

高佳, 田玉肖, 罗芳耀, 等. 10 个线椒品种干制品品质分析 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(14): 284–288. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020100143

GAO Jia, TIAN Yuxiao, LUO Fangyao, et al. Quality Analysis of 10 Dried Line Pepper Varieties [J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(14): 284–288. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020100143

· 分析检测 ·

10 个线椒品种干制品品质分析

高 佳^{1,2}, 田玉肖¹, 罗芳耀¹, 罗静红¹, 唐月明¹, 宋占锋^{2,3,*}

(1. 四川省农业科学院农产品加工研究所, 四川成都 610066;

2. 农业农村部西南地区园艺作物生物学及种质创制重点实验室, 四川成都 610066;

3. 四川省农业科学院园艺研究所, 四川成都 610066)

摘要: 为筛选高品质线椒干制加工新品种, 本试验对比分析了 10 个线椒新品种干制加工样品的可溶性糖、辣椒素、二氢辣椒素、类胡萝卜素等主要品质指标, 通过统计分析、相关性分析、隶属函数分析筛选出综合品质排名最优的品种为红冠 4 号; 通过聚类分析将供试样品分为三种类型, 其中高辣、高类胡萝卜素含量品种 2 个, 低辣、较高类胡萝卜素含量品种 3 个, 中辣品种 5 个。结果表明, 隶属函数分析和聚类分析在品种排序和分类上表现出高度一致性。本实验能够为线椒加工品种辅助选择提供理论依据。

关键词: 线椒, 干制, 品质, 适应性

中图分类号: S641.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2021)14-0284-05

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2020100143

Quality Analysis of 10 Dried Line Pepper Varieties

GAO Jia^{1,2}, TIAN Yuxiao¹, LUO Fangyao¹, LUO Jinghong¹, TANG Yueming¹, SONG Zhanfeng^{2,3,*}

(1. Institute of Agro-products Processing Science and Technology, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China;

2. Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Horticultural Crops (Southwest Region), Chengdu 610066, China;

3. Institute of Horticulture, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China)

Abstract: In order to select new pepper varieties of high-quality for drying process, the main quality indexes of 10 new varieties of line pepper were analyzed, such as soluble sugar, capsaicin, dihydrocapsaicin and carotenoid. Through statistical analysis, correlation analysis and membership function analysis, the best comprehensive quality variety was selected as Hongguan No. 4. The samples were divided into three types by cluster analysis, including 2 varieties with high spicy and high carotenoid content, 3 varieties with low spicy and high carotenoid content, and 5 varieties with medium spicy. The results showed that the membership function analysis and cluster analysis were consistent in the order and classification of varieties. This experiment could provide a theoretical basis for the selection of pepper processing varieties.

Key words: line pepper; dry processing; quality; suitability

辣椒(*Capsicum* spp.)原产于中南美洲, 是世界性蔬菜和调味品, 在我国经历了 400 多年的发展已成为种植面积最大、覆盖面广、经济效益高的蔬菜种类, 辣椒及其衍生加工产品也成为消费量最大的调味品^[1]。辣椒种类繁多, 加工产品类型和加工方式多样, 其中干制辣椒占据重要市场份额^[2]。线椒

(*Capsicum annuum* L. var. *dactylus* M.)是一年生辣椒种(*C. annuum* L.)中的变种^[3], 是干制辣椒的主要品种类型之一^[4]。品种特性是造成辣椒产品品质差异的首要因素, 随着人们对干辣椒产品需求的增加, 加工专用型辣椒品种的选育愈发重要^[5]。

干辣椒中富含可溶性糖、辣椒素和类胡萝卜素,

收稿日期: 2020-10-20

基金项目: 四川省科技计划项目(2020JDRC0127); 四川省农作物育种攻关项目(2021YFYZ0022)。

作者简介: 高佳(1983-), 女, 博士, 副研究员, 研究方向: 果蔬贮藏保鲜与加工, E-mail: jiagao129@163.com。

* 通信作者: 宋占锋(1977-), 男, 本科, 研究员, 研究方向: 辣椒资源创新及新品种选育与推广, E-mail: 289544274@qq.com。

可溶性糖含量决定干椒的甜味口感,类胡萝卜素决定干椒外观颜色,辣椒素是一种含香草酰胺的生物碱,主要贡献辣味^[6]。辣椒的传统品种选育多从田间表现着手^[7],而作为重要的调味品,辣椒干制加工后产品的辣度和颜色等品质性状对商品性的评价更为重要^[8]。因此,以辣椒加工后产品品质的优劣选择辅助育种,评价品种优劣,更具有商业价值^[9-10]。目前国内主要的干椒产区集中在新疆^[11]、湖南^[12-13]等地。四川作为全国重要的辣椒产销大省^[14],育种资源丰富,开展四川加工辣椒品种的选育与评价对丰富品种资源具有重要意义。

相关性分析可反映测试指标两两间的潜在关联程度,隶属函数分析可反映样本间多个测试指标构成的综合性状水平,聚类分析可将测试指标进行样本间的群组分类。本研究以四川地区 10 个新选育的线椒品种为研究对象,重点考察干制线椒样品中辣椒素类物质和类胡萝卜素等品质指标,通过多种方法进行数据综合分析评价,以期对四川特色线椒加工品种的选育提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

本试验 10 个线椒品种或优良杂交新组合由四川省农业科学院园艺研究所选育,种植于四川省成都市新都区四川省农业科学院科研基地。于 2018 年 12 月 10 日播种,2019 年 4 月 9 日定植,行距 70 cm,株距 40 cm,试验小区厢宽 0.8 m,长 4.0 m,定植 20 株,不设重复,顺序排列;栽培管理条件一致;于采收高峰期的 8 月 10 日和 9 月 29 日分两批提供试验品。参试样品采于植株 2~3 台果,一致性较好,表面无损伤、无明显病虫害危害。采摘后 2 h 内送达实验室,处理前于 10 ℃ 冷库中放置 24 h;蒽酮 分析纯,上海麦克林生化科技有限公司;乙酸乙酯、浓硫酸、丙酮、甲醇、蔗糖 分析纯,成都市科龙化工试剂厂;甲醇 HPLC,赛默飞世尔科技(中国)有限公司;辣椒碱(合成)、二氢辣椒碱 HPLC≥98%,上海源叶生物科技有限公司。

Agilent 1260 高效液相色谱仪 美国 Agilent

Technologies 公司;Synergy HTX 酶标仪 美国 Bio Tek 公司;5810R 冷冻离心机 德国 Eppendorf 公司;JA31002 电子天平 上海精天电子仪器有限公司;3P(JK-ZT-HGJ03CH)多功能热泵干燥机 广州凯能电器科技有限公司;XM-300UVF 超声波清洗机 小美超声仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 样品干制加工 新鲜线椒样品每品种 30 个果均去除果柄,分品种装入托盘置于多功能热泵干燥设备中,于 60 ℃ 下恒温烘干至 24 h 内恒重后粉碎成辣椒粉,采用聚乙烯自封袋密封包装后置于干燥器中 4 ℃ 存放,用于测试干制后样品的品质指标。

1.2.2 指标测定 可溶性糖含量采用蒽酮法测定^[15],以蔗糖为标样绘制标准曲线,630 nm 处测定吸光度。辣椒素、二氢辣椒素和斯科维尔指数(scoville heat units, SHU)参考中国国家标准 GB/T 21266-2007^[16]方法进行测定。检测条件:色谱柱 Zorbax SB-C18(4.6 mm×250 mm, 5μm),流动相为 70% 甲醇,流速 0.8 mL/min,紫外检测波长为 280 nm,两端柱温均 30 ℃,进样量 10 μL,以辣椒素和二氢辣椒素标准品做标准曲线,计算辣椒粉中的辣椒素和二氢辣椒素含量。类胡萝卜素含量参考井凤等^[17]的方法测定。

1.3 数据处理

供试品种可溶性糖、辣椒素、二氢辣椒素、类胡萝卜素含量均采用干制后粉碎样品测试 3 个重复,结果采用 Excel 2007 软件进行数据整理和隶属函数分析;采用 SPSS 22 软件进行相关性分析和聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种线椒营养物质含量

调查测试了供试线椒样品的田间表现和鲜样指标(表 1)。10 个供试样品早熟品种 5 个(X1014、Y16-54、红冠 3 号、红冠 5 号、红冠小金条),早中熟品种 3 个(Y16-110、Y16-135、川腾 10 号),中熟品种 2 个(红冠 1 号、红冠 4 号);首花节位均值为 11~13.2 之间;平均株高为 61.7~89.4 cm 之间;青果均为不同深浅的绿色,老熟果均为鲜红色;除红冠小

表 1 供试辣椒田间表现

Table 1 Field cultivation data of pepper materials for testing

样品编号	熟性	首花节位(节)	平均株高(cm)	青果颜色	老熟果颜色	果形	坐果特性	耐涝特性	平均单果重(g)	果形指数	干物质含量(%)
X1014	早熟	11.4	78.5	浅绿	鲜红	线形	多、集中	中	21.47	11.54	12.18
Y16-110	早中熟	12.9	71.3	深绿	鲜红	线形	多、集中	中	16.47	10.64	13.65
Y16-135	早中熟	13.1	66.2	绿	鲜红	线形	多、集中	强	16.61	10.69	14.16
Y16-54	早熟	11.0	75.9	绿	鲜红	线形	多、较分散	中	11.45	10.67	13.23
川腾10号	中早熟	11.9	89.4	绿	鲜红	线形	多、分散	强	10.88	19.49	16.63
红冠1号	中熟	13.2	61.7	绿	鲜红	线形	多、较分散	中	18.63	10.28	12.06
红冠3号	早熟	12.2	66.4	浅绿	鲜红	线形	多、集中	中	18.23	12.64	15.80
红冠4号	中熟	14.2	76.9	绿	鲜红	线形	多、集中	强	16.02	11.56	12.57
红冠5号	早熟	12.6	81.9	深绿	鲜红	线形	多、集中	中	21.65	11.18	12.66
红冠小金条	早熟	12.4	82.7	绿	鲜红	羊角	多、较分散	强	9.52	8.35	17.53

金条果形为羊角形,其余 9 个样品均为线形;坐果特性均为多,其中川腾 10 号坐果分散,Y16-135、红冠 1 号和红冠小金条坐果较分散,其余坐果均集中;样品中 Y16-135、川腾 10 号、红冠 4 号和红冠小金条 4 个样品抗涝性强,其余样品均抗涝性中;所有样品平均单果重均值为 9.52~21.65 g 之间,果形指数为 8.35~19.49 之间,干物质含量为 12.06%~17.53% 之间。

SHU 按照中国国家标准 GB/T 21266-2007^[16]方法计算,能整体反映样品的辣味程度。统计 10 个样品烘干后干椒测试品质指标可见(表 2),变异系数在 14.55~62.49 之间,变异系数值大小依次为:辣椒素>SHU>二氢辣椒素>类胡萝卜素>可溶性糖,其中辣度指标的变异系数值均大于 50%,表明 10 个样品间辣度指标差异较大。供试样品中可溶性糖含量最高的是 Y16-110(421.27 mg/g),最低的为 Y16-54(269.98 mg/g);辣椒素、二氢辣椒素和 SHU 值最高的样品均为红冠 4 号,最低的样品为红冠 3 号;类胡萝卜素含量最高的样品为 Y16-54(102.14 mg/100 g),最低的样品为红冠 1 号(39.47 mg/100 g)。按照湖南省地方标准(DB 43/T275-2006^[18])对辣椒制品辣度的等级划分,供试样品中辣度在(30001~50000)SHU 之间的样品有 3 个(红冠 4 号、Y16-135 和 X1014),达到八级辣度标准;辣度在(15001~30000)SHU 之间的样品有 4 个(Y16-54、红冠 5 号、红冠 1 号和 Y16-110),达到七级辣度标准;辣度在(5001~15000)SHU 之间的样品有 3 个(Y16-110、川腾 10 号和红

冠 3 号),达到六级辣度标准。

2.2 干椒品质指标间相关性分析

干椒测试品质指标相关性分析表明(表 3),供试样品辣椒素、二氢辣椒素和斯科维尔指数三者间彼此均存在极显著正相关性($P<0.01$),辣椒素与类胡萝卜素和二氢辣椒素之间均存在显著正相关性($P<0.05$),其余指标间彼此相关性不显著($P>0.05$)。可溶性糖含量与所有供试指标间呈不显著的负相关($P>0.05$)。

2.3 干椒品质指标的隶属函数分析与排序

采用模糊数学隶属函数法对 10 个线椒干椒样品进行了测试品质指标的综合评价,将所有测试指标均定义为优良品质指标,即值越大越好,计算样品的平均隶属函数值(表 4)。10 个样品平均隶属函数值由大到小依次为:红冠 4 号、Y16-135、X1014、Y16-110、Y16-54、红冠 5 号、红冠 1 号、川腾 10 号、红冠小金条、红冠 3 号。上述结果表明红冠 4 号在所有供试样品中表现出最优的综合品质性状(高辣度、较高可溶性糖和类胡萝卜素含量),平均隶属函数值达到 0.80;而红冠 3 号综合品质性状最低,平均隶属函数值仅为 0.14。

2.4 干椒样品间品质指标的聚类分析

将 10 个线椒干椒样品测试品质指标数据标准化后进行系统聚类分析,采用 Ward 聚类方法计算欧氏距离(图 1)。以欧式距离为总距离的一半(12.5)进行划分,10 个干椒样品可被分为 3 类:第一类包括红

表 2 供试干椒材料营养物质含量

Table 2 Nutrients content of dry pepper materials for testing

品种	可溶性糖(mg/g)	辣椒素(mg/g)	二氢辣椒素(mg/g)	斯科维尔指数	类胡萝卜素(mg/100 g)
X1014	366.12	1.30	0.56	31921.63	83.11
Y16-110	421.27	0.74	0.34	18575.35	77.15
Y16-135	274.16	1.86	0.69	43709.99	100.14
Y16-54	269.98	1.02	0.50	26126.61	102.14
川腾10号	316.83	0.25	0.11	6185.02	85.87
红冠1号	298.50	0.73	0.51	21224.63	39.47
红冠3号	311.71	0.25	0.08	5619.95	65.32
红冠4号	308.57	2.05	0.71	47204.67	86.69
红冠5号	308.92	0.89	0.38	21673.71	74.32
红冠小金条	282.46	0.42	0.15	9688.29	84.08
均值	315.85	0.95	0.40	23192.98	79.83
标准偏差	45.97	0.63	0.23	14492.41	17.95
变异系数(%)	14.55	65.71	57.66	62.49	22.48

表 3 干椒测定指标间的相关性

Table 3 Correlation coefficient between indexes of dry pepper

指标	可溶性糖	辣椒素	二氢辣椒素	斯科维尔指数	类胡萝卜素
可溶性糖	1				
辣椒素	-0.106	1			
二氢辣椒素	-0.090	0.932**	1		
斯科维尔指数	-0.102	0.995**	0.963**	1	
类胡萝卜素	-0.161	0.409*	0.206	0.357	1

注: *表示差异显著, $P<0.05$; **表示差异极显著, $P<0.01$ 。

表 4 各样品的品质综合比较分析

Table 4 Quality comprehensive comparative analysis of each samples

样品编号	可溶性糖	辣椒素	二氢辣椒素	斯科维尔指数	类胡萝卜素	平均隶属函数值	排名
红冠4号	0.255070	1	1	1	0.753375	0.80	1
Y16-135	0.027621	0.898579	0.965788	0.915962	0.968006	0.76	2
X1014	0.635491	0.586086	0.765480	0.632484	0.696264	0.66	3
Y16-110	1	0.275180	0.415771	0.311542	0.601149	0.52	4
Y16-54	0	0.429918	0.674317	0.493130	1	0.52	5
红冠5号	0.257399	0.356165	0.471710	0.386049	0.556085	0.41	6
红冠1号	0.188474	0.267497	0.684111	0.375250	0	0.30	7
川腾10号	0.309679	0.003911	0.041326	0.013588	0.740417	0.22	8
红冠小金条	0.082461	0.095650	0.104088	0.097833	0.711729	0.22	9
红冠3号	0.275805	0	0	0	0.412465	0.14	10

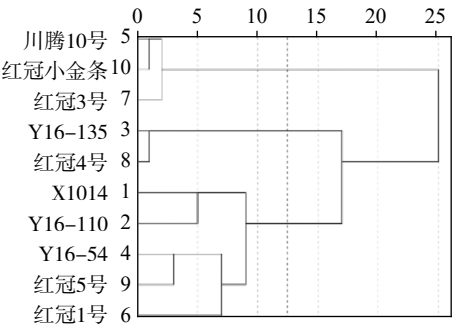


图 1 供试样品的聚类分析树状图

Fig.1 Dendrogram of cluster analysis of each samples

冠小金条、川腾 10 号和红冠 3 号, 表现为较高的类胡萝卜素含量, 低辣度指标; 第二类包括 Y16-135 和红冠 4 号, 表现为高辣、高类胡萝卜素, 综合性能较优; 第三类包括 X1014、Y16-110、Y16-54、红冠 5 号和红冠 1 号, 表现为中辣, 可溶性糖和类胡萝卜素含量规律不明显。

3 讨论

辣味和色泽是评价干椒商品性的重要指标, 糖类、有机酸、挥发性酯类和萜类等也会影响辣椒的风味和营养^[5]。辣椒中引起辛辣感和热感的主要成分统称为辣椒素类物质(辣椒碱、类辣椒素)^[19], 其含量的大小和种类主要受基因型、果实生长阶段和栽培环境等因素影响^[5]。本试验 10 个品种均在同一栽培条件下种植和相似成熟度下采收, 造成品种间测试指标变异系数较大的主要原因为品种基因型的差异。辣椒素和二氢辣椒素是辣椒的主要呈味物质^[5], GB/T 21266-2007 中规定采用辣椒素和二氢辣椒素含量总和除以 0.9 来计算辣椒素类物质的含量^[16], 用 SHU 值来衡量辣椒辛辣程度强弱^[19], 因此本研究测试了辣椒素和二氢辣椒素的含量并计算出干椒样品的 SHU 值。10 个线椒样品辣椒素和二氢辣椒素含量变异系数均大于 50% 以上(表 2), 表明品种间辣味差异较大; 辣椒素和二氢辣椒素呈现出极显著正相关性(表 3), 表明供试线椒样品中两种辣椒素类物质的含量在品种中表现出一致性规律, 该结果与周书栋等^[12]对 30 份干椒品种的测试规律相似。辣椒素

类物质含量和 SHU 值均是基于仪器准确测定对样品辣度的真实数据反应, 但对于消费者而言, 辣椒产品口感上表观辣度等级的划分更为重要^[19]。有学者对辣椒产品表观辣度等级基于辣椒素含量进行了划分^[20-22], 湖南省地方标准(DB43/T275-2006)^[18]也将辣度进行了 10 级划分, 但由于地区人群对辣味的接受程度存在较大差异, 辣椒加工产品的表观辣度还受到产品中其他调味物质的综合影响^[19], 目前仍没有形成统一标准。本试验中 10 个线椒样品辣度数值在(6185.02~47204.67) SHU 之间(表 2), 既有相对低辣的品种也有较高辣度的品种, 能够满足不同消费人群的需求。

辣椒果实的色泽主要由果肉细胞中叶绿素、类胡萝卜素和花青素等的种类和含量决定, 其中类胡萝卜素是成熟果实主要色素来源^[5]。本试验中干椒样品类胡萝卜素变异系数为 22.48%(表 2), 品种间类胡萝卜素含量也表现出较大差异。此外, 类胡萝卜素含量与辣椒素含量呈显著正相关(表 3), 表明供试线椒样品间存在辣味与色泽较强的一致性规律, 有利于选育高辣度高色价的干椒品种, 但在其他干椒品种间辣椒红素与辣椒素含量的相关性分析中没有出现相似规律^[13,23]。

消费者对辣椒产品口感和风味的日益重视促使辣度、色价、香气等指标逐渐成为评判辣椒品种优劣的重要依据。本研究采用隶属函数法对 10 个供试干椒样品进行了测试指标的综合排序(表 4), 也对所有样品进行了聚类分析(图 1), 对比两种分析结果可见, 隶属函数排名相近的品种聚类关系相近。图 1 中第一类样品(川腾 10 号、红冠小金条和红冠 3 号)在表 4 中排名第 8~10, 第二类样品(红冠 4 号和 Y16-135)排名第 1~2, 第三类样品(X1014、Y16-110、Y16-54、红冠 5 号和红冠 1 号)排名第 3~7, 可见两种分析方法一致性较好, 都可以作为干椒品种的品质综合分析方法。任朝辉等^[24]将聚类分析后的 18 个线椒品种按照隶属函数值大小定义为高、中、低三种品质类型, 但笔者认为不能单一采用辣椒素含量的高低作为判断品质高低的依据, 消费者对于辣度的喜好程度不同, 产品品质高低的判断也应该是多样

化的。本试验中三类样品(图1)表现出的品质特性存在差异,生产中可根据实际用途进行品种选择。

4 结论

对10个线椒品种和优良组合干制样品测试指标的相关性分析表明,辣椒素、二氢辣椒素和斯科维尔指数三者间存在极显著正相关性($P<0.01$),辣椒素与类胡萝卜素含量存在显著正相关性($P<0.05$);通过隶属函数分析筛选出供试线椒样品测试指标综合排名第一的品种为红冠4号,表现为高辣、较高类胡萝卜素和可溶性糖含量;通过聚类分析将10个线椒样品划分为三种类型,可作为品种选择和进一步选育的参考依据。

参考文献

- [1] 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. <https://doi.org/10.16420/j.issn.0513-353x.2020-0103>.
- [2] 马艳青.我国辣椒产业形势分析[J].辣椒杂志(季刊),2011(1):1-5.
- [3] 盛祥参.我国辣椒种质资源的分类[J].北方园艺,2011(18):196-198.
- [4] 黄任中,黄启中,吕中华,等.我国干制辣椒产业现状及发展对策[J].中国蔬菜,2015(2):9-11.
- [5] 张正海,曹亚从,于海龙,等.辣椒果实主要品质性状遗传和代谢物组成研究进展[J].园艺学报,2019,46(9):1825-1841.
- [6] 聂乾忠,夏延斌,曾晓楠,等.辣椒素的代谢途径及生理功能的研究进展[J].食品与机械,2008,24(2):141-145.
- [7] 霍建泰,李晓峰,罗爱玉,等.干制专用辣椒新品种‘航椒7号’[J].园艺学报,2012,39(4):807-808.
- [8] Scala K D, Crapiste G. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper[J]. LWT-Food Science and Technology, 2008, 41: 789-795.
- [9] 须海丽.辣椒品质育种研究进展[J].长江蔬菜,2004(2):34-37.
- [10] Ayuso M C, Bernalte M J, Lozano M, et al. Quality characteristics of different pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) for hot paprika production[J]. European Food Research and Technology, 2008, 227: 557-563.
- [11] 吉雪花,陈于平.几种制干辣椒品种主要营养成分的分析[J].安徽农业科学,2008,36(33):14491-14492.
- [12] 周书栋,杨博智,欧阳嫫,等.不同干椒品种中辣椒素总含量的比较[J].辣椒杂志(季刊),2011(4):23-25.
- [13] 周书栋,杨博智,赵激,等.干椒中红色素色价、辣椒素含量与果实主要性状的相关性研究[J].湖南农业科学,2013(15):34-36.
- [14] 腾有德.四川辣椒产业现状与发展趋势及对策思考[J].辣椒杂志,2008(3):1-5.
- [15] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007,57-59.
- [16] 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.GB/T 21266-2007 辣椒及辣椒制品中辣椒素类物质及辣度表示方法[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [17] 井凤,刘峰,傅茂润,等.杭椒干制过程中类胡萝卜素含量的变化[J].食品科学,2013,34(11):5-9.
- [18] 湖南省质量技术监督局.DB43/T275-2006 辣椒素测定及辣度表示方法[S].2006.
- [19] 董彩军,李锋,卢国峰,等.辣椒及辣椒制品辣度分析研究进展[J].中国调味品,2016,41(12):142-146,151.
- [20] 曾岭岭,王斌,陈烨,等.辣味食品辣度量分级技术研究[J].食品科学,2006,27(7):129-131.
- [21] 贾洪锋,邓红,梁爱华,等.川菜菜品的辣味物质分析与辣度分级[J].食品科学,2015,36(4):152-157.
- [22] 杨代明,马东兴,李忠海,等.辣椒制品模糊辣度的表示与测定[J].食品与机械,2011,27(6):31-36.
- [23] 刘辉.石柱主栽辣椒品种的干制及油制加工适性研究[D].重庆:西南大学,2011.
- [24] 任朝晖,廖卫琴,周安韦,等.不同线椒品种品质评价[J].中国瓜菜,2019,32(7):26-30.