

风障对茶园的减风增温效果及对茶树冠层叶片含水率影响

杨书运¹, 江昌俊^{2*}, 张庆国¹

(1. 安徽农业大学资源与环境学院, 合肥 230036; 2. 安徽农业大学茶与食品科技学院, 合肥 230036)

摘要:为解决冬季茶园风寒冻害问题,于2008年1月在安徽农业大学茶场建立塑料薄膜风障,测定风障对茶园的减风增温作用及其对茶树冠层叶片含水率的影响。风障的高度为2.0 m,以5×7网格点测定2.8、2.0 m风障高和1.2 m茶树冠层高度3个层次的风速,以4×4网格点测定地表温度、茶树冠层叶片含水率。结果表明,2.8 m高度,风障上方的风速比环境风速增加30%左右,下风方向的减风作用随风速增大而减小,距离风障7 m区域是风速减弱最强的区域,环境风速2.6 m/s时中轴线风速减小13.5%,环境风速1.0 m/s时的减小幅度达40.0%,在15 m位置基本恢复环境风速。风障高度(2.0 m)最大减风距离出现的位置介于距离风障7~10 m之间。由于薄膜风障不透风,在冠层高度(1.2 m)形成约2倍风障高度宽的准静风区。风障的有效减风作用区域大约相当于风障高度的7.5倍。风障的保温作用与日照条件关系密切,日照较强则可提高保护区的温度,夜间与阴天保温作用较不明显。大风作用下,茶树叶片含水率呈一定程度下降,下降幅度与风速正相关,风速大区域含水率下降幅度也大。在风障有效保护区,大风结束后叶片含水率可较迅速地恢复,风障有效保护区外的叶片含水率降幅较小,但恢复较慢。综合减风、增温及叶片含水率恢复情况,薄膜风障对于减轻冬季大风降温的危害具有较好的作用。

关键词: 风, 含水率, 保温, 茶园, 风障

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.11.048

中图分类号:

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-11-0275-08

杨书运,江昌俊,张庆国. 风障对茶园的减风增温效果及对茶树冠层叶片含水率的影响[J]. 农业工程学报,2010,26(11): 275-282.

Yang Shuyun, Jiang Changjun, Zhang Qingguo. Effects of windbreaks on wind-decrease, temperature-increase and moisture content of tea leaves in tea garden[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): 275-282. (in Chinese with English abstract)

0 引言

茶树是山茶科山茶属多年生常绿木本植物,原产中国西南地区,喜温热、潮湿,不耐严寒。茶叶是世界三大饮品之一,具有很高的经济价值,因此茶树在全世界被广泛引种,中国目前茶树栽培北界已达36°N,茶树的栽培面积与产量均居世界第一。随着全球变暖,茶树的栽培北界有进一步向北扩张的趋势^[1-2]。中国大陆性气候强,冬季多大风降温,常常对茶树的安全越冬构成很大威胁,造成茶树冻伤、死亡,地理纬度较高的江北茶区冻害尤其严重,如山东、河南、安徽等地茶园常有不同程度的冻害出现,2008年初的冰雪灾害则造成从西南地区到东南地区大范围茶树严重冻害,春茶开园期推迟,名优茶大幅减产,经济价值下降,茶农减收^[3-8]。尽管低温是造成茶树冻害的根本原因,但在无风条件下,低温的危害作用可大大减轻,而中国冬季的低温是由于大风

天气造成的。因此茶树冬季的防冻抗寒必须同步考虑降低大风的危害作用。人工搭设防风设置是常用的临时防风措施,相关研究多集中在早春作物、冬季蔬菜防寒栽培,材质也多种多样,如张军等^[1]研究了利用玉米作为沙棘扦插地风障的作用。茶树风障一般是临时防风措施,多以玉米秸秆等搭建高于茶蓬20 cm左右、略向茶蓬倾斜的防风屏障。设置风障可以阻挡寒风,降低风速,使植物减少寒害。关于风障的研究多集中在道路交通安全、防风固沙、污染防治、农作物与蔬菜水果生产等方面,有关风障对茶树越冬保护作用的报道较少^[9-15]。本试验以塑料薄膜为风障材料,在风障各测点进行风速测定试验,利用试验结果分析风障对风速分布的影响和大风影响下茶叶片含水率的变化。

1 试验布设与研究方法

1.1 试验布设

供试茶园为安徽农业大学大杨镇农业园试验茶园(31°55'50.3"N, 117°11'44.5"E, 32 m),茶树品种为龙井43。在茶园中部设置高2 m、宽20 m、东西走向的塑料薄膜风障,以风障正中为原点、1 m为单位,南北向为横轴(X轴)、东西向为纵轴(Y轴)建立坐标系(见图1),以(x, y)表示测点位置,测定的风速、地表温度及冠层叶片含水率的平面分布,风速又分为2.8、2.0(风障高度)和1.2 m(茶树冠层高度)3个高度。

风速测点设置为5×7(或6)网格分布(见图1中

收稿日期: 2009-10-29 修订日期: 2010-08-15

基金项目: 国家科技支撑计划子课题(2008BADC0B03); 农业部茶叶生物化学与生物技术重点实验室开放基金; 2006年安徽省高校青年教师科研资助计划项目(2006jq1112)

作者简介: 杨书运(1972-),男,河南永城人,副教授,从事农业生态环境研究。合肥 安徽农业大学资源与环境学院,230036。

Email: yangshy@ahau.edu.cn

*通信作者: 江昌俊(1957-),男,安徽安庆人,教授,从事茶树栽培、育种与生物技术研究。合肥 安徽农业大学茶与食品科技学院,230036。

Email: jiangcj@ahau.edu.cn

菱形点): 南北 5 行, 东西 7 列 (风障位置的 1.2 m 高度风速不测, 因此冠层高度为 6 列), 各测点坐标可表示为 (x, y) (y=-10, -5, 0, 5, 10 m; x=-3, 0, 1, 4, 7, 10, 15 m) (1.2 m 高度缺 n=0 的测点)。

因为仪器不足等问题, 地表温度、冠层叶片含水率测定选择风障下风向核心区按照风障中轴对称设置为 4×4 网格分布, 对应坐标 (x, y) (x=1, 4, 7, 10; y=-6, -2, 2, 6)。

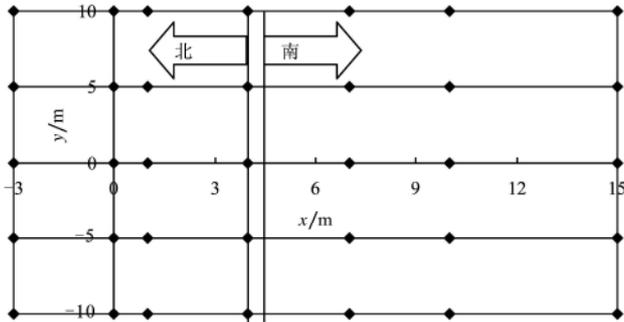


图 1 风速测点布设
Fig.1 Sites of measure wind velocity

1.2 研究方法

利用 DEM-6 型风速表测定各测点风速, 测定时刻为 8:00、10:00、12:00、14:00 和 16:00, 取 5 次结果平均值。

在风障上风方向 10 m 处最为对照, 分别测定 2.8 m、风障高度、冠层高度的测定环境风速, 2008 年 1 月 10 日 2.8 m 高度、风障高度与冠层高度平均风速分别为 1.7、1.5、1.2 m/s, 风向北偏东 30°; 2008 年 1 月 11 日分别为 1.0、0.9、0.8 m/s, 风向正北。

根据气象部门的大风降温预报, 选择 22、23 日采集茶树冠层叶片, 105℃ 烘至恒质量, 测定其含水率变化; 2008 年 1 月 23 日环境风速 2.6 m/s, 风向北偏东 45°。

在风障北侧约 20 m 处设置温度测量对照点, 利用地面温度表测定逐日早晨 9:00 地表温度; 用最低温度表记录逐日最低温度; 利用 WJ1 型双金属温度计记录对照点与 (1, 0) 位置的茶树冠层气温。

利用 MATLAB 对观测结果进行插值计算; 利用 Surfer8.0 软件绘制空间分布图与平面图; 利用 Excell 绘制散点图、折线图等。

2 结果与分析

2.1 风障对风速分布的影响

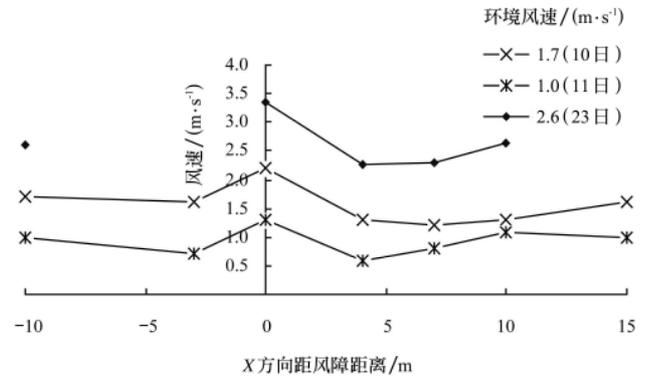
2.1.1 不同环境风速之间的差异

1 月 10、11、23 日的环境风速分别为 1.7、1.0 和 2.6 m/s, 风向分别为北偏东 30°、正北、北偏东 45°。

图 2 为不同日期中轴线上 2.8 m 高度 0、4、7 和 10 m 测点的风速。图 2 中, 23 日因在 -3、15 m 处没观测而无数据。

由图 2, 由于塑料薄膜材质的风障不透风, 具有强烈的阻挡作用, 风障上方的风速呈增大趋势, 相对于对应的环境风速, 1 月 10、11、23 日的 2.8 m 高度风速分别增大 29.4%、30.0%和 28.8%, 即不透风风障的阻挡作用

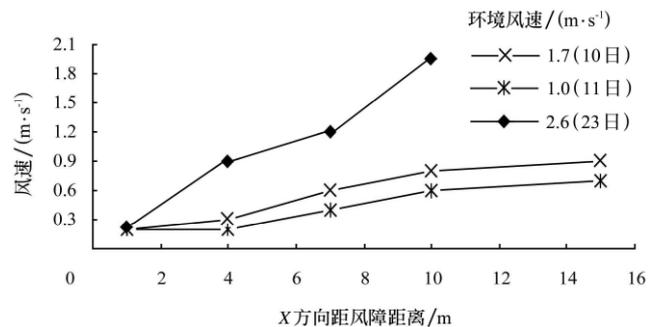
可使风障上方 0.8 m 高处的风速提高 30%左右。在越过风障后, 风速迅速减小, 最小风速出现在距离风障 4 m 附近 (相当于 2 倍风障高度)。风障后风速减小幅度随环境风速的增大而减小, 在 23 日环境风速达到 2.6 m/s 仅减小 13.5%, 11 日环境风速只有 1.0 m/s 时减小幅度高达 40.0%。这说明, 薄膜材质的风障对于大风的减弱作用较差。



注: 23 日-3、15 m 处未观测

图 2 2008 年 1 月不同日期 2.8 m 高度轴线风速变化
Fig.2 Wind velocity change with 2.8 m high axis of wind speed in different days in January 2008

薄膜风障不透风的特性使得在靠近风障的下风位置形成东西长约 10 m (约相当于风障宽度的 1/2)、高约 1.2~1.8 m 准静风区, 在环境风速不超过 2.6 m/s 时, 冠层面风速仅约 0.3 m/s。准静风区范围与环境风速关系密切, 以 0.4 m/s 作为指标测算 X 轴上准静风区的范围分别为: 2008 年 1 月 10 日, 环境风速 1.7 m/s 时南北宽约 5.8 m; 2008 年 1 月 11 日, 环境风速 1.0 m/s 时南北宽约 8.2 m; 23 日, 环境风速 2.6 m/s 时南北宽约 2.6 m。表明风障形成的准静风区随环境风速增大有减小的趋势。



注: 风速 0.4 m/s 以下为准静风区

图 3 2008 年 1 月不同日期 1.2 m 高度准静风区变化
Fig.3 Quasi-static wind zone changed with 1.2 m high axis in different days in January 2008

2.1.2 不同层面风速水平分布

因为环境风速是在风障上风方向 10 m 处测定的, 所以取该风速作为 -10 m 处各层面测点的风速值。利用 Surfer8.0 软件绘制 1 月 10 日不同层面风速分布图, 结果见图 4。

由图 4, 风障对不同层面的风速分布均有明显影响, 在风障前、后各形成一个风速降低区域。风障下风方向

风速降低区域的面积远大于风障上风方向，可以称为主降风区，是风障的防风作用区域；风障上风方向的风速降低区域则可称为次降风区，该区域是由于风障阻挡形成的强迫降风区。

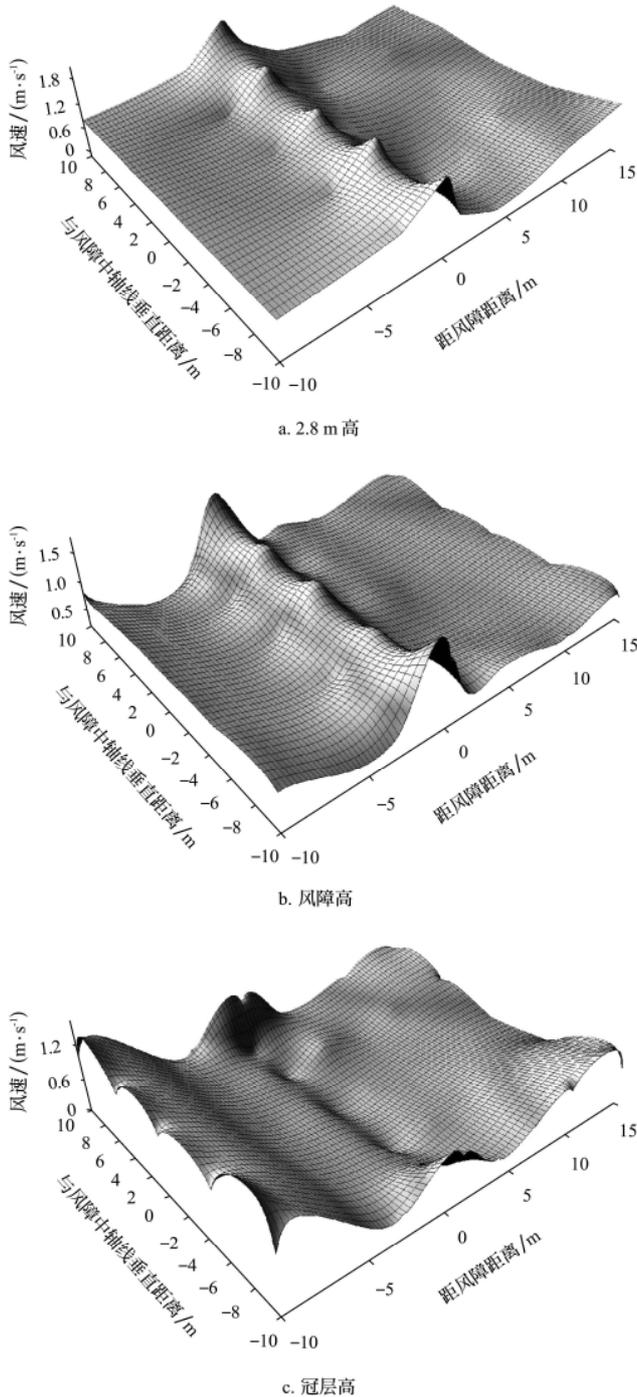


图4 不同层面风速分布(2008年1月10日)
Fig.4 Wind speed distribution in different areas (January 10th 2008)

主降风区 X 轴线上，各层面距离风障 0~10 m 范围内风速大部分低于环境风速(见图 5)；15 m 处，2.8 m 高度风速与环境风速基本持平，风障高度与冠层高度的风速仍略低于环境风速。在风障下风方向 1~15 m 区域内，与环境平均风速相比，2.8 m 层面轴线风速下降 5.9%~29.3%；风障高层面风速下降-6.7%~26.7%，在贴近风障与远离风障位置风速与对照接近；冠层面风速

下降-8.3%~88.2%，在 7~10 m 处，风速开始逐渐恢复。2.8 m 高度和风障高度风速下降最大位置位于 7 m 附近，由于塑料薄膜不透风，冠层高度 1 m 处风速下降达 88.2%。

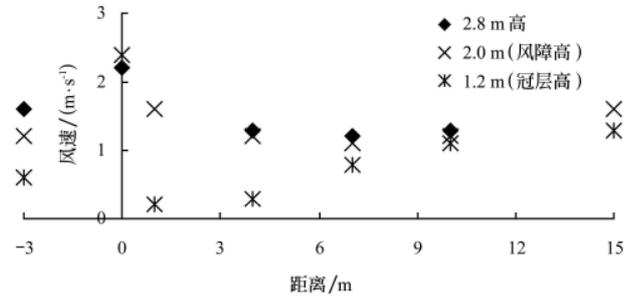


图5 X轴轴线风速变化(1月10日)
Fig.5 Wind speed change of aixs of X (January 10th)

2.1.3 边缘效应

由于风障位置在冠层没有测定风速，因此以风障下风位置距风障 1 m 处测点为例分析风障边缘效应。以风障中轴为原点、风障平行线为横轴、风速为纵轴，做 2008 年 1 月 10 日风障下风向 1 m 处测点风速分布，结果见图 6a。

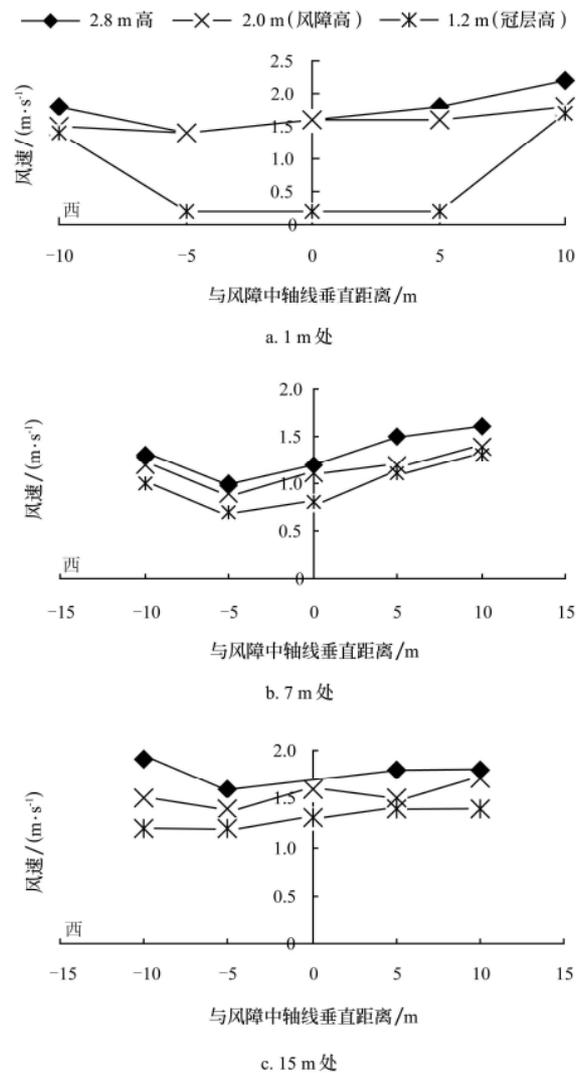


图6 距风障 1、7、15 m 处风速分布(2008年1月10日)
Fig.6 Wind speed distribution at a distance of 1, 7, 15 m (January 10th 2008)

在风障下风向，随着远离风障，减风区宽度趋于减小，有效防护区域呈类似梯形分布，具体区域则与风向密切相关（图7）。

2.2 风障对保护区内温度的影响

2.2.1 冠层气温日变化

将观测点与对照点双金属计测得的温度相减，得到10、11和23日整点温度差异见图8。晴朗的夜间温差一般不超过0.4℃，多云到阴天的差异更小；白天温差较大，晴朗天气下最高可达1.7℃，阴天一般也可达0.4℃左右（10日中午前为晴天，午后转阴天到多云，持续到22:00左右转晴；23日10:00—12:00之间少云，其余时间为多云到阴天）。说明风障具有一定的保温作用，其作用的强弱与天气状况、日照等有关。结合风障对气流的阻挡作用分析，减缓能量损失速率是风障保温的主要原因，因而晴朗的白天风障保护区近地层吸收的太阳能量损失速率低于非保护区，因此温差较大，晴朗的夜间则因地表为净损失能量，保护区与非保护区的差异相对缩小。

2.2.2 地表最低温度

将风障保护区各测点凌晨地表最低温度与对照点相

减，结果见图9。在5倍风障高度范围内均有不同程度保温作用，保温作用与天况关系密切：10日凌晨天气晴朗，保护区内与对照点最大温差达3℃以上；11日凌晨为多云天气，最大下降到1℃左右，23日凌晨为阴天，最大温差不足1℃。保温区域受风向影响强烈，水平分布特征与减风区域相似。

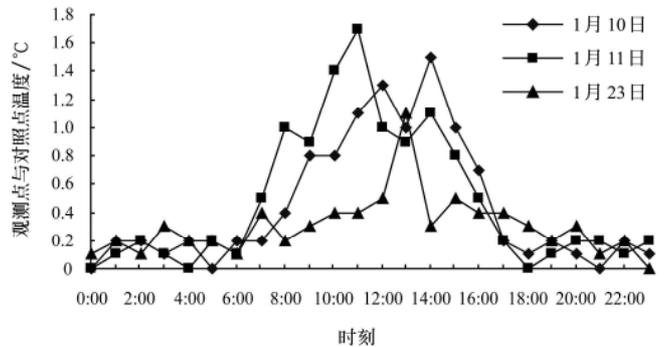


图8 观测点与对照点温度差

Fig.8 Temperature difference between the observation point and CK

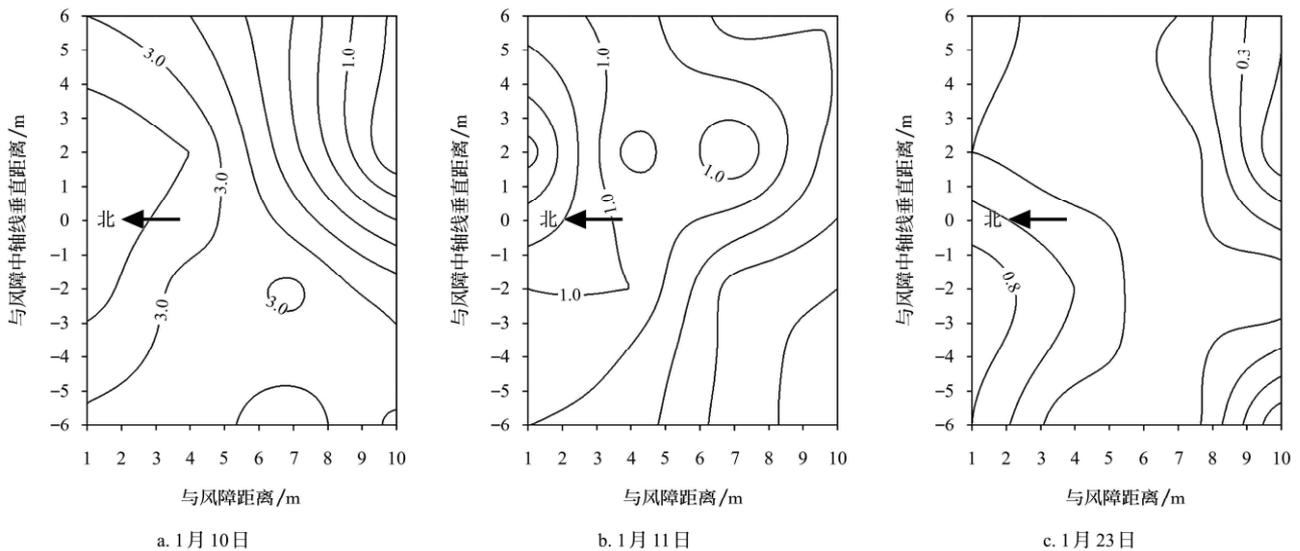


图9 各测点与对照最低温度之差

Fig.9 Instituted a comparison differences of minimums temperature in survey points

2.3 大风影响下茶树茎叶含水率变化

2.3.1 叶含水率的变化

取(7, 0)点的叶含水率作图见图10。20—22日，温度缓慢回升，叶含水率也略有上升，但上升幅度仅为0.80个百分点。22日晚间开始大风过程，叶含水率迅速下降，到24日，含水率基本恢复到22日的水平。这说明，一方面大风的确可以在短期内降低茶树叶片含水率，另一方面，茶树具有较强的自我修复能力，在环境条件适宜情况下可迅速恢复。

2.3.2 大风条件下叶含水率的降低

将各测点22日与23日的叶片含水率相减，所得差值为含水率减少值，将所得结果作含水率减少分布图见

图11，将图11与23日冠层高度风速平面图叠加见图12。

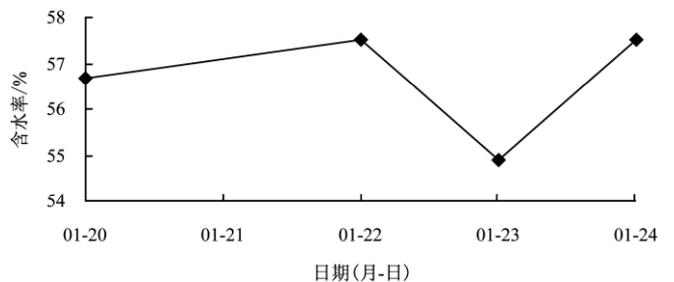
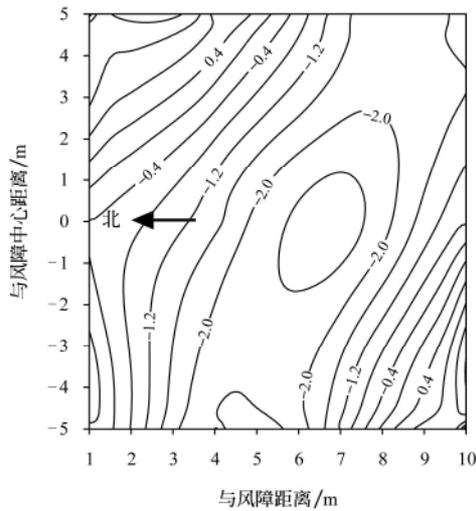


图10 (7, 0)点叶片含水率变化

Fig.10 Change of moisture content at (7, 0)



注：图上数据为1月22日和1月23日叶片含水率之差，%

图 11 叶片的含水率水平变化

Fig.11 Change of moisture content level

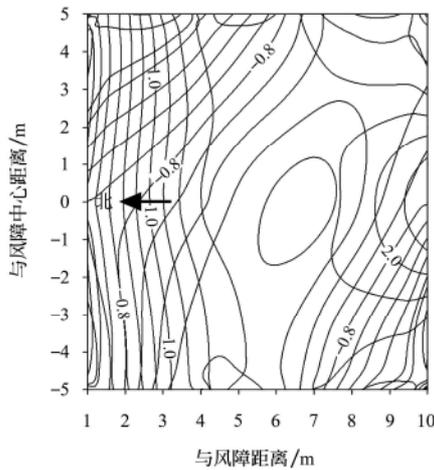


图 12 叶含水率变化与风速的叠加 (单位%)

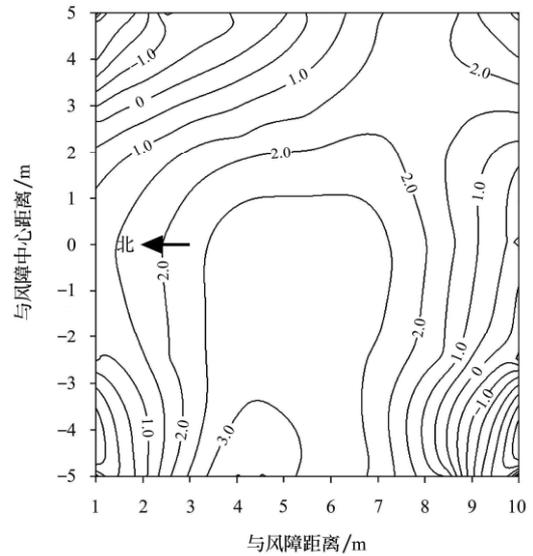
Fig.12 Combination of moisture content and wind velocity

对照图 11、12 可知，在大风作用下叶含水率有减少的趋势，在风障作用下，不同区域含水率变化不同。如图 11，在 (5, 5) 点到 (10, 0) 点、(1, 0) 到 (5, -5) 点分别拉一条线段，两线之间的区域叶片含水率变化的等值线之间近乎平行，且与风向近乎垂直，呈先下降、再增加的特征，含水率的下降中心位于 (6, 0) ~ (7, 0) 区域附近。这表明，在含水率下降中心与风障之间的区域，大风是引起叶片含水率变化的重要因素。而在远离风障的区域，风速增加，逐渐恢复到环境风速，叶片含水率的下降趋势却趋缓。

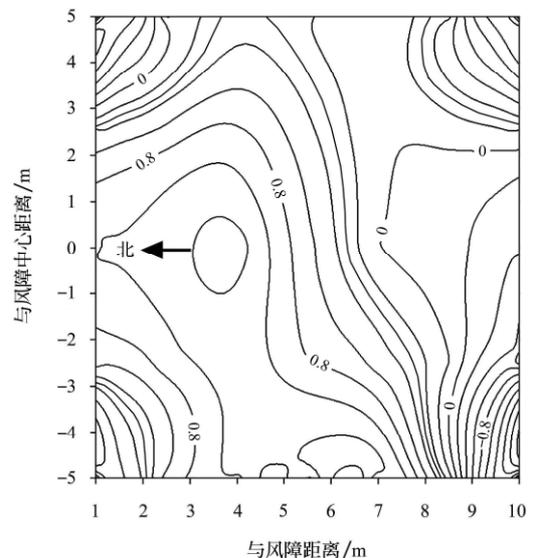
2.3.3 茎叶含水率的恢复

23 日大风结束，24 日多数测点叶片含水率有一定的恢复性上升 (见图 13a)，上升中心与图 11 中的下降中心基本重合，与 22 日的含水率相比 (图 13b)，除 (-5, 10) 和 (10, 0) 两测点下降，其他测定的含水率均有不同程度的上升，表明风障保护下，风障保护核心区域的叶片含水率在大风过程中降幅大，大风后的恢复也迅速；风障保护区域边缘，大风造成的含水率降幅度较小，大风

后恢复则较缓慢，说明风障有利于茶树冠层枝条生理状态的维持。



a. 24 日与 23 日叶片含水率差



b. 24 日与 22 日叶片含水率差

注：图上数据叶片含水率之差，%

图 13 叶片含水率的恢复

Fig.13 Recovering of moisture content of tea leaf

3 结论与讨论

1) 风障的有效作用距离随高度增加而减小，2.0 m 高的风障在茶树冠层高度的减风距离超过 15 m，即超过 7.5 倍风障高度，2.8 m 高度的减风距离介于 7~10 m 之间，即 3.5~5.0 倍风障高度。茶树高约 1.2 m，2.0 m 高风障的有效保护距离超过 7.5 m。

2) 薄膜材质风障阻滞了局地气流运动，在低于风障高度的下风区域形成准静风区，1.2 m 高度冠层区域的准静风区宽度约相当于 2 倍风障高度；而风障上方的 2.0~2.8 m 高度风速增大，2.8 m 高度比环境风速增加约 30%。

3) 与对照相比，风障保护区内地表最低温度及冠层

温度略有上升, 上升幅度与取决于天况, 晴朗的白天上升幅度较大, 可达 1.7℃, 夜间与阴天较不明显。

4) 大风可增加茶树冠层叶片失水, 大风降温对茶树会造成低温冻害和脱水双重危害; 大风结束后, 风障有效保护区域内叶片含水率恢复较迅速, 保护区域外则恢复较缓慢, 风障表现出较好的综合保护作用。

5) 风障减风作用随风速增加呈减弱趋势。环境风速 1.0 m/s 时, 距风障 15 m 处中轴线风速相当于环境风速 90% 左右, 当环境风速 1.7 m/s 时, 这一比例约为 70%。由于试验的限制, 这一结果有待于进一步验证和量化。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋跃林, 李倬. 我国茶树栽培界限的气候划分[J]. 中国生态农业学报, 2000, 8(1): 87-90
Jiang Yuelin, Li Zhuo. Climate division of tea tree cultivated limit in China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2000, 8(1): 87-90. (in Chinese with English abstract)
- [2] 杨书运, 江昌俊. 温度上升对中国茶树栽培北界的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(8): 336-339.
Yang Shuyun, Jiang Changjun. The alteration of tea s northern cultivation boundary in China based on the temperature increasing[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(8): 336-339. (in Chinese with English abstract)
- [3] 傅海平, 谭正初, 王沅江, 等. 2008 年湖南茶树冻害调查及抗灾减灾技术[J]. 茶叶通讯 2008, 35(3): 14-15, 20.
- [4] 刘布春, 李茂松, 霍治国, 等. 2008 年低温雨雪冰冻灾害对种植业的影响[J]. 中国农业气象, 2008, 29(2): 242-246.
- [5] 陈建德. 大别山区茶树冻害的调查与思考[J]. 茶业通报 2008, 30(2): 90-91.
- [6] 何金旺. 高山茶园冻害防控措施探讨[J]. 广西热带农业 2009, 20(1): 26-28.
- [7] 夏良胜. 茶树冻害的发生及预防补救措施[J]. 安徽农学通报, 2005, 11(3): 63, 71.
- [8] 陈正武, 曾庆鸿. 贵州野生茶树资源及地方品种变异类型的保护与利用[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(7): 188-190.
Chen Zhengwu, Liu Hongmei. Protection and utilization of variation type of wild tea resources and local tea varieties in Guizhou[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2009, 37(7): 188-190. (in Chinese with English abstract)
- [9] 郑大玮, 王砚田, 潘学标, 等. 农牧交错带综合治理及生态保护型农业技术体系与模式研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(4): 55-61.
Zheng Dawei, Wang Yantian, Pan Xuebiao, et al. Progresses on integrated management and dryland farming technical system for ecological protection in ecotone of the North China[J]. Journal of China Agricultural University, 2005, 10(4): 55-61. (in Chinese with English abstract)
- [10] 姜晓艳, 费良玉, 郭正强, 等. “天气-风障-产量”系统中林带结构的马氏决策[J]. 应用气象学报, 2007, 18(2): 242-246.
Jiang Xiaoyan, Fei Liangyu, Guo Zhengqiang. A preliminary study on the shelterbelt structure in “Weather-windbreak-field” system by markov decision process[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2007, 18(2): 242-246. (in Chinese with English abstract)
- [11] 张军, 孟庆涛, 周自知, 等. 沙棘露天嫩枝扦插地膜玉米风障技术[J]. 沙棘, 2005, 18(2): 16-17.
- [12] 胡晋明, 沈恒根. 风障屏蔽作用的数值模拟[J]. 污染防治技术, 2003, 16(3): 1-2.
Hu Jinming, Shen Hen'gen. Numerical simulation of windbreak with effect of shield[J]. Pollution Control Technology, 2003, 16(3): 1-2. (in Chinese with English abstract)
- [13] 曹月婷. 风障阳畦结球甘蓝(洋白菜)栽培技术[J]. 河北农业, 2002, (11): 12.
- [14] 程健敏, 周建安. 风障挡风防尘作用探讨[J]. 交通环保 1998, 19(4): 36-38.
- [15] 刘晓光, 郑大玮, 潘学标, 等. 油葵秆生物篱和作物残茬组合抗风蚀效果研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(12): 60-64.
Liu Xiaoguang, Zheng Dawei, Pan Xuebiao. Effects of the integration of sunflower hedge and crop stubles on wind erosion prevention and control[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(12): 60-64. (in Chinese with English abstract)

Effects of windbreaks on wind-decrease, temperature-increase and moisture content of tea leaves in tea garden

Yang Shuyun¹, Jiang Changjun², Zhang Qingguo¹

(1. Resources and Environment College of Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2. College of Tea Food Science and Technology of Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: To solve the freezing of tea farm in winter, a field experiment was conducted in the experimental tea garden at

Anhui Agricultural University in January 2008. The windbreaks which were 2.0 meters height and 20 meters long, plastic films were established in the tea garden, and the wind, air temperature and moisture content of tea leaf were measured. The wind speeds in three height levels, 2.8, 2.0 (windbreaks height), and 1.2 m (tea tree canopy height), were measured according to a 5×7 grid. And the surface temperature, moisture content of tea leaves canopy were measured according to a 4×4 grid. The collected data were used to analyze the effects of windbreaks. Results indicated that windbreaks blocking airflow and causing wind velocity had a large change in difference positions. The top of windbreak was faster than environment air velocity. The growth rate of wind velocity on the height of 2.8 m was about 30%. The effect of wind load in the leeward reduced with rising of wind velocity. The leeward area, 7 m distance to the windbreaks, had the slowest wind velocity. Wind velocity of medial axis reduced 13.5% when air velocity reached to 2.6 m/s, and the amplitude decreased to 40% when the air velocity was 1.0 m/s. The wind velocity recovery distance was about 15 m. At the wind barrier height (2.0 m), the most effective area to reduce wind speed was between 7 and 10 m downwind to the wind barrier. There was a para-calm region about double height of the windbreaks on the crown of tea (1.2 m height). The windbreaks sphere action on 1.2 m height was about 7.5 times of the windbreaks height. The windbreaks warming was controlled by the solar power. The warming effect was obviously in sunny day, but it was faint at night and cloudy. Moisture contents of tea leaves were decreased because of the gale and the rates of descent which was pertaining with the wind speed, the greater wind speeds, the faster moisture content decreased. The moisture contents of tea leaves declined smaller in the protected areas of the windbreaks, but the recovery was rapidly. The plastic film windbreaks have an effective for reduce the harm by winter wind and low temperature.

Key words: wind, moisture, insulation, tea garden, windbreaks