

DOI:10.3969/j.issn.1000-9973.2023.11.025

引文格式:陈飞,刘琨毅,王琪,等.D-最优混料设计优化曲靖蒸饵丝预制佐料配方及挥发性风味成分分析[J].中国调味品,2023,48(11):143-147,175.

CHEN F, LIU K Y, WANG Q, et al. Optimization of formula of prepared seasonings for Qujing steamed cake threads by D-optimal mixture design and analysis of volatile flavor components[J]. China Condiment, 2023, 48(11): 143-147, 175.

D-最优混料设计优化曲靖蒸饵丝预制佐料配方及挥发性风味成分分析

陈飞¹, 刘琨毅², 王琪², 谢政泽³, 吴永祥¹, 张蒙^{1*}

(1. 黄山学院 生命与环境科学学院, 安徽 黄山 245041; 2. 宜宾职业技术学院 五粮液技术与食品工程学院, 四川 宜宾 644003; 3. 云南农业大学 食品科学技术学院, 昆明 650201)

摘要:佐料是曲靖蒸饵丝制作过程中的重要环节,佐料配比直接影响曲靖蒸饵丝的风味和口感。运用模糊数学感官评价法与D-最优混料设计相结合,优化曲靖蒸饵丝预制佐料配比,并采用电子鼻分析曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后挥发性风味成分的变化。结果表明,将饵丝质量的34.1%预制肉酱、16.3%预制酸腌菜、18.7%预制花生碎、9.1%预制韭菜和21.8%预制绿豆芽作为预制佐料,色泽、口感、香味怡人,可获得感官评分为94.2分的曲靖蒸饵丝;其预制佐料配方经过优化后,芳香化合物和含硫化合物含量显著升高($P < 0.05$)。试验结果可为曲靖蒸饵丝预制产品获得稳定的风味和优良的感官品质提供可靠的数据参考借鉴。

关键词:曲靖蒸饵丝;佐料;混料设计;感官评价

中图分类号:TS217.1

文献标志码:A

文章编号:1000-9973(2023)11-0143-05

Optimization of Formula of Prepared Seasonings for Qujing Steamed Cake Threads by D-Optimal Mixture Design and Analysis of Volatile Flavor Components

CHEN Fei¹, LIU Kun-yi², WANG Qi², XIE Zheng-ze³, WU Yong-xiang¹, ZHANG Meng^{1*}

(1. College of Life and Environment Sciences, Huangshan University, Huangshan 245041, China;

2. School of Wuliangye Technology and Food Engineering, Yibin Vocational and Technical

College, Yibin 644003, China; 3. College of Food Science and Technology,

Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: Seasoning is an indispensable link in the production process of Qujing steamed cake threads, and the proportion of seasonings directly affects the flavor and texture of Qujing steamed cake threads. The proportion of prepared seasonings of Qujing steamed cake threads is optimized by combining the fuzzy mathematical sensory evaluation method with D-optimal mixture design, and the changes of volatile flavor components before and after the optimization of formula of prepared seasonings of Qujing steamed cake threads are analyzed by electronic nose. The results show that using 34.1% prepared meat sauce, 16.3% prepared pickled vegetables, 18.7% prepared shredded peanuts, 9.1% prepared leek and 21.8% prepared mung bean sprouts of the mass of Qujing steamed cake threads as the prepared seasonings, the color, taste and aroma are pleasant, and the sensory score of Qujing steamed cake threads is 94.2 points; the content of aromatic compounds and sulfur-containing compounds significantly increases ($P < 0.05$) after optimization of the formula of prepared seasonings. The experimental results can provide reliable data references for the prepared products of Qujing steamed cake threads to obtain stable flavor and excellent sensory quality.

Key words: Qujing steamed cake threads; seasoning; mixture design; sensory evaluation

收稿日期:2023-04-20

基金项目:安徽省教育厅自然科学重点项目(2023AH051382);宜宾职业技术学院科技创新团队项目(ybzy21cxttd-03)

作者简介:陈飞(1992—),男,讲师,博士,研究方向:食品加工和功能性评价。

*通信作者:张蒙(1991—),女,讲师,博士,研究方向:食品中活性物质的功能性评价。

预制菜是近几年提出来的美食新概念,不仅缩短了人们在厨房的时间,而且配料配比科学,产品更卫生营养^[1-2]。曲靖蒸饵丝是由筒子饵块切丝蒸煮,拌以秘制肉酱、绿豆芽、花生、蒜泥等佐料而制成的地道特色小吃,具有干香浓郁、香糯松软、风味无穷的特点,深受云南本地人的喜爱^[3]。而佐料是曲靖蒸饵丝小吃的灵魂,其不仅赋予了曲靖蒸饵丝独特的口感、风味和诱人的香气,而且使曲靖蒸饵丝的营养齐全^[3]。目前,国内食品厂及餐饮店主要以曲靖蒸饵丝独立包装销售,却很少拼配佐料以预制菜的形式予以配套推广销售,虽然工厂与餐饮店对其制作工艺进行了优化改良,增加了其种类,但产品存在风味、质量参差不齐等问题,这也导致了曲靖蒸饵丝产品市场推广广难^[4-6]。因此,亟需对曲靖蒸饵丝预制佐料配方进行优化,以获得风味稳定、感官品质优良的曲靖蒸饵丝产品,予以曲靖蒸饵丝预制菜的形式推广市场,以满足市场的需求。

模糊数学感官评价法是一种能减少主观因素带来的影响,获得客观、合理、科学的评价结果,而广泛用于食品感官评价的方法^[7-9]。D-最优混料设计是针对复杂物料配比优化的试验设计,由于其试验结果的可靠性高,常常用于食品物料配比的优化研究^[10-12]。因此,模糊数学感官评价结合 D-最优混料设计常被用于工艺优化、物料配比等试验。基于此,本试验将两者结合用于优化曲靖蒸饵丝预制佐料配方的研究,并利用响应面优化佐料配比,采用电子鼻^[13-14]分析曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后挥发性风味成分的变化,以期为曲靖蒸饵丝预制菜产品获得稳定的风味、优良的感官品质提供可靠的数据参考,其研究结果拟运用于曲靖蒸饵丝预制菜的标准化、规模化生产。

1 材料与方法

1.1 试验材料

饵丝、猪腿肉、花生、香葱、生姜、蒜、花椒粒、草果、香叶、桂皮、八角:购于当地市场;酸腌菜:云南泰润食品有限公司;豆瓣酱:成都鑫星豆瓣酿造有限公司。

1.2 试验仪器

LQ-C5001 型电子秤 昆山优科维特电子科技有限公司;SN2105 型电磁炉 美的集团股份有限公司;PEN3 型电子鼻 德国 Aisense 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 曲靖蒸饵丝制作工艺

饵丝→蒸熟→撒上预制佐料(预制肉酱、预制酸腌菜、预制花生碎、预制韭菜与预制绿豆芽)→搅拌均匀→成品。

预制肉酱:将菜籽油烧至九成熟,关火待油温冷至五成热后下入香葱葱头、生姜片、蒜片、花椒粒各 5%,然后放入 0.5%草果、0.2%香叶、0.3%桂皮、0.5%八角,微火炼制 30 min 后,捞出食材扔掉,得到制作肉酱的香料油;将猪腿肉清洗后剁成米粒大小的肉粒,利用

香料油将肉粒炒熟,并加入肉粒质量 5%的豆瓣酱与 1%的酱油、盐、鸡精。

预制酸腌菜:将成品的酸腌菜切成 1 cm 的小段。

预制花生碎:将菜籽油烧至五六成热后放入花生仁,小火炸至颜色变深,捞出冷却去皮后用刀背压碎。

预制韭菜:将韭菜焯熟后切成 2 cm 的小段。

预制绿豆芽:将绿豆芽焯熟后切成 2 cm 的小段。

将饵丝蒸熟后盛入盘中,按后续试验设计撒上不同比例的预制肉酱、预制酸腌菜、预制花生碎、预制韭菜与预制绿豆芽,拌和均匀即为成品。

1.3.2 曲靖蒸饵丝预制佐料配比的 D-最优混料设计试验

前期预试验得出曲靖蒸饵丝感官特征较优的预制佐料配比:在蒸熟的饵丝中加入饵丝质量的 30%预制肉酱、25%预制酸腌菜、15%预制花生碎、8%预制韭菜和 22%预制绿豆芽,各因素的质量分数总和为 100%。因此在前期的基础上,选取各预制佐料数值范围,见表 1。

表 1 预制佐料设计因素及数值范围
Table 1 Design factors and value ranges of prepared seasonings

因素	预制佐料	质量分数/%	
		最低值	最高值
A	预制肉酱	25	35
B	预制酸腌菜	15	35
C	预制花生碎	10	20
D	预制韭菜	5	10
E	预制绿豆芽	14	22

1.3.3 曲靖蒸饵丝的感官评价方法

试验邀请 10 名专业人员,根据传统小吃的感官评价方法^[15],具体感官评价标准见图 1,满分 100 分。

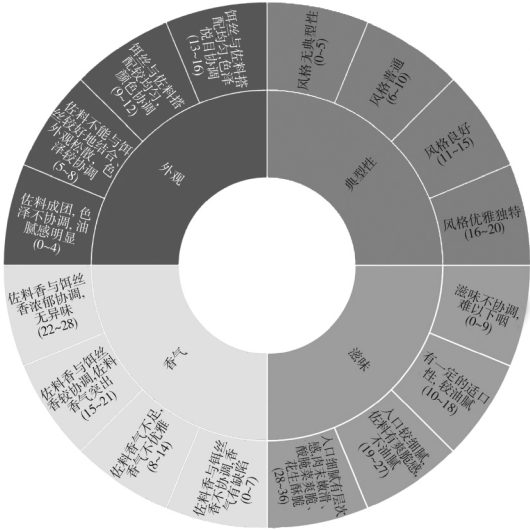


图 1 曲靖蒸饵丝感官评价标准

Fig. 1 Sensory evaluation criteria of Qujing steamed cake threads

1.4 模糊数学感官评价模型的建立^[16]

1.4.1 感官评价等级集 V 的确定

设感官评价等级集 $V=(V_1,V_2,V_3,V_4)$ 。

式中: V_1 (优)、 V_2 (良)、 V_3 (中)、 V_4 (差)对应分数分别为 100,75,50,25。

1.4.2 感官评价权重集 X 的确定

设感官评价权重集 $X=(X_1,X_2,X_3,X_4)$ 。

式中: X_1 (外观)、 X_2 (香气)、 X_3 (滋味)、 X_4 (典型性)对应分数分别为 0.16,0.28,0.36,0.20。

1.4.3 模糊评定矩阵的建立

邀请 10 名感官评价员对曲靖蒸饵丝按感官评价标准进行评价,收集各因素的评分,并将评分数据进行统计和处理得到曲靖蒸饵丝的感官评价模糊关系矩阵 R ;然后根据下式变换原理得到感官评分 $Y^{[17]}$ 。

$$Y=XR V^T。$$

1.5 电子鼻测定挥发性风味成分

称取待测样品各 3.0 g 于 250 mL 锥形瓶中,迅速盖上保鲜膜密封,静置 45 min 后检测,每个样品重复 3 次,按照李泽林等^[18]测定菌骨调味基料中挥发性化合物的方法测定。

1.6 数据处理

D-最优混料设计优化采用 Design Expert 12.0 进行,利用电子鼻自带的 WinMuster 软件进行主成分分析(principal component analysis,PCA)和线性判别分析(linear discriminant analysis,LDA)^[19]。

2 结果与分析

2.1 曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前的模糊数学感官评价

10 名感官评价员分别对曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前的外观、香气、滋味和典型性 4 个考察指标进行了感官评价,结果(各等级评定人数)见表 2。

表 2 曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前的感官评价结果
Table 2 Sensory evaluation results before optimization of formula of prepared seasonings of Qujing steamed cake threads

感官指标	评定等级			
	优	良	中	差
外观	7	2	1	0
香气	8	1	0	1
滋味	6	2	1	1
典型性	7	1	2	0

由表 2 可知,曲靖蒸饵丝的外观等级 7 位专家评定为优,2 位评定为良,1 位评定为中,所以 $R_{外观}=(0.7,0.2,0.1,0)$,故同理得到 $R_{香气}=(0.8,0.1,0,0.1)$, $R_{滋味}=(0.6,0.2,0.1,0.1)$, $R_{典型性}=(0.7,0.1,0.2,0)$ 。按照模糊评价矩阵的原则将获得的指标进行数据转化,可得如下矩阵:

$$R=\begin{bmatrix} 0.7,0.2,0.1,0 \\ 0.8,0.1,0,0.1 \\ 0.6,0.2,0.1,0.1 \\ 0.7,0.1,0.2,0 \end{bmatrix}。$$

根据模糊数学变换原理 $Y=XR V^T$,感官评价结果为:

$$Y=XR V^T=(0.16,0.28,0.36,0.20)\times\begin{bmatrix} 0.7,0.2,0.1,0 \\ 0.8,0.1,0,0.1 \\ 0.6,0.2,0.1,0.1 \\ 0.7,0.1,0.2,0 \end{bmatrix}\times\begin{bmatrix} 100 \\ 75 \\ 50 \\ 25 \end{bmatrix}=86.8。$$

以该方法对响应面的 25 个试验组合组进行模糊数学感官评价,结果见表 3。

表 3 曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化试验设计及结果
Table 3 Experimental design and results of optimizaition of formula of prepared seasonings of Qujing steamed cake threads

试验号	A 预制肉 酱/%	B 预制酸 腌菜/%	C 预制花 生碎/%	D 预制韭 菜/%	E 预制绿 豆芽/%	Y 感官评 分/分
1	32.6	28.9	19.5	5.0	14.0	78.3
2	28.6	35.0	14.7	6.9	14.8	88.1
3	31.4	34.6	10.0	10.0	14.0	81.7
4	25.0	35.0	10.0	8.9	21.1	87.0
5	35.0	15.0	20.0	10.0	20.0	93.7
6	32.5	28.4	11.1	6.0	22.0	86.1
7	28.4	28.0	15.4	10.0	18.2	82.6
8	28.4	28.0	15.4	10.0	18.2	82.2
9	33.5	23.7	11.3	9.5	22.0	89.6
10	30.9	23.6	20.0	7.5	18.0	84.0
11	35.0	19.3	17.7	6.0	22.0	86.5
12	35.0	29.3	11.7	10.0	14.0	86.9
13	28.6	35.0	14.7	6.9	14.8	87.1
14	25.0	32.1	18.7	5.0	19.2	88.8
15	35.0	19.6	20.0	10.0	15.4	84.8
16	33.5	23.8	15.0	9.0	18.7	84.0
17	30.9	23.6	20.0	7.5	18.0	88.1
18	25.0	31.5	20.0	9.5	14.0	82.5
19	26.5	22.2	19.9	9.4	22.0	90.9
20	33.5	23.7	11.3	9.5	22.0	87.3
21	35.0	25.4	16.4	8.9	14.3	82.8
22	28.9	34.0	10.1	5.0	22.0	87.6
23	26.5	22.2	19.9	9.4	22.0	90.0
24	35.0	31.6	10.0	5.8	17.6	87.1
25	30.1	26.1	16.7	5.1	22.0	82.5

2.2 不同预制佐料对比对曲靖蒸饵丝感官评分影响的响应面试验

以曲靖蒸饵丝的感官评分为响应值,根据 D-最优混料设计原理设计响应面试验,考察预制佐料中预制肉酱(A)、预制酸腌菜(B)、预制花生碎(C)、预制韭菜(D)和预制绿豆芽(E)5 个因素对曲靖蒸饵丝感官评分(Y)

的影响,试验结果见表 3。

对试验数据进行分析 and 拟合,得到曲靖蒸饵丝感官评分(Y)的回归方程: $Y=118.34A+103.86B+103.82C-344.70D+106.07E-88.52AB-140.58AC+606.65AD-77.90AE-63.56BC+394.53BD-60.14BE+522.31CD+6.33CE+552.78DE$ 。

将感官评分进行方差分析(见表 4)得出,回归方程的模型对感官评分的影响达到了极显著水平($P<0.01$),失拟项不显著($P>0.05$),确定系数 $R^2=0.9031$,结果表明该模型能用于预制佐料配比优化^[20]。其中,交互项 AB、AC、AD、BD、CD 对曲靖蒸饵丝感官评分的影响显著($P<0.05$),交互项 DE 对曲靖蒸饵丝感官评分的影响达到了极显著水平($P<0.01$)。

表 4 感官评分回归模型的方差分析
Table 4 Analysis of variance of sensory scoring regression model

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	255.07	14	18.22	5.97	0.003 7	**
线性项	80.87	4	20.22	6.62	0.007 2	**
AB	17.57	1	17.57	5.75	0.037 4	*
AC	22.63	1	22.63	7.41	0.021 5	*
AD	29.67	1	29.67	9.72	0.010 9	*
AE	3.72	1	3.72	1.22	0.295 7	
BC	8.99	1	8.99	2.94	0.117 0	
BD	16.67	1	16.67	5.46	0.041 6	*
BE	3.72	1	3.72	1.22	0.295 3	
CD	27.13	1	27.13	8.88	0.013 8	*
CE	0.03	1	0.03	0.01	0.925 1	
DE	33.92	1	33.92	11.11	0.007 6	**
残差	30.54	10	3.05			
失拟项	18.51	5	3.70	1.54	0.324 1	
纯误差	12.03	5	2.41			
总离差	285.62	24				

注:“*”表示差异显著($P<0.05$),“**”表示差异极显著($P<0.01$)。

2.3 预制佐料配比优化及验证

通过对响应面试验结果进行分析,选取感官评分最大值时各预制佐料的配比,并设置合适的各预制佐料配比数值范围,见表 5。

表 5 各预制佐料的取值范围
Table 5 Value range of each prepared seasoning

项目	目标	最小值	最大值	重要性
A/%	设定值内	25	35	3
B/%	设定值内	15	35	3
C/%	设定值内	10	20	3
D/%	设定值内	5	10	3
E/%	设定值内	14	22	3
感官评分/分	最大值	60	100	3

由方差分析^[21]可知,预制韭菜(D)和预制绿豆芽(E)的 P 值最小,表明这两个因素对曲靖蒸饵丝感官评分的

影响最显著($P<0.01$),即这两个因素为最重要因素。由此,绘制有这两个因素存在时各预制佐料对曲靖蒸饵丝感官评分影响的 3D 响应图(见图 2)。

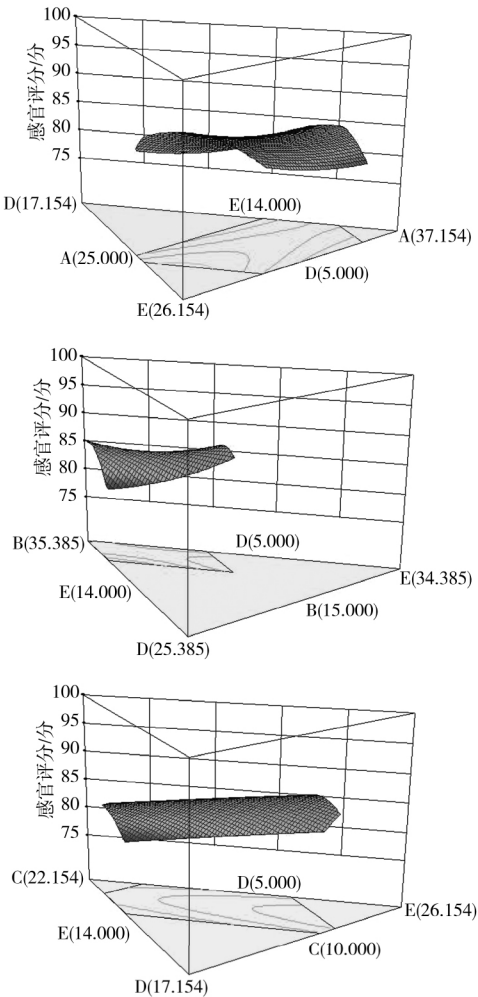


图 2 各预制佐料的 3D 图

Fig. 2 3D diagrams of each prepared seasoning

由图 2 与软件分析得出最优预制佐料配方为 34.074% 预制肉酱、16.293% 预制酸腌菜、18.707% 预制花生碎、9.163% 预制韭菜和 21.763% 预制绿豆芽,此时曲靖蒸饵丝感官评分可获得最高的理论值 94.987 9 分。为便于实际操作,将预制佐料配方调整为 34.1% 预制肉酱、16.3% 预制酸腌菜、18.7% 预制花生碎、9.1% 预制韭菜和 21.8% 预制绿豆芽进行验证试验,结果表明曲靖蒸饵丝的感官评分为 94.2 分,与理论值的相对误差为 0.8%。以上结果表明,采用 D-最优混料响应曲面设计优化曲靖蒸饵丝各预制佐料配方是可行的。此时,曲靖蒸饵丝的感官特征为色泽悦目协调,佐料香与饵丝香浓郁协调,入口细腻,有层次感。

2.4 曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后和各佐料挥发性风味成分的电子鼻香气测定结果

曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后及各预制佐料挥发性风味成分的电子鼻响应值的 PCA 和 LDA 分

别见图 3 和图 4。

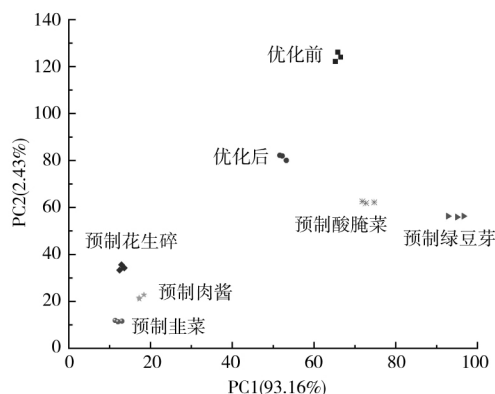


图 3 预制佐料配方优化前后的曲靖蒸饵丝及各预制佐料电子鼻响应值的 PCA

Fig. 3 PCA of Qujing steamed cake threads before and after optimization of the formula of prepared seasonings and electronic nose response value of each prepared seasoning

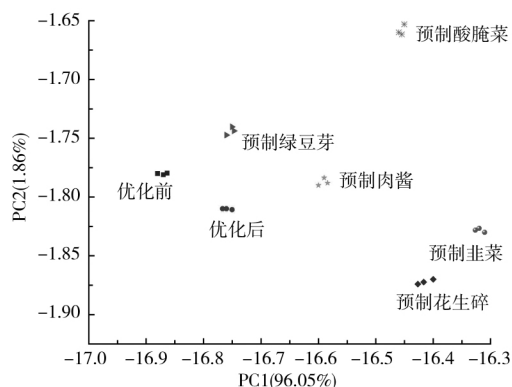


图 4 预制佐料配方优化前后的曲靖蒸饵丝及各预制佐料电子鼻响应值的 LDA

Fig. 4 LDA of Qujing steamed cake threads before and after optimization of the formula of prepared seasonings and electronic nose response value of each prepared seasoning

由图 3 可知,PC1 的贡献率为 93.16%,PC2 的贡献率为 2.43%,两者累计贡献率为 95.59%;各类测试样品(预制佐料配方优化前的曲靖蒸饵丝、预制佐料配方优化后的曲靖蒸饵丝、预制肉酱、预制酸腌菜、预制花生碎、预制韭菜和预制绿豆芽)之间互不重叠,且重复样品之间未出现较大分离。因 PC1 和 PC2 的贡献率越大,越能反映供试样品的主要特征^[18],故利用电子鼻检测曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后及各佐料挥发性风味成分是可行的,并且能很好地反映样品的整体信息。由图 4 可知,PC1 的贡献率为 96.05%,PC2 的贡献率为 1.86%,两者累计贡献率为 97.91%,各类测试样品均无重叠,重复样品未明显分离,说明 LDA 也能对各类测试样品的挥发性风味成分进行较好的区分。

曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后及各预制佐料

挥发性风味成分的电子鼻响应值见图 5。

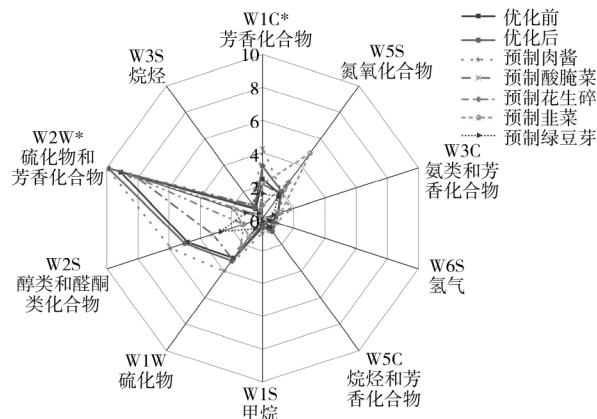


图 5 电子鼻传感器对预制佐料配方优化前后的曲靖蒸饵丝及各预制佐料的响应值

Fig. 5 Response values of the electronic nose sensors to Qujing steamed cake threads before and after optimization of the formula of prepared seasonings and each prepared seasoning

注:“*”表示曲靖蒸饵丝预制佐料配方优化前后电子鼻传感器的响应值差异显著($P < 0.05$)。

由图 5 可知,曲靖蒸饵丝在预制佐料配方优化前后,其电子鼻传感器 W1C(芳香化合物)、W1W(硫化物)、W2S(醇类和醛酮类化合物)和 W2W(硫化物和芳香化合物)的响应值均较高(>2),说明曲靖蒸饵丝挥发性风味成分主要为芳香化合物、含硫化物、醇类和醛酮类化合物。曲靖蒸饵丝预制佐料配方经过优化后,芳香化合物和含硫化物含量(W1C 和 W2W)较优化前显著升高($P < 0.05$)。此外,预制肉酱的电子鼻传感器 W1C、W1W、W2S 和 W2W 的响应值也大于 2,在预制佐料配方优化后的曲靖蒸饵丝中预制肉酱的占比最高,说明预制肉酱能显著影响曲靖蒸饵丝挥发性风味成分的组成。

3 结论

经过模糊数学评价法和 D-最优混料响应曲面设计试验,确定了色泽悦目协调、佐料香与饵丝香浓郁协调、入口细腻有层次感、风格优雅的曲靖蒸饵丝(感官评分为 94.2 分)的预制佐料配方为 34.1%预制肉酱、16.3%预制酸腌菜、18.7%预制花生碎、9.1%预制韭菜和 21.8%预制绿豆芽。同时,曲靖蒸饵丝预制佐料配方经过优化后,芳香化合物和含硫化物含量显著升高($P < 0.05$)。试验结果可为曲靖蒸饵丝预制产品的标准化、工业化生产提供一定的参数借鉴。

参考文献:

- [1]韩秀枝,曹源,詹跃勇.特色预制菜产品研发和电商推广策略[J].合作经济与科技,2023(6):92-94.
- [2]施继红,黄铭,朱书灯.方便饵丝的微波真空干燥研究[J].食品科技,2012,37(1):63-64,68.

(下转第 175 页)

参考文献:

- [1]王奇,王传明,刘鹏,等.复合调味料中霉菌毒素的风险控制[J].中国调味品,2021,46(2):196-200.
- [2]彭漪,杨继鸿,梁凤英,等.豆瓣酱产毒黄曲霉高效拮抗菌筛选鉴定[J].中国调味品,2018,43(2):58-63.
- [3]焦慧泽,陆世清,洪体玉.免疫亲和结合超高效液相色谱-串联质谱法测定花生酱中黄曲霉毒素 B₁、B₂、G₁、G₂[J].化学研究与应用,2018,30(11):1918-1923.
- [4]赵雪,靳欣迪,刘斌,等.辣椒粉中黄曲霉菌生长及其产毒规律的预测模型构建[J].食品科学,2021,42(14):62-69.
- [5]郭礼强,崔晓娜,丁葵英,等.超高效液相色谱-串联质谱测定芝麻酱中 16 种真菌毒素[J].中国调味品,2017,42(10):154-159.
- [6]谭悦,阚建全,陈光静,等.发酵豆制品潜在风险因子分析[J].中国食品学报,2020,20(3):233-243.
- [7]石金娥,王莹,王庆峰,等.PRIME HLB Plus Short 柱-液质联用快速测定畜肉产品中瘦肉精含量的研究[J].中国食品添加剂,2022,33(1):139-145.
- [8]武源,谭慧丽,黄焯焱,等.PRIME HLB 固相萃取柱结合气相色谱-串联质谱法快速测定茶叶中 200 种农药残留[J].食品安全质量检测学报,2022,13(2):650-656.
- [9]马丽莎,尹怡,田斐,等.PRIME HLB 固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法测定水产品中 5 种硝基咪唑[J].分析试验室,2021,40(11):1304-1308.
- [10]章豪,吴银良,张宜文,等.PRIME HLB 固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法测定蜂产品中 10 种头孢类药物的残留量[J].食品科学,2020,41(22):330-336.
- [11]姜英杰,葛子欣,翟玮玮,等.EMR-Lipid 固相萃取结合液相色谱串联质谱法快速测定鸡蛋中金刚烷胺和金刚乙胺残留量[J].中国食品添加剂,2022,33(11):218-224.
- [12]王溪,孙晨,韦娟,等.基于 EMR-Lipid 净化的鱼肉中多种有机磷阻燃剂超高效液相色谱-串联质谱分析法[J].卫生研究,2022,51(6):1002-1010.
- [13]孙卫明,王权帅.多功能净化柱-超高效液相色谱-串联质谱法测定挂面、方便面中 4 种真菌毒素[J].中国卫生检验杂志,2021,31(6):662-665.
- [14]徐潇颖,刘柱,朱炳祺,等.高效液相色谱-串联质谱法测定多种食品基质中的黄曲霉毒素[J].分析科学学报,2018,34(2):224-228.
- [15]徐潇颖,刘柱,梁晶晶,等.基于 2 种固相萃取方法净化的液相色谱-串联质谱法测定粮食制品中多种真菌毒素[J].粮食与油脂,2018,31(11):76-80.
- [16]易珊珊,杜鑫.PRIME-HLB 固相萃取/超高效液相色谱-串联质谱法同时快速检测粮食中 4 种真菌毒素的含量[J].云南师范大学学报(自然科学版),2020,40(5):47-52.
- [17]周颖,祝清岚,马临科,等.免疫亲和柱净化-柱后光化学衍生-高效液相色谱法检测蜚蠊中的黄曲霉毒素[J].中国药物评价,2020,37(5):358-361.
- (上接第 147 页)
- [3]关明.曲靖蒸饵丝[J].四川烹饪,2003(2):43.
- [4]冯绍周.方便饵丝、干饵丝、饵块片的生产方法:中国, CN1537452[P]. 2004-10-20.
- [5]钟芳.腾冲风味饵丝[J].保健医苑,2014(8):40-41.
- [6]姜家明.发展腾冲特色饵丝产业的思考[J].云南农业,2008(9):22-23.
- [7]谢倩,李易易,张诗艳,等.基于模糊数学感官评价、理化特性与电子舌的橄榄鲜食品质分析[J].食品科学,2023,43(3):69-78.
- [8]农建诚,韦银幕,罗文婷.基于模糊数学感官评价添加菊粉的牛肉丸及品质比较研究[J].中国调味品,2022,47(11):120-124.
- [9]LIU Y B, QIAO Z N, ZHAO Z J, et al. Comprehensive evaluation of Luzhou-flavor liquor quality based on fuzzy mathematics and principal component analysis[J]. Food Science & Nutrition, 2022, 10(6): 1780-1788.
- [10]王琪,刘琨毅,郭云霞,等.D-最优混料设计优化糯米蛋用料配比及质构分析[J].食品安全质量检测学报,2022,13(7):2168-2175.
- [11]YU X L, YANG W, CHEN C X, et al. Magnetic composite fluid optimization for KDP crystal polishing based on a D-optimal mixture design[J]. Applied Optics, 2023, 62(4): 1019-1026.
- [12]薛伟,曹仲文,陆可佳.基于模糊数学和响应面优化鸡骨架鲫鱼汤研究[J].美食研究,2021,38(4):54-60.
- [13]徐文,余小贞,张雪儿,等.基于电子鼻和 GC-MS 分析 3 种市售大豆组织蛋白中挥发性豆腥味物质[J].中国调味品, 2022, 47(8): 145-149.
- [14]JIN W G, FAN X R, JIANG C Y, et al. Characterization of non-volatile and volatile flavor profiles of *Coregonus peled* meat cooked by different methods[J]. Food Chemistry, X, 2022, 7(17): 100584.
- [15]LU W J, ZHANG Y, ZHANG C, et al. Influence of calcium sulfate incorporated with gluconolactone coagulant on the quality of whole soybean flour tofu[J]. Food Chemistry, X, 2022, 7(17): 100527.
- [16]高涛,罗黄洋,吴韧,等.主客观组合权重法在食品感官评价中的应用[J].食品工业科技,2021,42(18):300-307.
- [17]孙丛珊,蔡畅,邢亚阁,等.模糊评定与响应面分析结合在新型低盐泡菜工艺中的研究[J].中国调味品,2016,41(2):79-84,92.
- [18]李泽林,王秋婷,桂海佳,等.基于电子鼻和 TAV 对菌胃酶解液美拉德反应前后风味差异分析[J].中国调味品, 2022, 47(8): 11-17.
- [19]WU X H, ZHU J, WU B, et al. Classification of Chinese vinegar varieties using electronic nose and fuzzy Foley-Sammon transformation[J]. Journal of Food Science and Technology, 2020, 57(4): 1310-1319.
- [20]左亚锋,王成,李艳冉,等.响应面法优化乌梅复合饮料的制备工艺[J].赤峰学院学报(自然科学版),2022,38(9):21-28.
- [21]刘琨毅,刘祥宇,王琪,等.D-最优混料设计优化富含番茄红素复合果蔬酒的主料配比[J].中国酿造,2022,41(2):164-169.