

不同产区线椒果实品质差异分析及综合评价

黄云霄, 袁 圆, 王楠艺, 何建文

(贵州省农业科学院辣椒研究所 贵阳 550006)

摘要: 以来自云南砚山县、贵州福泉市、陕西大荔县和河南漯河市 4 个产区的辣研 12 号、黔椒 8 号和线椒 301 三个线椒品种为试材, 测定还原糖、粗脂肪、粗蛋白、粗纤维、氨基酸、辣椒素、二氢辣椒素、辣椒红素含量等 8 个品质指标, 并结合相关性分析、主成分分析等方法进行综合评价。结果表明, 各品质指标受产区影响显著, 变异系数范围为 10.91%~85.42%, 其中辣椒红素产区变异系数最大; 主成分综合得分显示, 辣研 12 号在贵州福泉市以 1.96 分位列第一, 黔椒 8 号在贵州福泉市和陕西大荔县分别以 0.92 分和 0.70 分位居第二、第三位; 产区环境对品质形成具有显著调控作用, 贵州福泉市对辣研 12 号品质优化的效果最为显著。研究结果可为线椒品种区域化选择及优质栽培提供理论依据。

关键词: 线椒; 不同产区; 果实品质; 综合评价

中图分类号: S641.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2025)12-125-07

Analysis and comprehensive evaluation of fruit quality differences of linear chili pepper from different production areas

HUANG Yunxiao, YUAN Yuan, WANG Nanyi, HE Jianwen

(Pepper Research Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang 550006, Guizhou, China)

Abstract: Using three linear pepper varieties, Layan 12, Qianjiao 8, and Xianjiao 301, from four production areas—Yanshan county in Yunnan, Fuquan city in Guizhou, Dali county in Shaanxi, and Luohe city in Henan—as experimental materials, the quality of linear chili pepper varieties was evaluated by measuring eight key indicators: Reducing sugars, crude fat, crude protein, crude fiber, amino acids, capsaicin, dihydrocapsaicin, and capsanthin. A comprehensive evaluation was then performed using correlation analysis and principal component analysis. The results showed that all quality indicators were significantly influenced by production areas, with coefficients of variation ranging from 10.91% to 85.42%, among which capsanthin content exhibited the highest CV. PCA comprehensive scores revealed that Layan 12 in Fuquan city ranked first with a score of 1.96, while Qianjiao 8 in Fuquan city and Dali county secured second and third places with scores of 0.92 and 0.70, respectively. The environmental conditions of production areas significantly regulated quality formation, with Fuquan city demonstrating the most pronounced optimization effect on the quality of Layan 12. These findings provide a theoretical basis for regional selection and high-quality cultivation of linear pepper variety.

Key words: Linear chili pepper; Different production areas; Fruit quality; Comprehensive evaluation

辣椒(*Capsicum annuum* L.)是茄科辣椒属的一年生或多年生植物, 原产于中南美洲的墨西哥、秘鲁等地, 明朝末年传入中国, 已有 400 多年栽培历史, 并在我国广泛种植^[1-3]。作为重要的蔬菜和调味作物, 辣椒在食品加工、药用保健及其他工业领域具有广泛的应用价值^[4-6]。其中, 线椒因果实细长、产量高、口感好、抗性强、耐贮藏等优势, 深受种植

户和消费者的青睐^[7-9]。辣椒果实富含多种营养成分, 不仅赋予其独特的辣味和香气, 还直接影响其市场竞争力。随着消费者对辣椒品质需求的提升, 品种及口感、风味等品质指标已成为推动辣椒产业发展的关键因素。辣椒品质受多种因素的影响, 其主要品质指标包括辣椒素、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维及挥发性风味物质等^[10-11]。不同产区气候、土壤条

收稿日期: 2025-03-17; 修回日期: 2025-05-03

基金项目: 贵州省科技支撑计划项目(黔科合支撑(2022)重点 016 号); 2025 年度贵州省农业科学院青年科技基金项目(黔农科一般基金(2025)47)

作者简介: 黄云霄, 女, 农艺师, 主要从事辣椒病虫害绿色防控及栽培研究。E-mail: 773046241@qq.com

通信作者: 何建文, 男, 研究员, 主要从事辣椒种质资源遗传改良与品质评价研究。E-mail: 569809092@qq.com

件、栽培管理等因素有所差异,会导致辣椒品质的显著变化。彭黎等^[12]研究表明,产区对美国红辣椒的辣椒红素和香味组分影响较大,而品种则是二荆条辣椒素和香味组分的主要影响因素^[13]。尽管已有研究探讨了辣椒品质的区域差异,但针对线椒不同品种在多产区的品质变化仍缺乏系统分析。当前,针对线椒品质的研究仍主要集中在单一品种或单一区域,缺乏多品种、多产区的综合比较。鉴于此,笔者选取种植在 4 个不同产区的 3 个线椒品种为研究对象,采用相关性分析、主成分分析等方法对各产区线椒的品质指标进行系统评价,从而揭示辣椒品质的多维特征,以期为辣椒产业的优质品种筛选和市场定位提供理论支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试的 3 个辣椒品种均为线椒类型,其中辣研 12 号、黔椒 8 号来源于贵州省农业科学院辣椒研究所,线椒 301 由贵州省蚕辣缘科技有限公司提供。

1.2 方法

辣椒于 2023 年 3 月上旬在各试验基地采用漂浮盘育苗,4 月 30 日、5 月 18 日、5 月 11 日、5 月 10 日分别在云南砚山县(简称 YNJS)、陕西大荔县(简称 SXDL)、河南漯河市(简称 HNLH)、贵州福泉市(简称 GZFQ)4 个试验地点进行大田定植,田间定植采用随机区组排列,起垄栽培,每垄双行定植,每穴定植 1 株,株行距 35 cm×60 cm,小区面积为 25 m²,每品种定植 40 株,设置 3 次重复。各产区辣椒水肥管理均遵循当地标准化栽培技术规程。试验地均采用滴灌系统,灌溉频率为每周 2 次;云南砚山县基肥以有机肥为主(牛粪 15 t·hm⁻²),追肥分 3 次施用(复合肥 N-P₂O₅-K₂O=15-15-15,总量 600 kg·hm⁻²);贵州福泉市基肥为有机肥(猪粪 12 t·hm⁻²)与复合肥(300 kg·hm⁻²)混合施用,追肥以钾肥为主(K₂O 200 kg·hm⁻²);陕西大荔县基肥为鸡粪 10 t·hm⁻²,追肥分 2 次施用(尿素 300 kg·hm⁻²);河南漯河市基肥为复合肥(N-P₂O₅-K₂O=18-12-20,400 kg·hm⁻²),追肥以磷钾肥为主(K₂O₅ 150 kg·hm⁻²,K₂O 180 kg·hm⁻²)。分别于辣椒红熟期(花后 80 d)采样,每个品种选取长势一致的植株 10 株,采集部位为中间层、大小一致、无病虫害、无损伤的辣椒鲜红果实,液氮速冻,干冰运回贵州省农业科学院辣椒研究所实验室,置于烘箱中 100 ℃杀青 30 min,然后于 55 ℃烘干至恒质量,粉碎后过 40 目筛的辣椒粉用于指标测

定。其中云南砚山县属于亚热带气候,陕西大荔县属于暖温带大陆性季风气候,河南漯河市属于暖湿性季风气候,贵州福泉市属于亚热带季风气候。

参照 GB 5009.7—2016《食品安全国家标准 食品中还原糖的测定》^[14]测定还原糖含量;参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[15]测定粗脂肪含量;参照 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》^[16]的凯氏定氮法测定粗蛋白含量;参照 GB/T 5009.10—2003《植物类食品中粗纤维的测定》^[17]的滤袋法测定粗纤维含量;采用茚三酮显色法测定氨基酸总含量^[18];参照 GB/T 21266—2007《辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法》^[19]测定辣椒素和二氢辣椒素含量;参照 GB/T 22299—2008《辣椒粉 天然着色物质总含量的测定》^[20]测定辣椒红素含量。

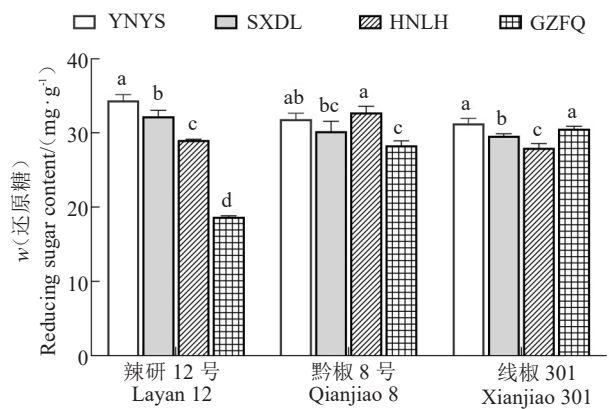
1.3 数据处理

采用 Office 2019 进行数据统计,采用 SPSS 27 进行主成分分析,采用 Origin 2024 进行相关性分析,采用 GraphPad Prism 8 作图。

2 结果与分析

2.1 不同线椒品种果实还原糖含量的产区变化

由图 1 可知,3 个线椒品种在 4 个不同产区的还原糖含量存在差异,其中辣研 12 号在云南砚山县的还原糖含量最高,为 34.39 mg·g⁻¹,在贵州福泉市含量最低,为 18.73 mg·g⁻¹,且在 4 个产区的还原糖含量差异显著;黔椒 8 号的还原糖含量在河南漯



注:不同小写字母表示同一品种的不同产地在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: Different small letters indicate significant difference among different prouuction areas of the same variety at 0.05 level. The same below.

图 1 不同线椒品种还原糖含量的产区差异
Fig. 1 The regional differences of reducing sugar content among different linear chili pepper varieties

河市和贵州福泉市差异显著,分别为 32.79、28.32 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;线椒 301 在云南砚山县、贵州福泉市的还原糖含量差异不显著,但二者均显著高于陕西大荔县和河南漯河市,河南漯河市的还原糖含量最低,显著低于其他 3 个产区。

2.2 不同线椒品种果实粗脂肪含量的产区变化

由图 2 可知,黔椒 8 号在陕西大荔县的粗脂肪含量最高,为 12.55%;线椒 301 在贵州福泉市最低,仅为 5.06%。辣研 12 号的粗脂肪含量在云南砚山县、河南漯河市、贵州福泉市差异不显著,在陕西大荔县显著低于其他 3 个产区;线椒 301 的粗脂肪含量在云南砚山县与河南漯河市、陕西大荔县差异不显著,但显著高于贵州福泉市。

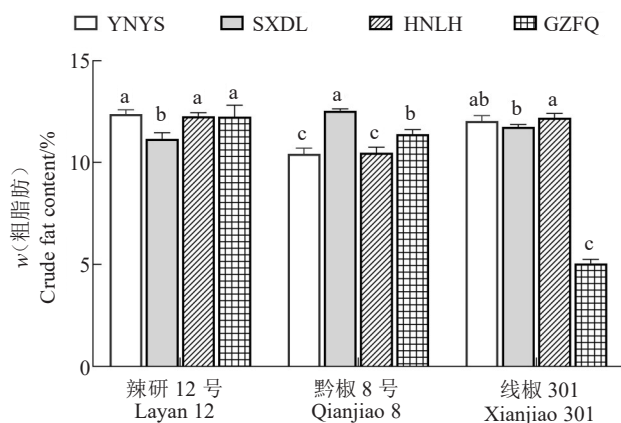


图 2 不同线椒品种粗脂肪含量的产区差异

Fig. 2 The regional differences of crude fat content among different linear chili pepper varieties

2.3 不同线椒品种果实粗蛋白含量的产区变化

由图 3 可知,3 个线椒品种中线椒 301 在河南漯河市粗蛋白含量最高,达到 13.35%;黔椒 8 号在

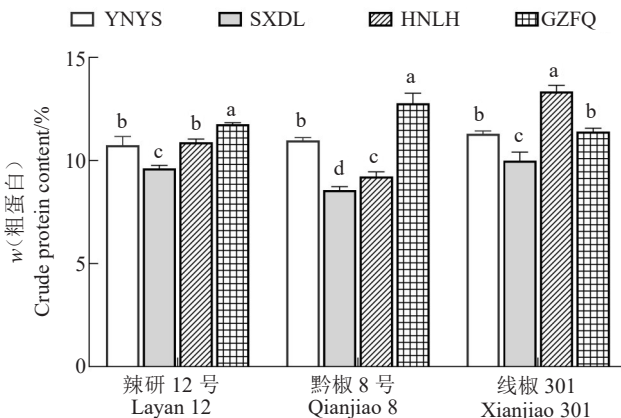


图 3 不同线椒品种粗蛋白含量的产区差异

Fig. 3 The regional differences of crude protein content among different linear chili pepper varieties

陕西大荔县含量最低,为 8.56%。辣研 12 号在 4 个产区的含量在 9.61%~11.77%,其中在贵州福泉市含量最高,显著高于其他 3 个产区;黔椒 8 号在 4 个产区的含量差异显著,在贵州福泉市最高,为 12.77%;线椒 301 在河南漯河市的含量显著高于其他 3 个产区。

2.4 不同线椒品种果实粗纤维含量的产区变化

由图 4 可知,辣研 12 号、黔椒 8 号、线椒 301 在贵州福泉市的粗纤维含量均显著高于其他 3 个产区,分别为 26.01%、23.69%、23.81%。辣研 12 号在云南砚山县、陕西大荔县、河南漯河市的含量在 18.75%~19.78%,三者差异不显著;黔椒 8 号在云南砚山县、陕西大荔县含量差异不显著,但均显著高于河南漯河市;线椒 301 在 4 个产区的含量差异显著,在 18.30%~23.81%。

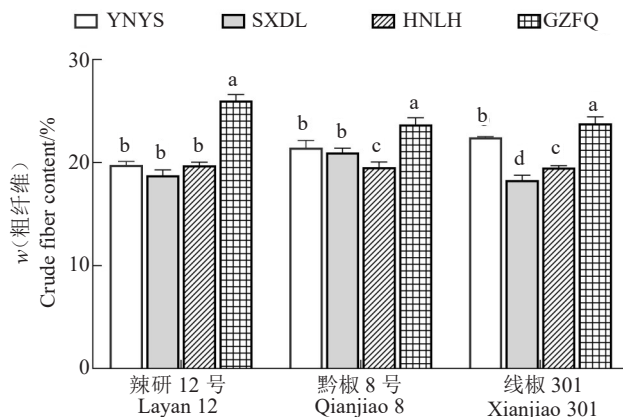


图 4 不同线椒品种粗纤维含量的产区差异

Fig. 4 The regional differences of crude fiber content among different linear chili pepper varieties

2.5 不同线椒品种果实总氨基酸含量的产区变化

由图 5 可知,辣研 12 号和黔椒 8 号在 4 个产

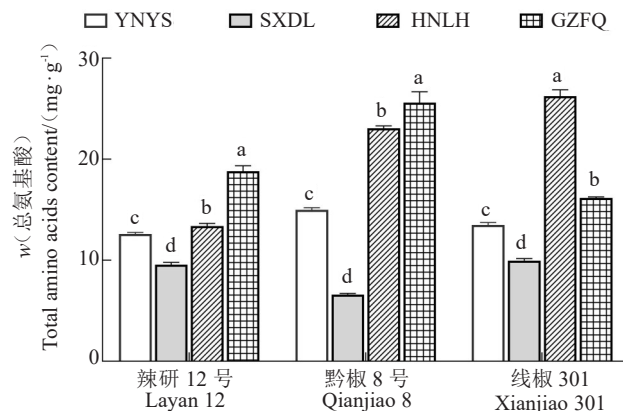


图 5 不同线椒品种氨基酸总含量的产区差异

Fig. 5 The regional differences of total amino acid content among different linear chili pepper varieties

区的总氨基酸含量变化趋势一致,且各产区差异显著,含量从高到低依次为贵州福泉市>河南漯河市>云南砚山县>陕西大荔县;在贵州福泉市的含量最高,分别为18.82、25.58 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;在陕西大荔县含量最低,分别为9.55、6.60 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。线椒301在河南漯河市的含量最高,为26.24 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,且显著高于其他3个产区。

2.6 不同线椒品种果实辣椒素、二氢辣椒素含量的产区变化

由图6、图7可知,辣研12号在贵州福泉市的辣椒素和二氢辣椒素含量最高,分别为1.93、0.95 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$;在云南砚山县含量最低,分别为0.39、0.12 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。黔椒8号的辣椒素含量在陕西大荔县最高,为1.74 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著高于其他3个产区,在河南漯河市含量最低,为0.66 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,显著低于其他3个产区;而二氢辣椒素含量在4个产区存在显著差异,在贵州福泉市含量最高,为0.88 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,在河南漯河市含量最低,为0.23 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。线椒301在4个产区的辣椒素、二氢辣椒素含量变化趋势一致,且差异显著,在陕西大荔县含量最高,分别为1.40、0.88 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$,

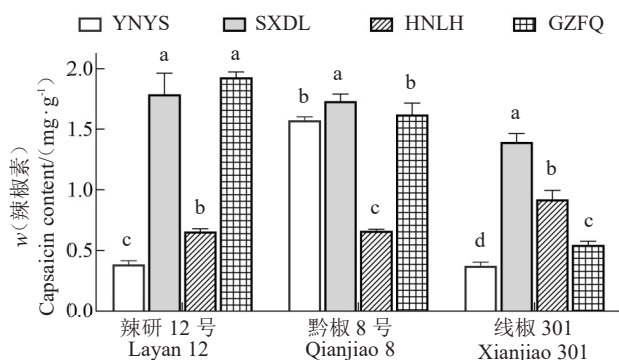


图6 不同线椒品种辣椒素含量的产区差异
Fig. 6 The regional differences of capsaicin content among different linear chili pepper varieties

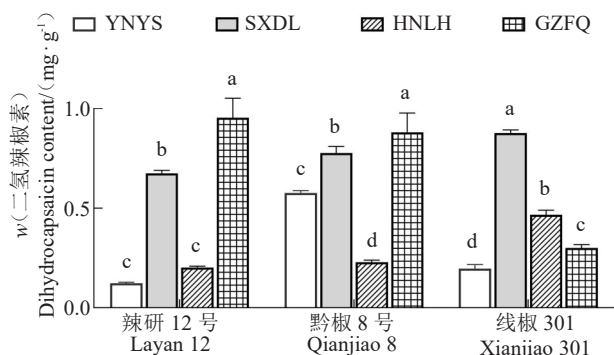


图7 不同线椒品种二氢辣椒素含量的产区差异
Fig. 7 The regional differences of dihydrocapsaicin content among different linear chili pepper varieties

在云南砚山县含量最低,分别为0.37、0.20 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

2.7 不同线椒品种果实辣椒红素含量的产区变化

由图8可知,辣研12号在4个产区的辣椒红素含量差异显著,在河南漯河市含量最高,为57.35 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$;在陕西大荔县含量最低,为3.64 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。黔椒8号、线椒301在4个产区的辣椒红素含量差异显著,黔椒8号在贵州福泉市含量最高,为98.88 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,河南漯河市次之,为67.84 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$;线椒301的辣椒红素含量在5.67~68.81 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,其中在河南漯河市含量最高,在云南砚山县含量最低。

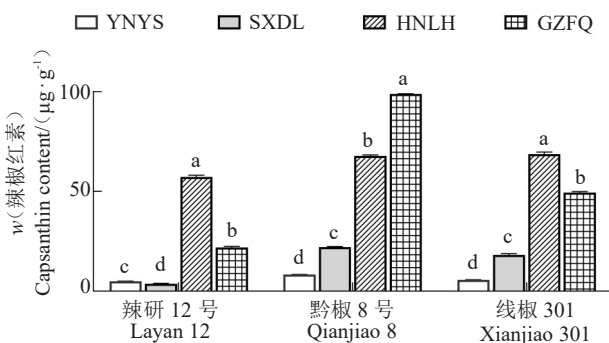


图8 不同线椒品种辣椒红素含量的产区差异

Fig. 8 The regional differences of capsaanthin content among different linear chili pepper varieties

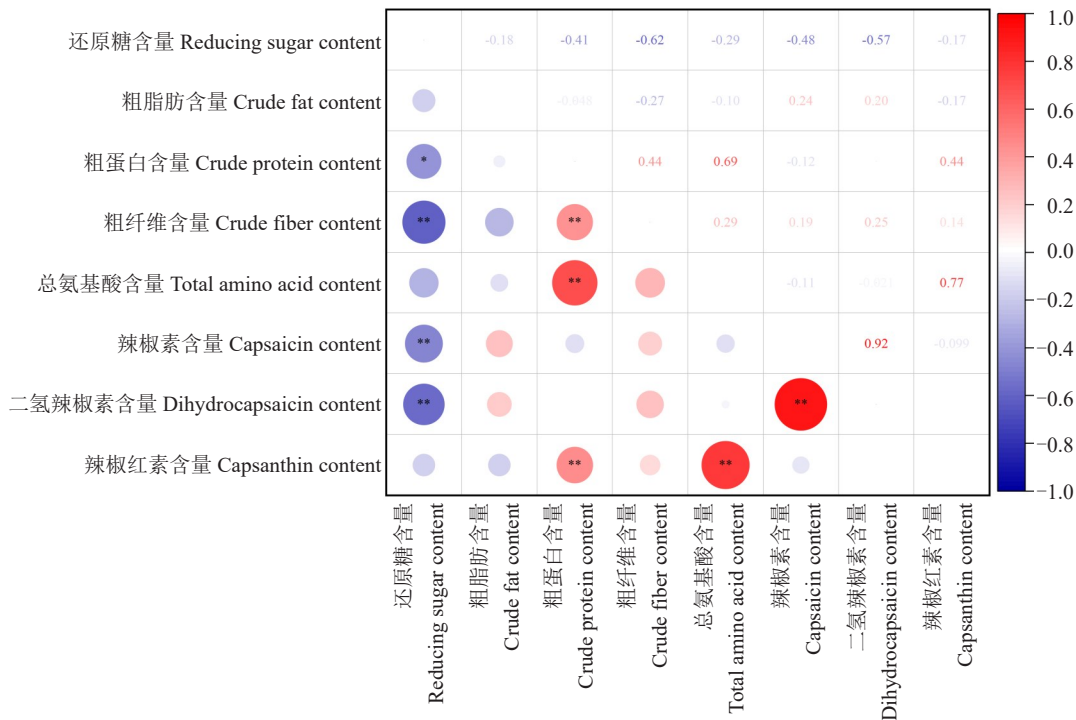
2.8 不同品种辣椒品质的产区变异系数

线椒品种的产区间变异系数越大,说明线椒品质受产区的影响越大。由表1可知,3个线椒品种8个品质指标的变异系数范围为10.91%~85.42%,其中辣椒红素含量变异系数最大,其次为辣椒素含量、二氢辣椒素含量,变异系数分别为50.44%、57.69%;还原糖含量、粗脂肪含量、粗蛋白含量、粗纤维含量变异系数均小于20%,其中粗纤维含量的变异系数最小,为10.91%。

2.9 不同产区线椒果实品质指标的相关性分析

对3种线椒品种果实的8个品质指标进行相关性分析,由图9可知,粗纤维含量、总氨基酸含量、辣椒红素含量均与粗蛋白含量呈极显著正相关;辣椒红素含量与总氨基酸含量呈极显著正相关,相关系数为0.77;二氢辣椒素含量与辣椒素含量呈极显著正相关,且相关系数最高,为0.92;粗纤维、辣椒素、二氢辣椒素含量与还原糖含量呈极显著负相关,粗蛋白含量与还原糖含量呈显著负相关。由此可见,辣椒果实的不同品质指标(如粗蛋白、辣椒素、还原糖含量等)之间存在复杂的正负相关性,单一指标难以全面反映其综合品质特性。因此,在辣椒品质评价中,需建立多指标综合评价体

表 1 不同品种线椒品质的产区变异系数					
Table 1 Coefficient of variation of the quality of different linear chili pepper varieties in different producing areas					
品质指标 Quality indicator	最大值 Max	最小值 Min	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV/%
w(还原糖) Reducing sugar content/(mg·g ⁻¹)	34.39	18.73	29.76	3.83	12.87
w(粗脂肪) Crude fat content/%	12.55	5.06	11.17	1.98	17.73
w(粗蛋白) Crude protein content/%	13.35	8.56	10.88	1.36	12.50
w(粗纤维) Crude fiber content/%	26.01	18.30	21.17	2.31	10.91
w(总氨基酸) Total amino acid content/(mg·g ⁻¹)	26.24	6.60	15.86	6.11	38.52
w(辣椒素) Capsaicin content/(mg·g ⁻¹)	1.93	0.39	1.13	0.57	50.44
w(二氢辣椒素) Dihydrocapsaicin content/(mg·g ⁻¹)	0.95	0.12	0.52	0.30	57.69
w(辣椒红素) Capsanthin content/(μg·g ⁻¹)	98.88	3.64	35.59	30.40	85.42



注: *表示在 0.05 水平显著相关; **表示在 0.01 水平极显著相关。
Note: * represents significant correlation at 0.05 level; ** represents extremely significant correlation at 0.01 level.

图 9 不同产区线椒果实品质指标相关性分析
Fig. 9 Correlation analysis of fruit quality indicators of linear chili pepper from different production areas

系,避免因单一指标片面优化导致其他品质指标的下降。

2.10 不同产区线椒果实品质指标的主成分分析

对 3 个线椒品种果实的 8 个品质指标进行主成分分析,结果如表 2 所示,得到特征值大于 1 的 3 个主成分,累计贡献率为 80.10%,表明这 3 个主成分能反映 8 个品质指标的大部分信息。其中第一主成分(PC1)的特征值为 2.92,贡献率为 36.48%,其中载荷系数最高的是粗纤维和粗蛋白含量,表明 PC1 主要与辣椒果实营养品质相关;第二主成分(PC2)的特征值为 2.38,贡献率为 29.71%,载荷系数最高的是辣椒素含量,其次是二氢辣椒素含量,

表 2 线椒 8 个品质指标的主成分分析
Table 2 Principal component analysis of eight quality indicators of linear chili pepper

品质指标 Quality indicator	PC1	PC2	PC3
还原糖含量 Reducing sugar content	-0.48	-0.14	0.06
粗脂肪含量 Crude fat content	-0.01	0.18	0.69
粗蛋白含量 Crude protein content	0.41	-0.19	0.09
粗纤维含量 Crude fiber content	0.41	-0.01	-0.52
总氨基酸含量 Total amino acid content	0.40	-0.25	0.25
辣椒素含量 Capsaicin content	0.26	0.34	0.04
二氢辣椒素含量 Dihydrocapsaicin content	0.33	0.32	0.04
辣椒红素含量 Capsanthin content	0.32	-0.23	0.28
特征值 Eigenvalue	2.92	2.38	1.11
贡献率 Contribution rate/%	36.48	29.71	13.91
累计贡献率 Cumulative contribution rate/%	36.48	66.19	80.10

表明第二主成分主要受辣椒的辣味因子影响;第三主成分(PC3)的特征值为 1.11,贡献率为 13.91%,主要影响因子为粗脂肪含量,载荷系数为 0.69。

根据表 2 中的主成分得分系数,利用标准化后的品质指标,计算出 3 个主成分得分,表达式如下:

$$F_1=-0.48X_1+0.41X_2+0.41X_3+0.40X_4+0.32X_5+0.25X_6+0.33X_7-0.01X_8;$$

$$F_2=0.32X_1-0.01X_2-0.46X_3-0.59X_4-0.55X_5+0.82X_6+0.75X_7+0.43X_8;$$

$$F_3=0.06X_1-0.55X_2+0.09X_3+0.27X_4+0.30X_5+0.04X_6+0.04X_7+0.73X_8。$$

式中: $X_1\sim X_8$ 分别为还原糖、粗纤维、粗蛋白、总氨基酸、辣椒红素、辣椒素、二氢辣椒素、粗脂肪含量经标准化处理后的值。

根据主成分分析结果,构建出综合得分评价模型: $F=0.36F_1+0.30F_2+0.14F_3$ 。8 个果实品质指标的各个主成分得分、综合得分及排名如表 3 所示,综合得分越高,说明该产区辣椒品种的综合评价越好。其中种植在贵州福泉市的辣研 12 号综合得分最高,排名第 1;种植于贵州福泉市、陕西大荔县的黔椒 8 号,分别排名第 2、第 3;种植于贵州福泉市的线椒 301 综合得分最低,排名 12。

表 3 不同产区不同品种线椒果实品质的综合评价
Table 3 Comprehensive evaluation of fruit quality of different linear chili pepper varieties from different production areas

品种 Variety	产区 Production area	F_1	F_2	F_3	F	排名 Rank
辣研 12 号 Layan 12	YNYS	-2.10	-1.24	0.28	-1.10	11
	SXDL	-1.38	2.63	0.01	0.28	5
	HNLH	-0.65	-1.28	0.75	-0.51	8
	GZFY	3.28	2.92	-0.74	1.96	1
黔椒 8 号 Qianjiao 8	YNYS	-0.26	0.94	-0.54	0.11	6
	SXDL	-0.97	3.57	-0.05	0.70	3
	HNLH	-0.87	-2.42	0.61	-0.95	10
	GZFY	3.01	-0.90	0.69	0.92	2
线椒 301 Xianjiao 301	YNYS	-0.97	-1.18	-0.41	-0.76	9
	SXDL	-0.80	2.52	0.46	0.52	4
	HNLH	1.49	-2.40	1.61	0.06	7
	GZFY	0.22	-3.15	-2.66	-1.23	12

3 讨论与结论

笔者通过对辣研 12 号、黔椒 8 号和线椒 301 等 3 个线椒品种在 4 个不同产区的果实品质进行分析,相比于传统的单一品种或单一产区的研究,通过跨地区、多品种的综合分析,揭示了环境与品

种的交互作用。辣椒红素含量的变异系数最高,为 85.42%,表明其受地理环境调控作用最为明显,这一结果与王楠艺等^[21]、陈菊等^[22]的研究结果一致,说明辣椒红素积累对气候条件较为敏感。相比之下,粗纤维含量的变异系数最低,为 10.91%,表明其稳定性较强,这与杨娅等^[23]的结论相符。此外,总氨基酸含量的变异系数中等,为 38.52%,提示其可能受产区与品种的交互作用共同影响。综合来看,辣椒素、二氢辣椒素及辣椒红素等风味和色素成分的选育潜力更大,可通过优化栽培条件定向提升;而氨基酸含量的优化需兼顾品种固有特性与环境适配性,以实现多品质性状的协同改良。

主成分分析表明,线椒品质可归纳为营养品质 PC1、辣味成分 PC2 和粗脂肪含量 PC3 等 3 个主成分,累计贡献率达 80.10%。其中,辣研 12 号在贵州福泉市的综合得分最高,为 1.96 分,主要得益于其辣椒素(1.93 mg·g⁻¹)和二氢辣椒素(0.95 mg·g⁻¹)含量优于或显著优于其他产区,表明该产区的亚热带季风气候与土壤条件可能通过调控次生代谢途径促进辣味成分的积累^[24-27]。黔椒 8 号在陕西大荔县表现稳定(排名第 3),可能与其对暖温带大陆性气候的适应性有关,但其总氨基酸含量最低,而在贵州福泉市达到峰值,为 25.58 mg·g⁻¹,提示不同产区对同一品种的营养成分存在选择性调控作用。线椒 301 在河南漯河市的总氨基酸含量最高,为 26.24 mg·g⁻¹,但其综合得分较低,说明单一营养指标的优化可能伴随其他品质指标的下降,需通过多指标协同选育提升综合品质。相关性分析显示,二氢辣椒素含量与辣椒素含量呈极显著正相关,且相关系数最高,为 0.92,与付文婷等^[13]的研究结果一致,而粗纤维含量与还原糖含量呈极显著负相关,相关系数为-0.62,与王楠艺等^[28]的研究结果存在差异,这可能是品种特性、产区环境不同造成的偏差。

综上所述,贵州福泉市对辣研 12 号的品质优化效果最为显著,可作为线椒的优选产区;陕西大荔县则适合黔椒 8 号的栽培。未来研究可结合分子标记技术,解析环境因子与关键基因互作的分子机制,同时探索施肥策略(如增施钾肥)对辣味成分的定向调控作用,为线椒品质的精准提升提供理论支撑。此外,基于主成分分析的综合评价模型可为多目标育种和产区规划提供科学依据,推动辣椒产业的高质量发展。

参考文献

- [1] 姚红.干辣椒复水特性及接种复合菌株发酵品质动态变化研究[D].重庆:西南大学,2023.
- [2] 邹学校,马艳青,戴雄泽,等.辣椒在中国的传播与产业发展[J].园艺学报,2020,47(9):1715-1726.
- [3] 颜宇鸽,段桂媛,唐鑫静,等.不同品种辣椒制作的辣椒酱品质对比分析[J].食品与发酵工业,2023,49(11):225-232.
- [4] 李晓芬,李广,曾凯芳,等.植物乳杆菌 LAB2 对辣椒软腐病的控制作用及辣椒贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2023,49(17):136-144.
- [5] 王楠艺,付文婷,吴迪,等.辣椒品质研究进展[J].江苏农业科学,2022,50(16):21-27.
- [6] 朱明,杨宁线,蔡秋,等.贵州省辣椒制品加工过程中砷元素形态变化的研究[J].食品与发酵工业,2020,46(24):224-227.
- [7] 赵群英,缪武,周承武,等.线椒新品种椒妃的选育[J].辣椒杂志,2019,17(1):14-17.
- [8] 胡晓文,陈伟才,喻晚之,等.直长型线椒新品种昌辣1号[J].上海蔬菜,2018(5):3-4.
- [9] 陈建伟,葛洪滨,徐宝庆,等.南昌市线椒新品种(组合)比较试验[J].上海蔬菜,2024(5):1-4.
- [10] 朱丽,张军,尚迪,等.117份干辣椒资源的营养指标比较分析[J].中国瓜菜,2024,37(11):38-47.
- [11] 杨笋.辣椒中辣椒素类物质和营养品质及相关酶活性变化规律的研究[D].成都:四川农业大学,2020.
- [12] 彭粲,黄钧,黄家全,等.不同产地和品种辣椒的特性差异分析[J].食品研究与开发,2021,42(13):159-167.
- [13] 付文婷,王楠艺,周鹏,等.不同产区辣椒果实品质差异及其与气象因子的相关性[J].南方农业学报,2024,55(9):2763-2771.
- [14] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中还原糖的测定:GB 5009.7—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中脂肪的测定:GB 5009.6—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会,国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [17] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会.植物类食品中粗纤维的测定:GB/T 5009.10—2003[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [18] 葛帅,王蓉蓉,王颖瑞,等.湖南常见辣椒品种游离氨基酸主成分分析及综合评价[J].食品科学技术学报,2021,39(2):91-102.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质测定及辣度表示方法:GB/T 21266—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [20] 韩晓岚,胡云峰,赵学志,等.辣椒中辣椒红素提取工艺研究及其含量测定[J].中国食物与营养,2010(10):35-37.
- [21] 王楠艺,付文婷,周鹏,等.基于主成分分析的30个辣椒品种果实品质综合评价[J].中国瓜菜,2024,37(4):46-55.
- [22] 陈菊,李文馨,孙惠桢,等.不同地区指形朝天椒品质差异分析及综合评价[J].食品研究与开发,2024,45(7):116-124.
- [23] 杨娅,吴康云,黄冬福,等.基于主成分分析对不同地区辣椒品质的综合评价[J].食品工业科技,2024,45(23):264-271.
- [24] 高洪娜.土壤环境因素对水果果实品质的影响[J].中国林副特产,2015(5):95-97.
- [25] 田筱,涂德辉,梁传静,等.贵州五地辣椒矿物质含量及果实品质分析[J].北方园艺,2024(18):7-15.
- [26] LIU Z B, HUANG Y, TAN F J, et al. Effects of soil type on trace element absorption and fruit quality of pepper[J]. Frontiers in Plant Science, 2021, 12:698796.
- [27] 韦美静,余玥郢,于飞,等.气象条件对辣椒分期播种产量和品质的影响分析[J].农机使用与维修,2024(7):143-147.
- [28] 王楠艺,付文婷,孙思思,等.辣椒品质的综合评价方法及影响辣椒品质的关键气象因子[J].江苏农业学报,2024,40(8):1483-1492.