

基于层次分析法的鲁产美洲功能型烟叶综合质量评价

严鸿浩¹, 张 帅², 代由庆³, 王笑宇¹, 崔广超¹, 刘利想¹, 徐冰艺¹, 孙明铭^{2*}

¹山东农业大学植物保护学院烟草系, 山东 泰安

²山东中烟工业有限责任公司技术中心, 山东 青岛

³山东中烟工业有限责任公司雪茄运营中心, 山东 济南

收稿日期: 2025年9月10日; 录用日期: 2025年10月20日; 发布日期: 2025年10月27日

摘 要

为解决鲁产美洲功能型烟叶综合质量评价缺乏有效方法的问题, 提高烟叶质量评价的科学性和准确性。利用主成分分析法、专家咨询法等对30个烤烟样品的物理特性、外观质量、常规化学成分协调性及感官质量分别进行综合评价, 同时采用层次分析法构建评价模型, 通过专家打分确定各指标权重, 将各指标联合进行综合评价。结果表明(1) 层次分析法得出物理特性综合得分、外观质量指数、化学可用性指数、感官质量指数权重分别为0.07、0.07、0.25、0.61, 构建的层次分析模型能科学地评价烟叶综合质量; (2) 鲁产美洲功能型中部烟叶物理特性综合得分、外观质量总分、化学可用性指数、感官质量总分高于上部烟叶, 各指标总分高于或接近国内其他优质烟区烟叶, 接近或略低于美国烟叶; (3) 鲁产美洲功能型上部烟叶综合质量与美国、湖南、云南烟区无显著差异, 且显著高于贵州烟区烟叶综合质量; 中部烟叶综合质量与美国及国内其他产区烟叶差异均不显著。综上所述基于层次分析法的鲁产美洲功能型烟叶综合质量已达到美国及国内其他优质烟区烟叶水平, 该评价方法具有科学性和实用性, 可为烟草行业的质量控制和优化提供重要参考, 同时也为其他农产品的质量评价提供了有益的借鉴。

关键词

层次分析法, 鲁产美洲功能型烟叶, 综合质量评价

Evaluation of the Comprehensive Quality of Functional Tobacco in the Americas Produced in Shandong Province Based on Hierarchical Analysis Method

Honghao Yan¹, Shuai Zhang², Youqing Dai³, Xiaoyu Wang¹, Guangchao Cui¹, Lixiang Liu¹, Bingyi Xu¹, Mingming Sun^{2*}

*通讯作者。

文章引用: 严鸿浩, 张帅, 代由庆, 王笑宇, 崔广超, 刘利想, 徐冰艺, 孙明铭. 基于层次分析法的鲁产美洲功能型烟叶综合质量评价[J]. 农业科学, 2025, 15(10): 1247-1256. DOI: 10.12677/hjas.2025.1510157

¹Department of Tobacco, College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong

²Technology Center of Shandong China Tobacco Industry Co., Ltd., Qingdao Shandong

³Cigar Operating Center of Shandong China Tobacco Industrial Co., Ltd., Jinan Shandong

Received: September 10, 2025; accepted: October 20, 2025; published: October 27, 2025

Abstract

In order to solve the problem of the lack of effective methods for the comprehensive quality evaluation of functional tobacco produced in Ruyuan America, and to improve the scientific and accuracy of tobacco quality evaluation. The physical characteristics, appearance quality, coordination of conventional chemical components and sensory quality of 30 roasted tobacco samples were evaluated comprehensively by using principal component analysis and expert consultation, etc. At the same time, an evaluation model was constructed by using hierarchical analysis, and the weights of indicators were determined by expert scoring. The indicators were jointly evaluated comprehensively. The results show that (1) the hierarchical analysis method yields a comprehensive score of physical characteristics, an appearance quality index, a chemical availability index, and a sensory quality index with weights of 0.07, 0.07, 0.25, and 0.61, respectively, and the hierarchical analytical model constructed can scientifically evaluate the comprehensive quality of tobacco; (2) the physical characteristics of the central part of the Ru-produced Americas functional tobacco have a comprehensive score, a total score of appearance quality, and a chemical availability index, The total score of sensory quality is higher than that of the upper tobacco, and the total score of each index is higher than or close to that of other domestic high-quality tobacco areas, and close to or slightly lower than that of the U.S. tobacco; (3) there is no significant difference between the comprehensive quality of the upper tobacco of the American functional type produced in Lu and that of the U.S., Hunan, and Yunnan, and it is significantly higher than the comprehensive quality of the tobacco of Guizhou tobacco area; and the difference of the comprehensive quality of the central tobacco and that of the tobacco in the U.S. and other domestic production areas is not significant. To sum up, the comprehensive quality of the American functional tobacco produced in Lu based on the hierarchical analysis method has reached the level of the United States and other domestic high-quality tobacco areas, and the evaluation method is scientific and practical, which can provide an important reference for the quality control and optimization of the tobacco industry, and also provides a useful reference for the quality evaluation of other agricultural products.

Keywords

Hierarchical Analysis, Functional American Tobacco Produced in Shandong, Comprehensive Quality Evaluation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

优质烟叶原料是确保卷烟质量的关键因素,提高优质烟叶的原料供给是推动卷烟发展的重要动力[1]。随着行业不断发展,大品牌的扩张,对国外优质烟叶的需求也在不断增加。但近几年来国外优质烟叶产量和质量不断下降,已无法满足中国卷烟工业的需求,如何利用本国优质烟叶替代国外优质烟叶是行业需要解决的重要问题[2][3]。鲁产美洲功能型烟叶是在对标美洲生态位条件下,选择山东适宜地区,配套

关键栽培技术,旨在替代进口优质烟叶而生产的特色烟叶。

烟草是一种重要的经济作物,烤后烟叶的质量对烟叶生产及工业卷烟产品有着重要的意义[4]。烟叶的质量主要包括物理特性、外观质量、化学成分、感官质量等方面[5]。过去的研究往往仅从物理特性[6]、外观质量[7]、感官质量[8]、化学成分[9]等烟叶质量的某个方面进行分析评价,较少对烟叶质量做出综合评价;但为得到更全面准确的分析结果,对烟叶质量进行评价时不仅需要单个方面进行质量分析,同时应结合多个方面进行综合质量评价[10]。

对烟叶质量评价时,各个指标的权重的确定尤为重要,准确的赋权是获取科学合理评价结果的基础。目前权重的确定可采用客观法和主观法,前者通过对指标原始数据进行统计处理并对各指标进行赋权,这只能反映客观数据信息,无法反映烟叶不同质量方面对烟叶综合质量的重要性大小,如主成分分析法[11]、熵权法[12];后者通过人为主观对各评价指标重要性进行赋权,会受到评价人员知识、经验、偏好等主观因素的影响,比如层次分析法和专家评分法。烟叶不同质量方面权重是否合理,主要通过对烟叶综合质量重要性大小来判断,具有一定的主观性,应选择主观法进行赋权。本研究基于层次分析法,以物理特性、外观质量、化学成分、感官质量为评价指标,对鲁产美洲功能型特色烟叶及国内外优质烟叶进行综合质量综合评价并对比分析,找到其与国内外优质烟叶的差异性和相似性,以期实现替代国外优质烟叶原料,为解决烟叶原料供给矛盾提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 样品的采集

选取 2023 年山东潍坊、临沂、淄博示范烟区鲁产美洲功能型烟叶各自代表性烤烟品种 NC55、云烟 87、KRK26,按 C3F 和 B2F 等级样品进行取样,同期分别选取美国,云南大理(红花大金元)、贵州遵义(云烟 87)、湖南郴州(云烟 87)的 B2F 和 C3F 等级的烟叶样品,作为对比样品。每个等级样品重量 8kg,在产区完成取样,统一运送至潍坊复烤厂,用于外观质量,化学成分含量的测定和感官质量的评析。各处理均取物理特性检测样品 1 份,每份 30 片烟叶进行物理特性的检测。

2.2. 指标评价方法及数据获取

2.2.1. 烟叶物理特性评价

对烟叶样品进行平衡含水率、含梗率、叶面密度进行指标的测定[13],对各个指标进行量化打分,采用专家咨询法确定各指标权重依次为 0.15、0.4、0.45,利用指数和法计算出烟叶物理特性评价总分[14]。

2.2.2. 烟叶外观质量评价

以颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分、色度作为烤烟外观质量 6 项量化评价指标,根据 GB2635-92《烤烟》分级标准进行量化评定。采用专家咨询法确定 6 项指标权重依次为 0.30、0.25、0.15、0.12、0.10 和 0.08,利用指数和法计算出烟叶外观质量总分。

2.2.3. 烟叶化学成分测定及分析

采用流动分析法对烟碱、总糖、还原糖、总氮、钾、氯等 6 项指标[15]进行测定,同时计算出氮碱比、糖碱比、钾氯比值。根据前人相关研究通过烤烟化学成分可用性指数对烤烟化学成分进行综合评价[9][16],运用模糊数学的隶属度函数模型对数据进行标准化。对不同化学成分指标选择不同类型的隶属度函数,烟叶总糖、还原糖、总氮、氯含量、氮碱比、糖碱比指标采用中间梯形,钾含量指标采用升半梯形函数模型,各隶属函数的拐点值见表 1,计算得到各化学成分指标的主成分权重[11]。

Table 1. Types of affiliation and their inflection point values of chemical composition evaluation indicators
表 1. 化学成分评价指标的隶属度类型及其拐点值

指标	隶属度函数模型	x_1	x_2	x_3	x_4
还原糖/%	中间梯形	10.0	19.0	25.0	30.0
总糖/%		10.0	20.0	28.0	35.0
总氮/%		1.1	1.8	2.0	3.0
烟碱/%		1.0	2.0	2.5	3.5
氯/%		0.1	0.35	0.45	1.0
氮碱比		0.2	0.6	1.0	1.5
钾氯比		2.0	4.0	10.0	15.0
糖碱比		3.0	8.0	13.0	18.0
钾/%	升半梯形	1.0	—	—	1.8

2.2.4. 感官质量评价

对烟叶香气质、香气量、杂气、刺激性、余味等感官质量指标进行评价。具体方法以《YC/T138-1998 烟草及烟草制品》感官质量评价方法为基础，由山东中烟工业有限责任公司组织具有烟草行业感官呼吸鉴定资质的专家 10 人对卷烟样品采用暗评的方式进行评吸评价，制定 9 分制烤烟感官质量指标量化评价方法。采用专家咨询法确定各感官质量指标权重为 0.3、0.3、0.08、0.15、0.17，利用指数和法计算感官质量指数。

2.2.5. 烤烟综合质量评价

采取层次分析法构建烤烟综合质量层次结构模型，将物理特性、外观质量、化学成分、感官质量四个指标作为烤烟综合质量评价体系中的准则层，构建判断矩阵。采用数字 1~9 作为标度进行各指标相对于目标层的重要性的相互比较，经专家打分得到关于准则层的判断矩阵(表 2)，计算得出物理特性、外观质量、化学成分、感官质量权重分别为 0.07、0.07、0.25、0.61。对判断矩阵进行一致性检验得到 $CR = 0.0079 < 0.10$ ，通过一致性检验，认为该排序结果及其所计算的权重结果可接受。烤烟质量综合指数计算公式：

$$O = \sum P_i \times B_i$$

式中： O —烟叶综合质量得分； P_i —第 i 个项目分值； B_i —第 i 个项目的权重。

Table 2. Quasi-level indicator judgment matrix
表 2. 准则层指标判断矩阵

评价因素	物理特性	化学成分	外观质量	感官质量
物理特性指数	1	1/4	1	1/8
化学可用性指数	4	1	4	1/3
外观质量指数	1	1/4	1	1/8
感官质量指数	8	3	8	1

2.3. 统计分析

用 Excel 2010 软件进行数据的基本处理，用 SPSS 22.0 软件进行数据分析及差异显著性检验。

3. 结果

3.1. 烟叶物理特性评价

由图 1 可知，不同产区上部烟叶物理质量总分排序为：美国 > 湖南 > 云南 > 鲁产 > 贵州，其中

鲁产美洲功能型烟叶与国内优质烟叶之间没有显著差异，显著低于美国烟叶；不同产区中部烟叶物理质量总分排序为：美国 > 鲁产 > 湖南 > 云南 > 贵州，其中鲁产美洲功能型烟叶显著高于贵州烟叶，与其他烟区之间差异不显著；不同产区之间上部烟叶和中部烟叶平衡含水率、含梗率均不存在显著差异；鲁产美洲功能型上部烟叶叶片密度为 90.70 g/m²，显著高于美国烟叶，与国内其他优质烟叶相比不存在显著差异；中部烟叶叶片密度为 85.61 g/m²，显著高于美国和国内烟叶。

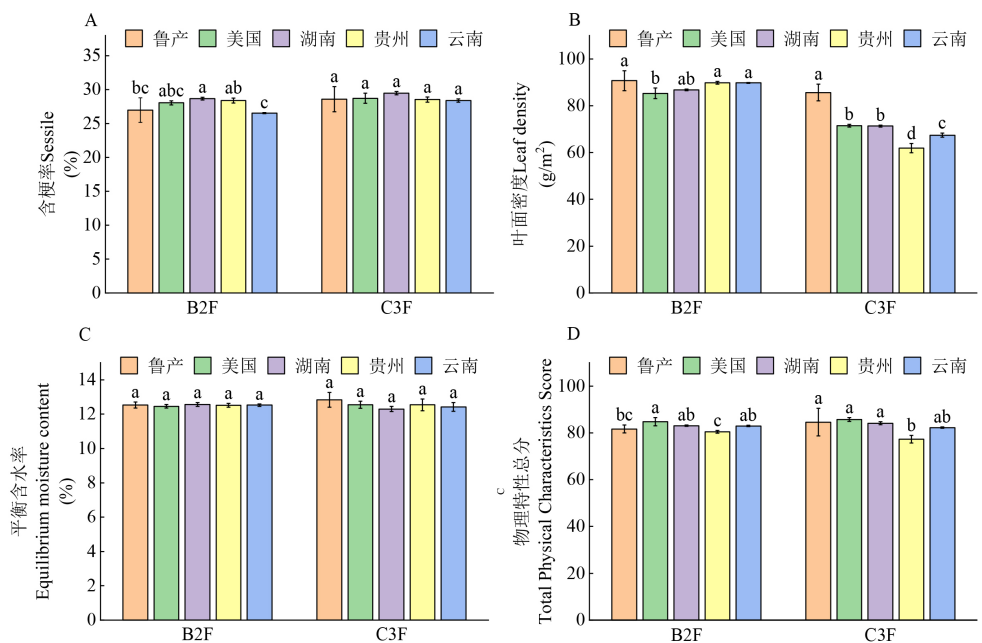
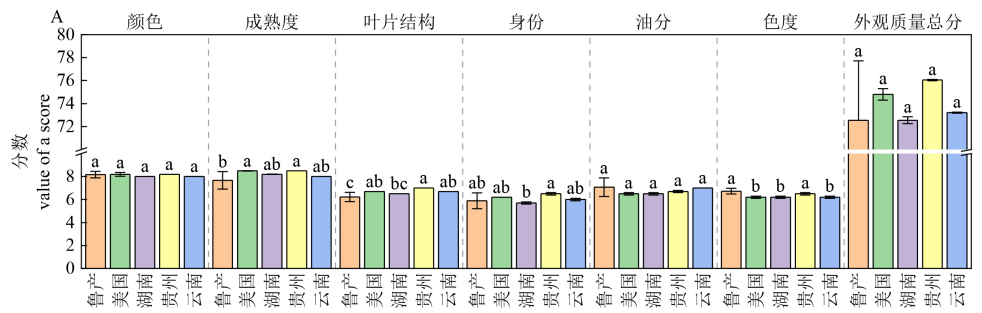


Figure 1. Evaluation of physical quality of tobacco in different production areas
图 1. 不同产区烟叶物理质量评价

3.2. 烟叶外观质量评价

由图 2 可知，不同产区间上部烟叶外观质量总分排序为：贵州 > 美国 > 云南 > 鲁产 = 云南，不同地区之间不存在显著差异；鲁产美洲功能型上部烟叶颜色、成熟度、叶片结构、身份、油分和色度评分均值分别为 8.17 分、7.67 分、6.23 分、5.90 分、7.07 分和 6.73 分，其中颜色、身份和油分与其他烟区相比差异均不显著。不同产区中部烟叶外观质量总分排序为：美国 > 云南 > 贵州 > 鲁产 > 湖南，鲁产美洲功能型中部烟叶外观质量总分为 77.64 分，显著低于美国和云南，显著高于湖南，与贵州烟区差异不显著；鲁产美洲功能型中部烟叶除颜色和成熟度显著低于美国烟叶外，其他指标与美国烟叶无显著差异，与国内其他优质烟叶相比，各指标均不存在显著差异。



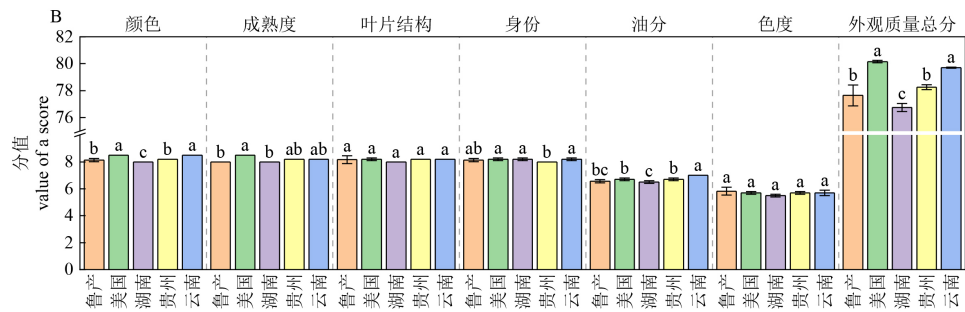


Figure 2. Appearance quality evaluation of (A) Upper tobacco (B) Middle tobacco in different production areas
图 2. 不同产区(A)上部烟叶(B)中部烟叶外观质量评价

3.3. 烟叶化学成分指标

由图 3、图 4 可知，不同产区上部烟叶化学成分总分排序：贵州 > 云南 > 湖南 > 美国，不同地区之间差异不显著。鲁产美洲功能型烟叶上部烟叶钾含量、钾氯比值显著低于美国烟叶，糖碱比显著高于美国烟叶，其他指标与美国烟叶相比不存在显著差异；与国内优质烟叶相比总糖、糖碱比显著低于国内优质烟叶，氮含量、氮碱比值显著低于云南烟叶，其余指标不存在显著差异。不同产区中部叶化学成分总分排序：美国 > 鲁产 > 贵州 > 云南 > 湖南，各烟区之间不存在显著差异。鲁产美洲功能型中部烟叶氮含量、钾含量、钾氯比值显著低于美国烟叶，总糖、还原糖、糖碱比显著高于美国烟叶，其余指标和美国烟叶不存在显著差异。与国内其他优质烟叶相比，氯含量、烟碱含量、氮碱比、钾氯比值均不存在显著差异。

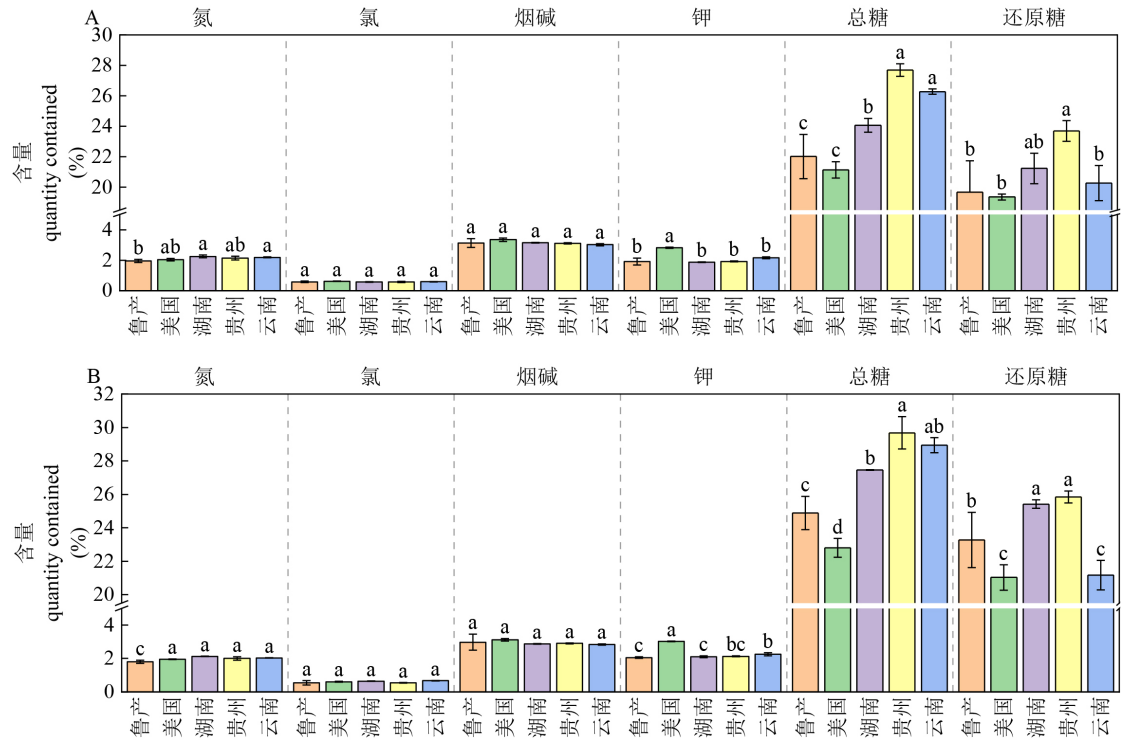


Figure 3. Comparison of conventional chemical index components of (A) Upper tobacco (B) Middle tobacco in different production areas
图 3. 不同产区(A)上部烟叶(B)中部烟叶常规化学指标成分对比

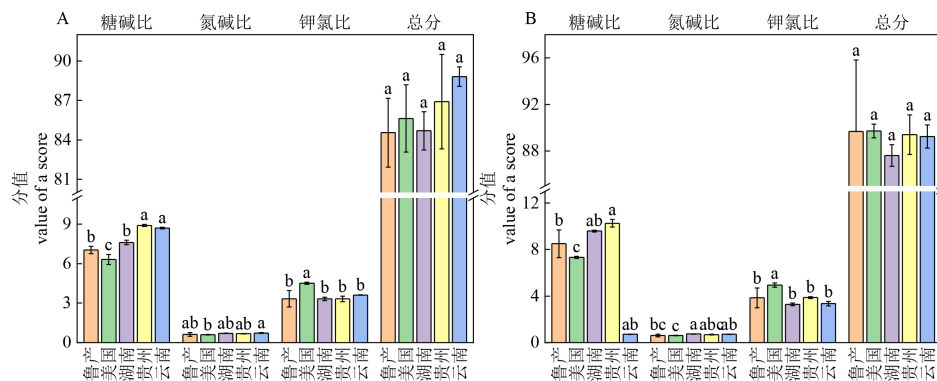


Figure 4. Comparison of chemically derived indexes and chemical availability indexes of (A) upper tobacco (B) middle tobacco in different production areas
图 4. 不同产区(A)上部烟叶(B)中部烟叶化学衍生指标和化学可用性指数比较

3.4. 烟叶感官质量评价

由图 5 和图 6 可知, 不同产区上部烟叶感官质量总分排序为: 鲁产 > 湖南 > 美国 > 云南 > 贵州, 鲁产美洲型功能型上部烟叶综合得分为 69.95, 显著高于云南、贵州烟叶与其他烟区之间不存在显著差异。其中鲁产美洲功能型上部烟叶香气质、杂气、刺激性、余味显著高于贵州烟区, 其余指标与其他烟区差异不显著。不同产区之间中部烟叶感官质量总分排序为: 美国 > 鲁产 > 云南 > 贵州 > 湖南, 鲁产美洲功能型中部烟叶综合得分为 72.68, 与国内优质烟叶无显著差异, 香气质鲁产美洲功能型中部烟叶显著高于国内其他产区烟叶, 余味分值显著低于美国外, 其他指标均不存在显著差异。

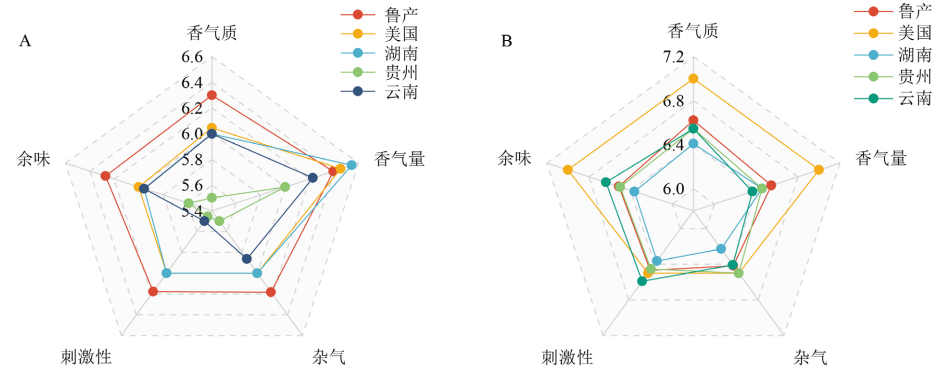


Figure 5. Sensory quality evaluation of (A) Upper tobacco (B) Middle tobacco in different production areas
图 5. 不同产区 (A)上部烟叶(B)中部烟叶感官质量评价

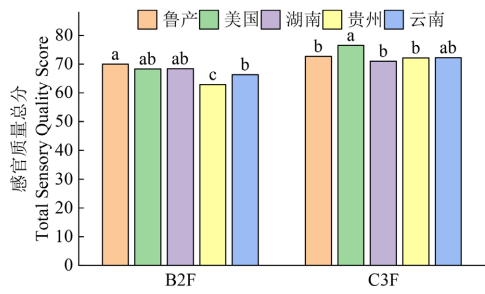


Figure 6. Comparison of total sensory quality scores of tobacco in different regions
图 6. 不同地区烟叶感官质量总分比较

3.5. 烟叶综合质量评价

由图7可知,不同产区上部烟叶综合质量评价总分排序为:鲁产 > 美国 > 湖南 > 云南 > 贵州,中部烟叶综合质量评价总分排序为:美国 > 鲁产 > 云南 > 贵州 > 湖南,其中鲁产美洲功能型上部烟叶综合质量指数最高但与美国及国内产区烟叶之间均无显著差异,中部烟叶虽低于美国烟叶,但同美国和其他国内产区烟叶已无显著差异。

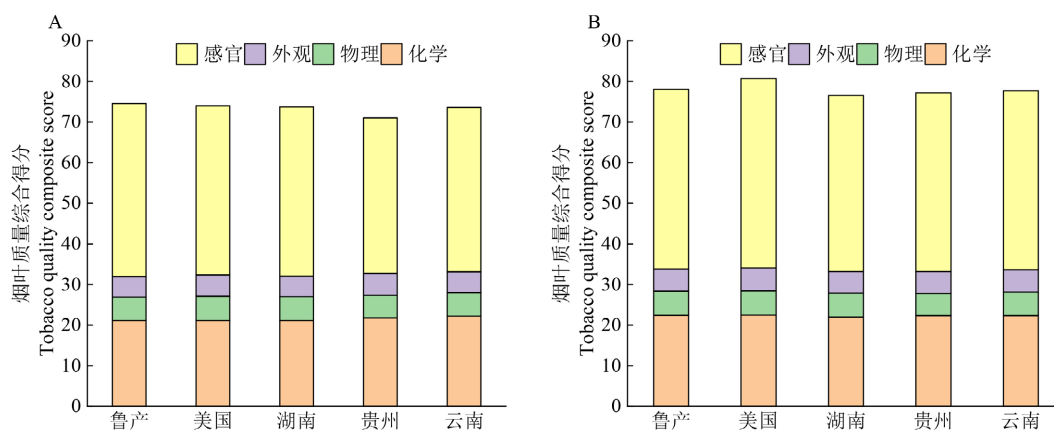


Figure 7. Comparison of quality composite scores of B2F (A) and C3F (B) in the upper and central parts of roasted cigarettes in different production areas

图 7. 不同产区烤烟上部烟叶 B2F (A)和中部烟叶 C3F (B)质量综合得分比较

4. 讨论

本研究选取影响烤烟质量的外观质量,物理特性、化学成分、感官质量四个方面,对烟叶质量进行综合评价,不同烟叶质量方面的权重由行业专家对其重要性的认识打分确定,虽然具有一定的主观性,但采用层次分析法可有效地将主观指标定量化,既吸收了主观的逻辑判断和分析,又发挥客观的精确计算和推演,从而使决策过程更科学、评价结果更可信。基于层次分析法得到各指标的权重系数,其中感官质量权重最大为 0.61,体现了感官评吸质量是烟叶综合质量的核心方面。化学成分是烟叶品质风格质量形成重要基础,其权重为 0.25,相较于外观质量、物理特性更为重要,体现了烟叶化学成分的重要性。基于层次分析法确定各评价指标的综合权重,通过指数和法有效地结合定性定量分析,从全面的角度对鲁产美洲功能型烟叶与国内外优质产区烟叶综合质量进行比较。

本研究综合四个质量方面来看,中部烟叶物理特性总分、化学成分总分,感官质量总分较高,其烟叶综合质量得分较高,与其他产区相比无显著差异;鲁产美洲功能型上部烟叶感官质量总分最高,导致其综合质量得分最高且显著高于遵义烟区烟叶。感官评吸质量烟叶中各种化学成分息息相关。鲁产上部烟叶化学成分总分偏低,其感官质量总分最高。其中鲁产上部烟叶化学成分中钾含量较低、钾氯比值较低,烟碱含量过高,导致其化学成分总分偏低,但其余指标处于适宜的范围这为良好的品质奠定了基础。烟叶中重要的香气前体物在烟叶感官品质和风格特征方面起着重要作用,多酚类物质是烟草中重要的香气物质前体,绿原酸和芸香苷是烟叶中主要的多酚类物质。有研究发现烟草多酚化合物的含量还可能与烟草的品质呈正相关关系[17][18]。巨豆三烯酮 1、二氢猕猴桃内酯、 β -大马酮、氧化异佛尔酮等中性致香成分与烤烟的香气量和香气质呈显著的正相关[19]。廖惠云等研究表明感官评吸总得分排序与致香物质总量变化趋势一致,香气物质含量高,卷烟香气质较好、香气量较足[20][21]。生态因子在烤烟香气物质的形成与积累中具有重要影响,不同生态地区烟叶中重要致香物质存在明显差异[22][23]。简永兴等发

现一些香气物质如巨豆三烯酮、大马酮与烤烟种植海拔呈显著正相关,并改善烟叶的燃吸品质[24]。叶黄素和 β -胡萝卜素降解产物与降雨量及光照强度呈显著正相关[25]。山东烟区具备气候温和、光照充足、土壤类型多样等生态优势,为生产优质烤烟提供了良好的自然条件[26]。而鲁产上部烟叶优异的感官表现很可能源于特定生态条件与栽培措施下,其致香物质的高效合成与积累。

一般认为上部烟叶成熟度对烟叶内在品质形成具有重要影响[27][28]。研究表明我国烤烟烟叶叶面密度 70~90 g/m² 烟叶发育状况较好,烟叶平衡含水率 11%以上烟叶吸湿性能较好,烟叶含梗率越低经济性状越好[29]。烟叶的油分、色度与香气质、香气量、余味、杂气、刺激性呈现显著正相关关系[30]-[32]。钾含量是评价烟草质量好坏的重要指标之一[33],研究表明,叶片结构与钾含量、总糖还原糖存在正相关关系[34]。烟叶的成熟度与钾离子含量、叶片结构呈正相关关系,与叶面密度呈负相关关系[35]。鲁产上部烟叶叶片密度较高,钾离子含量较低。钾含量偏低和叶片密度偏高制约鲁产烟叶品质进一步提升的关键因素。因此,提高烟叶钾含量和调控叶片发育是提升鲁产烟叶质量的关键。在种植过程中,可以在基肥中配施改性生物炭,可利用其多孔结构和阳离子交换量,有效减少钾离子在土壤中的固定和淋失,提高钾肥利用率,研究表明生物炭与钾肥配施能使烤烟上部叶钾含量提升,钾氯比升高[36]。在栽培密度上,适当降低种植密度、优化打顶留叶数,以改善田间通风透光条件,促进烟叶正常成熟和叶片疏松结构。工业上可将钾含量高、燃烧性好的烟叶与鲁产上部烟叶进行配伍,实现优势互补。

5. 结论

本研究通过综合运用主成分分析法、专家咨询法以及层次分析法,通过对物理特性、外观质量、化学成分和感官质量等多个方面进行量化评估实现了烟叶质量的全面评价。研究表明,鲁产美洲功能型烟叶在中部烟叶的质量综合评价表现上优于上部烟叶,与其他烟区之间不存在显著差异。特别是上部烟叶的综合质量最高与其他烟区不存在显著差异,而中部烟叶虽然略低于美国烟叶,但与国内其他烟区相比并无显著差异。该评价方法不仅适用于烟草行业内部的质量控制和提升,也为其他农产品质量评价体系的建立提供了有效的参考模式。

基金项目

山东中烟工业有限责任公司美洲功能型鲁产烟叶特色风格解析和醇化特性研究项目(202302004);山东中烟工业有限责任公司鲁产烟叶质量风格特色生态成因机理解析及应用项目(JL-JS 01 029)。

参考文献

- [1] 姜林灿. 对烟叶原料保障上水平的探讨[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(6): 90-93.
- [2] 陈长清, 王加深, 吉雄, 等. 云南烟叶与津巴布韦烟叶质量比较及其替代研究[J]. 广东农业科学, 2017, 44(6): 20-26.
- [3] 申玉军, 王兵, 张玉海, 等. 国产拟替代进口与津巴布韦烤烟样品外观质量的比较[J]. 烟草科技, 2008(11): 14-18.
- [4] 蔡何青, 吴学巧, 喻奇伟, 等. 不同烤烟品种烟叶产质量综合评价[J]. 特产研究, 2025, 47(2): 6-10.
- [5] 武广鹏, 许跃奇, 李许涛, 等. 豫中烟叶质量评价及其与感官质量的关系研究[J]. 江西农业学报, 2023, 35(9): 1-8.
- [6] 郭建华, 沈建平, 张仕祥, 等. 进口烤烟与我国主产区烤烟烟叶物理特性相似性分析[J]. 中国烟草科学, 2018, 39(1): 91-96.
- [7] 杜薇, 王昌全, 李冰, 等. 优化雷达图法在烤烟上部叶外观质量综合评价中的应用[J]. 中国烟草科学, 2015, 36(1): 24-29.
- [8] 纪铭阳, 张莉, 李少鹏, 等. 基于 TOPSIS 和 GRA 法的不同品种初烤烟感官质量综合评价[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(14): 1-6.
- [9] 蒋佳磊, 陆扬, 苏燕, 等. 我国主要烟叶产区烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. 中国烟草学报, 2017, 23(2): 13-

27.

- [10] 张玺, 谢晋, 梁增发, 等. 基于主成分散点图的西南烟区烤烟质量综合评价[J]. 贵州农业科学, 2023, 51(2): 91-98.
- [11] 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.
- [12] 焦绍赫, 何宽信, 王念磊, 等. 基于熵权模糊综合评价法的江西烤烟感官质量评价[J]. 广东农业科学, 2017, 44(12): 6-11.
- [13] 杨虹琦, 周冀衡, 李永平, 等. 云南不同产区主栽烤烟品种烟叶物理特性的分析[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(6): 30-36.
- [14] 张维理, 谢剑平, 李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [15] 邓小华, 周冀衡, 陈新联, 等. 烟叶质量评价指标间的相关性研究[J]. 中国烟草学报, 2008(2): 1-8.
- [16] 袁文彬, 黄浩, 关罗浩, 等. 会理烟区烤烟质量特征的区域归类研究[J]. 中国农学通报, 2023, 39(22): 96-103.
- [17] 沈建平, 陈乾锦, 李小龙, 等. 烟叶多酚含量的品种间差异及其与感官质量的关系[J]. 中国烟草科学, 2021, 42(4): 73-77.
- [18] 龙章德, 田兆福, 黎新钦, 等. 烟草多酚类化合物对卷烟品质的影响研究[C]//广西烟草学会. 广西烟草学会 2014 年学术年会论文集. 南宁: 广西中烟工业有限责任公司, 2014: 42-45.
- [19] 于建军, 杨寒文, 毕庆文, 等. 烤烟中性致香成分与香气质量的典型相关分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44(2): 72-76, 104.
- [20] 齐奎元, 赵华武, 金江华, 等. 朱砂烟和普通烤烟烟叶酚类物质差异分析[J]. 山东农业科学, 2023, 55(5): 76-83.
- [21] 廖惠云, 甘学文, 陈晶波, 等. 不同产地烤烟复烤烟叶 C3F 致香物质与其感官质量的关系[J]. 烟草科技, 2006(7): 46-50.
- [22] 周淑平, 肖强, 陈叶君, 轩俊锋, 等. 不同生态地区初烤烟叶中重要致香物质的分析[J]. 中国烟草学报, 2004(1): 13-20.
- [23] 武丽, 徐晓燕, 朱小茜, 等. 我国不同生态烟区烤烟的部分化学成分和多酚类物质含量的比较[J]. 华北农学报, 2008(S1): 153-156.
- [24] 简永兴, 董道竹, 李连利, 等. 种植海拔对烤烟中性挥发性香气物质及燃吸品质的影响[J]. 烟草科技, 2009(9): 43-46.
- [25] 高晋军, 李敏, 关罗浩, 等. 云南保山初烤烟致香成分与生态因子的相关性研究[J]. 江西农业学报, 2022, 34(4): 180-185.
- [26] 周翔. 山东烟区生态因子与烟叶品质的关系[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2008.
- [27] 张小利, 汤朝起, 王平, 等. 河南初烤烟叶外观性状与内在品质的关系研究[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(1): 80-83.
- [28] 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.
- [29] 尹启生, 张艳玲, 薛超群, 等. 中国烤烟主要物理特性及其产区差异[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(4): 33-38.
- [30] 曹景林, 程君奇, 李亚培, 等. 烤烟烟叶外观质量与吸食品质关系的研究进展[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(S2): 320-323.
- [31] 付光明, 高子婷, 贾保顺, 等. 基于综合赋权法的河南不同油分档次烤烟烟叶质量评价[J]. 南方农业学报, 2023, 54(8): 2289-2298.
- [32] 闫洪洋, 闫洪喜, 吉松毅, 等. 河南烤烟外观质量与感官质量的相关性[J]. 烟草科技, 2012(7): 17-23.
- [33] 任杰, 朱峰, 程森, 等. 不同种类钾肥配比比例对烤烟产质量的影响[J]. 中国烟草科学, 2018, 39(4): 58-63.
- [34] 马彩娟, 吴彦辉, 常建伟, 等. 上部烟叶片结构对烟叶品质和可用性的影响[J]. 中国烟草科学, 2019, 40(4): 48-55.
- [35] 蔡宪杰, 王信民, 尹启生. 成熟度与烟叶质量的量化关系研究[J]. 中国烟草学报, 2005(4): 42-46.
- [36] 杨涛, 杨亚腾, 张荣辉, 等. 烟秆生物炭与钾肥配施对烤烟生长与产质量的影响[J]. 贵州农业科学, 2024, 52(10): 36-42.