

甘肃陇南烤烟化学成分特征及可用性评价

王育军, 王泽理, 刘彦岭, 李 山, 蒲 俊, 崔 倩
(甘肃烟草工业有限责任公司 技术研发中心, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 为研究陇南烤烟化学成分特征和可用性, 对 180 个样品的化学成分特征进行分析, 评价烤烟化学成分的可用性. 结果表明: 1) 陇南烤烟总糖和钾氯比稍高, 钾和氯偏低, 还原糖、总氮、烟碱和糖碱比适中; 2) 陇南烤烟化学成分可用性指数在 0.31 ~ 0.84 之间, 平均值为 0.64, 在“中等”范围内; 3) 陇南烤烟化学成分可用性指数在等级间表现为 $CCUI(C2L) > CCUI(C3L) > CCUI(B2L) > CCUI(B3L) > CCUI(X2L) > CCUI(X3L)$, 品种间为 $CCUI(\text{红大}) > CCUI(K346) > CCUI(CF80)$, 产地间为 $CCUI(\text{康县}) > CCUI(\text{徽县}) > CCUI(\text{成县}) > CCUI(\text{两当县})$. 综合分析认为, 陇南烤烟化学品质处于“中等”, 且以康县产地为最好, 红大品种最优.

关键词: 甘肃陇南; 烤烟; 化学成分; 可用性; 评价

中图分类号: S572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5639 (2019) 06-0012-06

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.06.003

Characteristics and Usability Evaluation of Chemical Components of Flue-cured Tobacco Leaves in Longnan Gansu

WANG Yujun, WANG Zeli, LIU Yanling, LI Shan, PU Jun, CUI Qian

(Technology Research and Development Center, Gansu Tobacco Industrial Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, China 730050)

Abstract: To study the characteristics and usability of chemical components of flue-cured tobacco in Longnan area, the characteristics of chemical components of 180 samples were analyzed to evaluate the chemical components usability of tobacco leaves. The result indicated that: 1) The average concentration of total sugar and ratio of potassium to chlorine were slightly high while potassium and chlorine were low, and the content of reducing sugar, total nitrogen, nicotine, ratio of total sugar to nicotine was at an appropriate level. 2) The chemical component usability index of flue-cured tobacco in Longnan was between 0.31 and 0.84, and the average value was 0.64 in medium level. 3) The chemical components usability index in different grades were $CCUI(C2L) > CCUI(C3L) > CCUI(B2L) > CCUI(B3L) > CCUI(X2L) > CCUI(X3L)$, in different varieties were $CCUI(\text{Hongda}) > CCUI(K346) > CCUI(CF80)$, in different areas were $CCUI(\text{Kangxian county}) > CCUI(\text{Hui county}) > CCUI(\text{Cheng county}) > CCUI(\text{Liangdang county})$. The research results show that the chemical quality of Longnan tobacco was in medium level with the best kangxian origin and the best hongda varieties.

Key words: Longnan of Gansu province; flue-cured tobacco; chemical component; usability; evaluation

烟叶质量包括内在化学成分和感官质量、外在物理特性和外观质量、安全性等. 而烟叶化学成分决定了卷烟产品的烟气特性, 因此, 内在化学成分能直接影响烟叶的工业可用性和卷烟产品的安全性^[1-3]. 为此有许多研究者进行了相关研究, 王晓宾等^[4]应用模糊数学和多元统计方法构建了烤烟化学成分评价体系, 对广东烤烟化学成分可用性进行评价, 结果表明, 广东烟叶化学成分可用性主要在“中等”及以上, 且产区之间差

异无统计学意义. 王建波等^[5]对毕节市烤烟化学成分特征与可用性进行了研究, 结果表明, 不同县区产地以大方县烤烟化学成分可用性最高, 不同乡镇以雪山镇最高. 秦缘等^[6]对保山市烤烟主要化学成分的变异进行研究, 结果显示, 不同产地间烤烟化学成分含量差异有统计学意义. 而陇南市位于甘肃省东南端, 地处东经 $104^{\circ}01'19'' \sim 106^{\circ}35'20''$, 北纬 $32^{\circ}35'45'' \sim 34^{\circ}32'00''$, 属北亚热带向暖温带的过渡带, 气候宜人, 资源丰富,

收稿日期: 2019-06-12

作者简介: 王育军 (1988—), 男, 湖南岳阳人, 工程师, 硕士, 主要从事卷烟配方和烟叶原料研究.

在我国烤烟种植区划中属于黄淮烟草种植区, 2017 年最新烟叶香型区被划为“武陵秦巴生态区—醇甜香型”^[7-8]. 目前, 陇南市常年生产烤烟约 1.5×10^6 kg, 而境内有关烤烟化学成分特征和评价的研究较少. 因此, 本文基于模糊数学理论对陇南烤烟化学成分特征及可用性进行了系统的研究, 旨在为当地优质烤烟生产和卷烟工业企业进行烟叶原料选择提供参考.

1 材料与方法

1.1 样品选择与测定

以 2001—2015 年甘肃烟草工业有限责任公司以甘肃省陇南市 4 个产烟县(成县、徽县、康县和两当县)所采购的 3 个烤烟品种(CF80, K346 和红大)的 6 个不同等级(C2L, C3L, B2L, B3L, X2L 和 X3L)的 180 个复烤片烟为研究对象. 烟叶样品统一由甘肃烟草工业有限责任公司技术研发中心检测, 其中烤烟总糖、总氮、烟碱、还原糖和氯含量的测定采用连续流动法^[9], 烤烟钾含量的测定采用火焰光度法^[10], 并计算糖碱比、氮碱比和钾氯比^[11].

1.2 数据处理与分析

烤烟化学成分可用性指数(Chemical components usability index, CCUI)根据指数和法确定^[12], 计算公式为:

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

其中, N_{ij} 表示第 i 个烤烟样品第 j 个化学成分的隶属度值, W_{ij} 表示第 i 个烤烟样品第 j 个化学成分的权重 ($0 < N_{ij} \leq 1, 0 \leq W_{ij} \leq 1$, 且满足 $\sum_{j=1}^m W_{ij} = 1$). 权重采用主成分法来确定^[13], 隶属度值采用隶属函数公式确定, 相关数据处理采用 Microsoft Excel 和 SPSS 19 进行.

2 结果与分析

2.1 陇南烤烟化学成分质量分数特征分析

2.1.1 烤烟化学成分质量分数总体特征

由陇南地区烤烟化学成分的总体特征分析(表 1、表 2)可知, 该地区烤烟化学成分在样品间变幅较大, 其中氯、钾氯比和糖碱比的变异系数大于 50%, 其余化学成分质量分数变异系数基本在 35% 以下. 而国际上优质烟叶化学成分质量分数要求总糖在 18% ~ 24%, 还原糖在 16% ~ 22%, 总氮在 1.5% ~ 3.0%, 烟碱在 1.5% ~ 3.5%, 钾离子在 2.0% ~ 3.5%, 氯离子在 0.3% ~ 0.8%, 钾氯比 ≥ 4 , 糖碱比在 8 ~ 12, 氮碱比 ≤ 1 ^[11]. 由此可知, 甘肃陇南烤烟总糖较高且比较稳定, 钾氯比较高但不稳定, 还原糖、总氮和烟碱适中且稳定, 糖碱比适中但不稳定, 钾偏低且较稳定, 氯偏低并不稳定.

表 1 陇南地区烤烟主要化学成分的基本特征

化学指标	(均值 ± 标准差)/%	最小值/%	最大值/%	变异系数/%	偏度系数	峰度系数
总糖	23.96 ± 5.54	8.40	35.10	23.12	-0.46	-0.34
还原糖	20.44 ± 4.97	6.80	32.80	24.31	-0.34	-0.27
总氮	1.90 ± 0.46	0.99	3.46	24.21	0.38	0.24
烟碱	2.27 ± 0.79	0.60	4.73	34.80	0.45	-0.07
钾	1.83 ± 0.47	0.96	3.12	25.68	0.81	0.36
氯	0.27 ± 0.20	0.01	1.42	74.07	3.75	17.56

表 2 陇南地区烤烟钾氯比、糖碱比和氮碱比的基本特征

化学指标	均值 ± 标准差	最小值	最大值	变异系数/%	偏度系数	峰度系数
钾氯比	8.21 ± 4.28	1.60	21.50	52.13	0.27	0.68
糖碱比	10.60 ± 5.88	2.21	47.00	55.47	2.24	9.59
氮碱比	0.90 ± 0.28	0.46	2.02	31.11	1.53	2.91

2.1.2 不同等级烤烟化学成分质量分数特征

由不同等级烤烟化学成分质量分数特征分析(表3)可知,甘肃省陇南市烤烟钾氯比、糖碱比在不同等级间差异有统计学意义($P<0.01$),总糖、总氮、烟碱、钾和氯质量分数在不同等级间差异有统计学意义($P<0.05$),还原糖和氮碱比在不同等级间差异无统计学意义.总糖和还原糖呈现出中部等级 $[w(C2L),w(C3L)]>$ 下部等级 $[w(X2L),w(X3L)]>$ 上部等级 $[w(B2L),$

$w(B3L)]$ 的趋势,中部等级 $w(C2L)$ 和 $w(C3L)$ 均偏高;总氮和烟碱表现为上部等级 $[w(B2L),w(B3L)]>$ 中部等级 $[w(C2L),w(C3L)]>$ 下部等级 $[w(X2L),w(X3L)]$;钾质量分数除X2L和C3L等级适宜外,其余等级均偏低;氯质量分数除C2L等级外均偏低;钾氯比以C3L为最高,极显著高于其他等级;糖碱比和氮碱比表现与总氮和烟碱相反,且X2L和X3L等级糖碱比和氮碱比偏高.

表3 不同等级间烤烟化学成分检测

等级	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	钾/%	氯/%	钾氯比	糖碱比	氮碱比
B2L	23.21 b	19.80 a	2.16 a	2.73 a	1.83 a	0.27 b	8.32 B	7.95 B	0.81 a
B3L	23.43 b	19.98 a	2.07 a	2.42 a	1.59 b	0.23 b	6.44 C	9.01 B	0.91 a
C2L	25.96 a	21.98 a	1.75 b	2.09 b	1.95 a	0.31 a	9.70 B	11.20 A	0.88 a
C3L	24.85 a	21.24 a	1.77 b	2.11 b	2.09 a	0.24 b	11.69 A	11.70 A	0.91 a
X2L	23.92 b	20.46 a	1.65 c	1.75 c	2.16 a	0.26 b	8.14 B	13.49 A	1.01 a
X3L	23.78 b	20.21 a	1.66 c	1.73 c	1.93 a	0.20 b	8.22 B	13.99 A	1.04 a

注:表中同一列数据后面的大写和小写字母表示差异在0.01和0.05有统计学意义.下表同.

2.1.3 不同品种烤烟化学成分质量分数特征

由表4可知,不同品种间烤烟总糖和钾氯比、糖碱比差异有统计学意义($P<0.01$),还原糖、总氮、烟碱和氮碱比差异有统计学意义($P<0.05$),而钾和氯差异无统计学意义.其中总糖、还原糖质量分数和糖碱比、氮碱比以CF80品种最

高,均超出适宜质量分数范围;总氮和烟碱质量分数以红大最高,K346次之,CF80最低,均在适宜质量分数范围内;钾质量分数和钾氯比以红大最高,CF80次之,K346最低,且各品种钾质量分数均偏低;氯质量分数以K346最高,红大次之,CF80最低.

表4 不同品种间烤烟化学成分检测

品种	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	钾/%	氯/%	钾氯比	糖碱比	氮碱比
CF80	27.79 A	22.04 a	1.66 a	1.72 c	1.77 a	0.18 a	7.30 B	15.51 A	1.04 a
K346	22.87 B	21.56 a	1.78 a	1.98 b	1.74 a	0.23 a	6.36 B	14.68 A	0.97 b
红大	24.91 B	19.12 b	1.83 b	2.25 a	1.95 a	0.22 a	9.46 A	10.89 B	0.87 b

2.1.4 不同产地间烤烟化学成分质量分数特征

由表5可知,陇南市不同小产地间烤烟钾氯比差异有统计学意义($P<0.01$),总糖、还原糖、钾和氮质量分数差异有统计学意义($P<0.05$),而总氮、烟碱、糖碱比和氮碱比差异无统计学意

义.其中总糖和还原糖质量分数均以两当县最高,超出优质烟叶质量分数范围;钾质量分数和钾氯比均以康县最高,徽县和两当县次之,成县最低,且除康县外其他产地钾质量分数均偏低;氯质量分数以成县最高,其余产地氯质量分数均偏低.

表5 不同地域间烤烟化学成分检测

县(区)	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	钾/%	氯/%	钾氯比	糖碱比	氮碱比
成县	24.54 a	20.99 b	1.93 a	2.41 a	1.52 b	0.31 a	4.48 C	10.51 a	0.85 a
徽县	23.02 b	19.37 b	2.02 a	2.38 a	1.75 b	0.26 a	6.86 B	9.99 a	0.89 a
康县	23.74 b	20.52 b	2.05 a	2.27 a	2.19 a	0.18 b	11.10 A	10.00 a	0.97 a
两当县	25.97 a	22.73 a	1.85 a	2.35 a	1.70 b	0.25 a	7.32 B	10.97 a	0.84 a

2.2 陇南烤烟化学成分可用性评价

2.2.1 烤烟化学成分可用性评价隶属函数公式、拐点值和权重

烤烟化学成分可用性评价隶属函数主要包括抛物线型、S型和反S型3种, 其中总糖、还原糖、总氮、烟碱、氯和糖碱比、氮碱比均为抛物线型^[14], 计算公式为:

$$f(x) = \begin{cases} 0.1, x \leq x_1, x \geq x_4; \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_2 - x_1) \\ \quad + 0.1, x_1 < x < x_2; \\ 1.0, x_2 \leq x \leq x_3; \\ 1.0 - 0.9 \times (x - x_3) / (x_4 - x_3), \\ \quad x_3 < x < x_4. \end{cases} \quad (1)$$

烤烟钾和钾氯比均为S型^[14], 计算公式为:

$$f(x) = \begin{cases} 1.0, x \geq x_4; \\ 0.9 \times (x - x_1) / (x_4 - x_1) \\ \quad + 0.1, x_1 < x < x_4; \\ 0.1, x \leq x_1. \end{cases} \quad (2)$$

公式(1)和(2)中, x 为陇南烤烟化学成分的

实际测量值, x_1, x_2, x_3 和 x_4 分别表示各化学成分的下限临界值、上限临界值、最优下限值和最优上限值. 根据相关研究^[12-14]和甘肃烟草工业有限责任公司专家建议, 确定陇南烤烟化学成分的隶属函数类型和函数拐点值. 将陇南180个烤烟样品化学成分的实际测量值代入公式(1)和(2)中, 计算出各化学成分的隶属度值, 并根据隶属度值进行主成分分析, 求出各化学成分指标的权重(表6). 由表6可知, 陇南烤烟烟碱和钾的权重较大.

2.2.2 烤烟化学成分可用性总体特征

参照以往关于烤烟化学成分可用性评价的研究^[14-15], 将陇南市烤烟化学成分可用性指数划分成5个不同的档次, 其中: $CCUI \geq 0.8$ 为好(I级); $CCUI$ 在0.7~0.8为较好(Ⅱ级); $CCUI$ 在0.6~0.7为中等(Ⅲ级); $CCUI$ 在0.5~0.6为较差(Ⅳ级); $CCUI \leq 0.5$ 为差(V级). 由烤烟化学成分可用性评价结果(表7)可知, 陇南烤烟化学成分可用性指数变化幅度为0.31~0.84, 平均值为0.64, 处在中等(Ⅲ级)范围内; 变异系数为19.44%, 其中样品在I级~V级的比例分别为7.50%, 31.25%, 25.00%, 18.75%和17.50%.

表6 陇南烤烟化学成分的隶属函数类型、拐点值和权重

拐点值	抛物线型							S型	
	总糖	还原糖	总氮	烟碱	糖碱比	氮碱比	氯	钾	钾氯比
x_1	10.00	11.50	1.10	1.20	3.00	0.55	0.20	0.80	0.80
x_2	18.00	16.00	1.50	1.50	11.00	0.95	0.30	—	—
x_3	24.00	22.00	3.00	3.00	13.00	1.05	0.80	—	—
x_4	35.00	27.00	3.40	3.50	18.00	1.45	1.20	2.50	8.00
权重	0.11	0.06	0.12	0.15	0.09	0.09	0.12	0.14	0.12

表7 陇南烤烟化学成分可用性状况

指标	平均值	变幅	变异系数/%	各等级比例分布/%				
				I级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	V级
CCUI	0.64	0.31~0.84	19.44	7.50	31.25	25.00	18.75	17.50

2.2.3 不同等级烤烟化学成分可用性

由陇南地区不同等级烟叶化学成分可用性评价结果(表8)可知, 不同等级烤烟化学成分可用性指数之间差异有统计学意义($P < 0.05$), 其中C2L等级样品化学成分可用性指数最高, 平均为0.73, 在较好(Ⅱ)范围内, 显著高于其他等级, 且C2L等级变异系数最小, 为15.18%; 其次为

C3L, B2L和B3L等级, 这3个等级的CCUI平均值分别为0.68, 0.67和0.61, 均在中等(Ⅲ级)范围内; 而X2L和X3L等级的可用性指数较低, 分别为0.59和0.52, 均在较差(Ⅳ级)范围内.

2.2.4 不同品种烤烟化学成分可用性

由表9可以看出, 红大品种的烤烟化学成分可用性指数最高, 且变异系数最小, 在中等(Ⅲ级)

及以上的样品占到 81.30%；K326 品种烤烟的化学成分可用性指数居中，样品在好（Ⅰ级）~差（Ⅴ级）的比例分别为 8.20%，25.38%，29.76%，21.43% 和 15.23%；CF80 品种的化学成分可用性最差，其 CCUI 平均值为 0.55，在较差（Ⅳ级）范围内占 45.38%。总体而言，甘肃省陇南市产区各品种烟叶化学成分可用性指数表现为：CCUI（红大）>CCUI（K346）>CCUI（CF80）。

表 8 不同等级烤烟化学成分可用性综合评价

等级	CCUI 值			各等级比例分布/%				
	平均值	变幅	变异系数/%	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级
B2L	0.67 b	0.49 ~ 0.72	16.88	8.21	28.78	27.96	19.03	16.02
B3L	0.61 b	0.45 ~ 0.70	17.23	6.32	26.25	34.00	21.75	11.68
C2L	0.73 a	0.55 ~ 0.84	15.18	18.92	42.81	26.69	11.58	0.00
C3L	0.68 b	0.48 ~ 0.75	22.18	10.02	35.40	28.24	17.46	8.88
X2L	0.59 c	0.40 ~ 0.68	18.86	0.00	12.32	24.36	50.58	12.74
X3L	0.52 c	0.31 ~ 0.65	20.06	0.00	8.18	19.32	42.17	30.33

表 9 不同品种烤烟化学成分可用性综合评价

等级	CCUI 值			各等级比例分布/%				
	平均值	变幅	变异系数/%	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级
CF80	0.55	0.31 ~ 0.68	20.44	0.00	11.33	26.12	45.38	17.17
K346	0.64	0.55 ~ 0.72	18.21	8.20	25.38	29.76	21.43	15.23
红大	0.72	0.58 ~ 0.85	14.38	16.90	40.71	23.69	18.70	0.00

2.2.5 不同地域烤烟化学成分可用性

由不同地域可用性评价结果（表 10）可知，陇南市不同小产地间烤烟化学成分可用性指数差异有统计学意义（ $P<0.01$ ），其中康县的烤烟化学成分可用性指数最高，显著高于其他产地，徽县和

成县的可用性指数次之，两当县烤烟化学成分的可
用性指数最低，显著低于其他产地。总体而言，陇南市 4 个产烟县的烤烟化学成分可用性指数由大到小依次为：CCUI(康县)>CCUI(徽县)>CCUI(成县)>CCUI(两当县)。

表 10 不同地域烤烟化学成分可用性综合评价

等级	CCUI 值			各等级比例分布/%				
	平均值	变幅	变异系数/%	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级	Ⅴ级
成县	0.61 b	0.49 ~ 0.77	24.15	7.92	28.54	34.12	17.55	11.87
徽县	0.62 b	0.46 ~ 0.79	20.12	8.33	26.25	32.00	19.35	14.07
康县	0.71 a	0.38 ~ 0.84	16.18	16.68	40.32	22.66	15.58	4.76
两当县	0.54 c	0.31 ~ 0.75	22.21	0.00	8.33	22.12	44.38	25.17

3 结论与讨论

甘肃省陇南市的烤烟具有总糖高、钾和氯低等特点，且总糖和钾的变异系数较小。该产地烤烟的总糖较高可能与陇南地区日照时间较长、昼夜气温相差大有关^[16]。而一般国际优质烟叶钾质

量分数应不低于 2.0%，且钾质量分数较低会影响烟叶品质 and 安全性。因此，针对目前陇南地区烤烟钾质量分数普遍偏低的现象，今后在烤烟生长中应采取增施钾肥等措施进行调节。此外，陇南烤烟氯质量分数平均值虽然较低，但稳定性较差，其变异系数高达 74.07%，因此，应注意控

制氮肥的平衡.

陇南市烤烟还原糖和氮碱比(等级间)、钾和氯(品种间)、总氮、烟碱、糖碱比和氮碱比(产地间)差异无统计学意义,而其他化学成分在烤烟等级间、烤烟品种间和烤烟小产地间差异均有统计学意义,这可能与陇南地区不同烤烟品种的生态适应性和不同地域生态气候存在较大差异有关.

根据陇南地区烤烟化学成分可用性评价结果可知,陇南地区烤烟的化学成分可用性指数平均值为0.64,处于“中等(Ⅲ级)”范围内.此外,不同等级可用性指数表现为: $CCUI(C2L) > CCUI(C3L) > CCUI(B2L) > CCUI(B3L) > CCUI(X2L) > CCUI(X3L)$,不同品种可用性指数表现为: $CCUI(\text{红大}) > CCUI(K346) > CCUI(CF80)$,不同产地可用性指数表现为: $CCUI(\text{康县}) > CCUI(\text{徽县}) > CCUI(\text{成县}) > CCUI(\text{两当县})$,评价结果与陇南市烤烟实际情况基本相符.由于不同卷烟工业公司对烤烟原料的要求不同,因此,如何根据烤烟质量风格特征和卷烟工业公司卷烟品牌的风格特色,建立与之相对应的烤烟化学成分评价体系,还有待深入研究.

[参考文献]

- [1] 殷全玉, 许希希, 张玉兰, 等. 烟叶不同区位常规化学成分差异分析[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2018, 30(1): 21-29.
- [2] TSO T C. Production, physiology and biochemistry of tobacco plant[M]. Beltsville: IDEALS Inc, 1990.
- [3] 李海林, 邓小华, 李伟, 等. 湖南浓香型产区上部烟叶化学成分特征与风格特色[J]. 中国烟草科学, 2016, 37(3): 79-85.
- [4] 王晓宾, 王军, 刘兰, 等. 广东烟区烤烟主要化学成分可用性评价[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(2): 64-72.
- [5] 王建波, 杨小勇, 史训瑶, 等. 毕节市烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. 山地农业生物学报, 2017, 36(5): 66-69.
- [6] 秦缘, 张发明, 李海平, 等. 保山市烤烟主要化学成分的变异[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2018, 44(5): 474-478.
- [7] 乔学义, 王兵, 吴殿信, 等. 典型产地烤烟烟叶香气风格特征[J]. 烟草科技, 2016(9): 70-75.
- [8] 乔学义, 王兵, 熊斌, 等. 全国烤烟烟叶特征香韵地理分布及变化[J]. 烟草科技, 2017(5): 66-72.
- [9] 杜瑞华, 周明松. 连续流动分析法在烟草分析中的应用[J]. 中国测试技术, 2007, 33(3): 76-78.
- [10] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [11] 沈涵, 周冀衡, 赵百东, 等. 云南保山市植烟土壤养分状况与烤烟化学成分相关分析[J]. 中国土壤与肥料, 2012(4): 22-26.
- [12] 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.
- [13] 范幸龙, 杜坚, 魏建荣, 等. 丽江玉龙烤烟化学成分工业可用性与质量风格评价[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2017, 32(5): 853-860.
- [14] 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): 67-73.
- [15] 范幸龙, 周子方, 张建强, 等. 不同烤烟品种中部叶主要品质性状差异分析[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(2): 73-79.
- [16] 张佳宁, 田茂琳, 肖志强, 等. 甘肃省陇南油橄榄生态适宜性研究[J]. 甘肃科技, 2017, 33(2): 121-124.

