

# 农林复合生态系统中人体舒适度 及劳动效率研究\*

傅懋毅 傅金和 黄寿波

**摘要** 连续两个夏季,在位于中北亚热带地区的中国浙江省富阳市和临安县的桃茶间作园和纯茶园内布置采茶试验,并同步进行小气候测定。结果表明,间作园比纯茶园光强减弱 10~60 klx,气温降低 0.3~2.1 °C,空气湿度提高 1%~5%,风速减小 0.1~0.3 m·s<sup>-1</sup>。间作园内采茶工的衣服温度降低 0.5~1.5 °C,并以着白色衣料者降低最多;劳动者的实感温度降低 0.3~0.8 °C,在 1 d 中感到“极度不舒适”的时间减少 2.5 h;不舒适指数减少 1~3,人体感到“很不舒适”的时间减少 1 h。由于在间作园林下劳动感到舒适,因而劳动生产率提高 22.6%~29.5%。

**关键词** 农林复合生态系统、桃茶间作、小气候、人体舒适度、劳动效率

当今世界,自然资源、生态环境、耕地与人类需求之间的矛盾日益尖锐。而资源短缺、环境恶化、耕地减少、人口膨胀等问题,已愈来愈引起人们重视。在这种情况下,深入研究农用林业这一科学合理的土地经营体制,有着重要的现实意义。有关我国农林间作的历史、模式类型、栽培技术经验及效益,已有人作过一些研究<sup>[1]</sup>,林茶间作的小气候特征也有人作过报道<sup>[2,3]</sup>,但林茶间作后,对林下劳动者人体舒适度及其劳动生产率有什么影响,至今还未见有报道。本文根据 1992 年和 1993 年的试验资料,对上述问题进行探讨。

## 1 试验地概况及试验方法

本试验于 1992 年 8 月在浙江省富阳市富阳镇白鹤村杨家山桃茶间作园(30°02' N, 119°52' E, 海拔高度 25 m)和 1993 年 8 月在浙江省临安县横畈镇泉口农场桃茶间作园(30°16' N, 119°45' E, 海拔高度 72 m)进行,这两个试点均为缓坡地,属亚热带东岸型湿润季风气候,具有夏热冬寒、雨量充沛、四季分明的气候特征。土壤为红壤,土种黄砂土。试验分两个小区:桃茶间作园和纯茶园。富阳白鹤村桃茶间作园,桃(*Prunus persica* Batsch)树高 3 m,冠幅 2.5~3.0 m,离地面 20 cm 高处,树干直径 10 cm,10 年生,栽植密度 3 m×3 m,树冠郁闭度 65%左右。茶(*Camellia sinensis* (L)Kuntze)树高 80 cm,冠幅 120~150 cm,10 年生,栽植密度 30 cm×120 cm,当地一般品种,树冠郁闭度 70%~80%,桃茶两者合计盖度 90%左右。纯茶园内茶树栽培方式及生长状况同上,盖度 85%左右。临安县泉口农场桃茶间作园,桃树高 3.5 m,冠幅 3.0~3.5 m,7 年生,树冠郁闭度 70%,茶树高 85 cm,18 年生,鸠坑种,盖度 80%,桃茶合计盖度 90%。纯茶园栽培状况同间作园,盖度 75%~80%。

小气候观测于 1992 年 8 月 21~22 日和 1993 年 8 月 23~24 日进行。昼夜每隔 3 h 测定 1

1994-03-12 收稿。

傅懋毅副研究员,傅金和(中国林业科学研究院亚热带林业研究所 浙江富阳 311400);黄寿波(浙江农业大学)。

\* 本研究为加拿大国际发展研究中心(IDRC)资助的“中国农用林业系统综合研究亚热带丘陵坡地农用林业模式研究”项目的部分内容,亚林所曹群根参加部分野外观测,谨致谢意。

次。在采茶时间(10时~15时)内每隔0.5h测定1次。测定项目为气温、空气湿度、光照强度、风速和衣服表面温度。用阿斯曼通风干湿计测定空气温度和湿度,用国产ZF-2型照度计测定光强,用热电式微风仪测定风速,用红外线分析仪测定衣服温度。

将采茶技术基本相近的采茶工6人分成2组,每组3人,分别穿白色、灰色和黑色衣服,同步在桃茶间作园和纯茶园内采茶,茶叶采摘标准为1芽2叶。为了消除采茶工由于采茶速度不一致引起误差,上、下午2组工人互相对调,即上午在间作园内采茶的工人,下午到纯茶园内采茶。1992年8月22日上午(10:30~11:30)和下午(13:00~14:00)各采茶1h,分别称其鲜叶重和茶芽数。1993年8月24日上午(9:30~11:30)和下午(13:00~15:00)各采茶2h,也分别测定其茶鲜叶重和茶芽数。

## 2 试验结果分析

### 2.1 桃茶间作园的小气候特征

在湿润亚热带地区夏季白昼,桃茶间作园与纯茶园内1.5m高处的光强减弱、气温降低、风速减小,而空气湿度略有提高。当桃树郁闭度达70%~80%以下时,夏季白昼光照减弱10~60klx,气温降低0.3~2.1℃,风速减小0.1~0.3m·s<sup>-1</sup>,空气相对湿度提高1%~5%。这种差异以正午前后最大,而清晨和傍晚较小(图1)。形成上述小气候特征的原因是太阳光进入桃茶系统后,受到桃树冠层茎叶的层层削弱,系统内发生着对太阳光能多次反射、吸收和透射过程,因而达到系统内离地面1.5m高处光强减弱。而气温的下降则与光强密切相关。空气运动受茎叶阻挡及摩擦作用,而使间作园内风速减小。空气湿度的变化,由于在桃茶间作园中,总蒸散量增大,湍流交换弱,地面蒸发和植物蒸腾的水汽不易逸散,使其空气湿度比纯茶园大。夜间,纯茶园内风速大于间作园,故间作园内的气温比纯茶园高0.1~0.4℃,但差异明显小于白昼。

### 2.2 劳动者衣服温度

服装是人类防御外界气候变化的手段之一。衣服与人体间形成“衣服小气候”层,可改变人体热量的吸收、对流、蒸发与传导,进而影响人体热量的平衡。暖季服装的作用是隔热、减少辐射、影响排汗率和气流速度。对于休息者,衣服可减少排汗率;对重体力劳动者,衣服则增加排汗率;对体力消耗中等的劳动者,则没有明显影响。冬季,衣服有减少失热的作用。衣服小气候与衣料厚度、伸缩性、透气性、吸湿性及挺括、合身与否有关。空气层所占容积称含气容积。棉布或棉麻等衣料,含气容积小,透气性好,热传导好,适做夏衣。而毛织品反之,适做冬衣。衣服小气候还与衣料的颜色有关,不同颜色的衣料对太阳辐射具有不同的反射率,从而使衣服表面温度不同(表1)。

表1 不同颜色衣服的表面温度

(单位:℃,浙江富阳,1992-08-22,晴)

测定时间 (时:分)	桃茶间作园			纯茶园		
	白色	灰色	黑色	白色	灰色	黑色
10:40	28.9	29.1	29.2	29.7	30.1	30.2
13:40	31.0	31.8	32.1	32.5	32.6	33.1

由表1可见,在高温期间桃茶间作园的采茶工,衣服表面温度比纯茶园的低0.5~1.5℃。

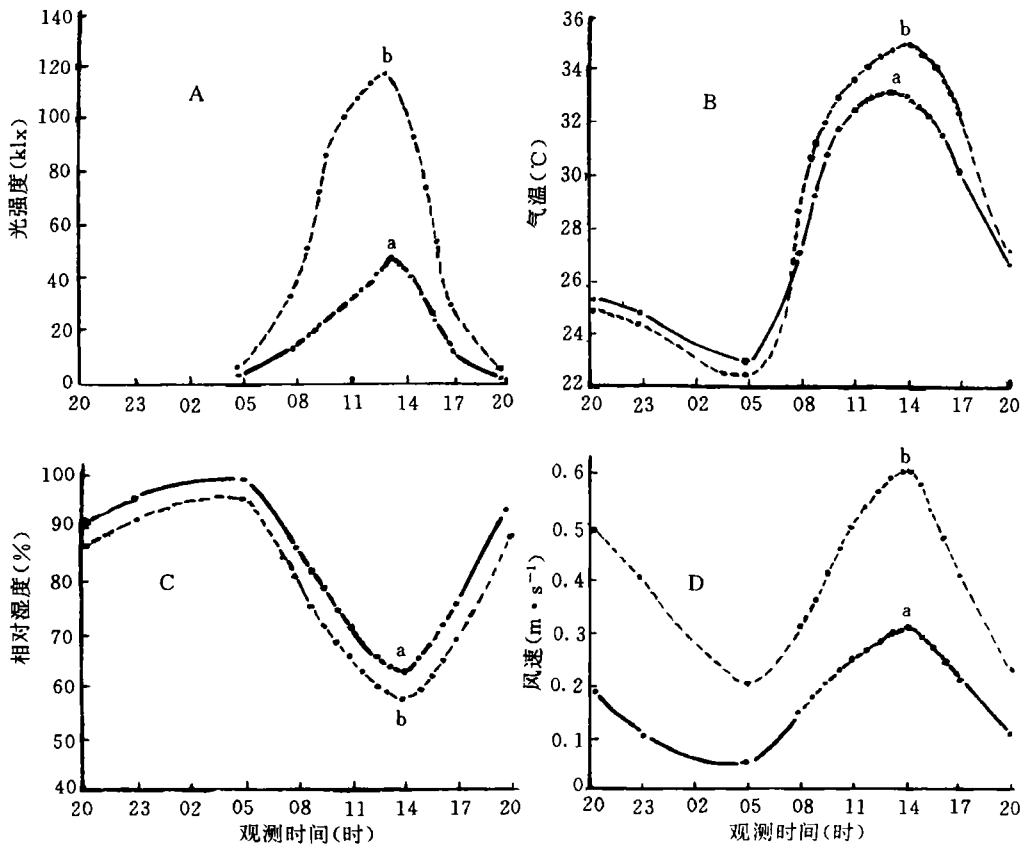


图1 两类茶园内光、温、湿、风的日变化(1993—08—23~24,晴,浙江临安)

A:光照强度,B:气温,C:空气湿度,D:风速;a:桃茶间作园,b:纯茶园

同一茶园中,则着白色衣服者温度最低,灰色衣服者次之,黑色衣服者最高。一般白色衣服比黑色衣服低 0.3~1.5 °C。同时还可看出,午后比午前衣服表面温度高。

## 2.3 劳动者人体舒适度

2.3.1 人体的热环境 人体靠与周围环境之间保持热量平衡,维持恒定的体温。根据热量平衡原理,人体与环境之间的热量交换方程可用下式表示:

$$Q = M \pm R \pm P - E \quad (1)$$

式中  $Q$  为人体的热量变化量,反映体温的变化; $M$  为代谢产热量; $R$  为辐射热交换量; $P$  为湍流热交换量; $E$  为蒸发热交换量。据报道<sup>[4]</sup>,人体的新陈代谢在休息时最低,轻微受寒时增加 30%~100%,严寒持续 1 h 增加到 5 倍(其中 2 倍通过发抖御寒),在烈日下增加 4.0%~19.4%,遮挡炎热处增加 2.2%~14.2%。人体通过散热调节体温,散热的主要途径是皮肤,皮肤散热的形式有传导、对流、辐射和蒸发等。在常温下,人体总散热量的 60%~65% 由辐射和传导进行,20%~30% 由蒸发进行。在温度较低时(10 °C 左右),以辐射和对流传热为主,而温度较高时(高于 30 °C),则以蒸发失热为主。

2.3.2 劳动者实感温度 人体的舒适度与温度、湿度、风速等气象因子有关。Yaglou et al<sup>[5]</sup>

认为,实感温度是人体在不同气温、湿度、风速的综合作用下所产生的热感觉指标。据实验,在下列三种情况下,人体均感到舒适,其实感温度均为 17.7 °C,即:(1)气温 17.7 °C,相对湿度 100%,风速 0;(2)气温 22.4 °C,相对湿度 75%,风速 0.5 m · s<sup>-1</sup>;(3)气温 25 °C,相对湿度 20%,风速 2.5 m · s<sup>-1</sup>。实感温度可用下式<sup>[6]</sup>表示:

$$T_e = 0.85T_w + 0.15T_d \quad (2)$$

式中  $T_e$  为实感温度; $T_w$  为湿球温度; $T_d$  为干球温度。根据人体实验结果,冬季实感温度为 17.2~21.7 °C 时,一半实验者感到舒适,因此该范围内的实感温度称为“舒适带”。夏季相当于 18.9~23.9 °C。人体对不同实感温度的感觉状况见表 2。桃茶间作园与纯茶园比较,其具有

表 2 人体对实感温度的感觉分类<sup>[7]</sup>

实感温度(°C)	<15.0	15.0~16.9	17.0~24.9	25.0~26.9	27.0~28.0	>28.0
人体感觉	不 适	冷	舒 适	过 暖	不 适	极度不适

夏季白昼气温降低,湿度提高,风速减小的小气候特征,对林下劳动者舒适度似有一定的抵消作用。不过气温是主导因子,夏季白昼降低温度则使人体感到舒适。由小气候资料计算得出不同茶园内的实感温度日变化见图 2。图 2 可见,在湿热亚热带地区的盛夏季节,桃茶系统内的劳动者的实感温度日变化,是夜间感到“舒适”,日出后感到“过暖”,上午 9 时或 10 时开始感到“不适”,而正午前后感到“极度不适”,17 时后又 是“不适”,直到日落仍感“过暖”。在桃茶间作园内,虽然湿度略有增加和风速减小,但温度对人体舒适度起主要作用,因此桃茶间作园内感到“极度不适”时间明显少于纯茶园(表 3)。由表 3 可见,在桃茶间作园内林下劳动者感到“极度不适”时间,从上午 10 时半开始直到下午 5 时结束,共 6.5 h;而纯茶园内的劳动者感到“极度不适”时间,从上午 9 时开始直到下午 6 时结束,共 9.0 h,比桃茶间作园多 2.5 h。一般气温超过人体的皮肤温度就会对人体加热,引起过

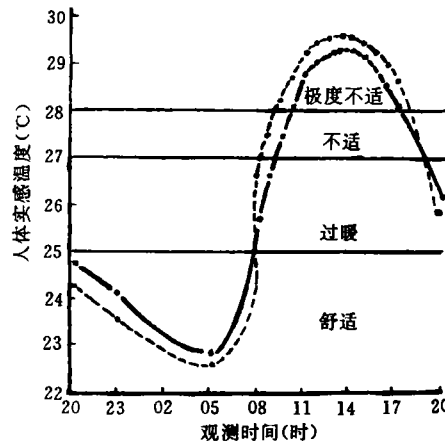


图 2 两类茶园内人体的实感温度日变化  
(1993—08—23~24, 晴, 浙江临安)  
a: 桃茶间作园; b: 纯茶园

表 3 桃茶间作园与纯茶园各级实感温度的起止时刻及持续时间

处 理	舒 适		过 暖		不 适		极 度 不 适	
	起止时刻 (时:分)	时间 (h)	起止时刻 (时:分)	时间 (h)	起止时刻 (时:分)	时间 (h)	起止时刻 (时:分)	时间 (h)
桃茶间作园	20:00~07:30	11.5	07:30~09:00 19:00~20:00	1.5 1.0	09:00~10:30 17:00~19:00	1.5 2.0	10:30~17:00	6.5
纯 茶 园	20:00~07:30	11.5	07:30~08:30 19:00~20:00	1.0 1.0	08:30~09:00 18:00~19:00	0.5 1.0	09:00~18:00	9.0

热症,中暑是其中一种。研究<sup>[8,9]</sup>指出,中暑与当天 14 时气温、相对湿度及前一天晚上 02 时气温和最低气温关系最大,“极度不适”时间过长,则使中暑人数明显增多。

2.3.3 劳动者不舒适指数 不舒适指数(Discomfort index)亦称温湿指数(Temperature-humidity index),是由 Tromp<sup>[10]</sup>首先提出的,后人<sup>[11]</sup>又作了发展,目的是评价在不同气候条件下人体的舒适感觉,不舒适指数根据气象要素按下列公式求得:

$$DI = 0.4(T_d T_w) + 15 \quad (3)$$

式中  $DI$  为不舒适指数,  $T_d$  为干球温度,  $T_w$  为湿球温度,单位为华氏度( $^{\circ}F$ ),若用摄氏度( $^{\circ}C$ )表示,则(3)式为:

$$DI = 0.72(T_d + T_w) + 40.6 \quad (4)$$

上述符号同(3)式。用干球温度( $T_d$ )和露点温度( $T_{dp}$ )求  $DI$ ,则为:

$$DI = 0.55T_d + 0.2T_{dp} + 17.5 \quad (5)$$

用干球温度( $T_d$ )和空气相对湿度( $R_h$ )求  $DI$ ,则是:

$$DI = T_d - (0.55 - 0.55R_h)(T_d - 58) \quad (6)$$

式中  $R_h$  为空气相对湿度,以小数表示,如 60% 则以 0.6 代入。根据(3)~(6)式计算不舒适指数,其数值愈高,则不舒适程度愈严重。一般认为<sup>[6]</sup>,指数在 60~65 时,大部分人感到舒适;75 时一半人感到不适,大于 80 时大部分人感到不舒适。在静风条件下,不同不舒适指数的人体不舒适情况见表 4。

表 4 不舒适指数与人体的舒适情况<sup>[4]</sup>

不舒适指数	<68.0	68.1~72.0	72.1~78.0	78.1~82.0	82.1~88.0	>88.0
不舒适情况	无人不舒适	少数人不舒适	半数人不舒适	多数人不舒适	很不舒适	极不舒适,有中暑危险

注:表中数值根据参考文献<sup>[4]</sup>附图估算。

为了探求农林复合生态系统对林下劳动者人体舒适度的影响,需根据(4)式用  $T_d$  和  $T_w$  来求算  $DI$ 。(4)式中的  $T_d$  表示当地气温高低,  $T_w$  表示湿球温度,其值决定于湿球表面水分的蒸发速度。根据道耳顿定律,水面蒸发速度与饱和差、气温、风速和气压有关。因此根据(4)式计算不舒适指数,实际上已考虑到了当时的气温、空气湿度(用饱和差表示)、风速和气压等气象因素,它能较好地表示人体的舒适状况。桃茶间作园和纯茶园内劳动者的不舒适指数  $DI$  日变化见图 3。

图 3 可见,亚热带北部(浙北地区)夏季,桃茶系统内劳动者的不舒适指数日变化为一单峰型正弦曲线,一天中最大值出现在午后(14 时),最小值出现在日出前后(05 时),其变化值在 73~86 之间,对照表 4 资料可知,前一日 20 时到当日 08 时,不论桃茶间作园和纯茶园内,劳动者中有半数人感到不舒适,08~09 时多数人感到不舒适,09~17 时全部人感到很不舒适。

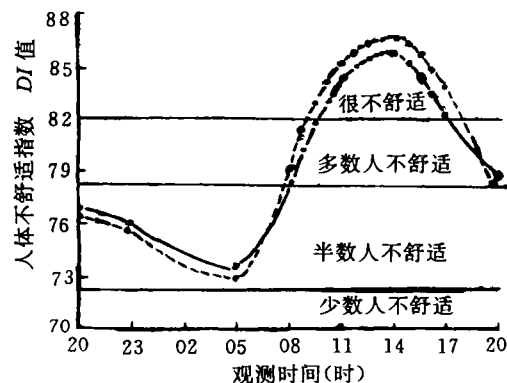


图 3 两类茶园内人体的不舒适指数日变化  
(1993-08-23~24,晴,浙江临安)

a: 桃茶间作园; b: 纯茶园

桃茶间作园与纯茶园比较,夏季白昼降温对改善人体舒适度起主要作用。因此一天中桃茶间作园内劳动者感到很不舒适的时间比纯茶园短 1 h,上午迟 0.5 h 开始,下午则提早 0.5 h 结束(表 5)。

表 5 桃茶间作园与纯茶园内劳动者的各级不适指数的起止时刻及持续时间

处 理	半数人不舒适		多数人不舒适		全部人很不舒适	
	起止时刻 (时:分)	时间 (h)	起止时刻 (时:分)	时间 (h)	起止时刻 (时:分)	时间 (h)
桃茶间作园	20:00~08:00	12.0	08:00~09:30 17:30~20:00	1.5 2.5	09:30~17:30	8.0
纯茶园	20:00~07:30	11.5	07:30~09:00 18:00~20:00	1.5 2.0	09:00~18:00	9.0

有人<sup>[4]</sup>认为,不舒适指数超过 70、75 和 80 时,分别有 10%、50%和 100%的人感到不舒适,超过 88 则有中暑危险。在亚热带地区夏季,郁闭度超过 50%的农林系统内,林下劳动者的不舒适指数很少达 88,可见农林系统对防止中暑有良好作用。

#### 2.4 劳动生产率

人的体力和脑力活动的能与周围环境有关,其中与气候因子关系最为密切。据报道<sup>[4]</sup>,各类活动最适宜的气象条件是:正常生活,气温 15~20℃,相对湿度小于 70%;脑力劳动,10~17℃;轻体力劳动,15~18℃;重体力劳动,7~17℃。因为气温升高,皮肤温度也升高,因而体温升高。炎热时,人体虽可通过皮肤散热,但造成大脑皮层的供氧不足,肌肉得到的血液减少,代谢性产物堆积,从而降低心智机敏度和判断力,限制了生理上的工作量,降低劳动生产率。大脑皮层缺氧严重时还会出现热痉挛、脱水和中暑等急性病症。

农林复合生态系统与单一生态系统比较,在夏季光照减弱,温度降低,使林下劳动者的人体舒适度提高,一天中感到“极度不舒适”和“很不舒适”的持续时间减少。人们在比较舒适的环境中劳动,因而使劳动生产率有不同程度提高(表 6)。

表 6 桃茶间作园与纯茶园内劳动生产率比较

测 定 日 期 (年-月-日)	采茶鲜叶重( $\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{人}^{-1}$ )			采茶芽数( $\text{个} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{人}^{-1}$ )		
	间作园	纯茶园	增加(%)	间作园	纯茶园	增加(%)
1992-08-22	上午	555.0	8.8	3 591	3 559	0.9
	下午	610.0	38.6	3 947	3 071	28.5
	全天	582.5	22.6	3 769	3 315	13.7
1993-08-24	上午	300.0	10.8	1 383	1 092	26.7
	下午	450.0	45.9	2 979	1 369	117.6
	全天	375.0	29.5	2 181	1 231	77.1

注:各个处理 3 人采茶,分别着白、灰、黑色衣服。1992 年上午、下午各采 1 h,1993 年上午、下午各采 2 h。表中数字均为平均值。

表 6 可见,每人每小时采得茶鲜叶重,桃茶间作园比纯茶园 1992 年提高 8.8%~38.6%,平均提高 22.6%,1993 年提高 10.8%~45.9%,平均提高 29.5%,下午的增加值比上午大。每人每小时采得的茶芽数,桃茶间作园比纯茶园 1992 年增加 0.9%~28.5%,平均为 13.7%,1993 年增加 2.67%~117.6%,平均为 77.1%,也是下午的增加值比上午大。由此认为,在炎

热季节白昼,桃茶间作园的采茶工比纯茶园茶叶采摘速度快,劳动效率高,而光照强、气温高的正午前后,这种差异最为明显。

### 3 结论

(1)桃茶间作园与纯茶园比较,夏季白昼光照减弱、气温降低、湿度增加、风速减小。该小气候特点,使人体感到舒适,反之,则使人体散热困难。由于温度是影响人体舒适度的主要因子,因此,农林系统的小气候特点,有利于提高林下劳动者的人体舒适度。

(2)夏季白昼在桃茶间作园下劳动的采茶工的衣服表面温度比纯茶园降低 0.3~1.5℃,其中以着白色衣料者降低最多,灰色衣料者次之,黑色衣料者最少。

(3)人体的实感温度和不舒适指数,可以比较客观地反映从事露天作业的工人、农民及其它职业的劳动者人体的舒适情况。在桃茶间作园内,林下劳动者的实感温度比纯茶园降低,白天感到“极度不舒适”的持续时间比纯茶园减少 2.5 h。不舒适指数也比纯茶园减小,一天中在间作园内的劳动者人体感到“很不舒适”的持续时间也比纯茶园少 1 h。

(4)农林复合系统改善小气候,降低劳动者的衣服表面温度,提高人体舒适度,给劳动者创造了一个比较舒适的环境,从而提高了林下劳动者的劳动生产率。在桃茶间作园内每个采茶工人每小时采得的鲜茶重量比纯茶园提高 22.6%~29.5%,并以晴天正午前后炎热时段最明显。

### 参 考 文 献

- 1 Zhaohua Z, Fu Maoyi, Sactry C B. *Agroforestry Systems in China*. Published jointly by: Chinese Academy of Forestry, China and International Development Research Centre, Canada, Printed in Singapore, 1991.
- 2 黄晓澜, 黄寿波. 亚热带丘陵区茶林复合系统小气候特征研究. *生态学报*, 1991, 11(1): 7~12.
- 3 丁瑞兴, 黄寿波. 茶园间植乌柏的气候生态效应. *应用生态学报*, 1992, 3(2): 131~137.
- 4 朱瑞兆编著. *应用气候手册*. 北京: 气象出版社, 1991. 329~360.
- 5 Yaglou C P. A method for improving the effective temperature index *ASHVE Trans.* 1947, 53: 307~309.
- 6 上海第一医学院. *环境卫生学*. 北京: 人民卫生出版社, 1981. 380.
- 7 夏廉博. *人类生物气象学*. 北京: 气象出版社, 1986. 130~136.
- 8 武汉中心气象台. 武汉中暑人数与气象因子的逐步回归分析. *全国应用气候会议论文集*, 北京: 科学出版社, 1977. 134~141.
- 9 谭冠日编著. *应用气候*. 上海: 上海科学技术出版社, 1985. 269~291.
- 10 Tromp S W. *Medical Biometeorology*. Elsevier, Amsterdam, 1963.
- 11 Johnson H D, et al. In *Handbook of Agricultural Productivity*. 1982, II. Animal Productivity, CRC, Florida.

## Study on Effects of Improving Labour's Comfortableness and Working Efficiency in Agroforestry Ecosystem

*Fu Maoyi Fu Jinhe Huang Shoubo*

**Abstract** A tea-picking experiment has been laid out both in pure tea garden and peach-tea intercropping garden, for two summer seasons running at Linan and Fuyang Counties of Zhejiang Province which are located at north-mid subtropical area of China where the microclimate has been measured simultaneously. Results indicate that comparing with those in the pure tea plantation, in the peach-tea intercropping garden its light intensity, air temperature and wind speed reduced by 10 000~60 000 lx, 0.3~2.1 °C, and 0.1~0.3 m·s<sup>-1</sup> respectively but its air humidity increased by 1%~5%. Working in the intercropping garden, the temperature of workers' clothes reduced by 0.5~1.5 °C while the most reduction appeared from those dressing in white and the workers' effective temperature and the most uncomfortable time during a day, the discomfort index and the most uncomfortable time reduced by 0.3~0.8 °C and 2.5 hours, 1~3 and 1 hour respectively. Due to the worker's comfortableness in the intercropping garden, the worker's productivity increases around 22.6%~29.5%.

**Key words** agroforestry ecosystem, peach-tea intercropping, microclimate, labour's comfortableness, labour productivity

---

Fu Maoyi, Associate Professor, Fu Jinhe (The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF Fuyang, Zhejiang 311400); Huang Shoubo (Zhejiang Agricultural University).

---

### “巨尾桉种质胶丸常温保存研究”成果通过鉴定

由中国林业科学研究院热带林业研究所曹月华副研究员主持研究的“巨尾桉种质胶丸常温保存研究”成果于1994年12月20日通过鉴定。采用常温保存巨尾桉种质资源,投资少,适合我国情况,对保护植物资源,发展优良桉树造林有重要意义,专家们一致认为该成果兼具学术价值和实践意义,成果总体上达到同类研究的国际先进水平。

本课题经过3年的试验研究工作,建立了巨尾桉胶丸种质常温保存条件,取得了保存10个月,再生率达52%的好成绩。根据胶丸种质保存期间与代谢有关的胶丸种质的呼吸、叶绿素、可溶蛋白和多酚氧化酶几个生理参数,以及过氧化物酶在10个月常温保存条件下的变化规律,发现了再生率和活力与生理参数的关系,从而为常温下采取限制营养供给和低氧结合,实现种质长期保存提供了生理生化依据。并摸索出了胶丸种质在保存期间胶丸颜色由绿逐渐转白或转黑过程与胶丸种质丧失生活力的关系。若阻断这一过程即可延长种质保存时间,这一发现具有较高实践意义。

(陈荷美)