

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).201903056

不同基因型烤烟农艺性状与质量指标 评价及灰色关联分析*

李迪秦¹, 刘伊芸¹, 胡亚杰², 韦建玉², 杨全柳³, 李强^{1**}

(1. 湖南农业大学农学院, 湖南长沙 410128; 2. 广西中烟工业有限责任公司, 广西南宁 530001;
3. 湖南省烟草公司永州市公司, 湖南永州 425000)

摘要:【目的】探讨不同基因型烤烟主要农艺性状、经济性指标与主要化学成分指标可用性指数间、烟叶外观和感官质量间的相关关系, 为烤烟新品系相关性状指标的选育及推广与应用提供参考。【方法】以 HKDN-2、C81-2-2、K326 和云烟 87 为材料, 在采用模糊理论分析主要化学成分指标可用性指数 (CCUI) 基础上, 运用灰色关联理论分析主要化学成分指标可用性指数、感官及外观质量评价权重得分与主要农艺性状及经济性指标间的灰色关联。【结果】(1) B2F 和 C3F 烟叶外观和感官质量权重总分与不同基因型烤烟主要农艺性状指标间的关联度表现为: 叶宽>叶长>有效叶数>节距>株高>叶面积>茎围; (2) B2F 和 C3F 烟叶 CCUI 与不同基因型烤烟主要农艺性状指标间的关联度表现为: 叶宽>叶长>有效叶数>节距>株高>叶面积>茎围; (3) B2F 外观质量及感官质量权重得分与其单叶重的关联度均高于与 C3F 的关联度; 但 B2F 的 CCUI 与其单叶重的关联度则低于与 C3F 的关联度; (4) 主要经济性指标与 CCUI、烟叶外观和感官质量权重总分间有一定的关联度关系。【结论】不同基因型烤烟主要农艺性状指标、经济性指标与烟叶的 CCUI、外观和感官质量指标评价权重得分间有着重要的相关关系。

关键词: 不同基因型; 烤烟; 性状指标; 灰色关联分析

中图分类号: S 572.01 文献标识码: A 文章编号: 1004-390X (2020) 04-0643-08

Evaluation and Grey Relational Analysis between the Agronomic Characters and Quality Indicators of Different Genotypes Flue-cured Tobacco

LI Diqin¹, LIU Yiyun¹, HU Yajie², WEI Jianyu², YANG Quanliu³, LI Qiang¹

(1. College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

2. Guangxi China Tobacco Industry Co., Ltd., Nanning 530001, China;

3. Yongzhou Tobacco Company of Hunan Province, Yongzhou 425000, China)

Abstract: [Purpose] In order to provide a references on selection of the related traits of the new flue-cured tobacco varieties (lines), and its popularization and application, explore the correlation of the main agronomic and economic traits with the main chemical components usability index (CCUI), weight score of sensory and appearance quality evaluation. [Method] Using HKDN-2, C81-2-2, K326 and Yunyan87 as materials, we analyzed the grey relational grades of CCUI and weight score of

收稿日期: 2019-03-23 修回日期: 2020-04-21 网络首发时间: 2020-07-31 10:08:11

*基金项目: 广西中烟工业有限责任公司科技项目 (201745000034001)。

作者简介: 李迪秦 (1963—), 男, 湖南武冈人, 博士, 教授, 主要从事烟草栽培生理研究。

E-mail: ldqhnd2009@163.com

**通信作者 Corresponding author: 李强 (1982—), 男, 江苏扬州人, 博士, 副教授, 主要从事烟草栽培生理研究。E-mail: zqiangli@126.com

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20200730.0946.001.html>



sensory and appearance quality evaluation with the main agronomic and economic traits of raw tobacco based on the analysis of CCUI by using the fuzzy theory. [**Results**] 1) The correlation degree of the weight score of sensory and appearance quality evaluation of B2F & C3F with main agronomic traits of the different genotypes flue-cured tobacco was shown as leaf width>leaf length>effective leaf number>pitch>plant height>leaf areas>stem girth. 2) The correlation degree of CCUI of B2F & C3F with main agronomic traits of the different genotypes flue-cured tobacco was shown as leaf width>leaf length>effective leaf number>pitch>plant height>leaf areas>stem girth. 3) The correlation grade between the weight score of sensory and appearance quality evaluation of B2F and single leaf weight was high more than that of C3F, and so did CCUI of B2F was lower than that of C3F. 4) There was a certain degree of correlation among the economic traits with CCUI the weight score of sensory and appearance quality evaluation. [**Conclusion**] It has an important correlation of main agronomic and economic traits of the different genotypes flue-cured tobacco with CCUI, the weight score of sensory and appearance quality evaluation.

Keywords: different genotypes; flue-cured tobacco; traits index; grey correlation analysis

灰色理论是一门研究信息部分清楚、部分不清楚,并带有不确定性现象的应用数学学科,其意义在于规避纯粹定性描述法的弊端,通过把问题具体化和量化,在变化规律不明显的情况中找出规律,通过规律去分析事物的变化与发展。20世纪90年代初,人们运用灰色理论,将模糊数学^[1-3]和灰色关联分析^[4-6]开始应用于玉米等其他农作物相关性状关联研究。自此以后,灰色关联分析法在品种选育^[7-8]、生态环境适应性研究^[9]、肥料配方与栽培技术措施^[10-11]等方面得到了广泛的应用。

烟草种质资源是烟叶生产重要的物质基础,影响着烟叶产量和品质及生产经济性^[12],中国是一个烟草种质资源相对较为匮乏的国家^[7,13-15]。作为烟草品种选育重要的参考指标,农艺性状与烟叶产量和品质之间存在着一定的相关关系^[11,16]。探明农艺和经济性状对烟叶质量的影响,对选育优良烤烟新品种(系)具有重要指导意义。

烟叶生产既要追求质量,也得重视产量,通过协调“品种、环境、措施”三者的关系,在提高烟叶产量的基础上进一步提高质量是烟叶生产的最终目标。前人研究表明:在种植密度与留叶数相对固定的基础上,单叶质量、中上等烟比例、株高、茎围、叶面积与产量和产值呈较显著的正相关关系,其中单叶质量对产量的影响最大,达极显著水平^[12,16-17];同时,中上等烟比例和单叶质量对产值有重要影响^[12,18-20];也有学者研究表明:

产量与留叶数、叶长呈显著正相关^[7-8],最大腰叶长与产值关系最密切^[21-22];冯连军等^[21]通过对7个主要农艺、经济性状与产值间灰色关联分析后指出:中上等烟比例、上部叶开片度和株高与产值关系密切;刘国侠等^[17]研究指出:产量和产值均与节距呈显著正相关,而与茎围呈显著负相关;前人通过对农艺性状指标与品质性状指标间的灰色关联分析,指出了影响烟叶品质的相关主要农艺性状为有效叶数和单叶重^[16-17,21]。但系统开展主要农艺性状指标与经济效果性状、主要化学成分指标可用性、烟叶外观和感官质量间,以及经济性状指标与品质质量指标间的相关关联性分析,并以此作为品种选育评价依据的报道极少。

本研究在前人相关研究的基础上,应用灰色关联理论,进一步开展不同基因型烤烟农艺性状指标、经济性状指标与烟叶质量指标间的关联研究,找出影响烟叶质量的主导农艺性状指标,为优质烤烟新品种的选育、栽培及推广应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

2016—2017年,试验在宁远县仁和镇土壤条件较为一致的烟稻轮作植烟田进行。供试土壤有机质 38.43 g/kg、全氮 1.85 g/kg、全磷 0.86 g/kg、全钾 9.88 g/kg、速效氮 156.0 mg/kg、有效磷 14.0 mg/kg、速效钾 125.0 mg/kg、pH 6.5。

供试材料为烤烟新品系 HKDN-2 (来源于 MS101×GK2, 由湖南农业大学提供)、C81-2-2 (来源于湘烟 4 号×K346, 由湖南中烟工业责任有限公司技术中心提供)、K326 (来源于 McNair30×NC95, 由湖南烟草公司提供) 和云烟 87 (来源于 K326×云烟 2 号, 由湖南烟草公司提供)。漂浮育苗, 当年 12 月 20 日播种, 来年 3 月 12 日移栽, 7 月 14 日终采。烟叶成熟采收时, 按照小区编号进行单采单烤, 采用密集式烤房及中温中湿烘烤工艺在同一座烤房烘烤。

1.2 试验设计与处理

本研究参试材料 4 个: 烤烟新品系 HKDN-2、C81-2-2、K326 和云烟 87。每个材料设 3 次重复, 共 12 个小区, 随机区组排列, 小区面积为 39.0 m², 行株距 1.2 m×0.5 m。试验地施烟草专用基肥 0.975 t/hm²、过磷酸钙 0.225 t/hm² 和发酵菜籽饼肥 0.225 t/hm²; 专用追肥 0.450 t/hm², 硫酸钾 0.300 t/hm², 复合肥 (15% N 和 10% P₂O₅) 0.075 t/hm²; 施肥总量纯氮 0.1425 t/hm², [*m* (N) : *m* (P₂O₅) : *m* (K₂O)=1 : 1 : 3], 在移栽时结合浇定根水追施枯草芽孢杆菌微生物菌剂 30 kg/hm² (菌数≥2 亿个/g) 控制根系病害。农事操作同一天完成, 其他栽培管理措施均按照当地优质烟叶生产技术措施进行。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 大田农艺性状记载

打顶后 7 d, 每个小区选择有代表性烟株 10 株, 参照 YC/T 142—2010 (烟草农艺性状调查方法), 记录株高、叶数、茎围、节距、最大叶长和最大叶宽, 并计算最大叶叶面积:

$$\text{叶面积}=\text{长}\times\text{宽}\times 0.6345。$$

1.3.2 经济性状指标测定

每个小区采取单独采烤, 烤后称质量, 由专家按照 GB 2635—1992 (烤烟分级标准) 进行分级, 统计上等烟比例和产量, 按当年烟叶收购价计算均价与产值。分别随机抽取烤后 B2F 和 C3F 烟叶各 100 片, 称其质量, 然后计算烤后烟叶的物理指标单叶质量。

1.3.3 原烟外观质量和感官质量指标评价

随机抽取 B2F 和 C3F 烟叶样品 2.5 kg, 组织相关专家进行烟叶外观质量和感官质量指标的评价。外观质量相关指标的评价方法采用 100 分制, 对成熟度、颜色、光泽、油分、叶片结构和叶片厚度等 6 个指标依次赋予权重 25%、15%、15%、15%、15% 和 15%, 计算权重分数及总分, 总分越高表明外观质量越好^[3-4]。感官质量评价指标包括香气质、香气量、杂气、刺激性、口感、余味、烟气细柔度、燃烧性和灰色, 这些指标依次分别占总分 18%、12%、18%、12%、10%、10%、8%、8% 和 4%, 满分 100 分, 计算各指标权重分数及总分, 总分越高原烟的感官质量越好; 评价指标及标准见表 1。

1.3.4 主要化学成分指标测定

每个材料分别取 B2F 和 C3F 烟叶样品 1.5 kg, 用于主要化学成分指标的测定, 采用 Skalar 公司 (荷兰) 生产的 San⁺ 流动分析仪, 参照 YC/T 159—2002 (烟草及烟草制品水溶性糖测定 连续流动法)、YC/T 160—2002 (烟草及烟草制品总植物碱测定 连续流动法)、YC/T 161—2002 (烟草及烟草制品总氮测定 连续流动法)、YC/T 217—2007 (烟草及烟草制品钾测定 连续流动法) 和 YC/T 162—2002 (烟草及烟草制品氯测定 连续流动

表 1 原烟感官质量评价指标及分值

Tab. 1 Evaluation indexes and scores of sensory quality of tobacco leaves

项目 item	感官质量评分标准及分值 evaluation indexes and scores of sensory quality				
香气质 aroma quality	好 (>15~18)	较好 (>13~15)	尚好 (>9~13)	较差 (>6~9)	差 (≤6)
香气量 aroma volume	充足 (>10~12)	较足 (>8~10)	有 (>6~8)	较少 (>4~6)	淡薄 (≤4)
杂气 quality mixed gas	无 (>15~18)	微有 (>12~15)	有 (>9~12)	较重 (>6~9)	重 (≤6)
刺激性 irritation	无 (>10~12)	微有 (>8~10)	有 (>6~8)	较大 (>4~6)	大 (≤4)
口感 taste	纯净舒适 (>8~10)	较纯净舒适 (>6~8)	尚舒适 (>4~6)	较不舒适 (>2~4)	不舒适 (≤2)
余味 aftertaste	好 (>8~10)	较好 (>6~8)	尚好 (>4~6)	较差 (>2~4)	差 (≤2)
烟气细柔度 gas flexibility	细柔 (>6~8)	较细柔 (>4~6)	尚细柔 (>2~4)	较粗糙 (>0~2)	粗糙 (0)
燃烧性 combustibility	强 (>6~8)	较强 (>4~6)	适中 (>2~4)	较差 (>0~2)	熄火 (0)
灰色 grayness	白 (4)	灰白 (3)	灰 (2)	灰黑 (1)	黑 (0)

法), 测定烟叶总糖、还原糖、烟碱、总氮、钾和氯含量; 并计算总糖/烟碱、氮/碱、钾/氯, 应用模糊分析方法计算烟叶主要化学成分指标可用性指数 (chemical components usability index, CCUI), CCUI 越大, 说明烟叶化学成分指标协调性越好、工业可用性越高^[2-4]。

1.3.5 相关性状指标灰色关联分析

按照灰色系统理论, 主要农艺性状指标、CCUI、外观和感官质量权重总分视为一个灰色系统, 其中, CCUI、外观和感官质量权重总分均设参考数列 X_0 , 主要农艺性状指标为比较序列 X_i (子序列, 株高为 X_1 、有效叶片数为 X_2 、节距为 X_3 、茎围为 X_4 、叶长为 X_5 、叶宽为 X_6 、叶面积为 X_7 和单叶重为 X_8)。经济性状指标、外观质量和感官质量指标评价的权重总分视为一个灰色系统, 其中感官和外观质量均设为参考数列 X_0 , 经济性状指标为比较序列 X_i (子序列, 上等烟比例为 X_1 、均价为 X_2 、产量为 X_3 和产值为 X_4)。上述均由公式 (1) 计算其参考数列与子序列间灰色关联系数:

$$L_{0i}(k) = (\Delta_{\min} + \rho\Delta_{\max}) / [\Delta_{0i}(k) + \rho\Delta_{\max}] \quad (1)$$

式中, $L_{0i}(k)$ 为在 k 时刻母序列 X_0 与子序列 X_i 的关联系数; $\Delta_{0i}(k)$ 表示 k 时刻比较序列的绝对差值, 即 $\Delta_{0i}(k) = |X_0(k) - X_i(k)| (1 \leq i \leq m)$; Δ_{\max} 与 Δ_{\min} 分别表示所有比较序列各个时刻绝对差值中的最大与最小值 (一般取 $\Delta_{\min} = 0$); ρ 为分辨系

数, 取值为 0.5。综合各点的关联系数, 由公式 (2) 求出子序列与母序列的关联度 r_{0i} :

$$r_{0i} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{0i}(k) \quad (2)$$

按照灰色关联分析原则, 灰色关联系数大的数列与参考数列关系最为密切, 灰色关联系数小的数列与参考数列关系为疏远, 建立关联序, 详见朱雪志^[4]和邓小华等^[3]方法。

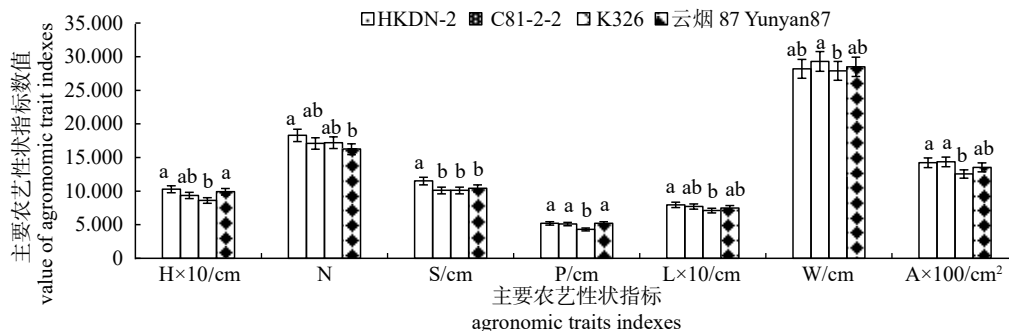
1.4 数据处理

采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 统计软件进行数据处理和相关灰色关联分析。

2 结果与分析

2.1 不同基因型烤烟农艺性状比较

从图 1 可知: 不同基因型烤烟的株高表现为 HKDN-2>云烟 87>C81-2-2>K326, HKDN-2 和云烟 87 显著高于 K326, 其他不同基因型材料间无显著差异; 叶片数表现为 HKDN-2>K326>C81-2-2>云烟 87, HKDN-2 显著高于云烟 87, 其他不同基因型材料间无显著差异; 茎围表现为 HKDN-2 显著大于其他材料, 其余不同基因型材料间无显著差异; 节距表现为 HKDN-2、云烟 87 和 C81-2-2 显著高于 K326; 最大叶叶面积表现为 C81-2-2>HKDN-2>云烟 87>K326, K326 显著小于 C81-2-2 和 HKDN-2。



注: H. 株高; N. 叶片数; S. 茎围; P. 节距; L. 最大叶长; W. 最大叶宽; A. 最大叶叶面积。不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$); 下同。

Note: H. plant height; N. leaf number; S. stem girth; P. pitch; L. Max. of leaf length; W. Max. of leaf width; A. Max. of leaf area. Values followed by different small letters mean significant difference at 0.05 level; the same as below.

图 1 不同品种 (系) 打顶后 7 d 主要农艺性状

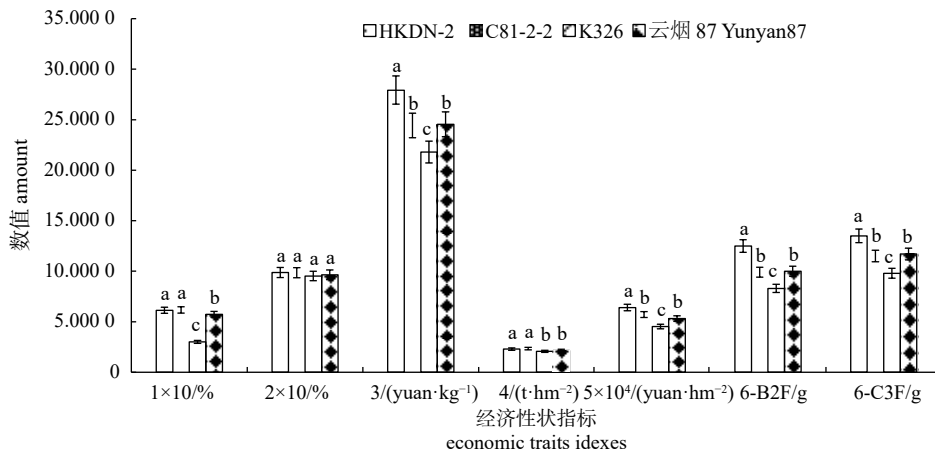
Fig. 1 Agronomic traits of the different varieties (lines) 7 days after topped

2.2 不同基因型烤烟经济性状比较

从图 2 可知: 不同基因型烤烟的上等烟比例表现为 C81-2-2 和 HKDN-2 最高, K326 最低, 除

C81-2-2 和 HKDN-2 之间外, 其他材料间存在显著差异; HKDN-2 均价最高, K326 最低, 除 C81-2-2 和云烟 87 外, 其他材料间存在显著差异; C81-

2-2 和 HKDN-2 的产量显著高于云烟 87 和 K326; 烟叶单叶质量均表现为 HKDN-2 显著高于其他 HKDN-2 的产值显著高于其他材料; B2F 和 C3F 材料。



注: 1. 上等烟比例; 2. 上中等烟比例; 3. 均价; 4. 产量; 5. 产值; 6. 单叶质量。

Note: 1. ratio of superior tobacco leaves; 2. proportion of upper & middle grade tobacco leaves; 3. average price; 4. yield; 5. output value; 6. single leaf weight.

图 2 不同品种 (系) 烟叶主要经济性状指标

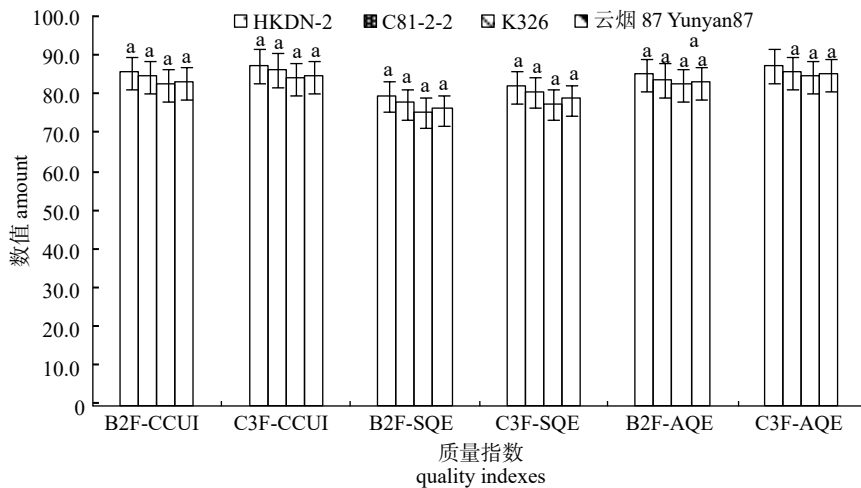
Fig. 2 Economic trait indexes of the different varieties (lines)

2.3 不同基因型烤烟质量指数比较

分, 均表现出 HKDN-2>C81-2-2>云烟 87>K326

从图 3 可知: 不同基因型烤烟的 B2F 和 C3F 烟叶的 CCUI、感官和外观质量指标评价权重总

的规律, 但相互间无显著性差异。



注: SQE. 烟叶感官评价权重总分; AQE. 外观质量评价权重总分。

Note: SQE. sensory evaluation total weighted-score; AQE. appearance quality evaluation total weighted-score.

图 3 不同品种 (系) CCUI、感官和外观质量评价权重总分

Fig. 3 CCUI, sensory and appearance quality evaluation total weighted-score of B2F and C3F of different varieties (lines)

2.4 不同基因型农艺性状与质量指数的灰色关联分析

总分与农艺性状指标间的关联度表现为: 最大叶宽>最大叶长>有效叶数>节距>株高>最大叶叶面

通过对 CCUI、外观和感官质量评价权重总分 (X₀) 与农艺性状指标 X_i 间的灰色关联分析 (表 2) 可知: B2F 和 C3F 烟叶外观和感官质量评价权重

积>茎围>单叶质量。B2F 和 C3F 烟叶 CCUI 与烤烟品种农艺性状指标间的关联度表现为: 最大叶宽>最大叶长>有效叶数>节距>株高>最大叶叶面

表 2 主要农艺性状指标与 CCUI、外观质量间和感官质量权重总分间灰色关联度

Tab. 2 Gray correlation grade among major agronomic traits with CCUI, total weight of appearance quality and sensory quality evaluation weight of B2F and C3F

项目 item	X_0	株高 (X_1) plant height	有效叶数 (X_2) effective leaves	节距 (X_3) pitch	茎围 (X_4) stem girth	叶长 (X_5) leaf length	叶宽 (X_6) leaf width	叶面积 (X_7) leaf areas	单叶质量 (X_8) leaf weight
B2F	CCUI	0.6501	0.7349	0.6801	0.5488	0.7751	0.8034	0.6334	0.4839
	AQE	0.6745	0.7517	0.6865	0.5507	0.7574	0.8024	0.6212	0.5075
	SQE	0.6501	0.7349	0.6806	0.5488	0.7751	0.8034	0.6334	0.2247
C3F	CCUI	0.6405	0.7344	0.6739	0.5346	0.7674	0.7942	0.6351	0.5157
	AQE	0.6679	0.7557	0.6863	0.5541	0.7574	0.7987	0.6216	0.4996
	SQE	0.6403	0.7341	0.6736	0.5346	0.7674	0.7941	0.6351	0.2004

注: SQE. 烟叶感官评价权重总分; AQE. 外观质量评价权重总分。

Note: SQE. sensory evaluation total weighted-score; AQE. appearance quality evaluation total weighted-score.

积>茎围>单叶质量。

依据灰色关联度分析原则, 关联度越大表明比较数列与参考数列的关系更加密切, 其相互影响越大^[9,13]。由此可知: 农艺性状指标中对烟叶外观和感官质量影响最大的是叶宽, 其次是叶长, 而单叶质量的影响最小; 对 CCUI 影响最大的是叶宽, 其次是叶长, 而单叶质量的影响最小。由此进一步表明: 叶片的长度和宽度是影响烟叶外

观和感官质量及烟叶主要化学成分指标可用性指数 (CCUI) 的最重要农艺性状指标。

2.5 不同基因型烤烟经济性状与质量指数间的灰色关联分析

从表 3 可知: 主要经济性状上等烟比例、均价、产量和产值对 CCUI、外观质量权重总分和感官质量权重总分的关联度均表现为产量>均价>产值>上等烟比例。

表 3 主要经济性与 CCUI、外观质量间和感官质量权重总分间灰色关联度

Tab. 3 Gray correlation grade among major economic traits with CCUI, total weight of appearance quality and sensory quality evaluation weight of B2F and C3F

X_0	上等烟比例 (X_1) ratio of superior tobacco leaves	均价 (X_2) average price	产量 (X_3) yield	产值 (X_4) out-put value
B2F-AQE	0.5445	0.8097	0.8592	0.7257
C3F-AQE	0.5434	0.8089	0.8596	0.7250
B2F-SQE	0.5440	0.8012	0.8808	0.7524
C3F-SQE	0.5423	0.7968	0.8752	0.7507
B2F-CCUI	0.5453	0.8057	0.8680	0.7375
C3F-CCUI	0.5437	0.8010	0.8730	0.7388

3 讨论

不同基因型烤烟, 由于其遗传基因的差异^[13-14], 在同一生态区域和相同的栽培技术与管理措施下, 其生长发育及烟叶产质量都会表现出一定的差异性^[23-25]。本研究也同样表明: 在湖南湘南植烟区生态环境条件下, 不同基因型烤烟其农艺性状、经济性状及烟叶的品质均表现出一定的差异性, 其中以 HKDN-2 的各性状指标表现最好。

烤烟农艺性状与烟叶质量关系密切, 其中株高、叶数、叶长、叶宽、叶面积、茎围、节距和单叶质量等农艺性状指标, 既是评价烟叶田间质量重要的形态指标, 也是品种选育的重要指标,

其中叶数和单叶质量是产量构成的重要因素。相关研究表明: 株高、茎围和叶数等与烟叶品质形成呈相关关系^[15,18,21]; 烟叶等级比例、均价及产量直接决定了烟叶产值^[12-13,15]; 已有研究表明: 田间长势长相表现较优的品种, 其产质量较高, 化学成分协调性较好, 烟叶成熟度和油分较好, 烟叶外观和感官质量评价指标得分较高, 但各性状指标的影响程度有差异^[11,26]。本研究结果表明: 叶宽、叶长及有效叶数对烟叶外观和感官质量影响最大, 其关联度位居 7 个主要农艺性状指标的前 3 位; 叶宽、叶长和有效叶数对烟叶 CCUI 影响最大, 其关联度位居 7 个主要农艺性状指标的前 3 位; 但叶面积对 CCUI、外观质量及感官

质量影响处于倒数第二, 而叶面积与叶片的长度和宽度有着密切关联, 这表明叶片的长度和宽度需要一个适宜数量范围, 这为新品种选育及生产上协调好叶长、叶宽和叶面积三者间的关系等提供了依据和参考。

同时, 烟叶经济性状与烟叶质量有一定的联系, 烟叶生产力求产量和质量协同, 在提高产量的前提下要相应提高烟叶质量。已有研究表明: 烟叶外观质量和感官质量与烟叶质量呈正相关关系, 在适宜数值范围内, 指标值越大烟叶质量越好^[3,23]; 烟叶主要化学成分指标与烟叶感官和外观质量密切相关, CCUI 作为烟叶主要化学成分综合评价指标, 其数值越大, 表明烟叶工业可用性越好, 烟叶感官和外观质量越高^[23,27], 烤烟品种经济性状对烟叶质量有一定的影响, 其中产量与质量既紧密联系, 又相互制约^[23-25], 在适宜的生态环境条件和生产水平下, 追求产量的同时, 提高烟叶质量是烟叶生产的终极目标^[10]。本研究通过经济性状与质量指标间的灰色关联分析表明: 4 个参试材料烟叶产量在 2 075.6~2 336.2 kg/hm² 间, 表现出较高产量的同时, 烟叶质量指标也优, 从而表明上述材料在湘南生态环境条件下具有较好的生产潜力。

但由于各性状指标间既相互作用, 又互相影响, 在品种选育、大田栽培和采烤技术措施实施时, 要参照各指标的关联度大小进行综合评价, 不能只考虑单一性状指标间的关联度。

4 结论

本研究表明: CCUI 与烤烟品种主要农艺性状指标存在一定关联性, 其中关联性最紧密的是节距、叶长和叶宽; 与外观和感官质量关联性最紧密的是叶宽和叶长, 且上部烟叶外观和感官质量与单叶质量的关联度高于中部烟叶; 在适宜生态环境条件下, 烟叶生产要兼顾产量和质量, 充分发挥不同基因型烤烟品种的生产潜能。本研究为烤烟新品系相关性状指标的选育及推广应用提供了参考。

[参考文献]

- [1] 李迪秦, 龚湛武, 李玉辉, 等. 复合生物有机肥对烤烟光合生理特性及土壤微生物的影响[J]. 中国农业科技导报, 2017, 19(9): 109. DOI: 10.13304/j.nykjdb.2016.741.
- [2] 李迪秦, 龚湛武, 陈一凡, 等. 不同播种移栽期对烤烟产量与品质影响的多指标模糊评价[J]. 核农学报, 2017, 31(11): 2258. DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2017.11.2258.
- [3] 邓小华, 肖志君, 于庆涛, 等. 田间摘除不适用鲜烟叶对烤烟化学成分影响的多指标模糊分析[J]. 吉林农业大学学报, 2016, 38(4): 391.
- [4] 朱雪志. 稻田春播杂交玉米农艺性状与产量的灰色关联度分析[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(5): 1078. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2009.05.030.
- [5] 刘瑞显, 张国伟, 杨长琴. 基于熵权理论的灰色关联度法在棉花耐盐性评价中的应用[J]. 核农学报, 2017, 3(2): 402. DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2017.02.0402.
- [6] 杨丙钊. 灰色系统理论在烟叶质量评价中的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(4): 1181. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2014.04.066.
- [7] LALITHA D D, LAKSHMINARAYANA R, ATLURI J B. Genetic variability and correlation studies on seed and other quantitative characters in *Nicotiana tabacum* L[J]. Tobacco Research, 2002, 28(2): 90. DOI: 10.0011/2011/728985.
- [8] PANDEYA R S, DIRKS V A, POUSSHINSKY G. Quantitative genetic studies in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*). I. Agronomic characters[J]. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 1983, 25(4): 336. DOI: 10.1139/g83-053.
- [9] 许自成, 黎妍妍, 肖汉乾, 等. 湘南烟区生态因素与烤烟质量的综合评价[J]. 植物生态学报, 2008, 32(1): 226. DOI: 10.3773/j.issn.1005-264x.2008.01.027.
- [10] 朱兴, 赵虎. 安徽省烟草产量影响因子的灰色关联分析[J]. 湖北农业科学, 2012, 51(11): 2242. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2012.11.049.
- [11] 宋志美, 刘乃雁, 王元英, 等. 灰色关联度法在烤烟品种重要性状综合评价中的运用[J]. 中国烟草科学, 2011, 32(2): 17. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2011.02.004.
- [12] 殷英, 张玉, 余祥文, 等. 烤烟主要农艺性状与产量产值的关系研究[J]. 中国烟草科学, 2012, 33(6): 18. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2012.06.004.
- [13] 张兴伟, 冯全福, 杨爱国, 等. 中国烟草种质资源分开发利用情况分析[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(3): 507. DOI: 10.13430/j.cnki.jpgr.2016.03.016.
- [14] 杨志晓, 王轶, 刘红峰, 等. 我国主栽烤烟品种亲缘关系及育种[J]. 中国烟草学报, 2013, 19(2): 34. DOI: 10.3969/j.issn.1004-5708.2013.02.007.
- [15] 王国平, 周东洁, 牛永志, 等. 中国烟草种质资源创新研究进展[J]. 种子, 2017, 36(12): 44. DOI: 10.16590/j.cnki.1001-4705.2017.12.044.
- [16] 徐兴阳, 欧阳进, 张俊文, 等. 烤烟品种数量性状与烟叶产量和产值灰色关联度分析[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(2): 23. DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2008.02.011.
- [17] 刘国侠, 冉法芬, 李云, 等. 皖南地区不同烤烟种质产量产值与农艺性状的相关析[J]. 科技通报, 2018, 34(2):

46. DOI: [10.13774/j.cnki.kjtb.2018.02.011](https://doi.org/10.13774/j.cnki.kjtb.2018.02.011).
- [18] 邓小华, 周冀衡, 李晓忠, 等. 烤烟质量与焦油量的灰色关联分析[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(6): 850. DOI: [10.13836/j.jjau.2006186](https://doi.org/10.13836/j.jjau.2006186).
- [19] 马金星, 剡转转, 张吉宇, 等. 20 份新疆紫花苜蓿种质 RAPD 和 ISSR 遗传多样性分析[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2018, 33(4): 577. DOI: [10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201801021](https://doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201801021).
- [20] 谭仲夏, 秦西云. 烟叶主要化学指标与其感官质量的灰色关联分析[J]. 广西民族大学学报(自然科学版), 2008, 14(4): 67. DOI: [10.16177/j.cnki.gxmzzk.2008.04.020](https://doi.org/10.16177/j.cnki.gxmzzk.2008.04.020).
- [21] 冯连军, 朱列书, 杨亚, 等. 烤烟新品种主要数量性状与产量产值的灰色关联分析[J]. 作物研究, 2011, 25(1): 47. DOI: [10.3969/j.issn.1001-5280.2011.01.15](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-5280.2011.01.15).
- [22] 周风云, 李伯群, 余国东, 等. 小麦新品种渝麦 13 号丰产性、稳产性及适应性分析[J]. 西南农业学报, 2013, 26(3): 894. DOI: [10.16213/j.cnki.scjas.2013.03.049](https://doi.org/10.16213/j.cnki.scjas.2013.03.049).
- [23] 胡静, 杨秋云, 严宁, 等. 环境和遗传对烟草叶片结构的影响[J]. 植物分类与资源学报, 2014, 36(1): 70. DOI: [10.7677/ynzwyj201413059](https://doi.org/10.7677/ynzwyj201413059).
- [24] 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, 2010.
- [25] 王忠平, 罗应坤, 张晓平, 等. 不同有机—无机复合配施对烤烟产质量的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2011, 26(S2): 70. DOI: [10.3969/j.issn.1004-390X\(n\).2011.z2.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-390X(n).2011.z2.012).
- [26] 王正旭, 刘魁, 姚江美, 等. 基于灰色关联分析的津巴布韦烤烟品种综合性状评价[J]. 中国烟草科学, 2017, 38(4): 92. DOI: [10.13496/j.issn.1007-5119.2017.04.015](https://doi.org/10.13496/j.issn.1007-5119.2017.04.015).
- [27] 李伟, 邓小华, 周清明, 等. 基于模糊数学和 GIS 的湖南浓香型烤烟化学成分综合评价[J]. 核农学报, 2015, 29(5): 946. DOI: [10.11869/j.issn.100-8551.2015.05.0946](https://doi.org/10.11869/j.issn.100-8551.2015.05.0946).

责任编辑: 何承刚

(上接第 580 页)

- [9] MALIRO M F A, GUWELA V F, NYAIKA J, et al. Preliminary studies of the performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes under irrigated and rainfed conditions of Central Malawi[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2017, 8: 277. DOI: [10.3389/fpls.2017.00227](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00227).
- [10] MARMOUZI I, MADANI N E, CHARROUF Z, et al. Proximate analysis, fatty acids and mineral composition of processed Moroccan *Chenopodium quinoa* Willd. and antioxidant properties according to the polarity[J]. *Phytothérapie*, 2015, 13(2): 110. DOI: [10.1007/s10298-015-0931-5](https://doi.org/10.1007/s10298-015-0931-5).
- [11] BAZILE D, BERTERO H D, NIETO C, et al. State of the art report on quinoa around the world in 2013[J]. *Cirad*, 2015: 131. DOI: [10.1364/OE.20.000663](https://doi.org/10.1364/OE.20.000663).
- [12] 王正友, 赵伟. 联合国粮农组织: 2012 年全球粮食展望[J]. 中国粮食经济, 2012(8): 36. DOI: [10.3969/j.issn.1007-4821.2012.08.033](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-4821.2012.08.033).
- [13] 蒋云, 杰布, 唐力为, 等. 四川藜麦种植前景分析[J]. 四川农业科技, 2019(2): 47. DOI: [10.3969/j.issn.1004-1028.2019.02.024](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-1028.2019.02.024).
- [14] 俞涵译, 蒋玉蓉, 毛泽阳, 等. 藜麦愈伤组织诱导体系优化研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 26. DOI: [10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.008](https://doi.org/10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.008).
- [15] 郭晓凤. 试论藜麦的推广前景及栽培技术[J]. 现代农业, 2015(2): 61. DOI: [10.3969/j.issn.1008-0708.2015.02.045](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0708.2015.02.045).
- [16] 张婷婷, 吴恩凯, 龚加顺. 香格里拉藜麦品质成分分析[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(24): 147. DOI: [10.3969/j.issn.1005-6521.2017.24.029](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-6521.2017.24.029).
- [17] 王艳青, 李春花, 卢文洁, 等. 135 份国外藜麦种质主要农艺性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2018, 19(5): 887. DOI: [10.13430/j.cnki.jpgr.20171226003](https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20171226003).
- [18] 黄杰, 刘文瑜, 吕玮, 等. 38 份藜麦种质资源农艺性状与产量的关系分析[J]. 甘肃农业科技, 2018(12): 72. DOI: [10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.12.022).
- [19] 宋娇, 姚有华, 刘洋, 等. 6 个藜麦品种(系)农艺性状的主成分分析[J]. 青海大学学报(自然科学版), 2017, 35(6): 6. DOI: [10.13901/j.cnki.qhwxzbk.2017.06.002](https://doi.org/10.13901/j.cnki.qhwxzbk.2017.06.002).
- [20] 陈庆富. 生物统计学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [21] 龚学臣. 试验统计方法及 SPSS 应用[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [22] 徐天才, 和桂青, 李兆光, 等. 不同海拔藜麦的营养成分差异性研究[J]. 中国农学通报, 2017, 33(17): 129. DOI: [10.11924/j.issn.1000-6850.casb16100121](https://doi.org/10.11924/j.issn.1000-6850.casb16100121).
- [23] 魏玉明, 黄杰, 顾娴, 等. 甘肃省藜麦产业现状及发展思路[J]. 作物杂志, 2016(1): 12. DOI: [10.16035/j.issn.1001-7283.2016.01.003](https://doi.org/10.16035/j.issn.1001-7283.2016.01.003).
- [24] 毛浓文, 扎西群措, 张玉, 等. 拉萨藜麦引种及栽培技术[J]. 西藏农业科技, 2018, 39(4): 33. DOI: [10.3969/j.issn.1005-2925.2018.04.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-2925.2018.04.009).
- [25] 郭建芳, 武小平, 丁健. 山西藜麦产业现状及发展对策[J]. 农业科技通讯, 2018(11): 4. DOI: [10.3969/j.issn.1000-6400.2018.11.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-6400.2018.11.001).
- [26] 刘洋, 闫殿海, 张玉清, 等. 青海藜麦的发展现状与发展中存在的问题[J]. 青海农林科技, 2015(4): 31. DOI: [10.3969/j.issn.1004-9967.2015.04.008](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-9967.2015.04.008).
- [27] 奚玉银, 周海涛, 白静. 藜麦新品种介绍[J]. 现代农村科技, 2017(5): 107. DOI: [10.3969/j.issn.1674-5329.2017.05.100](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-5329.2017.05.100).
- [28] BILL F S. Seeds: physiology of development, germination and dormancy (3rd edition)[J]. *Seed Science Research*, 2013, 23(4): 392. DOI: [10.1017/S0960258513000287](https://doi.org/10.1017/S0960258513000287).

责任编辑: 何承刚