

金 垚, 张玉芳, 刘琰琰, 等. 攀西地区烤烟气候减产风险分析和区划[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(16): 260-263.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.16.057

# 攀西地区烤烟气候减产风险分析和区划

金 垚<sup>1</sup>, 张玉芳<sup>2</sup>, 刘琰琰<sup>3</sup>, 上官昌贵<sup>1</sup>

(1. 四川省气象局应急与减灾处, 四川成都 610072; 2. 四川省农业气象中心, 四川成都 610072;

3. 成都信息工程大学大气科学学院/高原大气与环境四川省重点实验室/气候与环境变化联合实验室, 四川成都 610225)

**摘要:**以四川省攀西地区 1990—2017 年 15 个县(市、区、自治县)烤烟逐年单产数据为基础, 计算烤烟趋势产量和气象产量, 再以歉年减产率平均值、歉年减产率变异系数和减产率发生概率作为评价指数, 得到攀西地区烤烟气候减产综合风险指标, 据此绘制攀西农区烤烟风险区划图, 对其减产气候风险进行评估。结果显示, 攀西农区东部 6 县歉年平均减产率较高, 其他地区中减产率低值区域分布比较分散; 中部的西昌市、普格县和德昌县产量波动较明显, 其他地区波动较小; 歉年减产率发生概率较高地区为德昌县及会理县的大部; 综合高风险区主要分布于攀西南部, 包括德昌县、会理县及会东县的大部区域, 低风险区主要分布于攀西农区东北部及西部的 10 个县, 其他大部为中风险区。研究结果能够为四川省攀西地区烤烟的种植布局和防灾减灾提供决策参考, 减少烤烟的气象灾害损失。

**关键词:**攀西地区; 烤烟; 气候减产; 风险区划

**中图分类号:** S162.8   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1002-1302(2019)16-0260-04

攀西地区一般是指四川省攀枝花和凉山地区, 该地区位于四川省西南部, 属亚热带高原季风气候区, 日照充足, 降水丰沛, 昼夜温差大, 四季温差小<sup>[1]</sup>, 在《全国烟草种植区划研究报告》中, 凉山地区被定为烟叶生产最适宜地区。烤烟是攀西地区(凉山彝族自治州和攀枝花市)第一大经济作物, 也是当地重要的支柱产业。攀西地区下辖的 22 个县(市)中, 有 15 个县(市)均大量种植烤烟, 仅凉山地区的种植规模就位居全国市(州)级第 2、四川省第 3。随着扶贫工作的不断深入, 种植烤烟作为脱贫致富的重要手段之一, 每年可给

当地烟农带来户均 5 万元以上的收入, 其对攀西地区的重要性不言而喻。近年来, 烤烟种植面积不断扩大, 气象灾害如冰雹、干旱、大风、低温等对烤烟的危害也日趋严重。如烤烟在团棵旺长期遭遇冰雹, 直径 < 5 mm 的冰雹持续 1 min 可造成烟叶茎秆受损, 随着冰雹直径的增大和持续时间的增加, 重则造成烟叶破碎, 茎秆折断, 从而严重影响烤烟产量<sup>[2]</sup>。攀西地区地形以山地为主, 立体气候特征明显, 通过实地走访调查发现, 在该地不同区域, 导致烤烟产量受损的主要气象灾害往往并不相同, 同一种气象灾害发生在烤烟的不同生长阶段时, 其影响往往也不相同, 因此, 在攀西地区烤烟气候减产的风险具有空间差异性。

我国已有学者在相关研究领域做了大量工作, 王晖等分析了凉山烟区主要气候因素对烤烟质量影响<sup>[3]</sup>。李一等针对攀枝花市烤烟热量资源进行了分析论述<sup>[4]</sup>, 但没有针对攀西农区进行综合分析。刘琰琰等针对攀西地区烤烟建立了气候适宜性评价指标<sup>[5]</sup>, 但缺少气候减产风险分析。张玉芳等针对攀西地区烤烟低温冷害空间分布特征进行研究<sup>[6]</sup>, 但

收稿日期: 2019-04-15

基金项目: 四川省应用基础研究项目(编号: 2018JY0341); 高原与盆地暴雨早涝灾害四川省重点实验室基金(编号: 2018-重点-05-03)。

作者简介: 金 垚(1983—), 男, 辽宁沈阳人, 硕士, 工程师, 主要从事气象为农服务工作管理。E-mail: kinyoo@126.com。

通信作者: 张玉芳, 硕士, 高级工程师, 主要从事灾害风险评估及区划研究。E-mail: yufang918@sina.com.cn。

[9] 孔雪松, 刘耀林, 邓宣凯, 等. 村镇农村居民点用地适宜性评价与整治分区规划[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 215-222.

[10] 刘善开, 韦素琼, 陈松林, 等. 基于 Voronoi 图的农村居民点空间分布特征及其整理潜力评价——以福建省德化县为例[J]. 资源科学, 2014(11): 2282-2290.

[11] 杨 俊, 王占岐, 邹利林, 等. 基于村尺度的山区农村居民点用地现状及其整理时序研究[J]. 经济地理, 2013, 33(5): 150-157.

[12] 苏木兰, 戴文远, 黄华富, 等. 快速城镇化背景下海岛农村居民点空间演变——以福建海坛岛为例[J]. 热带地理, 2016, 36(6): 1005-1018.

[13] 谭学玲, 闫庆武, 李晶晶, 等. 盘县农村居民点空间分布特征及其地形地貌影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(12): 2083-2090.

[14] 李 旭, 张凤荣, 姜广辉, 等. 京郊卫星城区农村居民点土地利用特征分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(19): 233-243.

[15] 许 婷, 饶 磊, 赵小敏, 等. 基于 MCR 模型和加权 Voronoi 图的农村居民点空间布局优化[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(6): 333-337.

[16] 梁照凤, 袁 媛, 陈文波, 等. 基于加权 Voronoi 图的农村居民点用地适宜性评价与整治分区研究[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(6): 1244-1255.

[17] 黄 聪, 赵小敏, 郭 熙, 等. 江河流域农村居民点空间布局[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(22): 353-357.

[18] 周 霖, 黄 云, 廖铁军, 等. 万州区农村居民点空间布局特征与调控[J]. 土壤通报, 2017, 48(4): 800-808.

[19] 黄 聪, 赵小敏, 郭 熙, 等. 基于核密度的余江县农村居民点布局优化研究[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(11): 165-174.

未考虑冰雹、大风、干旱等其他致灾因子。陈超等从气候变化的角度对攀西地区烤烟敏感性和脆弱性进行了分析<sup>[7]</sup>,但缺乏对灾损的影响分析。本研究结合前人研究方法和经验<sup>[8-16]</sup>,利用1990—2017年四川省攀西地区15个县(市、区、自治县)的烤烟历年单产数据,参考李丽纯等的研究方法<sup>[17]</sup>,计算攀西地区烤烟气候减产综合风险指标,对攀西地区烤烟减产气候风险进行评估和区划,以期为该地区决策部门和烟草管理部门在烤烟管理种植和趋利避害方面提供科学参考。

## 1 材料与与方法

### 1.1 数据来源

本研究中所用的攀西地区15个烤烟种植县(市、区、自治县)历年(1990—2017年)单产资料来源于凉山彝族自治州和攀枝花市农业部门的统计结果。

### 1.2 区划指标与评价方法

在烤烟产量形成过程中,用歉年平均减产率、歉年减产率变异系数和减产率发生概率<sup>[18]</sup>3个指标来反映农业气象灾害给烟叶产量带来的风险。歉年平均减产率是用来表征1990—2017年时间段内,烤烟歉年减产的平均值;减产率变异系数则反映了烤烟产量的上下浮动程度,变异系数与烤烟产量稳定性呈负相关关系,与减产风险呈正相关关系;减产率发生概率则用来描述攀西地区各地气候条件和气象灾害对烤烟生产造成的负面影响;综合风险指数则是将以上3种指标通过不同权重综合计算得到的结果,用来反映不同地区气象条件与气象灾害对烤烟减产的综合影响。

### 1.3 歉年平均减产率

趋势产量的模拟采用直线滑动平均法,利用实际产量( $y$ )和趋势产量( $y_t$ )的差值计算得到气象产量,而相对气象产量( $y_i$ )为气象产量与趋势产量的百分比。公式如下:

$$y_i = \frac{y - y_t}{y_t} \times 100\% \quad (1)$$

减产率采用相对气象产量来表示,一般认为,歉年时 $y_i < 0$ ,再设歉年样本数量为 $n$ ,通过公式(2)计算歉年平均减产率( $d$ )。

$$d = \frac{\sum |y_i|}{n} \quad (2)$$

### 1.4 歉年减产率变异系数

减产率变异系数,也称作稳定系数,通过下式计算:

$$C_v = \frac{1}{\bar{y}_2} \sqrt{\frac{\sum (y_2 - \bar{y}_2)^2}{n-1}} \quad (3)$$

式中: $C_v$ 为歉年产量变异系数; $y_2$ 为减产年单产; $\bar{y}_2$ 为减产年平均产量。变异系数反映了攀西农区种植烤烟的减产风险,变异系数越大,则说明烤烟种植面临的风险越大。而对于所有攀西地区烤烟产量受损的年份,则用歉年减产率变异系数来表示这些年份烤烟产量受损程度。

### 1.5 减产率发生概率

减产率发生概率( $p$ )反映了攀西地区烤烟相对气象产量低于某临界值的累计概率。本研究利用SPSS软件对各县(区、自治州)烤烟相对气象产量序列进行正态检验和正态化处理。

设样本均值为 $\mu$ ,均方差为 $\sigma$ , $x$ 为烤烟相对气象产量,则概率分布密度函数和分布函数分别为

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx \quad (5)$$

设临界值为 $x_0$ (本研究取 $x_0 = -5\%$ ),则当 $x < x_0$ 时,减产率发生概率为

$$p(x < x_0) = \Phi\left(\frac{x_0 - \mu}{\sigma}\right) \quad (6)$$

正态分布近似公式为

$$p(x) = \frac{1}{2} (1 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4 + a_5 x^5 + a_6 x^6)^{-16} \quad (7)$$

式中: $a_1 = 0.049\ 867\ 437$ ,  $a_2 = 0.021\ 141\ 006\ 1$ ,  $a_3 = 0.003\ 277\ 626\ 3$ ,  $a_4 = 0.000\ 038\ 003\ 6$ ,  $a_5 = 0.000\ 048\ 890\ 6$ ,  $a_6 = 0.000\ 005\ 383$ 。

### 1.6 综合风险指数

由歉年平均减产率、歉年减产率变异系数、减产率发生概率量纲不同,因此对它们进行归一化处理,得到归一化指数 $d'$ 、 $C_v'$ 、 $p'$ ,然后计算综合风险评估指数( $I$ ),计算公式为

$$I = (d' + C_v' + p')/3 \quad (8)$$

## 2 结果与分析

### 2.1 歉年平均减产率

基于攀西农区15个县(市、区、自治县)烤烟单产数据,得到1990—2017年历年相对气象产量。据统计,近24年来,大多数年份减产县(市、区、自治县)数都在6~13个范围内,其中有9年出现10个以上县(市、区、自治县)减产,尤其是2017年有13个县(市、区、自治县)出现减产,在15个县(市、区、自治县)中有10个县(市、区、自治县)1/2以上年份出现减产。

在空间分布上,从图1可以看出,攀西农区东部的雷波县、美姑县、昭觉县、喜德县、金阳县、布拖县平均减产率在20%~33%之间,其中布拖县的部分区域达到25%以上;减产率相对低值区域(<15%)分布比较分散,包括越西县、冕宁县、米易县、会理县的部分区域及西昌市和宁南县的大部;其他区域减产率大多集中在15%~20%之间。

### 2.2 歉年减产率变异系数

从图2可以看出,攀西农区歉年减产变异系数在0.65~1.20之间,其中,西昌市、普格县和德昌县的大部区域在1.00以上,说明其减产年份较多,面临较大的风险;其他地区变异系数 $\leq 1$ ,尤其是攀西农区东北部的美姑县、雷波县、昭觉县以及南部的盐源县和会东县变异系数相对较小,在0.65~0.80之间。

### 2.3 减产率发生概率

从图3可以看出,减产率发生概率在5%~76%之间,其中有13县(市、区、自治县)在10%~50%之间,发生概率在50%以上的县为德昌县及会理县的大部,发生概率 $\leq 30\%$ 的区域为攀西农区东北部大部及盐源县、会东县,其中雷波县、布拖县、美姑县、盐源县及会东县的部分区域减产发生概率在20%以下,其分布特征和减产率变异系数类似。

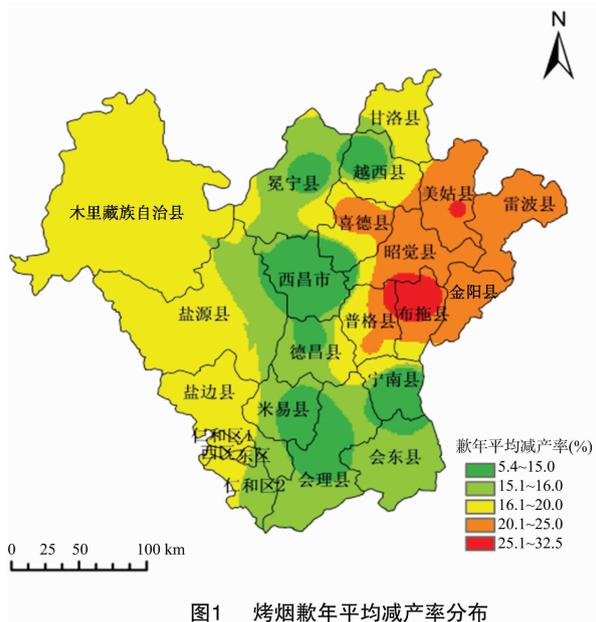


图1 烤烟歉年平均减产率分布

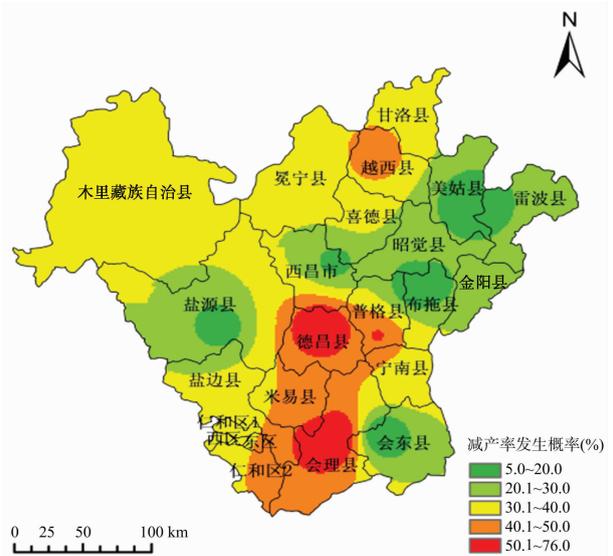


图3 烤烟减产率发生概率分布

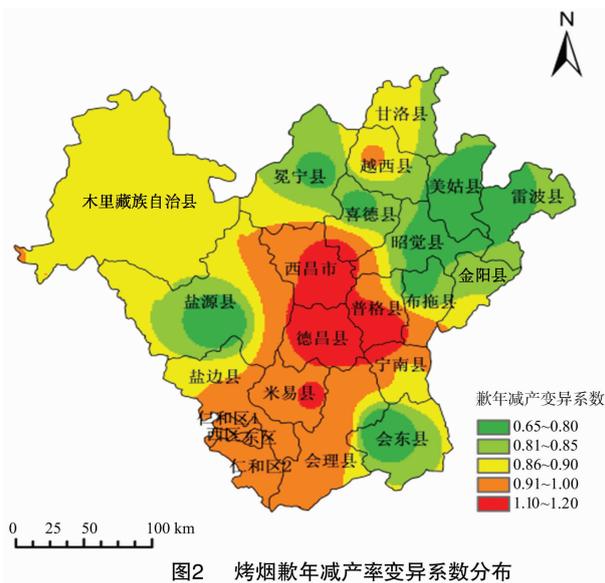
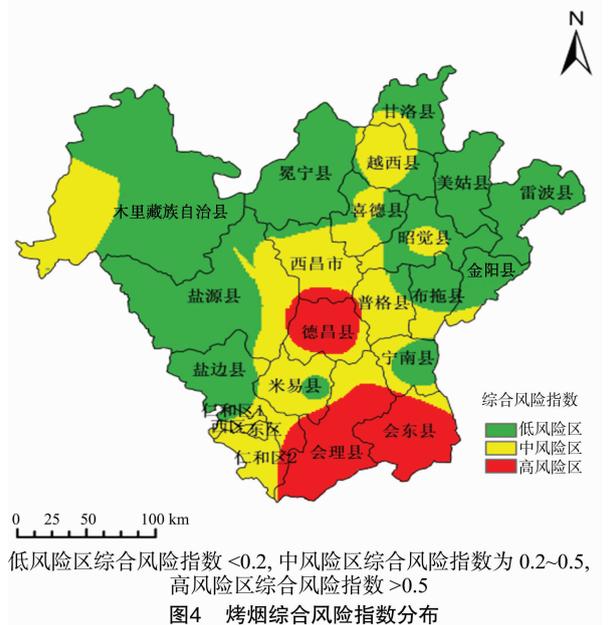


图2 烤烟歉年减产率变异系数分布



低风险区综合风险指数 <0.2, 中风险区综合风险指数为 0.2~0.5, 高风险区综合风险指数 >0.5

### 2.4 综合风险指数

从图4可以看出,攀西农区综合风险指数大多在0.1~0.7之间,其中分布情况呈现中间大两边小,高风险区( $I > 0.5$ )主要分布在攀西农区中南部,包括德昌县、会理县及会东县的大部区域;该区域初夏干旱发生较为严重,影响烤烟移栽成活率,更严重的是延迟山地烟的移栽节令,导致产量不足,质量降低;低温洪涝和冰雹也是影响该区域烤烟产量和质量的主要灾害因子;低风险区分布在攀西农区的东北部及西部大部区域,主要有木里藏族自治县、盐源县、盐边县、冕宁县、美姑县、雷波县、金阳县等;其他区域为中风险区。

### 2.5 烤烟减产综合风险分区评述

攀西农区烤烟种植模式为春种秋收,生育期跨度为每年的3—9月,对烤烟生长发育影响较大的气象因子主要包括全生育期的风雹灾害、旺长期的旱灾(主要为夏早伏旱)。烤烟综合高风险区域主要分布在攀西农区中部的德昌县、南部的会理县和会东县。如2006年攀西农区发生严重干旱,其中德

昌县、会理县、会东县3个县连旱日数最高达30~41d,烤烟产量严重受损,直接经济损失高达1亿多元。2011年攀西农区伏旱较重,连旱日数10~18d,其中会理县和毗邻的仁和区烤烟受旱最重。2008年5—7月,德昌县、会理县、盐源县、普格县都在不同时间遭受风雹灾害,烤烟受灾面积达6350 hm<sup>2</sup>。2009年6月16日、8月22日,会理县、德昌县、西昌市、冕宁县、喜德县、木里藏族自治县、普格县、米易县烤烟因风雹灾害受损面积达5467 hm<sup>2</sup>,造成直接经济损失7000万元。2010年7月23日、8月9日,会理县、德昌县烤烟再遭风雹打击,造成直接经济损失1800万元。不难看出,德昌县、会理县、会东县及其周边地区是整个攀西农区夏早伏旱频发区和大风冰雹重灾区,夏早伏旱发生时期恰逢烤烟旺长成熟期,容易造成烤烟植株永久性萎焉甚至整株枯死,大风冰雹也多发于盛夏的5—7月,此时正值烤烟伸根期和旺长期,宽大叶片和脆弱茎秆极易被大风冰雹摧残。在这些高风险的地

区,应高度重视烤烟防灾减灾工作,针对烤烟干旱,应采用营养袋育苗方式,建设烟水配套工程,特别是在山区修建微型水池,在高海拔地区推广地膜覆盖栽培等技术,能大大增强抗御初夏干旱的能力,保证烤烟在最佳节令移栽。针对大风冰雹,应注重保护生态环境,植树造林;明晰冰雹路径和分布规律,避免烤烟在冰雹多发区和主要路径通道种植;开展人工防雹试验和作业;发展农业保险。另外,对于低温冷害也不能忽视,应采用薄膜覆盖育苗和假植袋苗方式,抗旱早栽,争取多利用中间高温,避过后期低温影响,进而使烤烟优质适产。

### 3 结论与讨论

攀西农区烤烟歉年平均减产率在 20% ~ 33% 之间的区域,主要集中在东北部的雷波县、美姑县等 6 个县,其他大部分县(市、区、自治县)歉年平均减产率 ≤ 20%,其中歉年平均减产率低值区广泛分布于农区北部、中部和东南部的部分地区。

攀西农区各县(市、区、自治县)烤烟歉年减产变异系数为 0.65 ~ 1.20,从空间分布上来看,表现为中部地区产量波动最为明显,中部周边区域和南部较明显,北部越西县、甘洛县和西部次之,东北部和东南部会东县周边等其他分散区域产量波动偏轻。

攀西农区烤烟减产率发生概率为 5% ~ 76%,其中大部分集中在 10% ~ 50% 之间,空间上基本呈现出南北部大、东西部小的格局,说明攀西农区南北两头烤烟产量波动比较明显,东西部特别是东部产量波动明显偏轻。

攀西农区烤烟综合风险指数为 0.1 ~ 0.7,其中大部为低风险区,主要分布在农区西部、北部和东北部,以木里藏族自治县、盐源县、盐边县、美姑县、雷波县、金阳县等为主。高风险区分布在农区中部的德昌县、农区南部的会理县和会东县。空间上呈现中部南部大、西北部、东部较小的格局,在一定程度上说明在中部和南部地区对烤烟影响最大的风雹灾害与旱灾频发重发,对产量影响较大,特别是歉年平均减产率和减产率发生概率相对较大。

对于攀西农区烤烟的研究大多集中在烤烟栽培技术、品质分析等方面,基于气象要素的烤烟种植适宜性和风险区划的研究还比较少,仅有少数针对冰雹等单一灾害的分析。本研究是针对四川省攀西农区烤烟气候减产的风险与区划对攀西农区烤烟种植研究的有效补充。歉年平均减产率、减产率变异系数和减产率发生概率 3 个指标在风险研究和区划过程中长期以来被大量应用,方式方法已经比较成熟有效,用这 3 种指标评估攀西农区烤烟的种植风险是较为可信的。本研究在分区评述中指出,烤烟种植风险较高的地区正是生育关键时期灾害频发或重发的地区,分析结果与农区实际情况吻合。

攀西农区烤烟种植已经有 70 多年的历史,但是真正规模化、系统性种植推广是从 20 世纪 80 年代后期开始的,20 世

纪 90 年代烤烟生产实现历史性跨越式增长后才有连续的产量数据统计,以至于本研究的数据系列不长,对产量的分析研究准确度难免受到限制。另外,由于气象站点数据以县(市、区、自治县)为单位,因此本研究中的风险区划研究仍限于以县(市、区、自治县)为分析单元,研究精度还不够高,这些不足随着数据资料的丰富会得到不断的完善补充。

### 参考文献:

- [1] 罗怀良. 试论攀西地区农业自然资源的开发利用[J]. 四川师范大学学报(自然科学版), 2003, 26(1): 79-82.
- [2] 全国农业气象标准化技术委员会. 烤烟气象灾害等级: QX/T 363—2016[S]. 北京: 中国气象出版社, 2017.
- [3] 王 晖, 邢小军, 许自成. 凉山烟区主要气候因素与烤烟质量特点分析[J]. 中国农业气象, 2007, 28(4): 420-425.
- [4] 李一平, 杜成勋, 毛家勋. 攀枝花市烤烟热量资源分析[J]. 攀枝花科技与信息, 2010(2): 32-36.
- [5] 刘琰琰, 李海燕, 陈 超, 等. 攀西地区烤烟气候适宜性评价指标建立及应用[J]. 四川农业大学学报, 2015, 33(3): 299-305.
- [6] 张玉芳, 刘琰琰, 杜成勋, 等. 攀西地区烤烟低温冷害空间分布特征分析[J]. 江西农业大学学报, 2017, 39(6): 1112-1118.
- [7] 陈 超, 庞艳梅, 刘琰琰, 等. 攀西烤烟生产对气候变化的敏感性和脆弱性研究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(4): 111-118.
- [8] 李 琦, 宋黎明. 我国烤烟气候减产量及灾损量的评估[J]. 安徽农业技术师范学院学报, 2000, 14(2): 51-54.
- [9] 肖秀珠, 周振湘, 赖 闽, 等. 烤烟气候适应性分析及基于 GIS 的专题农业气候区划[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(17): 5319-5320.
- [10] 莫建国, 汪圣洪, 谷晓平. 基于 GIS 的贵州烤烟种植气候区划研究[J]. 上海农业学报, 2011, 27(3): 64-69.
- [11] 王 明, 杨述元. 昆明地区烤烟气候区划指标研究[J]. 中国烟草科学, 1998(3): 40-42.
- [12] 郭兆夏, 贺文丽, 李星敏, 等. 基于 GIS 的陕西省烤烟气候生态适宜性区划[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(2): 21-24.
- [13] 李 蒙, 杨 明, 王 伟, 等. 云南普洱市烤烟种植气候适宜性精细化区划[J]. 作物杂志, 2010(6): 75-79.
- [14] 郭春明, 崔昌范, 吴国贺, 等. 吉林省烤烟种植气候资源分析及适宜种植气候区划[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2008, 38(增刊1): 182-185.
- [15] 高阳华, 刘海隆. 重庆市烤烟栽培的气候适应性研究及区划[J]. 畜牧市场, 2002(12): 33-34.
- [16] 陈朝阳, 陈立新, 桂桂芳, 等. 光泽县烟稻连作的烤烟种植气候分析与区划[J]. 中国农业气象, 2007, 28(2): 174-177.
- [17] 李丽纯, 陈家金, 陈 惠, 等. 福建省马铃薯气候减产的风险分析和区划[J]. 中国农业气象, 2013, 34(2): 186-190.
- [18] 米 娜, 蔡 福, 张玉书, 等. 不同生育期持续干旱对玉米的影响及其与减产率的定量关系[J]. 应用生态学报, 2017, 25(5): 1563-1570.