

辣椒品种对辣椒油品质影响研究

石自彬^{1,2}, 周世中³

(1. 重庆商务职业学院食学研究协同创新中心, 重庆 401331;

2. 重庆市渝菜烹饪研究院, 重庆 401331;

3. 四川旅游学院原创菜品研究所, 四川成都 610100)

摘要: 为了进一步分析辣椒品种对辣椒油品质的影响, 以 10 种辣椒制备的辣椒油为研究对象, 对比分析品质指标及抗氧化效果。研究发现: 西域椒王、湘辣 9 号、火辣王 2 号、火辣红、二荆条 5 个品种辣椒制备的辣椒油 a^* 值较高, 其辣椒红素和辣味物质含量及辣度明显高于其他样品; 10 个品种辣椒制备的辣椒油共发现 46 种挥发性风味成分, 其中共有成分 33 种, 含量最高的是酯类物质, 相对含量为 40.05 %~47.05 %, 其次为醛类; 抗氧化效果随贮藏时间延长而减弱, 火辣王 2 号品种辣椒油的抗氧化效果最佳; 反复熬煮使辣椒油的抗氧化效果减弱。

关键词: 调味品; 辣椒油; 品质分析; 抗氧化效果

Study on the effect of chili varieties on the quality of chili oil

SHI Zi-bin^{1,2}, ZHOU Shi-zhong³

(1. Collaborative Innovation Center of Foodology Studies,

Chongqing Business Vocational College, Chongqing 401331, China;

2. Chongqing's Culinary Research Institute of Chongqing Cuisine, Chongqing 401331, China;

3. Research Institute of Original Dishes, Sichuan Tourism University, Chengdu 610100, Sichuan, China)

Abstract: In order to further analyze the effect of chili varieties on the quality of chili oil, the chili oil prepared from 10 kinds of chilis was used as the research object, and the quality indexes and antioxidant effects were compared and analyzed. The study found that the a^* value of chili oil prepared from 5 chili varieties, Xiyu Jiaowang, Xiangla No. 9, Huolawang No. 2, Huolahong, and Erjingtiao, was higher, and the content of capsanthin and spicy substances and the degree of spiciness were significantly higher than other samples. A total of 46 volatile flavor components were found in chili oil prepared from 10 varieties of chilis, of which 33 were found in common. The highest content was esters, with a relative content of 40.05 % to 47.05 %, followed by aldehydes, and other categories. The antioxidant effect weakened with the prolongation of storage time, and the antioxidative effect of the chili oil of Huolawang No. 2 variety was the best. The antioxidant effect of the chili oil was weakened by repeated boiling.

Key words: seasoning; chili oil; quality analysis; antioxidant effect

中图分类号: TS225.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-9578(2022)02-0069-05

辣椒油是一种传统的调味油, 其用植物油作为溶剂制备^[1]。辣椒含有丰富的维生素、矿物质以及辣味物质, 是烹饪加工中不可缺少的调味品, 深受消费者喜爱^[2]。目前对辣椒油的研究主要集中在辣椒油生产工艺、贮藏期品质变化及抗氧化性等方面, 辣椒品种对辣椒油品质的影响研究较少^[3]。不

同辣椒中辣味物质和挥发性风味物质含量不同, 脂溶性等方面有一定差异, 导致不同品种辣椒及不同油脂制备的辣椒油品质上差异显著。因缺少相关研究, 企业在选择辣椒制备辣椒油的过程中缺少参考依据, 不利于更好地发挥不同品种辣椒的特性从而完善辣椒油品质^[4]。

收稿日期: 2021-05-24

基金项目: 重庆市教育委员会科技项目 (KJ1741473); 重庆市教育委员会科学技术研究类青年项目 (KJQN201804404、KJQN201804405); 重庆市教育委员会人文社科项目 (17SKG293)

作者简介: 石自彬 (1980—), 男, 讲师, 硕士研究生, 研究方向为餐饮工业化生产。

通信作者: 周世中 (1966—), 男, 教授, 本科, 研究方向为餐饮产业发展与职业教育。

本文以 10 种辣椒制备的辣椒油为研究对象,对比分析成品色泽、辣椒红素含量、辣味物质含量及辣度、挥发性风味物质含量等指标,并针对贮藏时间及反复熬煮对辣椒油抗氧化效果的影响进行研究,以期为企业选择适合的辣椒品种制备辣椒油提供理论依据,也为相关研究提供方法参考。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料与试剂

辣椒均采购于重庆北碚综合批发市场,室温保存,样品具体编号见表 1;压榨花生油(酸价为 (0.55 ± 0.05) mg/g),市售;氢氧化钾、硫代硫酸

钠、乙醇、无水 Na_2CO_3 、HCl,分析纯;辣椒红色素等标准品,重庆鼎鑫生物科技股份有限公司。

1.1.2 仪器与设备

AGL 5541 液相色谱质谱联用仪,西南精密科学仪器有限公司;PX224ZH 电子天平,西杰天平(北京)仪器有限公司;WDH002 紫外可见分光光度计,上海欣茂仪器有限公司;DS-249 高温热风烘箱,上海灯晟仪器制造有限公司;力辰 CM-2600D 色差仪,东莞市力辰仪器有限公司;WEBER ULTRASONICS 超声波振荡器,天津赛力斯自动化科技有限公司;JJ200L 粉碎机,黑龙江金秋农业设备有限公司;WHG098 恒温水浴锅,成都祥隆仪器有限公司。

表 1 辣椒品种编号

品种名称	西域椒王	余干椒	湘辣 9 号	辣天下 18 号	火辣王 2 号	火辣红	子弹头	朝天红	灯笼椒	二荆条
编号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

1.2 试验方法

1.2.1 辣椒处理

将辣椒放入高温热风烘箱干燥至含水量 12%,干制后去柄,粉碎过 710 μm 的筛子后备用。

1.2.2 辣椒油制备

参考薛森等^[5]的方法。将花生油加热至 180 $^{\circ}\text{C}$,自然冷却到 160 $^{\circ}\text{C}$ 后,按辣椒粉与花生油质量比 1:6 混合搅拌均匀,冷却至室温浸泡 12 h,过滤,包装,备用。

1.2.3 反复熬煮试验

在贮藏前,将成品辣椒油从室温加热至 150 $^{\circ}\text{C}$,冷却至室温,再继续加热至 150 $^{\circ}\text{C}$,反复 5 次,包装备用。

1.3 指标测定

1.3.1 辣椒油色泽测定

参考张洪新等^[6]的方法。分别取不同品种辣椒制备的辣椒油样品,利用色差仪测定辣椒油的色泽指标,每个样品取 3 次平行试验的平均值。

1.3.2 辣椒红素含量的测定

参考毛永杨等^[7]的方法,采用丙酮超声提取法测定辣椒红素。

1.3.3 辣味物质含量的测定

参考冯铃^[8]的方法。采用液相色谱质谱联用仪测定辣味物质含量,并根据斯科维尔指数对辣度分级。

1.3.4 挥发性物质的测定

参考陈庆金等^[9]的方法进行,采用顶空微萃取

气相色谱-质谱联用法测定。

1.3.5 过氧化值的测定

参考尹浩等^[10]的方法进行。每个样品取 150 mL 于丝口瓶中,置于 (25 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 的恒温箱中,依据 GB 5009.227—2016《食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定》进行测定。

1.4 试验数据分析与处理

采用 Excel 2016 进行相关数据处理与图表绘制^[11]。

2 结果与分析

2.1 辣椒油的色泽测定结果

表 2 色泽测定

辣椒品种	L^*	a^*	b^*
A	63.11 ± 0.51^a	55.31 ± 0.37^c	101.21 ± 1.32^a
B	66.12 ± 0.87^b	52.31 ± 1.23^b	101.32 ± 0.47^b
C	64.32 ± 1.31^a	54.32 ± 0.74^c	105.85 ± 0.87^c
D	68.17 ± 0.22^c	52.31 ± 0.87^b	102.27 ± 0.54^b
E	62.32 ± 0.89^a	56.31 ± 0.45^d	98.14 ± 0.71^a
F	65.32 ± 0.12^d	53.12 ± 0.12^b	101.31 ± 2.32^a
G	66.27 ± 1.23^b	50.35 ± 0.73^a	104.98 ± 1.23^c
H	68.12 ± 0.23^c	50.98 ± 0.27^a	104.71 ± 0.12^c
I	67.32 ± 0.28^c	51.23 ± 0.12^a	102.3 ± 0.11^b
J	66.32 ± 2.32^b	53.21 ± 0.45^b	102.14 ± 0.12^b

注: 同列不同肩标字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

辣椒油中色泽受品种影响较大,辣椒中辣椒红素含量越高,其制备的辣椒油红色色度 a^* 值就会越高,辣椒中的黄色类胡萝卜素直接影响 b^* 值^[12]。由表 2 可知: 不同品种辣椒制备的辣椒油色泽差异

显著。D、H、I 这 3 个品种辣椒制备的辣椒油光泽度较高, A、E 2 个品种辣椒制备的辣椒油光泽度相对较差; A、C、E、F、J 5 个品种辣椒制备的辣椒油 a^* 值较高, 呈现亮红色; C、G、H 3 个品种制备的辣椒油 b^* 值较高。

2.2 辣椒油的辣椒红素含量分析

不同品种辣椒色泽的深浅受辣椒红素含量影响, 在制备辣椒油的过程中, 受加工工艺条件的影响, 辣椒红素极不稳定^[13]。由表 3 可知: A、C、E、F 4 种辣椒制备的辣椒油中辣椒红素含量较高, 这一结果与辣椒油的色泽测定结果一致, 说明 A、C、E、F 等 4 个品种辣椒制备的辣椒油色泽亮红, 辣椒红素含量高。

表 3 辣椒红素含量

辣椒品种	含量/(mg/g)	辣椒品种	含量/(mg/g)
A	6.51 ± 0.12 ^c	F	5.98 ± 1.32 ^b
B	5.41 ± 0.37 ^b	G	4.37 ± 0.18 ^a
C	6.41 ± 0.11 ^c	H	5.34 ± 0.87 ^b
D	5.15 ± 0.17 ^b	I	5.89 ± 0.08 ^b
E	6.88 ± 0.78 ^c	J	4.18 ± 0.81 ^a

2.3 辣味物质含量及辣度结果分析

辣椒中辣椒素等辣味物质含量直接影响辣椒油辣度^[14]。由表 4 可知: 不同品种辣椒制备的辣椒油辣味物质含量与辣度级别有明显的差异, 辣味物质含量越高, 辣度级别越高, 这说明辣椒油中辣味主要受辣味物质含量的影响。A、C、E、F 4 个品种辣椒制备的辣椒油中辣味物质的含量与辣度级别较其他品种辣椒制备的辣椒油含量与级别高, 有显著性差异 ($P < 0.05$)。

表 4 辣味物质含量及辣度分级

辣椒品种	含量/(g/kg)	辣度级别	辣椒品种	含量/(g/kg)	辣度级别
A	5.691 ± 0.214 ^c	9	F	5.347 ± 0.074 ^c	9
B	0.981 ± 0.057 ^b	6	G	1.312 ± 0.045 ^c	7
C	4.875 ± 0.089 ^c	9	H	2.801 ± 0.017 ^d	8
D	1.415 ± 0.017 ^c	7	I	0.435 ± 0.004 ^b	6
E	6.214 ± 0.078 ^c	9	J	0.214 ± 0.007 ^a	5

2.4 辣椒油的挥发性风味成分分析

辣椒油中的风味主要是辣椒的风味物质经过美拉德反应等产生的香辣气味, 受油脂和加热的影响, 其风味成分与干辣椒有一定的差异^[15]。由表 5 可知: 10 种辣椒制备的辣椒油中挥发性风味物质成

分共 46 种, 其中 33 种为共有成分。主要挥发性物质是酯类, 相对含量为 40.05 % ~ 47.05 %, 其对辣椒油香气贡献较大, 其中的乙酸己酯和 δ -壬内酯分别具有水果和椰子的香气, 酯类成分含量相对较高的为 H、E、C 辣椒品种制备的辣椒油, 其中 H 品种辣椒制备的辣椒油酯类物质含量相对较高的为透明质酸甲酯和亚麻酸乙酯, E 品种辣椒制备的辣椒油酯类物质含量相对较高的为反油酸甲酯和油酸甲酯, C 品种辣椒制备的辣椒油酯类物质含量相对较高的为反油酸甲酯; 烯烴类成分相对含量为 5.68 % ~ 8.65 %, F、D、C 等 3 个品种辣椒制备的辣椒油烯烴类成分含量相对较高, 相对含量最高的为 1-葵基环己烯; 醛类成分的相对含量为 22.89 % ~ 27.75 %, 主要有呈现柑橘香味的 2-十一碳烯醛和呈现甜甜香气的壬醛, E、F、J 3 种辣椒制备的辣椒油相对含量较高。

2.5 贮藏时间对辣椒油抗氧化效果研究

辣椒油主要成分为植物油脂, 其极易发生酸败, 影响健康, 引起心脑血管等疾病。辣椒油富含辣味物质, 其中辣椒素是一种天然的抗氧化剂, 能使辣椒油稳定性增强^[16]。不同辣椒品种对辣椒油抗氧化效果影响如图 1, 第 0 ~ 15 天的过氧化值变化趋势一致, 其中第 0 ~ 10 天过氧化值增加缓慢, 第 10 ~ 15 天过氧化值增加变快, 但不同辣椒品种制备的辣椒油过氧化值含量仍在 GB 15196—2015《食品安全国家标准 食用油脂制品》标准限量内, 过氧化值 ≤ 13.00 meq/kg。在第 20 天时, I 和 J 品种辣椒制备的辣椒油过氧化值含量超过国家标准限量, 分别达到 16.32 和 17.23 meq/kg, 其他样品过氧化值的变化差异明显; 在第 25 天时, B 和 G 品种辣椒制备的辣椒油过氧化值含量均超过国家标准限量, 分别达到 16.32 和 15.85 meq/kg; A、C、D、F、H 品种辣椒制备的辣椒油在第 30 天过氧化值含量均超过国家标准限量; E 品种辣椒制备的辣椒油在第 35 天过氧化值含量超过国家标准限量。综合辣味物质含量检测结果分析, E 品种辣椒制备的辣椒油抗氧化效果最佳。

2.6 反复熬煮对辣椒油贮藏过程中抗氧化效果研究

在辣椒油生产或餐饮行业烹饪加工过程中, 对调味用辣椒油多次熬煮使用, 容易发生氧化变质, 存在一定安全隐患。为了进一步了解不同辣椒品种制备的辣椒油在熬煮过程中过氧化值的变化趋势,

表5 挥发性风味成分 GC-MS 检测结果

序号	成分名称	相对含量/%									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	3,8-二甲基-葵烷	0.35	0.32	0.32	0.25	0.29	0.39	0.51	0.21	0.24	0.65
2	1,3-二甲基-2-异丙基-环戊烷	0.92	0.78	0.64	0.55	0.65	0.68	0.32	0.18	0.65	0.21
3	二十一烷	—	0.35	0.51	0.31	0.71	0.56	0.54	0.32	0.32	0.32
4	麝子油烷	3.14	2.54	—	3.56	1.36	1.99	2.36	2.1	2.31	2.36
	烷烃类合计	4.41	3.99	1.47	4.67	3.01	3.62	3.73	2.81	3.52	3.54
5	7-十四烯	2.54	2.31	1.68	2.45	2.04	2.85	2.31	1.25	1.21	1.15
6	麝子油烯	0.32	—	0.25	—	0.36	0.26	—	0.21	0.63	0.56
7	3-甲基-环辛烯	1.23	2.01	2.65	3.12	1.89	1.65	2.32	1.88	2.32	3.01
8	1-葵基环己烯	3.56	3.14	3.42	2.98	3.56	3.89	2.09	2.34	2.81	2.65
	烯烃类合计	7.65	7.46	8	8.55	7.85	8.65	6.72	5.68	6.97	7.37
9	油醇	4.05	3.98	5.36	3.21	4.65	5.08	4.61	2.99	3.57	5.36
10	4-乙基环己醇	1.36	—	0.89	2.36	1.32	2.54	0.98	1.39	2.65	2.54
11	橙花叔醇	0.21	0.41	0.21	0.32	2.31	—	0.11	0.4	0.06	0.54
	醇类合计	5.62	4.39	6.46	5.89	8.28	7.62	5.7	4.78	6.28	8.44
12	壬醛	4.95	6.51	5.38	4.36	5.36	6.14	5.78	4.12	3.99	5.67
13	反式-2-辛烯醛	0.5	0.32	0.4	0.28	0.51	0.63	0.23	0.47	2.36	1.32
14	月桂醛	—	0.2	0.31	0.2	0.4	—	0.25	—	0.44	0.21
15	2-十一碳烯醛	13.41	12.35	11.14	11.98	12.32	12.52	13.21	13.98	11.21	11.32
16	豆蔻醛	—	—	—	0.07	0.23	—	0.24	—	0.3	0.14
17	十五醛	0.32	0.21	0.25	0.11	0.65	0.51	0.32	0.14	0.62	0.14
	醛类合计	24.8	23.98	23.94	22.89	27.75	27.42	25.73	23.49	25.2	27.24
18	2-环戊烯-1,4-二酮	0.18	0.21	0.32	0.14	0.32	1.62	0.62	0.21	2.31	0.38
19	1-甲基-2-吡咯烷酮	2.41	2.35	3.51	2.42	2.35	4.25	4.21	3.87	3.25	5.31
20	β -紫罗兰酮	0.47	0.21	0.36	0.51	0.25	0.14	1.78	1.17	0.25	0.36
21	α -吡咯酮	0.21	0.56	1.07	1.36	0.21	0.21	0.44	0.35	0.51	0.25
	酮类合计	3.27	3.33	5.26	4.43	3.13	6.22	7.05	5.6	6.32	6.3
22	异戊酸己酯	0.07	0.21	0.21	0.32	0.12	0.09	0.11	0.21	1.25	0.32
23	乙酸甲酯	3.51	3.56	3.12	2.68	2.39	3.25	2.99	2.78	3.25	3.19
24	乙酸己酯	1.88	2.31	0.9	1.21	2.31	2.71	1.32	2.88	2.36	2.31
25	δ -己基戊内酯	2.54	2.65	2.31	1.89	2.87	—	2.31	2.88	1.23	1.25
26	δ -壬内酯	2.11	0.6	2.3	0.18	2.31	3.98	—	2.98	1.32	1.15
27	γ -丁基丁内酯	1.85	1.65	2.01	2.56	0.12	2.11	3.56	3.62	1.24	1.25
28	γ -n-戊基丁内酯	0.22	0.12	0.15	0.16	0.28	0.21	0.31	0.11	0.25	0.41
29	δ -辛内酯	1.34	1.25	1.46	1.68	2.21	3.17	1.57	2.35	1.21	1.32
30	棕榈酸甲酯	3.14	2.35	3.41	2.36	2.74	3.25	2.14	3.11	2.31	2.22
31	透明质酸甲酯	—	3.21	2.01	2.44	—	2.95	5.88	4.98	2.4	5.17
32	15-甲基-十六烷酸甲酯	0.1	0.21	0.32	0.15	0.55	0.1	—	0.32	0.28	—
33	邻苯二甲酸二乙酯	1.25	2.01	3.88	0.14	0.25	0.94	0.55	0.42	1.02	1.08
34	硬脂酸甲酯	3.65	4.12	3.21	2.44	3.51	4.12	1.55	2.36	3.26	3.51
35	反油酸甲酯	5.21	5.31	4.67	3.54	6.21	4.23	4.2	3.66	4.31	5.12
36	油酸甲酯	2.36	1.11	4.25	5.27	6.32	4.21	3.99	3.21	4.32	5.11
37	亚油酸甲酯	3.54	3.84	4.32	4.21	3.21	3.61	4.32	3.51	3.51	2.31
38	亚麻酸乙酯	3.34	5.31	4.32	6.21	5.61	2.38	5.32	5.31	3.54	3.11
39	邻苯二甲酸二异丁酯	5.71	4.62	2.17	2.61	5.14	—	2.31	2.36	4.36	3.65
	酯类合计	41.82	44.44	45.02	40.05	46.15	41.31	42.43	47.05	41.42	42.48
40	2,5-二氢吡咯	2.36	0.98	1.21	1.03	0.91	—	2.65	3.65	2.03	2.09
41	1-十八炔	1.66	1.45	0.55	1.82	0.32	0.19	0.56	0.21	0.25	0.23
42	2-十三炔	0.66	1.51	0.28	0.71	0.62	0.34	0.54	0.14	1.34	0.77
43	9-二十炔	0.51	0.28	1.22	1.1	0.98	0.12	0.14	0.41	0.2	0.94
44	乙酸	8.51	8.77	4.65	9.32	6.23	8.11	1.35	2.44	5.25	2.36
45	壬酸	4.23	3.05	6.09	2.35	2.91	3.81	6.32	5.31	4.25	4.32
46	葵酸	0.12	0.76	2.31	3.08	0.14	0.21	2.78	3.21	3.25	2.36
	其他合计	18.05	16.8	16.31	19.41	12.11	12.78	14.34	15.37	16.57	13.07

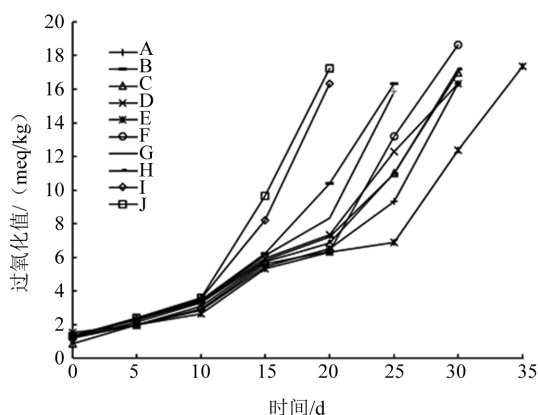


图1 贮藏时间对辣椒油抗氧化效果影响

本试验模拟了生产实践中常见加热条件,对其进行反复熬煮,分析熬煮后的辣椒油在贮藏期的抗氧化效果。由图2可知:不同品种辣椒制备的辣椒油经反复熬煮后在贮藏过程中过氧化值变化趋势趋于一致,不同品种辣椒对其影响不显著。在第0~6天过氧化值呈上升趋势,第6~12天开始缓慢下降,之后呈上升趋势,在第20天,各组辣椒油过氧化值均超过国家标准限量13.00 meq/kg。对比不经反复熬煮辣椒油在贮藏过程中的抗氧化效果,反复熬煮使辣椒油的抗氧化效果减弱。

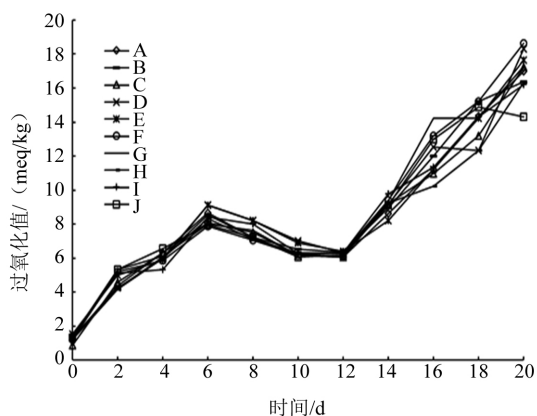


图2 反复熬煮后辣椒油贮藏过程抗氧化效果变化

3 结论与讨论

本文主要针对10种辣椒油制品的品质进行了比较分析,主要测定了辣椒油的色泽、辣椒红素、辣味物质含量、辣度和挥发性香味物质,并分析了贮藏时间及反复熬煮对不同品种辣椒制备的辣椒油抗氧化效果影响。研究发现:西域椒王、湘辣9号、火辣王2号、火辣红、二荆条5个品种辣椒制备的辣椒油 a^* 值较高,其辣椒红素和辣味物质含量及辣度明显高于其他样品;10个品种辣椒制备的辣椒油共发现46种挥发性风味成分,其中共有成分33种,含

量最高的是酯类物质,相对含量为40.05%~47.05%,其次为醛类;抗氧化效果随贮藏时间延长而减弱,火辣王2号品种辣椒油的抗氧化效果最佳;反复熬煮使辣椒油的抗氧化效果减弱。本研究为企业选择适合产品需要的辣椒品种制备辣椒油提供理论参考依据,也为相关研究提供方法参考。

(参考文献)

- [1] 薛淼. 调味辣椒鸡油的研制及辣椒素对鸡油抗氧化效果研究[D]. 天津: 天津农学院, 2019.
- [2] 邵萍萍. 正交实验结合遗传算法提取辣椒红色素[J]. 中国调味品, 2021, 46(2): 156-158.
- [3] 赵欠, 唐毅, 郑红, 等. 干辣椒节炒制工艺优化研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(8): 122-127.
- [4] 贾为华. 辣椒素的抗疲劳作用及其作用机理研究进展[J]. 中国调味品, 2020, 45(8): 187-190.
- [5] 薛淼, 何新益, 闫西纯. 调味辣椒鸡油制备工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(2): 120-124.
- [6] 张洪新, 刘辉, 陈光静, 等. 不同品种辣椒油制品的品质研究[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(5): 190-198.
- [7] 毛永杨, 杨桐, 李智高, 等. 酶解-乙醇辅助法提取灯笼椒中的辣椒籽油及其抗菌活性研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(1): 105-109.
- [8] 冯铃. 辣椒素类物质的定量结构-辣味关系及其与血清蛋白的相互作用研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2019.
- [9] 陈庆金, 麦馨允, 蒋平香, 等. 固相微萃取-气质联用法分析辣椒骨挥发性成分[J]. 中国调味品, 2020, 45(9): 139-145, 159.
- [10] 尹浩, 王斯峰, 曾裕, 等. β -胡萝卜素在4种精炼植物油中的抗氧化性能研究[J]. 中国油脂, 2020, 45(3): 74-79.
- [11] 李锐, 张海玲, 李旭艳, 等. 三种发酵方法制备远东拟沙丁鱼鱼露中鲜味物质的比较[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(22): 143-149.
- [12] 许秦, 唐一秋, 郑世妍. 高效液相色谱法测定辣椒油中苏丹红的含量[J]. 粮食科技与经济, 2020, 45(4): 101-102.
- [13] 黄延春, 李云霞. 辣椒红色素稳定性的研究[J]. 内蒙古石油化工, 2020, 46(6): 38-41.
- [14] 杨莉, 张森, 贾洪峰, 等. 基于高效液相色谱法的麻辣火锅底料辣度分级模型建立及其在熬煮过程中的变化[J]. 食品科学, 2021, 42(4): 233-239.
- [15] 季德胜, 郑桂青, 孙俊, 等. 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用分析辣椒油中的风味物质[J]. 现代食品科技, 2017, 33(6): 276-284.
- [16] 肖轲, 李高阳, 尚雪波, 等. 辣椒籽提取物对冷却肉的抗氧化性及保鲜效果[J]. 中国食品学报, 2020, 20(6): 202-208.