昆明学院学报　2022，44（3）：1～8　ISSN 1674－5639　CN 53－1211/G4
Journal of Kunming University

基于云产卷烟高端原料需求的红大烟叶化学成分符合度评价

陈雅琼[1]，刘忠华[2]，徐兴阳[1*]，杨荣平[3]，张　莉[4]，张　云[4]，魏　刚[1]，合云宇[1]
（1. 云南省烟草公司 昆明市公司，云南 昆明 650051；2. 中国烟草总公司 云南省公司，云南 昆明 650011；3. 昆明市烟草公司 宜良分公司，云南 宜良 652100；4. 昆明市烟草公司 寻甸分公司，云南 寻甸 655200）

摘要：为科学评价红大烟叶化学成分与云产卷烟高端原料需求之间的符合度，2017—2019 年，在昆明 7 个红大种植县，采取“监测点”跟踪和普查取样法，对照云产卷烟高端原料需求，以“标准差权重法”结合梯形隶属函数模型对昆明红大烟叶化学成分的符合度进行评价．结果表明，不同质量类型区域间以及同一质量类型区域内不同县份在不同年际间烟叶化学成分的缺陷指标均不一致，各县烟叶化学成分综合符合度排序为 *CCUI*（石林）＞*CCUI*（宜良、晋宁）＞*CCUI*（富民）＞*CCUI*（安宁、寻甸）＞*CCUI*（禄劝）．为此，在满足云产卷烟高端原料的条件下，指出了昆明各红大种植县烟叶化学成分存在的“缺陷”指标，为配套完善“良区良种良法”生产技术方案、实现红大烟叶质量整体提升提供指导．

关键词：红大；云产卷烟；高端原料；化学成分；符合度
中图分类号：S572　**文献标志码：**A　**文章编号：**1674－5639（2022）03－0001－08
DOI：10.14091/j.cnki.kmxyxb.2022.03.001

Conformity Evaluation of Chemical Components of Tobacco Leaves Based on the Demand of “Yunyan” Brand High-end Raw Materials

CHEN Yaqiong[1], LIU Zhonghua[2], XU Xingyang[1*],
YANG Rongping[3], ZHANG Li[4], ZHANG Yun[4], WEI Gang[1], HE Yunyu[1]
（1. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China　650051;
2. Yunnan Tobacco Company, China Tobacco Corporation, Kunming, Yunnan, China　650011;
3. Yiliang Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Yiliang, Yunnan, China　652100;
4. Xundian Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Xundian, Yunnan, China　655200）

Abstract: For scientific evaluation of compliance between chemical composition of tobacco leaves and raw material demand of “Yunyan” brand, from 2017 to 2019, “monitoring point” tracking and “equilibrium law” sampling were adopted in seven Hongda planting counties of Kunming. According to the requirements of standard “Yunyan” brand on chemical composition index of tobacco raw materials, the conformity degree of chemical composition was evaluated by “standard deviation weight method” and trapezoid membership function model. The results showed that the defect indicators of chemical components of tobacco leaves are inconsistent among different quality types. Besides, in the same quality type, different counties have different defect indicators in different years. The conformity degree of chemical composition showed that ShiLin was superior to Yiliang in type I region, the order of type II region is Jinning, Fumin and Anning, and Xundian was superior to Luquan in type III region. Under the condition of meeting the high-end raw materials of “Yunyan” brand, this study points out the defects of chemical composition of tobacco leaves in different quality areas of Kunming production area, which provides guidance for making the technical plan of “good district, good variety and good method” and the overall improvement of tobacco quality.

收稿日期：2022－03－28
基金项目：中国烟草总公司云南省公司科技计划重点项目（2020530000241020）．
作者简介：陈雅琼（1986—），女，内蒙古集宁人，农艺师，博士，主要从事烟草品种、栽培技术研究．
*通信作者：徐兴阳（1974—），男，云南盐津人，高级农艺师，硕士，主要从事烟草新品种、新技术、新方法研究，E-mail：yy_ xxy@ sina. com.

Key words: Hongda; "Yunyan" brand; high-end raw materials; chemical composition; conformity

不同质量类型区域的烟叶香气风格各具特色，主要化学成分也各有特点[1-3]，烟叶香气风格与化学成分二者密切相关[4-5]. 香气风格是一个主观的、抽象的概念，很难通过具体数据进行量化，其主要由区域特色决定，不容易通过采取生产措施改变；而化学成分是一个客观的、可量化的数据，通过"良区良种良法"相配套完全可以得到改善，并对香气风格进行强化. 对各产区烟叶化学成分与对应卷烟品牌高端原料需求符合度的有关研究报道[6-8]显示，主要是为了更好地认识当地烟叶化学成分特征，为当地烟叶生产技术改进、烟叶品质改善和卷烟工业原料采购提供参考. 依据《昆明烟叶定向需求质量评价体系》研究结果，将昆明烟区烟叶质量分为Ⅰ区（包括石林和宜良县）、Ⅱ区（包括晋宁区、安宁市和富民县）和Ⅲ区（包括禄劝、嵩明和寻甸县）3 个质量类型区. 本研究对照云产卷烟高端原料对昆明烟区红大烟叶化学成分的要求，探索 3 个质量区域烟叶化学指标的不足，为各质量类型产区改善烟叶化学指标、彰显烟叶香气风格以及制订个性化配套生产技术提供指导依据，对昆明烟区烟叶生产可持续发展具有重要意义.

1 材料与方法

1.1 材料

鉴于云产卷烟高端原料对中部及上部烟叶需求旺盛，送检样品仅选择红花大金元品种中部（C3F）和上部（B2F）烟叶，其中普查取样仅取中部烟叶.

1.2 取样方法

1.2.1 监测点取样

监测点设在石林和宜良两个县，在各县典型基地单元连片（红大种植 15 hm^2 以上连片）内，选择最具代表性的一片进行多点取样，各取样点之间直线距离≥200 m. 每片取样 6 套，每套包括中部叶（C3F）和上部叶（B2F）各 1.5 kg. 2017—2019 年的取样地点以村组为单位，每年实行轮作，均在轮作区开展取样，取样等级和数量保持一致.

1.2.2 普查取样

在昆明 7 个红大种植县（除嵩明县外）所有种植红大的烟站，采用以烟站为中心的"均衡法则"进行取样，每个烟站（包含设置监测点的烟站）选取 3.33 hm^2 以上、直线间隔距离≥3 km 的连片 6 片，每个连片取样中部叶（C3F）1.5 kg，每个烟站取样 9 kg. 2017—2019 年的取样地点以村组为单位，每年实行轮作，均在轮作区开展取样，取样等级和数量保持一致.

1.3 化学指标及检测方法

烟叶化学指标选择总糖、还原糖、烟碱、总氮、氯离子、氧化钾、总多酚等 7 项指标. 前 5 项指标采用连续流动法测定；氧化钾测定参照 YC/T 173—2003 的方法；总多酚测定采用酒石酸铁比色法. 同时，计算两糖比（还原糖/总糖）、糖碱比（总糖/烟碱）和氮碱比（总氮/烟碱）.

1.4 评价方法

1.4.1 化学成分符合度的参考指标

烤烟化学成分综合符合度，又称烤烟化学成分可用性指数（简称 *CCUI*）. 本研究符合度参考依据为云产卷烟对高端烟叶化学指标的需求. 各项指标的适宜范围详见表 1.

1.4.2 化学成分符合度的计算方法

烟叶化学成分符合度是针对表 1 中的 8 项指标，采用模糊数学的统计方法对取样值与参考值的差距进行综合评价的结果. 烟叶化学成分可用性指数（*CCUI*）根据指数和法确定，计算公式为：

$$CCUI = \sum_{j=1}^{m} N_{ij} \times W_{ij} (i = 1,2,\cdots,n; j = 1,2,\cdots,m),$$

式中：N_{ij}表示第 i 个烤烟样品第 j 个化学成分指标的隶属度值，即单项指标的隶属度；W_{ij}表示第 i 个烤烟样品第 j 个化学成分的权重（$0 < N_{ij} \leqslant 1$，$0 \leqslant W_{ij} \leqslant 1$，且满足 $\sum_{j=1}^{m} W_{ij} = 1$）.

表 1 云产卷烟高端烟叶化学成分需求参考指标

指标	总糖/%	烟碱/%	K_2O/%	Cl^-/%	总多酚/($mg \cdot g^{-1}$)	两糖比	糖碱比	氮碱比
参考值	25.00 ~ 36.00	2.00 ~ 3.80	≥2.00	0.20 ~ 0.75	≥25.00	≥0.80	8.00 ~ 18.00	0.65 ~ 1.00

单项指标的隶属度采用隶属函数公式确定，隶属函数模型包括中间型梯形隶属函数模型式（1）和降梯形隶属函数模型式（2），前者用于计算烟叶“总糖、烟碱、糖碱比、氮碱比和氯”等有上下限限定的 5 项指标的隶属度，后者用于计算“钾质量分数、总多酚和两糖比”等仅规定下限的 3 项指标的隶属度. 某项指标的隶属度越大，说明该项指标与对应标准的符合程度越高.

中间型梯形隶属函数模型：

$$\mu(x)=\begin{cases}0, x<a \text{ 或 } x>d;\\ \dfrac{x-a}{b-a}, a<x<b;\\ \dfrac{d-x}{d-c}, c<x<d;\\ 1, b\leqslant x\leqslant c.\end{cases} \tag{1}$$

式（1）中：x 代表被评测的一组样本中某项指标的均值；a 代表某项指标观测值中的最小值；b 代表标准规定的下限值；c 代表标准规定的上限值；d 代表某项指标观测值中的最大值.

降梯形隶属函数模型：

$$\mu(x)=\begin{cases}0, x\leqslant a;\\ \dfrac{x-a}{b-a}, a<x<b;\\ 1, x\geqslant b.\end{cases} \tag{2}$$

式（2）中：x 代表被评测的一组样本中某项指标的均值；a 代表某项指标观测值中的最小值；b 代表标准所规定的下限值.

本文采用“标准差权重法”确定各指标权重，即先将所有烟叶样本的单项指标进行归一化处理，求归一化后的各单项指标的标准差（S）；某项指标的权重（W_i）就等于其对应的标准差（S_i）与所有指标标准差之和的比值；标准差大的指标离散性大，被赋予的权重就较高.

计算出各单向指标的隶属度和各指标权重后，通过加权平均就可计算出综合隶属度，即符合度. 通过符合度进一步判断烟叶质量与对应卷烟品牌的原料需求符合性.

1.4.3　化学成分符合度的档次划分依据

根据计算结果，按照经验值判断，可将烟叶化学成分符合度（*CCUI*）划分为 3 个档次. 当 $CCUI\geqslant 0.80$ 时，表示符合度较好，属于第 1 档次；当 $0.70\leqslant CCUI<0.80$ 时，表示符合度为中等，属于第 2 档次；当 $CCUI<0.70$ 时，表示符合度较差，属于第 3 档次. 同样，根据经验值判断，在 3 a 的跟踪评价中，若某一单项指标有 2 a 或 2 a 以上 $CCUI\geqslant 0.95$，则被视为可接受指标，反之则被视为“缺陷指标”. 鉴于不同卷烟对原料质量要求不一致，本研究划定的“缺陷指标”仅针对云产卷烟高端原料需求而言，不代表普遍意义上的“缺陷”；另一方面，大多数化学指标受生产措施的影响较大，可以通过调整生产措施加以解决.

2　结果与分析

2.1　监测点的符合度分析

2.1.1　综合符合度分析

由表 2 可知，石林鹿阜基地单元烟叶化学成分的符合度（*CCUI*）略高于宜良竹山基地单元.

表 2　2017—2019 年两个监测点的烟叶化学成分符合度

基地单元	C3F			B2F			均值
	2017 年	2018 年	2019 年	2017 年	2018 年	2019 年	
石林鹿阜	0.86	0.71	0.85	0.79	0.85	0.67	0.79
宜良竹山	0.46	0.67	0.88	0.84	0.68	0.6	0.69

2.1.2　分项符合度及缺陷指标分析

由表 3、表 4 可知，石林鹿阜基地单元中部及上部烟叶均以氧化钾和水溶性氯的符合度较低，且上部烟叶总糖的符合度也较低. 根据缺陷指标的确定方法，石林鹿阜基地单元中部烟叶的缺陷指标为氧化钾和水溶性氯，上部烟叶的缺陷指标为氧化钾、水溶性氯和总糖（其质量分数详见表 5）. 以此类推，宜良竹山基地单元中部烟叶的缺陷指标为水溶性氯、两糖比和烟碱，上部烟叶的缺陷指标为总糖和水溶性氯（其质量分数详见表 6）.

表 3 监测点中部烟叶化学成分分项符合度

基地单元	年份/年	总糖	烟碱	K_2O	Cl^-	总多酚	两糖比	糖碱比	氮碱比
石林鹿阜	2017	1.00	1.00	0.64	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	1.00	1.00	0.43	0.27	1.00	1.00	1.00	1.00
	2019	1.00	1.00	0.35	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00
宜良竹山	2017	1.00	0.28	1.00	0.18	1.00	0.69	0.44	0.52
	2018	0.28	0.63	1.00	0.55	1.00	0.21	0.50	0.95
	2019	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.99	0.79	0.57

表 4 监测点上部烟叶化学成分分项符合度

基地单元	年份/年	总糖	烟碱	K_2O	Cl^-	总多酚	两糖比	糖碱比	氮碱比
石林鹿阜	2017	0.70	1.00	0.35	0.77	1.00	1.00	0.75	1.00
	2018	1.00	1.00	0.20	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00
	2019	0.51	0.84	0.41	0.56	1.00	1.00	0.47	1.00
宜良竹山	2017	1.00	1.00	1.00	0.09	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	0.86	1.00	1.00	0.25	0.74	0.51	1.00	1.00
	2019	0.29	0.96	1.00	0.29	1.00	0.44	0.29	1.00

表 5 石林县监测点中部及上部烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数

年份	C3F		B2F		
	K_2O/%	Cl^-/%	K_2O/%	Cl^-/%	总糖/%
2017	1.82	0.16	1.67	0.18	22.88
2018	1.35	0.09	1.30	0.13	25.70
2019	1.62	0.14	1.60	0.15	20.66
均值	1.59	0.13	1.53	0.15	23.08

表 6 宜良县监测点中部及上部烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数

年份	C3F			B2F	
	Cl^-/%	两糖比	烟碱/%	Cl^-/%	总糖/%
2017	0.09	0.75	1.34	0.11	28.91
2018	0.15	0.65	1.79	0.10	36.42
2019	0.18	0.68	2.59	0.13	19.63
均值	0.14	0.69	1.91	0.11	28.32

2.2 各县普查的符合度分析

2.2.1 综合符合度分析

由表 7 可知，各县红大烟叶化学成分综合符合度最好的是石林，随后依次是晋宁、富民、宜良、寻甸和安宁，禄劝的符合度最低.

2.2.2 分项符合度及缺陷指标分析

由表 8 可知，各质量类型区域之间乃至同一质量类型区内不同种烟县的缺陷指标均存在差异. 其中，I 区中石林的缺陷指标为氧化钾（详见表 9），宜良的为水溶性氯和两糖比（详见表 10）；II 区中晋宁和安宁的缺陷指标均为水溶性氯和两糖比（详见表 10），富民的为两糖比和氮碱比（详见表 11）；III 区中寻甸的缺陷指标为总糖和水溶性氯（详见表 12），禄劝的缺陷指标为总糖、烟碱、氧

化钾和水溶性氯（详见表 13）.

与此同时，对寻甸水溶性氯进行了进一步分析. 由表 14 可知，寻甸的水溶性氯质量分数稳定性差，2017 年严重缺氯，而 2019 年严重超标.

表 7　2017—2019 年各县级区域红大烟叶化学指标符合度

产区	2017 年	2018 年	2019 年	均值
石林	0.99	0.99	0.88	0.95
宜良	0.85	0.86	0.98	0.90
晋宁	0.85	0.91	0.99	0.92
安宁	0.92	0.86	0.89	0.89
富民	0.88	0.90	0.97	0.92
禄劝(皎西、撒营盘)	0.63	0.79	0.70	0.71
寻甸(金源、甸沙)	0.83	0.99	0.90	0.91

表 8　各县级区域红大烟叶化学成分的分项符合度

县级产区	年份/年	总糖	烟碱	K_2O	Cl^-	总多酚	两糖比	糖碱比	氮碱比
石林	2017	1.00	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.98	0.97	0.96
	2019	1.00	1.00	0.82	0.77	1.00	0.93	1.00	0.86
宜良	2017	1.00	1.00	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	1.00	1.00	1.00	0.62	1.00	0.46	1.00	1.00
	2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.54	1.00	1.00
晋宁	2017	0.86	0.84	1.00	0.67	1.00	0.93	0.83	1.00
	2018	1.00	1.00	1.00	0.77	1.00	0.81	1.00	1.00
	2019	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	1.00	0.99
安宁	2017	1.00	1.00	1.00	0.72	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	1.00	1.00	1.00	0.55	1.00	0.95	1.00	1.00
	2019	1.00	0.76	0.95	1.00	1.00	0.71	0.80	0.80
富民	2017	1.00	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	0.78
	2018	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.72	1.00	1.00
	2019	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.84	1.00	0.87
禄劝(皎西、撒营盘)	2017	0.81	0.53	0.92	0.52	1.00	0.45	0.58	0.73
	2018	0.45	0.82	0.86	0.73	1.00	0.29	0.72	1.00
	2019	0.40	0.51	0.98	0.75	1.00	0.32	0.56	0.74
寻甸(金源、甸沙)	2017	1.00	1.00	1.00	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00
	2018	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	1.00	1.00
	2019	0.87	1.00	1.00	0.72	1.00	1.00	0.91	1.00

表 9　石林县烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数

年份	K_2O	
	均值/%	变异系数/%
2017	1.87	20.60
2018	1.97	17.20
2019	1.84	26.00
均值	1.89	21.30

表 10 宜良县、晋宁区和安宁市烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数

县级产区	Cl^-/%								两糖比							
	2017 年		2018 年		2019 年		2017—2019 年		2017 年		2018 年		2019 年		2017—2019 年	
	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数/%	均值	变异系数/%	均值	变异系数/%	均值	变异系数/%
宜良	0.17	154.10	0.15	67.50	0.23	102.20	0.18	107.90	0.81	10.40	0.72	11.60	0.69	10.10	0.74	10.70
晋宁	0.15	77.70	0.16	88.20	0.25	81.20	0.19	82.40	0.79	9.00	0.78	5.40	0.76	9.40	0.78	7.90
安宁	0.16	59.70	0.12	69.70	0.29	80.00	0.19	69.80	0.83	6.70	0.79	8.30	0.74	9.20	0.79	8.10

表 11 富民县烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数

年份	两糖比		氮碱比	
	均值	变异系数/%	均值	变异系数/%
2017	0.81	5.00	1.11	19.50
2018	0.75	9.60	0.85	29.10
2019	0.75	18.30	1.10	40.10
均值	0.77	11.00	1.02	29.60

表 12 寻甸县（金源、甸沙）烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数 %

年份	总糖		Cl^-	
	均值	变异系数	均值	变异系数
2017	32.60	24.20	0.12	103.10
2018	37.60	8.80	0.43	131.50
2019	37.40	14.00	1.15	68.80
均值	35.90	15.70	0.57	101.10

表 13 禄劝县（皎西、撒营盘）烟叶化学成分缺陷指标及其质量分数 %

年份	总糖		烟碱		K_2O		Cl^-	
	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数	均值	变异系数
2017	37.40	10.10	1.48	26.70	1.95	18.40	0.13	84.80
2018	44.10	11.30	1.82	29.30	1.93	27.40	0.15	53.20
2019	43.20	7.10	1.48	24.60	1.98	20.70	0.15	97.20
均值	41.60	9.50	1.59	26.90	1.95	22.20	0.14	78.40

表 14 寻甸县(金源、甸沙)烟叶 Cl^- 质量分数稳定性统计

年份	均值/%	标准差/%	变异系数/%	Cl^- 质量分数比例		
				<0.20	≥0.75	0.20~0.75
2017	0.12	0.13	103.10	83.30	0.00	16.70
2018	0.43	0.57	131.50	66.70	16.70	16.60
2019	1.15	0.79	68.80	25.0	58.30	16.70

3 讨论

在云产卷烟高端原料需求的 8 项参考指标中，总糖质量分数会影响两糖比和糖碱比，烟碱质量分数会影响氮碱比和糖碱比．因此，在判定某项符合度低的指标是否为缺陷指标时，要结合该指标以及与其相关联的指标的具体质量分数情况来追根溯源．例如：表 3 显示，宜良监测点中部烟叶氮碱比和糖碱比的符合度都较低，主要是因为烟碱偏低所致，所以缺陷指标是烟碱；而两糖比的符合度低，是由于还原糖质量分数偏低所致，所以缺陷指标是两糖比．

此外，某项指标符合度偏低，不一定是该指标在烟叶中的实际质量分数过低造成的，也有可能是因为其质量分数过高所致．对于氧化钾、总多酚和两糖比这 3 项仅规定下限的指标而言，质量分数低

于下限值时，符合度偏低；而对于总糖、烟碱、糖碱比、氮碱比和水溶性氯这 5 项有上下限限定的指标而言，除质量分数低于下限值之外，它们的质量分数高于上限值时，也会造成符合度偏低. 例如：在研究监测点的分项符合度和缺陷指标时，2019 年宜良监测点 B2F 的总糖质量分数为 19.63%，低于 25% 的下限值，符合度偏低；2018 年的总糖质量分数为 36.42%，高于 36% 的上限值，符合度也偏低；总糖符合度连续 2 年较低，因此被确定为缺陷指标.

本研究中，监测点分析结果是对普查点的印证和补充. 在普查点分析结果中，石林县烟叶化学成分综合符合度优于宜良，这与监测点分析结果相一致. 对于烟叶化学成分缺陷指标而言，同一县级区域监测点的缺陷指标较之普查点要多. 这主要是计算综合符合度与样品个数有关所致，某一单项指标的样品个数越多往往离散性越小、符合度越高；反之亦然. 以石林烟区为例，同一指标相同等级，在监测点取样仅 6 个，而在全县范围则涉及 42 个，两者样品个数不一样，既影响到单项指标的标准差值，又影响到综合指标的符合度值. 同一植烟县级区域内，由于监测点取样范围更小、样品个数更少，所以缺陷指标会更多.

本研究结果表明，不同质量类型区域烟叶化学成分的缺陷指标不一致，甚至同一质量类型区域的不同县份在不同年际间烟叶化学成分的缺陷指标也会不同. 烟叶的化学成分决定其香气风格. 因此，不同质量类型区域烟叶香气风格各具特色，这与前人的研究结果[4-5]相吻合.

针对各县级区域烟叶化学成分的不足，需要采取相应的对策措施. 其中，针对烟叶总糖质量分数偏高和烟碱质量分数偏低的禄劝等产区，可以采取适当调减种植密度、增加钾肥用量的生产对策. 这是因为种植密度与烟碱质量分数呈极显著的负相关[9-10]，与总糖质量分数呈极显著的正相关[11]. 种植密度越小烟碱质量分数越高、总糖质量分数越低；而适当增施钾量会使烟叶总糖质量分数下降、烟碱质量分数提高[11].

针对烟叶总糖和氧化钾质量分数偏低的石林等产区，前者可以采取合理管控氮肥形态和调整当季氮肥施用方法相结合的生产对策. 这是因为若单纯施用铵态氮或酰胺态氮比例会增加烟叶的总氮质量分数[12]，若烤烟成熟期土壤中氮素营养供给还较旺盛会导致烟叶总氮质量分数偏高[13]；而后者则可以采取在烟叶钾素营养吸收的高峰期（栽后 35 ~ 45 d）[14-15]进行叶面喷施钾肥的生产措施，还可以在一定程度上提高烟叶的耐熟性、成熟度和总糖质量分数[16-18].

针对烟叶还原糖质量分数偏低的宜良等产区，可以采取适当施入镁肥或叶面喷施镁肥的生产对策. 这是因为昆明多数种烟县还原糖质量分数低可能与镁质量分数普遍偏低有关[19]. 有研究表明[20]，每公顷施用 1 500 kg 白云石粉（主要成分为碳酸钙镁）可以增加烟叶还原糖质量分数，提高烟叶糖碱比的协调性，提升烟叶的香气质，增加烟叶香气的透发性，减轻干燥感，改善余味.

针对烟叶水溶性氯质量分数偏低的产区，可以在烟叶吸收营养元素的高峰期通过适当喷施叶面氯肥来改善. 这是因为氯质量分数过低成为影响烟叶质量的重要限制因子[14,21-22]，会影响烟叶柔软性、吸湿性和耐贮存性，导致烟叶油分少、弹性弱、成丝率与填充力下降，适当增加烟叶的含氯量，可以在一定程度上改善烤烟农艺性状、提高烟叶烟碱质量分数和改善烟叶香气量[23-25].

4　结论

通过对 2017—2019 年云产卷烟高端原料基地烟叶化学成分符合度分析表明：

1）在昆明烟叶质量类型Ⅰ区，红大烟叶化学成分符合度以石林优于宜良. 其中，石林烟叶总体表现为氧化钾、水溶性氯和总糖质量分数偏低，应将提高烟叶钾质量分数作为当地的核心生产技术措施；宜良烟叶总体表现为水溶性氯和还原糖质量分数偏低，局部表现为上部烟叶总糖质量分数偏低，应将提高烟叶氯质量分数和还原糖质量分数作为当地的核心生产技术措施.

2）在昆明烟叶质量类型Ⅱ区，红大烟叶化学成分符合度由高到低依次为 *CCUI*（晋宁）> *CCUI*（富民）> *CCUI*（安宁）. 其中，晋宁和安宁的烟叶化学成分总体表现为水溶性氯和还原糖质量分数偏低，应将提高烟叶氯质量分数和还原糖质量分数作为当地的核心生产技术措施；富民的烟叶化学成分总体表现为还原糖质量分数偏低，应将提高烟叶还原糖质量分数作为当地的核心生产技术措施.

3）在昆明烟叶质量类型Ⅲ区，红大烟叶化学成分符合度以寻甸优于禄劝．其中，寻甸的烟叶化学成分总体表现为水溶性氯质量分数不稳定，应将烟叶氯质量分数稳定控制在合理范围作为当地的核心生产技术措施；禄劝的烟叶化学成分总体表现为总糖质量分数偏高，烟碱、氧化钾和水溶性氯质量分数偏低，应将降低烟叶总糖质量分数、提高烟叶烟碱、氧化钾和水溶性氯质量分数作为当地的核心生产技术措施．

［参考文献］

［1］秦松，王正银，石俊雄．贵州省不同香气类型烟叶质量特征研究［J］．中国农业科学，2006，39（11）：2319－2326.

［2］李章海，王能如，王东胜，等．不同生态尺度烟区烤烟香型风格的初步研究［J］．中国烟草科学，2009，30（5）：67－70，76.

［3］李玲燕，徐宜民，刘百战，等．不同生态区域烤烟烟叶香气物质分析［J］．中国烟草科学，2015，36（3）:1－7.

［4］薛超群，尹启生，王信民，等．烤烟烟叶香气质量与其常规化学成分的相关性［J］．烟草科技，2006（9）：27－30.

［5］郑湖南．不同香气风格烤烟常规化学成分和香气物质的差异研究［J］．安徽农业科学，2008，36（31）：13700－13702，13728.

［6］徐兴阳，罗华元，饶智，等．应用隶属函数模型评价烟叶常规化学成分的方法［J］．山地农业生物学报，2015，34（3）：19－23.

［7］张晓兵，夏琛，项波卡，等．基于灰色关联分析的云南烟叶化学成分适宜性评价［J］．烟草科技，2011（10）:32－35.

［8］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），2017，32（3）：465－472.

［9］上官克攀，杨虹琦，罗桂森．种植密度对烤烟生长和烟碱含量的影响［J］．烟草科技，2003（8）：42－45.

［10］简永兴，杨磊，董道竹，等．种植密度对烤烟叶面积系数、化学成分和产质量的影响［J］．南方农业，2016，10（9）：39－41.

［11］汪丽，刘雷，刘文钰，等．种植密度与施钾量对烤烟品质的影响［J］．华北农学报，2007，22（增刊）：106－110.

［12］唐伟杰．种植密度和施肥量对烟叶生长和质量的影响水旱土壤中氮素形态变化规律及对烤烟产质量的影响［D］．长沙：湖南农业大学，2009.

［13］徐兴阳，李杰，杨文清，等．烤烟氮碱比失调的原因及对策研究［J］．昆明学院学报，2019，41（3）：1－6.

［14］王东胜，刘贯山，李章海，等．烟草栽培学［M］．合肥：中国科学技术大学出版社，2002.

［15］苏德成，王元英，王树声，等．中国烟草栽培学［M］．上海：上海科学技术出版社，2005.

［16］李佛琳，彭桂芬，萧凤回，等．我国烟草钾素研究的现状与展望［J］．中国烟草科学，1999（1）：22－25.

［17］汪邓明，范思锋．钾素对烤烟成熟生理变化及成熟度影响的研究［J］．植物营养与肥料学报，1999，5（3）：244－248.

［18］刘文祥，颜合洪，周益，等．烟草钾素营养与提高烤烟烟叶含钾量的研究进展［J］．作物研究，2007，21（5）：736－740.

［19］钱发聪，徐兴阳，李杰，等．施用不同镁肥对大田烤烟综合性状的效应［J］．昆明学院学报，2020，42（3）：11－16.

［20］邓超．不同镁肥品种和用量对烤烟生长发育和产量质量的影响［D］．合肥：安徽农业大学，2009：1－48.

［21］徐安传，李佛琳，王超．氯素对烤烟生产发育和品质的影响研究进展［J］．中国烟草科学，2007，28（2）：6－9.

［22］张阳，屠乃美，康健，等．烤烟氯营养研究进展［J］．湖南农业科学，2015（3）：139－143.

［23］徐茜，白万明，戴培刚，等．南平烟区烤烟氯化钾适宜用量的研究［J］．中国烟草科学，2009，30（4）：31－36.

［24］肖志新，郭应成，张发明，等．云南保山市烤烟氯素含量及施氯量研究［J］．云南农业大学学报（自然科学），2010，25（5）：655－658.

［25］卢晓华，熊德忠，杨美丽．氯素营养水平对烤烟生长发育及产质量的影响［J］．中国烟草科学，2012，33（1）：52－55.