

文章编号: 1671-9824(2022)02-0076-07

香椿风味脆片的研制

郭卫芸, 刘 优, 李光辉, 王永辉, 孙思胜

(许昌学院 食品与药学院, 河南 许昌 461000)

摘 要:以香椿芽和小麦面粉为原料,采用感官评定和质构测定,通过单因素试验研究香椿、大豆油和食盐的添加对香椿风味脆片的影响,并以产品的脆度和感官评分为响应值设计响应面试验,优化确定香椿风味脆片的配方.结果发现最优配方为:小麦面粉 20.00 g、香椿嫩芽 13.18 g、大豆油 3.15 g、食盐 0.48 g、糖粉 2.00 g、碳酸氢钠 0.06 g、水 3.00 g,调制好的面团经过分割、定型后在 160 ℃下焙烤 4 min,经测定,所得产品脆度为 8.90 N,感官评分为 90.80 分.

关键词:香椿;脆片;感官评定;质构测定;响应面试验

中图分类号:TS959.9 **文献标识码:**A

香椿(*Toona sinensis*)是被子植物门无患子目楝科植物,原产于我国中、南部.香椿嫩芽具有独特的芳香气味^[1],富含蛋白质、维生素、钙、磷、钾、镁、铁、烟酸、粗纤维^[2]以及皂苷、多酚、黄酮、槲皮素等活性成分^[3].香椿具有抗菌、抗炎作用^[4],以及抗衰老、滋阴补阳、调节脂肪代谢等功能^[5].利用香椿可以开发香椿罐头、香椿豆制品、香椿汁、香椿酱、香椿茶等^[6].基于此,主要采用小麦面粉和香椿为主要原料,通过漂烫、辊压、分割、焙烤等工序,研制香椿风味脆片休闲食品,以期为提高香椿的附加值提供技术支持.

1 实验部分

1.1 实验材料

香椿芽,成都春栗农业开发有限公司;大豆油,益海嘉里金龙鱼粮油股份有限公司;食盐,青海省盐业股份有限公司;特一级小麦面粉,河南实佳面粉有限公司;碳酸氢钠,食品级,郑州君发科技有限公司;糖粉,郑州市绿香园调味食品有限公司.

1.2 仪器与设备

多功能电磁炉,WT2104A,广州美的生活电器制造有限公司;烤箱,PT3502,广州美的厨房电器制造有限公司;物性质构仪,TMS-Pro,美国 FTC 公司;电子天平,HC-B 30002,慈溪市华徐衡器实业有限公司;压面机,FK 150-2,巧媳妇食品机械有限公司.

1.3 方法

1.3.1 香椿风味脆片工艺流程

原料→选择→清洗→漂烫→切碎→调制→面团静置→排气→辊压→分割→成型→烘焙→冷却→包装

1.3.2 操作要点

(1)原料选择:挑选新鲜的香椿芽,除去老梗、烂叶及木质化部分.(2)清洗:用清水将香椿芽冲洗干净备用.(3)漂烫:漂烫温度 90 ℃,时间 3 min,捞出后用清水冲洗后沥干水分.(4)切碎:将香椿芽均匀切碎至长度为 3~4 mm 的小段.(5)调制面团:将小麦面粉、食盐、糖粉、碳酸氢钠混合均匀,过 40 目筛后加入切碎的香椿和大豆油后搅拌均匀,再加入适量水进行揉制.(6)静置:静置 15 min,使面团充分松弛,从而

收稿日期:2021-07-30

基金项目:河南省重大公益专项(201300110300);河南省高等学校骨干教师项目(2019GGJS216)

作者简介:郭卫芸(1981—),男,河北怀安人,副教授,博士,研究方向:食品加工及食品检测.

降低黏性,防止收缩。(7)排气:将静置后的面团充分滚揉、排气,以防止烘烤时起泡。(8)辊压:多次辊压至香椿成分均匀分布且面皮厚度约 0.8 mm。(9)分割成型:将面片切割成 4 cm×5 cm 的长方形,并用细针在面皮上均匀扎上小孔。(10)烘焙:上下火温度均为 160 ℃,时间 4 min。(11)冷却:室温自然冷却。(12)包装:将产品竖直放置在包装盒中进行密封包装。

1.3.3 品质测定

(1)质构品质的测定.采用质构仪,测定模式选择 TPA 模式,探头选择 10 mm 圆柱探头,测定条件为:探头回升高度 4 mm,形变量 40%,测定速度 60 mm·min⁻¹,起始力 0.5 N;测定硬度 1、硬度 2、胶粘性和咀嚼性,其中硬度 1 表示为脆度,脆度值越小表示香椿风味脆片越脆^[7];硬度 2 表示为硬度,硬度值越大表示香椿风味脆片越硬.每个试样测定 6 次。

(2)感官评定.为保证实验结果的可靠性,选择七位食品类专业大学四年级学生作为评定员,且每次参与感官评定的人员固定.评定指标包括色泽(20 分)、组织状态(20 分)、口感(30 分)和气味(30 分),重复 3 次。

1.3.4 单因素实验设计

选定小麦面粉用量为 20 g、水 3 g、碳酸氢钠 0.06 g,研究不同香椿添加量(11,12,13,14,15 g)、大豆油添加量(1,2,3,4,5 g)以及食盐添加量(0.2,0.3,0.4,0.5,0.6 g)对香椿风味脆片的影响,测定其质构特性和感官评分,每次实验重复 3 次。

1.3.5 数据统计与分析

采用 SPSS 22 对单因素试验得到的结果进行方差分析;采用 Design Expert 8.0.6 软件进行 Box-Bnheken 响应面中心试验设计及数据分析。

2 结果与分析

2.1 香椿对香椿风味脆片品质的影响

香椿对产品质构及综合感官品质的影响结果见表 1.可以看出,香椿添加量对产品质构指标有显著性影响.香椿含水量较高,使脆片水分含量整体上升,致使产品质构指标下降.然而当添加量达到一定值时,香椿中含有的纤维类成分能有效加固产品的三维骨架结构,经干燥后直接表现为硬度等质构指标的上升.随着香椿的继续添加,面团三维结构的形成受阻,表现为脆度、硬度下降.结合感官评价结果,在香椿添加量为 13 g 时,脆片的感官评分最高,此时香椿风味脆片香味浓郁、口感酥脆。

表 1 香椿对香椿风味脆片质构特性的影响

香椿/g	脆度/N	硬度/N	胶粘性	咀嚼性	感官评分/分
11	30.56±0.22 ^d	31.42±0.44 ^d	19.72±0.63 ^e	4.50±0.21 ^e	74.2
12	14.24±1.64 ^b	13.74±1.30 ^a	8.98±1.61 ^a	3.63±0.96 ^b	75.8
13	12.18±1.12 ^a	12.98±1.17 ^a	7.18±0.54 ^a	1.50±0.13 ^a	86.6
14	19.34±0.58 ^e	20.50±0.72 ^e	12.82±1.31 ^b	3.64±0.47 ^b	79.0
15	15.40±0.30 ^b	17.36±1.27 ^b	8.18±2.35 ^a	2.20±0.54 ^a	74.2

注: $\bar{X}\pm SD$, $n=5$;同列比较不同字母的表示具有差异性, $P<0.05$ 。

2.2 大豆油对香椿风味脆片品质的影响

大豆油对产品质构及综合感官品质的影响结果见表 2.可以看出,大豆油添加对产品硬度、脆度、胶粘性和咀嚼性有显著影响.随着大豆油添加量的增加,产品质构指标先减小后增大,在添加量为 3 g 时达到最小值.随着液态油脂含量的上升,构成面团三维结构之间的孔隙被液态油脂占据,干燥后仍保留在空隙中,产品硬度、脆度等质构指标均下降,与文献[8]的研究结果相似.然而随着油脂添加量的继续上升,大豆油会阻碍面团的交联程度,抑制淀粉的糊化,从而使硬度、脆度等质构指标呈上升趋势.因此确定大豆油的最佳添加量为 3 g。

表2 大豆油对香椿风味脆片质构特性的影响

大豆油/g	脆度/N	硬度/N	胶粘性	咀嚼性	感官评分/分
1	23.00±1.28 ^e	25.30±1.31 ^e	15.02±1.86 ^d	3.06±0.49 ^e	74.4
2	19.32±2.03 ^d	21.50±2.57 ^d	13.66±1.14 ^d	3.59±0.22 ^d	75.4
3	9.44±0.48 ^a	8.90±0.75 ^a	2.40±0.51 ^a	0.41±0.06 ^a	82.2
4	13.26±0.15 ^b	13.62±0.68 ^b	5.12±0.71 ^b	1.04±0.31 ^b	76.4
5	16.26±0.51 ^c	16.82±0.77 ^c	10.74±0.80 ^c	3.83±0.35 ^d	73.8

注: $\bar{X}\pm SD, n=5$;同列比较不同字母的表示具有差异性, $P<0.05$.

2.3 食盐对香椿风味脆片品质的影响

食盐对产品质构及综合感官品质的影响结果见表3.可以看出,食盐添加量对香椿风味脆片的质构指标具有显著性影响.食盐可以促使香椿中水分的溶出,在脆片烘烤时水分的蒸发促进了产品多孔结构的形成.随着食盐添加量进一步升高,组成面筋蛋白的谷蛋白疏水性增加,促使各项质构指标显著上升.当食盐添加量在0.4 g和0.5 g时,各项质构指标均达到最小值.结合感官评价结果,当食盐添加量为0.5 g时,产品的综合感官评分最高.

表3 食盐对香椿风味脆片质构特性的影响

食盐/g	脆度/N	硬度/N	胶粘性	咀嚼性	感官评分/分
0.2	13.78±0.91 ^e	14.24±0.58 ^e	5.00±0.58 ^b	1.37±0.41 ^b	74.2
0.3	11.76±0.56 ^b	12.42±0.40 ^b	5.52±0.91 ^b	1.95±0.26 ^c	77.0
0.4	6.90±1.18 ^a	6.58±0.96 ^a	1.58±0.31 ^a	0.55±0.14 ^a	79.4
0.5	6.12±1.00 ^a	5.56±0.25 ^a	1.26±0.13 ^a	0.23±0.47 ^a	83.6
0.6	14.64±1.05 ^d	15.54±1.39 ^d	11.98±1.40 ^c	4.44±0.56 ^d	79.2

注: $\bar{X}\pm SD, n=5$;同列比较不同字母的表示具有差异性, $P<0.05$.

2.4 糖粉对香椿风味脆片品质的影响

糖粉对产品质构及综合感官品质的影响结果见表4.可以看出,糖粉添加量对香椿风味脆片的脆度有显著性差异($P<0.05$).香椿风味脆片的质构指标随着糖粉的增加呈现先减小后增大.当白砂糖的添加量少于2 g时,脆片的各项质构指标值变化较小;当添加量大于2 g时,脆片的各项质构指标变化较大.香椿风味脆片的脆性随着硬度值和脆度值的增大而减小,硬度值越大,咀嚼性越大,脆片的口感越硬.所以确定白砂糖的最佳添加量为2 g.

表4 糖粉对香椿风味脆片质构特性的影响

白砂糖粉/g	脆度/N	硬度/N	胶粘性	咀嚼性	感官评分/分
1	9.98±0.68 ^b	10.30±1.01 ^b	3.48±0.45 ^b	0.81±0.22 ^{bc}	75.2
2	8.64±0.58 ^a	8.30±0.77 ^a	1.32±0.31 ^a	0.16±0.04 ^a	81.2
3	12.22±0.66 ^c	10.32±1.02 ^b	2.38±0.34 ^{ab}	0.58±0.07 ^b	76.2
4	17.26±1.26 ^d	17.46±1.17 ^c	4.83±0.83 ^c	1.06±0.25 ^c	73.6
5	20.62±1.15 ^e	21.58±2.34 ^d	13.48±1.73 ^d	4.02±0.59 ^d	70.8

注: $\bar{X}\pm SD, n=5$;同列比较不同字母的表示具有差异性, $P<0.05$.

2.5 相关性分析

Spearman 系数值的绝对值越大表明相关性越强^[9].将香椿风味脆片各质构特性(硬度、脆度、胶粘性、咀嚼性)与感官评分进行相关性分析,结果见表5.可以看出,各质构指标与感官评分的相关性由大到小排

列为:脆度>硬度>胶粘性>咀嚼性,其中脆度、硬度和胶粘性相关系数的绝对值在 0.4~0.6 之间,表明它们与感官评分的相关强度中等;咀嚼性相关系数的绝对值是 0.394,说明其与感官评分的相关强度较弱^[10]。根据分析结果,选择与感官评分相关性最强的脆度指标以及感官评分同时作为响应值做响应面优化试验,并通过两个指标的相互印证作为检验模型可靠性的手段。

表 5 感官评分与质构指标的相关性分析系数

指标	脆度	硬度	胶粘性	咀嚼性
Spearman	-0.489**	-0.483**	-0.402**	-0.394**

注:**表示相关性在 0.01 上显著。

2.6 响应面试验结果与分析

结合单因素试验结果,采用 Design Expert 8.0.6 软件中的 Box-Behnken 模式,选取香椿添加量(A)、大豆油添加量(B)、食盐添加量(C)作为考察因素,以香椿风味脆片的脆度和感官评分作为响应值,响应面优化试验中心组合试验方案及结果见表 6。

表 6 响应面试验设计方案及结果

试验号	A 香椿添加量/g	B 大豆油添加量/g	C 食盐添加量/g	Y_1 感官评分/分	Y_2 脆度/N
1	14	2	0.5	79.2	13.88
2	13	3	0.5	89.6	10.06
3	12	3	0.6	76.0	15.72
4	13	3	0.5	88.8	9.22
5	14	3	0.6	80.6	13.72
6	14	3	0.4	81.0	11.86
7	13	4	0.6	80.6	12.06
8	13	3	0.5	87.6	9.60
9	12	4	0.5	78.2	15.26
10	13	3	0.5	87.4	8.74
11	13	3	0.5	90.4	9.24
12	13	2	0.4	80.4	13.44
13	13	4	0.4	82.6	11.26
14	12	3	0.4	75.6	16.66
15	12	2	0.5	69.0	18.88
16	13	4	0.5	78.4	14.56
17	13	2	0.6	76.8	15.72

2.6.1 方差分析

利用 Design Expert 8.0.6 软件分析试验结果,得到二次响应模型方差分析,见表 7。可以看出,以感官评分(Y_1)和脆度(Y_2)为响应值所得的回归模型 F 值分别为 36.75 和 39.85, P 值均小于 0.000 1,说明两个指标所得回归模型均达到了高度显著水平,且失拟项 P 值分别为 0.493 3 和 0.201 8,均大于 0.05,失拟项不显著,表明方程对模型的拟合程度良好,试验误差小。表中两个响应值所得极显著项高度一致,均包括一次项(A、B)和二次项(A^2 、 B^2 、 C^2),另外交互项 AB 在以感官评分为指标时表现为极显著,而在以脆度为指标时表现为显著。两个模型根据 F 值的大小得出影响因素顺序为:香椿添加量>大豆油添加量>食盐添加量。 Y_1 模型的相关系数 $R^2=0.979 3$,调整复相关系数 $R_{Adj}^2=0.952 6$; Y_2 模型的相关系数 $R^2=0.980 9$,调整复相关系数 $R_{Adj}^2=0.956 1$ 。两个模型相互印证,说明结果可靠。

表7 响应面设计回归方程方差分析

变异来源	均方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	533.72	9	59.08	36.75	<0.000 1	**
A 香椿添加量	52.02	1	52.02	32.36	0.000 7	**
B 大豆油添加量	25.92	1	25.92	16.13	0.005 1	**
C 食盐添加量	3.92	1	3.92	2.44	0.162 3	
AB	25.00	1	25.00	15.55	0.005 6	**
AC	0.16	1	0.16	0.100	0.761 6	
BC	0.64	1	0.64	0.40	0.548 1	
A ²	217.06	1	217.06	135.04	<0.000 1	**
B ²	121.87	1	121.87	75.82	<0.000 1	**
C ²	45.30	1	45.30	28.18	0.001 1	**
残差	11.25	7	1.61			
失拟项	4.66	3	1.55	0.94	0.493 3	
纯误差	6.59	4	1.65			
总和	542.97	16				
模型	140.96	9	15.66	39.85	<0.000 1	**
A 香椿添加量	19.53	1	19.53	49.70	0.000 2	**
B 大豆油添加量	9.64	1	9.64	24.52	0.000 2	**
C 食盐添加量	2.00	1	2.00	5.09	0.058 7	
AB	4.62	1	4.62	11.76	0.011 0	*
AC	1.96	1	1.96	4.99	0.060 7	
BC	0.55	1	0.55	1.39	0.276 4	
A ²	61.49	1	61.49	156.46	<0.000 1	**
B ²	25.30	1	25.30	64.39	<0.000 1	**
C ²	7.08	1	7.08	18.01	0.003 8	**
残差	2.75	7	0.39			
失拟项	1.79	3	0.60	2.47	0.201 8	
纯误差	0.97	4	0.24			
总和	143.71	16				

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

2.6.2 各因素交互作用分析

各因素之间交互作用的曲面及等高线图见图 1. 若等高线图接近于椭圆形, 则交互作用显著; 反之接近圆形, 则交互作用不显著. 坡面越陡说明各因素对响应指标的影响越大, 坡面越缓说明影响越小^[11]. 由图 1(a)(b)可以看出, 响应面坡面陡峭, 且等高线呈椭圆形, 说明 AB 两个因素对脆片感官及脆度影响较大且显著. 图 1(c)具有一定坡度, 但等高线图椭圆形不明显, 说明 AC 交互对感官有一定影响, 但不显著. 图 1(d)中响应面有一定坡度, 等高线呈现椭圆状, 说明 AC 交互作用对脆片的脆度具有一定影响, 且呈现一定的显著性. 而图 1(e)、(f)响应面坡面均较为平缓, 等高线接近为圆形, 说明交互项 AC、BC 的交互作

用对脆片的品质影响相对较小。

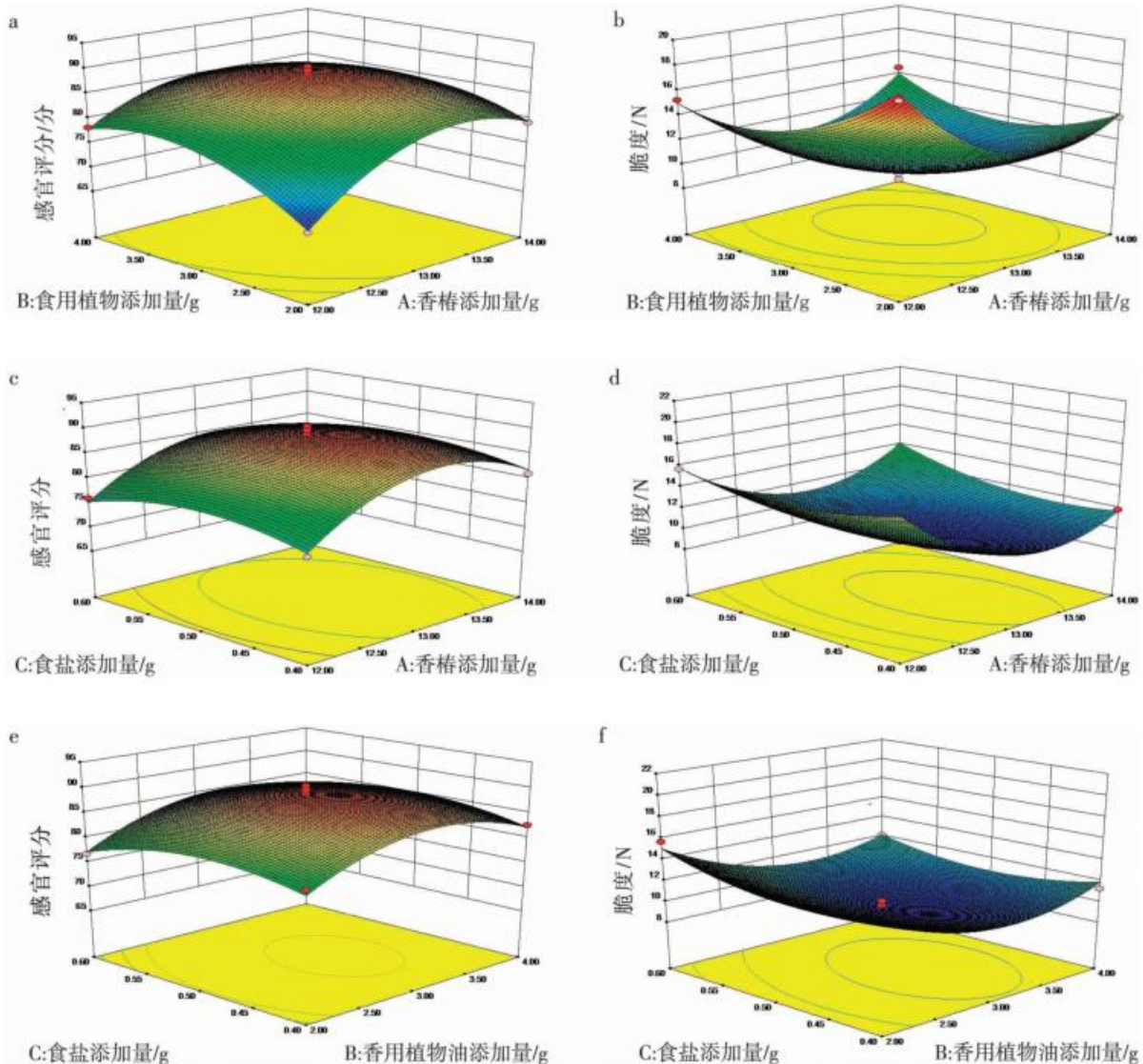


图 1 各因素交互作用响应面图

注:a与b,c与d,e与f分别表示AB、AC、BC交互作用对产品感官评分和脆度的影响。

剔除不显著项,得到回归方程 Y_1 和 Y_2 ,

$$Y_1 = 88.76 + 2.55A + 1.8B - 0.7C - 2.5AB - 7.18A^2 - 5.38B^2 - 3.28C^2, \quad (1)$$

$$Y_2 = 9.37 - 1.56A - 1.1B + 0.5C + 1.07AB + 0.7AC + 3.82A^2 + 2.45B^2 + 1.3C^2. \quad (2)$$

经 Y_1 模型优化的结果为:香椿添加量 13.16 g,大豆油添加量 3.13 g,食盐添加量 0.49 g,感官评分预测值为 89.11 分。经 Y_2 模型优化的结果为:香椿添加量 13.20 g,大豆油添加量 3.16 g,食盐添加量 0.48 g,脆度预测值为 9.07 N。综合两个模型结果,确定香椿添加量 13.18 g,大豆油添加量 3.15 g,食盐添加量 0.48 g,此时脆度预测为 9.07 N,感官评分预测为 89.10 分。

2.6.3 验证试验

为了验证试验结果的有效性,根据模型优化结果,以每 20 g 小麦面粉中加入香椿 13.18 g、大豆油 3.15 g、食盐 0.48 g、糖粉 2 g、碳酸氢钠 0.06 g、水 3 g,结果见表 8。可以看出,所得产品脆度和感官评分与模型预测结果之间的相对误差较小,优化结果可靠。

表8 验证实验结果

响应值	模型预测值	试验测定值	相对误差/%
脆度/N	9.07	8.90	1.87
感官评分/分	89.10	90.80	1.91

3 结语

通过单因素试验,发现香椿、大豆油、食盐及糖粉对香椿风味脆皮的感官品质具有影响.相关性分析表明,产品的感官评分和脆度之间呈现一定的负相关性.在此基础上,选择香椿、大豆油、食盐添加量三个因素进行响应面优化试验,发现三个因素的单次项或二次方项以及三个因素之间的交互作用均对产品感官品质具有极显著影响.经过优化实验确定香椿风味饼干的最优配方为:每20 g小麦面粉中添加香椿13.18 g、大豆油3.15 g、食盐0.48 g、糖粉2 g、碳酸氢钠0.06 g、水3 g.

参考文献:

- [1] 杨超臣.香椿地表覆盖技术研究[D].长沙:中南林业科技大学,2019.
- [2] 史冠莹,王晓敏,赵守涣,等.不同产地香椿嫩芽主要营养成分、活性物质及挥发性成分分析[J].食品工业科技,2019,40(3):207-215,223.
- [3] 尹雪华,王凤娜,徐玉勤,等.香椿的营养保健功能及其产品的开发进展[J].食品工业科技,2017,38(19):342-345,351.
- [4] 宋怡伟,赵志刚,韩成云.响应面法超声辅助提取香椿叶总黄酮及抑菌效果研究[J].食品研究与开发,2019,40(23):153-158.
- [5] LIM H, PARK I, EUN Y J, et al. Anti-inflammatory activities of an extract of in vitro grown adventitious shoots of *Toona sinensis* in LPs-treated raw 264.7 and propionibacterium acnes-treated hacat cells[J]. Plants(basel, Switzerland), 2020, 9(12): 1701.
- [6] 杨天真,罗红霞,申慧杰,等.香椿主要加工产品与技术应用现状[J].蔬菜,2018,(8):54-57.
- [7] 李远恒,李新旺,李振兴.烘烤茶薯片研制及产品评价[J].包装与食品机械,2015,33(3):28-32.
- [8] 高婧妍,傅宝尚,刘欣欣,等.马铃薯鲜薯酥脆饼干的配方优化[J/OL].现代食品科技,2021-05-21.
- [9] 张琳,徐莉莉.基于链接分析的企业网站评价指标的有效性分析[J].图书情报工作,2010,54(16):86-89,129.
- [10] 姚红娟.冠心病代谢组学数据的处理与分析[D].北京:北京中医药大学,2011.
- [11] 谢婧.响应面法优化香芋豌豆饼干配方[J].食品研究与开发,2021,42(2):116-121.

Development of *Toona Sinensis* Flavor Crispy Tablet

GUO Weiyun, LIU You, LI Guanghui, WANG Yonghui, SUN Sishen

(Food and Pharmacy College, Xuchang University, Xuchang 461000, China)

Abstract: In this paper, fresh *Toona sinensis* sprouts and wheat flour were used as raw materials, sensory evaluation combined with texture determination method. Through single factor test, the amount of *Toona sinensis*, edible vegetable oil and salt were determined as response factors, and crispness and sensory score were taken as response values. The results show that the optimal formula of *Toona* flavor crisps is as follows: wheat flour 20 g, *Toona sinensis* sprout 13.18 g, edible vegetable oil 3.15 g, salt 0.48 g, sugar 2 g, sodium bicarbonate 0.06 g, water 3 g. the prepared dough is divided and shaped, and then baked at 160 °C for 4 min. Under these conditions, the product obtained is 8.90 n in brittleness and 90.80 in sensory evaluation.

Keywords: *Toona sinensis*; crisp tablet; sensory evaluation; texture determination; response surface test