

响应面法优化柠檬芦荟果肉果冻配方的研究

曹舒, 何利*, 刘付玉, 阮嘉欣, 王硕, 岑丽媛 (四川农业大学食品学院, 四川雅安 625014)

摘要 [目的]采用响应面法优化柠檬芦荟果肉果冻配方。[方法]以柠檬、芦荟为原料,在单因素试验基础上,运用 Box-Behnken 中心组合试验设计和响应面(RSM)分析法对果冻的配方进行优化。[结果]确定最优配方参数魔芋胶:卡拉胶的配比4:1,总复合胶粉量 10 g/L,柠檬汁添加量 100 g/L,芦荟果肉果粒添加量 80 g/L,白砂糖添加量 140 g/L。[结论]采用该配方制作的柠檬芦荟果肉果冻质地均匀,口感光滑细腻,含有柠檬与芦荟独特风味,具有广阔的市场前景。

关键词 柠檬;芦荟;果冻;响应面法;配方
中图分类号 TS255.43 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2019)03-0133-04
doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.03.042



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Formulation Optimization of Lemon Aloe Flesh Jelly by Response Surface Methodology

CAO Shu, HE Li, LIU Fu-yu et al (College of Food Science, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014)

Abstract [Objective] To optimize lemon aloe fruit jelly formula by response surface method. [Method] The formulation of jelly was studied by using lemon and aloe as raw materials. Based on single factor experiments, the formulation was optimized by combining Box-Behnken experimental design and response surface methodology (RSM). [Result] The optimized formulation of the jelly was as follows: ratio of konjac gum to carrageenan, the total mixed gum, lemon juice, aloe flesh and sugar were 4:1, 10, 100, 80 and 140 g/L. [Conclusion] This kind of jelly has attractive appearance, fine taste, lemon and aloe flavor, which could be prospected with a broad market.

Key words Lemon; Aloe; Jelly; Response surface methodology; Formula

柠檬(*Citrus limon*)属于芸香科柑橘属植物,有尤力克、费米耐劳和里斯本等品种^[1]。柠檬含有丰富的柠檬酸、烟酸、维生素以及矿物质元素,其经济价值和药用价值正日益受到人们的关注^[2]。柠檬深加工产业也得到迅猛发展,已生产开发了柠檬饮料、柠檬果酒、柠檬果醋、柠檬茶等一系列产品,是一种具有非常高营养与药用价值的水果^[1,3]。芦荟为百合科(Liliaceae)芦荟属(*Aloe*)多年生肉质草本植物,该属植物共有 270 多种^[4]。芦荟中含有丰富的维生素、氨基酸及无机盐等,食用芦荟能满足人体所必需的多种营养^[5]。目前,芦荟作为一种药食同源的食品原料已被加工成各种芦荟食品和饮料。目前以柠檬、芦荟为主要原料的产品鲜见报道。笔者以柠檬和芦荟为原料制备柠檬芦荟果肉果冻,以胶粉、芦荟果肉、柠檬汁、白砂糖含量为因子,配合响应面法来优化配方工艺,确定出最佳的工艺配方,制成质地均匀、较好凝胶状态、适中弹性的果冻。该果冻特有的清香气味与光滑细腻的口感,满足儿童、青少年及老年人的需求,不仅成为消费者理想的休闲果冻食品,也为柠檬芦荟开发提供了一条新途径。

1 材料与方

1.1 材料与试剂 柠檬(挑选新鲜成熟、无虫蛀霉变、无机械损伤的四川安岳县柠檬)、新鲜无损伤的库拉索芦荟(江苏宿迁市)、一级白砂糖(宏林牌),购于雅安吉选超市。卡拉胶、魔芋胶、柠檬酸、氯化钙均为食品级,购于成都科龙化学试剂公司。

1.2 仪器与设备 JM-B20002 电子天平(余姚市纪铭称重校验设备有限公司);C-18F 电磁炉(青岛澳柯玛电器有

限公司);JJ-2 组织捣碎机(常州国华电器有限公司);DK-S26 型电热恒温水浴锅(上海精宏实验设备有限公司);TMS-PRO FTC 质构仪(北京盈盛恒泰科技有限责任公司);PAL-1 手持数字式折光糖度仪(河北泰光公司);40 目筛网、100 目筛网、200 目筛网。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程^[6-8]。由图 1 可知,将鲜柠檬洗净去皮去核,打浆过 40 目筛、200 目筛后得澄清柠檬汁待用。将新鲜芦荟洗净,除去两端尖刺和表皮,切成均匀小段(颗粒 0.5 cm×0.3 cm×0.2 cm),经 0.1% 的柠檬酸浸泡 15 min,于沸水中热烫 180 s,取出迅速用水冷却后将果肉于 38℃ 以下用 0.5% 的 CaCl₂ 硬化处理 30 min(防止果肉后续工艺软化、破损)^[9-11]。将称量好的卡拉胶、魔芋胶于 40~50℃ 的热水中溶解再放入水浴锅中搅拌 60 min 溶解,放入白砂糖使之均匀溶解。将上述胶液立即趁热过 100 目筛,防止凝固。待胶液冷却至 70℃ 左右时,缓慢加入澄清的柠檬汁(加入时均匀搅拌胶体防止局部酸度过高,影响凝胶形成)。将最后制的液体倒入放有芦荟果肉的模具中封口灭菌,得柠檬芦荟果肉果冻,备用^[12-15]。



图 1 柠檬芦荟果冻的工艺流程

Fig. 1 Process flow of jelly with lemon and aloe flesh

1.3.2 果冻卫生质量评价标准。可溶性固形物、pH、弹性(质构仪 TPA 模式)、微生物指标测定均参照 GB 19299—2015《食品安全国家标准 果冻》、GB/T 10786—2006《罐头食品的检验方法》执行。

1.3.3 单因素试验设计。选择复合胶粉配比、复合胶粉添

作者简介 曹舒(1992—),女,四川西昌人,硕士研究生,研究方向:食品加工与安全。*通信作者,副教授,博士,硕士生导师,从事食品理化检测研究。

收稿日期 2018-08-24

加量、柠檬汁添加量、芦荟果肉添加量、白砂糖添加量进行单因素试验,其中设置4个因素为固定值,另外1个为变量,对其进行综合感官评价,找到最佳的添加量。

1.3.4 响应面试验设计。在单因素试验结果基础上,采用Box-Behnken设计^[16]。分别选取柠檬汁添加量、芦荟果肉添加量、复合胶粉添加量、白砂糖添加量中最佳的3组水平值进行4因素3水平中心组合试验(表1)。

表1 响应面试验因素及水平

Table 1 Factors and levels of response surface experiment g/L

| 水平 Level | 因素 Factor | | | |
|-------------|----------------------|-------------------------|------------------------|----------------|
| | A 柠檬汁 Lemon juice | B 芦荟果肉 Aloe flesh | C 复合胶粉 Mixed gum | D 白砂糖 Sugar |
| -1 | 60 | 40 | 8 | 100 |
| 0 | 80 | 60 | 9 | 120 |
| 1 | 100 | 80 | 10 | 140 |

1.3.5 感官评定。根据产品组织形态(30分)、色泽(20分)、滋味及气味(25分)、口感(25分)进行打分,满分为100分^[17-21]。由10位经过专业培训的人员组成评价小组,严格按照标准规定进行评分,取其平均值作为评分结果。

表2 果冻感官评定

Table 2 Sensory evaluation of the jelly

| 项目 Item | 得分 Score | 描述 Description |
|--------------------------------|-------------|------------------------|
| 色泽(20分) Color | 0~5 | 颜色不均匀,芦荟果肉完全变色 |
| | 6~10 | 颜色不均匀,芦荟果肉呈黄绿色 |
| | 10~15 | 颜色基本均匀,芦荟果肉半透明 |
| | 16~20 | 均匀一致,芦荟果肉透明、无色 |
| 组织形态(30分) Organization form | 0~7 | 果冻不透明,严重偏硬或偏软,有较多气泡、杂质 |
| | 8~15 | 果冻不透明,偏硬或偏软,有少许气泡或杂质 |
| | 16~23 | 果冻半透明,或含有少许气泡、杂质 |
| | 24~30 | 果冻完全透明,无气泡、杂质 |
| 滋味及气味(25分) Taste and smell | 0~6 | 酸甜比例严重失调,无柠檬香味 |
| | 7~12 | 酸甜比例失调,柠檬香味较淡 |
| | 13~18 | 酸甜比例合适,柠檬味较淡 |
| | 19~25 | 酸甜比适宜,柠檬特有香味浓郁 |
| 口感(25分) Taste | 0~6 | 入口不够细腻,无弹性无嚼劲 |
| | 7~12 | 入口无嚼劲,有少许弹性 |
| | 13~18 | 入口细腻,有少许弹性和嚼劲 |
| | 19~25 | 入口细腻,弹性大、有嚼劲 |

1.3.6 数据处理与分析。采用Origin Pro 8.5.1对单因素试验结果进行处理分析,利用Design-Expert V8.0.6.1软件进行响应面试验设计、数据分析和二次模型的建立,通过对回归方程的解析以及响应面的分析获得最佳变量水平,通过P值($P < 0.05$)考察模型及因素的显著性。所有试验重复3次,取平均值。

2 结果与分析

2.1 复合胶粉配比的确定 将8 g/L的卡拉胶与魔芋胶复配,设定5个配比1:1,2:1,3:1,4:1,5:1,按照果冻加工工艺,固定芦荟果肉添加量为60 g/L、白砂糖添加量为100 g/L、柠檬汁添加量为80 g/L进行试验^[22-23]。由表3可知,复合胶粉的配比不同,制备出的果冻形态、质地、弹性及感官评价结果均不同。经过综合感官评分可知,当卡拉胶:魔芋胶比例

为4:1时,制备出的果冻形态、质地、弹性和口感最佳且感官评价分数最高。比例过高或过低都对果冻凝胶性能、质地、弹性和口感有不同程度的影响。卡拉胶:魔芋胶比例为4:1时为最佳配比。

表3 不同复合胶粉配比对果冻感官评分的影响

Table 3 Influences of different mixed gum ratio on jelly sensory score

| 卡拉胶: 魔芋胶 Carrageenan: konjac gum | 感官评价 Sensory evaluation | 感官 评分 Score |
|---|----------------------------|-------------------|
| 1:1 | 胶凝较好,口感稍硬,较光滑,弹性和咀嚼性一般 | 74 |
| 2:1 | 胶凝良好,软硬适中,光滑,弹性和咀嚼性较好 | 79 |
| 3:1 | 胶凝良好,软硬适中,光滑,弹性和咀嚼性良好 | 82 |
| 4:1 | 胶凝性好,软硬适中,光滑,弹性和咀嚼性好,适口 | 90 |
| 5:1 | 胶凝较好,口感稍软,光滑,弹性和咀嚼性一般 | 76 |

2.2 柠檬汁添加量对果冻感官评分的影响 固定复合胶粉添加量为8 g/L、复合胶粉配比为4:1、芦荟果肉添加量为60 g/L、白砂糖添加量为100 g/L,分别加入60、80、100、120、140 g/L的柠檬汁制作果冻。根据表2的评价标准对成品进行感官评分,选择柠檬汁的最佳添加量。柠檬汁的用量对口感和凝胶的稳定性影响较大,当加入量少时酸味不足,发挥不了其应有的作用,加入量过大则酸味过浓,凝胶易发生水解,影响其胶着性^[24]。由图2可知,柠檬汁添加量为60~80 g/L时,感官评分呈缓慢上升趋势,果冻中柠檬独特酸甜味增加。柠檬汁添加量为80 g/L时,果冻的凝胶性相对最稳定,其酸度、弹性及咀嚼性最适宜。当柠檬汁添加量超过80 g/L且持续增加时,果冻的pH降低,酸涩感突出,极度破坏口感,胶液凝固性降低,感官评分下降。选择60、80、100 g/L作为响应面试验的3个水平。

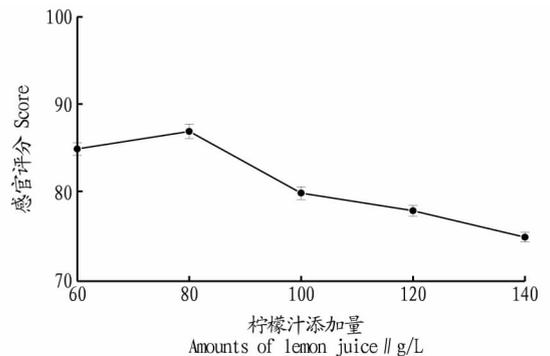


图2 柠檬汁添加量对果冻感官评分的影响

Fig. 2 Influences of added amounts of lemon juice on jelly sensory index

2.3 芦荟果肉添加量对果冻感官评分的影响 固定复合胶粉添加量为8 g/L、复合胶粉配比为4:1、柠檬汁添加量为80 g/L、白砂糖添加量为100 g/L,分别加入20、40、60、80、100 g/L的芦荟果肉制作果冻。根据表2的评价标准对成品进行感官评分,选择芦荟果肉的最佳添加量。由图3可知,随芦荟果肉添加量的增加,感官评分也随之增大且增添了芦荟清香,芦荟果肉混合在果冻凝胶中,提高了果冻的咀嚼性。当其添加量比例为40 g/L时,芦荟果肉在凝胶中分布程度最

适中,咀嚼性和组织形态的互配最好。当比例超过 40 g/L 时,芦荟果肉分布过多,降低咀嚼性和整体口感,影响了果冻风味且加大了生产成本。选择 20、40、60 g/L 作为响应面试验的 3 个水平。

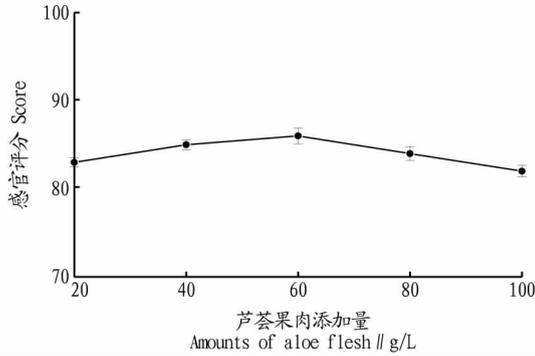


图 3 芦荟果肉添加量对果冻感官评分的影响

Fig. 3 Influences of added amounts of aloe flesh on jelly sensory index

2.4 复合胶粉添加量对果冻感官评分的影响 固定复合胶粉配比为 4:1、芦荟果肉为 60 g/L、柠檬汁添加量为 80 g/L、白砂糖添加量为 100 g/L,分别加入 7、8、9、10、11 g/L 的复合胶粉制作果冻。根据表 2 的评价标准对成品进行感官评分,选择复合胶粉的最佳添加量。由图 4 可知,随着复合胶粉添加量增加,其感官评分也随之上升,胶液由稀薄逐渐变稠,弹性增加,口感也逐渐变好。在复合胶粉添加量为 9 g/L 时,感官评分达到最高,此时果冻弹性、风味和口感最佳。当比例超过 9 g/L 时,胶液黏稠度过高,果冻黏性持续增加,口感与品质下降,同时加大了生产成本^[25]。选择 8、9、10 g/L 为响应面试验的 3 个水平。

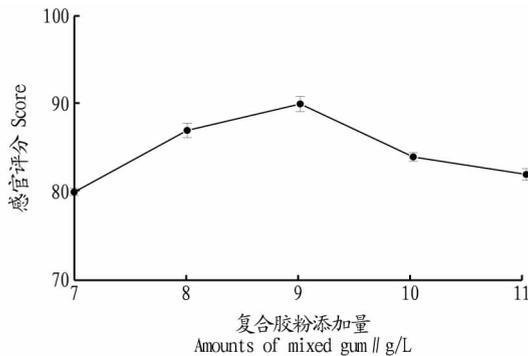


图 4 复合胶粉添加量对果冻感官评分的影响

Fig. 4 Influences of added amounts of mixed gum on jelly sensory index

2.5 白砂糖添加量对果冻感官评分的影响 固定复合胶粉添加量为 8 g/L、复合胶粉配比为 4:1、芦荟果肉添加量为 60 g/L、柠檬汁添加量为 80 g/L,分别加入 60、80、100、120、140 g/L 的白砂糖制作果冻。根据表 2 的评价标准对成品进行感官评分,选择白砂糖的最佳添加量。白砂糖添加量对果冻的风味、口感和质量有直接的影响^[26]。由图 5 可知,随着白砂糖的添加量增加,果冻的口感和甜酸比越好。在白砂糖添加量为 120 g/L 时感官评分最佳,超过 120 g/L 感官评分

随之下降。此时果冻的甜酸比例失调,过多糖分掩盖了柠檬的清新酸味。选择 100、120、140 g/L 作为响应面试验的 3 个水平。

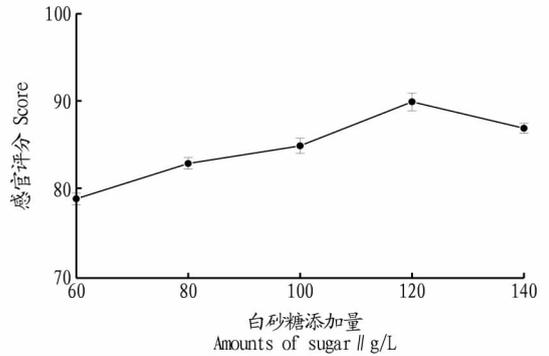


图 5 白砂糖添加量对果冻感官评价的影响

Fig. 5 Influences of added amounts of sugar on jelly sensory index

2.6 响应面优化设计结果与分析 利用 Design-Expert V8.0.6.1 软件对表 1 中柠檬汁添加量、芦荟果肉添加量、复合胶粉添加量及白砂糖添加量的试验数据进行响应面优化。如表 4 所示,得到二次多项回归方程式: $Y = 76.82 - 1.25A + 0.77B + 0.72C + 2.31D + 1.77AB + 1.85AC + 1.65AD - 0.13BC + 1.55BD - 0.98CD - 1.46A^2 - 0.62B^2 - 1.17C^2 - 1.06D^2$ 。通过直接比较回归方程一次项系数的绝对值大小,可以判定各项因子的主次。各因素的主次顺序为 $D > A > B > C$,即白砂糖添加量 > 柠檬汁添加量 > 芦荟果肉添加量 > 复合胶粉添加量。

表 4 响应面试验设计及结果

Table 4 Experimental design and results for response surface analysis

| 处理编号 Treatment No. | A 柠檬汁 Lemon juice//g/L | B 芦荟果肉 Aloe flesh//g/L | C 复合胶粉 Mixed gum//g/L | D 白砂糖 Sugar g/L | 感官评分 Score |
|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | 100 | 60 | 10 | 120 | 76.0 |
| 2 | 80 | 60 | 8 | 100 | 69.4 |
| 3 | 60 | 60 | 9 | 140 | 75.0 |
| 4 | 100 | 60 | 9 | 100 | 70.5 |
| 5 | 80 | 60 | 10 | 100 | 73.4 |
| 6 | 60 | 40 | 9 | 120 | 75.5 |
| 7 | 80 | 60 | 9 | 120 | 76.0 |
| 8 | 60 | 60 | 10 | 120 | 75.0 |
| 9 | 100 | 40 | 9 | 120 | 70.8 |
| 10 | 60 | 60 | 8 | 120 | 76.2 |
| 11 | 80 | 40 | 9 | 140 | 74.5 |
| 12 | 60 | 60 | 9 | 100 | 74.6 |
| 13 | 80 | 60 | 9 | 120 | 78.0 |
| 14 | 80 | 60 | 10 | 140 | 77.5 |
| 15 | 80 | 80 | 10 | 120 | 76.0 |
| 16 | 80 | 60 | 8 | 140 | 77.4 |
| 17 | 80 | 80 | 9 | 100 | 72.8 |
| 18 | 80 | 40 | 8 | 120 | 74.0 |
| 19 | 60 | 80 | 9 | 120 | 74.8 |
| 20 | 80 | 40 | 9 | 100 | 73.5 |
| 21 | 100 | 60 | 9 | 140 | 77.5 |
| 22 | 80 | 60 | 9 | 120 | 78.5 |
| 23 | 100 | 80 | 9 | 120 | 77.2 |
| 24 | 80 | 60 | 9 | 120 | 75.0 |
| 25 | 80 | 80 | 8 | 120 | 76.5 |
| 26 | 80 | 80 | 9 | 140 | 80.0 |
| 27 | 100 | 60 | 8 | 120 | 69.8 |
| 28 | 80 | 40 | 10 | 120 | 74.0 |
| 29 | 80 | 60 | 9 | 120 | 76.6 |

回归模型 $P < 0.01$, 表明模型为极显著, 不同处理之间的差异极显著, 且失拟项不显著 ($P > 0.05$)。模型确定系数 $R^2 = 0.9021$, 模型调整确定系数 $Adj-R^2 = 0.8042$, 表明响应面值变化的 89.15% 能用该模型来解释; 模型变异系数为 1.52%, 表明该模型的拟合程度较好, 试验误差较小, 可有效分析和预测柠檬芦荟果肉果冻的最佳加工工艺条件。试验中白砂糖添加量、芦荟果粒添加量对果冻的感官评分有极显著影响 ($P < 0.01$), 柠檬添加量、复合胶粉添加量对果冻的感官评分影响为显著 ($P < 0.05$)。

2.6.1 工艺配方影响因素交互作用分析。分析某 2 个因素

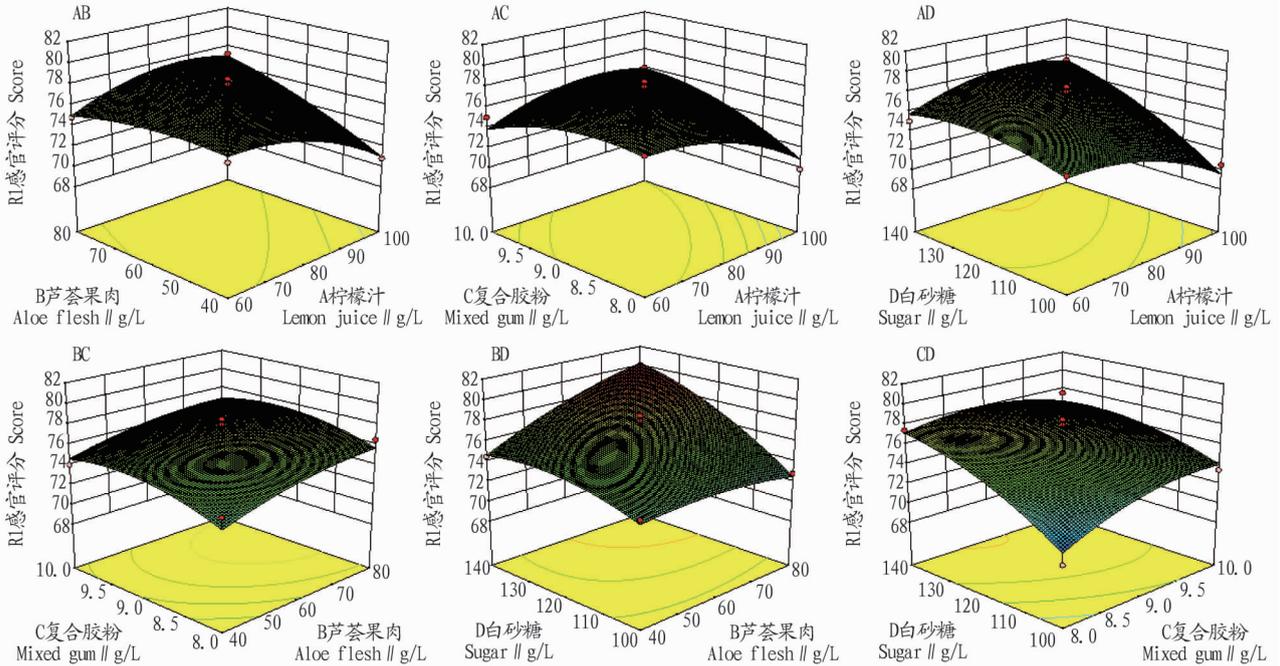


图 6 2 种影响因素的交互作用对感官评分影响的响应面

Fig. 6 Response surface and corresponding contour plots showing the influence of interaction between two factors

2.6.2 配方参数优化和模型验证。根据各因素真实值和编码转换公式, 得到各因素的最佳水平值, 即通过回归模型预测的柠檬芦荟果肉果冻的最佳工艺条件为柠檬汁添加量 100 g/L、芦荟果肉添加量 80 g/L、复合胶粉添加量 9.6 g/L、白砂糖添加量 140 g/L。采用优化工艺条件进行验证, 考虑到实际操作可行性, 将其工艺条件在回归方程得到的理论值基础上修正为柠檬汁添加量 100 g/L、芦荟果肉添加量 80 g/L、复合胶粉添加量 10 g/L、白砂糖添加量 140 g/L。在该工艺条件下进行 3 次水平试验, 得到的感官评价平均值为 83.05, 与预测值 80 分之间差异不显著, 为 1.0656, 说明该模型可以用于试验结果的预测, 优化得到的结果可靠有效。对优化后的果冻卫生指标进行测定, 结果如表 5 所示, 所有指标均符合国家相应标准。

3 结论

采用 Design-Expert V8.0.6.1 数据分析软件中响应面法的中心组合设计优化该果冻的配方, 得到最佳配方为卡拉胶: 魔芋胶 = 4:1、柠檬汁添加量 100 g/L、芦荟果肉添加量 80 g/L、复合胶粉添加量 10 g/L、白砂糖添加量 140 g/L。利

共同对响应值的影响可使用降维分析, 如果响应面的曲面坡度比较平缓, 则表示因素的变化对响应值影响不大。如果响应曲面坡度比较陡峭, 则说明因素的变化对响应值影响较强, 随着因素的变化响应值会做出相应的敏感反应^[27]。该试验根据回归方程建立响应面图(图 6)。从图中可以看到, AB、AC 之间响应曲面坡度平缓, AD、BD 之间响应曲面有一定的坡度, BC、CD 之间响应曲面陡峭, 根据该试验所建立的感官评分回归模型中, AB、AC 存在极显著的交互作用 ($P < 0.01$); AD、BD 之间的交互作用显著 ($0.01 < P < 0.05$); BC、CD 之间交互作用不显著 ($P > 0.05$)。

用该配方制得的果冻质地均匀, 口感光滑细腻, 拥有独特的柠檬芦荟风味, 可应用于柠檬及芦荟的精深加工领域, 具有一定的市场前景。

表 5 柠檬芦荟果肉果冻卫生指标测定结果

Table 5 Determination of hygienic index of the lemon aloe jelly

| 项目 Item | 可溶性固形物 Soluble solid % | pH | 弹性 Elasticity N | 菌落总数 Total number of colonies//CFU/g |
|--------------------------|------------------------------|------|-----------------------|--|
| 检测结果 Testing result | 41 | 3.38 | 254 | 45 |
| 标准要求 Standard request | 无 | 无 | 无 | <100 |

参考文献

- [1] 刘义武, 王碧. 柠檬营养成分与综合利用研究进展[J]. 内江师范学院学报, 2012, 27(8): 46-51.
- [2] BAYDAR K, KOÇ N K, KAFKAS E. Determination of hesperidin and limonin levels as part of the defense mechanism of some lemon varieties [*Citrus limon* (L.) Burm f.] against mal secco disease [*Phoma tracheiphila* (Petr.) Kanc. et Ghik.][J]. Journal of agricultural science and technology, 2011(2): 149-155.
- [3] RUSSO M, BONACCORSI I, TORRE G, et al. Underestimated sources of flavonoids, limonoids and dietary fibre: Availability in lemon's by-products [J]. Journal of functional foods, 2014, 9: 18-26.

号、1号、2号之间无显著性差异($P>0.05$);6号显著延长小鼠的睡眠时间($P<0.05$),组间比较显示,7号和8号之间无显著性差异($P>0.05$),3号、4号、5号、2号、9号之间无显著性差异($P>0.05$),1号、2号、9号之间无显著性差异($P>0.05$),10号和11号之间无显著性差异($P>0.05$)。

3 结论

此次试验将刺五加和树舌灵芝按1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、5:1、4:1、3:1、2:1不同比例配伍,用75%乙醇为溶剂,料液比为1:20,采用冷凝回流提取法,旋蒸除去多余乙醇,浓缩,提取其有效成分,并与单独刺五加和树舌灵芝提取物进行对比,利用差热分析仪检测二者混合后是否有新物质产生,分析结果显示刺五加和树舌灵芝配比为5:1和1:5的效果最为明显,且两者所提取的化学物质基本相同,该方法操作简单、用量少,能准确检测产物的吸放热情况,为接下来试验结果提供依据。

经对不同配伍比例刺五加和树舌灵芝醇提取物对小鼠镇静催眠作用的研究,其中包括各给药组对小鼠行为学影响的试验、小鼠体重变化情况,苯巴比妥钠阈上及阈下镇静催眠试验,研究其提取物是否对小鼠具有镇静催眠效果,小鼠行为学试验结果显示,1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、5:1、4:1、3:1、2:1对小鼠的活动均有抑制效果,组间比较刺五加-树舌灵芝配比为5:1组效果最为明显($P<0.05$);直接睡眠试验结果显示,1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、5:1、4:1、3:1、2:1组均有镇静作用,但不能致小鼠直接睡眠;苯巴比妥钠阈下镇静催眠试验结果显示,1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、5:1、4:1、3:1、2:1能缩短小鼠睡眠潜伏期($P<0.05$)及延长小鼠的睡眠时间,组间比较刺五加-树舌灵芝配比为5:1组效果最为明显($P<0.05$);苯巴比妥钠阈上镇静催眠试验结果显示,1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、5:1、4:1、3:1、2:1组可延长小鼠的睡眠时间($P<0.05$),但是刺五加-树舌灵芝配比为5:1组效果最为明显($P<0.05$)。

试验证明刺五加和树舌灵芝配伍可显著提高镇静催眠效果,刺五加与树舌灵芝醇提取物配比为5:1时镇静催眠效果最为显著,疗效最好,具有开发新药的依据。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草:第15卷[M]. 上海:上海科学技术出版社,1997:1256-1269.
- [2] 康施瑶. 异嗪皮啉的镇静催眠作用研究[D]. 哈尔滨:黑龙江中医药大学,2016.
- [3] JIANG Y Y, WANG M H. Different solvent fractions of *Acanthopanax senticosus* harms exert antioxidant and anti-inflammatory activities and inhibit the human Kv1.3 channel[J]. Journal of medicinal food, 2015, 18(4): 468-475.
- [4] 张淑萍, 王亚军, 胡春荣, 等. 刺五加提取物对睡眠剥夺小鼠抗氧化抗疲劳的研究[J]. 黑龙江医药科学, 2015, 38(6): 1-3.
- [5] 田松阳, 于成龙, 徐微, 等. 刺五加水提取物的抗氧化活性研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(21): 110-113, 194.
- [6] DIAO B, LIU Y, TANG Y, et al. *Acanthopanax senticosus* aqueous extract protects PC12 cells against hypoxic injury[J]. Neural regeneration research, 2011, 6(30): 2337-2341.
- [7] 张智, 化洪苓, 尹文哲, 等. 刺五加提取物对人脐静脉内皮细胞紫外线辐射损伤的防护作用[J]. 现代食品科技, 2018, 34(2): 44-52.
- [8] 常晋霞, 刘文虎, 王仕宝, 等. 基于GC-MS代谢组学分析刺五加总苷提取物的降糖作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(16): 101-107.
- [9] KIM H K, KIM M G, LEEEM K H. Extrusion process of *Acanthopanax senticosus* leaves enhances the gastroprotective effect of compound 48/80 on acute gastric mucosal lesion in rats[J]. Journal of traditional Chinese medicine, 2016, 36(2): 187-196.
- [10] 李田田, 黄梓芮, 潘雨阳, 等. 树舌灵芝化学成分分析及其多糖、三萜组成的抗氧化活性[J]. 食品工业科技, 2017, 38(19): 63-66, 73.
- [11] JIA J, ZHANG X, HU Y S, et al. Evaluation of *in vivo* antioxidant activities of *Ganoderma lucidum* polysaccharides in STZ-diabetic rats[J]. Food chemistry, 2009, 115(1): 32-36.
- [12] 刘小腊. 树舌灵芝液体深层发酵浸膏多糖的抗肿瘤活性研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2011.
- [13] 王丽娜. 多糖GF对荷瘤小鼠H₂₂细胞P53、Rb基因以及E2F转录因子的影响[D]. 哈尔滨:黑龙江中医药大学, 2011.
- [14] 周忠波, 马红霞, 图力古尔. 树舌灵芝粗提物体外抗肿瘤作用的研究[J]. 时珍国医国药, 2007, 18(7): 1649-1650.
- [15] 李玉白, 黄红焰, 唐光辉. 树舌灵芝多糖对肝纤维化大鼠的肝功能的孙响[J]. 湖南环境生物职业技术学院学报, 2008, 14(1): 4-6.
- [16] 孙秋芳. 树舌灵芝发酵条件的优化及发酵产物抑菌活性的研究[D]. 桂林:广西师范大学, 2011.
- [4] 何玲, 甄汉深, 潘翠柳. 芦荟的研究进展[J]. 中国民族民间医药, 2016, 25(6): 47-48.
- [5] 徐同成, 王文亮, 刘洁, 等. 芦荟的营养价值及其在食品工业中的应用[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(10): 38-40.
- [6] 贾媚. 柠檬绿茶营养保健果冻的研制[J]. 农产品加工, 2013(10): 35-37, 40.
- [7] 温婧, 肖更生, 陈卫东, 等. 甜玉米营养果冻加工工艺研究[J]. 广东农业科学, 2006(11): 45-47.
- [8] CHORNOMAZ P M, PAGLIERO C, MARCHESE J, et al. Impact of structural and textural membrane properties on lemon juice clarification[J]. Food and bioproducts processing, 2013, 91(2): 67-73.
- [9] 赵政, 李旭, 李仕坚. 芦荟鲜果粒水牛乳酸乳饮料的加工研制[J]. 广西轻工业, 2009, 25(1): 11-12.
- [10] 董文明, 范崇, 张江荣, 等. 芦荟悬浮饮料的研制[J]. 现代食品科技, 2012, 28(9): 1193-1196.
- [11] 蒙文权. 枇杷果肉果冻防褐变工艺技术与开发[J]. 农产品加工, 2014(10): 25-28.
- [12] 张群. 柑桔果汁型果肉果冻的研制[J]. 湖南农业科学, 2013(1): 97-100.
- [13] 余晓雷, 张可, 张伟来. 芦荟果冻加工工艺技术[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(10): 54.
- [14] 颜廷才, 林晓琳, 李佳, 等. 红树莓果冻加工工艺研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2014, 45(2): 236-240.
- [15] 宋照军, 刘玺, 耿超, 等. 金银花保健果冻的工艺研究[J]. 食品工业科技, 2008(4): 229-231.
- [16] 孙洪蕊, 张英华, 王喜波, 等. 提高大豆蛋白冻融后乳化性改性工艺优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(7): 281-286.
- [17] 董文明, 吴荣书, 樊爱萍. 青梅果冻加工技术研究[J]. 中国食品添加剂, 2007(5): 135-139.
- [18] 顾采琴, 刘鹏, 张柳花, 等. 蜜桃汁芦荟果冻的研制[J]. 广州大学学报(自然科学版), 2011, 10(4): 24-27.
- [19] 张盛鑫. 地瓜果冻加工工艺研究[J]. 东南园艺, 2013(6): 16-19.
- [20] RASIDEN N A M, NOR DIN M F M, SHAMELI K. Formulation and evaluation of semisolid jelly produced by *Musa acuminata* Colla(AAA Group) peels[J]. Asian Pacific journal of tropical biomedicine, 2016, 6(1): 55-59.
- [21] 胡君姣, 李想, 刘晓慧, 等. 柠檬精油抑制酪氨酸酶活性的研究[J]. 现代食品科技, 2015, 31(6): 97-105.
- [22] 赵梅. 木瓜保健果冻的工艺研究[J]. 食品科技, 2013(2): 111-114.
- [23] 董志铭, 汤兴福, 吴云辉, 等. 红茶果冻的加工工艺研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(11): 1367-1371.
- [24] 高晗, 胡志霞, 李斌, 等. 山楂苹果复合饮料配方的优化研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(3): 230-232.
- [25] 郑凤锦, 方晓纯, 孙健, 等. 响应面法优化香蕉果冻的加工工艺[J]. 西南农业学报, 2015, 28(5): 2241-2248.
- [26] 盛玮, 高翔, 薛建平. 黑糯米红枣复合饮料工艺的响应面优化[J]. 食品与机械, 2011, 27(5): 178-181.
- [27] 朱玉英, 王存芳, 王建民. 粗粮型羊奶奶泡加工工艺的响应面优化[J]. 乳业科学与技术, 2016, 39(3): 18-24.

(上接第136页)