

网络出版时间:2013-06-20 15:47

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130620.1547.014.html>

陕南主栽烟草品种化学成分综合评价与分析

李长江¹, 温晓霞¹, 孙渭², 吴延², 黄金辉³,
耿伟⁴, 杨红星⁵, 徐世峰⁶

(1 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100; 2 陕西省烟草公司, 陕西 西安 710064;

3 商洛市烟草公司, 陕西 商洛 726000; 4 旬阳县烟草公司, 陕西 旬阳 725700;

5 洋县烟草公司, 陕西 洋县 723300; 6 延安市烟草公司, 陕西 延安 716000)

【摘要】【目的】建立一种符合烟叶化学成分综合评价的方法,以探讨陕南烟区烟草化学品质的优劣,为陕南烟区选择优良的烟草品种提供理论依据。【方法】对陕南烟区代表性区域(商洛市洛南县、安康市旬阳县和汉中市洋县)的主栽烟草品种(云烟 87、云烟 97、秦烟 96 和 K326)上、中部叶片分别进行取样测定,之后采用隶属函数法和因子分析法对各指标数据进行转化和分析,最终对陕南烟区烟草化学品质进行综合评价和排序。【结果】陕南不同地区烟叶化学成分经隶属函数法转换后进行因子分析,提取了 4 个公因子,分别为钾氯-氮碱比因子、糖碱因子、还原糖-两糖比因子和氮因子。因子综合得分结果表明,在陕南三县,旬阳县云烟 87 的上部叶化学品质最好;旬阳县 K326 品种在三县主栽品种中化学品质最好;旬阳县、洋县、洛南县主栽品种中化学品质最好的分别为 K326、秦烟 96 和秦烟 96。【结论】结合隶属函数法的因子分析法可以用于烟草化学成分综合分析;在陕南烟草中,旬阳县更加适合烟叶优良品质的形成,其中以 K326、云烟 97 和云烟 87 较优。

【关键词】 烟草;隶属函数法;因子分析法;综合评价

【中图分类号】 TS41⁺1

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)07-0067-08

Comprehensive evaluation and analysis of chemical compositions of main cultivated tobacco varieties in South Shaanxi

LI Chang-jiang¹, WEN Xiao-xia¹, SUN Wei², WU Yan², HUANG Jin-hui³,
GENG Wei⁴, YANG Hong-xing⁵, XU Shi-feng⁶

(1 College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Shaanxi Tobacco Company, Xi'an, Shaanxi 710064, China; 3 Shangluo Tobacco Company,

Shangluo, Shaanxi 726000, China; 4 Xunyang Tobacco Company, Xunyang, Shaanxi 725700, China;

5 Yangxian Tobacco Company, Yangxian, Shaanxi 723300, China; 6 Yan'an Tobacco Company, Yan'an, Shaanxi 716000, China)

Abstract: 【Objective】The objective of this study was to establish a comprehensive method to evaluate tobacco chemical constituents, assess tobacco chemical quality and guide the selection of tobacco varieties in South Shaanxi. 【Method】Middle and upper leaves of main tobacco varieties (Yunyan 87, Yunyan 97, Qinyan 96 and K326) in representative regions (Luonan County of Shangluo City, Xunyang County of Ankang City, Yang County of Hanzhong City) in South Shaanxi Province was sampled and determined. Then the collected data were converted using the subordination function method and statistically analyzed using the

* [收稿日期] 2012-10-19

[基金项目] 陕西省烟草公司科技项目(KJ-2011-01)

[作者简介] 李长江(1989—),男,河南林州人,在读硕士,主要从事高效农作制度研究。E-mail:lichangjiang99@163.com

[通信作者] 温晓霞(1968—),女,陕西户县人,教授,博士,硕士生导师,主要从事农业生态及高效农作制度研究。

E-mail:wenxiaoxia6811@163.com

factor analysis. At last, tobacco chemical quality was comprehensively evaluated and sorted. 【Result】 Four factors, namely potassium chlorine-total nitrogen/nicotine factor, total sugar nicotine factor, reducing sugar-reducing sugar/total sugar factor, and total nitrogen factor were extracted. Factor comprehensive scores showed that upper leaves of Yunyan 87 in Xunyang County had the best chemical quality in South Shaanxi, and K326 in Xunyang County was the best tobacco variety. The best tobacco variety in Yang County and Luonan County was Qinyan 96. 【Conclusion】 Factor analysis combined with subordination function method could be a method of chemical composition comprehensive analysis of tobacco leaves. Xunyang County was more suitable for tobacco fine quality formation in South Shaanxi, and K326, Yunyan 97 and Yunyan 87 were good varieties in Xunyang County.

Key words: tobacco; subordination function method; factor analysis; comprehensive evaluation

烟草作为一个重要的经济作物,品质优劣决定着其的竞争性^[1]。而烟草的品质是由烟叶内部的化学成分及其化学协调性所决定的^[2],因此烟叶化学成分是衡量烟草品质的重要指标,对烟叶化学成分进行综合评价是表征烟草品种特色的重要环节。由于烟叶化学成分比较复杂,直接对其进行综合评价较为困难^[3];而使用指数和法^[4]主观性较强,不能较为客观地反映烟草化学品质。因子分析法是可以对多个指标进行综合评价的一种常用多元统计分析方法,其主要的思想是将多个指标通过降维过程化为几个独立的指标,进而通过各样品的综合得分对其进行评价;这种方法使变量个数减少,体现出变量间的相互关系,进而使最终评价结果更加客观、准确、合理^[5]。目前,因子分析法已在桃果实品质^[6]、冬枣优良单株果实品质^[7]、甘蓝主要农业性状^[8]、甘蔗创新种质^[9]、葡萄干品质^[10]等的综合评价中得以广泛应用。使用因子分析法对烟草化学成分进行综合评价的研究也较多^[1,11-12],但都是将化学成分含量直接进行因子分析和评价,并未考虑不同化学指标对烟草品质及评价体系影响的不同,从而对最终评价结果也会有较大影响。因此,在对原始数据进行因子分析时,应首先对各指标数据进行适当的转化^[13]。隶属函数法作为一种描述事物模糊界限的方法,其考虑到了综合评价中多种相关关系,可以对多种类型数据进行转化,现已在部分综合评价中被结合采用,所得结果更加准确、客观、合理^[7,14]。

烟草种植地区的土壤、气候、栽培方式、采收烘烤等都可影响烟叶中的化学成分^[15]。陕西南部为北亚热带湿润气候,其光照充足,热量丰富,降水充沛,是烤烟的优质产区^[16]。但该区域内的环境也存在细微差异,因此也使不同地区烟草的品质存在差异。但目前关于陕南烟草化学成分的研究还很少。本研究以陕南烟区的秦烟 96、K326、云烟 87 和云烟

97 等 4 个主栽烟草品种为例,分别在具有地区代表性的商洛市洛南县、安康市旬阳县和汉中市洋县设置主栽品种试验并取样进行化学成分测定,之后采用结合隶属函数法的因子分析法对各地区烟草品种中上部叶片化学成分进行综合评价,旨在建立一种符合烟草化学成分综合评价的方法,探讨陕南地区烟草化学品质优劣,也为在该区域选择优良烟草品种提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验与材料

试验于 2011 年在陕西省南部具有代表性的烟草种植区域进行,分别为商洛市的洛南县、安康市的旬阳县和汉中市洋县;在遵循土壤类型、气候条件、土壤肥力,以及栽培管理水平能代表该县的自然条件和农业条件的原则下,分别选定洛南县石门镇花苗村、旬阳县神河镇丰家岭村、洋县黄安镇三道岭村 3 个试验点。参试烟草品种为陕南 4 个主栽品种,分别为云烟 87、云烟 97、秦烟 96 和 K326。

各点试验采用对比法设计,3 个重复,共计 12 个小区,每个小区面积为 0.33 hm²;其他栽培和管理措施按当地烟草高产栽培规程进行。采收时,每个处理随机选取 30 株(每个小区 10 株),由于烟草下部叶占总烟叶比例小,且品质较差,经济价值低,因此只对每个处理的中上部叶(打顶后,上部叶和中部叶分别为从上往下 4~6 叶位叶和 9~12 叶位叶)进行分别挂牌采收,采用“三段五步式”进行烘烤,最后在每个处理中上部叶中分别取 5 kg 用于化学成分测定。

该试验共 24 个样品,各样品编号分别用字母表示,即旬阳县云烟 87 上部叶、云烟 87 中部叶、云烟 97 上部叶、云烟 97 中部叶、秦烟 96 上部叶、秦烟 96 中部叶、K326 上部叶、K326 中部叶分别为 A1、A2、

A3、A4、A5、A6、A7、A8;洋县各品种和叶片部位排序和旬阳相同,分别表示为 B1、B2、B3、B4、B5、B6、B7、B8;洛南县各品种和叶片部位顺序分别为 C1、C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8。

1.2 测定项目及方法

试验共测定化学成分包括烟碱、总氮、还原糖、总糖、钾、氯、钾氯比、糖碱比、氮碱比和两糖比等 10 项指标,具体测定方法为,烟碱含量测定采用提取后脱色法^[17];总氮含量测定采用过氧化氢-硫酸消化法^[17];还原糖含量测定采用 DNS 比色法^[18];总糖含量测定采用蒽酮法^[18];钾含量测定采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮、火焰分光光度法^[19];氯含量测定采用莫尔法^[17];钾氯比是钾含量与氯含量的比值^[17];糖碱比是总糖与烟碱的比值^[17];氮碱比是总氮与烟碱的比值^[17];两糖比是还原糖与总糖的比值^[17]。

1.3 数据处理与分析

试验数据通过 Microsoft Excel 2003 和 SPSS17.0 软件进行处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 陕南不同地区烟叶化学成分各指标数据的转化

不同化学指标对化学品质的影响是不同的,有的化学指标与化学品质之间呈现正相关函数关系,即该化学成分含量越多,烟叶品质越优,有的则呈负相关函数关系^[7],即含量越少,品质越优,还有的呈抛物线型(梯形)相关函数关系^[14],即该化学成分含量在一定范围内,烟叶品质最优,超出这个范围越远,则品质越差。如果直接将化学成分数据进行因子分析,将对评价结果产生较大影响,因此需要先通过隶属函数法对指标数据进行转化:正相关函数指标,如钾、钾氯比和两糖比等^[4],可使用公式(1)进行转化;抛物线型(梯形)相关函数指标,如烟碱、总氮、还原糖、总糖、氯、糖碱比和氮碱比等^[4,20],可使用公式(2)进行数据转化。陕南不同地区烟叶化学成分数据经隶属函数法转化后的取值见表 1。

表 1 陕南不同地区烟叶化学成分经隶属函数法转化后的各指标数据
Table 1 Indexes of tobacco chemical compositions in different regions in South Shaanxi transformed by subordinate function method

样品编号 Sample code	烟碱 Nicotine	总氮 Total N	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	钾 K	氯 Cl	钾氯比 K/Cl	糖碱比 Total sugar/ Nicotine	氮碱比 Total N/ Nicotine	两糖比 Reducing sugar/ Total sugar
A1	0.93	1.00	1.00	0.95	0.99	0.42	1.00	0.82	0.74	0.36
A2	0.99	0.82	0.71	0.56	0.88	0.72	0.37	0.82	0.74	0.57
A3	1.00	0.92	1.00	0.65	0.81	0.64	0.42	1.00	0.79	0.15
A4	0.92	0.86	0.98	0.61	0.93	0.61	0.50	0.86	0.94	0.17
A5	0.77	0.77	0.71	0.55	0.70	0.58	0.46	0.44	0.92	0.54
A6	0.78	0.77	0.69	0.59	0.82	0.44	0.80	0.47	0.99	0.66
A7	0.93	1.00	1.00	0.87	1.00	0.67	0.45	1.00	0.94	0.22
A8	0.92	1.00	1.00	0.78	0.98	0.67	0.45	0.95	0.99	0.21
B1	0.68	1.00	0.87	0.70	0.38	1.00	0.07	0.83	0.35	0.57
B2	1.00	0.72	0.68	0.53	0.30	1.00	0.10	0.96	0.41	0.57
B3	0.89	0.75	0.73	0.43	0.00	1.00	0.00	0.98	0.26	0.28
B4	1.00	0.66	0.75	0.41	0.04	1.00	0.02	0.93	0.44	0.22
B5	1.00	0.88	0.78	0.50	0.45	0.78	0.22	1.00	0.51	0.32
B6	0.96	0.95	0.76	0.58	0.57	0.83	0.22	1.00	0.49	0.52
B7	0.64	1.00	0.90	0.65	0.57	0.86	0.21	0.81	0.35	0.42
B8	0.71	1.00	0.87	1.00	0.23	0.94	0.11	0.68	0.39	0.27
C1	0.78	1.00	1.00	0.95	0.40	1.00	0.12	0.83	0.57	0.85
C2	0.45	0.71	0.94	1.00	0.62	1.00	0.15	0.64	0.49	0.79
C3	0.91	1.00	0.72	0.46	0.28	1.00	0.10	0.99	0.56	0.36
C4	1.00	0.71	0.67	0.20	0.64	0.83	0.23	0.81	0.60	0.00
C5	0.84	1.00	0.45	0.47	0.49	0.83	0.20	1.00	0.41	0.85
C6	0.92	1.00	0.99	1.00	0.70	0.64	0.39	0.79	0.70	0.31
C7	0.78	1.00	0.45	0.54	0.11	0.83	0.11	1.00	0.38	1.00
C8	0.91	1.00	0.65	0.62	0.27	0.94	0.11	1.00	0.49	0.81

$$Y_{in} = \frac{X_{in} - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}}; \tag{1}$$

$$Y_{in} = \begin{cases} 1 - \frac{X_{in} - a}{X_{i\max} - X_{i\min}}, & X > a, \\ 1, & a \geq X \geq b, \\ 1 - \frac{b - X_{in}}{X_{i\max} - X_{i\min}}, & X < b. \end{cases} \tag{2}$$

表 2 烟草各化学指标的临界值^[4,20]
Table 2 Critical values for each chemical index

临界值 Critical values	烟碱/% Nicotine	总氮/% Total N	还原糖/% Reducing sugar	总糖/% Total sugar	糖碱比 Total sugar/ Nicotine	氮碱比 Total N/ Nicotine	氯/% Cl
<i>a</i>	2.80	2.50	22.00	24.00	9.50	1.05	0.8
<i>b</i>	2.20	2.00	18.00	20.00	8.50	0.95	0.3

2.2 陕南不同地区烟叶化学成分的相关性分析

对陕南不同地区各样品烟叶转化后的化学成分指标值进行相关性分析,结果见表 3。从表 3 可以看出,陕南不同地区烟草还原糖与总糖呈显著正相关;钾氯比与钾呈极显著正相关,与氯呈极显著负相关,这与于建军等^[12]所得结果一致;钾和氮碱比呈

式中: Y_{in} 为第 n 个烟样的第 i 个指标经隶属函数法转化后的数值; X_{in} 为第 n 个烟样的第 i 个指标的原始数值; $X_{i\max}$ 和 $X_{i\min}$ 分别为总样品组中第 i 个指标的最大和最小原始数值; a 、 b 分别为第 i 个指标的最大和最小临界值,具体取值见表 2。

极显著正相关,与氯呈极显著负相关;氯与氮碱比呈极显著负相关;钾氯比与氮碱比呈极显著正相关。由以上分析可知,陕南不同地区烟草各化学成分指标之间存在着一定程度的相关性,符合因子分析条件,可以对其进行因子分析。

表 3 陕南不同地区烟叶化学成分的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of tobacco chemical constituents of different regions in South Shaanxi

指标 Index	烟碱 Nicotine	总氮 Total N	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	钾 K	氯 Cl	钾氯比 K/Cl	糖碱比 Total sugar/ Nicotine	氮碱比 Total N/ Nicotine	两糖比 Reducing sugar/ Total sugar
烟碱 Nicotine	1.000									
总氮 Total N	-0.087	1.000								
还原糖 Reducing sugar	-0.094	0.212	1.000							
总糖 Total sugar	-0.448	0.457	0.692*	1.000						
钾 K	0.110	0.128	0.513	0.320	1.000					
氯 Cl	-0.231	-0.095	-0.241	-0.162	-0.797**	1.000				
钾氯比 K/Cl	0.148	0.089	0.346	0.279	0.818**	-0.945**	1.000			
糖碱比 Total sugar/Nicotine	0.534	0.327	-0.118	-0.257	-0.266	0.344	-0.383	1.000		
氮碱比 Total N/ Nicotine	0.242	-0.008	0.400	0.189	0.836**	-0.806**	0.776**	-0.337	1.000	
两糖比 Reducing sugar/Total sugar	-0.477	0.168	-0.472	0.131	-0.282	0.227	-0.193	-0.102	-0.298	1.000

注: * 和 ** 分别表示显著相关($P=0.05$)和极显著相关($P=0.01$)。
Note: * shows significant correlation ($P=0.05$), ** shows highly significant correlation ($P=0.01$).

2.3 陕南不同地区烟叶化学成分的因子分析

因子分析是将多个存在一定联系的指标归纳为少数几个独立综合性因子,进而进行各处理的综合评价。本研究将陕南不同地区各烟叶的化学成分数据经隶属函数法转化后进行因子分析,根据特征根大于 1 的要求,提取累积方差贡献率大于 85%的因子,作为公因子;在使各公因子不丢失总变异信息的前提下,为能够更加明显地展现公因子的生物学意义,本研究对载荷矩阵采用方差最大正交旋转法进行变换,最终得到综合评价方程。

2.3.1 公因子选择与解释 因子分析首先需要找到综合公因子,且能了解其包含的信息量,方差贡献率就是能够反映各公因子包含信息量多少的指标。由表 4 可以看出,4 个公因子的特征根都大于 1,累积方差贡献率为 89.708%,可以较为全面地反映各化学成分的信息,其中公因子 1 的贡献率最高,为 41.306%,所体现的变量信息最多;经旋转之后,4 个公因子的累积方差贡献率不变,为 89.708%,但各因子的特征值和方差贡献率进行了重新分配,使因子解释更为容易。

经过方差最大正交旋转的载荷矩阵见表 5。由表 5 可知,第 1 公因子,钾、氯、钾氯比、氮碱比载荷较大,方差贡献率为 37.070%,说明其主要解释钾氯等指标,因此可将第 1 公因子称为钾氯-氮碱比因子;第 2 公因子,烟碱、总糖、糖碱比载荷较大,主要解释糖碱指标,因此第 2 公因子可以称为糖碱因子;第 3 公因子,还原糖、两糖比载荷较大,主要解释糖

指标,因此第 3 公因子可以称为还原糖-两糖比因子;第 4 公因子,总氮载荷较大,解释氮指标,可以称为氮因子;提取的 4 个公因子及其解释与王胜男等^[1]所得结果类似。从因子共同度来看,所有化学指标的因子共同度都大于 84%,可见各指标因子损失的信息很少,因此所提取的公因子可以较好的体现各指标因子。

表 4 公因子的特征值、方差贡献率和累积方差贡献率

Table 4 Eigenvalue, variance and cumulative of factors

公因子 Factor	初始公因子值 Initial eigenvalue			旋转后公因子值 Rotation sum of squared loadings		
	特征值 Eigenvalue	方差贡献率/% Variance contribution	累积方差贡献率/% Cumulative contribution	特征值 Eigenvalue	方差贡献率/% Variance contribution	累积方差贡献率/% Cumulative contribution
1	4.131	41.306	41.306	3.707	37.070	37.070
2	2.117	21.168	62.474	2.010	20.103	57.173
3	1.583	15.834	78.308	1.695	16.954	74.127
4	1.140	11.400	89.708	1.558	15.581	89.708

表 5 陕南不同地区烟叶化学成分经最大正交旋转后的因子载荷矩阵

Table 5 Maximum orthogonal rotation component matrix of tobacco chemical constituents in different regions in South Shaanxi

指标 Index	第 1 公因子 Factor 1	第 2 公因子 Factor 2	第 3 公因子 Factor 3	第 4 公因子 Factor 4	因子共同度 Communalities
烟碱 Nicotine	0.211	0.913	0.018	-0.102	0.888
总氮 Total N	0.059	0.037	0.029	0.938	0.885
还原糖 Reducing sugar	0.250	-0.167	0.903	0.223	0.955
总糖 Total sugar	0.168	-0.566	0.490	0.553	0.896
钾 K	0.871	-0.025	0.294	0.102	0.856
氯 Cl	-0.967	-0.043	-0.011	-0.022	0.937
钾氯比 K/Cl	0.949	-0.058	0.090	0.050	0.915
糖碱比 Total sugar/Nicotine	-0.387	0.758	-0.015	0.429	0.909
氮碱比 Total N/Nicotine	0.891	0.040	0.210	-0.069	0.845
两糖比 Reducing sugar/Total sugar	-0.171	-0.495	-0.707	0.333	0.884

2.3.2 因子得分与综合评价 因子载荷矩阵通过回归算法得到因子的得分系数矩阵,进而可以确定第 1、2、3、4 公因子的得分回归模型分别是:

$$f_1=0.080y_1+0.038y_2-0.087y_3-0.036y_4+0.226y_5-0.309y_6+0.287y_7-0.095y_8+0.245y_9+0.077y_{10};$$

$$f_2=0.461y_1+0.098y_2-0.063y_3-0.240y_4+0.013y_5-0.043y_6-0.007y_7+0.414y_8+0.032y_9-0.226y_{10};$$

$$f_3=-0.017y_1-0.104y_2+0.575y_3+0.255y_4+0.035y_5+0.176y_6-0.120y_7+0.009y_8-0.008y_9-0.515y_{10};$$

$$f_4=0.010y_1+0.635y_2+0.034y_3+0.272y_4+0.053y_5-0.041y_6+0.042y_7+0.345y_8-0.046y_9+0.265y_{10}。$$

式中: $f_1、f_2、f_3、f_4$ 分别为第 1、第 2、第 3、第 4 公因子的得分; $y_1、y_2、y_3、\cdots、y_9、y_{10}$ 分别为烟碱、总氮、

还原糖、总糖、钾、氯、钾氯比、糖碱比、氮碱比和两糖比的标准化值。

通过以上回归模型,可以获得每个烟样的第 1、2、3、4 公因子得分;结合公因子得分,将公因子方差贡献率与累积方差贡献率的商作为权重,建立陕南烟区烟叶化学成分综合得分评价模型: $F=(37.070f_1+20.103f_2+16.954f_3+15.581f_4)/89.708$ 。将各烟草样品的化学成分数据经处理后带入数学模型,得各烟样的公因子得分和最终综合得分,最终进行排序,结果见表 6。由表 6 可知,旬阳县云烟 87 的上部叶(A1)化学成分综合得分最高,可见其化学协调性最好,化学品质最好;其次为旬阳县 K326 品种的上部叶(A7)和中部叶(A8),化学品质仅次于 A1;旬阳县云烟 97 的上、中部叶(A3、A4)化学品质也较好;洋县云烟 97 的上部叶(B3)、中部叶(B4)和洛南县云烟 87 的中部叶(C2)化学品质较差,分别排在综合得分的最后 3 名。由上部叶的化学成分综

合评价得分比较可知,旬阳县的云烟 87、K326 和云烟 97 上部烟叶化学品质较好,洋县云烟 87、云烟 97 和洛南的 K326 上部烟叶化学品质较差;由中部叶的化学成分综合评价得分比较可知,旬阳的 K326、云烟 97、云烟 87 和洛南的秦烟 96 中部叶化学成分综合得分较高,说明中部叶化学品质较优,而洋县的云烟 87、云烟 97 和洛南的云烟 87 得分较低,其相应的中部叶片化学品质较差。

表 6 陕南不同地区各烟叶化学成分的因子得分和综合得分

Table 6 Factor scores and comprehensive scores of different tobacco chemical constituents in different regions in South Shaanxi

样品编号 Sample code	因子得分 Factor scores				综合得分 Comprehensive score	排序 Sequence
	第 1 公因子 Factor 1	第 2 公因子 Factor 2	第 3 公因子 Factor 3	第 4 公因子 Factor 4		
A1	1.866	−0.012	0.446	1.031	1.032	1
A2	0.796	0.350	−0.684	−0.426	0.204	7
A3	0.636	1.088	1.042	0.225	0.743	4
A4	1.069	0.489	0.881	−0.409	0.647	5
A5	1.270	−1.292	−0.794	−1.564	−0.186	13
A6	2.094	−1.284	−1.339	−1.237	0.110	10
A7	0.889	0.638	1.137	0.980	0.896	2
A8	0.964	0.593	1.045	0.737	0.857	3
B1	−1.045	−0.850	0.288	0.586	−0.466	20
B2	−0.856	0.575	−0.383	−0.832	−0.442	19
B3	−1.512	0.597	0.242	−1.088	−0.634	23
B4	−1.227	0.853	0.452	−1.756	−0.536	22
B5	−0.221	1.080	0.019	−0.116	0.134	8
B6	−0.185	0.743	−0.335	0.552	0.122	9
B7	−0.568	−0.824	0.445	0.422	−0.262	17
B8	−0.997	−1.197	1.118	0.337	−0.410	18
C1	−0.707	−1.058	0.441	1.182	−0.240	16
C2	−0.758	−2.840	0.699	−0.686	−0.937	24
C3	−0.763	0.839	−0.153	0.343	−0.096	12
C4	0.015	1.121	0.105	−2.107	−0.089	11
C5	−0.131	0.331	−2.190	0.929	−0.233	15
C6	0.518	−0.182	1.047	0.782	0.507	6
C7	−0.551	−0.090	−2.389	1.088	−0.510	21
C8	−0.598	0.332	−1.138	1.029	−0.209	14

将陕南不同地区各烟草品种中、上部叶片综合得分进行平均,即得各地区不同烟草品种的综合平均得分,结果见表 7。从陕南不同地区各烟草品种综合平均得分(表 7)来看,旬阳的 K326、云烟 97 和云烟 87 在 3 个县烟草品种中分值较高,总体化学品质较好;洋县的云烟 97 和洛南的云烟 87 分值较低,总体化学品质也较差。从每个地区来看,旬阳县 K326 品种化学成分协调性最好,化学品质也最优;其次为云烟 97 和云烟 87,化学品质仅次于 K326;秦烟 96 品种得分最低,品质较差。在洋县,秦烟 96 品种得分最高,化学协调性和品质最好;云烟 87 和云烟 97 得分较低,品质较差。在洛南,秦烟 96 化学品质最优,云烟 87 和 K326 化学品质较差。对各地区所有样品化学综合得分进行平均化处理,可以得到在陕南地区 3 个代表性的植烟县中,烟叶化学品质优劣的排序为:旬阳>洛南>洋县,可见旬阳县更

加适合烟叶优良品质的形成。

表 7 陕南不同地区烟草品种化学成分的综合平均得分

Table 7 Comprehensive average scores of different tobacco varieties' chemical constituents in different regions in South Shaanxi

地区 Region	品种 Variety	综合平均得分 Comprehensive average score
旬阳 Xunyang	云烟 87 Yunyan 87	0.618
	云烟 97 Yunyan 97	0.695
	秦烟 96 Qinyan 96	−0.038
	K326	0.876
洋县 Yang county	云烟 87 Yunyan 87	−0.454
	云烟 97 Yunyan 97	−0.585
	秦烟 96 Qinyan 96	0.128
	K326	−0.336
洛南 Luonan	云烟 87 Yunyan 87	−0.589
	云烟 97 Yunyan 97	−0.185
	秦烟 96 Qinyan 96	0.137
	K326	−0.360

3 讨 论

不同的化学成分对烟叶品质的影响不同^[4],如钾含量越多,尤其是钾含量超过 2.5%,烟叶品质最优;而烟碱、总氮、还原糖、总糖等化学成分过多或过少,对烟叶品质都会有影响,这些化学物质的含量保持在一定范围内时烟叶品质能够达到最优。隶属函数法作为描述事物模糊界限的方法^[14],不仅考虑到了综合评价中的正相关,还考虑到了负相关和抛物线型相关等,其与因子分析法结合所得的结果也更加科学、客观、合理^[7,14]。本研究采用隶属函数法对陕南不同地区烟叶化学成分数据进行转化,更加全面地分析了烟叶化学成分与品质的关系,从而对烟叶化学成分的综合评价更加客观、准确。

因子分析时,提取了 4 个公因子,分别为钾氯-氮碱比因子、糖碱因子、还原糖-两糖比因子和氮因子,这与于建军等^[21]的研究结果是相同的,但本研究中钾氯-氮碱比因子的方差贡献率最高,为 37.070%,其对烟叶化学品质影响最大,这主要是因为烟叶的香气质、香气量、杂气、刺激性及最终的评吸总分都主要受到氯的影响^[21],钾对于提高烟叶的燃烧效率和降低烟叶燃烧中烟气焦油和一氧化碳含量有重要作用^[22];同时,在第 2、3、4 公因子中体现出了与碳氮相关指标对烟叶化学品质的影响,这样既能表现出碳氮相关指标对烟叶品质的重要影响^[21],又可以通过这 3 个公因子更加清晰地说明,与碳和氮有关的化学成分对烟叶化学品质影响的大小;公因子的差异,可能是因为隶属函数法的使用,使得化学成分对化学品质的影响得以体现而引起的。

在陕南不同地区烟草样品综合得分评价中,同一品种上部叶和中部叶之间存在一定差异,主要是由于上、中部叶片所处的环境条件及发育时期不同所引起的^[23]。同一品种在陕南不同地点化学品质也是不同的,如 K326 品种在旬阳的化学品质要优于在洋县和洛南,因为不同品种对地区气候、土壤的要求不同^[24]。虽然陕南地区为烤烟种植的生态适宜区,但旬阳较其他 2 个县要更加适合优质烟叶的形成,这可能与旬阳环境条件和日平均温度有关,如彭新辉等^[24]、韦成才等^[25]研究表明环境对烤烟质量存在着重要影响。

4 结 论

1)采用隶属函数法和因子分析法,对陕南的安康旬阳、汉中洋县和商洛洛南 3 个植烟区的烟草上

部和中部叶的化学成分数据进行转化和分析,得到综合得分评价方程: $F = (37.070f_1 + 20.103f_2 + 16.954f_3 + 15.581f_4)/89.708$,其所得结果与业内专家对烟草化学品质的评价基本一致,可见该方法科学、合理,可以对烟叶化学品质进行综合评价。

2)由综合得分看,旬阳县云烟 87 的上部叶为陕南三县主栽烟草品种中化学品质最好的烟叶;从品种来看,旬阳县 K326 化学品质最好;从各县来看,旬阳县 K326 品种化学品质最优,洋县和洛南县都是秦烟 96 化学品质最优;由各县比较来看,旬阳县更有利于烟叶优良化学品质的形成。

[参考文献]

- [1] 王胜男,孙 虎,廖允成,等.氮磷钾配施对陕南烤烟化学成分的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2010,38(2):76-82.
Wang S N,Sun H,Liao Y C,et al. Effect of combined application of N, P and K fertilizers on chemical composition of flue-cured tobacco in south Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed,2010,38(2):76-82. (in Chinese)
- [2] 于建军,闫 鼎,叶贤文,等.重庆地区烤烟主要化学成分与评吸质量分析[J].浙江农业学报,2010,22(5):669-672.
Yu J J,Yan D,Ye X W,et al. Analysis between primary chemical components of flue-cured tobacco and their smoking quality in Chongqing areas [J]. Acta Agriculturae Zhejiangensis,2010,22(5):669-672. (in Chinese)
- [3] 胡建军,马 明,李耀光,等.烟叶主要化学指标与其感官质量的灰色关联分析[J].烟草科技,2001(1):3-7.
Hu J J,Ma M,Li Y G,et al. Grey incidence analysis on the correlation between main chemical components and sensory quality of flue-cured tobacco [J]. Tobacco Science,2001(1):3-7. (in Chinese)
- [4] 王彦亭,谢剑平,李志宏.中国烟草种植区划[M].北京:科学出版社,2009:3-4.
Wang Y T,Xie J P,Li Z H. China's tobacco planting regionalization [M]. Beijing:Science Press,2009:3-4. (in Chinese)
- [5] 郝黎仁,樊 元,郝哲欧,等.SPSS 实习统计分析[M].北京:中国水利水电出版社,2003:304.
Hao L R,Fan Y,Hao Z O,et al. SPSS practice statistical analysis [M]. Beijing:China WaterPower Press,2003:304. (in Chinese)
- [6] 张海英,韩 涛,王有年,等.桃果实品质评价因子的选择[J].农业工程学报,2006,22(8):235-239.
Zhang H Y,Han T,Wang Y N,et al. Selection of factors for evaluating peach(*Prunus persica*) fruit quality [J]. Transactions of the CSAE,2006,22(8):235-239. (in Chinese)
- [7] 马庆华,李永红,梁丽松,等.冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价[J].中国农业科学,2010,43(12):2491-2499.
Ma Q H,Li Y H,Liang L S,et al. Factor analysis and syntheti-

- cal evaluation of the fruit quality of dongzao (*Ziziphus jujuba* Mill. 'Dongzao') advance selections [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(12): 2491-2499. (in Chinese)
- [8] 方 荣, 陈学军, 周坤华. 甘蓝主要农业性状的遗传相关及因子分析 [J]. *江西农业大学学报*, 2011, 33(2): 248-253.
Fang R, Chen X J, Zhou K H. Genetic analysis of main agro-economic traits in cabbage [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2011, 33(2): 248-253. (in Chinese)
- [9] 陆 鑫, 毛 钧, 应雄美, 等. 甘蔗创新种质的因子分析与聚类分析 [J]. *西南农业学报*, 2011, 24(6): 2072-2076.
Lu X, Mao J, Ying X M, et al. Factor and cluster analysis of sugarcane innovation germplasm [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2011, 24(6): 2072-2076. (in Chinese)
- [10] 樊丁宇, 谢 辉, 闫 鹏, 等. 葡萄干品质指标探讨及因子分析 [J]. *西北农业学报*, 2012, 21(3): 137-141.
Fan D Y, Xie H, Yan P, et al. Qualitative indexes and factor analysis of raisin [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2012, 21(3): 137-141. (in Chinese)
- [11] 董高峰, 张 强, 向 明, 等. 楚雄烤烟主要化学成分的因子分析和综合评价 [J]. *云南大学学报: 自然科学版*, 2012, 32(S1): 81-86.
Dong G F, Zhang Q, Xiang M, et al. Factor analysis and comprehensive evaluation of main chemical components in flue-cured tobacco of Chuxiong tobacco-growing area [J]. *Journal of Yunnan University: Natural Sciences*, 2012, 32(S1): 81-86. (in Chinese)
- [12] 于建军, 郭 玮, 毕庆文, 等. 烤烟主要化学成分因子分析和综合评价 [J]. *浙江农业学报*, 2010, 22(2): 244-248.
Yu J J, Guo W, Bi Q W, et al. Factor analysis and comprehensive evaluation of main chemical components in flue-cured tobacco [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2010, 22(2): 244-248. (in Chinese)
- [13] Kurtanjek Z, Horvat D, Magdic D, et al. Factor analysis and modelling for rapid quality assessment of croatian wheat cultivars with different gluten characteristics [J]. *Food Technology and Biotechnology*, 2008, 46(3): 270-277.
- [14] 梁淑敏, 谢瑞芝, 李朝苏, 等. 成都平原不同耕作模式的农田效应研究: II. 土壤综合质量评价 [J]. *中国农业科学*, 2011, 44(4): 738-744.
Liang S M, Xie R Z, Li C S, et al. Effect of tillage systems on fields in Chengdu plain: II. The evaluation of soil quality [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2011, 44(4): 738-744. (in Chinese)
- [15] 于振文. 作物栽培学各论 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 455-458.
Yu Z W. Crop cultivation [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 455-458. (in Chinese)
- [16] 王玉玺, 栗 珂, 韦成才, 等. 陕南优质烤烟气候条件及区域划分的研究 [J]. *陕西气象*, 2001(5): 15-18.
Wang Y X, Li K, Wei C C, et al. High quality flue-cured tobacco in climate conditions and regional classification of research in south of Shaanxi Province [J]. *Journal of Shaanxi Meteorology*, 2001(5): 15-18. (in Chinese)
- [17] 王瑞新. 烟草化学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 170-174, 274-258.
Wang R X. Tobacco chemistry [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 170-174, 274-258. (in Chinese)
- [18] 陈毓荃. 生物化学实验方法和技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 162-174.
Chen Y Q. Biochemistry methods and techniques [M]. Beijing: Science and Technology Press, 2006: 162-174. (in Chinese)
- [19] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 257-271.
Bao S D. Agricultural soil analysis [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005: 257-271. (in Chinese)
- [20] 李永忠, 罗鹏涛. 氯在烟草体内的生理代谢功能及其应用 [M]. *云南农业大学学报*, 1995, 10(1): 57-61.
Li Y Z, Luo P T. Physiologic and metabolic functions of chlorine in tobacco and its application in the production [J]. *Journal of Yunnan Agricultural University*, 1995, 10(1): 57-61. (in Chinese)
- [21] 于建军, 代惠娟, 李爱军, 等. 金攀西烤烟主要化学成分与评吸质量的灰色关联度分析 [J]. *河南农业大学学报*, 2007, 41(6): 605-610.
Yu J J, Dai H J, Li A J, et al. Grey incidence analysis on the correlation between principal chemical components and smoking quality of flue-cured tobacco of Jinpanxi region [J]. *Journal of Henan Agricultural University*, 2007, 41(6): 605-610. (in Chinese)
- [22] 赵 晶, 王连喜, 朱 勇, 等. 云南与福建烤烟 K326 主要化学成分比较分析与分类评价 [J]. *西南农业学报*, 2012, 25(2): 449-454.
Zhao J, Wang L X, Zhu Y, et al. Comparative analysis of main chemical components of flue-cured tobacco K326 and its classification evaluation in Yunnan and Fujian [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 25(2): 449-454. (in Chinese)
- [23] 宋宏伟, 梁子恩, 孙承福, 等. 烤烟不同部位叶片产质指标的变化分析 [J]. *科技资讯*, 2008(15): 236-237.
Song H W, Liang Z E, Sun C F, et al. Different parts of the flue-cured tobacco leaf production quality indexes variation analysis [J]. *Science & Technology Information*, 2008(15): 236-237. (in Chinese)
- [24] 彭新辉, 易建华, 周清明. 气候对烤烟内在质量的影响研究进展 [J]. *中国烟草科学*, 2009, 30(1): 68-72.
Peng X H, Yi J H, Zhou Q M. Advance in effects of climatic conditions on internal quality of flue-cured tobacco [J]. *Chinese Tobacco Science*, 2009, 30(1): 68-72. (in Chinese)
- [25] 韦成才, 马英明, 艾绥龙, 等. 陕南烤烟质量与气候关系研究 [J]. *中国烟草科学*, 2004, 25(3): 38-41.
Wei C C, Ma Y M, Ai S L, et al. The quality of flue-cured tobacco and climate studies [J]. *Chinese Tobacco Science*, 2004, 25(3): 38-41. (in Chinese)