫩性好,对改善夏、秋茶品质十分有利.复合茶园由于光照的改变,茶园生态环境改善,茶叶品质(尤其是绿茶)明显高于非复合茶园,其内含物质中,氨基酸含量高 14.6~32.8%,水浸出物增加 23.8~28.4%,多酚类物质也略有增加.

4 结 论

4.1 茶与林(果)复合园由于光辐射总量组成产生了变化,散射光的比例达到 45~80%,同时,微域生态环境改善对提高绿茶品质有显著的生态学效应.

4.2 在树种适宜、种植布局合理条件下,复合园上层林冠透射辐射量,可满足茶树光合作用的需要,中午前后 10~15 时还能超过 $3.0 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$,在茶树光饱和点以上,故复合园对茶叶产量影响不显著.

4.3 从复合茶园光质和光辐射强度两方面考虑,上层林冠树种宜选择乌桕、杉树最好,其次是油桐、松、梨、板栗,最差的是竹.但如从树种品种和种植密度上给予调节,仍有较好的效果,如板栗种植“大红袍”品种比“蜜蜂球”好.种植密度以 1 hm^2 茶园 120~180 株为好,其透光率可维持在大于 55% 水平,对茶叶产量影响不大.

4.4 茶树树冠吸收 80~85% 的光辐射,仍有入射辐射的 5~20% 光透射到地面,可充分利用这部分“多余”光照条件,在茶行树荫下种植更耐荫的植物,如食用菌等.

参考文献

- 1 单勇等.1986.胶茶群落及胶林茶园辐射光谱的初步研究.云南茶叶,(3):46~51.
- 2 段建真等.1991.丘陵地区茶树生态的研究,生态学杂志,10(6):19~23.
- 3 段建真等.1992.遮荫与覆盖对茶园生态环境的影响,安徽农学院学报,19(3):189~195.
- 4 唐荣南等.1987.湿地松与茶树间作生态效应的研究.南京林业大学学报,(2):35~44.
- 5 黄晓澜等.1991.亚热带丘陵区茶林复合系统小气候特征的研究.生态学报,11(1):7~12.
- 6 陶汉之.1986.遮荫茶树光台特性的研究.植物生理学通讯,(4):42~46.