

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2020.06.002

谢新乔, 李湘伟, 朱云聪, 等. 我国不同尺度烤烟种植区划与思考. 土壤, 2020, 52(6): 1105–1112.

我国不同尺度烤烟种植区划与思考^①

谢新乔¹, 李湘伟¹, 朱云聪¹, 田育天¹, 胡保文¹, 杨继周¹, 王丹丹^{2*}, 梅玲丽¹, 王美艳³, 史学正³, 柳成柱⁴, 景元书⁵

(1 红塔烟草(集团)有限责任公司原料部, 云南玉溪 653100; 2 南京信息工程大学遥感与测绘工程学院, 南京 210044; 3 土壤与农业可持续发展国家重点实验室(中国科学院南京土壤研究所), 南京 210008; 4 云南省烟草公司玉溪市公司元江分公司, 云南元江 653000; 5 南京信息工程大学应用气象学院, 南京 210044)

摘要: 烤烟具有广泛的生态适应性, 同时对生态条件的变化敏感, 而烤烟区划为我国优质烤烟生产和发展提供参考。本文从烤烟区划综合指标的集成方法、全国和大区尺度烤烟区划、省域尺度烤烟区划以及地市和县域尺度烤烟区划 4 个方面阐述了我国烤烟区划的研究现状, 并对烤烟区划未来发展趋势做出了展望。目前烤烟区划综合指标集成的方法主要有聚类分析法和指数和法等。大尺度上的烤烟区划在指导我国烤烟种植上发挥重要作用, 但小尺度, 如地市和县域尺度则无法满足我国现今卷烟工业企业烤烟原料精准采购需求。今后需加强生态因素对烤烟品质的影响研究, 提高小尺度上烤烟区划的精细化程度, 加强验证区划结果的准确性, 实现烤烟的动态区划, 从而为烤烟种植和品质筛选提供依据。

关键词: 烤烟区划; 生态因子; 生态适宜性; 品质; 气候

中图分类号: F323.1 **文献标志码:** A

Research Progresses and Consideration on Flue-cured Tobacco Planting Regionalization in China

XIE Xinqiao¹, LI Xiangwei¹, ZHU Yuncong¹, TIAN Yutian¹, HU Baowen¹, YANG Jizhou¹, WANG Dandan^{2*}, MEI Lingli¹, WANG Meiyang³, SHI Xuezheng³, LIU Chengzhu⁴, JING Yuanshu⁵

(1 Department of Raw Materials, Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi, Yunnan 653100, China; 2 School of Remote Sensing & Geomatics Engineering, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China; 3 State Key Laboratory of Soil and Sustainable Agriculture, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 4 Yuanjiang Branch of Yuxi Tobacco Company, Yunnan Provincial Tobacco Company, Yuanjiang, Yunnan 653000, China; 5 School of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China)

Abstract: Flue-cured tobacco has a wide range of ecological adaptability and is sensitive to the changes of ecological conditions. The flue-cured tobacco regionalization can provide references for the production and development of high-quality flue-cured tobacco in China. This paper described the research status of flue-cured tobacco regionalization in China from the following aspects: integrated method of comprehensive indexes for tobacco regionalization, tobacco regionalization at the scales of country, region, province, city and county. At present, the integrated methods of comprehensive indexes for tobacco regionalization mainly include cluster analysis and index summary, etc. Tobacco regionalization, at large scale (at country and region scales), plays an important role in guiding the cultivation of flue-cured tobacco in China, but at the small scale (such as at city and county scales), it cannot meet the demand of precision purchase of flue-cured tobacco raw materials of current cigarette industry enterprises in China. In the future, in order to provide the basis for the cultivation and quality selection of flue-cured tobacco, it is necessary to strengthen the research on the influence of ecological factors on the quality of flue-cured tobacco, improve the accuracy of tobacco regionalization at small scales, verify the accuracy of tobacco regionalization, and realize the dynamic regionalization of flue-cured tobacco.

Key words: Flue-cured tobacco regionalization; Ecological factors; Ecological adaptability; Quality; Climate

①基金项目: 红塔烟草集团有限公司技术项目(S-6019001)资助。

* 通讯作者(wdd_0813@126.com)

作者简介: 谢新乔(1988—), 男, 云南曲靖人, 硕士, 农艺师, 主要从事烟叶基地建设与烟叶质量评价。E-mail: 06000618@hongta.com

烟草是我国重要的经济作物之一,种植面积和总产量均居世界第一位^[1]。烤烟具有很强的环境适应性,从北纬 60°到南纬 40°的广阔区域内均可生长,同时对环境因子变化十分敏感^[2],不同环境条件下,烤烟的产量和品质有明显差异。因此,需要弄清楚哪些区域可以种植烤烟,哪些区域可以产出优质烤烟,这也是烤烟区划的主要目的,即阐明烤烟生长的最适宜区,开发优质烤烟生产基地,其研究成果有助于合理开发和利用现有资源,发挥特色优势,对提高烤烟的质量、稳定烤烟种植规模、指导烤烟布局、提升烤烟竞争力和促进烤烟可持续发展具有重要意义。

烤烟区划是以选取的区划指标为基础,采用行政单元、生态单元(如土壤类型和土地利用类型叠加的图斑)或规则网格为区划单元,采用一定的数学方法,完成区域的划分。目前,世界上烟草生产先进国家大多进行了烟草分区,如美国、津巴布韦和巴西等,其烟草种植区大多已固定,烟叶品质相对稳定。我国幅员辽阔,人口众多,生态环境复杂多样,给烤烟区划带来难度。我国学者自 20 世纪 50 年代以来一直不断地致力于烤烟区划的研究,当前烤烟区划研究已覆盖我国各主要产烟区,研究尺度跨越全国^[3]、省级^[4-5]、区域^[6-7]、市级^[8-9]以及县级^[10]等多个尺度;既有烤烟气候区划^[11]和烤烟土壤或地形区划^[12],也有烤烟综合区划^[4]等。目前,在全国大区等较大尺度上的烤烟区划效果较好,但是在地市和县域烤烟区划已无法满足优质烤烟生产需求。以卷烟工业企业原料采购为例,现在烟叶原料的采购均是以卷烟配方需求为导向,为了降本增效,促进烟草行业高质量发展,要求达到以产烟村为单位进行采购调拨的精准采购,而当前的烤烟区划只能达到县域,无法满足卷烟工业企业的需求,为此烤烟区划研究至今仍是卷烟工业企业发展需要解决的热点问题。但很少有人对目前已有的研究成果进行较为全面的总结。因此,本文从烤烟区划综合指标的集成方法、全国和大区尺度烤烟区划、省域尺度烤烟区划以及地市和县域尺度烤烟区划 4 个方面进行考虑,探讨我国烤烟种植区划的研究现状,旨在为合理规划烤烟布局提供理论依据。

1 烤烟区划综合指标的集成方法

烤烟区划研究中各指标的集成方法有很多,从现有文献来看,目前采用的方法主要有聚类分析法和指数和法等。

1.1 聚类分析法

聚类分析法是烤烟区划中指标评判使用较早的

一种方法,它主要是在相似性的基础上来进行烤烟区划。根据具体聚类方法的不同,可进一步细分,采用得比较多的是系统聚类^[13-15],如李枝桦等^[15]以保山烟区 61 个植烟乡镇的海拔及烤烟大田期均温、日照时数、降雨量等 16 项气象指标作为主要生态因子,以县(区)为聚类单位,运用系统聚类分析方法,将保山烟区内种植区域划分为 3 大生态类型区;有学者采用两维图论聚类分析方法进行烤烟区划^[16-17],与系统聚类相比,其优势在于其分类结果满足空间上的连通性和行政区界的完整性;还有模糊聚类,如秦建成^[18]采用模糊聚类方法对重庆市彭水县的植烟土壤进行了适宜性评价;此外有学者在主成分分析基础上,采用动态逐步聚类方法,进行烤烟种植的生态区划^[19-21]。基于聚类分析法得到的分析结果人为主观因素较强^[22]。

1.2 指数和法

指数和法是烤烟区划中指标评判应用较为广泛的一种方法^[23-27]。通常先确定参与区划的指标,然后对各指标的质量等级分值或隶属度和权重的乘积求和,即得到指数和,并根据其大小确定烤烟区划等级,其中指标隶属度可通过隶属函数获取,隶属函数关系包含抛物线型、S 型和反 S 型 3 种;确定指标权重的方法较多,主要有主成分分析法、层次分析法、相关分析法、灰色关联分析法和专家咨询法等^[28-29];根据指数和大小确定等级划分界限时通常采用等间距法、数轴法和总分值频率分布法^[28, 30]。该类方法通常与 GIS 方法相结合共同完成烤烟区划^[31-32]。如石媛媛等^[22]在 GIS 支持下利用指数和法将百色市划分为烤烟种植适宜区、较适宜区和不适宜区。文献中对于烤烟区划指标评判的方法还有很多,如模糊综合评价法^[30, 33],综合评价指数法或适宜性指数^[34]等,但其基本原理与指数和法类似。指数和法的优点是可将不同类别的生态因素指标进行综合集成,但指数和法在确定等级划分界限时通常比较机械,易受人为主观因素影响,致使该方法的应用存在一定局限性^[35]。

在实际的烤烟区划研究中,很少使用单一的集成方法,通常是多种方法相结合,如张先^[35]在对福建烤烟进行种植区划时在 GIS 的支持下,采用了动态聚类和指数和法两种方法;李佳颖^[36]先利用指数和法构建品质综合评价体系,然后利用对各烟站的综合品质进行聚类分析,最后基于 GIS 得到宜宾烤烟品质区划图。除了上述常用的方法外,还有其他一些方法,如灰色关联度^[37],一般也是和其他方法共同使用,在气候区划中,先对烤烟品质进行聚类分析,得到每种品质对应的气候类型,在 GIS 支持下,运用

灰色关联度完成烤烟品质气候分区^[38-39]。

指数和法等方法大多是从线性角度建立烤烟品质与生态因子之间的关系,而烤烟品质特征是受气候、土壤、地形地貌等生态因子的综合影响和制约,是一个高度非线性非确定的问题,因此有学者提出使用非线性方法,将模糊逻辑和人工神经网络相结合实现烤烟种植适宜性区划^[40]。

2 全国和大区尺度烤烟区划

2.1 全国尺度烤烟区划

我国历史上进行了 3 次全国性的烟草区划。第一次是在 20 世纪 60 年代,根据地域分布,由农业部门进行的我国首次包括烟草在内的农业区划,粗略地将全国划分为黄淮烟区、西南烟区、华南烟区、华中烟区、东北烟区和西北烟区 6 大烟区^[41]。可以看出第一次烤烟区划只是农业区划的一部分,主要是按照地域分布进行划分,没有考虑到影响烤烟品质最基本的因子即生态因子,包括气候、土壤和地形因子,研究表明生态因子是决定烟叶品质及风格的首要因子^[42-45],是烤烟区划需要考虑的主要指标。

真正意义上的烟草区划是在 20 世纪 80 年代初期到中期开展的,综合考虑气候、土壤和地形等因素,由中国农业科学院烟草研究所主持,根据无霜期、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温、日平均气温 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 的持续天数、0~60 cm 土壤含氮量 $< 30 \text{ mg/kg}$ 、土壤 pH、地貌类型等指标,采用三级筛网法,以县为单位,将全国烤烟种植区分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区 4 个类型,包括北部西部烟区、东北部烟区、黄淮海烟区、长江中上游烟区、长江中下游烟区、西南部烟区和南部烟区共 7 个一级区和 27 个二级区^[46-47]。本次区划对加快烟叶生产布局的合理调整,指导我国烟叶生产发挥了巨大作用。

由于受当时理论水平和技术手段的限制,人们所选择的指标体系比较简单,绝大部分指标是以主观判断分析和经验归纳为主的定性指标,缺乏量化^[48];而且所选指标仅考虑了适宜性和限制性,显然不适应我国人民生活水平提高之后对烟叶吸食质量的要求^[3]。由于烟区连年种植烟草,导致土壤条件发生变化;再加上我国气候有所变化^[49],随着“北烟南移”的形成和发展,我国烟草种植区域发生了根本变化。因此,2003—2008 年由国家烟草专卖局牵头,中国农业科学院农业资源与农业区划研究所与郑州烟草研究院在全国启动新一轮烟草种植区划,基于 GIS 技术,打破行政界线,从烤烟成熟期气温、旺长期降水、大

田期日照时数、大田生长期可用时间、土壤 pH、土壤有机质含量、土壤氯离子含量、土壤质地和有效厚度等气候和土壤指标综合,将量化的生态适宜性评价结果与烤烟品质关联分析,对我国烤烟进行生态类型区划(包含最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区)和区域区划(包含西南烟草种植区、长江中上游烟草种植区、东南烟草种植区、黄淮烟草种植区和北方烟草种植区共 5 个一级烟草种植区和 26 个二级烟草种植区)。

2.2 大区尺度烤烟区划

在大区尺度上的烤烟区划研究相对较少,仅有少数研究集中在烤烟气候区划上,如郭蕊蕊等^[33]以我国浓香型烟叶产区 8 个省的 28 个市为例,利用 1981—2013 年该区 57 个重点产烟县的气象资料和布设的田间气象站的气象资料,通过分析气候因子与浓香型显示度相关性,选择成熟期大于 30°C 高温天数、成熟期日均温、成熟期大于 20°C 积温和成熟期光照时数作为区划指标,采用模糊评价法,将浓香型烟叶产区划分为 3 级气候适宜区。

3 省域尺度烤烟区划

烤烟区划在省域尺度上研究较多,既有单要素的烤烟区划,比如烤烟气候区划、烤烟地形区划等,也有多要素的烤烟区划,即烤烟综合区划。

3.1 单要素烤烟区划

气候因素直接影响到烟叶的产量和品质^[50-53]。虽然气候因素无法调控,但是可通过掌握当地气候条件,趋利避害,合理安排烤烟种植。因此,诸多学者在省域均采用气象站点获取的气候数据对烤烟种植进行气候分区^[54-55],如马俊红等^[13]基于云南黄金走廊烟区 10 个州 53 个县 1971—2004 年的气象数据得到烟草生育期的平均温度、最高温度、最低温度、降雨量、蒸散量、日照时数和平均相对湿度共 7 个特征,采用系统聚类方法,以黄金走廊烟区各县级行政单元为聚类单位,将云南黄金走廊烟区划分为 4 个气候类型区域,但并未进行适宜性评价。考虑到复杂地形的影响,郭兆夏等^[56]采用陕西省 98 个气象观测站 1976—2005 年的成熟期(7—8)月平均气温、旺长期(6 月)降水、大田生长期可用时间、大田期日照时数等指标,在 GIS 支持下,通过对无测站地区尤其是山地气候的模拟,做出更为精细的陕西省烤烟气候区划图(空间分辨率为 100 m),依据区划综合评分,将陕西省烤烟气候适宜性细分为适宜区、次适宜区和不适宜区。由于基本气象台站数量有限,即使可以通过模

拟的方法获取无测站地区的气象数据,但是对于地表复杂区域,获取的气象数据精度仍然有限。因此,有学者除了使用基本气象台站的数据外,还使用了区域自动气象站或田间气象站数据。如顾欣等^[11]利用 1961—2011 年黔东南 16 个县(市)气象观测站以及全区 2005—2011 年 224 个区域自动气象站点的实时资料,采用两维图论聚类分析,对烤烟种植的气候条件,包括 5 月、6 月、7 月和 8 月平均气温,5—8 月平均气温,5—8 月平均总降雨量,8 月降雨量,5—8 月日照时数、海拔高度等气象观测实时资料以及各站点地理经纬度进行区划归类,1 类、2 类、3 类和 10 类处在烤烟种植气候条件指数敏感区域,不宜种植烤烟,3~9 类处于烤烟气候条件适宜区域内,该研究使气候条件由原来的地市(县)级细化到了乡镇上,使气候区划尺度更小,提高了区划成果的精度。

气候变化会影响烤烟区划分布,但目前烤烟区划大都是基于多年平均气候态进行的,属于静态的研究,也有少数研究关注气候年际波动变化带来的影响,如黄中艳^[57]完成了烤烟种植气候动态分区研究,但其研究仅局限在过去两个不同年份之间的区划差异;胡雪琼等^[58]基于 1986—2005 年的气象台站实测数据和 1981—2060 年的气候模拟数据,以 7 月平均气温、7—8 月日照时数和 4—9 月降水为区划指标,分析了 1986—2005 年以及 RCP 4.5 和 RCP 8.5 气候情境下 2021—2040 年、2041—2060 年云南烤烟种植气候适宜性区划的变化,评估了气候变化对烤烟种植气候适宜性分布的影响。但它是按照固定的情景模式完成的模拟,时间跨度比较大,并且像 RCP 8.5 中描述的情景可能不会发生,会对评估结果的准确性产生影响。

近年来,人们开始关注烤烟种植气象灾害风险区划的研究,涵盖低温冷害、冰雹、暴雨洪涝、干旱灾害等^[59-61],目的是规避或减轻气象灾害可能造成的损失,为灾害防御提供决策依据。如陈家金等^[60]利用福建省烟区 28 个县 1972—2014 年的气温、降水和风速指标,2008—2013 年烤烟产量与面积、地膜覆盖面积、机电排灌面积和农民人均纯收入指标,构建由致灾因子危险性、烤烟脆弱性和烟区防灾减灾能力组成的多灾种综合风险区划指标体系,采用加权综合法计算综合灾害风险指数,基于 GIS 技术以县域为评估单元,将福建烤烟气象灾害风险划分为轻度风险区、中度风险区和重度及以上风险区。

综上可知目前烤烟区划的结果都是基于静态的因子获得的,而生态因子中,如变化较快的气候因子,

其变化会带来烟叶品质的改变^[62],但是现有的烤烟区划结果没有考虑到气候短期变化(如年际变化)所带来的波动,不能满足人们对于不同气候情景模式下的预测需求,对于烟叶收购缺乏实际的指导意义。

在省域尺度上,还有少数研究针对地形进行烤烟区划,如邵岩^[38]基于云南 90 m × 90 m 的 DEM 数据,选取海拔高度、坡度和坡向作为评价指标,应用 GIS 采用层次分析法通过计算适宜性综合评价指数,完成云南地形适宜性分区。实际上地形因子主要是通过影响气候和土壤因子,间接对区划结果产生影响,因此,仅用地形因子进行烤烟区划难免会得到片面的结果。

3.2 多因素集成烤烟区划

考虑到烤烟品质受生态环境诸多因子的影响,在上述烤烟区划中绝大多数只考虑了气候因子,但如果土壤或地形因子不适宜,则直接影响烤烟品质和区划结果的准确性。同理,如果只考虑地形因子,但气候或土壤因子不适宜,也无法生产优质烤烟,因此,需要综合考虑多个生态因子。为了提高烤烟区划精度,将气候、土壤和地形地貌因子作为评价指标,省域或区域尺度上烤烟综合区划的研究一直备受关注。如张先^[35]采用福建省南平、三明、龙岩三市及其相邻周边县共 43 个气象站近 30 年累年气象要素观测资料,福建烟区土壤调查样点数据库和 1:25 万 DEM 数据,用三维二次趋势面分析结合反距离权重插值模型实现气候因子的空间化,用反距离权重插值法获得土壤属性的空间化,选择 250 m 栅格为评价单元,利用灰色关联分析法数学模型,建立由 2—7 月 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 活动积温、2—7 月无霜期、耕层厚度、有机质、坡度和坡向等 16 个因子构成的福建省烟区烤烟用地适宜性评价因子体系,并基于 GIS,利用加乘模型法计算综合质量指数,完成福建省烤烟区划。刘友杰^[63]应用延边朝鲜族自治州 1987—2007 年 67 个气象站逐月日照时数、日照强度、日照百分率、平均气温、降雨量、相对湿度和蒸发量,土壤耕层 pH、有机质、碱解氮、有效磷和速效钾含量以及 1:25 万数字高程,利用统计模型和空间插值的方法对气候和土壤因子进行空间化,采用综合指数法基于 GIS 完成延边烤烟区划。姜勇等^[64]采用楚雄州 10 个气象站 1981—2010 年气象统计资料和 90 m 分辨率的 DEM 数据,利用统计模型对气候因子进行空间化,确定 4—9 月平均气温、4—6 月日照时数、4—9 月降水、坡度和坡向为楚雄烤烟适宜性种植区划指标,运用 GIS 空间计算功能对楚雄州进行烤烟区划研究。周继洲^[31]在陕西省环秦岭生态烟区的生态环境要素分析的基

基础上,采用层次分析法和隶属度函数构建了烟草生态适宜性评价指标体系,包含 1995—2011 年的生育期 $\geq 10^\circ$ 积温、成熟期月均温、旺长期降水量和生育期日照时数,土壤碱解氮、有机质、有效磷、速效钾和 pH,海拔高度、坡度和坡向等,并基于 GIS,利用指数和法完成烤烟区划。

通过对省域尺度烤烟区划的总结发现,大多数的烤烟区划过程中都没有烟叶品质的直接参与,仅有少数研究考虑了烟叶品质,但也仅限于烟叶的化学性质^[38-39]或烤烟香型^[33]。还有学者专门选择烤烟品质特征为区划指标,如马君红^[65]根据烟叶的外观质量、化学成分、感官质量和香韵状况,将四川省烟叶划分为 3 种品质类型区(即综合品质最好、综合品质好和综合品质稍差)和 5 种风格特色区。但是该研究没有考虑各个生态因子,当生态因子发生改变时,原有的品质分区也会发生变化。

4 地市和县域尺度烤烟区划

4.1 单要素烤烟区划

在地市和县域尺度,由于气候变化较小,仅有少数在地市尺度的烤烟气候区划^[66],如杨鹏武等^[67]在 GIS 支持下,利用昭通市 10 个区县气象站和区域自动站及烟田小气候观测站的实测气候数据,结合区域气候模式获取的预测气候数据,选择 7—8 月平均气温、4 月平均气温、4—9 月日照时数和 4—9 月雨量作为区划指标,按气候区划等级,将昭通市划分为不适宜区、次适宜区、适宜区及最适宜区。而且近年来,对于市域尺度的烤烟气象灾害风险区划研究趋势显著^[68-72]。

土壤和地形地貌的烤烟区划主要在地市和县域尺度开展。土壤是烤烟生长的基本载体,对烤烟的品质形成有着重要的作用^[73]。地形地貌主要是通过改变气候和土壤因素间接影响烤烟产量和品质。世界上优质烟均产自排水良好的山地丘陵地区,如美国在丘陵地带种植的烟叶质量最优,津巴布韦烤烟则多种植在多山的高原,所以地貌类型是划分烤烟适宜性级别的重要判别标志之一^[24, 74]。但相对烤烟气候区划而言,只有少数学者针对土壤或地形地貌进行烤烟区划研究,如陈美球等^[32]选择障碍层类型、耕层厚度、剖面构型、土壤质地、成土母质、排水条件、灌溉条件、坡度、pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、有效锌共 14 个区划指标,采用指数和法对瑞金市耕地的植烟适宜性进行评价,将其划分成高度适宜、中度适宜、勉强适宜和不适宜 4 个等级适宜区域。王付

锋^[25]基于山西省平陆县 8 个乡镇 46 个耕层土壤 pH、土壤有机质、碱解氮、速效钾、有效磷、速效铜、锌、铁、锰,在 GIS 支持下,以乡镇为单位,利用隶属度函数和主成分分析构建土壤肥力综合指标对土壤肥力适宜性进行区划。可以看出该尺度上烤烟土壤或地形区划研究较少,尤其在地形复杂地区的研究成果有限。

4.2 多因素集成烤烟区划

很多学者关注这一尺度下的烤烟综合区划^[23, 75],如程江珂和王胜男^[34]利用烤烟质量与生态条件之间的相关分析确定 5—7 月日照时数、土壤类型和海拔高度作为评估因子,以 30 m \times 30 m 网格作为评估单元,通过计算适宜性指数,将攀枝花市西南山地生产烤烟划分为最适宜区、适宜区、次适宜区和不适宜区。虽然烤烟综合区划研究中大都考虑了影响烤烟品质的气候、土壤和地形等因子,但是否在最适宜区就一定能够生产出优质烤烟仍不清楚,缺乏相关验证研究。

烤烟区划的目的是为了满足卷烟工业配方的需要,按照烤烟品质风格特色的不同,对烤烟种植区域进行划分。因此有少数研究跳过影响烤烟品质的生态因子,直接对烤烟品质进行区划研究^[14, 76]。但是由于烟叶品质的评价体系较为复杂,而且大范围烟叶品质评价成本较高,所以主要是对部分品质指标的区域划分^[7, 26, 36],较少研究涉及全面品质指标的烤烟区划^[77]。大多数研究是通过在研究区内采集一定数量烟叶品质实测数据,利用聚类分析等方法,从外观质量、物理特性、化学成分、中性致香物质和感官质量等几个方面进行单独或综合区划^[76, 78-79],最后得到的大多是品质类型分区,或者与烟叶香气特征结合,如石朝霞^[79]将毕节烟叶品质划分为西部清香型烤烟区、中部中偏清香型烤烟区和东部中间香型烤烟区 3 类;此处烤烟区划的主要依据是烤烟的品质和风格特色,而烤烟的品质和风格特色需要在特定的生态条件下才能形成,如果将烤烟区划与影响烟叶品质的生态条件相脱离,则无法明确烤烟品质差异的成因,所以有学者把影响烤烟品质的生态因子和烤烟品质特征共同作为区划指标完成烤烟区划^[17, 80-81]。一般情况下,高产和优质是分不开的,但目前烤烟区划研究中尚未将烤烟产量作为区划指标之一。

5 展望

纵观我国烤烟区划的研究现状,经诸多学者的不断努力,在烤烟区划方面成果丰硕,但仍有很大发展空间。烤烟区划的目的都是为了指导生产实践,告诉

人们烟可以种植在什么地方,不同品质或不同风格的烤烟原料在什么地方可以获取。从目前发展状况可知,我国烤烟区划成果在全国和省域等大尺度上发挥了重要作用,但对于地市和县域等小尺度,在实际生产中的指导效果非常有限。针对存在的主要问题,找出相应解决办法,概括为以下几个方面。

1)注重烤烟区划指标选择和指标权重确定的研究。烤烟区划的关键问题,一是区划指标的选择,二是各区划指标权重的确定,二者均依赖于烤烟品质和影响它的生态因素之间的关系。烟叶品质受多种生态因子影响,但决定其风格特色和品质优劣的却是少数几个起短板效应的生态因子。因此对区划指标的选择和权重的确定需深入认识当地生态因子,寻找符合本烟区的区划指标和权重;在基本的烤烟生态田间试验、品质化验分析以及系统的分析研究基础上,充分认识当地烤烟的生态优势、劣势和独特性,抓住当地烤烟生态的主要矛盾;气象指标不仅强调光、温、水总量指标,还要加强对气候要素时段分配和空间匹配影响的认识。各地烤烟区划指标的选择应在认清当地烤烟生态独特性的基础上,抓住生态的主要限制因素或主要问题,从烤烟生态要素的主要空间差异上确定区划指标,这样的区划结果对当地的烤烟生产才能起到切实的指导作用。由于研究区域的异质性、研究尺度不同以及研究条件的改变,区划指标和权重二者的关系也有较大差异,需加强各生态因素对烤烟品质的影响研究,弄清每个生态因子在烤烟品质形成中的作用以及多因子的综合作用,这是烤烟区划工作是否能取得实质性进展要解决的根本问题。

2)提高烤烟区划精细化程度。在市级及其以上尺度的大多数研究都是以县级行政单元作为区划单元,虽然在宏观尺度上较好地指导了烤烟生产,但在县级行政单元内的生态因子存在较大差异,一个县(或乡镇、村)可包含多个不同适宜等级的烤烟气候区,烟叶品质差异较大;以县为单位的烤烟区划无法满足卷烟工业企业对烟叶原料采购的需求,现在工业企业烟叶原料采购是以卷烟配方需求为导向,细化到以村为单位的精准采购。因此提高烤烟区划的精细化程度是未来烤烟区划的重要发展趋势之一,也是促进烟草行业高质量发展的必经之路。

3)加强基于定位监测点的烤烟区划研究。通过对前人研究的总结发现,虽然人们完成了烤烟区划,但是并没有建立监测点对所获得的分区结果进行验证,尤其是在地市和县域等小尺度研究无法确定烤烟分区是否正确,如果区划中优质烤烟区生产的烤烟品质

一般或很差,则会给卷烟工业企业原料精准采购带来困扰。所以,有必要在地市或县域尺度上,设立数十个田间定位监测点,测定每个监测点的气象、土壤和地形数据以及烤烟品质数据,构建关键生态因子与烤烟品质的关系模型,从而实现烤烟品质在区域上的拓展,完成烤烟区划,并利用监测点数据对烤烟区划结果进行验证,保证区划结果的准确性。

4)考虑气候的年际波动,提高烤烟区划成果的实用性。相比较而言,土壤和地形地貌随时间变化较小,而气候的年际波动较大,对烤烟种植和烟叶品质影响十分突出。气候的年际波动不仅表现在大田生长期的光、温、水总量上,还表现在气候要素的时段分配和空间匹配上。今后的烤烟气候区划或综合区划应该是依据确定的指标,不仅对各地气象要素的多年平均值(标准气候期30年平均)进行评判,还要考虑气候的年际变化影响,区划结果既能反映其多年平均气候下的气候适宜度,又能反映某个具体年份的实际情况,得到的区划结果对未来烤烟种植和烟叶采购具有实际的指导意义。因此,把烤烟区划成果与实时气象影响评估和预测有机结合起来,是提高并持续发挥区划成果功效的重要途径。此外,还可通过积累多年不同气候状态下的烤烟品质数据,尝试构建动态关系模型,从而提高区域烤烟区划的准确程度,使其在指导烤烟种植及烟叶采购中发挥重要作用。

参考文献:

- [1] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [2] 李润田. 中国烟草地理[M]. 北京: 农业出版社, 1988.
- [3] 张振平. 中国优质烤烟生态地质背景区划研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2004.
- [4] 张久权, 梁洪波, 董建新, 等. 基于GIS和模糊集理论的四川烤烟生态适应性评价[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(3): 8-14.
- [5] 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(S1): 182-185.
- [6] 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.
- [7] 张笛. 基于GIS的豫中烟草区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
- [8] 王洪云, 陈爱国, 赵国明, 等. 云南大理州烤烟生态适宜性评价[J]. 中国农学通报, 2012, 28(28): 280-285.
- [9] 李晓燕, 黄韦华, 倪霞, 等. 昭通烤烟生态气候适宜性分析[J]. 中国农业气象, 2008, 29(2): 197-201.
- [10] 陈朝阳, 陈立新, 叶桂芳, 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.

- [11] 顾欣, 田楠, 付继刚, 等. 利用区域自动站资料对黔东南烤烟种植气候适宜性及精细区划归类分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2014, 39(3): 143-150.
- [12] 陈朝阳, 曾强, 贺鹏, 等. 南平烟区植烟土壤中、微量养分丰缺分区及烤烟施肥区划研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(9): 249-256.
- [13] 马俊红, 李军营, 马二登, 等. 云南黄金走廊烟区气候类型分区研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(7): 70-75.
- [14] 龚玖零. 基于植烟土壤养分及烟叶质量的云南保山市植烟分区[D]. 昆明: 云南农业大学, 2015.
- [15] 李枝桦, 罗华元, 张梅, 等. 烟区生态气候类型区划[J]. 分子植物育种, 2016, 14(1): 259-264.
- [16] 魏春阳, 王信民, 程森, 等. 基于两维图论聚类分析的烤烟外观质量特征区域归类[J]. 烟草科技, 2009, 42(12): 42-48.
- [17] 蔡云帆. 湘西州烤烟风格特色及品质区划[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- [18] 秦建成. 土壤适宜性评价方法研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [19] 方亮. 楚雄州烤烟种植生态区划及烟叶品质特征分析[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2008.
- [20] 鲁永新. 楚雄州烤烟的种植生态区划[J]. 烟草科技, 2009(2): 57-60.
- [21] 顾本文, 胡雪琼, 吉文娟, 等. 云南植烟区生态气候类型区划[J]. 西南农业学报, 2007, 20(4): 772-776.
- [22] 石媛媛, 丁晓东, 高华军, 等. 基于 GIS 与指数和法的百色市烤烟种植区气候适宜性评价[J]. 中国农业资源与区划, 2014, 35(2): 102-107.
- [23] 邓明军, 石媛媛, 高华军, 等. 广西靖西烟区烤烟种植生态适宜性分析[J]. 江西农业学报, 2017, 29(8): 86-90.
- [24] 赵华甫. 洛阳市烟草的土地适宜性评价研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2004.
- [25] 王付锋. 平陆烟区植烟土壤肥力适宜性及烤烟化学品质区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [26] 赵进恒. 延边特色烤烟品质区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [27] 叶协锋. 河南省烟草种植生态适宜性区划研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [28] 杨扬. 河南省烟草的生态适宜性评价及种植区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.
- [29] 费丽娜. 云南省烟草种植区划适宜性评价研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2007.
- [30] 吴克宁, 杨扬, 吕巧灵. 模糊综合评判在烟草生态适宜性评价中的应用[J]. 土壤通报, 2007, 38(4): 631-634.
- [31] 周继洲. 基于 GIS 的陕西省环秦岭生态烟区烟草生态适宜性区划[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [32] 陈美球, 潘柳芳, 黄小燕, 等. 基于 GIS 的瑞金市耕地植烟适宜性评价[J]. 土壤通报, 2015, 46(1): 31-35.
- [33] 郭蕊蕊, 陈伟强, 史宏志, 等. 成熟期烤烟浓香型显示度气候适宜性分区研究[J]. 河南农业大学学报, 2017, 51(4): 572-579.
- [34] 程江珂, 王胜男. GIS 及模糊神经网络对西南山地烤烟的评估研究[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(8): 73-76.
- [35] 张先. 基于 GIS 技术的福建烟区烤烟用地适宜性评价及其区划[D]. 福州: 福建农林大学, 2008.
- [36] 李佳颖. 宜宾烤烟品质区划及风格特色物质基础研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2013.
- [37] 杨志清. 云南省烤烟种植生态适宜性气候因素分析[J]. 烟草科技, 1998, 31(6): 40-42.
- [38] 邵岩. 基于 GIS 的云南烤烟种植生态适宜性区划[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2008.
- [39] 黄中艳, 范立张, 朱勇, 等. 基于 GIS 和烟叶品质的云南烤烟种植气候分区[J]. 中国农业气象, 2009, 30(3): 370-374.
- [40] 汪璇. 基于 GIS 和计算智能的烤烟生态适宜性评价[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- [41] 全国农业自然资源调查和农业区划委员会《全国综合农业区划》编写组, 全国综合农业区划报告[R]. 1980.
- [42] 黄中艳, 王树会, 朱勇, 等. 云南烤烟 5 项化学成分含量与其环境生态要素的关系[J]. 中国农业气象, 2007, 28(3): 312-317.
- [43] 邓小华, 谢鹏飞, 彭新辉, 等. 土壤和气候及其互作对湖南烤烟部分中性挥发性香气物质含量的影响[J]. 应用生态学报, 2010, 21(8): 2063-2071.
- [44] 宋淑芳. 保山生态因素对烟叶质量的影响及烤烟品种适应性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2014.
- [45] 姬兴杰, 孟寒冬, 左璇, 等. 河南烟区主要气候因子与烤烟烟叶化学成分的关系[J]. 中国烟草科学, 2017, 38(1): 35-41.
- [46] 宋志林. 烟草种植区划[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1989.
- [47] 全国烟草种植区划研究协作组. 全国烟草种植区划研究报告[R]. 北京: 轻工业出版社, 1985.
- [48] 张久权, 张教侠, 刘传峰, 等. 山东烤烟生态适应性综合评价[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(5): 11-17, 69.
- [49] 瞿永生. 我国烤烟主产区烟叶质量评价与质量区划的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2004.
- [50] 王连喜, 尹远渊, 朱勇, 等. 云南省烤烟品质与气象条件的关系及综合评价研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(10): 103-108.
- [51] 王彦亭译. Davis D L, Nielsen M T. 烟草生产, 化学和技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [52] Rideout J W, Raper C D Jr, Miner G S. Changes in ratio of soluble sugars and free amino nitrogen in the apical meristem during floral transition of tobacco[J]. International Journal of Plant Sciences, 1992, 153(1): 78-88.
- [53] Court W A. Factors affecting the concentration of the duvatrienediols of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science, 1982, 26: 40-43.
- [54] 尹远渊. 云南烤烟种植气候适宜性区划[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2012.
- [55] 彭莹. 湘西烟区烤烟大田期气候资源特征及综合评价[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2015.
- [56] 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.
- [57] 黄中艳. 基于 GIS 的云南烤烟种植气候动态分区评估[J]. 地理研究, 2011, 30(8): 1439-1448.
- [58] 胡雪琼, 徐梦莹, 何雨岑, 等. 未来气候变化对云南烤烟种植气候适宜性的影响[J]. 应用生态学报, 2016, 27(4): 1241-1247.

- [59] 李蒙, 张明达, 朱勇, 等. 云南烤烟低温冷害风险区划[J]. 气象科学, 2014, 34(3): 294–298.
- [60] 陈家金, 黄川容, 孙朝锋, 等. 基于 GIS 的福建省烤烟气象灾害综合风险区划[J]. 中国农业气象, 2016, 37(6): 711–719.
- [61] 李蒙, 朱勇, 吉文娟. 基于 GIS 的云南烟区冰雹灾害风险评价[J]. 中国农业气象, 2012, 33(1): 129–133.
- [62] 姬兴杰, 石英. 气候变化对河南烟区烤烟化学品质的影响[J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(3): 262–272.
- [63] 刘友杰. 基于 GIS 的延边烤烟种植生态适宜性区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.
- [64] 姜勇, 李鹏, 杨璐榕. 基于 3S 技术小网格的楚雄烤烟适宜性区划精细化研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(16): 175–181.
- [65] 马君红. 四川省烤烟品质区划与风格特色定位研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.
- [66] 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.
- [67] 杨鹏武, 朱勇, 王学锋, 等. 基于 GIS 的昭通市烤烟种植动态气候区划评估(预测)研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2011, 33(S1): 229–233.
- [68] 浦吉存, 张茂松, 袁家峰, 等. 基于 GIS 的曲靖烤烟干旱灾害风险区划//云南省科学技术协会. 2016 年云南省气象学术年会论文摘要集[C]. 云南楚雄, 2016.
- [69] 金焱, 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.
- [70] 雷蕾, 袁媛, 胡晓黎, 等. 商洛市烤烟生长期主要气象灾害区划及建议[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(3): 88–90.
- [71] 王占良, 莫云凯, 段福君, 等. 昆明市晋宁区烤烟种植冰雹灾害风险区划及防御对策[J]. 内蒙古气象, 2019(3): 36–41.
- [72] 谈丰, 姜彤, 方玉. 龙岩市烟叶气象灾害风险评价与区划[J]. 南京信息工程大学学报(自然科学版), 2014, 6(2): 144–151.
- [73] Collins W K, Hawks S N, Principles of flue-cured tobacco production[M]. Raleigh: N.C. State University, 1993.
- [74] 董谢琼, 徐虹, 杨晓鹏, 等. 基于 GIS 的云南省烤烟种植区划方法研究[J]. 中国农业气象, 2005, 26(1): 16–19.
- [75] 朱坤. 四川泸州地区烤烟种植生态适宜性评价[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
- [76] 于建军, 周琳, 李志伟, 等. 基于泸州烤烟化学品质指数的品质区划[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(4): 111–117.
- [77] 姜慧娟. 浓香型产区烟叶品质评价与区域分布研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2014.
- [78] 陈刚. 大理州烤烟品质区划研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2004.
- [79] 石朝霞. 贵州毕节市烤烟质量分区与评价[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.
- [80] 王英俊. 淄博烟区特色优质烟叶品质区划与关键生产技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.
- [81] 宗浩. 云南大理特色优质烤烟品质差异化及区划研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.