

## 安徽泾县春茶开采期预报及气候品质评价

孙秀邦<sup>1</sup>,陶曙华<sup>1</sup>,田青<sup>1</sup>,曹树新<sup>2</sup>,刘瑞娜<sup>3</sup>,王周青<sup>1</sup>,陈欣鑫<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>宣城市气象局,安徽宣城 242000;<sup>2</sup>泾县气象局,安徽泾县 242500;

<sup>3</sup>安徽省农业气象中心,合肥 230031)

**摘要:**为了探究气候条件对春茶开采期和品质的影响,基于2013—2016年安徽翰林茶叶有限公司“绿环兰香”茶叶基地区域气象站资料和生育期观测资料,建立春茶开采期积温预报模型。此外,在茶叶气候品质评价气象指标和气候适宜指数构建基础上,利用分层聚类分析方法,得出茶叶气候品质评价等级标准。结果表明:当 $\geq 7^{\circ}\text{C}$ 活动积温和有效积温分别达 $396.7^{\circ}\text{C}$ 和 $153.6^{\circ}\text{C}$ 时,春茶进入开采期。春茶品质形成的最适气象指标为日平均气温在 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ ,平均相对湿度大于80%,平均日照时间在 $3\sim 6\text{h}$ ,其中倒春寒天气对茶叶品质影响最大。气候适宜指数和分层聚类结果表明,泾县地区气候条件总体有利于优质茶的形成,特优和优气候等级年份占56%,良等级占比19%,一般等级占比25%。试验数据检验表明,春茶气候品质等级与品质等级相一致,茶叶气候品质等级评价办法能够基本反映茶叶品质情况。

**关键词:**春茶;开采期;气候品质;适宜指数

中图分类号:S162

文献标志码:A

论文编号:casb16080139

### Forecast of First Plucking Date of Spring Tea and Evaluation of Tea Climate Quality Grade in Jingxian, Anhui

Sun Xiubang<sup>1</sup>, Tao Shuhua<sup>1</sup>, Tian Qing<sup>1</sup>, Cao Shuxin<sup>2</sup>, Liu Ruina<sup>3</sup>, Wang Zhouqing<sup>1</sup>, Chen Xinxin<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Xuancheng Meteorological Bureau, Xuancheng Anhui 242000; <sup>2</sup>Jingxian Meteorological Bureau, Jingxian Anhui 242500;

<sup>3</sup>Anhui Agricultural Meteorological Center, Hefei 230031)

**Abstract:** The paper aims to study the influence of climatic conditions on the first plucking date and quality of spring tea. Based on the data of regional automatic weather station and tea growth period observation data from 2013 to 2016 in tea base of Lvhuanlanxiang, Anhui Hanlin Tea Company, we established a forecast model of first plucking date of spring tea. Besides, based on the tea meteorological indices of climate quality evaluation and climate suitability indices, we established tea climate quality evaluation grade standard with hierarchical cluster analysis method. The results showed that: the first plucking date of spring tea would come when the active accumulated temperature was more than  $7^{\circ}\text{C}$  and the effective accumulated temperature reached  $396.7^{\circ}\text{C}$  and  $153.6^{\circ}\text{C}$ , respectively; the optimum meteorological index for tea quality had three aspects: the average daily temperature was  $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ ; the average relative humidity was greater than 80%; the average sunshine time was  $3\sim 6\text{h}$ ; late spring coldness had great influence on the quality of tea. Climatic suitability index and hierarchical clustering results showed that: the climatic condition in Jingxian was overall conducive to the formation of high quality tea; the winner and excellent climate grade year accounted for 56%, good grade accounted for 19%, and general grade accounted for 25%. Testing experimental data showed that the quality level of spring climate agreed with tea quality level, tea climate quality grade evaluation method was consistent with tea quality.

**Key words:** spring tea; first plucking date; climate quality; climate suitability indices

基金项目:2015年度安徽省气象局科技发展基金项目“茶树鲜叶品质气候评价关键技术研究”(KM201518)。

第一作者简介:孙秀邦,男,1983年出生,安徽肥东人,高级工程师,硕士,研究方向:农业气象。通信地址:242000 安徽省宣城市气象局,Tel:0563-2531010,E-mail:sunxiubang@sohu.com。

收稿日期:2016-08-30,修回日期:2017-03-30。

### 0 引言

中国已成为全球最重要的茶叶产销大国,其中绿茶产量占比达6成,居主导地位<sup>[1]</sup>。研究表明,茶叶产量和品质主要受到气候、土壤和地形的影响。对某一特定地区的茶树来说,气候是主要影响因子,不仅影响茶树物候期进程,而且影响茶叶品质<sup>[2-4]</sup>。李旭群等<sup>[5-6]</sup>研究表明,茶树开采期与其萌动后到开采期间的平均气温和积温相关。黄寿波<sup>[7]</sup>研究表明,茶树对温度、水分、光照等气象条件有一定的要求,如果这些条件能满足它的需要,茶树就生长良好,茶叶产量高,品质好;反之,茶树在生长发育过程中遇到不利的天气(如低温、干旱、湿害等)则抑制生长,重则茶株受害死亡。在茶叶品质方面,娄伟平等<sup>[8]</sup>分析认为,不能简单采用线性技术分析‘龙井43’春茶生化成分和气象因子的关系。在敏感区间,生化成分随气象因子显著变化;在不敏感区间,生化成分不随气象因子变化。郭湘等<sup>[9]</sup>研究比较了早春霜冻对不同茶树品种新梢生长量、芽叶生化成分及茶叶品质的影响,结果表明受冻茶样的芽长、芽重,主要生化成分含量均呈下降趋势。

安徽省泾县是全国生态茶园示范基地,其独特的地形和小气候环境造成绿茶品质优等,并且茶叶产业已成为山区农民收入的重要组成部分<sup>[10]</sup>。经笔者调查,在茶叶生产和销售方面,茶农或茶企重点关注春茶开采期和茶叶品质情况。一方面,春茶开采期的准确把握能够合理安排茶工,做到及时采摘优质、高价茶叶;另一方面,良好的春茶气候品质一直未有定量的评价标准,生态和气候附加值不明显。此外,通过近年来观测资料发现,气象因子对茶叶开采期和品质有着明显影响,且利弊相当<sup>[11-13]</sup>。因此,本研究通过田间试验和生产调查,获取春茶开采期和品质数据,结合同期气象数据,研究气象因子对春茶生长和品质影响,建立茶叶品质气候评价指标,以期解决茶农或茶企关心的两方面问题。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料来源

茶叶试验材料来自泾县汀溪乡安徽翰林茶叶有限公司生产的“绿环兰香”茶叶基地。所研究茶树经调查均为1970s种植的地方群体柳叶品种。树冠高幅度为105 cm×125 cm,海拔252 m。气象资料主要是1960—2015年泾县国家气象观测站和2013—2016年茶园附近气象部门布设的区域自动气象站和农田小气候仪数据,主要包括:逐日平均气温、最高、最低气温、相对湿度和日照等。茶叶资料主要包括近年来春茶开采日期和生化检测报告等。

#### 1.2 春茶开采期确定与预报方法

根据茶叶生产者提供的生产记录资料、当地种植业局茶叶站资料,并参考新闻媒体对开采期报道确定2013—2016年间的春茶开采期。重点分析开采期之前气温和积温情况,建立开采期预报方法。

#### 1.3 茶树鲜叶品质气候评价办法

1.3.1 茶树鲜叶品质主要气象因子指标确定 基于茶树的生物学特性,结合前人的研究成果<sup>[14-15]</sup>,确定鲜叶采收前15天的平均气温(°C)、平均相对湿度(%),平均日照时数(h)为影响茶叶品质的关键气象因子。通过对宣城茶叶采收期调查,确定以清明节前的3月21日—4月4日为采收前15天;同时选择“绿环兰香”茶叶基地为研究对象,由于基地小气候站和区域站资料序列较短,通过2013—2016年区域站与泾县国家气象站资料的对比分析,将国家站1960—2015年资料中的日平均温度、日照时数和相对湿度订正到该基地气象数据中。

1.3.2 确定倒春寒强度 采收期前15天气温波动较大,因此对茶叶的品质影响也最大,低温冻害容易导致茶蓬表面嫩芽呈棕褐色,嫩芽卷曲发干。根据前人研究结果<sup>[16]</sup>,定义倒春寒指标为日平均气温<10°C且维持3天以上时段。此外,利用许炳南等的研究成果<sup>[17-18]</sup>,定义年度倒春寒强度指数,强度指数计算见公式(1)。

$$K_i = 100 \times \left[ \frac{N_i}{10} - \frac{T_i}{10} + \frac{H_i}{20} \right] \dots\dots\dots (1)$$

式中:*i*为年份;*N<sub>i</sub>*为当年最长1次倒春寒过程的持续天数,若*N<sub>i</sub>*≥10,则令*N<sub>i</sub>*=10;*T<sub>i</sub>*为当年3月21日—4月4日任意滑动5天平均气温的最低值(°C);*H<sub>i</sub>*为当年倒春寒总日数,若*H<sub>i</sub>*≥10,则令*H<sub>i</sub>*=10。

倒春寒等级划分标准:无倒春寒为*K<sub>i</sub>*<40;轻级倒春寒为40≤*K<sub>i</sub>*<100;中级倒春寒为100≤*K<sub>i</sub>*<200;重级倒春寒为200≤*K<sub>i</sub>*<250;特重级为*K<sub>i</sub>*≥250。

1.3.3 确立不同气象因子指标等级 在综合倒春寒强度指数、茶树生长适宜气象条件要求和品质调查数据基础上,最终将鲜叶采收前15天的平均气温、平均相对湿度和日照时数3个气象指标划分为4个等级,分别赋予4~1的数值。等级(*M*)划分标准见(2)。

$$M_i = \begin{cases} 4 & T_{i01} \leq X_i \leq T_{i02} \\ 3 & T_{i11} \leq X_i < T_{i01} \text{ or } T_{i02} < X_i \leq T_{i12} \\ 2 & T_{i21} \leq X_i < T_{i11} \text{ or } T_{i12} < X_i \leq T_{i22} \\ 1 & X_i < T_{i21} \text{ or } X_i > T_{i22} \end{cases} \dots (2)$$

式中:*i*=3,表示3个气象指标,分别为鲜叶采收前15天的平均气温、平均相对湿度和平均日照时数。*X<sub>i</sub>*为气象指标的实际值;*T<sub>i01</sub>*、*T<sub>i02</sub>*分别表示茶叶品质特优的气象指标的下限和上限值;*T<sub>i11</sub>*、*T<sub>i12</sub>*分别表示茶叶品质优

的气象指标的下限和上限值;  $T_{21}$ 、 $T_{22}$  分别表示茶叶品质良的气象指标的下限和上限值。如果气象指标低于  $T_{21}$  或者高于  $T_{22}$ , 则茶叶品质一般或者较差。

1.3.4 气候适宜指数 茶叶品质形成过程中, 热量条件、水汽条件和光照条件相互作用决定茶叶气候品质优劣。因此, 应用加权平均法构建茶叶品质气候适宜指数, 计算见公式(3)。

$$THS = \sum(a_i M_i) \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $THS$  为茶叶品质气候适宜指数。  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  分别为温度适宜指数、湿度适宜指数和光照适宜指数;  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  分别为  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  的权重系数。权重系数参考浙江省茶叶气候品质评价中对应气象因子的权重系数<sup>[4]</sup>, 取  $a_1=0.6$ ,  $a_2=0.2$ ,  $a_3=0.2$ 。

1.4 统计分析

茶叶开采期积温变异系数分析和茶叶综合气候适宜指数分层聚类分析均采用 SPSS 统计软件进行, 分层聚类分析方法为离差平方和法。

2 结果与分析

2.1 气象因子对茶树开采期影响

茶树从萌动到开采需要一定的积温, 以往一般认为茶树春季开始生长的温度为日平均气温稳定通过

10℃, 而后来许多人的研究表明不同品种茶树开始生长的温度并不相同<sup>[19]</sup>, 其中以 5℃、7℃、10℃、12℃ 作为开始生长温度最有代表性<sup>[20-23]</sup>。此外春季气温多波动, 各年份所求的春季稳定通过各界线温度积温差别巨大。主要因为早春当气温升高时, 茶树就已开始生长, 当气温下降时, 生长即又停止, 且其生长可逐步积累<sup>[19]</sup>。因此, 所求的稳定通过某界线温度的积温对开采期确定意义不大。根据汀溪近年来的气象和物候观测资料, 稳定通过 5℃ 多在 2 月 20 日以后, 且此时日均温也有 10℃ 始现。因此, 可以统计 2 月 20 日到每年开采期的活动积温和有效积温来分析其与开采期的关系。

从表 1 中可以看出, 2 月 20 日开始到开采期当天的活动积温和有效积温来预报开采期具有较好的效果, 期中 ≥7℃ 活动积温和有效积温具有较小的变异系数<sup>[24]</sup>, 在 4 年中稳定性最好, 活动积温和有效积温平均值分别为 396.7℃ 和 153.6℃。而 ≥10℃ 活动积温和有效积温稳定性较差, 说明 5℃ 和 7℃ 日均温的出现已经对茶叶萌动和生长有促进作用, 影响茶树开采期的提前或推迟。

2.2 茶叶气候品质等级划分

在满足茶树萌发的条件下, 温度较低, 茶芽生长缓慢, 有利于茶叶中氨基酸含量的提高, 但温度较低, 不

表 1 茶叶开采期与积温情况

年份	茶叶采摘期 (月-日)	通过 5℃ 日期 (月-日)	通过 7℃ 日期 (月-日)	通过 10℃ 日期 (月-日)	≥5℃ 活动 积温/℃	≥5℃ 有效 积温/℃	≥7℃ 活动 积温/℃	≥7℃ 有效 积温/℃	≥10℃ 活动 积温/℃	≥10℃ 有效 积温/℃
2013	4-1	2-20	3-2	3-14	415.5	220.9	384.8	153.2	314.5	69.9
2014	4-4	2-19	3-7	3-12	440.5	220.5	400.3	157.3	296.7	86.7
2015	4-5	3-5	3-8	3-12	443.9	218.9	408.6	155.6	327.8	87.8
2016	4-7	3-10	3-11	3-27	458.5	208.5	393.3	148.3	342.7	82.7
		平均值			439.6	217.2	396.7	153.6	320.4	81.8
		变异系数/%			4.1	2.7	2.6	2.5	6.1	10.0

利于茶多酚等芳香物质的形成<sup>[25]</sup>。多项研究表明在茶叶品质形成阶段, 最适宜平均温度范围为 12~18℃<sup>[26-28]</sup>。通过对 1960—2016 年采摘期前 15 天的逐日气温数据分析, 春季茶叶主要受到倒春寒灾害的影响, 导致品质下降。

从图 1 可以看出, 倒春寒指数与该时段平均气温有明显负相关关系, 相关系数为 -0.767, 达到极显著水平, 表明倒春寒指数越高, 该时段平均气温也越低。如 1996 年、1992 年等发生特重级倒春寒。从表 2 可以看出, 当该时期平均气温 <10℃ 时, 每年均发生倒春寒现象, 且 11 年中, 特重级年份有 6 年, 重级 1 年, 这些年

份中经常有 0℃ 以下低温出现, 对茶树新梢生长和品质有不利影响, 如 1992 年、1987 年等。当平均气温在 10~11℃ 之间时, 特重级年份急剧减少, 9 年中仅有 1 次特重级, 重级为 2 次, 中级为 1 次, 该阈值范围内极少出现 0℃ 以下极端最低气温, 但对茶树仍有较不利影响。当日平均气温在 12~15℃ 时, 仅有轻度的倒春寒过程, 温度适宜茶芽的生长。而当平均气温期 >15℃ 时, 均无倒春寒天气影响。但是, 在没有或极少发生倒春寒天气的年份里, 温度过高对茶树生长也不好, 如 2002 年平均气温为 14.7℃, 2016 年平均气温 15.9℃, 但是期间极端最高气温分别 30.1℃ 和 32.2℃。黄寿波认为, 茶树

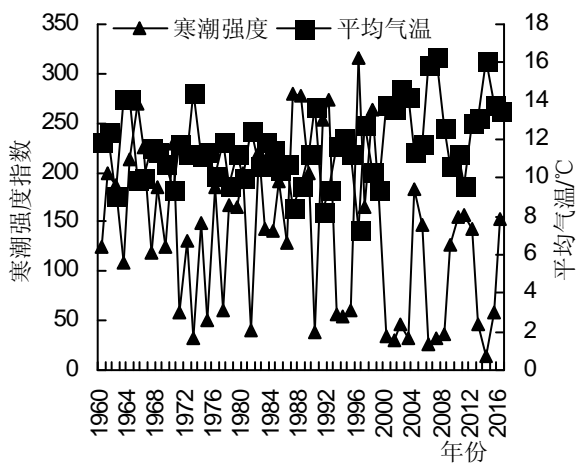


图1 1960—2016年绿环兰香茶叶基地倒春寒强度指数分布

的生物学最高温度为 30 °C 左右<sup>[7]</sup>, 高温一方面偏离了茶树生长的最适温度, 另一方面加速茶芽生长发育, 造成优质茶减产。因此, 平均气温高于 14 °C 以后对茶叶品质有不利影响。

空气中较高的湿度不仅能抑制茶叶中纤维素的合成, 保持芽叶柔嫩, 而且能够增强太阳辐射的漫射效应, 有利于茶多酚、氨基酸等芳香物质的形成。张玮玮等<sup>[29]</sup>研究表明茶树生长最适宜的空气相对湿度为 80% 以上, 低于 60% 时空气干燥不利茶叶好品质形成。茶树喜弱光且耐荫, 一定的光照条件可以促进植物体内茶多酚等芳香物质和氨基酸的形成和累积, 有利于品质提高, 但光照过强, 反而不利于茶叶中茶多酚的形

成<sup>[30]</sup>。在茶叶生长期, 日照百分率若小于 45%, 生产的茶叶质量较优, 若小于 40%, 其质量更好<sup>[29]</sup>。

综合以上分析, 结合金志凤等对浙江茶叶气候品质评价指标<sup>[14]</sup>, 确定平均气温、平均相对湿度和日照时数对茶叶气候品质评价等级指标, 并赋予相应数值: 特优赋予 1, 优赋予 2, 良赋予 3, 一般赋予 4, 具体见表 3。

### 2.3 春茶综合气候品质等级评价

根据表 3 中的指标等级划分, 计算 1960—2016 年每年平均气温、平均相对湿度和日照时数评分值, 然后根据茶叶品质气候适宜指数计算公式获得最终综合气候适宜指数。利用 SPSS 软件进行分层聚类, 聚类方法为离差平方和法。最终分为 4 类(见表 4)。结果表明, 在 1960—2016 年中, 特优和优气候等级年份各达到 16 年, 各占比 28%, 良等级为 11 年, 占比 19%, 一般等级为 14 年, 占比 25%。因此, 泾县地区气候条件总体有利于优质茶的形成, 但仍然易受到不利气候的影响, 造成品质一般或较差。

### 2.4 茶叶气候品质评价指标的检验

为检验茶叶气候品质等级评价结果的准确性, 选取 2015 年泾县绿环兰香茶叶基地的春茶进行检验。根据早春气象指标和综合气候品质等级划分标准, 得到气候适宜指数值为 3.2, 属于气候品质优等级。同时取茶叶鲜叶进行内含物主要化学指标检测, 根据化学指标检测结果, 茶多酚含量为 15.45%, 氨基酸含量为 2.8%, 茶多酚与氨基酸比值为 5.518, 均达到绿茶制茶

表 2 1960—2016 年绿环兰香茶叶基地气温分布特征及倒春寒强度

温度范围/°C	平均气温/°C	平均最高气温/°C	平均最低气温/°C	年数/a	特重年数/a	重级年数/a	中级年数/a
<10	9.1	13.7	5.4	11	6	1	4
10≤T<11	10.4	15.5	6.4	9	1	2	6
11≤T<12	11.5	17.4	7.0	17	0	0	13
12≤T<13	12.5	18.6	7.8	7	0	0	3
13≤T<14	13.6	19.6	9.1	4	0	0	1
14≤T<15	14.4	21.0	9.2	5	0	0	1
≥15	15.9	23.2	10.5	4	0	0	0

表 3 茶叶气候品质评价气象指标及等级划分

等级	评分	气象指标		
		平均气温 T/°C	平均相对湿度 H/%	日照时数 S/h
特优	4	12≤T≤14	H≥80	3≤S≤6
优	3	11≤T<12 or 14<T≤15	70≤H<80	1.5≤S<3 or 6<S≤8
良	2	10≤T<11 or 15<T≤16	60≤H<70	0<S<1.5 or 8<S≤10
一般	1	T<10 or T>16	H<60	S=0 or S>10

表4 春茶综合气候品质等级划分标准

气候适宜指数	气候品质评价等级	等级
$\geq 3.4$	1级	特优
[2.8,3.4)	2级	优
(2.4,2.8)	3级	良
$\leq 2.4$	4级	一般

标准。杨亚军<sup>[1]</sup>研究表明,茶多酚含量在16%~24%之间,绿茶品质最好。程启坤<sup>[2]</sup>研究表明,氨基酸是所有化学成分中与绿茶品质关系最为密切的成分,所研究的浙江的杭炒青二级四等茶叶质量氨基酸含量为2.95%,安徽的屯绿炒青一级二等氨基酸含量为2.48%,均与绿环兰香茶叶氨基酸含量相当。因此,本研究建立的茶叶气候品质等级评价办法能够基本反映茶叶品质情况。

### 3 结论与讨论

春茶开采期预报对茶叶生产者及时安排用工,实现春茶的“早、新、优、价”具有重要意义。本研究在分析前人研究结果的基础上确定2月20日为春茶开始生长的关键起始日期,当 $\geq 7^{\circ}\text{C}$ 有效积温达到 $153^{\circ}\text{C}$ 时,春茶进入开采期。在气候品质评价方面,本研究在引入倒春寒强度指数的基础上,结合茶树最适气象指标建立了基于平均气温、平均相对湿度和平均日照时数的茶叶气候品质评价模型。同时基于分层聚类方法获得每年的茶叶品质气候等级。经过2015年春茶生化指标与气候等级的对比分析,评价模型具有较好吻合性。结果表明开采前15天平均气温在 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$ 属于茶叶品质形成最适温度,1960年以来气候适宜指数主要在1.4~3.8范围波动,良以上等级占据绝大多数年份,气候条件总体适合茶叶生长和优良品质的形成,但茶叶生产也存在一定的风险,不可小觑,容易造成品质下降。

开采期预报多采用积温或气象因子的预报方法,本研究春茶开采期预报方法与前人类似如姜润等<sup>[3]</sup>通过积温预报法得出,溧阳‘白茶1号’通过 $10^{\circ}\text{C}$ 有效积温达到 $67^{\circ}\text{C}$ 或稳定通过 $6^{\circ}\text{C}$ 有效积温达到 $147^{\circ}\text{C}$ 才到春茶开采期。此外,本研究摒弃了以往习惯使用稳定通过 $10^{\circ}\text{C}$ 作为茶树生长下限温度的做法,以2月20日作为开采期预报起始日,简单易行,方便茶农掌握运用。

茶叶品质与气候条件虽关系密切,但很难定量开展精确的评价工作。本研究以倒春寒强度指数确定开采前15天最适温度范围,结合前人对湿度和日照研究结果确定相应最适范围,确立了定量评价指标,具有重

要指导意义。

春茶开采期预报和气候品质评价的准确性不仅受到关键期气象条件的影响,还受到其他时段影响,如夏季高温干旱和冬季极端低温影响,此外还受到病虫害发生轻重情况,施肥、除草等农事管理活动的影响,因而在实际运用过程中要注意这些因素的影响。

### 参考文献

- [1] 梅宇,王智超,林璇.2015年中国茶叶产销形势分析[J].茶世界,2016(4):21-30.
- [2] 高婷.商南茶区生态环境与茶叶品质综合评价研究[D].咸阳:西北农林科技大学,2013:5-10.
- [3] 罗京义,晏理华,徐大红,等.铜仁地区茶树生长的气候适应性分析及优质绿茶种植区划[J].茶叶科,2011(2):136-142.
- [4] 李湘阁,闵庆文,余卫东.南京地区茶树生长气候适应性研究[J].南京气象学院学报,1995,18(4):572-577.
- [5] 李旭群.苏南茶区春茶开采期预测[J].气象科学,1990(2):213-214.
- [6] 姜燕敏,金志凤,李松平,等.浙南春茶开采前后气象条件分析及开采期预报[J].中国农业气象,2015(2):212-219.
- [7] 黄寿波.茶树生长的农业气象指标[J].农业气象,1981(3):54-58.
- [8] 娄伟平,吉宗伟,温华伟,龙井43春季茶叶生化成分对气象因子的敏感性分析[J].生态学杂志,2014(2):328-334.
- [9] 郭湘,唐茜,许燕,等.早春霜冻对不同茶树品种芽叶的生化成分及制茶品质的影响[J].云南大学学报:自然科学版,2015(6):930-938.
- [10] 袁万兵.守护舌尖上的安全-泾县成功创建国家级有机茶示范区[N].宣城日报,2014-08-11(2).
- [11] 徐玲玲.泾县汀溪乡茶叶质量与气象因子的关系[J].现代农业科技,2015(13):286,288.
- [12] 汪大林,曾中福,王俊,等.气象因子在宣城茶叶区划中的应用[J].安徽农业科学,2014(23):7931-7933.
- [13] 汪大林,王俊,张文字,等.倒春寒天气对宣城地区茶叶产量的影响[J].安徽农学通报,2013(24):109-110.
- [14] 金志凤,王治海,姚益平,等.浙江省茶叶气候品质等级评价[J].生态学杂志,2015,34(5):1456-1463.
- [15] 田永辉,梁远发,令狐昌弟,等.冻害、冰雹多茶树生理生化的影响[J].山地农业生物学报,2005,24(2):135-137.
- [16] 吴劲松.赫章县倒春寒天气过程统计分析[J].贵州气象,2000(2):13-14.
- [17] 许炳南.贵州气候灾害的划分标准[J].贵州气象,1999(3):42-47.
- [18] 李勇,杨晓光,代姝玮,等.气候变化背景下贵州省倒春寒灾害时空演变特征[J].应用生态学报,2010(8):2099-2108.
- [19] 钱书云.春茶萌动起点温度及其求算方法的探讨[J].农业气象,1986(2):42-45.
- [20] 陈荣冰,钱书云,郭元超.春茶开采期测报研究[J].福建省农科院学报,1988(2):10-18.
- [21] 王怀龙,王本一,鲍进兴.春季茶芽萌动起点温度和积温统计方法的探讨[J].农业气象,1981(2):65-70.
- [22] 郭元超.茶树品种资源的开发研究[J].福建省农科院学报,1986(2):76-88.
- [23] 邓大海,邹林林,陈蜜.春季茶叶生产与气象条件关系分析[J].北京

- 农业,2015(14):135-136.
- [24] 姜会飞.农业气象观测与数据分析[M].北京:科学出版社,2009:144-165.
- [25] 汪春园,荣光明.茶叶品质与海拔高度及其生态因子的关系[J].生态学杂志,1996,15(1):57-60.
- [26] 孙有丰.土壤湿度和气温对茶树生长影响的研究[D].合肥:安徽农业大学,2007:20-21.
- [27] 王强,王馨,王清.茶树生长发育对环境条件的要求[J].四川农业科技,2011,12:28-29.
- [28] 饶文光.气象条件对茶叶种植的影响与防治措施研究[J].中国农业信息,2015,15:104.
- [29] 张玮玮,申双和,刘敏,等.湖北省茶树种植气候区划[J].气象科学,2011,31(2):153-159.
- [30] 李卓,贺龄萱.茶与气象[M].北京:气象出版社,2005:22-27.
- [31] 杨亚军.茶树育种品质早期化学鉴定——Ⅱ.鲜叶的主要生化组分与绿茶品质的关系[J].茶叶科学,1991(2):127-131.
- [32] 程启坤.茶叶品种适制性的生化指标——酚氨比[J].中国茶叶,1983(1):38.
- [33] 姜润,钱半吨,蒋文妍,等.‘白叶1号’茶树品种在溧阳开采期预测研究[J].茶叶,2014(3):134-137.