

响应面法优化速冻青稞鱼面鱼糜加工工艺

何江红, 丁捷*, 黄益前, 赵雪梅, 朱欢

(四川旅游学院, 四川成都 610100)

摘要: 利用响应面法对速冻青稞鱼面鱼糜加工工艺进行优化。通过单因素试验选取 BBD 响应面试验的因素与水平, 以速冻青稞鱼面的品质综合评分为响应值进行回归模型的建立, 分析得出速冻青稞鱼面鱼糜加工最佳工艺条件为: 盐水漂洗浓度为 0.09%、鱼糜与水的比例为 1:1.5、均质时间为 5.1s, 此时速冻青稞鱼面的品质综合评分达 0.96。

关键词: 鱼糜; 加工工艺; 速冻青稞鱼面; 品质

中图分类号: TS 972.123

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2017)04-0042-06

面条作为主食, 又可作快餐食品, 占亚洲制品的 30%~45%。^[1]速冻青稞鱼面是将营养丰富的青稞与鱼糜结合在一起制作的新型面条。而鱼糜加工工艺作为生产速冻青稞鱼面的一道重要工序, 影响着速冻青稞鱼面的商品价值, 因此研究出最佳鱼糜加工工艺参数改善速冻青稞鱼面品质是非常有必要的。

1 材料与方法

1.1 试验材料与仪器

1.1.1 试验材料

青稞全粉: 选用在甘孜州农科所八美农场试验田种植的青稞品种康青 7 号; 麦芯粉: 新乡良润全谷物食品有限公司; 谷朊粉: 河南省新乡市太康粮食深加工有限公司; 绿色生态井盐: 四川久大制盐有限责任公司; 食用纯碱: 安琪酵母股份有限公司; 复合磷酸盐: 河南隆霄生物科技有限公司; 羧甲基纤维素钠: 河南千志商贸有限公司; 食用小苏打: 北京古松经贸有限公司; 鲤鱼: 市售。

1.1.2 仪器与设备

HR2356 型家用智能面条机: 飞利浦公司; RD10 型立式急冻柜: 北京荣港顺华制冷设备有限公司; YP-N 型电子天平: 上海精密仪器仪表

有限公司; TMS-PRO 型高精度专业食品物性分析仪: 美国 FTC 公司; IFSJ-I 型磨粉机: 成都施特威科技发展公司; 真空包装机: 青岛艾讯包装设备有限公司; DS-1 型高速组织捣碎机: 上海标本模型厂制造; XHF-D 型高速分散器: 宁波新芝生物科技股份有限公司; 101-OA 型电热鼓风干燥箱: 北京中兴伟业仪器有限公司等。

1.2 试验方法

1.2.1 速冻青稞鱼面加工工艺

参考乔明峰等^[2]文献方法进行速冻青稞鱼面的制作。

1.2.2 单因素试验

以盐水漂洗浓度(0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5%)、鱼糜与水的比例(1:2、2:3、1:1、3:2、2:1、3:1)、均质时间(3、4、5、6、7、8s)、小苏打添加量(0、0.3、0.6、0.9、1.2、1.5%)为单因素, 对速冻青稞鱼面蒸煮特性、质构指标、感官评分、成品率等指标进行测定, 探究鱼糜加工工艺对速冻青稞鱼面品质的影响。

1.2.3 BBD 响应面试验

根据单因素试验结果, 选择盐水漂洗浓度、鱼糜与水的比例、均质时间为变量, 以面条品质综合评分为考察指标设计三因素三水平的响应面试验, 分析得最优鱼糜加工工艺参数。

收稿日期: 2017-09-04 * 通讯作者

基金项目: 四川省教育厅自然科学重点项目(16ZA0348, 17ZA0291); 烹饪科学四川省高校重点实验室重点项目(PRKX2015Z04)

作者简介: 何江红(1964-), 女, 四川达州人, 四川旅游学院教授, 从事粮油加工研究;

丁捷(1985-), 女, 重庆永川人, 四川旅游学院讲师, 博士, 从事食品贮藏与加工研究。

1.3 检测指标

1.3.1 质构特性的测定

参照牛巧娟等^[3]的方法进行。

1.3.2 蒸煮特性的测定

水分测定采用常压干燥法^[4]。干物质吸水率测定参考姜海燕等^[5]文献方法。干物质损失率测定参考刘传副等^[6]文献方法。最佳煮制时间的测定参考王乐、田晓红等^[7,8]的文献方法。断条率的测定方法为:取25根面条放入沸水煮至最佳煮制时间后捞出,观察有无断条,算面条的断条率。成品率的测定方法为:成品率 = 100% × 成品重量(g) / 投料数量(g)。

1.3.3 感官评价

参照胡欣洁等^[9]文献方法,通过表1对不同处理的样品进行感官评定。

1.3.4 品质综合评价

品质综合评分 = $P_1 \times a_1 + P_2 \times a_2 + P_3 \times a_3 + P_4 \times a_4 + (1 - P_5) \times a_5 + P_6 \times a_6 + (1 - P_7) \times a_7 + P_8 \times a_8 + P_9 \times a_9 + P_{10} \times a_{10} + P_{11} \times a_{11}$ 。式中 P_i 为指标得分, a_i 为指标的比重, a_i 其值分别为 0.05、0.2、0.1、0.1、0.1、0.05、0.1、0.1、0.1、0.05、0.05。

1.4 数据分析

数据统计和计算采用 excel 软件,用 SPSS19.0 软件进行 Pearson 相关性分析、方差分析和 Duncan 多重比较,响应面分析采用 Design8.0.6。

表1 速冻青稞面感官评价指标

项目	满分	评分	标准
色泽	10		面条颜色和亮度,面条白,乳黄色。光亮为 8~10 分,亮度一般为 5~8 分,色泽发暗、发灰、亮度差为 1~5 分
外观状态	10		面条表面光滑和膨胀度,表面结构细密。光滑为 7~10 分,中间为 4~7 分,表面能粗糙、膨胀、严重变形为 1~4 分
适口性	20		咬掉一根面条需要的力的大小。适中 15~20 分,稍偏硬或软 10~15 分,太硬或太软 1~10 分
韧性	25		面条在咀嚼时的咬劲和弹力的大小。有咬劲、有弹性 21~25 分,一般 15~21 分,咬劲差、弹性弱 1~15 分
粘性	25		在咀嚼时面条过程中的粘牙程度。咀嚼时爽口、不黏牙 18~25 分,较爽口、稍黏牙 10~18 分,不爽口、发粘 1~10 分
光滑性	5		品尝时面条的光滑程度。光滑 4~5 分,中间 3~4 分,较差 1~3 分
食味	5		品尝时的味道。具有适宜的青稞香味 4~5 分,青稞味较浓或过淡 3~4 分,有异味 1~3 分

2 结果与分析

2.1 盐水漂洗浓度对品质的影响

由表2可以看出,品质综合评分呈现先增后减的趋势,漂洗浓度在 0~0.2% 范围内较佳。各项指标显示,漂洗浓度为 0.1% 时,品质最佳。

表2 盐水漂洗浓度对速冻青稞面品质的影响

盐水漂洗浓度/%	弹性/mm	硬度/N	粘附性/mJ	咀嚼性/mJ	成品率/%	水分含量/%
0	0.45 ± 0.12 ^a	0.61 ± 0.08 ^a	0.03 ± 0.01 ^b	0.27 ± 0.08 ^a	75.16 ± 0.82 ^a	30.13 ± 0.25 ^a
0.1	0.46 ± 0.25 ^{ab}	0.68 ± 0.15 ^{ab}	0.07 ± 0.06 ^a	0.14 ± 0.09 ^b	74.04 ± 0.54 ^a	34.22 ± 7.32 ^a
0.2	0.22 ± 0.13 ^{bc}	0.55 ± 0.06 ^b	0.02 ± 0.06 ^b	0.11 ± 0.08 ^b	75.09 ± 0.73 ^a	30.11 ± 0.14 ^a
0.3	0.11 ± 0.06 ^c	0.55 ± 0.06 ^b	0.03 ± 0.02 ^b	0.04 ± 0.03 ^b	74.52 ± 0.17 ^a	31.34 ± 0.43 ^a
0.4	0.19 ± 0.03 ^c	0.55 ± 0.00 ^b	0.01 ± 0.00 ^b	0.07 ± 0.06 ^b	72.06 ± 0.52 ^b	30.88 ± 0.26 ^a
0.5	0.34 ± 0.10 ^{abc}	0.53 ± 0.24 ^{ab}	0.01 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.07 ^b	74.21 ± 0.52 ^a	30.77 ± 0.20 ^a

盐水漂洗浓度/%	吸水率/%	蒸煮损失率/%	最佳煮制时间/s	断条率/%	感官评分	综合品质评分
0	40.37 ± 5.89 ^b	5.75 ± 0.59 ^{ab}	189.6 ± 2.08 ^{bc}	1.33 ± 2.31 ^b	64.44 ± 3.10 ^d	0.61 ± 0.02 ^{ab}
0.1	51.85 ± 2.57 ^a	4.10 ± 0.75 ^b	184.3 ± 1.533 ^c	2.67 ± 2.31 ^b	81.19 ± 1.20 ^a	0.68 ± 0.76 ^a
0.2	45.88 ± 4.38 ^{ab}	5.97 ± 0.65 ^{ab}	197.67 ± 2.52 ^a	2.67 ± 2.31 ^b	78.62 ± 1.86 ^{ab}	0.56 ± 0.04 ^{ab}
0.3	52.27 ± 3.88 ^a	4.82 ± 3.83 ^b	197.33 ± 3.06 ^a	2.67 ± 2.31 ^b	77.71 ± 0.77 ^b	0.55 ± 0.01 ^b
0.4	47.03 ± 3.57 ^{ab}	5.95 ± 0.80 ^{ab}	198.33 ± 3.51 ^a	8.00 ± 0.00 ^a	70.71 ± 0.77 ^c	0.54 ± 0.02 ^b
0.5	41.43 ± 7.12 ^b	8.57 ± 0.12 ^a	195.0 ± 7.81 ^{ab}	5.33 ± 2.31 ^{ab}	64.99 ± 0.74 ^d	0.53 ± 0.11 ^b

注:同列标不同小写字母表示差异显著(P < 0.05),下同。

2.2 鱼糜与水的比例对品质的影响

水可使淀粉膨胀产生黏性,使蛋白质形成面筋,影响面条的弹性和延伸性。由表3可以看出,

当鱼糜与水的比例为1:2~3:2时,成品率和感官评分的值较高,断条率较低,最佳煮制时间较长。综上所述,鱼糜与水的比例为1:2~3:2相对较佳。

表3 鱼糜与水的比例对速冻青稞鱼面品质的影响

鱼糜与水的比例	弹性/mm	硬度/N	粘附性/mJ	咀嚼性/mJ	成品率/%	水分含量/%
1:2	1.22 ± 0.06 ^a	1.88 ± 0.13 ^a	0.20 ± 0.07 ^b	1.17 ± 0.21 ^a	75.32 ± 0.02 ^a	29.63 ± 0.45 ^b
2:3	0.90 ± 0.14 ^b	0.96 ± 0.29 ^b	0.11 ± 0.03 ^{cd}	0.51 ± 0.24 ^b	73.85 ± 1.19 ^b	29.82 ± 0.23 ^b
1:1	1.17 ± 0.17 ^a	1.77 ± 0.45 ^a	0.25 ± 0.07 ^{ab}	0.68 ± 0.50 ^b	75.05 ± 0.44 ^a	30.08 ± 0.38 ^b
3:2	0.79 ± 0.06 ^b	1.04 ± 0.00 ^b	0.03 ± 0.05 ^d	0.46 ± 0.04 ^b	73.12 ± 0.13 ^b	31.71 ± 0.45 ^a
2:1	1.25 ± 0.02 ^a	1.90 ± 0.09 ^a	0.30 ± 0.05 ^a	1.42 ± 0.03 ^a	72.87 ± 0.17 ^b	31.66 ± 0.90 ^a
3:1	1.16 ± 0.19 ^a	1.69 ± 0.10 ^a	0.17 ± 0.10 ^b ^c	1.23 ± 0.13 ^a	70.68 ± 0.44 ^c	31.38 ± 0.84 ^a

鱼糜与水的比例	吸水率/%	蒸煮损失率/%	最佳煮制时间/s	断条率/%	感官评分	综合品质评分
1:2	56.16 ± 2.99 ^b	4.74 ± 0.09 ^b	190.33 ± 1.53 ^b	2.67 ± 4.61 ^a	77.33 ± 1.21 ^b	0.76 ± 0.04 ^{ab}
2:3	54.43 ± 1.83 ^{bc}	5.45 ± 0.60 ^{ab}	197.00 ± 3.00 ^a	4.00 ± 6.93 ^a	80.14 ± 1.22 ^a	0.83 ± 0.05 ^a
1:1	55.26 ± 3.80 ^{bc}	5.66 ± 0.43 ^a	200.00 ± 4.35 ^a	2.67 ± 2.31 ^a	81.14 ± 1.47 ^a	0.84 ± 0.02 ^a
3:2	51.45 ± 2.43 ^c	5.08 ± 0.43 ^{ab}	178.67 ± 4.04 ^c	9.33 ± 2.31 ^a	80.03 ± 1.60 ^a	0.79 ± 0.08 ^{ab}
2:1	61.2 ± 0.63 ^a	4.66 ± 0.34 ^b	197.33 ± 2.51 ^a	5.33 ± 2.31 ^a	76.67 ± 1.46 ^b	0.78 ± 0.03 ^{ab}
3:1	54.86 ± 0.95 ^{bc}	5.16 ± 0.67 ^{ab}	195.0 ± 7.79 ^{ab}	4.00 ± 4.00 ^a	75.84 ± 1.36 ^b	0.75 ± 0.06 ^b

2.3 均质时间对品质的影响

由表4可以看出,品质综合评分整体呈现先增大后减小的趋势,在4~6s时评分相对较高。

感官评分也呈先增大后减小的趋势,5s时达到最大值82.50,而此时鱼面的弹性、硬度均较好。因此均质时间为4~6s时,鱼面的品质最佳。

表4 均质时间对速冻青稞鱼面品质的影响

均质时间/s	弹性/mm	硬度/N	粘附性/mJ	咀嚼性/mJ	成品率/%	水分含量/%
3	1.08 ± 0.06 ^b	1.78 ± 0.27 ^a	0.24 ± 0.04 ^a	0.54 ± 0.09 ^a	73.66 ± 0.41 ^d	30.44 ± 0.71 ^a
4	0.96 ± 0.04 ^b	1.20 ± 0.17 ^b	0.18 ± 0.03 ^{ab}	0.63 ± 0.05 ^b	76.33 ± 0.32 ^a	31.47 ± 0.60 ^a
5	1.00 ± 0.05 ^b	1.48 ± 0.20 ^{bc}	0.10 ± 0.06 ^b	0.75 ± 0.11 ^b ^c	74.99 ± 0.12 ^b	30.07 ± 2.53 ^a
6	1.06 ± 0.05 ^b	1.26 ± 0.23 ^b	0.13 ± 0.06 ^b	0.68 ± 0.17 ^b	67.94 ± 0.39 ^e	31.47 ± 0.54 ^a
7	1.06 ± 0.07 ^b	1.58 ± 0.27 ^{bc}	0.13 ± 0.08 ^b	1.02 ± 0.24 ^{ab}	74.48 ± 0.52 ^{bc}	30.92 ± 0.67 ^a
8	1.21 ± 1.14 ^a	1.60 ± 0.27 ^{bc}	0.20 ± 0.04 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^a	73.93 ± 0.13 ^{cd}	31.28 ± 0.39 ^a

均质时间/s	吸水率/%	蒸煮损失率/%	最佳煮制时间/s	断条率/%	感官评分	综合品质评分
3	52.11 ± 4.58 ^a	4.99 ± 0.75 ^a	195.33 ± 4.73 ^a	4.00 ± 0.00 ^a	77.55 ± 1.05 ^c	0.78 ± 0.03 ^{ab}
4	40.44 ± 3.59 ^c	3.91 ± 1.10 ^a	194.67 ± 4.04 ^a	6.62 ± 4.67 ^a	78.75 ± 3.38 ^{bc}	0.78 ± 0.04 ^{ab}
5	41.74 ± 0.59 ^{bc}	3.81 ± 0.59 ^a	197.33 ± 3.06 ^a	5.33 ± 2.31 ^a	82.50 ± 1.09 ^a	0.79 ± 0.03 ^a
6	46.36 ± 3.38 ^{ab}	4.11 ± 1.20 ^a	201.67 ± 1.52 ^a	2.67 ± 4.61 ^a	81.45 ± 2.52 ^{ab}	0.76 ± 0.05 ^{ab}
7	50.05 ± 1.67 ^a	4.35 ± 1.21 ^a	198.33 ± 0.58 ^a	2.67 ± 4.61 ^a	72.61 ± 1.06 ^d	0.74 ± 0.07 ^b
8	50.80 ± 2.71 ^a	3.92 ± 1.24 ^a	193.67 ± 7.23 ^a	5.33 ± 6.11 ^a	72.30 ± 0.85 ^d	0.70 ± 0.08 ^{ab}

2.4 小苏打的添加量对品质的影响

由表5可以看出,鱼糜的品质综合评分呈现先增大后减小的趋势,在0.3~0.9%范围内评分较高;感官评分在添加量为0.6%时达最大值

(80.41);添加量为1.2%时,鱼面的质构指标均达到最大。因此,小苏打添加量为0.6%~1.2%时鱼面品质较优。

表5 小苏打的添加量对速冻青稞鱼面品质的影响

小苏打的添加量/%	弹性/mm	硬度/N	粘附性/mJ	咀嚼性/mJ	成品率/%	水分含量/%
0	0.38 ± 0.04 ^b	0.76 ± 0.04 ^b	0.09 ± 0.00 ^b	0.10 ± 0.02 ^c	73.74 ± 0.40 ^c	26.13 ± 2.61 ^c
0.3	0.39 ± 0.13 ^b	0.81 ± 0.08 ^b	0.07 ± 0.02 ^b	0.09 ± 0.04 ^c	76.45 ± 0.47 ^b	31.21 ± 0.59 ^{ab}
0.6	0.74 ± 0.03 ^a	0.96 ± 0.04 ^b	0.08 ± 0.02 ^b	0.29 ± 0.02 ^b	69.37 ± 0.68 ^d	32.10 ± 0.69 ^{ab}
0.9	0.75 ± 0.18 ^a	1.03 ± 0.10 ^b	0.06 ± 0.01 ^b	0.30 ± 0.12 ^b	76.37 ± 0.51 ^b	30.02 ± 0.79 ^b
1.2	0.81 ± 0.16 ^a	1.67 ± 0.34 ^a	0.22 ± 0.15 ^a	0.51 ± 0.18 ^a	77.31 ± 0.38 ^a	32.84 ± 0.65 ^a
1.5	0.80 ± 0.14 ^a	0.99 ± 0.06 ^b	0.16 ± 0.06 ^{ab}	0.33 ± 0.08 ^b	76.75 ± 0.08 ^{ab}	30.38 ± 0.21 ^b

小苏打的添加量/%	吸水率/%	蒸煮损失率/%	最佳煮制时间/s	断条率/%	感官评分	综合品质评分
0	56.91 ± 0.66 ^a	6.07 ± 0.38 ^a	191.67 ± 2.08 ^a	8.00 ± 4.00 ^a	76.60 ± 0.99 ^b	0.72 ± 0.11 ^a
0.3	57.23 ± 0.98 ^a	6.06 ± 0.41 ^a	191.33 ± 0.58 ^a	2.67 ± 2.31 ^{ab}	77.97 ± 0.93 ^b	0.76 ± 0.04 ^a
0.6	59.65 ± 1.08 ^a	5.80 ± 0.75 ^a	184.33 ± 6.66 ^a	5.33 ± 4.62 ^{ab}	80.41 ± 1.42 ^a	0.79 ± 0.05 ^a
0.9	47.09 ± 29.24 ^a	5.43 ± 0.23 ^a	190.67 ± 4.16 ^a	2.67 ± 2.31 ^{ab}	78.50 ± 1.12 ^b	0.75 ± 0.07 ^a
1.2	54.78 ± 6.30 ^a	5.29 ± 0.69 ^a	163.00 ± 3.61 ^b	1.33 ± 2.31 ^b	74.68 ± 0.88 ^c	0.73 ± 0.03 ^a
1.5	61.63 ± 1.08 ^a	4.30 ± 0.17 ^b	163.00 ± 3.00 ^b	5.33 ± 2.31 ^{ab}	70.66 ± 0.65 ^d	0.70 ± 0.06 ^a

2.5 相关性分析

由表6可知,不同鱼糜工艺参数的鱼面的品质指标之间存在一定的相关性。盐水漂洗浓度与品质综合评分呈显著负相关(P < 0.05);鱼糜与水的比例与成品率呈负相关(P < 0.05),与品质综合评分呈负相关(P < 0.05);均质时间与品质

综合评分呈负相关(P < 0.05);小苏打添加量与弹性、最佳煮制时间呈负相关(P < 0.05),与咀嚼性呈正相关(P < 0.05),与干物质损失率呈极显著负相关(P < 0.01)。综上所述,选择盐水漂洗浓度、鱼糜与水比例、均质时间进行后续试验。

表6 相关性分析

指标	弹性/mm	硬度/N	粘附性/mJ	咀嚼性/mJ	成品率	水分含量/%
盐水漂洗浓度/%	-0.637	-0.377	-0.648	-0.586	-0.582	-0.197
鱼糜与水比例	0.090	0.136	0.082	0.365	-0.887*	0.876*
均质时间/s	0.557	0.012	-0.302	0.212	-0.159	0.364
小苏打添加量/%	-0.870*	0.620	0.648	0.835*	0.447	0.545

指标	吸水率/%	蒸煮损失率/%	最佳煮制时间/s	断条率/%	感官评分	品质综合评分
盐水漂洗浓度/%	-0.030	0.650	0.720	0.639	-0.214	-0.814*
鱼糜与水比例	0.167	-0.120	0.021	0.371	-0.346	-0.812*
均质时间/s	0.292	-0.619	0.182	0.145	-0.556	-0.881*
小苏打添加量/%	0.040	-0.925**	-0.867*	-0.272	-0.646	-0.386

注: **在0.01水平上显著相关; *在0.05水平上显著相关,下同。

2.6 响应面试验结果与分析

BBD 响应面试验编码因素水平,实施方案及方差分析结果见表7~9。

对实验结果的数据进行回归拟合,可以得到以下的一个预测模型: $Y = 0.95 - 0.011A + 0.071B + 0.005C + 0.030AB - 0.038AC + 0.003BC - 0.024A^2 - 0.110B^2 - 0.052C^2$ 。表9为回归的分析结果,该模型为回归显著型($P < 0.0001$),失拟误差不显著($P > 0.05$), $R^2 = 0.9908$, $R_{Adj}^2 = 0.9790$,表明该模型方程极显著,与试验有较好的拟合性,可以用于品质综合评分的预测。

表7 因素水平编码表

因素	水平		
	-1	0	1
A 盐水漂洗浓度(%)	0	0.1	0.2
B 鱼糜与水的比例	1:2	1:1	2:3
C 均质时间(s)	4	5	6

表8 实验设计及结果

试验号	A	B	C	Y 品质综合评分
1	1	0	1	0.83
2	-1	0	1	0.92
3	-1	1	0	0.86
4	1	-1	0	0.70
5	0	0	0	0.96
6	0	0	0	0.93
7	0	0	0	0.95
8	1	0	-1	0.90
9	0	1	1	0.87
10	-1	0	-1	0.84
11	0	-1	1	0.71
12	0	1	-1	0.85
13	0	-1	-1	0.70
14	1	1	0	0.89
15	0	0	0	0.94
16	0	0	0	0.96
17	-1	-1	0	0.79

基于回归模型方差分析,盐水漂洗浓度、鱼糜与水的比例、均质时间的交互作用对鱼面品质评分的影响进一步进行了响应面图验证分析,最终确定模型优化后的最佳工艺参数为:盐水漂洗浓度为0.09%、鱼糜与水的比例为1:1.15、均质时间为5.1s,在此条件下品质综合评分为

0.96,利用此工艺条件进行5次验证试验,鱼面品质综合评分达到 0.95 ± 0.008 ,与理论预测值0.96误差较小,优于其他工艺组合。

表9 方差分析

方差来源	平方和	自由度	均值	F值	显著水平	显著性
模型	0.12	9	0.01	83.79	<0.0001	**
A	0.00	1	0.00	6.14	0.0424	*
B	0.04	1	0.04	246.14	<0.0001	**
C	0.00	1	0.00	1.21	0.3073	
AB	0.00	1	0.00	21.82	0.0023	**
AC	0.01	1	0.01	34.09	0.0006	**
BC	0.00	1	0.00	0.15	0.7087	
A ²	0.00	1	0.00	14.7	0.0064	**
B ²	0.06	1	0.06	331.64	<0.0001	**
C ²	0.01	1	0.01	67.68	<0.0001	**
误差	0.00	7	0.00			
失拟项	0.00	3	0.00	0.93	0.5034	
纯误差	0.00	4	0.00			
总和	0.13	16				

其中 $R^2 = 0.9908$, $R_{Adj}^2 = 0.9790$

3 结论

以单因素试验为基础,BBD 响应面试验进行优化,确定鱼糜加工工艺的最佳工艺参数:盐水漂洗浓度为0.09%、鱼糜与水的比例为1:1.15、均质时间为5.1s,按照此工艺条件加工的速冻青稞鱼面的品质综合评分最高。在此工艺条件下生产的速冻青稞鱼面色泽光亮,适口性好,质构特性较优,具有和谐浓郁的青稞鱼肉风味,解决速冻青稞鱼面品质差的问题,也为后续的加工生产提供理论依据。

参考文献:

[1] Gan C Y, Ong W H, Wong L M, et al. Effects of ribose, microbial transglutaminase and soy protein isolate on physical properties and in-vitro starch digestibility of yellow noodles [J]. LWT - Food Science and Technology 2009, 42(1): 174 - 179.

[2] 乔明锋, 彭毅秦, 丁捷, 等. 速冻青稞鱼面的研发及配方优化 [J]. 食品科技 2017, 42(3): 162 - 168.

[3] 牛巧娟, 陆启玉, 章绍兵, 等. 鲜湿燕麦面条的改良研究 [J]. 食品科技 2014, 35(7): 53 - 57.

[4] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009.3 - 2003 食品中水分的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社 2003.

- [5] 姜海燕,章绍兵,牛巧娟,等. 谷氨酰胺转氨酶对燕麦熟面条质构及蒸煮特性的影响[J]. 粮食与油脂, 2015, 40(3): 186-190.
- [6] 刘传富,候淑瑶,刘学梅,等. 膨化小米粉对挂面加工特性的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(03): 261-264.
- [7] 王乐,黄峻榕,张宁,等. 马铃薯面条制作工艺及品质研究[J]. 研发与工艺, 2017, 38(1): 78-82.
- [8] 田晓红,汪丽萍,刘明,等. 熟化条件对苦荞挂面蒸煮品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(1): 1-3.
- [9] 胡欣洁,赵雪梅,丁捷,等. 基于模糊综合评价法优化挤压型速冻青稞鱼面关键工艺[J]. 食品与机械, 2017, 33(4): 164-170.

Using response surface methodology to optimize processing technology of surimi for quick-frozen highland barley fish noodles

HE Jianghong, DING Jie, HUANG Yiqian, ZHAO Xuemei, ZHU Huan

(1. Sichuan Tourism University, Chengdu, Sichuan 610100, China; 2. Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 3. Food Inspection Monitoring Center of Zhuanghe, Dalian, Liaoning 116400, China)

Abstract: The processing technology of surimi for quick-frozen highland barley fish noodles was optimized by response surface methodology. Based on single factor experiments, taking quality comprehensive score as response values, a regression model was built up. At the optimum technological conditions, salt concentration of rinse water at 0.09%, ratio of minced fish to water at 1:1.5, homogenizing time at 5.1 s, the end product obtain a quality comprehensive score of 0.96.

Key words: minced fish; processing technology; quick-frozen highland barley fish noodle; quality

(责任编辑:赵勇)

(上接第31页)

Exploring tea culture from ancient Chinese characters

—The interpretation of “tea” in *Shuo Wen Jie Zi*

ZHANG Ting, QIU Guoqiao, HUANG Yanbing

(Shanghai Dianji University, Shanghai 200240, China; Jinggangshan University, Ji'an, Jiangxi 343009, China)

Abstract: A survey was conducted to categorize the Chinese character “茶”(tea) in the first dictionary, Analytical Dictionary of Characters Language which was compiled according to Chinese character components and found that it was immersed in radical 37 Chinese character components but was not cited in the dictionary. It appeared as the “茶” in Tang Dynasty with similar meanings as characters “茗”, “檟”, “莽”, and “葭”, etc. However, the color, shapes, taste, customs and rites could be confirmed reflecting tea culture in the dictionary.

Key words: Analytical Dictionary of Characters language; tea; Chinese characters; tea culture

(责任编辑:王芙蓉)