

楚雄州烤烟种植的生态气候区划与烟叶品质分析

吴天会¹, 鲁敏¹, 鲁永昌², 鲁永新^{1*}

¹云南省楚雄州气象局, 云南 楚雄

²云南铜业高级技工学校, 云南 易门

收稿日期: 2022年2月18日; 录用日期: 2022年3月15日; 发布日期: 2022年3月22日

摘要

用(SPSS)社会科学统计程序软件进行主成分分析和动态逐步聚类方法做楚雄州以中亚热带气候区为主的烤烟种植适宜性生态、气候类型区划, 并在地理信息平台上查处输出区划结果图。分析中主要以区域降雨量、气温、相对湿度和日照时数等气象因子和海拔高度、土壤因子的影响作用, 客观定量分析楚雄州烟草种植的气候适宜性和空间分布, 并将划分出的种植适宜性分区结果与烤烟品质调查分析结论做评述, 对指导烤烟生产有一定的现实意义。

关键词

楚雄州烤烟种植区, 主成分分析, 动态逐步聚类, 气候生态类型区划

Eco-Climatic Regionalization of Tobacco Growing and Quality Analysis of Tobacco Leaf in Chuxiong Prefecture

Tianhui Wu¹, Min Lu¹, Yongchang Lu², Yongxin Lu^{1*}

¹Chuxiong Meteorological Bureau in Yunnan, Chuxiong Yunnan

²Yunnan Copper Senior Technical School, Yimen Yunnan

Received: Feb. 18th, 2022; published: Mar. 15th, 2022; published: Mar. 22nd, 2022

Abstract

On the basis of principal component analysis and dynamic stepwise cluster analysis of Statistical

*通讯作者。

文章引用: 吴天会, 鲁敏, 鲁永昌, 鲁永新. 楚雄州烤烟种植的生态气候区划与烟叶品质分析[J]. 农业科学, 2022, 12(3): 178-186. DOI: 10.12677/hjas.2022.123027

Program for Social Sciences (SPSS), regionalization of ecology and climate types of flue-cured tobacco planting suitability in Chuxiong Prefecture, mainly in the subtropical climate region, was conducted, and the regionalization result map was exported on the geographic information platform. Meteorological factors such as regional rainfall, temperature, relative humidity and sunshine duration, as well as altitude and soil factors are mainly used in the analysis, objective quantitative analysis of climate suitability and spatial distribution of tobacco cultivation in Chuxiong Prefecture, the results of planting suitability zoning and the investigation and analysis of flue-cured tobacco quality were reviewed. It has certain practical significance to guide flue-cured tobacco production.

Keywords

Chuxiong Tobacco Growing Areas, Principal Component Analysis, Dynamic Stepwise Cluster Analysis, Geographic-Climate Regionalization

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

楚雄州地处云南省中北部,是云南优质烟叶主产盛产区之一,境内传统的烤烟种植主要分布在海拔高度 1250 m~2300 m 之间的中海拔亚热带气候区,区内盛产优质烟叶;元谋盆地、永仁、大姚等地的低热河谷地区因气候干燥,不适宜夏季烤烟种植、分布极少,大姚县华、南华五顶山、姚安前场等海拔 2300 米及以上的高寒山区气候寒冷,烤烟大田生长季热量条件不能满足烟草正常生长的需要,同样不适宜夏季烤烟种植。楚雄州境内气候立体性特征十分突出,海拔高度差异是成就区域小气候差异的主因,众多研究成果表明,对烤烟生长影响最突出的气候环境条件,相对于土壤成分等不能被人为改变。因此,根据区域小气候做精确而可靠的区域烤烟种植的气候适宜性气候类型区划及对应的品质调查分析,对地区烤烟种植品种选育、种植技术推广和生产措施制定等方面都具有十分重要的指导意义。

2. 材料和方法

2.1. 楚雄州烤烟种植区界定和资料来源

本区划研究过程中提出的楚雄州烤烟种植区划)细化到楚雄州 103 个乡(镇)政府所在地及周边地带,主要植烟区海拔高度界定在 1250 米~2300 米之间的乡镇所在地及周边相似地带的烤烟传统种植区或可种植区,把界定范围之外的区域设定为不适宜烤烟种植区[1]。以此界定为前提对全州约 103 个乡(镇)作区划试验,最后按主成分因子值和综合得分值划分。

本区划试验中选用辖区内 10 个国家基本气象站 1961 年~2019 年气温、降水、日照等要素及其统计值,乡(镇)气象要素取值于辖区内区域自动气象站 2012 年以来观测值,土壤成份和烟叶品质数据来自楚雄州烟草技术推广中心(烟草科学研究推广所)烤烟品质普查。

2.2. 植烟区气候、土壤、地理影响因子的确定

气候条件是影响烤烟种植的决定性因子,其中区域降雨量、相对湿度、气温和日照等是重要的影响因子。在楚雄州内一般 2 月份是烤烟播种期,3 月份是烤烟幼苗生长关键期,4 月下旬至 5 月上中旬为烤烟大面积移栽期,移栽后约需一周左右的大田成活期,5 月下旬到 6 月上旬为大田蹲苗期,6 月上中旬到

7月中旬为旺长期,7月下旬以后进入成熟采烤,9月上旬烟叶采摘烘烤结束,完成了约180天~210天的全生育期[2]。烤烟在大田全生育期内不同生育期的降雨量、气温、相对湿度、日照及土壤湿度在时间和空间上的分布是影响烤烟生长发育期的关键性因子。如同一个烤烟品种在不同的地理、气候影响区种植,其产量和内在质量都会有很大的差异;土壤是烤烟生长的基础,不同类型的土壤,其物理化学特性及肥力状况等也是影响烤烟产量和质量的重要因素之一。本区划试验以楚雄州传统植烟区作为研究对象,因试验区南北差异小,排除了地理纬度,地形、地势的差异影响,选择了与烤烟生长发育关系很密切,物理意义明显,且在多年的生产实践中认为直接影响烤烟产量和质量的25个地理、土壤结构和气象影响因子作为本次区划的指标[1]。分别列于表1中。其中3月份平均气温反映苗期热量条件,3月~8月平均气温反映全生育期热量条件,分月气温反映热量条件的分布;5月~8月降雨量为全生育期水分供给量,分月降雨量反映水分供给的分布;5月~8月的平均相对湿度和分月相对湿度反映大田期湿度状况,日照时数既反映热量状况,又反映了全生育期的天空状况。它们都是直接影响烤烟生长发育和产量、质量形成的关键影响因子。

Table 1. List of selected geography and climate factors for regionalization
表 1. 区划试验地理气候因子选取列表

地理、气象因子			
f ₁ (海拔)	f ₇ (土壤含钙量)	f ₁₃ (6月降雨量)	f ₁₉ (7月平均气温)
f ₂ (5~8月时段降雨量)	f ₈ (土壤解碱氮量)	f ₁₄ (7月降雨量)	f ₂₀ (8月平均气温)
f ₃ (5~8月时段平均气温)	f ₉ (土壤速效磷量)	f ₁₅ (8月降雨量)	f ₂₁ (5月相对湿度)
f ₄ (5~9月时段平均相对湿度)	f ₁₀ (土壤速效钾量)	f ₁₆ (5~9月积温)	f ₂₂ (6月相对湿度)
f ₅ (年平均日照时数)	f ₁₁ (土壤颗粒直径)	f ₁₇ (5月平均气温)	f ₂₃ (7月相对湿度)
f ₆ (土壤PH值)	f ₁₂ (5月降雨量)	f ₁₈ (6月平均气温)	f ₂₄ (8月相对湿度)
f ₂₅ (9月相对湿度)			

2.3. 区划方法和原理

R型主成分分析是对变量的内存关系进行研究[3] [4] [5],原理是以降维的思想,把众多变量转化为少数几个综合指标,这几个综合指标均为原始变量的线性组合;综合指标保留了原始变量的主要信息,彼此之间又不相关,从而使复杂的问题简单化,使原始变量的信息集中到几个主要指标因子上进行分析。本文以楚雄州103个烤烟种植实验区的25个气候区划因子组成一个 $P=25$ 、 $N=103$ 的矩阵 $F_{25 \times 103}$;计算 $F_{25 \times 103}$ 的协方差阵的特征值,作极大化正交旋转得到 $Y_{25 \times 103}$ 主成分。从25个因子特征值中选前 m 个最大的 λ 值,使 $(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m) / (\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p) \geq 85\%$,然后计算 $V_{mp} \cdot F_{pn} = Y_{mn}$,这样,前 m 个主成分组成的矩阵 Y_{mn} 就能“集中反映”原矩阵 F_{pn} 中的因子信息。分析原理和步骤如下:

数据的标准化处理[4] [5] [6]:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \overline{X_j}}{S_j} \quad (i=1,2,\dots,I; j=1,2,\dots,J) \quad (1)$$

式中 X_{ij} 为第 i 个样本的第 j 个指标的原始数据; $\overline{X_j}$, S_j ,分别为第 j 个指标原始数值的平均值和标准差。

计算相关矩阵(R);

求 R 的第 j 个特征值($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j$)及对应的特征量($U_1, U_2, \dots, U_j$);

计算主成分:主成分分量个数通过累积方差贡献率 E 确定;

$$E = \sum_{k=1}^m \lambda_k / \sum_{j=1}^j \lambda_j \quad (2)$$

一般当 $E > 85\%$ 时的最小 m , 可得主超平面维数 m , 对 m 个主成分进行综合分析, 得到主分量 Z_k :

$$Z_k = \sum_{j=1}^j U_{kj} X_j \quad (j=1, 2, \dots, J; k=1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

式中 U_{jk} 为特征量 U_k 的第 j 个分量; X_j 为评价的综合指数所选的评价指标

$$\text{求主成分权重 } e_k; \quad e_k = \lambda_k / \sum_{j=1}^j \lambda_j \quad (k=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, j) \quad (4)$$

$$\text{综合评价指数 } Z; \quad Z = \sum_{k=1}^m e_k Z_k \quad (5)$$

2.4. 计算结果分析

主成分 $Y_{25 \times 103}$ 中的前 6 个向量的累积方差已经达到 86.54% (见表 2), 所以, 只要计算前 6 个主成分因子得分, 分别用 $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ 及综合因子 Z 的计算得分值作为楚雄州烟叶种植气候(因子)综合评价指标计算得分值来做烤烟种植的气候类型区划。式中针对每个主成分指标因子贡献与标准变量线性组合关系的表达式, 以权重较大的多个标准变量(对应表 1 中的影响因子)来综合解释主成分指标因子的物理意义[7] [8]。计算了全部代表点的各个主成分因子值和综合得分值各个主成分应的特征值及因子荷载矩阵 V_{mp} , 见表 3。综合因子 Z 的组方程表达式如下:

$$Z = 0.52324Z_1 + 0.09767Z_2 + 0.08286Z_3 + 0.06725Z_4 + 0.05150Z_5 + 0.04284Z_6 \quad (6)$$

$$Z_1 = 0.025161F_1 + 0.076311F_2 - 0.11447F_3 + 0.253818F_4 + \dots + 0.022451F_{24} + 0.22148F_{25} \quad (7)$$

$$Z_2 = -0.55481F_1 - 0.22205F_2 + 0.533695F_3 - 0.208610F_4 + \dots - 0.30524F_{24} - 0.30021F_{25} \quad (8)$$

$$Z_3 = 0.232729F_1 + 0.616905F_2 - 0.23342F_3 + 0.147279F_4 + \dots + 0.157005F_{24} + 0.81281F_{25} \quad (9)$$

$$Z_4 = 0.062474F_1 - 0.066330F_2 + 0.011569F_3 - 0.00463F_4 + \dots - 0.01465F_{24} - 0.13960F_{25} \quad (10)$$

$$Z_5 = 0.088113F_1 - 0.00617F_2 - 0.03965F_3 + 0.000881F_4 + \dots + 0.004406F_{24} - 0.00969F_{25} \quad (11)$$

$$Z_6 = -0.00676F_1 + 0.019326F_2 + 0.04155F_3 - 0.00193F_4 + \dots + 0.088898F_{24} + 0.070539F_{25} \quad (12)$$

Table 2. Eigen value and variance and total variance of $F_{25 \times 103}$'s covariance matrix

表 2. $F_{25 \times 103}$ 协方差阵的特征值及方差和累积方差贡献解析

主成分	特征值	sqrt (λ)	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
1	13.081	3.616767	52.324	52.324
2	2.442	1.562690	9.767	62.091
3	2.072	1.439444	8.286	70.377
4	1.681	1.296534	6.725	77.102
5	1.288	1.134901	5.15	82.252
6	1.071	1.034891	4.284	86.536

Table 3. List for opposite of leading six principal components ($V_{6 \times 25}$ matrix)

表 3. 前 6 个主成分对应的荷载贡献率($V_{6 \times 25}$ 矩阵)列表

生态气候因子	U1	U2	U3	U4	U5	U6
F_1	0.025160592	-0.554812535	0.232728748	0.062474258	0.088113413	-0.006763997
F_2	0.076311247	-0.222052998	0.61690486	-0.066330694	-0.006167939	0.019325707

Continued

F_3	-0.114466871	0.533695103	-0.233423461	0.011569307	-0.039651036	0.04155027
F_4	0.253817843	-0.208614632	0.147279088	-0.004627723	0.000881134	-0.001932571
F_5	-0.144327793	0.151661558	-0.284832199	-0.138831685	-0.02995856	0.333368442
F_6	0.027096022	0.024956965	-0.057661153	0.715754465	-0.103973827	0.112089099
F_7	-0.021842712	0.007039144	-0.065997705	0.726552485	-0.101330424	0.001932571
F_8	0.056956945	-0.150381714	0.022925518	-0.151172279	0.326019626	-0.45608668
F_9	-0.014100991	0.002559689	-0.03890391	-0.171997032	0.734865861	0.198088494
F_{10}	0.00193543	-0.030716265	0.021536093	-0.001542574	0.733103592	-0.256065615
F_{11}	0.020183772	-0.012798444	0.055577014	0.034707921	0.01057361	0.801050545
F_{12}	0.136586073	-0.188137123	0.51825566	-0.020053466	0.041413304	-0.142043945
F_{13}	0.072716877	-0.176618523	0.584253364	-0.101809902	0.022028353	0.106291387
F_{14}	0.012995031	-0.180458056	0.631493827	0.007712871	-0.008811341	0.047347982
F_{15}	0.077970187	-0.265567707	0.494635429	-0.118778219	-0.07049073	0.004831427
F_{16}	-0.077970187	0.470342806	-0.079197246	0.092554457	0.067847328	0.067639974
F_{17}	-0.11308442	0.532415258	-0.22022392	0.001542574	-0.054630316	0.073437686
F_{18}	-0.137692033	0.472262573	-0.254264841	0.024681188	0.001762268	0.032853702
F_{19}	-0.102024819	0.545213702	-0.229255185	0.012340594	-0.048462377	0.032853702
F_{20}	-0.091794688	0.556732301	-0.210497942	0.006941584	-0.060798255	0.020291992
F_{21}	0.234187052	-0.101107705	0.061134716	0.140374259	0.000881134	-0.064741118
F_{22}	0.251329433	-0.168939457	0.185488286	-0.063245545	0.011454744	-0.045415411
F_{23}	0.242205262	-0.205415022	0.211192655	-0.038564357	-0.008811341	0.027055989
F_{24}	0.224509901	-0.305242882	0.157005066	-0.014654456	0.004405671	0.088898251
F_{25}	0.21483275	-0.300123505	0.081281384	-0.139602972	-0.009692475	0.07053883

因子荷载率列表 3 给出：第 1 主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的均为烟叶大田生长期间的干湿因子，突出了大田生育对湿度影响效应，6 个影响因子分别代表着烤烟烟叶生长的大田期的移栽、成活、蹲苗、旺长直到成熟采收各生育阶段的平均相对湿度，6 个因子对应的荷载率均为正，表明各因子之间呈正相关；第 2 主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的分别是植烟区海拔高度和烤烟烟叶大田生长期的热量供给共 7 个影响因子，其中海拔高度与几个热量影响因子的荷载率符号相反，验证了热量随海拔高度的变化；第 3 主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的 5 个因子主要由烤烟烟叶大田生长各阶段的累计降雨量，影响因子荷载率之间均为正相关的；第 4 个主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的是土壤的含钙量和酸碱度，两个影响因子荷载率均为正，说明烤烟较适应高钙和偏碱性土壤；第 5 个主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的分依次是土壤速效磷和速效钾含量；第 6 个主成分中影响因子荷载率达 0.6 以上的只是土壤的颗粒大小。

3. 区划结果和分析

按以上方法，将楚雄州烤烟境内 10 县(市)烤烟种植区按乡镇所在地为代表地区，分别划分为低海拔南亚热带湿气候植烟区，中海拔亚热带温暖气候植烟区，高海拔亚热带温凉气候植烟区和中低海拔南亚热带干气候植烟区 4 个烤烟可种植区(见图 1)和 1 个北热带燥热气候及南温带高山寒冷气候的非烤烟种植区[9] [10]。

3.1. 第1类种植区(最适宜种植气候区)

本区主要包括楚雄州内大部分县市的坝区,部分半山区和较少数山区地带。该规划区烟叶生长季内,光日照条件较好,气候温暖,降雨量适中,区域经济、交通和社会文明程度较发达地区,农业基础设施条件好,烟农素质高,是楚雄州多年的优质烟种植区和粮食主产区,具有多年的优质烟种植历史,是楚雄州优质烟种植和发展的重要基地。该烟叶种植气候区主要分布于海拔 1710~2050 m 之间的大部分坝区、部分半山区和少数山区。典型的种植区主要包括楚雄市的苍岭、三街、永安、鹿城、树苴、吕合、富民、子午、东华,牟定县的军屯、共和、新桥、青龙、蟠猫,姚安县的大河口、龙岗、栋川、光禄、大龙口、仁和、官屯、弥兴,南华县的叙营、兔街、马街、龙川镇、沙桥,大姚县的赵家店、龙街、石羊、七街、仓街、金碧,武定县的近城、东坡、九厂、环州、己衣,禄丰市的舍资、广通、路溪、仁兴、腰站、碧成、勤丰,元谋县的羊街、姜驿、花同、凉山等近 80 多个乡镇及周边区域地带。该种植区烟叶生长季内雨热同季,光照条件较好,气候温暖,降雨量适中、且分布较均匀,烤烟大田生长期(5~8 月)平均气温 19.5℃~21.2℃,5 月~8 月合计降雨量 490 mm~730 mm,5 月~9 月平均相对湿度在 72%~80%,是楚雄州烟叶种植的最适宜气候区。

3.2. 第2类种植区(适宜种植气候区)

本区种植区域主要分布于楚雄州西北部、南部、东南部的低海拔河谷地带,这此地区热量条件和湿度条件较好,烤烟大田生长期(5~8 月)平均气温在 19.2℃~23.3℃之间,平均海拔高度值在 1560 米~1710 米之间,5 月~8 月合计降雨量在 456 mm~611 mm 之间,5 月~9 月平均相对湿度在 71%~79%之间。该规划种植区海拔相对较低,相对湿度大,霜期较短,雨热同季,降雨量及其分布对烤烟生长较有利,是楚雄州烤烟烟叶及经济作物种植的主要产区,其中的相当部分地带同样也是烟叶推广实验和优质烟培育基地。典型的代表地区分别是楚雄市的大地基、西舍路,大姚县的三岔河、湾碧,元谋县的老城、新华,南华县的一街,雨露、双柏县的鄂嘉、、大庄、大麦地,禄丰市的金山、川街、妥安、黑井、和平、罗川等近 20 个乡镇及周边区域。在本区域发展烤烟种植,除受气候异常、气象灾害等极端事件影响外,烤烟种植的总体气候条件稍差,只能划分为烤烟烟叶种植的较适宜气候区。

3.3. 第3类种植区(较适宜种植气候区)

本区主要分布在楚雄州北部的低热“小盆地”、部分中低海拔台地、坡地、河谷和少部分坝区。海拔高度在 1250 米~1560 米之间,烤烟大田生长期(5~8 月)平均气温在 20.7℃~24.4℃之间。烟叶生长季 5 月~8 月合计降雨量在 525 mm~630 mm 之间,平均相对湿度在 71%~74%之间,该区域及周边光日照丰富和热量条件好、雨热同季、无霜期长,烟叶生长季降雨量与第 1、2 类烟叶种植分区相比较,无明显差异,区内日照时数较其它各区长,气候、生态条件基本能满足烤烟生长发育的需要,正常年景可有相当比例的优质烟叶产品。其中的绝大部分区域是楚雄州内典型的粮食和经济作物产区,同时,也是烤烟主产基地之一,区中的绝大部分可规划为一般烟草种植区,少部分规划为优质烟试验区。最具典型的地区主要分布在永仁县城及周边永定、莲池、中和、宜就、永兴、万马、维的、猛虎等相似气候区。

3.4. 第4类种植区(次适宜种植气候区)

本区主要分布在楚雄州大部分高山地区,绝大多数是高山坡地、台地。海拔高度在 2000 米~2300 米之间,烟叶大田生长期(5~8 月)平均气温在 17.6℃~19.4℃之间,累积降雨量在 592 mm~820 mm 之间,月平均相对湿度在 75%~82%之间。该种植区主要以楚雄州境内的冷凉山区构成,降雨相对丰沛,湿度较大,气候凉爽,热量条件较差,霜期长,光日照较好,气候条件对烤烟生长有诸多的限制,是楚雄州典型的

山区，因受到热量条件的制约，烤烟等多种经济作物的推广受限，发展烤烟种植只能在区域内的局部地带，该区及周边发展烤烟的风险较其它各区大，不适宜烤烟烟叶种植，只能规划为烟草种植的探索推广试验区。典型的代表乡(镇)分别是楚雄市大过口、南华县天申堂及附近、姚安县前场及周边区域，武定县猫街、猫街、插甸、白路，禄丰市万德、高峰、大姚县桂花等乡(镇)所辖区域及周边。

3.5. 第 5 类地区(不适宜种植气候区)

该区主要分部在楚雄州海拔 1300 米以下以元谋、大姚、双柏等为代表的低热河谷相似地带的北热带干燥气候区和海拔 2300 米以上西部高寒山区地带的南温带气候区。海拔 1300 米以下地带的北热带干燥气候区，气温高，湿度小，日照丰富，热量充足，气候燥热，气候条件不适宜烤烟大田生长；相反大姚县华、南华五顶山、姚安前场等部分海拔 2300 米以上的高寒山区地带气候寒冷，烤烟大田生长季热量条件不能满足烤烟生长要求，多雨，日照少，同样不适宜推广烤烟种植，最具代表性地区有元谋县元马、苴林、物茂、黄瓜园、大姚县县华乡、南华县五顶、姚安县前场等相似地带。

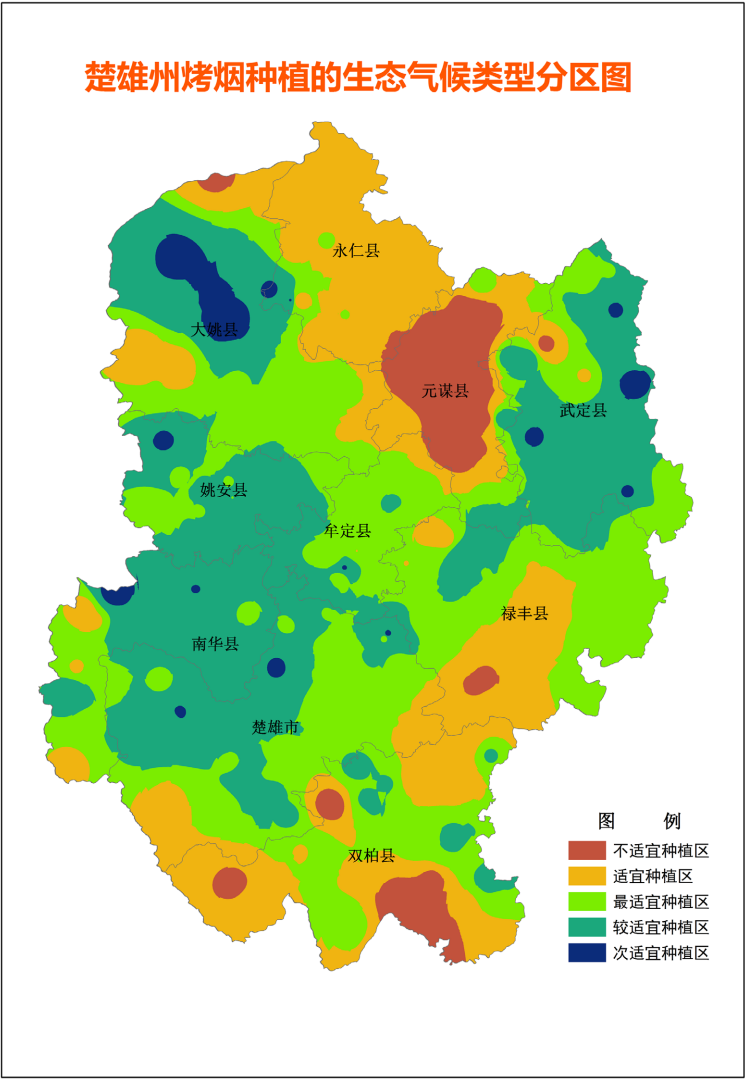


Figure 1. Eco-climate regionalization chart of tobacco growing areas in chufiong
图 1. 楚雄州烤烟种植气候、生态型分区图

4. 区划结果与烟叶品质分析

把楚雄州植烟区气候、生态种植区划结果与 2004 年~2006 年楚雄州大部分乡镇烤烟品质化验结果作对应分析得出：4 个植烟区烟叶的总糖、还原糖、总氮、烟碱、CL、蛋白质、氮碱比、淀粉、K、MG 等 10 种化学成份均有不同程度的差异。

Table 4. Chemical composition analysis table of 4 tobacco growing areas in Chuxiong Prefecture
表 4. 楚雄州 4 个植烟区化学成份分析表

植烟区	总糖	还原糖	总氮	烟碱	氯	蛋白质	施木克值	糖碱比	氮碱比	淀粉	K	MG
富光热植烟区	33	27.07	1.88	2.85	0.18	8.65	4.04	13.06	0.69	4.91	1.51	0.37
亚热带温凉气候植烟区	33.08	26.08	1.65	2.01	0.22	7.69	4.6	17.08	2.47	4.01	1.7	0.41
亚热带温暖气候植烟区	33.09	26.64	1.69	2.2	0.22	7.85	4.51	17.34	2.31	4.17	1.61	0.41
富热湿植烟区	32.22	25.08	1.79	2.44	0.18	7.67	4.84	11.71	5.23	3.65	1.6	0.37

不同气候、生态植烟区烟叶品质表现特征[7] [8] [11] [12] [13]

1) 中海拔亚热带温暖气候植烟区(最短适宜种植气候区)，是楚雄州的优质烟生产主产区，推广种的烤烟品种最多，主要包含了楚雄州大部分坝区、半山区和少部分山区“小盆地”，约占全州植烟区的 70% 或更高比例，该区总含糖量均较其它植烟区多，蛋白质含量高于高海拔亚热带温凉气候植烟区和低海拔南亚热带湿热植烟区，见表 4。

2) 中低海拔南亚热带干热气候植烟区(适宜种植气候区)，烟叶的平均总糖含量较中海拔亚热带温暖气候植烟区和高海拔亚热带温凉气候植烟区略低，较低海拔南亚热带湿热气候植烟区高；烟叶的平均还原糖和蛋白质含量均较其它各气候带植烟区高；烟叶的总氮、烟碱量有随热量和光照强度递增趋势，烟叶的含 CL、K、MG 具有随热量的增加呈递减变化趋势；烟叶淀粉含量随光日照条件有明显的变化趋势，见表 4。

3) 低海拔南亚热带湿热气候植烟区(较适宜种植气候区)，该植烟区热量丰富，霜期较短，空气相对湿度大，大部区域降雨量多，日照相对较少，是楚雄州的粮食、经济主产区和部分烤烟种植区，烤烟种植面积与较其它各植烟区少，该区烟叶的施木克值和氮碱比最高，淀粉含量最低，见表 4。

4) 高海拔亚热带温凉气候植烟区(次适宜种植气候区)，该区烟叶与其它各区相比较，最明显差别在于烟叶总氮最少，K 含量最高，总糖、还原糖、烟碱、CL、MG 含量与中海拔亚热带温暖气候植烟区基本一致，见表 4。

5. 讨论

1) 本文用主成分分析和逐步聚类分析方法对楚雄州烤烟种植类型所做区划，结果基本排除了人为干预因素，结论客观定量，是综合多因子共同影响的结果，避免通常只考虑用较少影响指标(因子)来做区划而造成的结果片面性，区划结果与实际情况大致相符，对楚雄州烤烟种植具有一定的指导意义。

2) 区划试验选取的 25 个影响因子中，除土壤解碱氮含量在主成份中荷载率小于 0.6 外，其余因子在 1~6 个主成分中的荷载率均大于 0.6，它们是气候、地理影响因子的耦合，影响因子的物理意义明确、分析方法可靠，验证了海拔高度，烟叶生长关键期 5~8 月降雨量、气温、相对湿度、日照和土壤化学、物

理成的影响与客观存在相符。

3) 本试验区划结论与研究区传统种植区及鲁永新等的区划基本一致[3], 烟叶烟碱、总氮和蛋白质含量等化学成分随各种植气候区气温、降水、空气湿度和日照气候条件的变化特征与黄中艳等的研究结论一致[8]。

参考文献

- [1] 鲁永新, 杨永生. 楚雄州农业产业结构调整与气候[M]. 昆明: 云南民族出版社, 2004: 59-67.
- [2] 顾本文, 胡雪琼, 等. 云南烟区生态气候区划[J]. 西南农业学报, 2007(4): 772-776.
- [3] 鲁永新, 王恩超, 张映翠, 等. 楚雄州烤烟的种植生态区划[J]. 烟草科技, 2009(2): 57-60.
- [4] 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法[M]. 北京: 气象出版社, 2001: 75-100.
- [5] 鲁永新, 田侯明, 杨海抒, 等. 云南野生食用菌气候生境特征及评价[J]. 中国生态农业学报, 2015, 32(6): 748-757.
- [6] 鲁敏, 石有彪, 鲁永新, 等. 哀牢山北段东侧人居环境气候适宜度分析[J]. 气候变化研究快报, 2020, 9(5): 406-416.
- [7] 王彪, 李天福, 等. 海拔高度与化学品质成分相关分析[R]. 昆明: 云南省烟科所, 2006.
- [8] 黄中艳. 云南五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.
- [9] 吕新, 张伟, 等. 玉米种植区气候生态因素优势综合评价研究[J]. 干旱区研究, 2005, 22(3): 387-390.
- [10] 陈平雁, 黄浙明. SPSS10.0 统计软件应用教程[M]. 北京: 人民军医出版社, 2002: 165-176.
- [11] 赵栋荪. 楚雄彝族自治州种植业区划成果报告[R]. 昆明: 云南省测绘印刷厂印装, 1998: 88.
- [12] 王宇. 云南山地气候[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2006: 281-292.
- [13] 贺升华, 任炜. 烤烟气象[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2001: 222.