

# 塑料大棚茶园微气象特征与龙井茶生产

黄寿波

许允文

(浙江农业大学基础部, 杭州 310029) (中国农业科学院茶叶研究所)

俞忠伟

韩文炎

范兴海

(浙江农业大学) (中国农业科学院茶叶研究所) (浙江农业大学)

**摘要** 本文讨论了塑料大棚茶园内微气象参数的特征以及微气象参数对高档龙井茶春季开采期、产量和产值的影响。研究表明,塑料棚茶园与对照的茶园比较,其平均气温、最高气温、最低气温、平均空气相对湿度和最小相对湿度是增加的。它们之间的相互关系可以用一组回归方程式来表示。同时指出,与对照茶园相比,塑料大棚茶园的春茶开采期提前 10~15 d,高档龙井茶产量增加 17%~35%,产值提高 103%~160%。

**关键词** 茶园; 塑料温室; 温室栽培; 小气候; 特征; 龙井茶

**中图分类号** S571.1; S625; S162.4

当前,塑料薄膜在农业上的应用已经非常广泛<sup>[1]</sup>。茶园搭盖塑料棚应用日光增温使茶叶提早上市和增加经济效益已有报道<sup>[2]</sup>。塑料大棚内的温湿度变化规律已有人作过研究<sup>[3]</sup>。但是茶园内搭盖塑料棚后引起温湿度变化与龙井茶提早上市的关系还少有报道。本文在 1993~1994 年工作<sup>[4-5]</sup>的基础上,对此问题进行了进一步试验分析。

## 1 试验设置及测定方法

试验区设在杭州市中国农业科学院茶叶研究所试验茶园内。供试茶树品种为龙井 43,单条栽,23年生,树高 80 cm,冠幅 120 cm,树冠覆盖度 85%。共分 2 个试验区,管理水平基本一致,面积各为 0.2 hm<sup>2</sup>。其中一个试验区于 1994 年 12 月中旬搭盖塑料薄膜,使茶园形成日光温室,茶树在温室内过冬。大棚呈平拱型结构,近南北走向,高 2 m,底宽 14 m,底面长 60 m。四周覆盖聚氯乙烯薄膜。另一试验区为不搭棚的常规茶园。在 2 个试验区中间各设气象百叶箱 1 个,箱内各装置国产自记温湿度计(周型)1台,干湿球温度表、最高温度表和最

收稿日期: 1996-06-07

第 1 作者简介: 黄寿波,男,1937年生,教授

低温度表 1套。于 1995年 1月初正式进行自动观测记录。使用前仪器预先经过校正。观测方法根据地面气象观测规范<sup>[6]</sup>进行。在早春茶新梢生长期,每一处理区选定有代表性的观测点 3个,各用细绳圈出 1.2 m<sup>2</sup> 面积的茶蓬,定位观测茶芽萌发情况,并进行冻害调查和产量、产值记录登记

## 2 试验结果及分析

### 2.1 微气象参数数学模型

2.1.1 日、周平均气温 大棚茶园内的温度与对照茶园的有着很大的不同。棚内的空气温度,白昼比对照茶园高,夜间一般也是比较高的。大棚内的温度高低与大棚的覆盖材料特性、棚架结构、密封或通风状况和天气条件等有关。在本文所述试验以及生产上当大棚内气温超过 30℃时采用开门自然通风状况下,大棚茶园内的温度( $\bar{T}$ )与外界对照茶园的温度( $\bar{t}$ )有密切关系。现将冬季和早春各时段(1月,2月,3~4月上旬)的日平均气温、周平均气温、周最高气温和周最低气温绘成散点图(图 1)

由图可见,变量 $\bar{T}$ 与 $\bar{t}$ 之间存在着相关关系,因变量( $\bar{T}$ )的值随自变量( $\bar{t}$ )值的变化而变化。审视图中点子的分布状况,可以看出 $\bar{T}$ 有随外界 $\bar{t}$ 增加而增高的趋势。它们之间有一种简单的相关关系,在相关方向上大致可以确定一条回归直线,定量地表示 2个变量之间的关系。

为了在实际生产中应用,进一步探讨 $\bar{T}$ 与 $\bar{t}$ 的统计相关规律是必要的。为此我们统计了 $\bar{T}$ 与 $\bar{t}$ 的相关关系和估算方程如表 1

表 1 塑料大棚茶园内气温(℃)的估算方程

Table 1 The estimated equations of air temperature (℃) in the plastic green house tea plantation

要素	时间	样品数 $n$	估算方程	相关系数 $R$	$R$ 显著性水平	
					$t > t_{0.05}$	$t > t_{0.01}$
日平均气温	1月	22	$\bar{T} = 4.79 + 1.13\bar{t}$	0.5518	2.959 > 2.074	2.959 > 2.074
日平均气温	2月	28	$\bar{T} = 6.80 + 0.51\bar{t}$	0.8212	7.338 > 2.048	7.338 > 2.763
日平均气温	3~4月上旬	40	$\bar{T} = 7.01 + 0.89\bar{t}$	0.9556	19.994 > 2.021	19.994 > 2.704
周平均气温	1~4月上旬	13	$\bar{T} = 3.80 + 1.25\bar{t}$	0.9666	11.371 > 2.160	11.371 > 3.012
周最高气温	1~4月上旬	13	$\bar{T}_{\max} = 19.56 + 0.59\bar{t}_{\max}$	0.7556	3.826 > 2.160	3.826 > 3.012
周最低气温	1~4月上旬	13	$\bar{T}_{\min} = 1.86 + 0.94\bar{t}_{\min}$	0.8791	6.116 > 2.160	6.116 > 3.012

由表 1可见,估算方程式即直线回归的一般表达式为:

$$T = a + bt \quad (1)$$

式中: $T$ 为大棚茶园内的气温, $t$ 为对照茶园内的气温, $b$ 表示当 $t$ 增加 1个单位时 $T$ 平均增加的数量,即回归直线的斜率(回归系数), $a$ 为回归直线在 $T$ 轴上所截的距离(截距)。表 1中所列各个估算方程,经 $t$ 检验法检验,表明相关系数 $R$ 均在 0.01水平上显著,即 $T$ 与 $t$ 相关极显著。说明只要知道或测定裸露茶园的气温(气象部门可以提供),便可估算出大棚茶园内的气温。据(2)式:

$$T - t = a - (1 - b)t \quad (2)$$

可知大棚茶园的增温效果 $\Delta t$ 为:

$$\Delta t = a - (1 - b)t \quad (3)$$

显然, (3) 式揭示了大棚茶园内的气温随对照茶园的气温的变化规律, 亦即冬季大棚茶园内的气温随对照茶园温度的升降而变化。因此, 为了保持棚内茶园的气温达到茶树生长所要求的最适温度, 必须采用自然通风, 如揭幕或开门通风等方法加以调节。由 (3) 可知, 当  $\Delta t = 0$  时

$$t = a / (1 - b) \quad (4)$$

(4) 式表示大棚增温不存在。因此,  $a / (1 - b)$  可以说是一个临界温度。这个临界温度随塑料薄膜的化学性质、颜色、厚度、清洁度和大棚结构而变化。

2.1.2 活动积温和有效积温 茶树完成某一生长期或发育期需要一定的温度总和, 这一温度总和称为积温。积温可分活动积温 ( $A_a$ ) 和有效积温 ( $A_e$ ) 两种。  $A_a$  的表达式为:

$$A_a = \sum_{i=1}^n \bar{t}_{>B} \quad (5)$$

式中:  $B$  为生物学下限温度,  $\bar{t}_{>B}$  为高于下限温度的日平均温度, 即活动温度,  $\sum_{i=1}^n$  为该生育期始日至终日 ( $1 \sim n$  日) 之和  $A_e$  的表达式为:

$$A_e = \sum_{i=1}^n (\bar{t}_{>B} - B) \quad (6)$$

上式中  $(\bar{t}_{>B} - B)$  为有效温度

关于茶芽萌动的生物学下限温度, 大多数品种为  $10^{\circ}\text{C}$  左右, 有的品种在  $10^{\circ}\text{C}$  以上, 而另一些品种则不到  $10^{\circ}\text{C}$ <sup>[7]</sup>。本文统计了大棚茶园与对照茶园从 1 月 1 日开始至不同日期的活动积温与有效积温 (表 2)

表 2 塑料大棚茶园与对照茶园内的活动积温 ( $A_a$ ) 和有效积温 ( $A_e$ ) 比较

Table 2 Comparison of active accumulated temperature ( $A_a$ ) and effective accumulated temperature ( $A_e$ ) in the plastic green house tea plantation and in the control

日期	处 理	$\geq 5.0^{\circ}\text{C}$		$\geq 8.0^{\circ}\text{C}$		$\geq 10.0^{\circ}\text{C}$	
		$A_a$	$A_e$	$A_a$	$A_e$	$A_a$	$A_e$
1月 1日至	棚 内						
	对 照						
3月 14日	棚 内	567.8	252.8	427.5	91.5	270.3	30.3
	对 照	194.5	54.5	44.5	4.5	0.0	0.0
3月 24日	棚 内	703.2	338.2	562.9	146.9	397.1	67.1
	对 照	275.0	91.0	104.6	15.6	24.2	4.2
4月 4日	棚 内	851.7	436.5	711.2	215.2	555.1	115.1
	对 照	340.2	120.2	156.6	27.6	57.6	7.6
4月 6日	棚 内	1 003.0	533.0	862.7	286.7	696.9	156.9
	对 照	425.1	155.1	214.2	37.2	87.8	7.8
4月 6日	棚 内	1 038.4	567.4	898.1	306.1	732.3	172.3
	对 照	449.7	169.7	238.8	46.0	112.4	12.4

由表 2 可见, 在同一日期, 大棚茶园与对照茶园内的活动积温与有效积温相差很大, 例如 3 月 14 日, 大棚茶园内  $\geq 8^{\circ}\text{C}$  的活动积温为  $562.9^{\circ}\text{C}$ , 有效积温为  $146.9^{\circ}\text{C}$ ; 而对照茶园内  $\geq 8^{\circ}\text{C}$  的活动积温为  $104.6^{\circ}\text{C}$ , 有效积温为  $15.6^{\circ}\text{C}$ 。由此可见, 在我国亚热带湿润地区, 积温的多少是形成室内外茶园茶芽萌动、新梢生长快慢和茶叶采摘迟早的主要因子。

2.1.3 日、周平均空气相对湿度 塑料大棚茶园内水汽含量, 决定于棚内茶园土壤蒸发、茶树蒸腾、大棚换气率和外界空气的湿润状况。本试验中, 为了调节温湿度, 每日中午前后开门换气, 还根据茶园土壤湿润状况, 喷水灌溉, 因而使室内保持一定湿度。尽管如此, 大棚茶园与对照茶园的空气湿度, 仍然有着一定的关系(图 2)。

由图 2 可见, 自变量( $\bar{R}$ )与因变量( $\bar{r}$ )也存在着相关关系。 $(\bar{R})$ 与 $(\bar{r})$ 的相关性, 可用直线回归方程式(表 3)表示, 其相关程度, 用  $t$  检验法检验, 均达到显著性水平。

表 3 塑料大棚茶园空气相对湿度的估算方程

Table 3 The estimated equations of air relative humidity ( $\bar{R}$ ) in the plastic green house tea plantation

要素	时间	样品数 $n$	估算方程	相关系数 $R$	$R$ 显著性水平	
					$t > t_{0.05}$	$t > t_{0.01}$
日平均湿度	1月	22	$\bar{R} = 87.19 + 0.12\bar{r}$	0.519 1	2.716 > 2.074	2.716 < 2.819
日平均湿度	2月	28	$\bar{R} = 77.22 + 0.24\bar{r}$	0.826 5	7.486 > 2.048	7.486 > 2.763
日平均湿度	3~ 4月上旬	40	$\bar{R} = 38.77 + 0.67\bar{r}$	0.655 3	5.348 > 2.021	5.348 > 2.704
周平均湿度	1~ 4月上旬	13	$\bar{R} = 56.21 + 0.44\bar{r}$	0.791 8	4.299 > 2.160	4.299 > 3.012
周最小湿度	1~ 4月上旬	13	$\bar{R}_{\min} = 3.80 + 2.32\bar{r}_{\min}$	0.713 2	4.299 > 2.160	4.299 > 3.012

根据气象部门提供的自然状况下的空气湿度资料及表 3 所列方程式, 就可估算大棚茶园内的空气湿度, 进而可以及时采取合理化技术措施, 以调控茶园空气湿度。

## 2.2 社会及经济效益

2.2.1 提早春茶开采期 在冬季和早春, 由于塑料大棚茶园内气温和土温升高, 积温增加, 并给予人工喷水灌溉, 为茶树创造了良好的温湿环境条件, 因而使早春茶树新梢物候期提早(表 4), 春茶开采期提前。

表 4 塑料大棚茶园对龙井 43 新梢生长的影响

Table 4 Influence of the plastic green house on the spring shoots growth of Longjing No. 43 tea plant

处 理	1994			1995		
	芽萌动期	1芽 1叶	1芽 2叶	芽萌动期	1芽 1叶	1芽 2叶
大棚茶园	03-15	03-26	04-05	03-13	03-24	04-07
对照茶园	03-24	04-06	04-15	03-23	04-07	04-19

由表 4 可见, 塑料大棚茶园比对照茶园的茶树, 其春芽萌动期, 1芽 1叶期和 1芽 2叶期均提前 10~ 15 d, 因而春茶开采期一般提早半个月左右。

2.2.2 减轻春季茶树霜冻害 早春茶芽的耐寒力较弱, 当早晨出现白霜(最低气温在  $0^{\circ}\text{C}$  左右)时, 嫩芽就会枯焦发黑, 影响春茶产量和品质。塑料大棚茶园内夜间的最低温度可控制在  $0^{\circ}\text{C}$  以上, 一般不会发生冻害。

由表 5 可见, 在茶芽萌动和展叶期, 塑料大棚内清晨最低气温在  $0^{\circ}\text{C}$  以上, 茶新梢生长正常。在我国亚热带中北部地区, 早春有强冷空气南下年份, 对照茶园最低气温可出现  $0^{\circ}\text{C}$  以下, 因而可使茶芽受冻。例如 1995 年 3 月 18 日傍晚, 杭州出现 8 级阵风, 部分大棚的塑料薄膜

被风掀起,使大棚当晚无保温效果,第2天清晨对照茶园气温达 $-0.2^{\circ}\text{C}$ ,因而使茶芽受冻率达32.5%,而薄膜正常覆盖的茶园仍无受冻。

表5 塑料大棚茶园对龙井43春梢霜冻害的影响

Table 5 Influence of the plastic green house on the frost hazard of spring shoots for Longjing No. 43 tea plant

日期	最低气温/ $^{\circ}\text{C}$		受冻率/%	
	塑料大棚茶园	对照茶园	塑料大棚茶园	对照茶园
1994-03-25	1.4	-1.7	0.0	80.0
1995-03-19	2.3	-0.2	0.0 (32.5)	19.7

2.2.3 提高龙井茶产量和产值 塑料大棚使茶芽提早萌动,茶叶开采期提早,因而不但增加高档龙井茶产量,而且由于产品早上市,满足消费者需要,有明显的社会效益和经济效益。据1994~1995年试验结果,以1芽1叶和1芽2叶为原料标准的高档龙井茶产量和产值如表6

表6 塑料大棚对高档龙井茶产量和产值的影响

Table 6 Influence of the plastic green house on the yield and output value of high quality Longjing tea

年份	塑料大棚茶园			对照茶园			增加/%		
	产量	单价	产值	产量	单价	产值	产量	单价	产值
1994	12.5	1160	14500	10.7	680	7140	16.8	70.6	103.1
1995	13.5	1600	21600	10.0	1000	10000	35.0	60.0	160.0

产量:  $\text{kg} \cdot 667 \text{ m}^{-2}$ ; 单价: 人民币元  $\cdot \text{kg}^{-1}$ ; 产值: 人民币元  $\cdot 667 \text{ m}^{-2}$

由表6可见,塑料大棚生产高档龙井茶的产量比室外对照茶园增加16%~35%,单价提高60%~70%, $667 \text{ m}^2$ 产值提高1.0~1.6倍,社会效益和经济效益都十分显著。

### 3 分析与讨论

#### 3.1 搭棚和拆棚时间

茶园搭、拆塑料棚的适宜时间决定于当地气候条件,当年秋季降温与春季升温状况和该茶树品种对热量的要求。茶树的生物学最低温度(开始或停止生长的温度)因品种而异,多数在 $6\sim 11^{\circ}\text{C}$ 之间<sup>[8]</sup>。例如茶树某品种的 $B = 10^{\circ}\text{C}$ ,某地日平均气温稳定低于 $10^{\circ}\text{C}$ 的平均日期是11月下旬。据气象部门的中期天气预报,当年秋末冷空气活动一般,天气偏暖,这样可以确定适宜搭棚时间为12月上旬或中旬。同样道理,也可确定拆棚时间。龙井43的 $B$ 值在 $10^{\circ}\text{C}$ 左右,在杭州条件下,确定12月上旬末到中旬搭棚和4月上旬拆棚是比较适宜的。

#### 3.2 揭膜和盖膜时间

揭膜的目的是通风换气,调节棚内的温度和湿度,排除有害气体。在设计揭膜和盖膜时间时,主要考虑温度,应尽可能保持棚内温度保持茶树生长的最适温度( $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ),而晚间和清晨的最低温度保持在 $B$ 值以上。揭膜的温度指标,冬季取其上限 $30^{\circ}\text{C}$ ,这样在10:00前后揭膜比较适宜,晴暖天气可以略早一些。盖膜时间,应考虑膜内的气温在 $B$ 值与最适的下

限温度 ( $20^{\circ}\text{C}$ ) 之间, 即  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$  之间。如果已低于  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$  就要盖膜。一般冬季在 14:00 前后盖膜。如果遇有低温天气过程, 可在正午前后揭膜换气, 换气时间缩短。

## 4 结论

4.1 在冬季和早春, 茶园搭盖塑料大棚, 由于塑料薄膜的温室效应, 使棚内气温与土温升高, 有效积温增加, 空气相对湿度提高。棚内的日、周平均温度及湿度, 周最高、最低温度和周最小湿度, 均可用一组方程进行估算。

4.2 塑料大棚茶园与对照茶园比较, 可使茶叶开采期提早  $10\sim 15\text{d}$ , 减轻霜冻害, 提高高档龙井茶产量  $16\%\sim 35\%$ , 提高产值  $1.0\sim 1.6$  倍, 社会效益和经济效益十分显著。

4.3 塑料大棚内湿度大, 少变, 容易积累氨气和一氧化碳等有害气体, 在光合作用旺盛时会出现二氧化碳不足, 还会引起土壤干旱, 因此要进行喷水和通风换气, 以调节温度和湿度, 补充二氧化碳, 减少有害气体影响。

致谢 本文蒙中国农业科学院茶叶研究所白坤元所长、王国庆同志及浙江农业大学徐亚梅讲师的大力支持, 在此一并致谢。

## 参 考 文 献

- 1 张上隆. 园艺学进展. 北京: 农业出版社, 1994. 572~ 616
- 2 徐乾治, 江伯连. 大棚茶园效益研究. 茶叶, 1995, 21(3): 25~ 27
- 3 储长树, 朱军. 塑料大棚内空气温湿度变化规律及通风效应. 中国农业气象, 1992, 13(3): 32~ 35
- 4 许允文, 乾文炎, 黄寿波, 等. 塑料棚对茶园温湿度变化及名优茶生产的影响. 中国茶叶, 1995, 17(3): 9~ 11
- 5 俞忠伟, 徐亚梅, 黄寿波, 等. 塑料棚茶园小气候及其对春茶采摘和茶叶成分的影响. 茶叶, 1995, 21(3): 13~ 17
- 6 中央气象局. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 1979
- 7 Huang S B. Meteorology of the tea plant in China. *Agr For Met*, 1989, 47(1): 19~ 30
- 8 中国农业科学院茶叶研究所. 茶树栽培学. 上海: 上海科学技术出版社. 1986, 132~ 134

Huang Shoubo (Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029, PRC), Xu Yunwen, Yu Zhongwei, Han Wenyan, and Fan Xinghai. **The Micrometeorological Characteristics in the Plastic Green House Tea Plantation and Their Effect on Plucking Date and Economic Efficiency of Longjing Tea.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, 14(1): 58~ 66

**Abstract** This paper describes the characteristics of micrometeorological parameters in the plastic green house tea plantation and their effect on plucking date, yield and output value of high quality Longjing tea. The results indicated that compared with those in the control tea plantation, in the plastic green house tea plantation, mean air temperature, maximum air temperature, minimum air temperature, mean air relative humidity and minimum relative humidity were increased in the plastic green house tea plantation. The relationship between mean air temperature, relative humidity in the plastic green house tea plantation and mean air tempera-

ture, relative humidity in the control tea plantation were calculated by a set of regression equations. Compared with that of control tea plantation, the plucking date of plastic green house tea plantation was advanced 10~ 15 days. The yield and output value of high quality Longjing tea in the plastic green house tea plantation increased 17%~ 33% and 103%~ 160% respectively compared with the control.

**Key words** tea plantation; plastic green houses; greenhouse production; microclimate; characteristics; Longjing tea