

燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥制作工艺的优化

梁 奇, 秦艳婷*

(青海大学农牧学院, 西宁 810016)

摘 要: **目的** 优化燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥的制作工艺。**方法** 以牦牛酸奶作为主要原料, 燕麦、玫瑰酱、白砂糖、柠檬酸为试验因素, 结合真空冷冻干燥技术制成牦牛酸奶酥。通过单因素试验分析 4 个因素对产品感官评分和硬度的影响。在此基础上采用响应面法对燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥的制作工艺进行优化。**结果** 燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥最佳工艺参数为: 燕麦添加量 24%, 白砂糖添加量 14%, 玫瑰酱添加量 7.7%, 柠檬酸添加量 0.2%, 综合感官评分为 81.23 分, 和最佳工艺理论值相近。**结论** 经过优化条件制作的燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥呈米黄色或粉色, 质地均匀, 软硬度适中, 具有牦牛酸奶特有的风味和浓郁的燕麦、玫瑰香味, 可为相关的产品加工提供理论参考。

关键词: 燕麦; 玫瑰酱; 牦牛酸奶酥; 感官品质; 硬度

Optimization of processing technology for oat-rose sauce-yak yogurt crisp

LIANG Qi, QIN Yan-Ting*

(College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, China)

ABSTRACT: **Objective** To optimize the processing technology of oat-rose sauce-yak yoghurt crisp. **Methods** Using the yak yoghurt as raw material, oats, rose paste, granulated sugar and citric acid were used as experimental factors to make oat-rose sauce-yak yogurt crisp. A single factor experiment was used to explore the effects of 4 factors on the sensory score and hardness of products. A Box-Behnken design combined with response surface methodology was employed to optimize the process of yak yogurt crisp. **Results** The optimal best processing conditions of oat-rose sauce-yak yogurt crisp were oat 24%, sugar 14%, rose sauce 7.7% and citric acid 0.2%. The comprehensive sensory score was 81.23, which was closed to the theoretical value under the optimal processing conditions. **Conclusion** The oat-rose sauce-yak yoghurt crisp obtained by processing under the optimum conditions is beige or pink, uniform texture, the moderate viscoelastic and hardness, and the product has unique flavor of yak yoghurt and rich flavor of oat and rose, which can provide theoretical reference for related product processing.

KEY WORDS: oats; rose sauce; yak yogurt crisp; sensory quality; hardness

1 引 言

燕麦含有丰富的不饱和脂肪酸和蛋白质等营养成

分^[1], 其中含有的膳食纤维、 β -葡聚糖, 具有促进肠胃蠕动的和降糖降脂、降胆固醇等功效^[2], 有极高的营养价值。玫瑰酱是由新鲜玫瑰花瓣按一定比例添加蜂蜜进行发酵制

基金项目: 青海大学中青年科研基金项目(2017-QNY-3)

Fund: Supported by the Scientific Research Project for Young and Middle-aged of Qinghai University (2017-QNY-3)

*通讯作者: 秦艳婷, 讲师, 主要研究方向为乳制品加工与质量安全。E-mail: 364611964@qq.com

*Corresponding author: QIN Yan-Ting, Lecturer, College of Agriculture and Animal Husbandry, Qinghai University, Xining 810016, China. E-mail: 364611964@qq.com

作而成, 含有丰富的必需氨基酸, 黄酮类、酚类等功能性化合物, 具有预防心血管疾病, 利胆解毒等作用^[3]。玫瑰酱还可增加食品总酚和抗氧化活性, 提高感官接受度^[4]。2010 年, 食用玫瑰被纳入药食两用的中药之一^[5], 目前国内外对玫瑰风味的酸奶研究较多, 主要为玫瑰酸奶的工艺优化, 复合型风味玫瑰酸奶的研制及红外冷冻干燥对玫瑰风味酸奶理化性质、生物活性及能耗的影响等^[6-8]。

牦牛奶比普通牛奶具有更高的蛋白含量和脂肪含量, 且含有丰富的不饱和脂肪酸^[9], 制成的牦牛酸奶不仅能够提高人体免疫力, 还具有抗氧化作用等, 也是人们追求天然绿色无污染的奶制品。但牦牛奶制品的推广因地域、交通、产品特点等因素受到了制约, 鲜奶、酸奶保质期短, 经加热处理制成的奶酪、曲拉、奶皮其营养价值损失, 益生菌含量较低^[10,11]。而燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥采用真空冷冻干燥技术制成, 即在低温低压条件下将食品内的水分升华, 使物料脱水达到干燥^[12], 能最大程度的保留酸奶、燕麦和玫瑰的风味, 减少加工过程中益生菌的损失, 且通过合理包装后能够获得较长的保质期, 降低产品包装、运输成本和贮存条件^[13], 产品迎合广大消费者口味多元化的要求, 具有极大的发展前景。因此本研究对玫瑰酱牦牛酸奶酥的制作工艺进行优化, 以期对相关的产品加工研究提供参考。

2 材料与方 法

2.1 试验材料、仪器与试剂

2.1.1 牦牛酸奶酥试验材料、试剂

牦牛奶粉(甘肃德鑫源乳业有限责任公司); JYLB-001 保加利亚乳杆菌、JYST-002 嗜热链球菌(北京君亿生物科技有限公司); 燕麦(青海青麦食品有限公司); 玫瑰酱(大理弥纳食品有限公司); 柠檬酸(安徽化诚生物科技有限公司); MRS 固态培养基(北京奥博星生物有限公司); 伊红美蓝培养基(广东环凯微生物科技有限公司)等。

2.1.2 牦牛酸奶酥试验仪器

GS55-9 真空冷冻干燥机(上海 Gene Company Limited 基因有限公司); SY-3D 片剂四用测定仪(上海黄海药检仪器公司); SPX-450FT 恒温培养箱(宁波普朗特公司); YM50FGN 灭菌锅(上海三申公司)。

2.2 试验方法

2.2.1 牦牛酸奶酥的制作流程及操作要点

(1) 牦牛酸奶的制作

将 7% 白砂糖、16% 的牦牛乳粉与 100 mL 纯净水充分混合, 搅拌均匀, 置于 90 °C 水浴中灭菌 10 min 后, 取出冷却至 37~42 °C, 接入保加利亚乳杆菌: 嗜热性链球菌质量比为 1:2 的混合发酵剂 3 g, 并充分搅拌均匀; 将接种后的牦牛奶放入 42 °C 恒温发酵箱中发酵 5 h, 取出放置于 4 °C

冰箱内进行冷藏后熟处理, 12 h 后取出即为牦牛酸奶成品。

(2) 燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥的制作

流程图: 原料前处理→调配→冷却→牦牛酸奶混匀→注模定型→切割→预冻→冷冻干燥→成品

操作要点:

①原料前处理: 燕麦放置在底火、面火分别为 150、170 °C 烤箱中烘烤 10 min, 即可得到香味浓郁的燕麦; 把玫瑰酱放进小型挤汁器中进行固液分离, 得到玫瑰花瓣, 将其切碎待用; 称取适量白砂糖与纯净水混合均匀, 加水量约为总糖量的 1/10^[14], 并加热溶解制成黏糊状糖浆。

②调配: 称取适量的燕麦、玫瑰酱、柠檬酸放入加热煮沸的糖浆中, 为防止出现气泡可按同一方向匀速搅拌。

③冷却、混匀: 将调配好的物料冷却至 37~42 °C, 加入牦牛酸奶, 快速搅拌均匀, 此过程须保持物料有一定温度。

④注模定型、切割: 移入 24 cm×18.5 cm×3cm 的方盘模具, 覆上硅胶垫、压平, 用塑料刮刀分割成大小合适的方块。

⑤预冻、冷冻干燥: 将切割好后的牦牛酸奶酥放置于 -80 °C 超低温冰箱中预冻 15 h, 进行冷冻干燥即可得到燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥成品。

2.2.2 单因素试验

取制好的牦牛酸奶待用。当其他因素不变时, 改变单一因素, 以感官评分为主要评价指标, 结合硬度测定, 考察不同质量百分比的燕麦添加量(15%、20%、25%、30%、35%), 白砂糖添加量(12%、14%、16%、18%、20%), 玫瑰酱的添加量(4.7%、6.7%、8.7%、10.7%、12.7%), 柠檬酸添加量(0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%) 4 个单因素对牦牛酸奶酥感官品质的影响。

将牦牛酸奶酥放置于 SY-3D 片剂四用测定仪的卡槽上, 启动硬度测量, 单次运行, 每个因素水平重复测定 3 次, 取平均值得到硬度, 结合感官评分, 用 origin 2018 软件对数据进行分析制图, 对制作工艺进行探索。

2.2.3 牦牛酸奶酥响应面试验设计

根据单因素试验结果, 感官评分为响应值, 利用 BOX-Behnken 设计原理对燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥的制作工艺进行优化, 响应面试验因素水平如表 1 所示。

2.2.4 牦牛酸奶酥的感官评定

参照 GB 7100-2015 《食品安全国家标准 饼干》^[15] 制定其感官评分标准如表 2。

2.2.5 牦牛酸奶酥的理化、卫生指标检测

对最佳工艺配方制作的燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥进行总酸度、蛋白质含量、粗脂肪含量、水分含量、乳酸菌群和大肠杆菌群(均按照食品安全国家标准进行测定^[16-20]、常温吸水率^[21]、硬度的测定。

表 1 牦牛酸奶酥的响应面试验因素水平表
Table 1 Response surface test factor level of yak yogurt crisp

水平	因素			
	A 燕麦添加量/%	B 白砂糖添加量/%	C 玫瑰酱添加量/%	D 柠檬酸添加量/%
-1	20	14	4.7	0.1
0	25	16	6.7	0.2
1	30	18	8.7	0.3

表 2 牦牛酸奶酥的感官评分标准
Table 2 Sensory scoring standard for yak yogurt crisp

评定指标	评分标准	分数/分
色泽(15分)	米黄色明显, 色泽均匀, 不焦糊, 无异色	11~15
	米黄色较明显, 色泽较均匀, 不焦糊, 无异色	6~10
	米黄色不明显, 偏白或偏红, 色泽不均匀, 有其他异色	0~5
口感(40分)	酥松爽口, 软硬适中, 具有咀嚼性, 不粘牙	31~40
	酥松, 较硬或较软, 无明显咀嚼性, 略粘牙	21~30
	过软或过硬, 无咀嚼性, 粘牙	0~20
风味(25分)	酸奶味、燕麦香味明显, 酸甜适中, 或稍偏酸, 无异味	20~25
	酸奶味、燕麦香味较淡, 偏甜, 无异味	15~19
	无酸奶味或燕麦味, 有其他异味, 过酸或过甜	0~14
组织(20分)	外形完整, 质地均匀, 表面颗粒脱落较少, 无缺损或裂痕	16~20
	外形完整, 质地较均匀, 表面颗粒脱落较多, 稍有缺损或裂痕	10~15
	外形不完整, 质地不均匀, 表面颗粒脱落多, 缺损或裂痕明显	0~9

2.2.6 数据统计分析

采用 Design Expert10 软件进行响应面数据分析。

3 结果与分析

3.1 单因素试验结果分析

3.1.1 燕麦添加量对牦牛酸奶酥感官品质的影响

燕麦添加量直接影响牦牛酸奶酥组织形态、口感等。图 1 显示随着燕麦添加量的增加, 感官评分呈先升高后降低的趋势, 而硬度折线图则呈持续上升趋势。当添加量为 25% 时其感官评分最高, 牦牛酸奶酥颜色呈米黄色且稍带粉色, 口感酥松, 软硬适中, 硬度随着燕麦添加量增加而逐渐增大, 考虑到产品酥脆的口感和独特的风味, 最终确定燕麦的适宜添加量为 25%。

3.1.2 白砂糖添加量对牦牛酸奶酥感官品质的影响

白砂糖添加量不仅会影响酸奶的风味, 还会对牦牛酸奶酥的口感及质地产生很大影响。由单因素试验发现, 在 12%~18% 范围内随着白砂糖添加量的增加, 牦牛酸奶

酥组织黏连性增强, 通过图 2 可知, 白砂糖添加量在 16% 时感官评分最高, 继续提高白砂糖添加量, 感官得分开始降低, 牦牛酸奶酥粘性变大, 当添加量高于 18% 后, 硬度出现明显下降, 可能的原因是随着糖含量的增加产品粘度增大, 影响冷冻干燥速率, 导致水分升华速度减慢, 硬度出现明显下降, 影响感官品质, 故选取白砂糖的适宜添加量为 16%。

3.1.3 玫瑰酱添加量对牦牛酸奶酥品质的影响

玫瑰酱具有鲜艳的红色, 可作为牦牛酸奶酥的呈色物质, 此外玫瑰酱还具有浓郁的玫瑰风味, 可增加牦牛酸奶酥的口感。根据图 3 所示, 玫瑰酱添加量在 4.7%~8.7% 范围内, 随着玫瑰酱添加量的增加, 牦牛酸奶酥中的玫瑰花瓣不断增加, 在冷冻干燥过程中对水分起到了截留作用, 因此最后在玫瑰酱添加量不断增加后硬度随之降低。在玫瑰酱添加量为 6.7% 时, 牦牛酸奶酥的感官评分最高, 此添加量时产品色泽均匀, 具有独特的口感, 软硬适中, 符合大众口味, 故玫瑰酱宜选取的添加量为 6.7%。

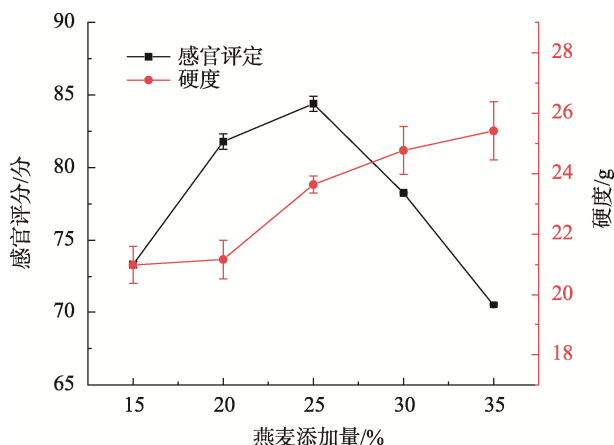


图 1 燕麦添加量对牦牛酸奶酥感官评分及硬度的影响(n=3)
Fig.1 Effect of oat addition on sensory score and hardness of yak yogurt crisp(n=3)

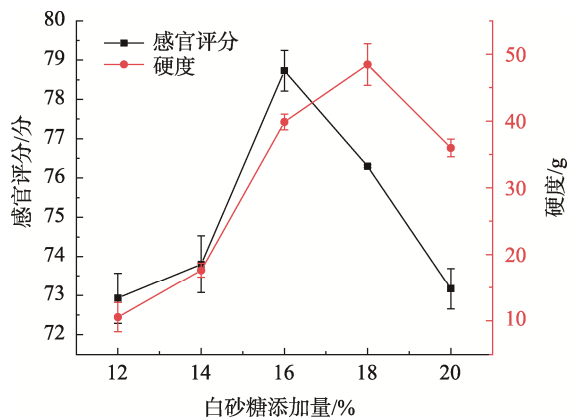


图 2 白砂糖添加量对牦牛酸奶酥感官评分及硬度的影响(n=3)
Fig.2 Effect of white sugar addition on sensory score and hardness of yak yogurt crisp (n=3)

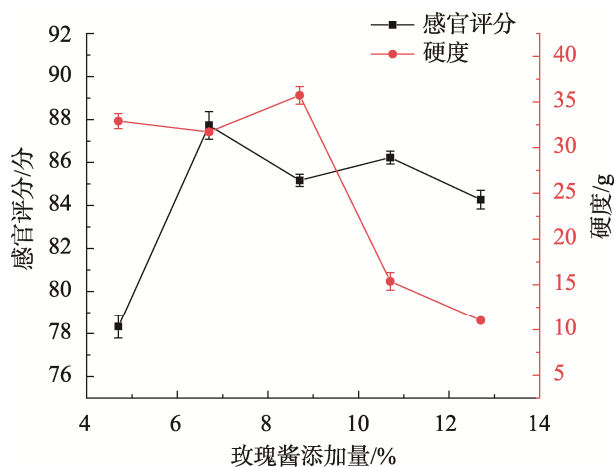


图 3 玫瑰酱添加量对牦牛酸奶酥感官评分及硬度的影响(n=3)
Fig.3 Effect of rose sauce addition on sensory score and hardness of yak yogurt crisp(n=3)

3.1.4 柠檬酸添加量对酸奶品质的影响

添加柠檬酸可使牦牛酸奶酥爽可口, 为玫瑰护色, 还可通过降低 pH 抑制微生物的生长繁殖。由图 4 中的趋势线可知, 当柠檬酸的添加量为 0.10% 时, 牦牛酸奶酥偏甜, 当柠檬酸的添加量为 0.50% 时, 牦牛酸奶酥偏酸, 都会影响口感; 而当柠檬酸添加量为 0.20% 时, 感官得分最高, 硬度有最大值, 此时牦牛酸奶酥口感酸甜适中。但随着柠檬酸添加量增加, 感官评分和硬度均呈下降趋势, 这可能是与柠檬酸能明显影响牦牛酸奶酥口感, 调节糖的转化率有关^[22], 结合实际产品效果和硬度测定, 可选取 0.20% 为柠檬酸的适宜添加水平。

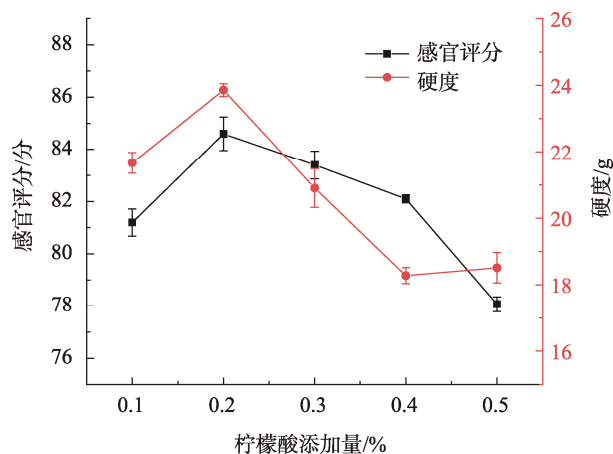


图 4 柠檬酸添加量对牦牛酸奶酥感官评分及硬度的影响(n=3)
Fig.4 Effect of citric acid addition on sensory score and hardness of yak yogurt crisp(n=3)

3.2 响应曲面优化试验结果

选择牦牛酸奶酥的 4 个因素作为自变量, 感官评价分值作为因变量 Y, 利用 BOX 等的设计原理对燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥的制作工艺进行优化, 试验设计及结果见表 3, 方差分析见表 4。采用 Design-Expert 10 对牦牛酸奶酥的制作工艺参数进行二次多元回归拟合, 得到感官评分值 Y 与自变量 A、B、C、D 的二次回归方程为: $Y=84.80-0.78A-0.89B-0.93C-0.41D+0.038AB+4.05AC-0.51AD-0.19BC-0.80BD+0.11CD-6.33A^2-4.70B^2-6.34C^2-1.09D^2$ 。

由表 4 可看出, 该模型 $P=0.0007 < 0.01$, 极显著, 而失拟项 $P=0.0710 > 0.05$, 不显著, 说明该模型的拟合度较好。由模型相关系数 R^2 为 0.8645, 校正决定系数 $Adj-R^2$ 为 0.7289, 试验误差较小, 可解释 72.89% 响应值的变化, 可较好反映真实值及相关度。该试验中变异系数(CV)=3.35% < 5%, 说明该模型对燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥感官评分结果有良好的重现性。

表 3 Box-Behnken 试验设计及结果
Table 3 Box-Behnken experiment design and result

试验序号	燕麦添加量/%	白砂糖添加量/%	玫瑰酱添加量/%	柠檬酸添加量/%	真实值
1	30	16	6.7	0.3	75.56±3.06
2	25	14	6.7	0.1	80.57±2.65
3	25	16	8.7	0.3	73.33±2.08
4	30	16	4.7	0.2	66.82±1.53
5	25	16	6.7	0.2	83.30±2.64
6	20	16	6.7	0.1	78.28±3.21
7	25	14	6.7	0.3	82.23±3.00
8	25	18	8.7	0.2	69.55±2.52
9	25	18	6.7	0.1	78.63±2.52
10	25	14	8.7	0.2	74.74±3.06
11	30	18	6.7	0.2	75.61±1.54
12	25	18	4.7	0.2	73.28±2.08
13	25	16	6.7	0.2	83.42±2.52
14	25	14	4.7	0.2	77.71±5.51
15	20	16	8.7	0.2	70.60±2.52
16	25	16	6.7	0.2	86.14±2.52
17	25	18	6.7	0.3	77.10±1.00
18	25	16	6.7	0.2	85.71±1.53
19	25	16	4.7	0.3	76.35±3.78
20	20	18	6.7	0.2	73.55±2.08
21	25	16	4.7	0.1	80.24±3.05
22	30	16	8.7	0.2	75.91±1.15
23	20	14	6.7	0.2	70.63±2.09
24	25	16	8.7	0.1	76.79±1.53
25	20	16	6.7	0.3	80.46±3.06
26	25	16	6.7	0.2	85.41±2.51
27	30	16	6.7	0.1	75.43±1.53
28	30	14	6.7	0.2	72.54±1.53
29	20	16	4.7	0.2	77.71±3.21

表 4 Box-Behnken 试验方差分析
Table 4 Box-Behnken test variance analysis

变异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
模型	597.50	14	42.68	6.38	0.0007	**
A-燕麦添加量	7.30	1	7.30	1.09	0.3140	
B-白砂糖添加量	9.54	1	9.54	1.43	0.2523	
C-玫瑰酱添加量	10.43	1	10.43	1.56	0.2323	
D-柠檬酸添加量	2.01	1	2.01	0.30	0.5924	
AB	5.625×10^{-3}	1	5.625×10^{-3}	8.405×10^{-4}	0.9773	
AC	65.61	1	65.61	9.80	0.0074	**
AD	1.05	1	1.05	0.16	0.6979	
BC	0.14	1	0.14	0.022	0.8853	
BD	2.54	1	2.54	0.38	0.5474	

续表 4

变异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
CD	0.046	1	0.046	6.907×10 ⁻³	0.9349	
A ²	259.74	1	259.74	38.81	<0.0001	**
B ²	143.16	1	143.16	21.39	0.0004	**
C ²	260.46	1	260.46	38.92	<0.0001	**
D ²	7.77	1	7.77	1.16	0.2996	
残差	93.69	14	6.69			
失拟项	86.54	10	8.65	4.84	0.0710	
纯误差	7.15	4	1.79			
总变异	691.20	28				
变异系数					0.0335	
R ²					0.8645	
Adj-R ²					0.7289	

注: *表示差异显著(0.01<P<0.05); **表示差异极显著(P<0.01)。

B、C、D 各因素的 P 值均大于 0.05, 不显著; 同理 AB、AD、BC、BD、CD 的 P 值均大于 0.05, 说明各因素之间的交互作用也不显著; 而 AC 的 P 值为 0.0074 > 0.01, 可知 AC 之间的交互作用极显著; A²、B²、C² 均小于 0.01, 二次项极显著, 而 D² 的 P 值为 0.2996 > 0.01, 不显著。

F 值越大说明各因素对牦牛酸奶酥的品质影响越大, 故比较 F 值可以得出 4 因素对牦牛酸奶酥的从大到小的影响程度为: 玫瑰酱添加量 > 白砂糖添加量 > 燕麦添加量 > 柠檬酸添加量。

通过 Box-Behnken experiment 软件分析确定燕麦玫瑰酱酸奶酥最佳工艺参数为: 燕麦添加量 23.921%, 白砂糖添加量 14.362%, 玫瑰酱添加量 7.670%, 柠檬酸添加量 0.205%, 在此条件下的感官评分值为 79.984。

各因素间交互作用的三维图谱见图 5。响应面的陡峭程度越大说明该因素对感官评的影响越大, 等高线越密集,

说明两因素交互作用对牦牛酸奶酥感官品质的影响越大, 反之越弱。

由响应面优化法得到牦牛酸奶酥制作工艺的预测值为 79.984 分, 为了便于实验工作, 将燕麦、白砂糖、玫瑰酱、柠檬酸添加量的最佳理论参数分别修正为 24%、14%、7.7%、0.2% 后进行 3 组平行验证实验, 得到实际感官分数为 (81.23±1.25) 分, 与预测值接近, 说明该模型可实际应用于牦牛酸奶酥的制作。

3.3 产品质量指标结果分析

采用最佳工艺制得产品并进行理化及微生物指标检测, 结果如表 5 所示, 产品水分含量较低, 有较酥脆的口感, 乳酸菌活菌含量大于 10⁶ CFU/g, 对人体具有益生作用^[23]。但常温吸水率较高, 因此在产品的开发和销售中应考虑用阻隔性能较好的材料进行包装。

表 5 牦牛酸奶酥的理化及微生物指标测定结果
Table 5 Determination results of physical chemical and microbial indexes of yakyogurt crisp

检测项目	检测结果
水分含量/%	7.32
总酸度/%	29.44
常温吸水率/%	23.75
蛋白质/(g/100g)	2.71
脂肪/(g/100g)	2.205
乳酸菌群数/(CFU/g)	≥1.275×10 ⁸
大肠菌群数/(CFU/g)	未检出
致病菌(沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌)	未检出

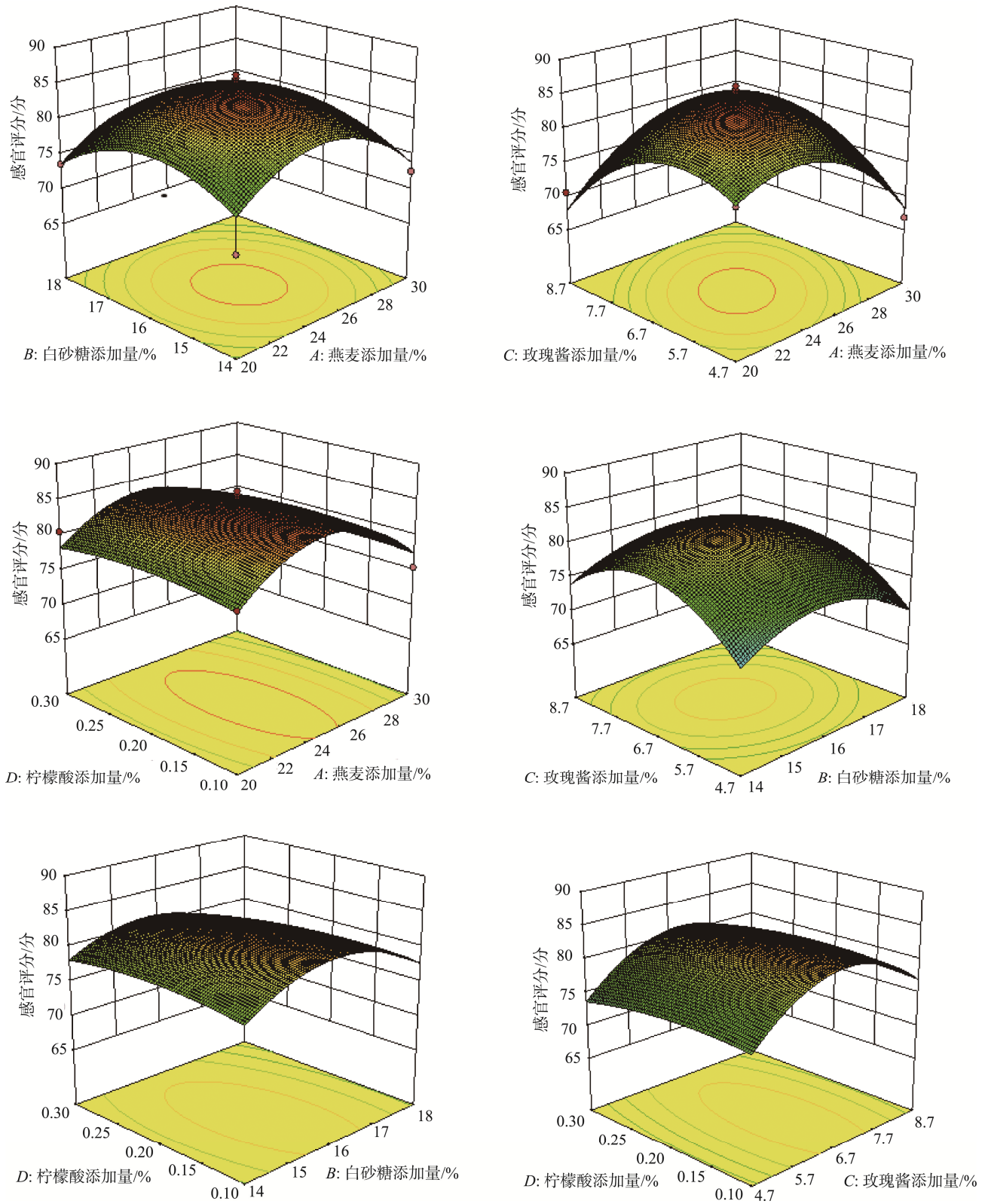


图 5 各因素交互作用对产品感官评分的影响
Fig.5 Effect of test factors interaction on sensory score of product

4 结 论

本研究以燕麦添加量、玫瑰酱添加量、白砂糖添加量和柠檬酸添加量为单因素, 采用 Design-Expert 10 响应面分析牦牛酸奶酥的最佳工艺配方。试验结果显示牦牛酸奶酥的最佳工艺配方为: 燕麦添加量为 24%, 白砂糖添加量为 14%, 玫瑰酱添加量为 7.7%, 柠檬酸添加量为 0.2%。制得的牦牛酸奶酥颜色为米黄色或稍显粉色, 燕麦颗粒明显, 组织完整, 酸甜适中, 酥松可口, 具有明显的燕麦、玫瑰、酸奶复合风味。实验表明燕麦-玫瑰酱-牦牛酸奶酥制作工艺简单, 口味新颖独特, 营养丰富, 方便储运, 货架期较长, 有一定的实际应用价值, 可为后期的产品开发提供参考。

参考文献

- [1] Korczak R, Kocher M, Swanson KS. Effects of oats on gastrointestinal health as assessed by *in vitro*, animal, and human studies [J]. *Nutr Rev*, 2020, 78(5): 343–363.
- [2] Kaur S, Bhardwaj RD, Kapoor R, *et al.* Biochemical characterization of oat (*Avena sativa* L.) genotypes with high nutritional potential [J]. *LWT*, 2019, 110: 32–39.
- [3] 刘嘉, 赵庆年, 曾庆琪. 玫瑰花的化学成分及药理作用研究进展[J]. *食品与药品*, 2019, 21(4): 328–332.
Liu J, Zhao QN, Zeng QQ. Advances in chemical constituents and pharmacological activities of roses [J]. *Food Drug*, 2019, 21(4): 328–332.
- [4] Maria CNDM, Giovanna LA, Elisângela ENC, *et al.* Quality parameters, antioxidant activity, and sensory acceptability of mixed jams of rose petals and apple [J]. *J Food Proc Pres*, 2019, 43(12): 1–6.
- [5] 郑淑彦, 王伟, 董金金, 等. 食用玫瑰营养保健功能及产品开发研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(23): 206–211.
Zheng SY, Wang W, Dong JJ, *et al.* Research progress on nutrition health function and product development of edible rose [J]. *Food Res Dev*, 2016, 37(23): 206–211.
- [6] 王红燕, 陶亮, 尹秋彦, 等. 食用玫瑰酸奶的研制[J]. *农产品加工*, 2015, (19): 1–4, 7.
Wang HY, Tao L, Yin QY, *et al.* Processing technique of yogurt mixed with rose petal pulp [J]. *Acad Period Farm Prod Proc*, 2015, (19): 1–4, 7.
- [7] 刘婕, 姜竹茂, 杨宝雨, 等. 玫瑰希腊式酸奶生产工艺研究[J]. *中国食品添加剂*, 2018, (2): 161–165.
Liu J, Jiang ZM, Yang BY, *et al.* Study on rose greek yoghurt processing [J]. *Chin Food Addit Contam*, 2018, (2): 161–165.
- [8] Kay KH, Zhang M, Devahastin S, *et al.* Influence of novel infrared freeze drying of rose flavored yogurt melts on their physicochemical properties, bioactive compounds and energy consumption [J]. *Food Bioproc Technol*, 2019, 12(12): 2062–2073.
- [9] 胡凯丽, 唐俊妮, 龙虎, 等. 牦牛、牛酸乳发酵过程中品质特性的变化规律[J]. *食品工业科技*, 2018, 39(3): 17–21.
Hu KL, Tang JN, Long H, *et al.* Changes of quality characteristics of yogurt made from yak milk and cow milk during fermentation [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2018, 39(3): 17–21.
- [10] 曹磊. 甘南牧区牦牛曲拉中细菌群落结构及乳酸菌性能研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2019.
Cao L. Study on bacterial community structure and lactic acid bacteria performance in yak qula in gannapastoral area [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2019.
- [11] 杨吉霞, 陈芝兰, 杨海燕, 等. 牦牛奶酪中乳酸菌的分离鉴定及发酵性能分析[J]. *食品科学*, 2013, 34(9): 198–204.
Yang JX, Chen ZL, Yang HY, *et al.* Identification and characterization of lactic acid bacteria from Chinese yak milk cheeses [J]. *Food Sci*, 2013, 34(9): 198–204.
- [12] 姚静, 张自强. 药物冻干制剂技术的设计及应用[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2007.
Yao J, Zhang ZQ. Design and application of drug freeze-dried preparation technology [M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 2007.
- [13] 姜丽. 日本食品加工领域新技术应用现状与发展趋势[J]. *农业工程*, 2019, 9(3): 56–58.
Jiang L. Current situation and development trend of new technologies in food processing in Japan[J]. *Agric Eng*, 2019, 9(3): 56–58.
- [14] 张文莉, 苗敬芝, 秦杰, 等. 蔓越莓核桃牛轧糖的研制[J]. *农产品加工*, 2019, (21): 1–4.
Zhang WL, Miao JZ, Qin J, *et al.* Development of cranberry and walnut nougat [J]. *Acad Period Farm Prod Proc*, 2019, (21): 1–4.
- [15] GB 7100-2015 食品安全国家标准 饼干[S].
GB 7100-2015 National food safety standard-Biscuits [S].
- [16] GB 5413.34-2010 食品安全国家标准 乳和乳制品酸度的测定[S].
GB 5413.34-2010 National food safety standard-Acidity in milk and milk products [S].
- [17] GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
GB 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in foods [S].
- [18] GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S].
GB 5009.6-2016 National food safety standard-Determination of fat in foods [S].
- [19] GB 5009.3-2010 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S].
GB 5009.3-2010 National food safety standard-Determination of water in foods [S].
- [20] GB 4789.2-2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验[S].
GB 4789.2-2016 National food safety standard-Microbiological examination of food [S].
- [21] 陈子叶, 王丽娟, 李再贵. 燕麦营养成分与燕麦片加工品质相关性研究[J]. *粮油食品科技*, 2017, 25(3): 28–32.

Chen ZY, Wang LJ, Li ZG. Relationship between the nutritional component of oat groats and the processing quality of oat flake [J]. *Sci Technol Cere Oils Foods*, 2017, 25(3): 28–32.

- [22] 刘丽娜, 李静, 王安建, 等. 模糊数学感官评价法优化香菇酥糖的制作工艺[J]. *包装与食品机械*, 2017, 35(1): 6–11, 18.

Liu LN, Li J, Wang AJ, *et al.* Optimization of production technology of mushroom crisp candy by fuzzy mathematics sensory evaluation method [J]. *Pack Food Mach*, 2017, 35(1): 6–11, 18.

- [23] Ahmed RAH, Mostafa SIA. Technological aspects, health benefits, and sensory properties of probiotic cheese [J]. *SN Appl Sci*, 2019, 1: 1113.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



梁 奇, 主要研究方向为乳制品开发。
E-mail: 2714983483@qq.com



秦艳婷, 讲师, 主要研究方向为乳制品加工与质量安全。
E-mail: 364611964@qq.com