

陕西秦巴烟区 6 年间烤烟主要化学成分含量的分布特征研究

陈凤娥¹, 王平平², 黄金辉³, 邓金华⁴, 刘祥⁴, 穆耀辉⁵

(1. 商洛学院 健康管理学院, 陕西 商洛 726000; 2. 陕西省烟草研究所, 陕西 西安 710061;
3. 陕西省烟草公司 洛南县公司, 陕西 洛南 726109; 4. 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100;
5. 陕西省烟草公司 商洛市分公司, 陕西 商洛 726000)

摘要:通过检测和分析烟叶化学成分,探讨陕西秦巴烤烟品质状况,为选择优良品种和配套技术改善烟叶质量提供依据。于2012—2017年,从陕西秦巴烟区重点植烟县采集了197个烤烟样品,对烤烟烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾、氯和淀粉等7个化学成分指标的含
量分布特征进行了分析。结果表明,氯和淀粉的变异系数远高于其他成分。由偏度值可
看出,秦巴烟叶中各化学成分频率分布基本上属于左偏型。不同年份之间的各指标均差
异显著,其中2012年各指标明显高于其他年份。总氮、还原糖以及钾含量、氮碱比在不同
品种之间差异显著,其中云烟97的钾含量为2.21%,还原糖含量为24.54%,均显著高于
其他四个品种。总氮、还原糖、总糖、钾、两糖比在不同地区之间显著差异。不同部位烟
碱、氮、总糖、钾含量差异显著。烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾在烟叶中的浓度符合正态分
布;氮碱比、糖碱比符合对数正态分布。烟碱、总氮、还原糖、钾在烤烟中符合国际型优质
烟的概率为80.96%、91.27%、16.01%、75.84%。总体而言,陕西省秦巴烟区整体质量
较好,尤其是烟碱和总氮的含量较为符合国际型优质烟标准,云烟97的化学成分协调性
优于其他品种,根据不同烟区和不同部位烟叶的烟叶化学成分分布特征,采取技术措施进
一步提高其协调性。

关键词:秦巴烟区;烟叶;化学成分;分布函数

中图分类号:S572 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2021)10-0029-06

Study On Distribution Characteristics of Main Chemical Components of Flue-Cured Tobacco Leaves in Past 6 Years in Qinba Tobacco Area of Shaanxi Province

CHEN Fenge¹, WANG Pingping²; HUANG Jinhui³,
DENG Jinhua⁴, LIU Xiang⁴, MU Yaohui^{5*}

(1. School of Health Management, Shangluo University, Shangluo, Shaanxi 726000, China;
2. Shaanxi Branch of China National Tobacco Corporation, Xi'an, Shaanxi 710000, China;
3. Shangluo Tobacco Company of Shaanxi Province, Luonan, Shaanxi 726109, China;
4. College of Life Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
5. Shangluo Branch of Shaanxi Tobacco Company, Shangluo, Shaanxi 726000, China)

Abstract: Through the detection and analysis of the distribution characteristics of chemical components of flue-cured tobacco leaves, the quality of tobacco in Qinba flue-cured area of Shaanxi was discussed, it is expected to provide a basis for selecting excellent varieties and improving the quality of flue-cured tobacco leaves. From 2012 to 2017, 197 flue-cured tobacco samples were collected from key tobacco-growing counties in Qinba tobacco area of Shaanxi Province, and the content distribution char-

收稿日期:2021-01-19 修回日期:2021-02-12

基金项目:陕西省烟草专卖局(公司)科技项目(KJ-2020-002);商洛市烟草专卖局(公司)科技项目(2017-001)资助。

第一作者简介:陈凤娥(1965-),女,陕西泾阳人,高级实验师,主要从事特种作物栽培与品质分析研究。

通信作者:穆耀辉(1971-),男,高级农艺师,主要从事烟草栽培研究。

acteristics of nicotine, total nitrogen, reducing sugar, total sugar, potassium, chlorine and starch in Shaanxi flue-cured tobacco were analyzed. The results showed that the coefficient of variation of chlorine and starch was much higher than that of other components. From the deviation value, it could be seen that the frequency distribution of chemical components in Qinba flue-cured tobacco basically belongs to the left deviation type. There were significant differences in each index between different years, and each index in 2012 was significantly higher than that in other years. There were significant differences in total nitrogen, reducing sugar, potassium content and nitrogen-alkali ratio among different varieties, in which the potassium content of Yunyan 97 was 2.21% and the reducing sugar content was 24.54%, which were significantly higher than those of the other four varieties. The ratios of total nitrogen, reducing sugar, total sugar, potassium and disaccharide were significantly different in different regions. The contents of nicotine, nitrogen, total sugar and potassium in different parts were significantly different. The concentration of nicotine, total nitrogen, reducing sugar, total sugar and potassium in tobacco leaves accorded with normal distribution, while nitrogen-alkali ratio and sugar-alkali ratio conformed to logarithmic normal distribution. The probability of nicotine, total nitrogen, reducing sugar and potassium in flue-cured tobacco conforming to international high-quality tobacco was 80.96%, 91.27%, 16.01% and 75.84%, respectively. Generally speaking, the overall quality in Qinba tobacco area in Shaanxi Province is good, especially the content of nicotine and total nitrogen is in line with the standard of international high quality tobacco, and the chemical composition coordination of Yunyan 97 is better than that of other varieties. According to the chemical composition characteristics of tobacco leaves in different tobacco areas, the technical measures should be taken to further improve their coordination.

Key words: Qinba area; Flue-cured tobacco leaves; Chemical components; Distribution function

烟草是世界上种植最广泛的非食物性叶用经济作物,每年全世界生产约 670 万 t,其中我国是世界上最大的烟草生产国,其种植面积和总产量均居世界第一位,据联合国粮食与农业组织统计,我国 2017 年的产量就达 2391 万 t^[1]。秦巴山区以丘陵、山地和高原为主,境内地形复杂,地貌多样,区域内土壤气候差异显著,农业立体差异性强,在该地区发展生态优质烟叶,具有独特的优势。位于秦巴山区的安康、商洛、宝鸡、汉中四产区具备了优质烟叶生长的环境条件,秦巴烟区已发展成为陕西第一大烟叶产区,产量稳定在 5 万 t 左右,占全省烟叶总量的 90% 以上,烟叶产量和质量稳步提升,为全国特色优质烟叶生产基地^[2]。当今烟草贸易市场上竞争的焦点是烟叶品质,而烟叶中各化学成分的含量反映了烟叶品质高低^[1]。烟叶的质量受气候条件、种植地域、种植管理和调制加工等因素的影响,因此不同地区和不同品种烟叶质量存在一定差异。传统对烟叶质量的评价包括人工分级和评吸,存在一定主观因素影响。烟叶化学成分是影响烟叶内在质量的物质基础,烟叶中总糖、还原糖、总氮、总碱、氯、钾等化学成分因为对烟叶质量有重要影响^[3]。本研究拟选取陕南主栽烤烟品种云烟 87、云烟 97、云烟 99、辽烟 17 和 K326 等,分别在

商洛烟区洛南县、安康烟区旬阳县、汉中烟区南郑区和宝鸡烟区陇县取样,并进行化学成分测定,探讨陕西秦巴地区烟叶化学品质特征分布状况,为在秦巴区域选择优良烤烟品种和配套栽培技术措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集与分析

秦巴烟区主要以安康、商洛、宝鸡、汉中为主产区,每个产区于不同烟站分别采样,共计 197 个样品。样品为烤后烟样。所采样品由烟站技术人员统一采收,采样部位包含上、中、下三个部位,品种主要有 K326、辽烟 17、云烟 87、云烟 97、云烟 99。烘烤设备为烟站统一烤炉,采用三段十步式烤柔烤香密集烘烤技术工艺。随机取样 5kg。所测项目为:总植物碱、总氮、钾、氯、还原糖、总糖、淀粉等 7 个指标以及采样时间、地点、品种等附加属性。

测定方法:烟碱:YC/T246-2008,烟草及烟草制品烟碱的测定采用气相色谱法;

总氮:YC/T161-2002,烟草及烟草制品总氮的测定采用连续流动法;

还原糖:YC/T159-2002,烟草及烟草制品性还原糖的测定采用连续流动法或采用 3,5-二硝

基水杨酸法;

总糖:YC/T159-2002,烟草及烟草制品总糖的测定采用连续流动法或采用蒽酮法;

淀粉:YC/T216-2007,烟草及烟草制品淀粉的测定采用连续流动法;

钾:烟草及烟草制品钾的测定采用,YC/T173-2003,火焰光度法;YC/T217-2007,连续流动法;

氯:YC/T162-2002,烟草及烟草制品氯的测定采用连续流动法。

1.2 数据处理

通过软件 Microsoft Excel 将数据标准化处理,再通过 SPSS25.0 进行统计分析、频率分布分析、相关分析和均值比较。

1.3 概率密度分布函数

表1 拟用分布函数类型

分布	正态分布	对数正态分布	韦布分布	伽玛分布
概率密度函数	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}bx} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2b^2}}$	$p(x) = \begin{cases} \frac{m}{a}(x-y)^{m-1} e^{-\frac{(x-y)^m}{a}}, & x > y \\ 0, & x < y \end{cases}$	$p(x) = \begin{cases} \frac{\beta^\alpha}{\Gamma(\alpha)}(x-c)^{\alpha-1} e^{-\beta(x-c)}, & x > c \\ 0, & x \leq c \end{cases}$
参数	μ, σ	μ, σ	M, a, r	A, B, C

1.3.3 分布函数的检验 根据观察值判断某个指标是否符合某种理论分布函数,必须进行假设检验,本文采用 Pearson 检验法^[4, 5]。

2 结果及讨论

2.1 烟叶化学成分含量的基本统计特征

烟叶中的常规化学成分含量及其比例对烟叶内在质量有重要影响,其中总糖、还原糖、烟碱、总氮等指标与吸味有关,氯和钾的含量与烟叶的燃烧性直接相关,淀粉是衡量烟叶化学品质最重要的有机物,烟叶中淀粉的含量和代谢水平决定着烟叶内在和外观品质等级的优劣。还有一些二级指标如

1.3.1 分布函数的选择 在评价作物化学成分含量上,常见采用的分布函数包括:正态分布(Normdistribution)、对数正态分布(Log-Normdistribution)、韦布分布(Weibulldistribution)、伽玛分布(Gammadistribution),笔者拟用分布函数类型见表1^[5]。以上分布函数选择首先选择正态分布分析,如果不符合正态分布,再进行对数正态分布分析,依次再进行韦布分布分析和伽玛分布分析,如果连伽玛分布也不符合,那么就可以认为烟叶中化学成分含量指标分布较复杂^[5]。

1.3.2 分布函数参数的估计 正态分布、对数正态分布的参数采用极大似然法估计。韦布分布和伽玛分布采用最小平方和法,即使计算得到的概率分布与观测到的频率分布之间的差的平方和最小^[4, 5]。

糖碱比、钾氯比、氮碱比、两糖比。钾氯比是用于判定烟叶燃烧性的重要指标,可以反映烟叶燃烧质量的好坏,烤烟钾氯比的适宜值应大于4,钾氯比值越大,烟叶的燃烧性越好。糖碱比通常被用作评价烟叶的烟气强度和柔和性,烤烟糖碱比适宜值为5~15,若比值超过15,虽然烟味温和,但劲头小,香气平淡;若比值低于5,烟味强烈,刺激性大并有苦味。烟叶总氮含量与烟碱含量的比值称为氮碱比,总氮含量高的烟叶,会产生一种强烈辛辣味,而总氮含量低,则烟气平淡无味。因此,氮碱比一般适宜值在小于等于1时,比较适宜。

表2 秦巴烟叶化学成分含量的基本统计量

化学成分	样本数	平均数	标准差,	中位数	众数	最小值	最大值	偏度
烟碱/%	197	2.58	0.95	2.57	2.06	0.56	4.89	0.18
总氮/%	133	1.89	0.41	1.85	1.85	1.00	2.95	0.21
还原糖/%	197	23.54	3.83	23.20	17.01	13.80	33.60	0.06
总糖/%	197	28.10	4.57	28.02	25.90	15.20	37.51	0.18
钾/%	197	2.02	0.44	2.04	2.08	0.96	3.59	0.41
氯/%	197	0.13	0.09	0.11	0.10	0.03	0.90	4.29
淀粉/%	166	4.40	3.14	4.28	5.00	0.21	16.06	0.95
氮碱比	133	0.73	0.33	0.72	0.72	0.23	2.83	2.45
糖碱比	197	10.89	6.66	11.09	5.48	4.42	46.96	1.97
钾氯比	197	15.54	11.15	18.25	18.00	1.07	72.67	1.43
两糖比	197	0.84	0.08	0.85	0.87	0.46	0.99	1.14

秦巴烟叶化学成分基本统计如表 2 所示,其中,氯和淀粉的变异系数远高于其他成分。由偏度值可看出,秦巴烟叶烤烟中各化学成分频率分布基本上属于左偏型,且烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾、淀粉等化学成分可能属于正态分布,而氯、糖碱比、钾氯比、氮碱比、两糖比一定不属于正态分布。

2.2 烟叶化学成分含量的年际变化

烟叶化学成分含量在不同年份之间的方差分析,如表 3 所示,所有指标的 F 值对应的概率均小

于 0.05。从中可看出:不同年份之间,烟碱、氮、还原糖、总糖、钾、氯、淀粉含量及糖碱比、钾氯比、氮碱比、两糖比差异显著。再对不同年份下烟叶化学成分含量均值进行比较,结果如表 4 所示,比较后发现烟叶中化学成分含量有一定的年际波动。其中,烟碱、还原糖、总糖和氯含量除在 2012 年明显高于其他年份外,在 2013 至 2017 年呈现上升趋势。总氮、两糖比在所检测年份中总体呈现下降趋势。钾和淀粉含量呈现先上升后下降的趋势。

表 3 秦巴烟叶化学成分含量在不同因素之间的方差分析

化学成分	年份之间		地区之间		品种之间		部位之间	
	F 值	F 值对应的概率	F 值	F 值对应的概率	F 值	F 值对应的概率	F 值	F 值对应的概率
烟碱(%)	19.42	0.00	0.38	0.77	0.73	0.57	45.95	0.00
总氮(%)	8.10	0.00	4.83	0.00	3.17	0.02	4.24	0.02
还原糖(%)	10.20	0.00	11.88	0.00	6.30	0.00	4.41	0.01
总糖(%)	15.03	0.00	3.23	0.02	2.26	0.06	12.13	0.00
钾(%)	4.76	0.00	8.98	0.00	4.94	0.00	15.66	0.00
氯(%)	6.06	0.00	0.69	0.56	0.72	0.58	5.37	0.01
淀粉(%)	57.20	0.00	0.91	0.44	1.42	0.23	0.15	0.86
氮碱比	7.28	0.00	1.87	0.14	2.58	0.04	19.01	0.00
糖碱比	13.33	0.00	0.52	0.67	1.16	0.33	34.12	0.00
钾氯比	13.06	0.00	1.48	0.22	0.92	0.45	18.49	0.00
两糖比	5.57	0.00	4.48	0.00	1.78	0.13	7.23	0.00

表 4 不同年份下烟叶化学成分含量

年份	烟碱 /%	总氮 /%	还原糖 /%	总糖 /%	钾 /%	氯 /%	淀粉 /%	氮碱比	糖碱比	钾氯比	两糖比
2012	3.24	1.91	25.59	28.39	1.80	0.20	3.95	0.59	8.76	9.00	0.90
2013	2.57	1.86	19.32	21.97	2.06	0.06	4.64	0.72	8.55	34.33	0.88
2014	2.43	2.01	21.69	25.85	2.20	0.11	5.40	0.83	10.64	20.00	0.84
2015	2.53	2.07	24.56	29.07	2.00	0.15	7.71	0.82	11.49	13.33	0.84
2016	2.96	1.72	23.93	29.50	2.11	0.12	0.93	0.58	9.77	17.58	0.81
2017	2.59	1.77	24.67	31.30	1.68	0.12	4.02	0.68	12.08	14.00	0.79

2.3 烟叶化学成分含量的品种差异

烟叶化学成分含量在不同品种之间的方差分析如表 3 所示,总氮、还原糖、钾、氮碱比的 F 值对应的概率均小于 0.05,说明总氮、还原糖、钾含量、氮碱比在不同品种之间差异显著。通过多重比较对不同化学成分在品种上的差异进行分析,多重比较选取样本数大于 10 的品种,包括:云烟 97、辽烟 17、云烟 99、云烟 87、K326,以期增加比较可信度。结果如表 5 所示,烟叶总氮含量在辽烟 17 中最低,显著低于 K326、云烟 97、云烟 87 以及云烟 99,而

后四者之间没有显著性差异。烟叶还原糖含量在云烟 97 中最高、为 25.54%,其次是云烟 97,含量为 25.16%,云烟 99 与云烟 97 之间差异不显著,两者均显著高于其他三个品种,其他三个品种之间没有显著差异。烟叶钾含量以云烟 97 最高,为 2.21%,与其他品种之间有显著差异,辽烟 17、云烟 99、云烟 87、K326 之间无显著差异。氮碱比值在云烟 99 中含量最高,显著高于辽烟 17、云烟 87。5)烟碱、总糖、氯、淀粉、糖碱比、钾氯比、两糖比等指标在不同品种之间无显著差异。

表5 烟叶化学成分含量在品种之间的多重比较

化学成分	云烟 97		辽烟 17		云烟 99		云烟 87		K326	
总氮/%	1.96	a	1.65	b	1.90	a	1.92	a	2.02	a
还原糖/%	24.54	a	22.15	b	25.16	a	22.88	b	21.65	b
钾/%	2.21	a	1.97	b	1.93	b	2.00	b	1.82	b
氮碱比	0.78	ab	0.64	b	0.92	a	0.72	b	0.80	ab

2.4 烟叶化学成分含量的地区差异

由表3可知,总氮、还原糖、总糖、钾、两糖比在不同地区之间存在显著差异。结果如表6所示。汉中、安康、商洛烟叶总氮含量最高,三者之间差异不明显,但汉中、安康显著高于宝鸡,商洛与宝鸡无明显差异。商洛烟叶还原糖含量最高,为25.51%,其次为汉中,为24.43%,两地之间无显著差异,汉中、商洛烟叶还原糖含量显著高于宝鸡和安康,而宝鸡安康烟叶还原糖含量差异不显

著。商洛烟叶总糖含量最高,为29.25%,其次为汉中,为28.85%,两地之间没有显著差异,汉中、商洛烟叶总糖含量显著高于宝鸡和安康,而宝鸡安康烟叶总糖含量差异不显著。汉中地区烟叶钾含量最高,为2.25%,显著高于宝鸡、商洛、安康地区,后三者之间无显著差异。两糖比值在商洛与汉中最高,商洛显著高于宝鸡和安康,宝鸡和安康之间差异不明显。综合三个指标含量来看,汉中各成分含量最高,宝鸡最低,汉中>商洛>安康>宝鸡。

表6 烟叶化学成分含量在地区之间的多重比较

化学成分	汉中		宝鸡		商洛		安康	
总氮/%	1.97	a	1.65	b	1.84	ab	1.99	a
还原糖/%	24.43	a	22.74	b	25.51	a	22.13	b
总糖/%	28.85	a	27.00	b	29.25	a	27.06	b
钾/%	2.25	a	1.98	b	1.91	b	1.90	b
两糖比	0.85	ab	0.84	b	0.87	a	0.82	b

2.5 烟叶化学成分不同烟叶部位之间的差异

由表3可知,不同部位烟碱、氮、总糖、钾含量差异显著,不同部位还原糖、氯、淀粉无显著差异。通过多重比较,结果如表7所示。烟碱含量在烟叶中从下到上依次降低,且不同部位之间烟碱含量差异显著。总氮含量在下部烟叶中含量最高,显著高于中、上部烟叶,中、上部烟叶之间总氮含量差异不

显著。还原糖含量在烟叶中、上部含量较高,但仅中、下部烟叶还原糖含量存在显著差异。总糖含量在上部叶和中部叶中较高,二者没有显著差异,但都与下部叶有显著差异。钾含量、糖碱比、钾氯比、氮碱比在烟叶中从下到上依次升高,且不同部位之间差异显著。两糖比在下部叶中含量最高,显著高于中部叶和上部叶,后两者之间差异不显著。

表7 烟叶化学成分含量在不同部位之间的多重比较

化学成分	下部叶		中部叶		上部叶	
烟碱/%	3.20	a	2.51	b	1.85	c
总氮/%	2.02	a	1.84	b	1.78	b
还原糖/%	22.64	b	24.51	a	23.43	ab
总糖/%	26.09	b	29.43	a	28.97	a
钾/%	1.84	c	2.03	b	2.26	a
氯/%	0.16	a	0.13	ab	0.10	b
氮碱比	0.63	c	0.73	b	0.96	a
糖碱比	8.15	c	11.73	b	15.66	a
钾氯比	11.50	c	15.62	b	22.60	a
两糖比	0.87	a	0.83	b	0.81	b

2.6 烟叶化学成分含量的理论分布特征

从表 8 可以看出,烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾在烟叶中的含量符合正态分布,氮碱比、糖碱比在烟叶中的数据符合对数正态分布。

研究所述烟叶化学成分含量必然存在过高或过低,均影响最终烤烟品质,在一定生态环境及生产方式下,所种植烟叶中各化学成分含量必然处于一定的范围之内,这是确定某种措施是否能显著改变某种烟叶化学成分的重要依据。因此,根据理论分布计算了本研究所探讨的化学成分在烟叶中的

下 2.5%和上 2.5%的含量(表 8),上下 2.5 百分位点之间的变幅也就是通常意义上的 95% 置信度区间,如果某个指标的观测值低于下 2.5 百分位点或者高于上 2.5 百分位点的含量,说明该烟叶与我国目前普遍的烟叶差异显著,有必要去探究造成该差异的原因。本研究中 197 个来自秦巴烟区的烤烟样品中,烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾、氮碱比、糖碱比分别有 166、113、177、173、166、110、167 个样品不在 95%的置信区间之内。

表 8 烟叶化学成分含量理论分布函数检验

化学成分	正态分布参数与检验			对数正态分布参数与检验			下 2.5 百分点	上 2.5 百分点
	μ	σ	p	μ	σ	p		
烟碱/%	2.58	0.95	0.19	—	—	—	2.59	2.89
总氮/%	1.89	0.41	0.09	—	—	—	1.82	1.96
还原糖/%	23.54	3.83	0.20*	—	—	—	23.34	24.54
总糖/%	28.10	4.57	0.20*	—	—	—	28.49	29.93
钾/%	2.02	0.44	0.19	—	—	—	1.90	2.06
氮碱比	0.73	0.33	0.00	0.71	0.38	0.20*	0.70	0.68
糖碱比	10.89	6.66	0.00	11.62	0.45	0.20*	11.00	10.35

注: p 为 Person 开方值所对应的概率值,如果它大于 0.05 表示用该分布函数去描述对应的随机变量的分布不会与客观真实情况有显著差异,也就是说该分布是随机变量的理论分布。

3 结论

烟叶中的化学成分含量以及其比例的协调性是衡量烟叶品质的重要因素^[2,6]。国际型优质烟叶通常指国际烟草商普遍认同的烟叶。一般认为,成熟度好,烟叶的油分足而柔软,桔黄色,烟叶嗅香好,燃烧性强,烟气香气质纯量足,就是国内外市场公认的国际型优质烟。化学成份要求还原糖 16%~22%,烟碱 1.5%~3.5%,总氮 1.5%~3.0%,钾 2.0%~3.5%,糖碱比 8%~10%^[2,7~8]。根据本研究中的分布函数,得出烟碱、总氮、还原糖、钾在烤烟中符合以上标准的概率为 80.96%、91.27%、16.01%、75.84%。总体而言,陕西省秦巴烟区整体质量较好,尤其是烟碱和总氮的含量较为符合国际型优质烟的标准,云烟 97 的化学成分协调性优于其他品种,提出不同烟区和不同部位烟叶的化学成分特征采取技术措施进一步提高其协调性^[2,8]。

参 考 文 献:

[1] 李春丽,毛绍春. 烟叶化学成分及分析[M]. 昆明:云

南大学出版社,2007.

- [2] 张立新,韦成才. 秦巴特色优质烟叶开发理论与实践[M]. 西安:陕西科学技术出版社,2016.
- [3] 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(03):25-31.
- [4] 陈江华,刘建利,龙怀玉. 中国烟叶矿质营养及主要化学成分含量特征研究[J]. 中国烟草学报,2004 (05):20-27.
- [5] 龙怀玉,张认连,刘建利,等. 中国烤烟中部叶矿质营养元素浓度状况[J]. 植物营养与肥料学报. 2007,13 (03): 450-457.
- [6] 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.
- [7] 邓月中. 浅议入世后中国烟草农业发展的对策:借鉴 BAT 生产经验开发国际型优质烟叶[C]//马阳. 全面建设小康社会:中国科技工作者的历史责任:中国科协 2003 年学术年会论文集(下). 中国科学技术协会声像中心,2003.
- [8] 徐泽桐,刘亚相,袁帅,等. 化学成分指标对感官质量的影响及陕西省烟叶质量综合评价[J]. 西南农业学报, 2018, 31(09):1953-1960.