

# 焦糖色配方的工艺优化

闵二虎<sup>1</sup>, 彭旭东<sup>1</sup>, 陈正荣<sup>2</sup>, 徐晟珂<sup>2</sup>, 何小龙<sup>2</sup>

(1. 江苏旅游职业学院烹饪科技学院, 江苏扬州 225127) (2. 扬州大学旅游烹饪学院, 江苏扬州 225127)

**摘要:** 为烹饪中的焦糖色标准化和科学化生产提供科学依据, 对焦糖色的最优配方和制作工艺进行了研究。以感官评分为标准, 通过单因素试验和响应面法研究了白砂糖添加量、加热时间、沸水添加量的影响。确定焦糖色最佳制作配方和工艺条件为: 白砂糖添加量为 153.51 g, 加热时间为 8.91 min, 沸水添加量为 99.88 g。经此配方工艺制作的焦糖色感官评分高达 98.7, 具有焦香味浓郁, 色泽呈深黑红棕色且富有光泽等特点。最后, 以卤肉为载体, 比较焦糖色与常用食品增色剂老抽酱油以及焦糖色和老抽酱油混合物(老抽:焦糖=1:1 混合, *m/m*) 对食品色泽参数包括亮度  $L^*$  值、红度  $a^*$  值、黄度  $b^*$  值、彩度  $c^*$  值的影响。结果表明, 三种食品增色剂对卤肉的亮度  $L^*$  值和黄度  $b^*$  值和彩度  $c^*$  值没有显著性差异 ( $p>0.05$ ), 对卤肉的红度  $a^*$  值差异显著 ( $p<0.05$ ), 说明焦糖色能够提高卤肉的光泽度和红度, 与感官评定结果一致。

**关键词:** 焦糖色; 配方工艺; 响应面分析; 感官评分; 色泽参数

文章编号: 1673-9078(2020)03-219-225

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.3.029

## Process Optimization for Caramel Color Formulation

MIN Er-hu<sup>1</sup>, PENG XU-dong<sup>1</sup>, CHEN Zheng-rong<sup>2</sup>, XU Sheng-ke<sup>2</sup>, HE Xiao-long<sup>2</sup>

(1.College of Cuisine Technology and Nutrition, Jiangsu Tourism College, Yangzhou 225127, China)

(2.School of Tourism and Culinary Science Yangzhou University, Yangzhou 225127, China)

**Abstract:** In order to provide the scientific basis for the standardization and scientific production of caramel color, the optimal formula and production process of caramel color were explored. Using sensory score as the indicator, the influences of the amount of white sugar added, heating time and amount of boiling water added were studied by the single factor test and response surface method. The optimal formula and processing conditions for producing caramel color were: the amount of white sugar added 153.51 g, heating time 8.91 min, and amount of boiling water added 99.88 g. The caramel color product made by such a formula and processing conditions had a sensory score as high as 98.7, with a strong caramel flavor aroma, a dark reddish brown color and high luster. Finally, using halogen meat as the carrier, the effects of the caramel color, the commonly used food coloring agent dark soy sauce, and the caramel color-dark soy sauce mixture (dark soy: caramel color =1:1, *m/m*) on food color parameters including brightness ( $L^*$  value), redness ( $a^*$  value), yellowness ( $b^*$  value) and chroma ( $c^*$  value) were compared. Results showed that the three food coloring agents caused insignificant difference ( $p>0.05$ ) in the brightness ( $L^*$  value), yellowness ( $b^*$  value) and chroma ( $c^*$  value), but a significant difference ( $p<0.05$ ) in redness ( $a^*$  value) for the halogen meat, indicating that the caramel color could improve the gloss and redness of the halogen meat. These findings were consistent with the results of sensory evaluation.

**Key words:** caramel color; formulation and processing; response surface analysis; sensory score; color parameters

引文格式:

闵二虎,彭旭东,陈正荣,等.焦糖色配方的工艺优化[J].现代食品科技,2020,36(3):219-225

MIN Er-hu, PENG XU-dong, CHEN Zheng-rong, et al. Process optimization for caramel color formulation [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(3): 219-225

焦糖色是将糖高温加热融化、脱水降解后得到的一种天然食品增色剂<sup>[1,2]</sup>, 常见熬制方法有油炒、水炒、水油混合炒三种, 多用于卤、煮、酱、烧类菜肴制作过程中, 可以显著提升菜品的色泽和风味等感官品质。

收稿日期: 2019-08-02

基金项目: 四川省高等学校重点实验室科研项目 (PRKX2017Z10)

作者简介: 闵二虎 (1987-), 男, 讲师, 研究方向: 烹饪工艺标准化

通讯作者: 何小龙 (1988-), 男, 讲师, 研究方向: 烹饪科学

目前国内外对于焦糖色的研究主要集中在工业化食品、调味品、饮料生产过程中<sup>[3]</sup>, 而对烹饪过程中添加的食品增色剂焦糖色的研究还仍未见, 多是凭借经验制作的焦糖色<sup>[4-6]</sup>。因此, 不同地区、不同操作者在焦糖色制作时采用的原料、配比以及工艺存在较大差异, 出现“百菜百味”的特点。林琪等的研究表明, 普通法制作的焦糖色挥发性成分种类与总含量均高于亚硫酸铵法焦糖色, 表明普通法焦糖色在烹饪中具有不可替

代的作用<sup>[2]</sup>。受中餐国际化的影响<sup>[7]</sup>,以及科技日益发展下福维克美善品等智能全自动烹饪多功能料理机以及各型自动烹饪机器人的出现,对传统中餐制作过程中存在的经验性、模糊性、菜品品质受外界干扰多导致的稳定性差提出了较大的挑战<sup>[8-10]</sup>。为了应对这种挑战,中餐烹饪工艺标准化应运而生。目前,少量代表性中式菜肴的烹饪工艺标准化研究得到报道<sup>[11]</sup>。在烹饪专家与食品科学以及机械设计专家的合力推动下,中式菜肴烹饪工艺标准化逐步推进。然而,目前中式菜肴烹饪工艺标准化主要集中于原料配菜和生产过程的标准化,对产品感官品质具有重要贡献的呈色、呈味等配方和工艺的标准化研究尚未见报道。作为中式菜肴品质控制的一部分,对中式菜肴制作过程中呈色、呈味配方和工艺进行烹饪标准化研究具有其必要性。一方面,它是中式菜肴品质评价的重要组成部分;另一方面,中式菜肴的呈色、呈味配方和工艺的烹饪工艺标准化研究能为智能全自动烹饪多功能料理机以及各型自动烹饪机器人的研发提供数据,为实现中餐产业化和规范化奠定基础。因此,本实验以白砂糖为研究对象,选取水炒糖色的方法<sup>[12]</sup>,通过单因素试验和响应面优化分析得到焦糖色最佳配方工艺,并通过比较不同食品增色剂对卤肉的上色效果,以期为烹饪中对菜品感官品质必须的呈色工艺中的焦糖色制作的标准化和科学化生产提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

白砂糖,南京甘汁园糖业有限公司;酱油老抽,佛山市海天调味食品股份有限公司;猪背最长肌,购于扬州麦德龙超市;双蒸水。

### 1.2 仪器与设备

NH310 型色差仪,深圳市三恩科技有限公司;C22-IH66E8 型电磁炉,苏泊尔集团有限公司;不锈钢锅,上海双立人亨克斯有限公司。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 焦糖色工艺流程

分别称取适量白砂糖和 50 g 双蒸水,倒入不锈钢汤锅内搅拌均匀,放在功率设定为 1000 W 的电磁炉

上进行加热,直至糖水变成粘稠的糖浆,颜色明亮,呈深棕红色时即可。

#### 1.3.2 单因素实验设计

以感官评价结果为主要指标,其他工艺条件保持不变的情况下,分别调整白砂糖添加量、加热时间、沸水添加量进行单因素试验,试验梯度分别设计为白砂糖添加量 130、140、150、160、170 g、加热时间 8、8.5、9、9.5、10 min、沸水添加量 60、80、100、120、140 g。

#### 1.3.3 响应面试验设计

根据单因素试验结果,以白砂糖添加量( $X_1$ )、加热时间( $X_2$ )、沸水添加量( $X_3$ )为 3 个因素,以焦糖色的感官综合评分为响应值( $Y$ )进一步进行响应面试验设计,见表 1。

表 1 响应面实验因素水平

Table 1 Variables and levels used in three-level, four-variable

Box-Behnken experimental design

因素		-1	0	1
白砂糖添加量/g	$X_1$	140	150	160
加热时间/min	$X_2$	8.5	9	9.5
沸水添加量/g	$X_3$	80	100	120

#### 1.3.4 焦糖色感官评定

按照 GB 1886.64-2015 焦糖色感官评定要求,以色泽、气味、形态、味道为评定指标(表 2),请 20 位经过专门感官培训的食品专业人员组成评定小组对焦糖色的感官品质进行评定<sup>[13,14]</sup>。

#### 1.3.5 不同食品增色剂对卤肉色差的影响

其他工艺条件保持不变的情况下,称取 100 g 猪里脊肉 3 份,分别加入 20 g 焦糖色、20 g 老抽酱油、焦糖色:老抽酱油=1:1(共 20 g)进行卤制,卤煮时间为 30 min、双蒸水添加量为 300 g、电磁炉功率为 800 W,待原料卤制完成后捞出冷却至室温,采用全自动色差仪测定不同食品增色剂对卤肉样品的亮度值( $L^*$ )、红度值( $a^*$ )、黄度值( $b^*$ )、彩度值( $c^*$ )的影响,每组测定 3 个平行样,结果用“平均值±标准差”来表示。

## 1.4 数据处理分析

采用 Microsoft Office Excel 2003 软件绘制图标,并用 SPSS 18.0 软件进行误差分析,用 Duncan's 法进行多重比较,所有数据用“平均值±标准差”表示。

表2 焦糖色感官评价标准

Table 2 Sensory evaluation criteria of caramel colour

指标	分值/分	评分标准
色泽	30	色泽呈深黑红棕色; 表面有光(21~30)
		色泽呈红棕色; 表面较有光泽(11~20)
		色泽呈浅黄色或黑色, 表面没有光泽(0~10)
气味	20	具有焦糖的焦香味(15~20)
		稍有焦糖的焦香味(8~14)
		没有焦糖的焦香味, 甚至有糖炭化不良气味(0~8)
形态	20	流动的液体状, 溶于适量水后清澈无残渣, 无沉淀(15~20)
		流动的液体状, 溶于适量水后略浑浊, 有少许沉淀残渣(8~14)
		半流动液体状, 溶于适量水后浑浊, 有沉淀残渣(0~8)
味道	30	入口不甜不苦(21~30)
		入口有甜味或略有苦味(11~20)
		入口发苦, 难以下咽(0~11)

## 2 结果与讨论

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 白砂糖添加量对感官品质的影响

保持焦糖色加热时间为 9 min、沸水添加量为 100 g 不变, 分析白砂糖添加量对焦糖色感官品质的影响。

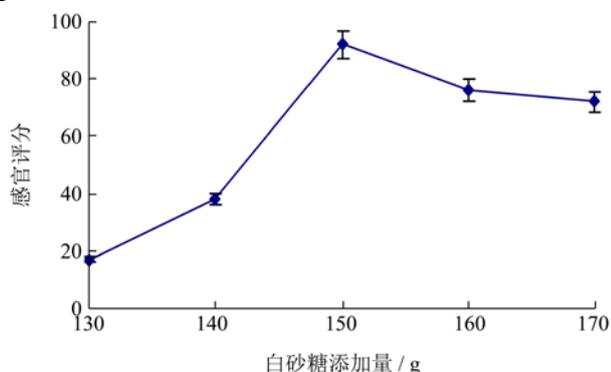


图1 白砂糖添加量对焦糖色感官品质的影响

Fig.1 Effect of white sugar addition on sensory quality of caramel colour

由图1可知, 白砂糖添加量对焦糖色样品的感官评价影响较大。随着白砂糖添加量的增加, 焦糖色的感官评分呈先增大后减小趋势。当白砂糖添加量为 130 g 和 140 g 时, 焦糖色样品感官评价很差。这是由于当白砂糖的添加量少时, 在加热功率、白砂糖与热源接触面积、加热时间均相同条件下, 快速加热到熔点以上的高温, 所需的时间较短, 导致最后的焦糖色样品碳化, 产生黑色絮状物, 有苦味<sup>[15]</sup>。普通焦糖化反应主要依赖焦糖化反应和氧化反应, 其中焦糖化反应中糖类加热分解、聚合生成有色成分, 氧化反应促进颜色变深<sup>[16]</sup>。焦糖化反应包括脱水得到糖色和先裂解

得到挥发性的醛酮类物质然后进一步缩合、聚合得到深色物质两个方向。焦糖化反应通常发生在 140~170 °C, 继续升高温度导致生成挥发性醛酮物质, 得率受缩合、聚合度的影响。王军等人的研究表明 160 °C 时低聚焦糖得率达到最高。因此, 给定加热功率、白砂糖与热源接触面积条件下, 150 g 白砂糖的添加量能够为糖类分解和挥发性醛酮物质的生成提供了适宜的时间, 有利于糖色、缩合物和聚合物的形成。而当白砂糖添加量为较多的 160 g 和 170 g 时, 焦糖色样品较甜, 色泽偏淡金黄色, 并且所需产生良好品质焦糖色的加热时间应当更长。当白砂糖添加量为 150 g 时, 焦糖色的感官品质最好, 因此可以初步确定白砂糖的添加量为 150 g。

#### 2.1.2 加热时间对感官品质的影响

保持焦糖色白砂糖添加量为 150 g、沸水添加量为 100 g 不变, 分析加热时间对焦糖色感官品质的影响。

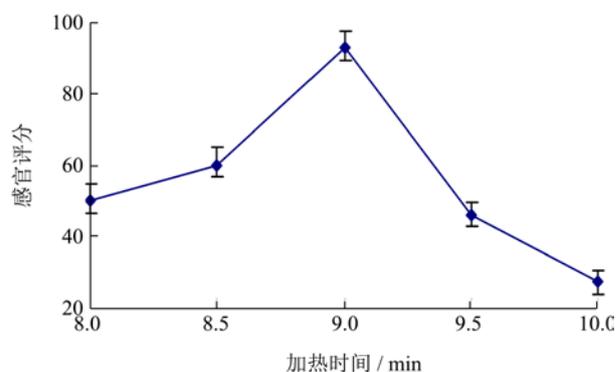


图2 加热时间对焦糖色感官品质的影响

Fig.2 Effect of heating time on sensory quality of caramel colour

由图2可知, 加热时间对焦糖色样品的感官评价

影响较大。随着加热时间的增加,其感官评分也随之增大,但当加热时间上升至 9 min 时,后又随着加热时间的增加其感官评分呈减小趋势。这是由于随着加热时间的增加,前期反应生成的挥发性醛酮物质能够进一步缩合和聚合,有色物质不断积累,形成分子量更高的呈色产物<sup>[15]</sup>。然而,进一步延长加热时间,会导致一方面红色物质转化为类黑色素物质使得色率增大,另一方面焦糖色素将碳化结块,在形态上溶解后明显混浊且有沉淀残渣,色泽上失去光泽,而且气味和味道明显变差,因此将导致产品的感官评分急剧下降。当固定加热功率时,加热时间为 8 min 和 8.5 min 时,焦糖色样品呈淡黄色,太浅,并且具有甜味;当加热时间为 9.5 min 和 10 min 时,焦糖色样品碳化,具有不良气味和口感。当加热时间为 9 min 时,焦糖色的感官品质最好,因此可初步确定加热时间为 9 min。

### 2.1.3 沸水添加量对感官品质的影响

保持焦糖色加热时间为 9 min、白砂糖添加量为 150 g 不变,分析沸水添加量对焦糖色感官品质的影响。

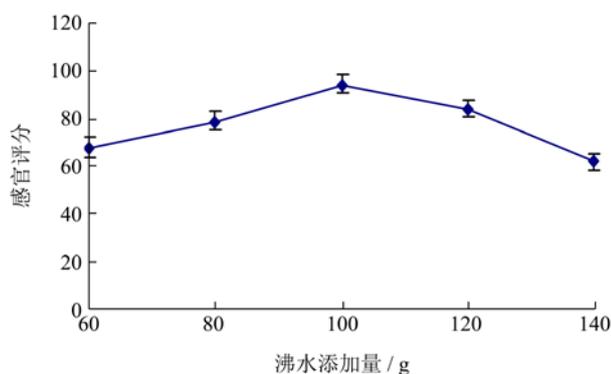


图3 沸水添加量对焦糖色感官品质的影响

Fig.3 Effect of boiling water addition on sensory quality of caramel colour

由图3可知,沸水添加量对焦糖色样品的感官评价的影响较白砂糖添加量和加热时间对焦糖色样品的感官评价的影响小。随着沸水添加量的增加,焦糖色的感官评分呈先增大后减小的趋势。当沸水添加量为 60、80 g 时,焦糖色样品太浓稠,冷却后表面会形成一层薄膜;当沸水添加量为 120、140 g 时,焦糖色样品太稀,过于具有流动性。当沸水添加量为 100 g 时具有最优的感官品质,具有适当的流动性,因此可以初步确定沸水添加量为 100 g。

## 2.2 响应面优化焦糖色配方工艺

为了得到品质优良的焦糖色配方,在单因素试验结果的基础上,将白砂糖添加量  $X_1$  (g)、加热时间

$X_2$  (min)、沸水添加量  $X_3$  (g) 这三个因素作为优化对象,以感官评价为响应值  $Y$ ,探究焦糖色的响应面实验设计及结果分析见表 3。

表 3 响应面试验设计与结果

Table 3 Response surface design and results of the formulation

试验号	因素			Y
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	
1	-1	0	-1	41.7
2	1	1	0	87.5
3	0	-1	1	67
4	0	0	0	90.3
5	0	1	-1	34.9
6	0	-1	-1	69.3
7	0	0	0	93.5
8	1	0	1	71.4
9	1	-1	0	66.5
10	0	0	0	98.7
11	1	0	-1	71.5
12	0	0	0	99.4
13	-1	1	0	20.6
14	0	1	1	41.1
15	0	0	0	98.1
16	-1	-1	0	88.7
17	-1	0	1	30.4

## 2.3 响应面试验结果分析

利用 Design Expert 软件对表 3 中的感官评价和焦糖色配方工艺进行回归拟合,获得感官评价( $Y$ )与白砂糖添加量( $X_1$ )、加热时间( $X_2$ )、沸水添加量( $X_3$ )这三个因素之间的标准回归方程:

$$Y=96.00+1.44X_1-13.43X_2-0.94X_3+22.27X_1X_2+2.80X_1X_3+2.13X_2X_3-14.75X_1^2-15.43X_2^2-27.50X_3^2。$$

转化为实际方程:

$$Y=-2462.67500+4.19875X_1+394.25000X_2+9.69063X_3+4.45500X_1X_2+0.014000X_1X_3+0.21250X_2X_3-0.14750X_1^2-61.70000X_2^2-0.068750X_3^2。$$

对表 3 中的试验结果进行统计分析,得到的焦糖色回归模型方差分析结果见表 4。

由表 4 可得,回归模型的  $R^2=0.9819$ ,说明焦糖色感官评价的预测值和实验值之间具有很好的拟合度;模型的校正系数  $R^2_{Adj}=0.9587$ ,说明只有约 2%的总变异不可以通过该模型进行解释。回归模型极显著 ( $p_{model}<0.0001$ ),说明该回归模型与实际结果拟合性好,试验方法可靠,具有可操作性;失拟项不显著 ( $p>0.05$ ),说明所得方程与实际结果拟合较好,可用

于优化焦糖色的配方工艺。模型中一次项  $X_1$ 、 $X_2$ ，交互项  $X_1X_2$ ，二次项  $X_1^2$ 、 $X_2^2$ 、 $X_3^2$  对焦糖色感官评价的

影响极显著 ( $p < 0.01$ )，而一次项  $X_3$ ，交互项  $X_1X_3$ 、 $X_2X_3$  对焦糖色感官评价的影响不显著 ( $p > 0.01$ )。

表4 焦糖色回归模型方差分析

Table 4 Variance analysis on yield of caramel colour

来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值	显著性
模型	10780.19	9	1197.80	42.31	<0.0001	***
$X_1$	1667.53	1	1667.53	58.90	0.0001	***
$X_2$	1441.84	1	1441.84	50.92	0.0002	***
$X_3$	7.03	1	7.03	0.25	0.6335	
$X_1X_2$	1984.70	1	1984.70	70.10	<0.0001	***
$X_1X_3$	31.36	1	31.36	1.11	0.3276	
$X_2X_3$	18.06	1	18.06	0.64	0.4507	
$X_1^2$	916.05	1	916.05	32.35	0.0007	***
$X_2^2$	1001.81	1	1001.81	35.38	0.0006	***
$X_3^2$	3184.21	1	3184.21	112.46	<0.0001	***
残差(Residual)	198.19	7	28.31			
失拟项(Lack of Fit)	136.19	3	45.40	2.93	0.1631	不显著
纯误差(Pure Error)	62.00	4	15.50			
总离(Cor Total)	10978.38	16				
$R^2$	0.9819					
$R^2_{Adj}$	0.9587					

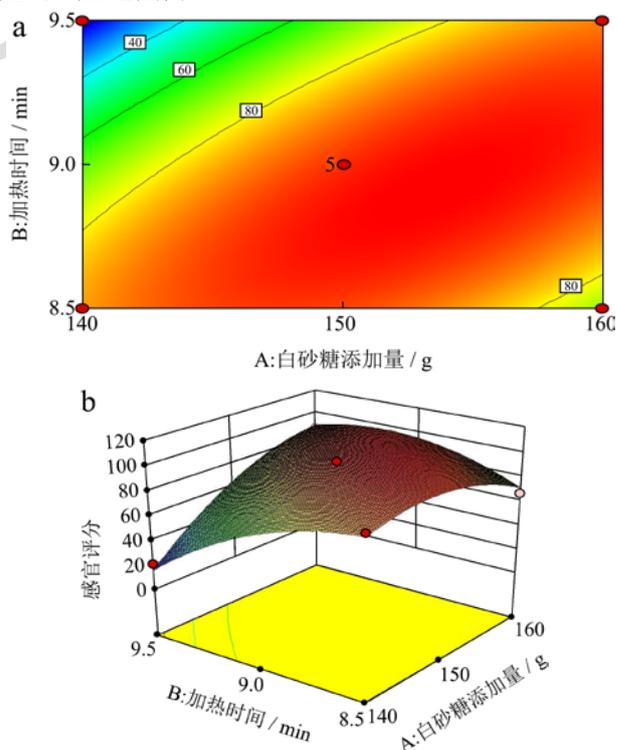
### 2.4 响应面图分析

图 4a 为固定沸水添加量为 0 水平时，白砂糖添加量和加热时间及二者之间的交互作用对感官评价的影响。白砂糖添加量和加热时间对焦糖色的感官综合评分的影响呈一抛物面。白糖添加量与加热时间对应的响应面的坡面坡度均比较陡峭，说明响应值对其处理条件的改变较敏感，与表 4 中结果一致。综合响应面图可以看出白砂糖添加量和加热时间的交互作用显著，因为等高线的形状反映交互效应的强弱大小，越趋向于椭圆形以及相应曲面越陡峭表示两因素交互作用显著。

由图 4b 可知，当加热时间为 9 min 时，在设定的范围内，焦糖色感官评分随沸水添加量的增加而升高，同理，感官评分也随白砂糖添加量的增加在一定程度上升高。前期的试验也证明，当沸水和白砂糖添加量在接近 0 水平时，即沸水添加量为 100 g 和白砂糖添加量为 150 g 左右，感官评分出现最高点。

由图 4c 可知，当加白砂糖添加量为 150 g 时，在一定范围内，焦糖色的感官评分会随着加热时间和沸水添加量的增加而增加，加热时间和沸水添加量在接近 0 水平时，即加热时间为 9 min 和沸水添加量为 100

g 时，感官评分出现最高值。响应面分析也说明我们确定的白砂糖添加量、加热时间和沸水添加量都在设定的试验范围内。



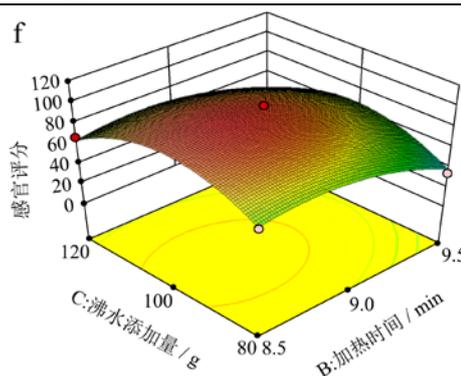
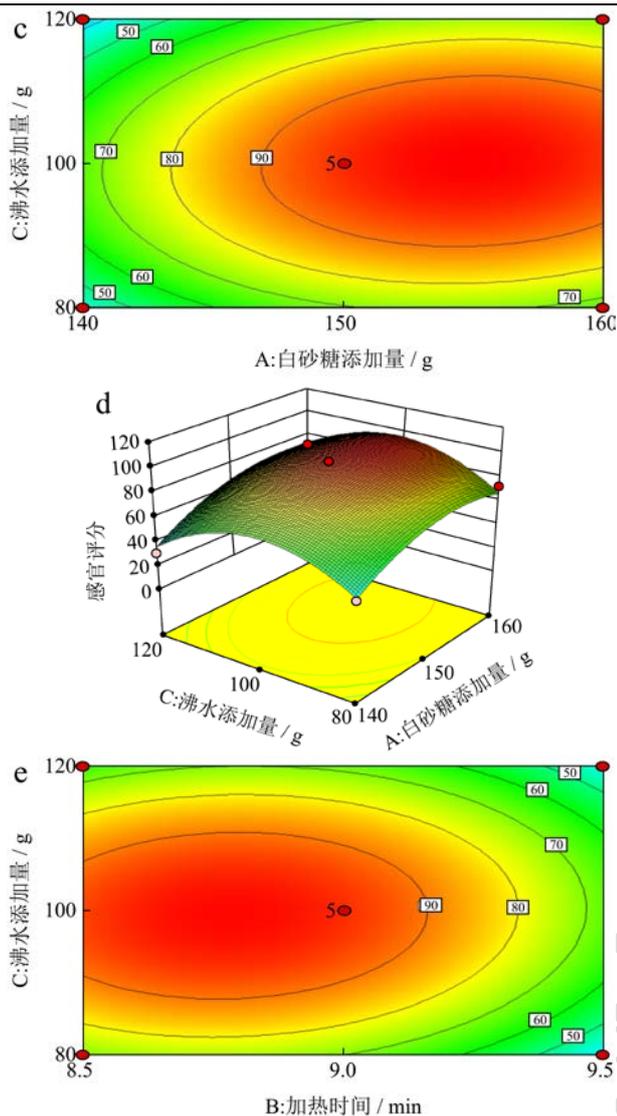


图4 各因素交互作用对感官评价的等高线及响应面图

Fig.4 Contour and response surface of sensory evaluation of interaction of various factors

注: a、b: 白砂糖添加量与加热时间; c、d: 白砂糖添加量与沸水添加量; e、f: 加热时间与沸水添加量。

### 2.5 焦糖色最佳配方的确定

运用 Design Expert 8.0.6 软件优化得出焦糖色的最佳工艺配方为: 白砂糖添加量为 153.51 g, 加热时间为 8.91 min, 沸水添加量为 99.88 g。在此条件下, 焦糖色感官评分的预测值为 99.7608。

### 2.6 焦糖色最佳配方工艺的验证试验

为了验证模型的可行性, 采用焦糖色最佳配方工艺进行验证试验, 做 3 组平行实验, 最后得出焦糖色最终感官评分为 98.7 分。模型预测值与验证值的吻合性好, 用此模型指导焦糖色配方工艺操作实践具有可行性。

表5 不同食品增色剂对卤肉色泽的影响

Table 5 Effects of different frying methods on fat content of pork chops

食品增色剂	L*	a*	b*	c*
老抽	23.58±0.83 <sup>a</sup>	8.52±0.44 <sup>a</sup>	7.73±0.77 <sup>a</sup>	11.55±0.54 <sup>a</sup>
焦糖色	24.76±1.14 <sup>a</sup>	6.73±0.32 <sup>b</sup>	8.01±0.62 <sup>a</sup>	10.50±0.30 <sup>a</sup>
老抽:焦糖色=1:1	24.58±0.24 <sup>a</sup>	7.43±0.25 <sup>ab</sup>	7.70±0.26 <sup>a</sup>	10.70±0.33 <sup>a</sup>

注: 同列肩标字母不同表示差异显著 ( $p < 0.05$ ), 相同表示差异不显著 ( $p > 0.05$ )。

### 2.7 不同食品增色剂对卤肉色差的影响

由表 5 可知, 不同食品增色剂对卤肉的亮度 L\* 值、黄度 b\* 值、彩度 c\* 值没有显著性差异 ( $p > 0.05$ ), 不同食品增色剂制作的卤肉 a\* 值存在显著性差异 ( $p < 0.05$ )。不同食品增色剂卤制肉样的 L\* 值中, 焦糖色最高 (24.76), 其次为老抽和焦糖色以 1:1 混合的食品增色剂 (24.58), 老抽最低 (23.58)。符合老抽上色的卤肉样品比焦糖上色的卤肉样品缺乏光泽的感官评价。说明, 相比于老抽, 采用本研究制备的焦糖色制作卤肉能够提高产品亮度。当 a\* 值是正值时, 越

高则表示卤肉样品越红。老抽上色的卤肉样品 a\* 值最高 (8.52), 卤肉样品最红; 其次为老抽和焦糖色以 1:1 混合上色的卤肉样品 (7.43), 焦糖色上色的卤肉样品红度最低 (6.73)。说明相同添加量时, 本研究制备的焦糖色能够提高卤肉样品的红度。

### 3 结论

3.1 应用响应面实验设计得出焦糖色的最佳工艺条件为: 白砂糖添加量为 153.51 g, 加热时间为 8.91 min, 沸水添加量为 99.88 g。在此配方工艺条件下制作的焦糖色的感官评价达到 98.7 分。验证实验证明该配方工

艺条件用于优化焦糖色的实际工艺制作切实可行,且重复性好。

3.2 通过最佳焦糖色配方工艺制得的焦糖色样品,与两种不同食品增色剂(酱油老抽、老抽:焦糖=1:1)分别应用于卤肉中并对卤肉色泽进行对比,结果表明焦糖色、老抽、老抽:焦糖=1:1混合这3种食品增色剂对卤肉的亮度L\*值和黄度b\*值和彩度c\*值没有显著性差异( $p>0.05$ ),不同食品增色剂对卤肉的红度a\*值差异显著( $p<0.05$ )。相同添加量的食品增色剂对卤肉样品的红度a\*值影响最大。老抽上色的卤肉样品缺少光泽,色浓色深,焦糖色上色的样品色亮但上色效果较差,而将焦糖色和老抽以1:1混合的增色剂的上色效果处于上两者之间。通过对三者食品增色剂上色效果的比较,为焦糖色在食品品种的上色运用奠定理论基础。

### 参考文献

- [1] 纪凤娣,鲁绯,张建,等.焦糖色对老抽酱油色度的影响[J].中国酿造,2009,8:49-52  
JI Feng-di, LU Fei, ZHANG Jian, et al. Effect of caramel colour on colour of Laochou soy sauce [J]. China Brewing, 2009, 8: 49-52
- [2] 林琪,金涛,罗睿林,等.两种焦糖色的特征风味成分和4-甲基咪唑分析[J].中国测试,2018,44(7):51-55  
LIN Qi, JIN Tao, LUO Rui-lin, et al. Analysis of characteristic flavor components and 4-methylimidazole in two kinds of caramel colors [J]. China Measurement & Test, 2018, 44(7): 51-55
- [3] 欧阳军.为焦糖色“正身”-浅谈食品添加剂之焦糖色[J].中国调味品,2005,1:43-44  
OUYANG Jun. Cognition for caramel [J]. China Condiment, 2005, 1: 43-44
- [4] 曹德玉,郭淼,豆海港.响应面分析法优化亚硫酸铵制备焦糖色素工艺研究[J].中国调味品,2016,41(7):46-48  
CAO De-yu, GUO Miao, DOU Hai-gang. Process optimization of preparation of caramel pigment with ammonium sulfite by response surface methodology [J]. China Condiment, 2016, 41(7): 46-48
- [5] 李祥,马倩鹤,豆静茹.超滤对普通焦糖性质的影响[J].陕西科技大学学报,2017,35(3):121-126  
LI Xiang, MA Qian-he, DOU Jing-ru. Effect of ultrafiltration on the properties of the plain caramel [J]. Journal of Shanxi University of Science & Technology, 2017, 35(3): 121-126
- [6] 杨永发.提高焦糖色的红色指数及染着性的方法[J].中国调味品,2003,9:38-39,44  
YANG Yong-fa. How to improve red index of caramel [J]. China Condiment, 2003, 9: 38-39, 44
- [7] 王显,杨铭铎.中餐国际化发展面临的问题研究[J].商业经济,2017,10:88-39,94  
WANG Xian, YANG Ming-duo. A study on the problems faced by the internationalization of Chinese cuisine [J]. Business & Economy, 2017, 10: 88-39, 94
- [8] 李曾婷.让美食与科技碰撞 福维克美善品北京第二家美食体验中心开业[J].电器,2018,5:56  
LI Zeng-ting. Let gourmet and technology collide Fovik Gourmet Beverage open the second gourmet experience center in Beijing [J]. China Appliance, 2018, 5: 56
- [9] 唐建华,周晓燕,刘小勇.中国菜肴自动烹饪机器人的研究现状与展望[J].扬州大学烹饪学报,2007,2:24-26,51  
TANG Jian-hua, ZHOU Xiao-yan, LIU Xiao-yong. On the current situation and prospect of the study of AIC[J]. Journal of Researches on Dietetic Science and Culture, 2007, 2: 24-26, 51
- [10] 朱文政,李辉,鞠美玲,等.基于自动烹饪机器人的中式快餐发展模式[J].扬州大学烹饪学报,2011,28(3):30-33  
ZHU Wen-zheng, LI Hui, JU Mei-ling, et al. Chinese fast food development mode with the aid of automatic cooking robot [J]. Journal of Researches on Dietetic Science and Culture, 2011, 28(3): 30-33
- [11] 聂相珍,皇甫秋霞,申丽媛.雪菜肉丝烹饪工艺标准化研究[J].中国调味品,2016,41(10):8-11  
NIE Xiang-zhen, HUANGFU Qiu-xia, SHEN Li-yuan. Study on standardization of culinary technology for shredded pork with preserved vegetable [J]. China Condiment, 2016, 41(10):8-11
- [12] 李祥,卢瑞,马倩鹤,等.普通焦糖色素制备及性质研究[J].中国调味品,2018,43(2):156-160  
LI Xiang, LU Rui, MA Qian-he, et al. Study on the preparation and properties of ordinary caramel pigment[J]. China Condiment, 2018, 43(2):156-160
- [13] 曾习,曾思敏,龙维贞.食品感官评价技术应用研究进展[J].中国调味品,2019,44(3):198-200  
ZENG Xi, ZENG Si-min, LONG Wei-zhen. Research progress of application of food sensory evaluation technology [J]. China Condiment, 2019, 44(3): 198-200

(下转第 188 页)