

芦笋酸辣酱的工艺优化及质构特性分析

杨芳, 赵仕磊, 张红梅, 廖洁, 周宇

(四川旅游学院 食品学院, 四川 成都 610100)

摘要: 在单因素筛选的基础上, 选取芦笋添加量、食用油添加量、油的温度、炒制时间为自变量, 感官评分为响应值, 利用 Box-Behnken 中心组合设计原理和响应面分析法, 对芦笋酸辣酱的工艺进行优化。确定其最佳工艺参数为: 芦笋添加量 62.06 g、食用油添加量 64.21 g、油的温度 248.52℃、炒制时间 2.89 min、发酵美人椒 55 g、香油 1 g、食盐 0.5 g、生姜 5 g、鸡粉 0.5 g、大蒜 20 g、黄豆酱 15 g、白醋 1.7 g, 此时感官评分最高可达 95.89 分, 该工艺条件加工的芦笋酸辣酱具有良好的口感, 适宜的酸脆度。

关键词: 芦笋; 酸辣酱; 烹饪工艺; 响应面

中图分类号: TS 972.122

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2018)04-0031-06

芦笋 (*Asparagus officinalis* Linne), 又名石刁柏、龙须菜, 属百合科天门冬属多年生草本植物, 是一种药食同源的保健型名贵蔬菜。鲜芦笋含有丰富优质的蛋白质、铁、钙、胡萝卜素、维生素、氨基酸和黄酮类物质,^[1-2] 及芦丁、槲皮素、多糖和叶酸等活性成分。^[3] 有研究表明, 芦笋对消除疲劳、癌症、高血压、心脏病、水肿、膀胱炎等疾病及清除自由基、抗氧化等具有一定的药理学功效。^[3-7] 发酵型辣椒是重要的辣椒食品, 因其鲜酸可口、质地脆嫩、风味独特、营养、安全, 而受到人们越来越多的关注。^[8-9] 发酵辣椒中含有于人体有益的益生菌乳酸菌, 乳酸菌能够将碳水化合物发酵生成乳酸, 对人体的健康十分有益。^[10] 发酵风味产品因其泡辣椒辣而不燥、酸辣开胃等特点, 深受广大消费者好评。^[11] 目前, 对芦笋的研究主要集中在芦笋中黄酮类物质的提取及其抗氧化活性分析^[5]、芦丁的提取^[12]、复合膳食纤维的制备^[13]、膳食纤维品质分析^[14]、总皂苷的提取^[15]等方面, 而仅有寇晓虹等^[16] 对复合营养芦笋酱的研制一篇关于芦笋制备成酱的文献报道。而未见将芦笋和发酵美人椒结合制备成芦笋酸辣酱的文献报道。本研究将新鲜芦笋和发酵美人椒结合, 制备成一款营养丰富、发酵风味浓郁、酸辣可口、

食用方便的即食发酵辣椒酱, 以适应人们快节奏的生活; 同时, 也为芦笋和美人椒的进一步工业开发和利用提供一定的理论支撑。

1 材料与方法

1.1 原料

新鲜芦笋、美人椒、葱、姜、蒜: 购于成都百伦商业管理有限公司龙泉分公司; 食用油: 秦皇岛金海食品工业有限公司; 香油: 中粮祥瑞粮油工业(荆门)有限公司; 食盐: 中盐长江盐化有限公司; 鸡粉: 广东厨邦食品有限公司; 黄豆酱: 佛山市海天(高明)调味食品有限公司; 白醋: 千禾味业食品股份有限公司; 北京二锅头酒(56°): 北京时代坊龙酒业有限公司。

1.2 仪器与试剂

TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪: 美国 FTC 公司; YP-N 型电子天平: 上海精密仪器有限公司; BT423S 型超纯水机: 西安优普仪器有限公司; SD-1 型组织捣碎机: 上海皖宁精密科学仪器有限公司; TP101 电子数显食品温度计: 世纪怡丰科技有限公司; SHZ-95B 循环水式多用真空泵: 上海央申科技仪器有限公司; 电子万用炉(220 V/2 kW): 沪兴电热电器厂。

收稿日期: 2018-08-22

基金项目: 烹饪科学四川省高等学校重点实验室后期资助项目(HQPRKX2017Z02); 四川省大学生创新创业项目(201711552084)

作者简介: 杨芳(1985-), 女, 四川宜宾人, 四川旅游学院食品学院讲师, 从事食品化学研究;

赵仕磊(1995-), 男, 四川广元人, 四川旅游学院食品学院本科生, 从事食品科学技术研究。

NaOH、邻苯二甲酸氢钾、酚酞:均为分析纯。

1.3 基础配方

主料:发酵美人椒 55 g、芦笋 65 g;辅料:食用油 65 g、香油 1 g、食盐 0.5 g、生姜 5 g、鸡粉 0.5 g、大蒜 20 g、黄豆酱 15 g、白醋 1.7 g。

1.4 工艺流程

经前期试验得出,发酵美人椒的最佳发酵参数如下:新鲜红美人椒 180.0 g、凉开水 800.0 mL、盐水比 1.5:10.0、花椒 11.0 g、生姜 80.0 g、白糖 25.0 g、大蒜 10.0 g、白酒 10.0 g、发酵 14 d,即得发酵美人椒成品。

芦笋酸辣酱的基本工艺:新鲜芦笋→挑选→洗净→沥干→切碎→称重;发酵美人椒→切碎→称重;辅料→称重。

将所有原辅料准备好后,在锅内加入已称重的食用油,开始计时,测量油的温度,待油温达到后,将已称量好的辅料加入锅中,炒制 30 s 左右,加入已称量好的发酵美人椒,再加入已称量好的芦笋,最后加入白醋。达到炒制时间后,关闭电源,即得芦笋酸辣酱成品。

1.5 操作要点

洗净:在清洗过程中,不能对原材料造成明显的损伤,以避免造成营养物质的流失和影响口感。切碎程度:发酵美人椒与新鲜芦笋,所切颗粒大小的长与宽不大于 0.3 cm × 0.3 cm。炒制:用电子食品温度计测量油温,将金属探头放入食用油中静置几秒,待温度达到后,进行炒制;炒制时间的测定由秒表记录。

1.6 试验设计

1.6.1 单因素试验设计

参照基础配方,经过前期预实验,选择对芦笋酸辣酱品质影响较大的 5 项:发酵美人椒添加量、芦笋添加量、食用油添加量、油的温度和炒制时间为试验因素,以感官评分为评鉴指标,每组试验平行 3 次。

1.6.2 BBD 响应面优化工艺设计

根据 BBD 响应面设计原理,在单因素试验的基础上,选取芦笋添加量(A)、食用油添加量(B)、油的温度(C)和炒制时间(D)4个因素,以成品芦笋酸辣酱感官评分为响应值,采取四因素三水平的响应面分析法,对芦笋酸辣酱的最佳工艺进行筛选,试验因素水平见表 1。

表 1 响应面试验因素水平表

水平	A(g)	B(g)	C(°C)	D(min)
-1	60	60	210	2.5
0	65	65	240	3.0
1	70	70	270	3.5

1.7 即食芦笋酸辣酱指标与检测方法

1.7.1 感官评鉴

由 10 名食品从业人员对给定的芦笋酸辣酱成品进行逐一评价,得出各因素分值,每组试验平行 3 次取平均值,相加即得感官评定总分。计分采用百分制,细则见表 2。

表 2 感官指标评分标准表

项目	标准	得分
色泽 (20分)	红绿色或红白色;有光泽,不发乌	16~20
	红绿色或红白色;具有一定的光泽,有点发乌	11~15
	红绿色或红白色;无光泽,发乌	0~10
香气 (20分)	有酱香酯香,发酵美人椒特有的香气和本品之香气,无不良气味	16~20
	有酱香酯香,具有一定发酵美人椒特有的香气和本品之香气,无不良气味	11~15
	无酱香酯香,也没有发酵美人椒特有的香气和本品之香气,有不良气味	0~10
质地及 滋味 (30分)	鲜美、微辣,回味酸,咸淡上口	21~30
	鲜美、微辣,回味有一定的酸味,咸淡上口	16~20
	鲜美、中辣,回味有一定的酸味,咸淡较合适	11~15
	不鲜美、辣,且回味无酸味,咸淡不合适	0~10
组织 形态 (30分)	酱黏稠适度,间有芦笋、发酵美人椒及其他辅料之颗粒,无茎蒂物存在,无其他杂物	21~30
	酱黏稠较适度,间有芦笋、发酵美人椒及其他辅料之颗粒,或许有少量茎蒂物存在,无其他杂物	16~20
	酱较黏或者较稠,间有芦笋、发酵美人椒及其他辅料之颗粒,有少量茎蒂物存在,无其他杂物	11~15
	酱不黏稠,间有芦笋、发酵美人椒及其他辅料之颗粒,有茎蒂物存在与其他杂物	0~10

1.7.2 总酸测定

将芦笋酸辣酱成品经研磨、混匀后测量,根据 NY/T 1070-2006 辣椒酱的方法进行测定。

1.7.3 质构测定

挑选芦笋酸辣酱成品,采用圆柱形探头,形变量60%,剪切速度1 mm/s,返回速度1 mm/s,最小感应力0.375 N,测定硬度、黏附性、内聚性、弹性、胶黏性、咀嚼性。平行测定3次,以平均值作为最终结果。

1.7.4 数据处理

采用 Design 8.0.6 软件进行方差分析和响应面分析;用 Excel 和 SPSS 22.0 进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 发酵美人椒添加量对成品品质的影响

根据基础配方和工艺流程,发酵美人椒(40 g、45 g、50 g、55 g、60 g)制作芦笋酸辣酱,根据感官评分确定发酵美人椒的最佳添加量。

由试验可知,发酵美人椒的添加量对芦笋酸辣酱的发酵风味、辣度、酸度起决定作用;同时,对芦笋酸辣酱的保健功效有重要影响。由图1可知,发酵美人椒的添加量为55 g最佳。

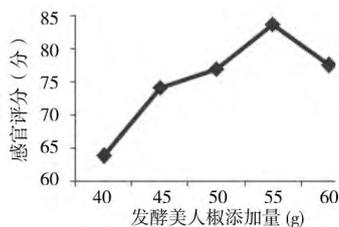


图1 发酵美人椒添加量对芦笋酸辣酱品质的影响

2.1.2 芦笋添加量对成品品质的影响

根据基础配方和工艺流程,发酵美人椒55 g、芦笋(50 g、55 g、60 g、65 g、70 g)制作芦笋酸辣酱,根据感官评分确定芦笋的最佳添加量。

鲜芦笋含有丰富优质的氨基酸、黄酮类等活性成分,^[1]对癌症、高血压、心脏病等具有一定的药理学功效。^[1-4]因此,芦笋的添加量对芦笋酸辣酱的营养保健功效有重要影响。由图2可知,

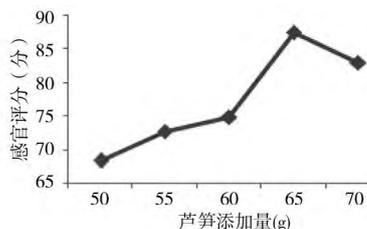


图2 芦笋添加量对芦笋酸辣酱品质的影响

芦笋的添加量为60~70 g较适宜。

2.1.3 食用油添加量对成品品质的影响

根据基础配方和工艺流程,发酵美人椒55 g、芦笋65 g、食用油(50 g、55 g、60 g、65 g、70 g)制作芦笋酸辣酱,根据感官评分确定食用油的最佳添加量。

由试验可知,食用油的添加量对芦笋酸辣酱的风味形成有重要影响,同时,对芦笋酸辣酱的成品储藏时间也有一定的影响。由图3可知,食用油的添加量为60~70 g较适宜。

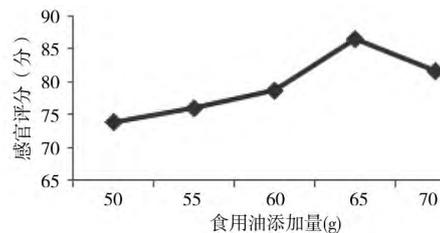


图3 食用油添加量对芦笋酸辣酱品质的影响

2.1.4 油的温度对成品品质的影响

根据基础配方和工艺流程,发酵美人椒55 g、芦笋65 g、食用油65 g、油的温度(180℃、210℃、240℃、270℃、300℃)制作芦笋酸辣酱,根据感官评分确定最佳油的温度。

油温对产品质量影响较大。油温太高,产品易发干,甚至糊锅,使产品质量下降;温度太低,一些成分溶解不充分,产品特有风味难以形成。^[14]由图4可知,油温为210℃~270℃较适宜。

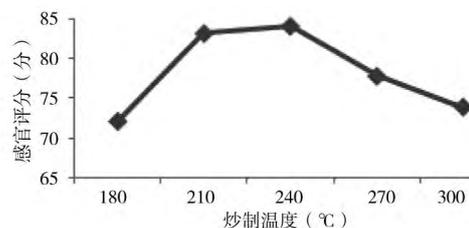


图4 油的温度对芦笋酸辣酱品质的影响

2.1.5 炒制时间对成品品质的影响

根据基础配方和工艺流程,发酵美人椒55 g、芦笋65 g、食用油65 g、油的温度240℃、炒制时间(2.0 min、2.5 min、3.0 min、3.5 min、4.0 min)制作芦笋酸辣酱,确定最佳炒制时间。

翻炒时间对产品质量有一定的影响。时间过短,产品内部温度不均,产品风味难以形成;时间过长,产品中水分蒸发太多,影响风味和口感。^[14]由下页图5可知,炒制时间为2.5 min~3.5 min较适宜。

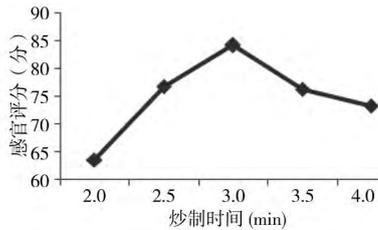


图5 炒制时间对芦笋酸辣酱品质的影响

2.2 响应面试验结果

根据单因素试验结果,结合 Box - Behnken 中心组合设计原理,进行四因素三水平试验设计,根据试验安排制备芦笋酸辣酱成品,进行感官评分、总酸测定和质构特性分析,以感官评分(Y)为响应变量,结果如表3所示。

表3 响应面试验设计结果

试验号	A	B	C	D	Y
1	0	0	1	1	89.2
2	1	-1	0	0	90.3
3	-1	-1	0	0	92.9
4	-1	0	0	-1	93.1
5	-1	0	1	0	93.3
6	0	-1	0	-1	92.7
7	1	0	0	1	90.5
8	0	1	0	-1	88.7
9	0	1	0	1	91.0
10	0	0	0	0	95.1
11	-1	1	0	0	92.1
12	0	0	-1	-1	88.3
13	1	0	0	-1	91.8
14	0	0	0	0	95.1
15	0	0	0	0	94.5
16	0	0	0	0	95.2
17	1	0	-1	0	85.8
18	0	0	1	-1	90.9
19	0	-1	0	1	85.6
20	0	0	-1	1	82.5
21	1	1	0	0	92.1
22	0	-1	-1	0	84.9
23	-1	0	-1	0	87.7
24	1	0	1	0	91.2
25	0	0	0	0	95.9
26	-1	0	0	1	92.3
27	0	1	1	0	91.1
28	0	-1	1	0	91.9
29	0	1	-1	0	85.8

通过 Design 8.0.6 软件对表3中的数据进行

二次多元回归拟合分析,以芦笋添加量(A)、食用油添加量(B)、油的温度(C)、炒制时间(D)为响应因素,以感官评分(Y)为响应变量,得到的二次多项回归方程如下: 感官评分(Y) = 95.16 - 0.81A + 0.21B + 2.72C - 1.20D + 0.65AB - 0.050AC - 0.13AD - 0.43BC + 2.35BD + 1.02CD - 0.76A² - 2.51B² - 4.58C² - 2.83D²。

表4 响应面结果方差分析

方差来源	平方和	自由度	方差	F值	P>F	显著性
模型	319.74	14	22.82	39.55	<0.0001	显著
A	7.84	1	7.87	13.59	0.0024	**
B	0.52	1	0.52	0.90	0.3582	
C	88.56	1	88.56	153.49	<0.0001	**
D	117.28	1	117.28	200.00	<0.0001	**
AB	1.69	1	1.69	2.93	0.1091	
AC	0.010	1	0.010	0.017	0.8971	
AD	0.063	1	0.063	0.11	0.7469	
BC	0.72	1	0.72	1.25	0.2820	
BD	22.09	1	22.09	38.29	<0.0001	**
CD	4.20	1	4.20	7.28	0.0173	*
A ²	3.78	1	3.78	6.55	0.0227	*
B ²	40.97	1	40.97	71.01	<0.0001	**
C ²	135.82	1	135.82	235.39	<0.0001	**
D ²	51.80	1	51.80	89.77	<0.0001	**
残差	8.08	14	0.58			
失拟误差	7.09	10	0.71	2.86	0.1617	不显著
纯误差	0.99	4	0.25			
总和	327.55	28				

注: * 表示 P<0.05 显著水平, ** 表示 P<0.01 极显著水平。

由表4可知,方程回归模型 P<0.0001,说明模型极显著,回归系数 R²=0.9753, R²_{Adj}=0.9507,说明建立的模型可以很好地拟合试验的真实情况。失拟项 P 为 0.1617,影响不显著。由 A, B, C, D 的 P 值可知,芦笋添加量、油的温度、炒制时间对芦笋酸辣酱的品质影响均达到了极显著的水平,各响应因素对成品品质的影响顺序为:油的温度≈炒制时间>芦笋添加量>食用油的添加量;BD 的 P<0.0001,说明食用油的添加量和炒制时间对芦笋酸辣酱的影响存在交互作用,并且影响极显著;CD 的 P=0.0173<0.05,说明油的温度和炒制时间对芦笋酸辣酱的影响存在交互作用,并且影响显著。由响应面试验设计所得的响应面曲面图见下页图6(a)~6(d)所示。

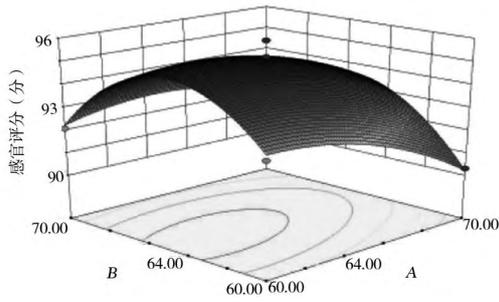


图 6(a) 芦笋添加量与食用油添加量的交互作用对感官评分的影响

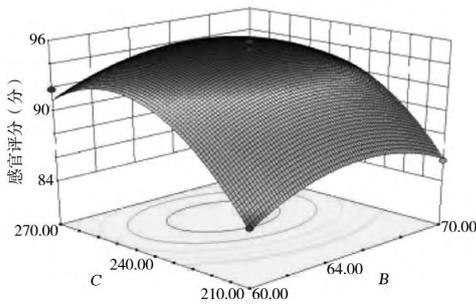


图 6(b) 食用油添加量与油的温度的交互作用对感官评分的影响

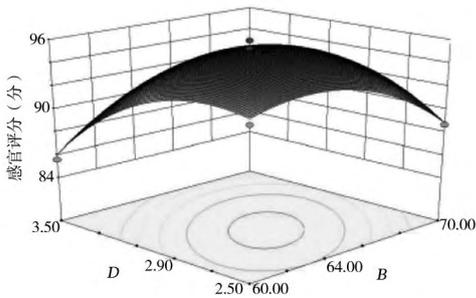


图 6(c) 食用油添加量与炒制时间的交互作用对感官评分的影响

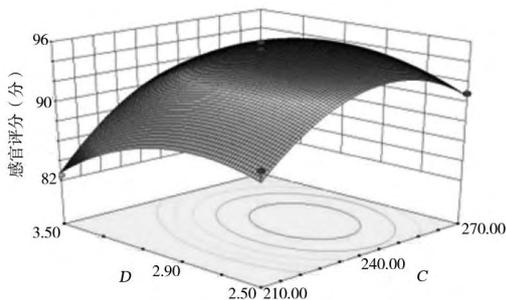


图 6(d) 炒制时间与油的温度的交互作用对感官评分的影响

2.3 芦笋酸辣辣椒酱的总酸和质构特性测试结果
总酸及质构特性测试结果见表 5。

2.4 芦笋酸辣辣椒酱感官评分与酸度、质构特性相关性分析结果

将芦笋酸辣辣椒酱的感官评分(Y)与总酸(a)

和质构特性指标硬度(b)、粘附性(c)、内聚性(d)、弹性(e)、胶黏性(f)、咀嚼性(g)经 SPSS 22.0 软件分析,得其多元线性回归方程为:感官评分(Y) = 105.026 + 6.054 a - 2.028 b - 1.877 c - 77.724 d + 2.985 e + 4.688 f - 0.075 g 。

表 5 芦笋酸辣辣椒酱的总酸和质构特性测试结果

试验号	总酸 (g/100g)	硬度 (N)	黏附性 (mJ)	内聚性 (Ratio)	弹性 (mm)	胶黏性 (N)	咀嚼性 (mJ)
1	1.22	17.37	4.09	0.47	8.47	7.42	64.2
2	1.27	34.08	0.67	0.43	3.53	16.3	59.42
3	1.21	14.47	2.97	0.38	7.16	5.47	40.1
4	1.33	26.79	1.84	0.44	6.03	12.32	75.32
5	1.11	20.27	2.56	0.45	6.56	9.3	59.56
6	1.27	12.74	1.82	0.48	7.59	5.73	44.64
7	0.92	35.85	1.01	0.41	4.03	16.61	63.84
8	1.27	10.67	2.78	0.63	8.79	6.02	52.24
9	1.27	25	1.66	0.48	5.7	12.42	68.73
10	1.28	24.3	2.24	0.44	5.72	10.88	60.43
11	1.15	17.47	2.03	0.43	6.99	7.45	52.07
12	1.16	17.14	1.25	0.35	6.06	6.01	36.42
13	1.28	39.49	0.85	0.44	3.81	18.51	69.37
14	1.37	30.45	1.19	0.46	4.24	15.07	62.96
15	1.32	14.25	2.53	0.46	8.74	5.7	50.91
16	1.32	30.51	1.19	0.49	4.65	16.02	72.03
17	1.27	41.93	0.9	0.44	3.65	19.03	65.89
18	1.27	34.91	1.11	0.46	4.4	16.99	72.29
19	1.25	41.18	1	0.41	4.13	18.49	75
20	1.27	26.48	1.43	0.47	4.83	12.77	60.46
21	1.27	31.49	0.7	0.45	3.79	15.03	53.25
22	1.27	19.79	2.49	0.45	7.28	8.7	64.86
23	1.13	19.03	3.23	0.38	6.99	7.25	50.77
24	1.31	19.16	2.5	0.45	7.19	8.77	64.08
25	1.34	30.55	1.21	0.49	4.13	15.83	62.77
26	1.31	24.13	2.25	0.42	6.99	10.43	71.12
27	1.27	31.39	1.56	0.41	5.23	14.15	72.11
28	1.29	14.32	3.69	0.45	9.21	6.26	58.18
29	1.31	19.3	3.36	0.51	7.58	9.5	71.21

2.5 芦笋酸辣辣椒酱最佳配方的确定

由单因素试验和 Design 8.0.6 响应面法分析所得的芦笋酸辣辣椒酱最佳配方: 芦笋添加量 62.06 g、食用油添加量 64.21 g、油的温度 248.52 °C、炒制时间 2.89 min,此时感官评分最高为 95.89 分。

3 总结

经过单因素和四因素三水平的响应面分析,

得出芦笋酸辣酱的最佳工艺为:芦笋添加量 62.06 g、食用油添加量 64.21 g、油的温度 248.52℃、炒制时间 2.89 min、发酵美人椒 55 g、香油 1 g、食盐 0.5 g、生姜 5 g、鸡粉 0.5 g、大蒜 20 g、黄豆酱 15 g、白醋 1.7 g,此时感官评分最高可达 95.89 分,芦笋酸辣酱具有良好的口感,适宜的酸脆度,接受度高。对响应面试验设计所得 29 组芦笋酸辣酱样品进行总酸和 TPA 测试,得总酸和质构特性数据,并利用软件 SPSS 22.0 进行处理,得总酸、质构特性与感官评分之间的多元线性回归方程为:感官评分(Y) = 105.026 + 6.054a(总酸) - 2.028b(硬度) - 1.877c(黏附性) - 77.724d(内聚性) + 2.985e(弹性) + 4.688f(胶黏性) - 0.075g(咀嚼性)。本研究结果将对芦笋和美人椒的进一步开发利用提供一定的理论支撑。

参考文献:

- [1] 鲁晓翔,王经纬,唐津忠.微波提取芦笋茶黄酮工艺的研究[J].食品研究与开发,2007,28(5):87-91.
- [2] 王正云.超临界 CO₂ 萃取芦笋中总黄酮的工艺研究[J].食品研究与开发,2007,28(10):42-46.
- [3] 顾关云,蒋昱.芦笋的化学成分和生物活性[J].国外医药(植物药分册),2007,22(2):47-50.
- [4] 袁仲,刘新社.芦笋的保健功能与加工利用[J].食品研究与开发,2008,29(8):158-161.
- [5] 鞠玉栋.芦笋的化学成分及其药理作用[J].中国园艺文摘,2011(2):125-126.
- [6] 王春燕,王卫东,李超,等.芦笋的生物活性成分及其生理功能[J].食品与药品,2010,12(9):369-372.
- [7] 董孝元,方冬芬,杨梅,等.纤维素酶辅助提取芦笋黄酮及其抗氧化活性分析[J].食品科学,2014,35(6):17-23.
- [8] 刘易伟,胡文忠,姜爱丽,等.辣椒的营养价值及其加工品的研发进展[J].食品工业科技,2014,35(15):377-381.
- [9] 周晓媛,邓靖,李福枝,等.发酵辣椒的挥发性风味成分分析[J].食品生物技术学报,2007,26(1):54-59.
- [10] 萨仁高娃,胡文忠,姜爱丽.辣椒营养保健功能及辣椒食品的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(15):371-375.
- [11] 任政伟,彭毅秦,丁捷,等.响应面法优化泡椒猪肝超声波腌制液配方[J].美食研究,2018,35(1):28-33.
- [12] 刘树兴,齐香君,庞振,等.芦笋中芦丁的提取及其鉴定[J].食品工业科技,2001,22(4):39-41.
- [13] 杨晓宽,常学东,李云明.均匀设计法优化芦笋复合膳食纤维制备工艺[J].中国食品学报,2015,15(3):89-96.
- [14] 杨晓宽,李汉臣,张建才,等.芦笋膳食纤维品质分析及抗氧化研究[J].中国食品学报,2013,23(10):205-212.
- [15] 王皓,揭晶.响应面优化超声辅助提取芦笋中总皂苷的工艺研究[J].食品工业,2014,35(8):171-175.
- [16] 寇晓虹,吴彩娥,张前进.复合营养芦笋酱的研制[J].食品工业科技,2000,21(3):45-46.

Processing technology optimization and textural properties of asparagus sour chili sauce

YANG Fang, ZHAO Shilei, ZHANG Hongmei, LIAO Jie, ZHOU Yu

(College of Food Science and Technology, Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China)

Abstract: Based on single factor experiments, the conditions for asparagus sour chili sauce processing was optimized using response surface methodology with Box-Behnken central composite design as 62.06 g of asparagus, 64.21 g of cooking oil, 248.52 °C of oil temperature, 2.89 min of frying time, 55 g of fermented beauty pepper, 1 g of fragrant oil, 0.5 g of salt, 5 g of ginger, 0.5 g of chicken powder, 20 g of garlic, 15 g of soy bean paste, 1.7 g of white vinegar to obtain a score of 95.89 of sensory evaluation for the product.

Key words: asparagus; sour chili sauce; cooking process; response surface methodology

(责任编辑:赵 勇)