

苏南茶区无霜期气候变化趋势研究

张建国¹, 许映莲², 张旭晖³, 张爱民⁴, 徐 颖¹, 李旭群¹

(1. 金坛市气象局, 江苏 金坛 213200; 2. 金坛市茶业技术指导站, 江苏 金坛 213200;

3. 江苏省气象台, 江苏 南京 210008; 4. 沛县气象局, 江苏 沛县 221600)

摘要: 利用江苏省苏南茶区内 9 个站点 1961—2008 年的气象观测资料, 采用气候倾向率、Mann-Kendall(简称 M-K 法)等数理统计方法分析了无霜期的气候变化, 以期为苏南茶区调整茶树种植结构提供依据。结果表明: 苏南茶区无霜期呈显著延长的变化趋势, 平均每 10 a 延长 7~9 d(苏锡常区域); 极短无霜期和偏短无霜期均出现在 1996 年之前; 极长无霜期和偏长无霜期均出现在 1989 年之后; 各区无霜期均发生气候突变, 宁镇区域和苏锡常区域气候突变点分别为 1996 年和 1984 年, 突变后平均无霜期分别延长了 16、15 d。因此, 建议苏南茶区茶树品种的种植结构应随气候变化进行调整, 宁镇区域和苏锡常区域北部要大力引进早芽种, 适度引进特早芽种; 苏锡常区域南部适宜大力引进和推广特早芽种。

关键词: 苏南茶区; 无霜期; 气候变化; 对策

中图分类号: P467 S571.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)09-0043-04

Climatic Variation Tendency of Nonfrost Period in Southern Jiangsu Tea Region

ZHANG Jian-guo¹, XU Ying-lian², ZHANG Xu-hui³, ZHANG Ai-min⁴,

XU Ying¹, LI Xu-qun¹

(1. Jintan Meteorological Bureau, Jintan 213200, China; 2. Jintan Tea Crop Technical Guidance

Station, Jintan 213200, China; 3. Jiangsu Meteorological Observatory, Nanjing 210008, China;

4. Peixian Meteorological Bureau, Peixian 221600, China)

Abstract: In order to adjust tea planting structure and promote corresponding industry development by climatic resource of southern Jiangsu tea region, the climatic change of nonfrost period was analyzed by climatic tendency rate and Mann-Kendall (M-K) methods based on meteorological data of nine stations in southern Jiangsu tea region during 1961 to 2008. The nonfrost period showed a visible rising tendency, averagely 7 to 9-day increase every 10 years (Suxichang region). The extra short and comparatively short nonfrost period was present before 1996, while the extra long and comparatively long nonfrost period was present after 1989. Noticeably, the climate jump of nonfrost period of Ningzhen region and Suxichang region was found in 1996 and 1984, respectively, prolonging the nonfrost period by 16 days and 15 days. It was suggested that the tea planting structure of southern Jiangsu should change with the tendency. Specifically, northern part of Ningzhen and Suxichang region should make great efforts to introduce early sprouting species and properly introduce extra-early sprouting species, and meanwhile, southern part of Suxichang region should try their best to introduce and popularize extra-early sprouting species.

Key words: southern Jiangsu tea region; nonfrost period; climatic change; countermeasure

收稿日期: 2012-03-16

作者简介: 张建国(1959-), 男, 江苏金坛人, 高级经济师, 本科, 主要从事气象与农业工作。E-mail: jtsqxjlxq@126.com

苏南茶区既是江苏省茶叶的古老产区,又是新发展的商品茶生产基地。茶产业是该地区的传统优势产业,具有高效、生态等特点,在苏南农村经济发展和农民增收致富中发挥了重要作用。早春茶叶的生产与无霜期密切相关,无霜期越短,春茶开采就越晚;反之,无霜期越长,春茶开采就越早。无霜期的长短通常作为衡量某一地区热量资源的重要指标。我国学者对于无霜期的变化特征已做了大量研究^[1-5],叶殿秀等^[4]认为,全国平均无霜冻期自 20 世纪 80 年代起明显延长;许艳等^[5]分析证实,近 50 a 来,中国大部分地区霜期在逐渐缩短,初霜期在逐渐推迟,终霜期在不断提前,20 世纪 90 年代后这种趋势变得更加明显。但截至目前,对苏南茶区无霜期气候变化趋势的系统研究尚不多见,鉴于此,对江苏省苏南地区无霜期基本特征及气候变化趋势进行了研究,旨在科学利用苏南茶区的气候资源,为调整茶树种植结构、促进茶产业发展提供依据。

1 材料和方法

1.1 资料来源

数据资料来源于苏南茶区南京、高淳、镇江、常州、金坛、无锡、宜兴、苏州、昆山 9 个气象站 1961—2008 年气象观测资料。分析无霜期基本特征及气候变化趋势。

1.2 气候区划

苏南茶区包括宁镇区域(南京、高淳、镇江)和苏锡常区域(苏州、昆山、无锡、宜兴、常州、金坛)。

1.3 试验方法

1.3.1 无霜期指标 以日最低气温 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 作为霜冻的气候指标^[4],定义 1 a 中终霜后至初霜前的一整段时间为无霜期。

1.3.2 趋势诊断方法 气候倾向率:通过气象要素的趋势变化用一元线性方程 $X_t = a_0 + a_1 t$ 表示,式中 X_t 为气象要素的拟合值, a_0 为常数项, a_1 为趋势项。气候倾向率为 $(a_1 \times 10)$,表示气象要素每 10 a 的变化率。

1.3.3 异常值挑选方法 由于无霜期与大气温度降低密切相关,因此,它同气温一样具有正态分布特征,挑选极端无霜期的概率值以 0.05 较为合适,异常无霜期采用如下指标^[2]:样本无霜期与平均无霜期之差大于 1.65σ 和介于 $\sigma \sim 1.65\sigma$ 分别定义为极长无霜期和偏长无霜期,样本无霜期与平均无霜期之差小于 -1.65σ 和介于 $-\sigma \sim -1.65\sigma$ 分别定义为极短无霜期和偏短无霜期,其中, σ 为 1961—2008 年无霜期的标准差。

1.3.4 气候突变性验证方式 以 Mann-Kendall (简称 M-K 法)方法检验无霜期的气候突变性^[6];对于具有 n 个样本量的时间序列 x ,构造一秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i, k=2,3,\dots,n.$$

$$\text{其中}, r_i = \begin{cases} +1, & \text{当 } x_i > x_j, \\ 0, & \text{当 } x_i \leq x_j, \end{cases}$$

$j=1,2,\dots,i$ 。秩序列 S_k 是第 i 时刻数值大于 j 时刻数值个数的累计数。在时间序列随机独立的假定下,定义统计量:

$$UF_k = \frac{S_k - E(S_k)}{\sqrt{\text{var}(S_k)}}, k=1,2,\dots,n. \text{ 其中}$$

$UF_k=0, E(S_k), \text{var}(S_k)$ 分别是累计数 S_k 的均值和方差,所有 UF_k 将组成一条曲线 UF 。把同样的方法引用到反序列中,得到另一条曲线 UB 。如果 $UF > 0$,则表明序列呈上升趋势, $UF < 0$ 则表明呈下降趋势。

如果 UF 和 UB 2 条曲线出现交点,且交点在临界线之间,那么交点对应的时刻便是突变开始的时间。如果 UF 和 UB 2 条曲线交点在临界线外时,M-K方法不能判别其是否是突变点,此处以滑动 t -检验(Mtt)方法配合验证^[7]。

2 结果与分析

2.1 苏南茶区无霜期基本气候特征

从表 1 可以看出,苏南茶区最早初霜为 10 月 28 日—11 月 9 日,最晚终霜为 4 月 7 日—4 月 18 日;平均无霜期为 237~256 d,其中最短的为南京(237 d),最长的为苏州(256 d),次长的为高淳(254 d),其他地区为 244~249 d;最长无霜日为 267~291 d,其中,苏州、昆山、无锡分别为 291、291、290 d,南京、镇江分别为 272、267 d,其他地区均为 278 d;而最短无霜日为 205~226 d,高淳、苏州分别为 226、222 d,南京、镇江均为 205 d,其他地区 212~219 d。

表 1 1961—2008 年苏南茶区各站点的无霜期统计

站名	最早初霜 (月-日)	最晚终霜 (月-日)	平均无霜 日/d	最长无霜 日/d	最短无霜 日/d
南京	10-28	04-16	237	272	205
镇江	10-28	04-16	245	267	205
高淳	11-10	04-07	254	278	226
金坛	10-28	04-16	244	278	214
常州	10-28	04-16	249	278	212
宜兴	11-03	04-09	246	278	212
无锡	10-29	04-16	245	290	212
昆山	11-09	04-16	247	291	219
苏州	11-09	04-18	256	291	222

2.2 苏南茶区无霜期气候变化趋势

由表 2 可看出,1961—2008 年近 48 a 苏南茶区无霜期呈显著延长的变化趋势。除宜兴外,苏锡常区域无霜期每 10 a 变化率为 7~9 d(宜兴气候倾向

率与其他站点差异大,原因待以后分析);宁镇区域无霜期每 10 a 气候变化率为 3~7 d。除高淳、宜兴外,其他各站均通过 0.01 显著性检验;除宜兴外,其他各站均通过 0.05 显著性检验。

表 2 苏南茶区无霜期气候倾向率

项目	南京	镇江	高淳	常州	金坛	无锡	宜兴	苏州	昆山
气候倾向率	6.70	3.73	3.12	8.46	7.24	8.37	0.02	7.51	8.06
R^2	0.324 1**	0.182 1**	0.125 1*	0.536 4**	0.440 8**	0.539 5**	4×10^{-2}	0.480 3**	0.398 8**

注:气候倾向率表示每 10 a 无霜期变化的天数(d); R^2 为决定系数;*、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著。

2.3 苏南茶区无霜期年代际变化

由表 3 可以看出:苏南茶区无霜期表现基本上为逐年代延长的趋势。20 世纪 60 年代平均无霜期最短,宁镇区域和苏锡常区域分别为 232 d 和 236 d;20 世纪 70 年代平均无霜期比 60 年代有所延长,宁镇区域延长了 5 d、苏锡常区域延长了 7 d;20 世纪 80 年代平均无霜期比 60 年代延长量加大,宁镇区域延长了 10 d、苏锡常区域延长了 13 d;20 世纪 90 年代平均无霜期比 80 年代有所减少,宁镇区域减少了 2 d,苏锡常区域减少了 1 d,但与 60 年代相比,仍有较明显的延长(宁镇区域和苏锡常区域分别延长了 8 d 和 12 d);进入 21 世纪后,平均无霜期明显延长,达到 256~268 d,与 20 世纪 60 年代相比,苏锡常区域延长了 32 d,宁镇区域延长了 24 d。

表 3 苏南茶区不同年代平均无霜期 d

年代	宁镇区域	苏锡常区域
1961—1970	232	236
1971—1980	237	243
1981—1990	242	249
1991—2000	240	248
2001—2008	256	268

2.4 苏南茶区的极短(长)、偏短(长)无霜期

按照异常值的挑选方法挑选极短、偏短、极长、偏长无霜期指标。宁镇区域无霜期 ≤ 223 d,苏锡常

区域无霜期 ≤ 227 d 时为极短无霜期。48 a 中,极短无霜期在苏锡常区域只在 20 世纪 60 年代出现 1 次;宁镇区域共 3 次,2 次出现在 20 世纪 60 年代,1 次出现在 20 世纪 90 年代(表 4)。也就是说,20 世纪 70 年代以后,除宁镇区域在 1995 年出现过 1 次极短无霜期外,其他年份宁镇区域和苏锡常区域均没有过极短无霜期。

宁镇区域无霜期介于 224~230 d 和苏锡常区域无霜期介于 228~235 d 为偏短无霜期。48 a 中,宁镇区域共出现偏短无霜期 3 次,20 世纪 60 年代 2 次,20 世纪 70 年代 1 次;苏锡常区域共出现偏短无霜期 8 次,20 世纪 60 年代 3 次、20 世纪 70 年代 4 次、20 世纪 90 年代 1 次。即苏南茶区偏短无霜期均出现在 1996 年之前,1995 年之后没有出现过偏短无霜期。

宁镇区域无霜期 ≥ 258 d 和苏锡常区域无霜期 ≥ 269 d 时为极长无霜期。48 a 中,宁镇区域出现 3 次,苏锡常区域出现 4 次,均在 2000 年之后。

宁镇区域无霜期在 251~257 d 和苏锡常区域无霜期在 261~268 d 之间时为偏长无霜期。48 a 中,宁镇区域共有 5 次,2 次出现在 20 世纪 90 年代,进入 21 世纪后出现 3 次;苏锡常区域共有 3 次,均出现在 1989 年之后,20 世纪 80 年代末、20 世纪 90 年代、进入 21 世纪后各出现 1 次。

表 4 苏南各区极短、偏短、极长、偏长无霜期天数和出现年份

项目	宁镇区域		苏锡常区域	
	天数/d	出现年份	天数/d	出现年份
极短无霜期	223	1966、1969、1995	227	1962
偏短无霜期	230	1961、1962、1978	235	1966、1967、1969、1972、1974、1976、1979、1995
极长无霜期	258	2002、2003、2006	269	2001、2002、2003、2004
偏长无霜期	251	1994、1998、2004、2005、2007	261	1990、1994、2008

2.5 苏南茶区无霜期气候突变分析

将苏南各区 48 a 无霜期时间序列 M-K 统计量绘制成图(图 1)。由 UF 曲线可见,在 0.05 的显著性水平下,宁镇区域 20 世纪 90 年代中期以前,无霜

期延长的趋势不明显,90 年代后期开始,无霜期有明显的延长趋势,其突变点出现在 1996 年,突变后平均无霜期延长了 16 d。

苏锡常区域的曲线 UF 超过了信度线,UF 和

UB 的交点分别出现在 1999 年和 1984 年,但均位于信度区间之外,使用 M-K 法不能判定是否就是突变点,配合使用滑动 t 检验方法(Mtt),苏锡常区域 1984 年气候特征值 $t_0 = 4.50$,均通过 0.01 的显著检验。可以认为,苏锡常区域于 1984 年均出现了气候突变,突变后平均无霜期延长了 15 d。

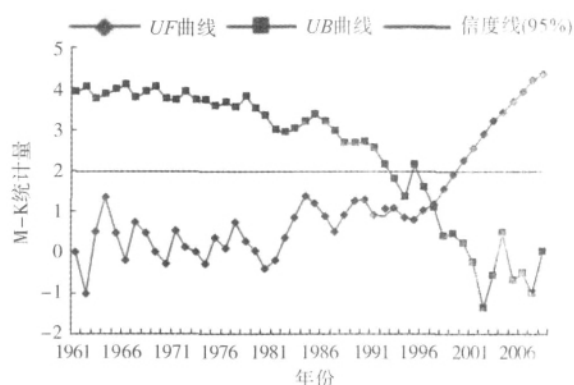


图 1 宁镇区域无霜期 M-K 统计曲线

3 结论与讨论

3.1 苏南茶区无霜期呈延长趋势,各区均发生气候突变

本研究发现,苏南茶区无霜期呈显著延长的变化趋势,苏锡常区域平均每 10 a 延长 7~9 d,其他区域 2~7 d。平均无霜期 20 世纪 60 年代最短,80 年代和 90 年代相当,进入 21 世纪后则明显延长。2000—2008 年平均无霜期与 20 世纪 60 年代相比,苏锡常区域延长了 32 d,宁镇区域延长了 24 d。苏南茶区平均无霜期为 237~256 d,北部短于南部;无霜期最长的年份,苏州、昆山高达 291 d;最短的年份,南京、镇江为 205 d。

1961—2008 年极短无霜期宁镇区域共出现 3 次,苏锡常区域出现 1 次,除宁镇区域有 1 次出现在 1995 年外,其他均出现在 20 世纪 60 年代;偏短无霜期苏南茶区均出现在 1996 年之前,1995 之后没有出现偏短无霜期。极长无霜期各区域分别出现 3~4 次,均出现在 2000 年之后;偏长无霜期分别出现 3~5 次,均出现在 1989 年之后。各区无霜期均发生了气候突变,宁镇区域、苏锡常区域气候突变点分别为 1996 年和 1984 年。突变后平均无霜期分别延长了 16、15 d。

3.2 苏南茶区无霜期气候变化趋势的对策

3.2.1 加快茶树品种更新,提升综合竞争力 苏南地区的茶树品种以有性系群体种为主。从 20 世纪 80 年代起,先后引进早芽种、特早芽种和中芽种等无性系良种,但所占比例仍较小(如金坛市特早芽

种、早芽种种植面积占茶树总面积的 33%,其中早芽种种植面积仅占茶树总面积的 3%左右)。因此,早春前期各茶场开采量小,满足不了市场的需求。正常年份以群体种为主的茶园年平均效益只有 15 000~30 000 元/hm²,不及同等管理水平的无性系良种茶效益的 1/2。随着气候变暖,苏南地区无霜期呈显著延长的变化趋势,苏南地区茶树的种植结构也要进行相应的调整。如各茶场首先要加快老茶园更新改造,优化配置茶树品种。品种是品质的基础,是占领市场先机的前提,只有尽快提高茶园优良品种覆盖率,才能提高茶叶的品质和效益,促进茶产业的转型升级和综合竞争力的提高。建议宁镇区域和苏锡常区域北部近 2~3 a 要大力引进早芽种,适度引进特早芽种;苏锡常区域南部,环太湖的低山丘陵由于水汽调节作用,温度偏高一些,无霜期长,适宜大力引进和推广特早芽种。

3.2.2 集成创新栽培技术,提升抗御自然灾害的能力 前几年,苏南茶园具有喷灌、滴灌的比例很少。少量的设施根本无法在遇到霜冻等自然灾害时发挥作用。近几年,苏南茶区已结合茶叶标准园的建设,增添了部分喷灌、滴灌、日本风扇等防霜设施,推广应用茶园复合生态体系建设技术,着力改善茶区生态环境;推广运用茶园设施栽培技术,以提高茶园抗御逆境的自然调控能力。江苏省鑫品茶业有限公司有机茶基地在 2010、2011 年早春遭遇晚霜冻时,启动喷灌设备和日本进口风扇设备等防霜设备,进行了有效的防晚霜冻工作,取得了显著的经济效益和生态效益,产值达 15 万元/hm² 以上,改变了茶田“望天收”的被动局面。

参考文献:

- [1] 马柱国. 中国北方地区霜冻日的变化与区域增暖相互关系[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 31-37.
- [2] 陈乾金, 夏洪星, 张永山. 我国江淮流域近 40 年异常初终霜冻的分析[J]. 应用气象学报, 1995, 6(1): 50-55.
- [3] 钱锦霞, 武捷, 班胜林. 1951—2008 年太原市霜冻发生特征分析[J]. 中国农学通报, 2009, 25(10): 287-289.
- [4] 叶殿秀, 张勇. 1961—2007 年我国霜冻变化特征[J]. 应用气象学报, 2008, 19(6): 661-665.
- [5] 许艳, 王国复, 王盘兴. 近 50 a 中国霜期的变化特征分析[J]. 气象科学, 2009, 29(4): 427-433.
- [6] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 482-493.
- [7] 魏风英. 现代气候诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 69-72.