

三元二次非线性回归试验优化 甲鱼汤制作工艺研究

郭爱平¹, 郭治宇¹, 郭亚凯², 李姝贤¹, 温利军^{3*}

(1. 内蒙古师范大学 旅游学院, 内蒙古 呼和浩特 010022; 2. 内蒙古鄂尔多斯职业学院 人文系, 内蒙古 鄂尔多斯 017000;
3. 包头机电工业职业学校 管理系, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 以甲鱼为主要原料, 在单因素试验分析的基础上, 利用三元二次非线性回归试验方法, 通过研究煲汤的温度、时间和加盐量对甲鱼汤感官品质的影响, 从而优化甲鱼汤的制作工艺。结果表明: 在设定的试验条件下, 获得甲鱼汤的最佳食品感官的工艺参数为以 400 g 甲鱼、1 000 mL 水计, 在 52 ℃ 温度、15.5 g 加盐量下小火慢炖 51 min 为最佳。

关键词: 甲鱼汤; 工艺优化; 回归试验

中图分类号: TS 972.126.3

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2018)03-0032-04

甲鱼(*Pelodiscus Sinensis*) 学名鳖, 又称水鱼、团鱼、鼋鱼、元鱼、老鳖、王八等, 自古就是我国传统食疗滋补佳品。^[1] 甲鱼可提高人体免疫力, 抗肿瘤及延缓人体衰老的作用。

本文通过甲鱼汤品质的感官鉴定, 采用三元二次非线性回归分析方法, 探究甲鱼汤的最优工艺参数, 为其规模化生产提供理论指导。

1 原料和方法

1.1 原料及设备

1.1.1 原料

甲鱼: 内蒙古呼和浩特市凉城县甲鱼养殖基地提供; 天山野生雪莲: 新疆创天旅游科技发展有限公司; 香料、食盐、葱、老姜、糖等香辛调味料: 内蒙古呼和浩特市华联超市。

1.1.2 主要设备

C21-FK2101 型电磁炉: 广东精美电器制造有限公司; ST22J1 型不锈钢汤锅: 上海苏泊尔股份有限公司; AE224 型分析天平: 上海舜宇恒平科学仪器有限公司。

2 方法

2.1 工艺

鲜活甲鱼→宰杀→去内脏→清洗、称重→预烫、去爪、去膜→除腥→清洗→切块→加辅料(雪莲)→大火煮沸→小火慢炖→调味→成品→感官品质评价。

取 400 g 甲鱼宰杀清洗后, 切成长约 4 cm × 4 cm 的块状, 将其入味后投入汤料, 煮沸后, 打去污秽浮末, 改成小火后炖制, 最后加入食盐即可。

2.2 单因素试验

经过反复试验研究, 确定对甲鱼的块状原料腌制入味的配方为食盐、胡椒粉 20 g、浙江绍酒 10 mL、绵白糖 10 g。汤料组成为雪莲 15 g、虫草 3 g、大葱 15 g、生姜 20 g、纯净水 1 000 mL, 由此对甲鱼汤的小火炖制的温度、时间、最后的汤品的加盐量的工艺参数进行优化研究。

2.2.1 温度对甲鱼汤品质的影响

选定炖制时间 50 min, 加盐量 15 g, 小火炖制的温度为 20、30、40、50、60 ℃ 的条件下, 评定甲鱼汤的感官品质。

收稿日期: 2017-10-08 * 通信作者

基金项目: 内蒙古产学研融合技术创新服务体系建设(2018CXRYRH-P-B01)

作者简介: 郭爱平(1971-), 男, 内蒙古呼和浩特市人, 内蒙古师范大学旅游学院副教授, 从事饮食文化与旅游产业研究;
温利军(1993-), 男, 内蒙古呼和浩特市人, 包头机电工业职业学校高级教师, 从事烹饪与营养教育研究。

2.2.2 时间对雪莲甲鱼汤品质的影响

选定炖制温度为 50 °C ,加盐量 15 g ,利用电磁炉的定时功能 ,小火炖制的时间为 20、30、40、50、60 min 的条件下 ,评定甲鱼汤的感官品质。

2.2.3 盐量对雪莲甲鱼汤品质的影响

选定炖制温度为 50 °C ,炖制时间为 50 min ,根据单因素优选法 ,加盐量为 12、13、14、15、16 g 的情况下 ,测定甲鱼汤的感官品质。

2.3 试验设计与分析

运用 BBD(BOX – Behnken Design) 试验方法 ,采用 Design – Expert 8. 0. 6 软件进行分析。^[2] 其中分别用 A、B、C 表示三因素 ,以感官评分为响应值 Y ,具体的因素及水平见表 1。

表 1 设计因素与水平

自变量	水 平		
	-1	0	1
A(温度/°C)	40	50	60
B(时间/min)	40	50	60
C(盐量/g)	14	15	16

2.4 感官评价

选 30 个有一定经验的感官评价员 ,对成品进行感官评定 ,评定采用百分制评分。感官评价详细评分见表 2。

表 2 食品感官评分细则

分值(分)	风味(FW)	质地(ZD)	组织形态(ZZ)
80 ~ 100	鲜香味浓醇	嫩爽	鱼体外形完好
70 ~ 80	鲜香味较淡	较松软或较硬	鱼体外形基本完好
60 ~ 70	鲜香味淡	松软或硬	外形较平整 ,但有碎片

注: 总分 = 风味 × 0.4 + 质地 × 0.3 + 组织形态 × 0.3 ,以总分表示样品的总体感官品质。

3 结果与分析

3.1 单因素试验结果与分析

3.1.1 温度对甲鱼汤品质的影响

由图 1 可知 ,随着温度的上升 ,食品感官的分值随之而上升 ,究其原因 ,可能是随着温度的提高 ,甲鱼中的蛋白质和脂肪更多溶解于汤中 ,提升了汤的风味。^[3] 但是过了 50 °C 以后 ,总分值下降 ,根据试验数据的具体结果分析 ,是因为此时甲

鱼的形态和质地的分值下降 ,从而影响了总体分值的降低。

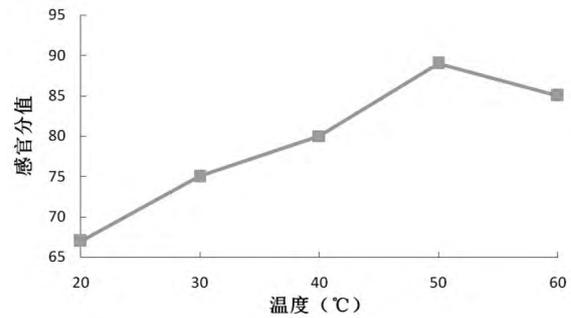


图 1 温度对于食品感官的影响 (时间为 50 min ,加盐量为 15 g)

3.1.2 时间对雪莲甲鱼汤品质的影响

由图 2 可知 ,煲汤时间对于食品感官的影响与煲汤温度的影响相似。随着时间的延长 ,食品感官的分值随之而上升 ,究其原因 ,可能是随着时间的延长 ,甲鱼中的蛋白质和脂肪更多溶解于汤中 ,改善了汤的风味。^[3] 但是过了 50 min 以后 ,总分值下降 ,根据试验数据的具体结果分析 ,是因为此时甲鱼的形态和质地的分值下降 ,从而影响了总体分值的降低。

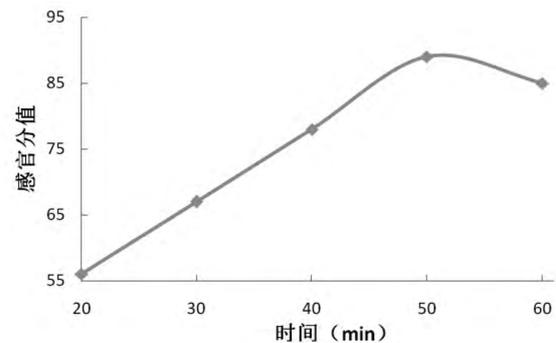


图 2 时间对于食品感官的影响 (温度为 50 °C ,加盐量为 15 g)

3.1.3 盐量对雪莲甲鱼汤品质的影响

由图 3 可知 ,盐量在 12 g 时 ,感官评分最低 ,盐量在 15 g 感官评分最高。随着盐量的增加 ,感官评定分值逐渐降低 ,就其原因是鲜度与咸度的相关作用。^[4]

3.2 试验结果与分析

3.2.1 回归方程

经过 Design – Expert 8. 0. 6 的数据处理 ,得到回归后的模型的方差分析 ,见表 3、表 4。

由表 3 可知 ,二次回归模型非常显著 ,其中一次项显著 ,二次项非常显著 ,交互项则不显著。故

而利用 Design - Expert 8.0.6 软件的手动优化, 得到回归方程 ($R^2 = 0.9348$):

$$Y = -1570.84 + 4.84A + 4.49B + 189.28C - 0.05A^2 - 0.04B^2 - 6.29C^2$$

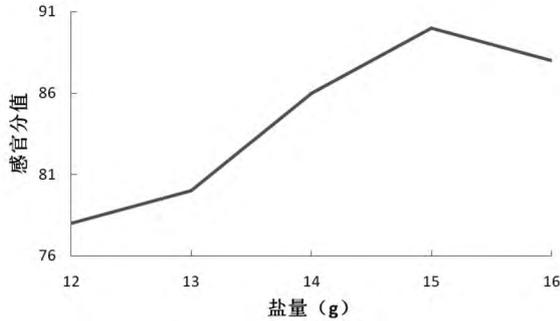


图3 盐量对于食品感官的影响 (温度为 50 °C, 时间为 50 min)

表3 Box - Behnken 设计方案及实验结果*

试验号	A	B	C	Y(感官分值)
1	40	50	16	82.3
2	50	50	15	95.5
3	40	40	15	81.7
4	60	40	15	88.3
5	50	40	16	85.6
6	60	60	15	88.9
7	50	50	15	94.6
8	50	50	15	95.3
9	50	60	14	85.2
10	60	50	16	84.3
11	50	50	15	93.5
12	40	50	14	82.9
13	60	50	14	85.2
14	50	50	15	94.1
15	50	60	16	85.6
16	50	40	14	79.3
17	40	60	15	83.4

* 中心点重复试验 5 次。

3.2.2 各因素对于食品感官的影响

利用 Design - Expert 8.0.6 软件, 得到响应曲面图, 如图 4、图 5 和图 6 所示。

由图 4 可知, 在加盐量为 15 g 的条件下, 随着温度和时间的升高, 感官分值是先上升而后下降。

降, 在温度为 50 °C、时间为 50 min 的范围内, 感官分值达到稳定点。此外, 由图可知, 温度对于感官分值曲面坡度的影响大于时间的影响, 这与表 4 中的 P - Value 值是相对应的。总体而言, 坡度不是太陡, 二者的交互作用不明显, 与表 4 方差分析的结果相对应。^[5]

表4 回归模型的方差分析

方差来源	F	P - value	显著性
模型	16.431	0.0006	**
A	11.542	0.0315	*
B	2.8855	0.0432	*
C	1.1604	0.0471	*
AB	0.1038	0.7567	
AC	0.0077	0.9324	
BC	2.9876	0.1275	
A ²	31.087	0.0008	**
B ²	27.826	0.0012	**
C ²	57.144	0.0001	**

** $P < 0.01$ 为非常显著; * $P < 0.05$ 为显著。

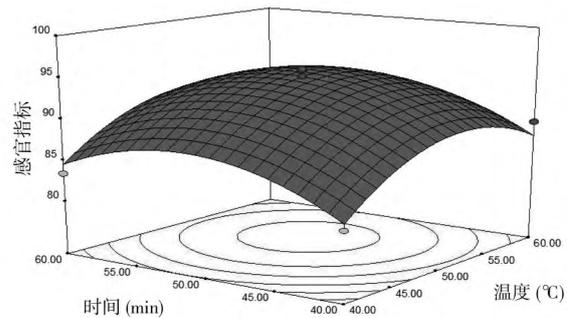


图4 温度和时间对于食品感官的影响 (加盐量为 15 g)

由图 5 可知, 在时间为 50 min 的条件下, 随着温度和盐量的升高, 感官分值是先上升而后下降。在温度为 50 °C、加盐量为 15 g 的范围内, 感官分值达到稳定点。此外, 由图可知, 温度对于感官分值曲面坡度的影响大于盐量的影响, 这与表 4 中的 P - Value 值是相对应的。总体而言, 坡度不是太陡, 二者的交互作用不明显, 与表 4 方差分析的结果相对应。

由图 6 可知, 在温度为 50 °C 的条件下, 随着时间和盐量的升高, 感官分值是先上升而后下降, 在时间为 50 min、加盐量为 15 g 的范围内, 感官

分值达到稳定点。此外,由图可知,时间对于感官分值曲面坡度的影响大于盐量的影响,这与表4中的P-Value值是相对应的。总体而言,坡度不是太陡,二者的交互作用不明显,与表4方差分析的结果相对应。

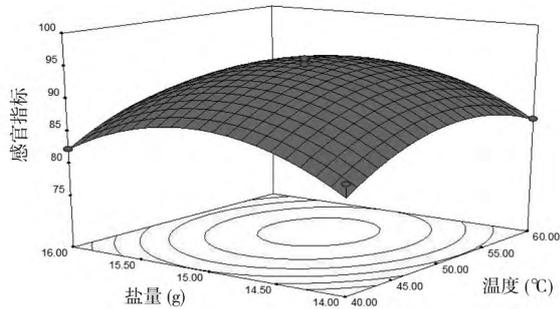


图5 温度和盐量对于食品感官的影响
(时间为50 min)

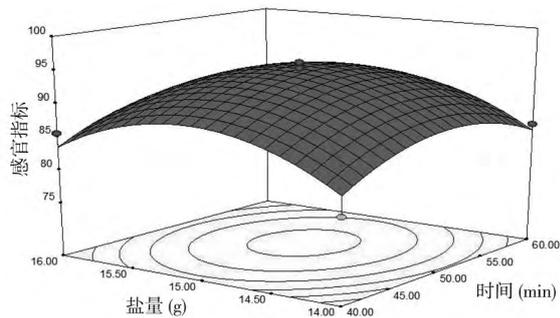


图6 时间和盐量对于食品感官的影响
(温度为50 °C)

3.2.3 最优工艺结果的确定及验证

利用软件对回归方程求最大值,得出当A为52 °C、B为51 min、C为15.5 g时, $Y_{\max} = 95.48$ 。根据该参数,进行三次平行试验取结果平均值,得到 $Y_{\max} = 95.2$,该值与理论优化结果基本相符,说明该回归方程应用性较好。

4 结论

通过本文的单因素和响应曲面法,得到了甲鱼汤煲制的最佳工艺参数为温度为52 °C、时间为51 min、加盐量为15.5 g,且得到了相关性较好的感官回归方程。但作为实际应用,尚需对甲鱼汤的营养成分的变化及相关参数作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 刘彦,刘承初. 甲鱼的营养价值与保健功效研究[J]. 上海农业学报, 2010, 26(2): 93-96.
- [2] 李云雁,胡传荣. 试验设计与数据处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015: 180.
- [3] 周晓燕. 烹饪工艺学[M]. 北京: 中国纺织出版社, 2008: 291-293.
- [4] 方忠祥. 食品感官评定[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 13-17.
- [5] 王秋玉,姚远,陈航,等. 烘烤豆渣制作可可脂巧克力工艺研究[J]. 美食研究, 2018, 35(2): 48-51.

Optimizing the production technology of turtle soup by ternary quadratic nonlinear regression test

GUO Aiping¹, GUO Zhiyu¹, GUO Yakai², LI Shuxian¹, WEN Lijun^{3*}

(1. Inner Mongolia Normal University Tourism College, Hohhot, Inner Mongolia 010022, China; 2. Department of Humanities, Inner Mongolia Ordos Vocational College, Ordos, Inner Mongolia 017000, China; 3. Department of Management, Baotou Electromechanical Industry Vocational School, Baotou, Inner Mongolia 014010, China)

Abstract: Based on single factor test and analysis, the effect of temperature, cooking time and amount of salt on the sensory quality of turtle soup was assessed and processing technology of turtle soup was optimized, using turtle as the main raw material. The results showed that under the experimental conditions, the optimum processing parameters of turtle soup were 400g of turtle, 1000mL of water, 15.5g of salt, 52°C of cooking temperature, and 51min of cooking time.

Key words: turtle soup; process optimization; regression test

(责任编辑: 赵勇)