

工业等级烟叶质量的主成分分析和聚类分析评价

王玉胜, 扈强, 梁荣, 左安建, 李旭华, 金保锋, 叶为民 (广东中烟工业有限责任公司, 广东广州 510145)

摘要 [目的] 对不同工业等级的烟叶进行初步质量评价。[方法] 选取总糖、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂气、刺激性、成熟度、身份、油分 10 个烟叶质量指标, 以 SPSS 软件为工具, 运用主成分分析法和 Q 型聚类分析对韶关市始兴县 14 个不同工业等级标准的烟叶质量进行评价。[结果] 分析表明, 按累积贡献率 $\geq 85\%$ 的标准, 筛选出化学成分因子、感官质量因子、烟气成分因子共 3 个主成分, 其对变异的累积贡献率达 95.04%。不同等级的烤烟烟叶的综合评价得分差异明显, 其中 MO1、CF1、MF2 3 个等级烟叶质量得分高于其他等级烟叶, 而 XO2、XF2、XO3 3 个等级烟叶质量得分则低于其他等级烟叶。聚类分析结果表明, 14 个不同等级样品分为 3 类, 其中第 1 类有 CF2、MO2、CO1、MO3、MF2、MF3、CO2、ML2; 第 2 类有 MO1、MF1、CF1, 第 3 类有 XF2、XO3、XF3。[结论] 研究可为工业等级烟叶质量评价提供参考。

关键词 烤烟; 主成分分析; 聚类分析; 工业等级

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)27-09518-02

The Evaluation of Principal Components Analysis and Cluster Analysis on Industrial Grading of Flue-cured Tobacco

WANG Yu-sheng, HU Qiang, LIANG Rong et al (China Tobacco Guangdong Industrial Co. Ltd., Guangzhou, Guangdong 510145)

Abstract [Objective] The quality of different industrial grading tobacco was evaluated. [Method] Selecting 10 tobacco quality indicators, such as total sugar, Shmuck value, ratio of sugar to nicotine, aroma quantity, aroma quality, mixed gas, irritation, maturity degree, identity, oil, using SPSS software as tool, adopting principle component analysis method and Q type cluster analysis, tobacco quality of 14 industrial grading criteria in Shixing County, Shaoguan City was evaluated. [Result] The results showed that three principal components with accumulative contribution rate over 85% were obtained, named chemical component, sensory component and smoke component, their accumulative contribution rate over 95.04%. The comprehensive scores of the flue-cured tobacco leaves were different obviously. The quality evaluation of MO1, CF1, MF2 were better than others; The quality evaluation of XO2, XF2, XO3 were poorer than others. The results of Q cluster analysis showed, these samples were divided into three categories, the first category included CF2, MO2, CO1, MO3, MF2, MF3, CO2, ML2; The second category included MO1, MF1, CF1; The third category included XF2, XO3, XF3. [Conclusion] The study can provide reference for industrial grading tobacco quality evaluation.

Key words Flue-cured tobacco; Principal component analysis; Cluster analysis; Industrial grading

卷烟高端产品的发展需要对烟叶原料进行等级细分, 工业分级已成为高端产品发展的主流, 同时, 工业分级对于满足卷烟产品加工需要, 提高烟叶等级纯度和烤烟原料可用性具有重要意义^[1-2]。工业分级是在烟叶复烤前根据卷烟工业需要, 在不违背烤烟国家分级标准的前提下, 借鉴国内外先进分级标准, 通过引入更切合实际应用的外观识别因子以达到烟叶外观质量和内在品质的最大限度统一^[3-4]。几乎每个烟草卷烟工业企业都会依据自身品牌特性, 选择适合自己工艺特点的烟叶原料, 如红塔集团从 2006 年开始建立烟叶工业分级体系, 2009 年已经由 72 个工业等级发展为 83 个工业等级, 精挑细选后的烟叶原料为红塔集团品牌发展奠定了坚实的基础, 也为其产品结构提升提供了有力的保障。提升产品结构、发展高端产品成为各卷烟品牌发展的首要任务, 而高端的产品对烟叶原料提出了更高的要求, 烟叶工业分级体系的构建, 为这一目标的实现提供了一条有效途径, 如何对工业等级的烟叶进行评价, 更是尤为重要。笔者选取总糖、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂气、刺激性、成熟度、身份、油分 10 个烟叶质量指标, 以 SPSS 软件为工具, 运用主成分分析和聚类分析方法对韶关市始兴县不同工业等级的烟叶进行初步质量评价, 以期能够为工业等级烟叶质量

评价提供帮助。

1 材料与方法

1.1 烟叶样品与指标 试验选取的烟叶样品是不同工业分级标准等级的烟叶样品。该工业等级烟叶是为根据广东中烟的卷烟工业需求而设计的, 其设计原则是: ①满足配方打叶、模块组合加工要求, 满足“双喜”高端品牌对烟叶原料的需求。②简单易操作。③从等级名称上能较直观地反映烟叶的质量情况及使用方向。该烟叶工业等级设计的方法是: ①按“双喜”品牌配方的特点并结合广东中烟每年调入烟叶常用等级将烟叶的部位分为 4 个, 分别是 X(下二棚)、C(中部)、M(上二棚薄叶)、B(上二棚)。②按烟叶基本色分成 4 个组, 分别是 L(柠檬黄)、O(浅橘黄)、F(橘黄/深橘黄)、R(红棕色)。③依据烟叶综合质量, 分 3 个档次: 好(1)、中等(2)、一般(3)。④成熟度分 5 个档次: 非常成熟、成熟、欠熟、过熟、假熟。⑤其他品质因素如油分、色度、加工性能(成丝性等), 使烟叶的内在质量、外观特征都得到较好的体现, 并达到简单易懂, 便于操作的目的。

该试验选取 2012 年广东省韶关市始兴县 14 个不同工业分级标准等级的烟叶样品, 分别是 CF1、CF2、CO1、CO2、MF1、MF2、ML2、MF3、MO1、MO2、MO3、XF2、XO2、XO3。各等级中, 第 1 个字母代表烟叶部位, 第 2 个字母代表烟叶颜色, 数字编号分别代表烟叶综合质量好中差 3 个档次, 3 个质量档次主要是根据成熟度、均匀度、油分、身份、长度、残伤等因子进行综合确定。样品等级由广东中烟专职评级人员按照工业化分级标准进行, 等级合格率达到 85% 以上。每个样

基金项目 广东中烟工业有限责任公司科技项目“基于双喜品牌下粤闽烟叶工业化分级应用研究”。

作者简介 王玉胜(1981-), 男, 河南项城人, 工程师, 硕士, 从事烟叶质量评价和原料检验研究。

收稿日期 2014-08-15

品取 2 kg,用于烟叶外观质量、化学成分、感官质量指标鉴定,选取总糖、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂气、刺激性、成熟度、身份、油分 10 个指标进行分析。其中外观质量的鉴定根据 GB 2635-92 <烤烟> 分级标准^[5],并结合采用专家咨询法;化学成分的测定依据王瑞新等的方法^[6];感官质量评价依据于建军的方法^[3],并结合专家咨询法。

1.2 分析方法 利用 SPSS17.0 软件,采用主成分分析法对分析指标进行了分析,求出特征根和特征向量,选出几个较大的特征根及相应的特征向量,使其累积贡献率达到 90% 以上,使研究的性状数量得到简化,从而得出主成分分析的结果,并运用 SPSS 软件中的 Q 型聚类分析对不同工业等级烟叶进行聚类分析^[7-9]。

2 结果与分析

2.1 工业等级烟叶质量的主成分分析 根据特征值大于 1 的原则^[7-8] 提取了 3 个主成分(表 1),其特征值分别为:4.04、2.91、2.55,各个主成分的方差贡献率分别为 40.44%、29.06%、25.54%,累积贡献率达 95.04%,代表了烟叶质量的 95.04% 的信息。

表 1 3 个主成分的方差以及贡献率

主成分	方差	贡献率//%	累计贡献率//%
1	4.04	40.44	40.44
2	2.91	29.06	69.50
3	2.55	25.54	95.04

表 2 给出的是利用所设定的方差极大法对因子载荷矩阵进行旋转得到的结果,由于主成分其实是原 p 个指标的线性组合,各指标的权数为特征向量;它刻画了各单项指标对

于主成分的重要程度并决定了该主成分的实际意义。

从表 2 中可知,主成分 1 反映了香气质、香气量、杂气、刺激性的作用,因此可作为感官质量因子。主成分 2 反映了糖碱比、施木克值、总糖的作用,因此可作为化学成分因子。主成分 3 反映了成熟度、身份、油分的作用,因此可作为外观质量因子。这 3 个主因子从不同的方面对烤烟烟叶的质量进行了评价,并且其累积贡献率已达到 95.04%。

表 2 主成分载荷矩阵

指标	主成分 1	主成分 2	主成分 3
总糖	0.506	0.849	0.017
施木克值	0.424	0.890	-0.070
糖碱比	0.273	0.934	0.050
香气量	0.896	0.415	0.026
香气质	0.925	0.359	0.005
杂气	0.967	0.239	-0.056
刺激性	0.935	0.327	-0.081
成熟度	-0.077	0.166	0.960
身份	0.172	0.010	0.929
油分	-0.173	-0.171	0.867

以 3 个主因子的贡献率为权重,求加权均值,结合到因子得分函数,对不同工业化分级标准等级的烤烟烟叶质量进行评价。由表 1 可知,3 个主成分因子的权重分别为 0.426、0.306、0.268。因此,依据主成分得分系数,可得出 3 个主成分因子的得分,同时由综合判断公式:

$$F = a_1 \times f_1 + a_2 \times f_2 + a_3 \times f_3$$

式中, a_1 、 a_2 、 a_3 为主成分因子权重值, f_1 、 f_2 、 f_3 为各主成分因子得分, F 为烤烟烟叶质量综合得分。可以得出 14 个不同工业等级的烟叶质量综合得分(表 3)。

表 3 主成分因子得分及排序

等级	f_1	名次	f_2	名次	f_3	名次	F	名次
MO1	0.93	3	1.51	1	-0.13	10	0.82	2
MF1	0.99	2	1.12	2	0.41	4	0.88	1
CF1	0.81	4	0.43	7	0.97	2	0.74	3
ML2	0.31	9	0.59	6	-2.76	14	-0.43	11
CF2	0.75	5	-0.66	11	-0.09	9	0.09	7
MO2	1.03	1	-0.97	13	-0.03	8	0.13	5
CO1	0.42	7	0.05	8	-0.34	12	0.10	6
MO3	-0.68	11	0.60	5	0.31	7	-0.03	9
MF2	0.33	8	-0.77	12	1.38	1	0.28	4
MF3	-0.67	10	0.68	4	0.39	5	0.03	8
XF2	-1.46	12	-0.45	9	0.39	6	-0.65	13
CO2	-1.50	13	0.72	3	0.78	3	-0.21	10
XO2	0.47	6	-2.25	14	-0.20	11	-0.55	12
XO3	-1.73	14	-0.59	10	-1.08	13	-1.21	14

主成分 1 反映了烟叶感官质量方面,因此,不同工业等级烟叶感官质量的高低顺序依次为:MO2、MF1、MO1、CF1、CF2、XO2、CO1、MF2、ML2、MF3、MO3、XF2、CO2、XO3。主成分 2 反映了烟叶化学成分方面,因此,不同工业等级烟叶的化学成分评价高低顺序依次为:MO1、MF1、CO2、MF3、MO3、ML2、CF1、CO1、XF2、XO3、CF2、MF2、MO2、XO2。主成分 3 反映了外观质量评价方面,因此,不同工业等级烟叶外观质量

的高低顺序依次为:MF2、CF1、CO2、MF1、MF2、XF2、MO3、MO2、CF2、MO1、XO2、CO1、XO3、ML2。

综合化学成分,感官质量和外观质量 3 个方面的评价可知,不同工业等级烟叶的质量得分从高到低依次为:MF1、MO1、CF1、MF2、MO2、CO1、CF2、MF3、MO3、CO2、ML2、XO2、XF2、XO3。



图4 最优化配方试验产品

3 结论

目前,国内使用海藻酸钠和羧甲基纤维素钠在添加聚乙二醇-400 的情况下制作胶囊壳的可行性得到了实践的最终论证,同时试验研究也有了成果。目前国内的植物型胶囊生产刚刚起步,国内的生产销售批准文号还在审批过程中,对于国外已经获得市场许可审批,国内只有三四个厂家具有批量生产的能力,所以尽早地将该研究成果进行工业化生产,使植物型胶囊能够获得较大的社会和商业价值^[4-5]。

(上接第 9519 页)

2.2 工业等级烟叶质量的聚类分析 利用统计软件 SPSS17.0 提供的方法进行 Q 型聚类分析,得到的聚类结果见表 4。从表 4 可以看出,第 I 类有 8 个样品,分别有 CF2、MO2、CO1、MO3、MF2、MF3、CO2、ML2,这一类总糖含量、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂气、刺激性、成熟度、身份等指标介于第 2 类和第 3 类之间;第 2 类有 MO1、MF1、CF1 等级,这一类总糖含量、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂

参考文献

- [1] 王柳,张传杰,朱平. 海藻酸钠-羧甲基纤维素钠共混纤维的制备及吸湿性能[J]. 功能高分子学报,2010,23(1):12-23.
- [2] 谢涛,刘汉清,蒋鸣,等. 肠溶胶囊剂的囊壳材料及其制备研究概况[J]. 现代中药研究与实践,2010,24(3):77-80.
- [3] 程超,李伟,汪兴平,等. 葛仙米藻胆蛋白的体外消化特征[J]. 食品科学,2012,33(15):6-9.
- [4] 王小薇. 药物胶囊的前世今生[J]. 科技视野,2012(6):24-26.
- [5] 张良,王燕斐,刘宏生,等. 天然植物高分子药用胶囊的研究与发展[J]. 高分子学报,2013(1):1-10.

气、刺激性、成熟度、身份等指标高于第 1 类和第 3 类的指标;第 3 类有 XF2、XO3、XF3 3 个样品,这一类总糖含量、施木克值、糖碱比、香气量、香气质、杂气、刺激性、成熟度、身份等指标低于第 1 类和第 2 类的指标;油分在这 3 类中差别不明显。根据以上的分类结果,可将这 14 个依据工业化分级标准做成等级样品的烟叶投入打叶复烤车间进行配方打叶加工。

表 4 14 个不同烟叶等级样品聚类结果

类别	等级名称	样品数量	类别特性(指标及其范围)
1	CF2、MO2、CO1、MO3、MF2、MF3、CO2、ML2	8	总糖:19.3%~22.4%;施木克值:1.89~2.55;糖碱比:8.88~11.1;香气量:6.0~6.7;香气质:5.8~6.6;杂气:5.6~6.9;刺激性:6.0~6.8;成熟度:8.0~9.3;身份:7.2~8.4;油分:7.4~9.0
2	MO1、MF1、CF1	3	总糖:23.5%~26.4%;施木克值:2.58~2.84;糖碱比:10.62~13.39;香气量:6.7~7.0;香气质:6.7~7.0;杂气:6.9~7.1;刺激性:6.9~7.1;成熟度:8.1~9.5;身份:7.8~8.6;油分:7.5~7.7
3	XF2、XO3、XF3	3	总糖:14.7%~16.4%;施木克值:1.29~1.74;糖碱比:6.64~9.17;香气量:5.7~6.2;香气质:5.3~6.1;杂气:5.3~6.3;刺激性:5.9~6.4;成熟度:6.6~8.9;身份:6.6~7.8;油分:7.5~8.0

3 结论与讨论

该试验运用主成分分析法对不同工业等级的烟叶样品进行质量评价,结果表明,所选取的 10 个分析指标可归纳为 3 个主成分因子,即化学成分因子、感官质量成分因子、外观质量成分因子,这 3 个主成分对总变异的累积贡献率达 95.04%,基本反映了烤烟烟叶质量的全部信息。由分析结果可知,不同等级的烤烟烟叶的综合评价得分差异明显,其中 MO1、CF1、MF2 3 个等级烟叶质量得分高于其他等级烟叶,而 XO2、XF2、XO3 3 个等级烟叶质量得分则低于其他等级烟叶。因此,通过质量得分评价,对卷烟工业企业如何使用不同等级烟叶提供了参考。

该研究运用 Q 型聚类分析对不同工业等级的烟叶样品进行聚类,将 14 个不同等级样品分为 3 类,其中第 1 类有 CF2、MO2、CO1、MO3、MF2、MF3、CO2、ML2;第 2 类有 MO1、

MF1、CF1,第 3 类有 XF2、XO3、XF3。每类的烟叶质量具有不同的特点,这为不同等级烟叶在配方打叶中的应用提供了依据,也为合理使用烟叶提供了参考。

参考文献

- [1] 倪盛浦. 浅谈打叶复烤生产工艺在我国的推广[J]. 烟草科技,1994(3):2-4.
- [2] 刘垣,李晓红,冯茜.《烟叶打叶复烤工艺规范》与《打叶烟叶质量检验》实施指南[S]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.
- [3] 于建军. 卷烟工艺学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [4] 胡开文. 烟叶打叶复烤工艺与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [5] 中国烟草总公司,郑州烟草研究院. GB 2635-1992 烤烟[S]. 北京:中国标准出版社,1992.
- [6] 王瑞新,韩富根. 烟草化学品质分析[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [7] 张庆利. SPSS 宝典[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
- [8] 余建英,何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [9] 苏勇,刘强,彭黎明,等. 主成分分析和聚类分析在配方模块中的应用[J]. 烟草科技,2005(6):3-5.