

# 百色市烤烟主要化学成分特征及可用性分析

刘政钦<sup>1,2</sup>, 胡瑞文<sup>1</sup>, 戴林建<sup>1\*</sup>

(1. 湖南农业大学农学院, 长沙 410128; 2. 广西伊灵烟叶复烤有限责任公司, 南宁 530100)

**摘要:**为明确百色市烤烟化学成分特征及其可用性,对百色市3个典型主产烟县(市)11个乡镇的 $B_2F$ 、 $B_3F$ 、 $C_2F$ 、 $C_3F$ 、 $X_2F$ 共5个等级275个烤烟样本化学成分特征进行分析,并应用模糊数学对其可用性进行综合评价。结果表明:百色市烤烟具有总糖和还原糖含量较高、氮碱比偏低、其他指标较适宜的特点;不同等级间化学成分可用性指数表现为: $C_2F > C_3F > B_2F > B_3F > X_2F$ ;  $B_2F$ 和 $C_2F$ 烟叶化学成分可用性以隆林县最高,  $B_3F$ 以靖西市最高,  $C_3F$ 和 $X_2F$ 以德保县最高;百色市各乡镇烤烟化学成分可用性指数均值在75.47~82.43之间,属“较好”档次;烤烟化学成分可用性指数有从中间向北向南递减的趋势,总体上以德保县较高,隆林县次之,靖西市较低。

**关键词:**百色市;烤烟;化学成分;可用性

中图分类号: S572; TS411

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2022)02-0134-06

## Characteristics and Usability Analysis of Main Chemical Constituents of Flue-Cured Tobacco in Baise City

LIU Zhengqin<sup>1,2</sup>, HU Ruiwen<sup>1</sup>, DAI Linjian<sup>1\*</sup>

(1. College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128; 2. Guangxi Yiling Tobacco Redrying Co., LTD., Nanning 530100, China)

**Abstract:** In order to clarify the chemical composition and availability of flue-cured tobacco in Baise City. Chemical composition characteristics of 275 flue-cured tobacco samples from 5 grades of  $B_2F$ ,  $B_3F$ ,  $C_2F$ ,  $C_3F$  and  $X_2F$  in 11 typical towns of Baise City were analyzed, and their usability was evaluated by fuzzy mathematics. The results showed that Baise City flue-cured tobacco had high total sugar and reducing sugar content, low nitrogen-base ratio, and other indicators were suitable. The chemical composition availability index of different grades was:  $C_2F > C_3F > B_2F > B_3F > X_2F$ . The chemical composition of  $B_2F$  and  $C_2F$  tobacco leaves is the highest in Longlin County,  $B_3F$  is the highest in Jingxi County,  $C_3F$  and  $X_2F$  are the highest in Debao County, and the average chemical availability index of flue-cured tobacco in Baise City is between 75.47 and 82.43, which is 'better' grade. The chemical composition availability index of flue-cured tobacco has a downward trend from the middle to the north. Generally, it is higher in Debao County, followed by Longlin County and Jingxi County.

**Key words:** Baise City; Flue-cured tobacco; Chemical composition; Availability

广西百色地处云贵高原南部,属亚热带季风性气候,降雨充沛,光照适宜,是广西地区烟叶核心种植区。烟叶内在化学成分含量及其协调性决定其风格特征及可用性<sup>[1-2]</sup>,而烟叶内在化学成分易受气候、土壤、品种、栽培条件、地域等条件的影响而表现出不同的差异性。研究表明,优质烤烟的总糖含量为18%,一般要求总糖含量18%~

24%、还原糖含量16%~22%、烟碱含量1.5%~3.5%、总氮含量1.5%~2.5%、钾含量 $\geq 2.0\%$ 、糖碱比为8~12、氮碱比为0.8~1.1、钾氯比 $\geq 4.0$ 、氯含量0.3%~0.8%<sup>[3-7]</sup>。以往对烤烟化学成分的研究主要集中在烟区化学成分特征方面<sup>[8-11]</sup>,而对烟区化学成分可用性评价的研究较少<sup>[12-16]</sup>。覃迎资等<sup>[17]</sup>对百色烤烟化学成分特征进行聚类分析,但对百色烤烟化学成分特征及可用性的研究方面还是空白。因此,对百色烤烟化学成分可用性进行评价,有利于更好地认识该区域烟叶质量特征,为该区域特色优质烟叶开发和工业企业采购原料提供参考。

收稿日期: 2019-12-06

基金项目: 中国烟草总公司重点项目(110201402003)

作者简介: 刘政钦(1994-),男,助理工程师,硕士,主要从事烟叶打叶复烤工艺研究。

通讯作者: 戴林建,男,博士,副教授, E-mail: ljd6888@hotmail.com

## 1 材料与方 法

### 1.1 烟叶材料

在百色市的主产烟县(市)共取烟叶样品 275 个,其中靖西 100 个,隆林 100 个,德保 75 个。靖西市选取地州镇、新靖镇、渠洋乡、化峒镇,隆林县选取蛇场镇、德峨镇、隆或镇、克长镇,德保县选取足荣乡、扶平镇、都安镇,各取样烟县(市)选取具有代表性的初烤烟叶样品 0.5 kg。采用 GPS 定位,收集和记录各烟站的地理坐标(经度和纬度)。

### 1.2 化学成分测定方法

烟叶中总糖、还原糖、烟碱、总氮和氯含量采用 SKALAR 间隔流动分析仪测定。钾含量采用火焰光度法测定。糖碱比为总糖与烟碱的比值,氮碱比为总氮与烟碱的比值,钾氯比为钾和氯的比值。

### 1.3 化学成分可用性评价方法

烟叶化学成分可用性指数(Chemical Components Usability Index,CCUI)采用隶属度函数模型

与指数方法来确定,即按公式:  $CCUI = \sum_{j=1}^m N_{ij} W_{ij}$  计算,式中  $N_{ij}$  和  $W_{ij}$  分别表示第  $i$  个烟叶样本、第  $j$  个指标的隶属度值和权重系数,其中  $0 < N_{ij} \leq 1, 0 \leq W_{ij} \leq 1$ ,且满足  $\sum_{j=1}^m W_{ij} = 1$ 。

本研究采用主成分分析法确定各参评指标的权重, $m$  为化学成分指标个数。运用模糊数学理论计算各质量指标的隶属度,使各参评指标的原始数据转换为 0.1~1.0 的数值。常用于综合评价的隶属度函数类型主要有 3 种:反 S 型、S 型和抛物线型。总糖、还原糖、总氮、烟碱、氯含量、氮碱比和糖碱比的函数类型为抛物线型,表达式为:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1 & X < X_1, X > X_4; \\ 0.9(X - X_1)/(X_2 - X_1) + 0.1 & X_1 \leq X < X_2; \\ 1.0 & X_2 \leq X \leq X_3; \\ 1.0 \sim 0.9(X - X_3)/(X_4 - X_3) & X_3 < X \leq X_4 \end{cases} \quad (1)$$

烤烟钾含量和钾氯比的函数类型均为 S 型,函数表达式为:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0 & X \geq X_4; \\ 0.9 & X_1 < X < X_4; \\ 0.1 & X \leq X_1 \end{cases} \quad (2)$$

式中, $X_1$  为下临界值; $X_2$  为最优值下限; $X_3$  为最优值上限; $X_4$  为上临界值, $X$  为各化学成分的 actual 含量,参考前人研究<sup>[2, 18-21]</sup>,结合实际情况,确定各参考指标函数类型及拐点值,并采用主成分分析方法计算权重,结果见表 1。

表 1 烟叶化学成分指标的隶属函数类型和拐点值

| 指标     | 函数类型 | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | 权重(%) |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 总糖(%)  | 抛物线型 | 12.00 | 22.00 | 31.00 | 36    | 12.53 |
| 还原糖(%) |      | 11.00 | 21.00 | 30.00 | 34    | 11.47 |
| 总氮(%)  |      | 0.80  | 1.70  | 1.90  | 3.2   | 9.23  |
| 烟碱(%)  |      | 1.00  | 2.40  | 3.00  | 3.8   | 12.78 |
| 氯(%)   |      | 0.10  | 0.30  | 0.45  | 1     | 9.22  |
| 氮碱比    |      | 0.30  | 0.65  | 0.80  | 1.2   | 10.34 |
| 糖碱比    |      | 4.00  | 8.00  | 13.00 | 19.5  | 11.82 |
| 钾(%)   | S 型  | 1.50  | —     | —     | 2.5   | 10.39 |
| 钾氯比    |      | 3.50  | —     | —     | 15.5  | 12.21 |

### 1.4 统计分析方法

采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行数据处理和分析。采用 ArcGIS 9.0 软件地统计学模块(Geostatistical analyst),以 Kriging 插值为基本工具,绘制百色市烤烟化学成分指标空间分布图和烤烟化学成分可用性指数的空间分布图。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要化学成分描述性统计分析

对 275 个烟叶样品的化学成分进行描述性统计(表 2),从化学成分均值上看,总糖和还原糖含量偏高,氮碱比偏低,其他指标均在优质烟叶范围之内,说明百色烟区烤烟化学成分基本符合优质烟叶的范围。从变异系数来看,各化学成分指

表 2 烤烟主要化学成分描述性统计

| 指标   | 总糖     | 还原糖    | 烟碱     | 氯      | 钾      | 总氮     | 氮碱比   | 糖碱比   | 钾氯比   |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 平均值  | 27.53% | 25.29% | 2.62%  | 0.32%  | 2.24%  | 1.77%  | 0.70  | 11.15 | 7.94  |
| 标准差  | 4.29   | 4.40   | 0.57   | 0.12   | 0.44   | 0.23   | 0.13  | 3.45  | 3.43  |
| 变异系数 | 15.58% | 17.40% | 21.76% | 37.50% | 19.64% | 12.99% | 18.57 | 30.94 | 43.20 |
| 偏度系数 | -0.43  | -0.40  | -0.39  | 1.93   | 1.00   | 0.06   | 1.35  | 0.95  | 2.56  |
| 峰度系数 | -0.23  | -0.39  | -0.56  | 10.97  | 0.07   | -0.25  | 1.48  | 1.14  | 10.17 |
| 极小值  | 12.43% | 10.15% | 1.24%  | 0.06%  | 1.27%  | 1.23%  | 0.51  | 4.35  | 2.39  |
| 极大值  | 36.23% | 33.90% | 3.72%  | 1.22%  | 3.48%  | 2.50%  | 1.16  | 24.28 | 28.00 |

标属于中等变异(10%~100%),变异系数最大的是钾氯比,最小的是总氮,按照变异系数从大到小排序依次为钾氯比、氯、糖碱比、烟碱、钾、氮碱比、还原糖、总糖和总氮。从偏度系数来看,总糖、还原糖和烟碱的系数小于0,其他指标均大于0,以钾氯比的偏度系数最大,说明其分布形态右偏,值偏大,数据偏高的样品较多;最接近于0的是总氮,说明总氮含量的分布形态均匀,最接近正态分布。从峰度系数来看,总糖、还原糖、烟碱和总氮的值都略低于0,氯和钾氯比的系数均大于10,说明其正态分布峰的形态比较尖,比正态分布要陡峭很多,属于尖顶峰。

2.2 不同等级烤烟化学成分可用性指数差异

百色市烤烟化学成分可用性档次分类见表

3,按分值 $\geq 90$ 、90~75、75~60、 $\leq 60$ 将烤烟化学成分可用性分为“好”“较好”“中等”和“稍差”4个档次。不同等级烤烟化学成分可用性指数平均值分布在76.09~83.24分。 $C_2F$ 的可用性最好,平均值最高,90.90%的样本可用性在“较好”档次,且变异较小; $C_3F$ 次之,平均值为81.88分,80%的样本可用性在“较好”档次,变异稍大; $B_2F$ 可用性指数变幅在60.62~90.82分之间,有78.2%的样本可用性在“较好”档次,变异较小; $B_3F$ 可用性指数变幅在53.88~87.31分,有3.6%的样本可用性在“稍差”档次,变异较小; $X_2F$ 的可用性较差,40%的样本可用性在“中等”偏下,且变异稍大。综合来看,不同等级烤烟化学成分可用性排序为 $C_2F>C_3F>B_2F>B_3F>X_2F$ 。

表3 不同等级烤烟化学成分可用性指数比较

| 等级     | 平均值(分) | 变幅(分)       | 变异系数  | 各档次所占比例(%) |       |       |           |
|--------|--------|-------------|-------|------------|-------|-------|-----------|
|        |        |             |       | $\geq 90$  | 90~75 | 75~60 | $\leq 60$ |
| $B_2F$ | 79.63  | 60.62~90.82 | 8.17  | 1.8        | 76.4  | 21.8  | —         |
| $B_3F$ | 78.53  | 53.88~87.31 | 8.80  | —          | 72.8  | 23.6  | 3.6       |
| $C_2F$ | 83.24  | 60.65~93.61 | 9.05  | 14.5       | 76.4  | 9.1   | —         |
| $C_3F$ | 81.88  | 51.24~92.50 | 10.95 | 18.2       | 61.8  | 20.0  | —         |
| $X_2F$ | 76.09  | 49.74~89.94 | 11.69 | —          | 60.0  | 34.5  | 5.5       |

2.3 不同产烟县(市)烤烟化学成分可用性指数差异

由表4可知,不同产烟县(市)间烤烟化学成分可用性指数存在一定差异。 $B_2F$ 等级烟叶化学

成分可用性指数以隆林县最高,德保县次之,靖西市最低;靖西市有5%的样本处于“好”档次,隆林县有85%的样本处于“较好”档次,德保县有73.3%的样本处于“较好”档次。 $B_3F$ 等级烟叶化

表4 不同产烟县(市)化学成分可用性指数比较

| 等级     | 产烟县(市) | 均值(分) | 变幅(分)       | 各档次所占比例(%) |       |       |           |
|--------|--------|-------|-------------|------------|-------|-------|-----------|
|        |        |       |             | $\geq 90$  | 90~75 | 75~60 | $\leq 60$ |
| $B_2F$ | 靖西市    | 77.28 | 60.26~90.82 | 5          | 70    | 25    | —         |
|        | 隆林县    | 81.47 | 65.19~89.69 | —          | 85    | 15    | —         |
|        | 德保县    | 80.32 | 70.18~86.97 | —          | 73.3  | 26.7  | —         |
| $B_3F$ | 靖西市    | 79.40 | 63.13~86.88 | —          | 75    | 25    | —         |
|        | 隆林县    | 77.78 | 68.60~82.42 | —          | 80    | 20    | —         |
|        | 德保县    | 78.35 | 53.88~87.31 | —          | 80    | 20    | —         |
| $C_2F$ | 靖西市    | 81.76 | 61.18~91.47 | 20         | 65    | 15    | —         |
|        | 隆林县    | 85.79 | 77.34~93.61 | 15         | 85    | —     | —         |
|        | 德保县    | 81.81 | 60.65~90.53 | 6.7        | 80    | 13.3  | —         |
| $C_3F$ | 靖西市    | 78.17 | 51.24~92.03 | 5          | 60    | 30    | 5         |
|        | 隆林县    | 81.61 | 61.14~92.35 | 15         | 60    | 25    | —         |
|        | 德保县    | 87.20 | 72.14~92.50 | 40         | 53.3  | 6.7   | —         |
| $X_2F$ | 靖西县    | 78.44 | 49.74~88.66 | —          | 75    | 20    | 5         |
|        | 隆林县    | 71.40 | 54.35~87.31 | —          | 35    | 55    | 10        |
|        | 德保县    | 79.22 | 71.01~89.94 | —          | 73.3  | 26.7  | —         |

学成分可用性指数以靖西市最高,德保县次之,隆林县最低;靖西市有 75% 的样本处于“较好”档次,隆林县和德保县有 80% 的样本处于“较好”档次。 $C_2F$  等级烟叶化学成分可用性指数以隆林县最高,德保县次之,靖西市最低;靖西市有 20% 的样本处于“好”档次,隆林县有 100% 的样本处于“较好”以上档次,德保县有 80% 的样本处于“较好”档次。 $C_3F$  等级烟叶化学成分可用性指数以德保县最高,隆林县次之,靖西市最低;靖西市各有 5% 的样本处于“好”和“稍差”档次,隆林县有 75% 的样本处于“较好”以上档次,德保县有 93.3% 的样本处于“较好”以上档次。 $X_2F$  等级烟

叶化学成分可用性指数以德保县最高,靖西市次之,隆林县最低;靖西市有 75% 的样本处于“较好”档次,隆林县有 55% 的样本处于“中等”档次,德保县有 73.3% 的样本处于“较好”档次。综上, $B_2F$ 、 $C_2F$  等级烟叶化学成分可用性以隆林县最高, $B_3F$  等级烟叶化学成分可用性以靖西市最高, $C_3F$  和  $X_2F$  等级烟叶化学成分可用性以德保县最高。

2.4 不同产烟乡镇化学成分可用性指数差异

百色市各乡镇烤烟 CCUI 值在 54.35~92.35 分(表 5)。 $B_2F$  等级地州镇、新靖镇、渠洋乡、克长乡、隆或镇、德峨乡、扶平乡可用性指数平均值在 75 分以上,属“较好”档次,化峒镇、蛇场乡、足荣

表 5 不同产烟乡镇化学成分可用性指数比较

| 等级     | 乡镇  | CCUI 值 | 档次 | 等级     | 乡镇  | CCUI 值 | 档次 |
|--------|-----|--------|----|--------|-----|--------|----|
| $B_2F$ | 地州镇 | 75.74  | 较好 | $C_2F$ | 地州镇 | 84.03  | 较好 |
|        | 新靖镇 | 77.22  | 较好 |        | 新靖镇 | 80.70  | 较好 |
|        | 渠洋乡 | 76.93  | 较好 |        | 渠洋乡 | 87.93  | 较好 |
|        | 化峒镇 | 67.86  | 中等 |        | 化峒镇 | 89.28  | 较好 |
|        | 蛇场乡 | 71.64  | 中等 |        | 蛇场乡 | 88.96  | 较好 |
|        | 克长乡 | 82.88  | 较好 |        | 克长乡 | 87.45  | 较好 |
|        | 隆或镇 | 85.63  | 较好 |        | 隆或镇 | 86.06  | 较好 |
|        | 德峨乡 | 82.78  | 较好 |        | 德峨乡 | 87.26  | 较好 |
|        | 足荣乡 | 71.32  | 中等 |        | 足荣乡 | 71.92  | 中等 |
|        | 扶平乡 | 85.02  | 较好 |        | 扶平乡 | 60.65  | 中等 |
| $B_3F$ | 都安乡 | 70.18  | 中等 | $C_3F$ | 都安乡 | 89.37  | 较好 |
|        | 地州镇 | 80.31  | 较好 |        | 地州镇 | 77.88  | 较好 |
|        | 新靖镇 | 64.77  | 中等 |        | 新靖镇 | 74.40  | 中等 |
|        | 渠洋乡 | 77.61  | 较好 |        | 渠洋乡 | 72.75  | 中等 |
|        | 化峒镇 | 84.05  | 较好 |        | 化峒镇 | 87.09  | 较好 |
|        | 蛇场乡 | 79.22  | 较好 |        | 蛇场乡 | 92.35  | 好  |
|        | 克长乡 | 74.51  | 中等 |        | 克长乡 | 74.89  | 中等 |
|        | 隆或镇 | 78.07  | 较好 |        | 隆或镇 | 88.48  | 较好 |
|        | 德峨乡 | 80.12  | 较好 |        | 德峨乡 | 61.14  | 中等 |
|        | 足荣乡 | 76.06  | 较好 |        | 足荣乡 | 91.22  | 好  |
| $X_2F$ | 扶平乡 | 85.34  | 较好 |        | 扶平乡 | 90.99  | 好  |
|        | 都安乡 | 67.82  | 中等 |        | 都安乡 | 83.68  | 较好 |
|        | 地州镇 | 75.73  | 较好 |        | 地州镇 | 78.74  | 较好 |
|        | 新靖镇 | 80.28  | 较好 |        | 新靖镇 | 75.47  | 较好 |
|        | 渠洋乡 | 81.23  | 较好 |        | 渠洋乡 | 79.29  | 较好 |
|        | 化峒镇 | 77.45  | 较好 |        | 化峒镇 | 81.15  | 较好 |
|        | 蛇场乡 | 54.35  | 稍差 |        | 蛇场乡 | 77.30  | 较好 |
|        | 克长乡 | 67.56  | 中等 | 合计平均   | 克长乡 | 77.46  | 较好 |
|        | 隆或镇 | 73.90  | 中等 |        | 隆或镇 | 82.43  | 较好 |
|        | 德峨乡 | 66.49  | 中等 |        | 德峨乡 | 75.56  | 较好 |
|        | 足荣乡 | 86.77  | 较好 |        | 足荣乡 | 79.46  | 较好 |
|        | 扶平乡 | 75.17  | 较好 |        | 扶平乡 | 79.43  | 较好 |
|        | 都安乡 | 80.11  | 较好 |        | 都安乡 | 78.23  | 较好 |



乡、都安乡可用性指数平均值在 60 以上,属“中等”档次; $B_3F$  等级地州镇、渠洋乡、化峒镇、蛇场乡、隆或镇、德峨乡、足荣乡、扶平乡可用性指数平均值在 75 分以上,属“较好”档次,新靖镇、克长乡、都安乡可用性指数平均值在 60 分以上,属“中等”档次; $C_2F$  等级地州镇、新靖镇、渠洋乡、化峒镇、蛇场乡、克长乡、隆或镇、德峨乡、都安乡可用性指数平均值都在“较好”档次,足荣乡、扶平乡可用性指数平均值属“中等”档次; $C_3F$  等级蛇场乡、足荣乡、扶平镇可用性指数平均值在 90 分以上,属“好”档次,地州镇、化峒镇、隆或镇、都安乡可用性指数平均值在 75 分以上,属“较好”档次,新靖镇、渠洋乡、克长乡、德峨乡可用性指数平均值在 60 分以上,属“中等”档次; $X_2F$  等级地州镇、新靖镇、渠洋乡、化峒镇、足荣乡、扶平乡、都安乡可用性指数平均值在 75 分以上,属“较好”档次,克长乡、隆或镇、德峨乡可用性指数平均值在 60 分以上,属“中等”档次,蛇场乡可用性指数平均值为 54.35,属“较差”档次。对不同乡镇各等级烟叶化学成分可用性指数进行平均可以得出,各乡镇烤烟化学成分可用性指数均值在 75.47~82.43,都属于“较好”档次,说明百色市各乡镇烤烟化学成分总体上较适宜,按烤烟化学成分可用性指数从大到小排序为:隆或镇>化峒镇>足荣乡>扶平乡>渠洋乡>地州镇>都安乡>克长乡>蛇场乡>德峨乡>新靖镇。

## 2.5 烤烟化学成分可用性指数空间分布

百色市烤烟 CCUI 值有从中间向北向南递减的趋势。其中,蛇场乡、隆或镇、扶平乡和足荣乡是高值区,克长乡和渠洋乡是低值区,全市 75.6~79.3 为主要分布面积,其次是 83.1~86.8 分布。从全市来看,以德保县的总体可用性指数较好,隆林县次之,靖西市的可用性指数偏低。

## 3 讨论与结论

百色市烤烟化学成分具有总糖和还原糖含量偏高,氮碱比偏低的特点。罗登山等<sup>[22]</sup>对《全国烤烟烟叶香型风格区划》的解析中指出,广西百色西部、百色中部和东部烟叶的糖类物质含量均较高,与本研究相一致,这可能与百色的山地气候有关,早晚温差大,有利于糖分及其他内含物质的积累。

本研究表明,不同等级烤烟化学成分可用性排序为  $C_2F > C_3F > B_2F > B_3F > X_2F$ 。其中, $B_2F$  和  $C_2F$  等级烟叶化学成分可用性以隆林县最高, $B_3F$  等级

烟叶化学成分可用性以靖西市最高, $C_3F$  和  $X_2F$  等级烟叶化学成分可用性以德保县最高。对不同乡镇各等级烟叶化学成分可用性指数分析得出,各乡镇烤烟化学成分可用性指数均值在 75.47~82.43 之间,属于“较好”档次,说明百色市各乡镇烤烟化学成分总体上较适宜,按烤烟化学成分可用性指数从大到小排序为:隆或镇>化峒镇>足荣乡>扶平乡>渠洋乡>地州镇>都安乡>克长乡>蛇场乡>德峨乡>新靖镇。

采用地统计学中克里格插值方法绘制百色市烤烟化学成分可用性指数空间分布图,可估算出整个研究区域内烤烟主要化学成分指数值分布趋势。利用获得的数据,把烤烟化学成分协调性分布运用模糊数学方法可视化。需要强调的是,烤烟内在化学成分只是烟叶质量特征的一个方面,评定烟叶的工业使用价值还需考虑烟叶的外观质量、物理特性、感官质量和安全性等方面<sup>[21, 23-24]</sup>。虽然烤烟化学成分含量受品种、气候、土壤、栽培措施、地域等因素的影响,且取样点数量受研究条件限制也有限,但数据空间化后使百色市烤烟化学成分可用性指数分布更加直观,对各工业企业选择性采购原料具有一定参考价值。

## 参考文献:

- [1] 刘智炫,周清明,黎娟,等.湖南烟区不同年份烤烟化学成分的变化[J].浙江农业学报,2015,27(11):1877-1881.
- [2] 齐永杰,邓小华,徐文兵,等.基于卷烟品牌原料需求的桂阳烟叶化学成分可用性评价[J].云南农业大学学报(自然科学版),2017,32(3):465-472.
- [3] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2003:23-25.
- [4] 杜咏梅,刘新民,程森,等.宣威上部烤烟主要化学指标与其清香型风格典型性关系分析[J].中国烟草科学,2012,33(3):42-46,51.
- [5] 石俊雄,陈雪,雷璐.生态因子对贵州烟叶主要化学成分的影响[J].中国烟草科学,2008,29(2):18-22.
- [6] 邓小华,周冀衡,李晓忠,等.湖南烤烟化学成分特征及其相关性[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2007,33(1):24-27.
- [7] 王能如,何宽信,黎茶根,等.江西烤烟主要化学特性的适宜性评价和聚类分析[J].烟草科技,2012(8):49-53.
- [8] 彭德元,邓小华,陈玉君.张家界市烤烟主要化学成分分析[J].中国农学通报,2009,25(6):73-76.
- [9] 邓小华.湖南烤烟区域特征及质量评价指标间关系研究[D].长沙:湖南农业大学,2007.
- [10] 谢鹏飞,邓小华,唐春闰,等.湖南不同生态区烤烟主要化学成分比较[J].中国农学通报,2011,27(2):378-381.
- [11] 陈卫国,邓小华,卿国林,等.湖南烤烟主产区中部烟叶总氮含量区域特征[J].中国农学通报,2011,27(7):414-417.
- [12] 杜文,谭新良,易建华,等.用烟叶化学成分进行烟叶质

- 量评价[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 3-6.
- [13] 丁云生, 何悦, 曹金丽, 等. 大理州烤烟主要化学成分特征及其可用性分析[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 13-18.
- [14] 罗华, 邓小华, 张光利, 等. 邵阳市主产烟县烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2009, 35(6): 623-627.
- [15] 黎妍妍, 黄元炯, 许自成, 等. 河南烟区烟叶质量可用性的综合评价[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(9): 1903-1904.
- [16] 魏春阳, 王信民, 蔡宪杰, 等. 基于雷达图的烤烟烟叶主要化学成分协调性综合评价方法[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(5): 48-58.
- [17] 覃迎资, 林北森, 周文亮, 等. 广西百色烤烟主要化学成分特性与聚类分析[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2014, 40(2): 134-138.
- [18] 田野, 邓小华, 王少先, 等. 黔西南州烤烟化学成分可用性评价[J]. 作物研究, 2014, 28(6): 626-629.
- [19] 肖谨, 邓小华, 田峰, 等. 湘西自治州烤烟化学成分可用性评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2014, 29(5): 706-710.
- [20] 王育军, 周冀衡, 李强, 等. 曲靖烟叶化学成分可用性及其对感官评吸质量的影响[J]. 烟草科技, 2014(11): 67-74.
- [21] 李强, 周冀衡, 杨荣生, 等. 曲靖烤烟主要化学成分及其协调性空间分布[J]. 生态学杂志, 2012, 31(4): 862-869.
- [22] 罗登山, 王兵, 乔学义. 《全国烤烟烟叶香型风格区划》解析[J]. 中国烟草学报, 2019, 25(4): 1-9.
- [23] 刘丹, 朴世领, 郑仙霞, 等. 干旱胁迫下氮对烤烟生长及生理特性的影响[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(2): 29-31, 52.
- [24] 李洪勋. 不同施氮量和密度对烤烟产量和质量的影响[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(3): 22-26.
- (责任编辑: 王昱)

(上接第 119 页)

- [12] 冀荣华, 郑立华, 邓小蕾, 等. 基于反射光谱的苹果叶片叶绿素和含水率预测模型[J]. 农业机械学报, 2014, 45(8): 269-275.
- [13] 杨磊, 贾佳, 祖元刚. 蓝莓总花色苷匀浆的提取条件优化及抗氧化活性[J]. 食品科学, 2009, 30(20): 27-33.
- [14] 张治安, 陈展宇. 植物生理学实验技术[M]. 长春: 吉林大学出版社, 2008: 118-123.
- [15] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 184-263.
- [16] 薛志忠, 杨雅华, 李海山, 等. NaCl 胁迫对菊芋幼苗及根系生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(6): 132-134.
- [17] Samra J S. Sodicity tolerance of grapes with reference to the uptake of nutrients[J]. Indian Journal of Horticulture, 1985, 42(1/2): 12-17.
- [18] 牟咏花, 张德威. NaCl 胁迫下番茄苗的生长和营养元素积累(简报)[J]. 植物生理学通讯, 1998(1): 14-16.
- [19] 廖祥儒, 贺普超, 朱新产, 等. 盐渍对葡萄光合色素含量的影响[J]. 园艺学报, 1996, 23(3): 300-302.
- [20] Strogonow B P. Structure and function of plant cells in saline habitats[J]. Halsted Press New York, 1973(10): 38-41.
- [21] 张华新, 宋丹, 刘正祥. 盐胁迫下 11 个树种生理特性及其耐盐性研究[J]. 林业科学研究, 2008(2): 168-175.
- [22] 李焕勇, 杨秀艳, 唐晓倩, 等. NaCl 处理对小果白刺叶片主要渗透调节物质和激素水平的影响[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(5): 30-35.
- [23] 管志勇, 陈素梅, 陈发棣, 等. 32 个菊花近缘种属植物耐盐性筛选[J]. 中国农业科学, 2010, 43(19): 4063-4071.
- [24] Pushpam R, Rangasamy S R S. Variations in chlorophyll contents of rice in relation to salinity[J]. Crop Research Hisar, 2000(2): 197-200.
- [25] 丛靖宇, 杨冠宇, 张烨, 等. 不同品种甜高粱幼苗耐渗透胁迫能力的研究[J]. 华北农学报, 2010, 25(4): 136-140.
- [26] 杨洪兵, 李发良. 盐胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号生理特性的比较[J]. 吉林农业科学, 2014, 39(3): 14-17.
- [27] Garratt L C, Janagoudar B S, Lowe K C, et al. Salinity tolerance and antioxidant status in cotton cultures[J]. Free Radical Biology and Medicine, 2002, 33(4): 502-511.
- [28] 翁锦周, 林江波, 陈永快, 等. NaCl 胁迫对桉树幼苗膜脂过氧化与膜保护酶系统的影响[J]. 福建农业学报, 2007, 22(2): 197-201.
- [29] 李小艳. 七种柳树对 NaCl 盐胁迫的生长生理响应[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2018.
- [30] 刘强, 刘剑锋, 王占武. 叶面喷施肉桂酸对盐胁迫下北五味子幼苗生长和抗氧化系统的改善作用[J]. 东北林业大学学报, 2019, 47(6): 17-20.
- [31] 孟长军, 杜喜春, 赵银萍. 外源水杨酸对喜树幼苗盐害胁迫缓解效应的生理机制初探[J]. 东北农业科学, 2018, 43(3): 23-27.
- (责任编辑: 刘洪霞)