

贡糖生产过程中加工参数的优化

郑佳俐^{1,2}, 王文成^{1,2}, 黄艺宁^{1,2}, 郭萌^{1,2} (1. 漳州职业技术学院, 福建漳州 363000; 2. 漳州食品产业研究院, 福建漳州 363000)

摘要 以感官评分为研究指标, 采用单因素试验及 Box-Behnken 响应面试验对影响贡糖质量稳定性的因素进行优化。结果表明, 贡糖最优加工参数为花生粒径 1.6 mm、糖基添加比例 50%、糖基含水量 6%。在此条件下可以较好地控制贡糖贮藏期间的氧化酸败及产品口感, 提高质量稳定性, 解决贡糖传统加工上的难题。

关键词 贡糖; 质量控制; 响应面法

中图分类号 TS247 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)05-0161-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.040

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Optimization of Processing Parameters in the Production of Tribute Candy

ZHENG Jia-li^{1,2}, WANG Wen-cheng^{1,2}, HUANG Yi-ning^{1,2} et al (1. Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou, Fujian 363000; 2. Zhangzhou Food Industry Research Institute, Zhangzhou, Fujian 363000)

Abstract Using sensory evaluation as research indicator, the influencing factors on the quality stability of tribute candy were optimized by using single factor experiment and Box-Behnken response surface test. The results showed that the optimal processing parameters of tribute candy were as follows: peanut's particle size 1.6 mm, adding proportion of glycosyl 50%, glycosyl's water content 6%. Under these conditions, the oxidative rancidity and product flavor of tribute candy in the storage period could be better controlled, the quality stability could be improved. The difficulties in the traditional processing of tribute candy were solved.

Key words Tribute candy; Quality control; Response surface method

贡糖是福建民间传统的名点。由于早期传统贡糖制作以人力捶捣、敲打成型, 乃谐音称为“贡”, 更因贡糖口感香甜甜美, 食后满口留香, 回味无穷, 像历代贡品一般高贵, 因此谓之“贡”, 其中较出名的是泉州贡糖、金门贡糖等。贡糖源于花生与麦芽糖和蔗糖的结合, 烘焙后的花生破碎后与相应比例的麦芽糖、蔗糖糖液混合, 然后施以捣碎、夹缠, 最后压皮、做条、切块成形。

闽南贡糖传统生产方式以家庭作坊加工为主, 产品针对的是地方性小市场, 产量较低, 产品质量参差不齐, 保质期也较短。随着市场的发展, 经营者对产品的生产规模、生产品质的要求逐步提高, 消费者对产品的质量要求更高。虽然已有部分工艺可以用机械代替手工制作, 但生产者发现贡糖生产在原料颗粒大小、糖基的添加比例等加工参数全凭手工师傅的经验, 不同企业间缺乏相应的参数标准, 而且贡糖中的主要原料花生在烘烤破碎后含有较高的脂肪含量, 导致贡

糖贮藏过程中容易出现脂肪氧化酸败现象, 影响贡糖货架期的质量稳定性^[1-4]。若贡糖贮藏期间的质量稳定性无法得到有效解决, 则无法实现贡糖的生产规模化。笔者通过研究花生粒径、糖基添加比例、糖基含水量对贡糖贮藏期间的质量稳定性的影响, 优化贡糖加工参数, 提高贡糖的质量稳定性, 解决贡糖传统生产工艺上的难题。

1 材料与方法

1.1 原料 花生、蔗糖、麦芽糖均为市售。

1.2 仪器与设备 夹层锅、真空缸、调配罐、压皮机及其他实验室常用设备、仪器。

1.3 感官评定 挑选 15 名有经验的人员依据感官评价标准表(表 1), 对贡糖的感官品质进行评分。分别去掉 1 个最高分和 1 个最低分后, 取平均值作为最终感官评分。外观 40 分, 口感、香气 60 分, 总分 100 分。

表 1 感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

项目 Item	评价标准 Evaluation criteria	感官评分 Sensory score//分
外观 Appearance(40 分)	颜色为淡黄色、色泽均匀、产品表面油渍不明显	28~40
	颜色为浅黄色、色泽相对均匀有轻微褐变、产品表面有轻微油渍	14~27
	颜色为黄色、色泽不均匀、褐变明显、产品表面油渍明显	0~13
口感、香气 Taste and aroma (60 分)	产品香甜酥脆、口感协调, 无异物感, 甜度适宜、有花生香气, 无哈败味	41~60
	产品偏硬, 口感一般, 略有异物感, 花生香气不明显, 有轻微油脂哈败味	21~40
	产品口感差, 异物感明显, 花生香气消失, 油脂哈败味明显	0~20

1.4 工艺流程 工艺流程如下: 原料(花生)→挑选清洗→

烘烤、冷却→破碎→与糖液混合挂糖→冷却、压皮、做条→切块→成品。

基金项目 福建省中青年教育科研项目(JAT201279); 福建省科技计划项目(2018N2002)。

作者简介 郑佳俐(1982—), 男, 福建漳州人, 讲师, 硕士, 从事食品科学研究。

收稿日期 2021-07-21

操作要点如下: ①原料挑选。选用颗粒饱满、无霉烂、虫蛀及未成熟的花生仁, 清洗。②烘烤、冷却。烘烤温度控制在 130~150 ℃, 时间为 30 min, 以果仁呈浅棕黄色并有花生

香气为准。烘烤后的花生仁应立即用冷风机冷却至 45 ℃ 以下后脱皮,避免后熟产生焦糊味^[5-6]。③破碎。冷却后的花生仁经破碎、过筛分级后得到所需粒径的花生颗粒,备用^[7]。④与糖液混合挂糖。将麦芽糖和蔗糖按 1:1 的比例加入少量水混合于熬糖锅中,在 100 ℃ 下熬制 25 min 后将花生颗粒混入,充分搅拌均匀^[8-9]。⑤冷却、压皮、做条。混匀后通过压皮机反复压制成型后做条。⑥切块。做条后的贡糖根据产品要求进行剪切。

1.5 试验方法

1.5.1 单因素试验。以花生粒径、糖基添加比例、糖基含水量为影响因素^[10],经过 40 ℃ 恒温贮藏 30 d 的加速试验后,以贡糖的感官评分作为研究指标,进行单因素试验。

1.5.2 响应面试验因素与水平设计。在单因素试验的基础上,使用 Design Expert 8.0.6.1 软件,以花生粒径(A)、糖基添加比例(B)、糖基含水量(C)三因素为自变量,以 40 ℃ 恒温贮藏 30 d 后的感官评分作为响应值,进行三因素三水平的响应面设计^[11-12]。Box-Behnken 响应面试验因素与水平设计见表 2。

表 2 Box-Behnken 响应面试验因素与水平设计

Table 2 The factors and levels design of Box-Behnken response surface test

水平 Level	因素 Factor		
	A 花生粒径 Peanut's particle size/mm	B 糖基添加比例 Adding proportion of glycosyl/%	C 糖基含水量 Water content in glycosyl/%
-1	1.3	45	5
0	1.6	50	6
1	1.9	55	7

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 花生粒径对贡糖质量稳定性的影响。在糖基添加比例 50%、糖基含水量 6% 的条件下,将花生破碎、过筛定级后,研究花生粒径分别为 1.1、1.6、2.2、3.0、3.7 mm 时贡糖的质量稳定性。通过高温加速试验后进行感官评定,各贡糖样品感官评价结果如图 1 所示。从图 1 可以看出,当花生粒径为 1.1~3.7 mm 时,贡糖的感官评分呈先增加后降低的变化趋势。当花生粒径为 1.6 mm 时贡糖的感官评分最高;当花生粒径为 1.1 mm 时贡糖的感官评分低,主要原因在于花生破碎颗粒越小,花生出油量增加,花生颗粒的总表面积增大,不利于糖基对其包裹保护,导致油脂氧化严重,出现明显哈败味。随着花生粒径的增大,虽然出油量减少,油脂氧化缓解,但哈败味不明显。但是,花生粒径过大,异物感明显,与贡糖传统的绵密口感差别较大,感官评分下降。经过风味、口感等方面综合考虑,确定适宜的花生粒径为 1.6 mm。

2.1.2 糖基添加比例对贡糖质量稳定性的影响。在花生粒径 1.6 mm、糖基含水量 6% 的条件下,研究贡糖中糖基添加比例分别为 30%、40%、50%、60% 和 70% 时样品的感官评分。从图 2 可以看出,当糖基添加比例为 50% 时感官评分最高;当糖基添加比例低于 50% 时,感官评分有所降低,原因在于

糖基添加比例过低时,无法有效包裹花生颗粒,隔绝与外界氧气接触,导致贡糖酸败明显,哈败味较大^[13]。此外,当糖基添加比例太低时,贡糖甜度不够,口感不佳。当糖基添加比例大于 50% 时,可以有效包裹花生颗粒,延缓氧化酸败。但是,当糖基添加比例过高时,贡糖整体口感偏甜、偏硬,不符合消费大众口味。因此,确定贡糖中糖基的适宜添加比例为 50%。

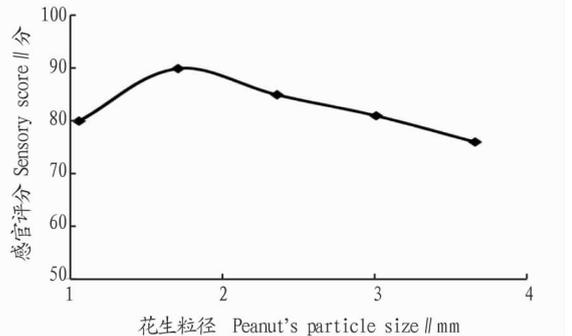


图 1 花生粒径对贡糖感官评分的影响

Fig. 1 The effects of peanut's particle size on the sensory score of tribute candy

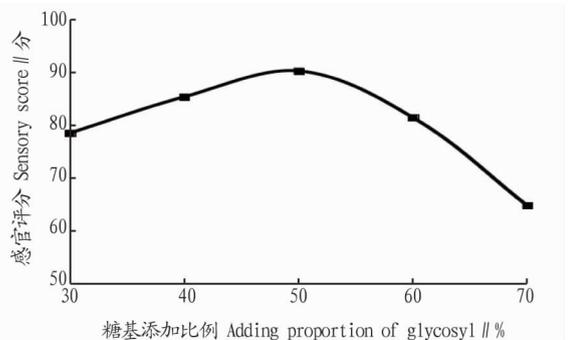


图 2 糖基添加比例对贡糖感官评分的影响

Fig. 2 The effects of adding proportion of glycosyl on the sensory score of tribute candy

2.1.3 糖基含水量对贡糖质量稳定性的影响。在花生粒径 1.6 mm、糖基添加比例 50% 的条件下,通过调整糖基含水量,研究糖基含水量分别为 4%、6%、8%、10%、12% 时经过加速贮藏试验后贡糖样品的感官评分,结果如图 3 所示。从图 3 可以看出,贮藏同样天数,当糖基含水量为 6% 时贡糖的感官评分最高;当糖基含水量为 4% 时贡糖样品氧化酸败不严重,但口感偏硬,颜色偏深,影响贡糖的食用品质。当糖基含水量大于 6% 时,随着糖基含水量的增加,贡糖样品氧化酸败愈发严重,哈败味愈发明显,原因可能是糖基中大量的水分随着贮藏期的延长而迁移至花生颗粒,从而加速花生颗粒中脂肪氧化,故确定贡糖适宜的糖基含水量为 6%。

2.2 响应面试验结果

2.2.1 响应面试验。通过 Design Expert 8.0.6.1 软件,用花生粒径(A)、糖基添加比例(B)、糖基含水量(C)三因素作为自变量,以 40 ℃ 恒温贮藏 30 d 后的感官评分作为响应值,进行响应面分析。回归方程为 $Y = 88.27 + 1.59A + 2.77B + 2.93C - 2.03AB - 0.20AC + 2.83BC - 3.16A^2 - 5.39B^2 - 5.55C^2$ 。Box-

Behnken 响应面试验结果见表 3。

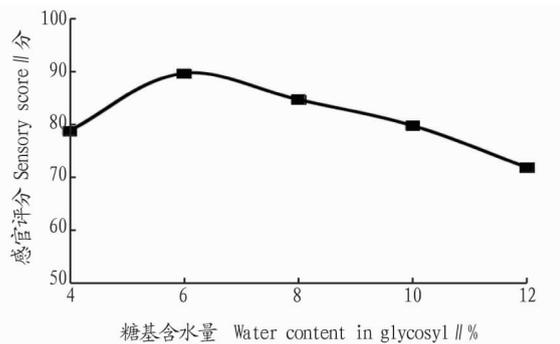


图 3 糖基含水量对贡糖感官评分的影响

Fig. 3 The effects of water content in glycosyl on the sensory score of tribute candy

表 3 Box-Behnken 响应面试验结果

Table 3 The results of Box-Behnken response surface test

试验号 Test No.	A	B	C	感官评分 Sensory score//分
1	0	0	0	87.85
2	0	1	1	85.41
3	0	0	0	88.32
4	0	1	-1	74.33
5	-1	-1	0	73.65
6	0	0	0	89.43
7	0	0	0	86.98
8	-1	0	1	80.76
9	-1	1	0	83.72
10	0	0	0	88.78
11	1	0	1	84.64
12	1	-1	0	79.77
13	0	-1	-1	74.92
14	1	1	0	81.73
15	-1	0	-1	74.07
16	1	0	-1	78.76
17	0	-1	1	74.67

方差分析结果表明,模型的 P 值 < 0.0001 , 失拟项的 P 值 $= 0.3975 > 0.05$, 可见该回归模型达到极显著水平。 $R^2 = 0.9873$, $R^2_{adj} = 0.9711$, 表明回归模型可解释 97.11% 的响应值变化。同时,一次项 A、B、C,交互项 AB、BC,二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 为极显著项 ($P < 0.01$),交互项 AC 为不显著项 ($P > 0.05$)。通过 F 值分析发现,3 个因素对贡糖感官评分的影响顺序大小为 $C > B > A$ 。

2.2.2 响应面图分析。响应面图可以直观反映出花生粒径 (A)、糖基添加比例 (B)、糖基含水量 (C) 3 个因素间的交互作用。响应面图中的等高线越接近椭圆形,说明各因素间相互作用越强,越接近圆形表示各因素间相互作用越弱^[14-15]。

从图 4~5 可以看出,曲面坡度较陡,等高线接近椭圆形,表明 AB 和 BC 两因素间交互作用较强,对贡糖感官评分的影响明显。花生粒径直接影响出油量,糖基添加比例有助于包裹保护花生颗粒,缓解氧化酸败,且花生粒径及糖基添加比例直接影响贡糖的甜度、硬度等口感。糖基含水量及糖基添加比例则直接决定了贡糖后期贮藏期间糖基向花生颗粒的水分迁移量,影响氧化酸败的程度。从图 6 可以看出,响应面的曲面坡度较为平缓,等高线接近圆形,表明 A、C 之间交互作

用较弱,对贡糖感官评分的影响不显著。

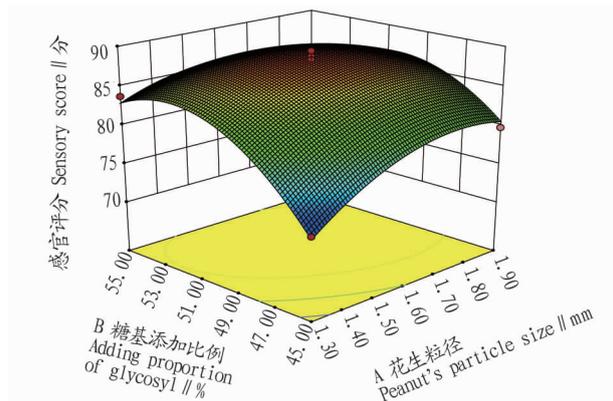


图 4 花生粒径和糖基添加比例对贡糖感官评分的影响响应面分析

Fig. 4 Response surface analysis of the effects of peanut's particle size and adding proportion of glycosyl on the sensory score of tribute candy

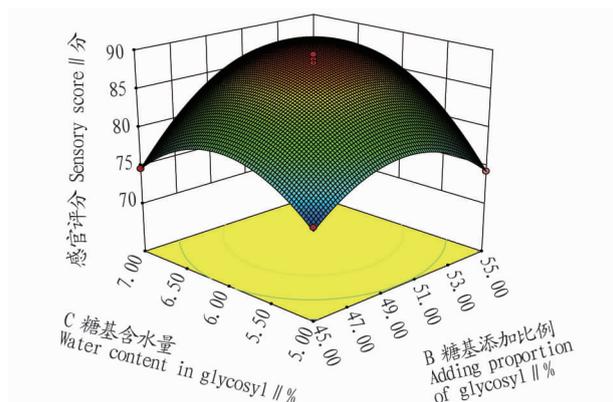


图 5 糖基添加比例与糖基含水量对贡糖感官评分的影响响应面分析

Fig. 5 Response surface analysis of the effects of adding proportion of glycosyl and water content in glycosyl on the sensory score of tribute candy

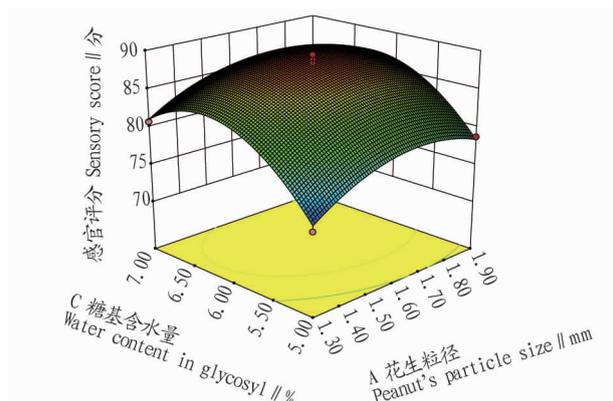


图 6 花生粒径与糖基含水量对贡糖感官评分的影响响应面分析

Fig. 6 Response surface analysis of the effects of peanut's particle size and water content in glycosyl on the sensory score of tribute candy

2.2.3 最优参数的确定与验证。通过响应面优化得到贡糖加工的最优参数:花生粒径 1.64 mm、糖基添加比例 51.61%、(下转第 177 页)

度。1 号无人机与 2 号无人机相比具有更大的雾滴覆盖密度及喷雾沉积量,其中 1 号无人机在上部正面的雾滴覆盖密度是 2 号无人机的 1.5 倍,在下部正面的雾滴覆盖密度是 2 号无人机的 2.0 倍;1 号无人机在上部正面的喷雾沉积量是 2 号无人机的 1.8 倍,在下部正面的喷雾沉积量是 2 号无人机的 2.5 倍,表明 1 号无人机的雾滴沉积效果更好。1 号无人机的有效喷幅宽度是 2 号无人机的 1.3 倍,表明 1 号无人机在作业过程中具有更高的作业效率。在无人机选型的过程中,无人机的沉积效果和有效喷幅宽度是必须要考虑的重要因素^[9-10],同等条件下应选择沉积效果更好、有效喷幅宽度偏差不大的无人机。为了优化无人机作业性能或提高作业效率,一方面应对喷嘴、液泵等部件进行调试和校准,另一方面应对飞行高度、喷幅宽度等参数进行调整,以确保作业质量技术指标满足要求。

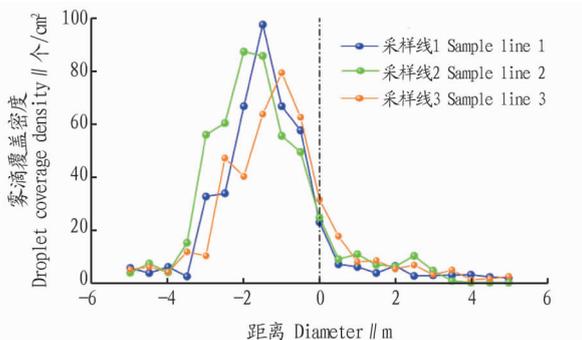


图 5 2 号无人机的有效喷幅宽度

Fig. 5 The effective spray width of UAV No. 2

无人机喷雾对烟草植株具有较好的穿透性,但在植株反面的沉积效果较差。2 款无人机在植株下部正面均获得了较好的雾滴覆盖密度及喷雾沉积量,其中 1 号和 2 号无人机在

(上接第 163 页)

糖基含水量 6.34%。在此条件下,贡糖的最终感官评分预测值为 89.33 分。

考虑到实际生产操作的方便性,将最优参数修正如下:花生粒径 1.6 mm、糖基添加比例为 50%、糖基含水量为 6%。通过进一步试验对这些参数进行验证,验证试验结果表明感官评分为 89.68 分,与预测值的相对误差为 0.39%,表明采用该方法预测贡糖的感官评分具有实际可行性。

3 结论

应用 Box-Behnken 响应面试验设计对贡糖的加工参数进行优化,得出最优加工参数为花生粒径 1.6 mm、糖基添加比例为 50%、糖基含水量为 6%。依此参数加工的贡糖在贮藏期间色泽均匀、无明显的油渍渗出及哈败味,口感协调,无异物感,甜度适宜,贡糖贮藏期间的质量稳定性明显提高。

参考文献

[1] 周中英,王丽,祝水兰,等. 不同贮藏方式对花生仁品质的影响[J]. 中国农业科技导报,2021,23(2):134-140.
[2] 王军,王忠合,陈瑞英,等. 烘烤对花生仁抗氧化性、蛋白功能性及油脂氧化稳定性的影响[J]. 食品工业科技,2014,35(9):100-104.

下部正面的雾滴覆盖密度分别为上部正面的 69% 和 51%;1 号和 2 号无人机在下部正面的喷雾沉积量分别达到上部正面的 70% 和 48%,表明无人机旋翼产生的下洗气流能够使植株叶片翻动,提高雾滴在植株中的穿透性。然而,不管是在植株上部还是下部,尽管 2 款无人机喷雾雾滴在采样点反面有少量沉积,但均远小于正面,其雾滴覆盖密度、喷雾沉积量均可以忽略不计,表明无人机喷雾雾滴在植株叶背的附着性还需进一步研究。

除无人机本身的作业性能以外,作业环境、气象条件、作业人员技能等因素均会影响无人机作业质量。在开展飞防作业前,应结合机型性能、作物特点、气象条件等因素进行测试和调整,必要时应结合无人机的防治效果,确定最佳作业技术参数,以确保无人机作业质量技术指标符合要求。

参考文献

[1] 中国航空运输协会通用航空分会. 2019 中国民用无人机发展报告[M]. 北京:中国航空运输协会,2019.
[2] 杨知伦,葛鲁振,祁力钧,等. 植保无人机旋翼下洗气流对喷幅的影响研究[J]. 农业机械学报,2018,49(1):116-122.
[3] 裴洲洋,李世金,刘国侠,等. 智能植保无人机防治烟蚜试验分析[J]. 安徽农学通报,2017,23(22):72,124.
[4] 周龙,张哲,姜自斌,等. 植保无人飞机在烤烟上应用的探索与思考:以平昌县烟田植保无人机飞防为例[J]. 农业开发与装备,2019(4):169-170.
[5] 中国民用航空局. 农业航空作业质量技术指标 第 1 部分:喷洒作业:MH/T 1002.1—2016[S]. 北京:中国民航出版社,2016.
[6] 中国民用航空局. 航空喷施设备的喷施率和分布模式测定:MH/T 1040—2011[S]. 北京:中国民航出版社,2012.
[7] 钟玲,邱高辉,宋建辉,等. 水稻纹枯病飞防作业雾滴沉降效应与防效[J]. 中国植保导刊,2014,34(8):64-66.
[8] 王大帅,张俊雄,李伟,等. 植保无人机动态变量施药系统设计与试验[J]. 农业机械学报,2017,48(5):86-93.
[9] 宋坚利,刘杨,刘亚佳,等. 无人旋翼机航空施药有效喷幅确定方法比较[J]. 中国农业大学学报,2017,22(10):126-132.
[10] 郭爽,兰玉彬,许童羽,等. 寒地玉米植保无人机航空施药雾滴沉积效果研究[J]. 沈阳农业大学学报,2021,52(4):451-459,382.
[11] 袁贝,邵亮亮,张迪骏,等. 储藏条件对花生的氨基酸和脂肪酸组成及风味的变化影响[J]. 食品工业科技,2016,37(8):318-322.
[12] 董玲. 不同贮藏温度对花生品质影响研究[J]. 食品安全导刊,2018(16):73-75.
[13] 王延华,常嵩,周霞,等. 抹茶味花生蔓越莓牛轧糖的工艺研究[J]. 美食研究,2021,38(1):68-70.
[14] 曹洁. 三七花花生酥糖的研制[J]. 湖北农业科学,2019,58(9):90-93,127.
[15] 于泓鹏,杨晨,韦晓云,等. 食源性物料混合压榨对花生油氧化稳定性的影响研究[J]. 粮食与油脂,2020,33(1):29-33.
[16] 王滢,王园园,谢正军,等. 淀粉糖浆对硬糖品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2019,38(9):67-71.
[17] 楚朝阳,张愨,李瑞杰. 加工工艺及参数对奶糖品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2014,33(6):611-617.
[18] 王晓丹,李文钊. 影响硬糖感官品质的关键因素[J]. 天津科技大学学报,2013,28(1):17-21.
[19] 王丽霞,陆东和,周凤超. 响应面法优化紫薯魔芋硬糖配方[J]. 食品工业,2021,42(1):120-124.
[20] 李莉,张赛,何强,等. 响应面法在试验设计与优化中的应用[J]. 实验室研究与探索,2015,34(8):41-45.
[21] 张献领,杜先锋,王丽,等. 黑芝麻酥糖的工艺优化研究[J]. 四川旅游学院学报,2017(3):22-25,41.
[22] 汪秀妹,汪毅宁,胡玲芳,等. 响应面法优化红枣酸奶配方及质构特性研究[J]. 食品研究与开发,2021,42(7):62-69.
[23] 杨颖,潘兆平,李绮丽,等. 响应面法优化赣南脐橙全果酱微波制作工艺[J]. 中国食品学报,2020,20(12):167-175.