

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.02.003

高含量马铃薯非油炸挤出方便面品质改良技术的研究

康建平^{1,2}, 杨健², 张星灿^{1,2}, 邹光友³, 刘建², 华苗苗²,
白菊红², 张盛暑³, 王军强³, 任元元¹, 钟雪婷², 邹育¹

(1. 四川省食品发酵工业研究设计院, 四川 成都 611130; 2. 四川东方主食产业技术研究院,
四川 成都 611130; 3. 四川光友薯业有限公司, 四川 绵阳 621000)

摘要: 利用响应面实验研究高含量马铃薯(全粉含量40%)非油炸挤出方便面的品质改良, 通过回归分析确定其品质的主要影响因素, 以糊化度和感官评分为指标作响应面图。结果表明: 小麦蛋白1.53%、沙蒿胶0.01%、植物油2%、 β -环状糊精0.06%时, 得到的高含量马铃薯非油炸挤出方便面糊化度为92.1%、感官评分为90.9分。产品质构特性(TPA)各项指标与市售对照样品品质基本一致, 感官指标和营养指标优于市售对照样。

关键词: 马铃薯全粉; 方便面; 响应面分析; 质构特性

中图分类号: TS215 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)02-0011-07

Study on quality improvement technology of high content potato non-fried extruded instant noodles

KANG Jian-ping^{1,2}, YANG Jian², ZHANG Xing-can^{1,2}, ZHOU Guang-you³, LIU Jian², HUA Miao-miao²,
BAI Ju-hong², ZHANG Sheng-shu³, WANG Jun-qiang³, REN Yuan-yuan¹, ZHONG Xue-ting², ZOU Yu¹

(1. Sichuan Food and Fermentation Industry Research & Design Institute, Chengdu Sichuan 611130;

2. Sichuan Oriental Staple Food Industry Technology Research Institute, Chengdu Sichuan 611130;

3. Sichuan Guangyou Potato Industry Co., Ltd., Mianyang Sichuan 621000)

Abstract: The quality improvement of non-fried extruded instant noodles with high content of potato (40% of whole powder content) was researched by response surface test. The main influencing factors on the quality were determined by regression analysis. The response surface graph was drawn based on gelatinization degree and sensory score. The results showed that when wheat protein was 1.53%, *artemisia sphaerocephala* krasch 0.01%, vegetable oil 2%, and β -cyclodextrin 0.06%, the high-content potato non-fried extruded instant noodles had a gelatinization degree of 92.1% and a sensory score of 90.89. The sample texture characteristics (TPA) indicators were consistent with the commercially available control samples, furthermore the sensory and nutritional indicators were superior to the commercially available controls.

Key words: potato flour; instant noodles; response surface analysis; texture characteristics

马铃薯 (*Solanum tuberosum* L), 属茄科, 原产于南美洲秘鲁和玻利维亚等国的安第斯山脉,

目前是仅次于小麦、水稻、玉米的世界第四大主要粮食作物^[1-2]。马铃薯全粉是以马铃薯的块茎为原料, 经过清洗、去皮、蒸煮、捣泥、护色等生产工艺再经脱水干燥而得到的粉末状产品^[3]。马铃薯全粉含有丰富的膳食纤维、蛋白质、维生素

收稿日期: 2018-09-20

基金项目: 国家科技部十三五国家重点研发计划课题
(2016YFD0401305-03)

作者简介: 康建平, 1965年出生, 男, 教授级高工。

C、矿物质钾等,具有较高的开发利用价值^[4-5]。2015 年我国正式启动马铃薯主粮化发展战略,马铃薯全粉面条加工的研究已成为近年来的热点。

利用马铃薯全粉制作高含量马铃薯面条,由于马铃薯全粉不含面筋蛋白,难以赋予面团原有的粘弹性,虽然利用挤出工艺能够提高面条中马铃薯全粉的含量,但仍存在成型难、易断条、粘连并条、冲泡时间长等问题。因此,一些研究者对挤出型方便面进行品质改良研究^[6]。徐芬^[7]等认为添加小麦蛋白后马铃薯面条面筋网络形成更加致密,空隙率更小。李国龙^[8]等研究谷氨酰胺转胺酶对荞麦方便面品质的影响,一定量的谷氨酰胺转胺酶可以缩短蒸面时间和复水时间,改善方便面的韧性、黏性、硬度、胶性、咀嚼性以及断裂力,表现为面条弹性和韧性增大。张海芳^[9]等探讨了不同增稠剂(玉米淀粉、沙蒿胶、羧甲基纤维素钠和谷朊粉)对非油炸荞麦方便面品质的影响。马萨日娜^[10]等研究添加玉米淀粉、沙蒿胶、羧甲基纤维素钠、谷朊粉对燕麦方便面品质的影响。但有关高含量马铃薯非油炸挤出方便面品质改良的研究鲜有报道。

本实验研究由小麦蛋白、沙蒿胶、植物油、 β -环状糊精构成的复合品质改良剂对马铃薯非油炸挤出方便面加工品质及食用品质的影响,并通过响应面分析确定复合品质改良剂的最佳配比,以期复合品质改良剂在高含量马铃薯非油

炸挤出方便面加工中的应用提供依据。

1 材料与amp;方法

1.1 主要原辅料

马铃薯全粉:甘肃正阳食品有限公司;高筋小麦粉:绵阳仙特米业有限公司;食用盐:重庆合川盐化工业有限公司;植物油:益海嘉里(哈尔滨)粮油食品工业有限公司。小麦蛋白:浚县天龙面业有限公司;沙蒿胶:郑州亨多宝化工有限公司; β -环状糊精:江苏丰园生物技术有限公司。

1.2 实验仪器

非油炸杂粮挤出方便面生产线:圣昌达机械(天津)有限公司;电子秤、烘箱及常规耗材均为市售。

Universal TA 质构仪:上海腾拔仪器科技有限公司;K9860 凯氏定氮仪、SOX606 脂肪测定仪、F800 纤维测定仪:上海仪电科学仪器股份有限公司;和面机:佛山市烈动电器有限公司;电热鼓风干燥箱:上海博讯实业有限公司。

1.3 实验设计与amp;方法

1.3.1 非油炸挤出方便面制作工艺

将小麦粉与马铃薯全粉按 6:4 的质量比混合,搅拌和面均匀后,在较高温度下进行二次挤压熟化(一次挤压温度 95~98℃;二次挤压成型温度 58~62℃)成型后,再经过切分、蒸煮糊化、干燥包装等工序,生产高含量马铃薯非油炸挤出方便面,工艺流程图如图 1 所示。

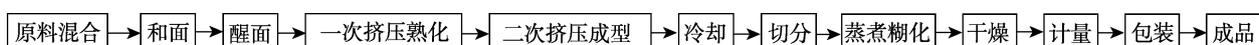


图 1 工艺流程图

1.3.2 实验设计

根据前期实验筛选出有效的品质改良剂(小麦蛋白、沙蒿胶、植物油、 β -环状糊精),开展单因素实验和响应面设计。

1.3.2.1 小麦蛋白添加量的单因素实验 在混合粉中,添加食用盐 0.6%时,改变小麦蛋白的添加量,在 0~2%的水平范围内进行单因素实验。

1.3.2.2 沙蒿胶添加量的单因素实验 在 1.3.2.1 的基础上,固定小麦蛋白的添加量为 1.5%,改变

沙蒿胶的添加量,在 0~0.02%的水平范围内进行单因素实验。

1.3.2.3 植物油添加量的单因素实验 在 1.3.2.2 的基础上,固定沙蒿胶的添加量为 0.01%,改变植物油的添加量,在 0~4%的水平范围内进行单因素实验。

1.3.2.4 β -环状糊精添加量的单因素实验 在 1.3.2.3 的基础上,固定植物油的添加量为 2%,改变 β -环状糊精的添加量,在 0~0.08%的水平范围

内进行单因素实验。

1.3.2.5 响应面实验设计 根据 Box-Behnken 的中心组合实验设计原理^[11]，在单因素实验的基础上，选择单因素实验中对响应值有显著影响的因素，设计四因素三水平响应面优化实验，以感官评分和糊化度作为响应值，实验因素水平表 1。

表 1 响应面分析因素与水平

水平	因素			
	A 小麦蛋白/%	B 沙蒿胶/%	C 植物油/%	D β-环状糊精/%
1	1.0	0.005	1	0.04
2	1.5	0.010	2	0.06
3	2.0	0.015	3	0.08

1.4 实验方法

1.4.1 糊化度

采用酶水解法进行测定^[12]。

1.4.2 复水时间

按 SB/T 10250—1995 方法进行测定。

1.4.3 方便面吸水率^[13]

准确称取成品 m_a ，置烧杯中，加入 5 倍的沸水，立即加盖，复水 5 min 后立即沥干，用吸水纸吸干表面水分，称重 m_b ，复水率以 $m_b/m_a \times 100\%$ 表示。

1.4.4 烹煮损失

取 30 g 左右方便面，放在盛有约 500 mL 沸水容器中，盖上带盖，泡 8 min，捞出面条，用蒸馏水冲淋面条约 10 s，将冲淋液和面汤煮至剩下约 50 mL 时，在 105℃ 烘干至恒重，重复三次取平均值。

$$\text{烹煮损失率} / \% = \frac{\text{面汤总干物质的质量}}{\text{方便面的干质量}} \times 100$$

1.4.5 方便面断条率

采用熟断条率法进行测定^[13]

1.4.6 非油炸挤出方便面感官评价方法

参照国标 GB/T 25005—2010《感官分析 方便面感官评价方法》，结合非油炸挤出方便面的特点，做了部分修改，制定了非油炸挤出方便面的感官品尝评价标准，见表 2。

表 2 非油炸挤出方便面感官评分

感官特性		评价标准/分	
色泽 (10)	有焦、生现象，亮度差 (1~3)	颜色不均匀，亮度一般 (4~6)	颜色标准，均匀，光亮 (7~9)
表观特性 (20)	起泡分层严重 (1~7)	有气泡或分层 (8~14)	表面结构细密、光滑 (14~20)
复水性 (20)	复水差 (1~7)	复水一般 (8~14)	复水好 (14~20)
光滑性 (10)	很不光滑 (1~3)	不光滑 (4~6)	适度光滑 (7~9)
软硬度 (10)	太软或太硬 (1~3)	较软或较硬 (4~6)	适中无硬心 (7~9)
韧性 (10)	嚼劲差，弹性不足 (1~3)	咬劲和弹性一般 (4~6)	咬劲合适，弹性适中 (7~9)
粘性 (10)	不爽口，发粘或夹生 (1~3)	较爽口，稍粘牙或稍夹生 (4~6)	咀嚼爽口，不黏牙，无夹生 (7~9)
耐泡性 (10)	不耐泡 (1~3)	耐泡性较差 (4~6)	耐泡性适中 (7~9)

1.5 统计分析

采用统计软件 Excel 2007、SPSS19.0 和 Design-expert 8.0.6 进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 单因素实验

2.1.1 小麦蛋白对非油炸挤出方便面品质的影响

由表 3 可知，原料粉中小麦蛋白添加比例增加到 1.5% 时，方便面复水时间短，复水性好，复水率高，感官评分高，冲泡损失与断条率低，方

表 3 小麦蛋白对马铃薯方便面品质的影响

小麦蛋白 /%	复水时间/s	复水率/%	冲泡损失/%	断条率/%	感官评分/分
0	501.50±3.11 ^a	266.55±0.57 ^d	8.37±0.17 ^a	7.25±0.5 ^a	72.5±0.29 ^e
0.5	473.25±3.40 ^b	274.65±1.07 ^b	8.15±0.02 ^a	6.25±0.5 ^b	73.1±0.07 ^e
1.0	447.50±2.65 ^c	272.47±0.17 ^c	7.37±1.04 ^e	6.00±0.0 ^b	75.4±0.26 ^b
1.5	422.75±1.71 ^d	278.37±0.27 ^a	7.16±0.39 ^e	5.50±0.5 ^c	79.3±0.27 ^a
2.0	444.00±2.58 ^c	275.40±0.18 ^b	8.42±0.70 ^a	6.00±0.0 ^b	76.1±0.05 ^b

注：同一列同一指标不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，相同表示不显著，下同。

便面品质较好。说明小麦蛋白对非油炸挤出方便面的品质有显著影响,小麦蛋白的添加量在 1.5% 时,方便面品质较好。

2.1.2 沙蒿胶对非油炸挤出方便面品质的影响

由表 4 可知,原料粉中沙蒿胶添加比例增加到 0.01% 时,方便面复水时间较短,复水性好,复水率最高,感官评分最高,冲泡损失与断条率最低,表观特性与韧性最好,方便面品质较好。因沙蒿胶有很强的吸水性,随着其添加量的进一步增加,方便面的软硬度明显增大,导致方便面的品质有所下降。因此,沙蒿胶对非油炸挤出方便面的品质改善较为明显,沙蒿胶的添加量在 0.01% 时,方便面整体品质较好。

表 4 沙蒿胶对马铃薯方便面品质的影响

沙蒿胶/%	复水时间/s	复水率/%	冲泡损失/%	断条率/%	感官评分/分
0.000	422.25±1.71 ^a	277.38±0.38 ^b	7.42±0.18 ^a	6.25±0.50 ^a	79.6±0.22 ^b
0.005	402.50±2.08 ^b	287.65±0.83 ^b	7.35±0.12 ^b	5.75±0.50 ^b	78.9±0.53 ^b
0.010	385.00±2.94 ^c	292.48±0.17 ^a	7.31±0.08 ^b	5.25±0.50 ^b	85.3±0.40 ^a
0.015	382.71±1.71 ^c	287.88±0.33 ^b	7.16±0.04 ^c	5.25±0.50 ^b	83.3±0.68 ^a
0.020	392.75±3.10 ^c	291.15±0.90 ^a	7.55±0.28 ^a	5.75±0.50 ^b	83.1±0.21 ^a

2.1.3 植物油对非油炸挤出方便面品质的影响

由表 5 可知,非油炸挤出粉中植物油添加比例增加到 2% 时,方便面复水时间较短,复水性较好,复水率最高,感官评分最高,冲泡损失与断条率较低,表观特性与软硬度较好,方便面品质较好。说明植物油对非油炸挤出方便面的品质改善较为明显,植物油的添加量在 2% 时,方便面整体品质较好。

表 5 植物油对马铃薯方便面品质的影响

植物油/%	复水时间/s	复水率/%	冲泡损失/%	断条率/%	感官评分/分
0	388.00±2.58 ^a	286.10±1.40 ^b	7.24±0.21 ^a	5.25±0.50 ^a	82.7±0.30 ^c
1	387.75±2.22 ^b	282.40±0.66 ^c	7.08±0.64 ^{ab}	5.75±0.50 ^{ab}	84.1±0.81 ^b
2	370.25±1.71 ^c	291.47±2.12 ^a	7.06±0.54 ^{ac}	5.25±0.50 ^b	86.6±0.65 ^a
3	369.00±3.16 ^c	287.38±0.82 ^b	6.23±0.13 ^d	5.75±0.50 ^a	85.4±0.35 ^a
4	370.25±2.50 ^c	291.15±0.90 ^a	6.42±0.07 ^d	5.25±0.50 ^b	85.1±0.82 ^a

2.1.4 β-环状糊精对非油炸挤出方便面品质的影响

由表 6 可知,非油炸挤出粉中 β-环状糊精添加比例增加到 0.06% 时,方便面复水时间最短,复水性好,复水率最高,感官评分最高,冲泡损失与断条率较低,表观特性、光滑性与色泽较好,方便面品质较好。说明 β-环状糊精对非油炸挤出方便面的品质改善较为明显,β-环状糊精的添加量在 0.06% 时,方便面整体品质较好。

表 6 β-环状糊精对马铃薯方便面品质的影响

β-环状糊精/%	复水时间/s	复水率/%	冲泡损失/%	断条率/%	感官评分/分
0	369.25±2.22 ^a	290.85±1.19 ^c	6.95±0.22 ^a	5.25±0.50 ^a	84.5±0.51 ^c
0.020	347.25±1.71 ^b	292.40±0.66 ^c	5.30±0.18 ^b	5.25±0.50 ^b	85.1±0.25 ^c
0.040	329.00±2.58 ^c	300.98±1.24 ^b	5.46±0.25 ^b	5.25±0.50 ^a	87.5±0.40 ^b
0.060	319.00±3.16 ^d	317.63±1.07 ^a	4.23±0.13 ^c	4.50±0.57 ^b	89.0±0.51 ^a
0.080	320.25±2.50 ^d	299.40±0.91 ^b	5.42±0.07 ^b	4.75±0.50 ^b	87.7±0.40 ^b

2.2 改良剂配方响应面优化实验

根据中心组合(Box-Behnken)实验设计原理,在单因素实验的基础上,选择单因素实验中对响应值有显著影响的因素,设计四因素三水平响应面优化实验,以小麦蛋白、沙蒿胶、植物油、β-环状糊精为自变量,以感官评分和糊化度作为响应值。非油炸挤出方便面的实验结果表 7 所示。

对实验数据进行多元回归分析,得到多元回归模型方程为:

$$Z = 94.86 - 0.15A + 0.100B - 0.19C + 0.15D + 1.40AB - 0.23AC + 1.32AD + 0.55BC - 1.05BD - 3.14A^2 - 5.71B^2 - 5.65C^2 - 3.76D^2$$

以糊化度为响应值进行回归模型方差分析,结果如表 8 所示。

对糊化度回归模型方差分析得出,模型 $P < 0.01$,具有极显著性,失拟项 $P = 0.8059 > 0.05$,不显著;回归系数 $R^2 = 0.9888$, $AdjR^2 = 0.9607$,说明该实验拟合度良好,可用来进行实验分析。

一次项不显著,交互项 AB 和 AD 极显著, BD 显著,二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 、 D^2 极显著,表明各改良剂对糊化度的影响复杂,并非简单的线性关系。

交互项 AB 、 AD 极显著,其交互作用等高线图和 3D 曲线图如图 1、图 2 所示。

以感官评分为响应值进行回归模型方差分析,结果如表 9 所示。

表 7 响应面实验设计与结果

实验号	A 小麦蛋白 /%	B 沙蒿胶 /%	C 植物油 /%	D β-环状糊精 /%	糊化度 /%	感官评分 /分
1	1.5	0.015	1	0.06	80.5	79.4
2	1.5	0.005	2	0.04	82.6	81.7
3	1	0.01	3	0.06	82.2	81.8
4	2	0.01	1	0.06	84.4	83.4
5	1.5	0.01	2	0.06	90.4	88.9
6	2	0.01	2	0.08	86.6	85.3
7	1.5	0.005	2	0.08	85.3	84.6
8	1.5	0.01	1	0.08	83.3	83.6
9	1.5	0.01	3	0.04	82.7	81.1
10	1.5	0.01	2	0.06	92.2	91.9
11	1.5	0.01	2	0.06	91.8	90.6
12	2	0.005	2	0.06	82.4	82.0
13	1	0.015	2	0.06	80.8	79.3
14	1.5	0.015	2	0.04	81.6	81.3
15	2	0.01	3	0.06	83.8	82.3
16	1.5	0.01	1	0.04	82.2	81.8
17	1.5	0.01	2	0.06	93.1	92.3
18	1	0.01	2	0.08	80.9	79.7
19	2	0.015	2	0.06	83.3	82.6
20	1.5	0.01	3	0.08	81.6	80.2
21	1.5	0.01	2	0.06	91.8	90.7
22	1	0.005	2	0.06	85.5	84.5
23	1.5	0.015	3	0.06	80.7	77.3
24	1	0.01	1	0.06	81.9	80.9
25	1.5	0.005	3	0.06	78.4	78.1
26	1	0.01	2	0.04	78.8	78.3
27	2	0.01	2	0.04	80.2	78.9
28	1.5	0.005	1	0.06	81.4	80.2
29	1.5	0.015	2	0.08	80.1	79.0

表 8 各因素糊化度的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平	显著性
模型	465.684	20	23.284	35.253	<0.000 1	**
A-小麦蛋白	0.090	1	0.090	0.136	0.721 6	
B-沙蒿胶	0.040	1	0.040	0.061	0.811 8	
C-植物油	0.281	1	0.281	0.426	0.532 3	
D-β-环状糊精	0.180	1	0.180	0.273	0.615 8	
AB	7.840	1	7.840	11.870	0.008 8	**
AC	0.202	1	0.202	0.307	0.594 9	
AD	7.023	1	7.023	10.632	0.011 5	**
BC	1.210	1	1.210	1.832	0.212 9	
BD	4.410	1	4.410	6.677	0.032 4	*
A ²	41.580	1	41.580	62.954	<0.000 1	**
B ²	186.391	1	186.391	282.203	<0.000 1	**
C ²	182.334	1	182.334	276.060	<0.000 1	**
D ²	59.369	1	59.369	89.886	<0.000 1	**
剩余	5.284	8	0.660			
失拟	1.492	4	0.373	0.393	0.805 9	
误差	3.792	4	0.948			
总和	470.968	28				

注：*为 $P < 0.05$ ，具有显著性；**为 $P < 0.01$ ，具有极显著性，下同。

对感官评分回归模型方差分析得出，模型 $P < 0.01$ ，具有极显著性，失拟项 $P = 0.200 3 > 0.05$ ，不显著；回归系数 $R^2 = 0.899 1$ ， $AdjR^2 = 0.798 2$ ，说明该实验拟合度良好，可用来进行实验分析。

一次项中 A、B、C、D 项极显著，即小麦蛋白、沙蒿胶、植物油、β-环状糊精对感官评分的影响极显著，影响大小依次为 $D > C > B > A$ 。交互项不显著，二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 、 D^2 极显著，表明各改良剂对感官评分的影响属于简单的线性关系。

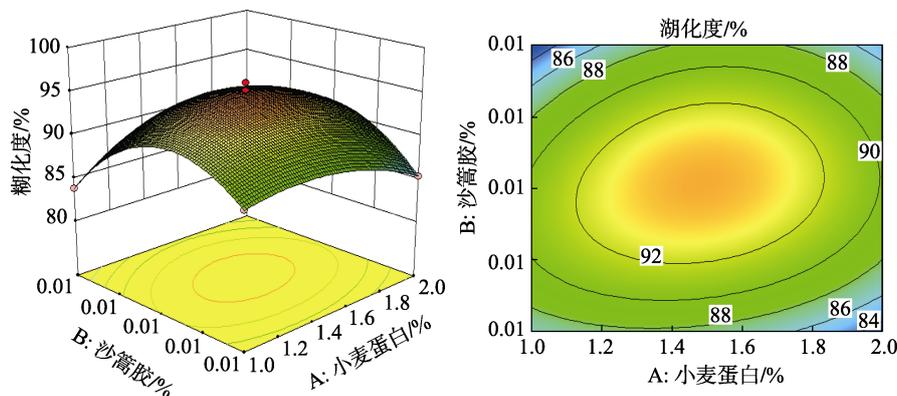


图 1 沙蒿胶与小麦蛋白交互作用影响糊化度的响应面图与等高线图

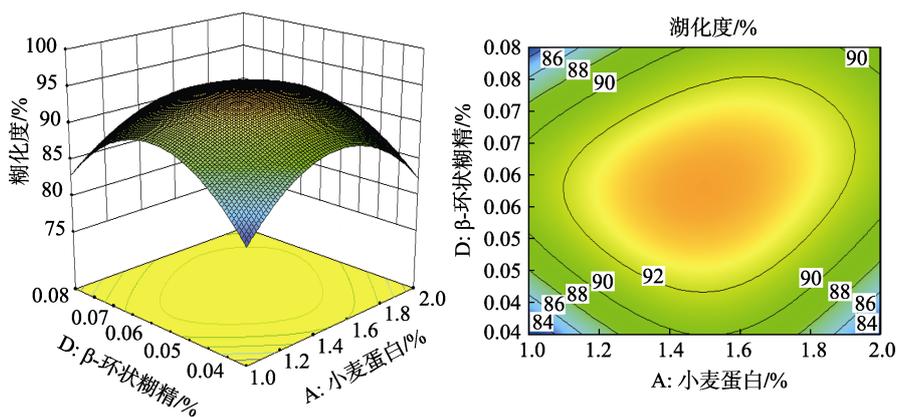


图 2 β-环状糊精与小麦蛋白交互作用影响糊化度的响应面图与等高线图

表 9 各因素感官评分的方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著水平	显著性
模型	458.929	14	32.781	8.913	0.000 1	**
A-小麦蛋白	41.925	1	41.925	11.399	0.004 5	**
B-沙蒿胶	48.402	1	48.402	13.160	0.002 7	**
C-植物油	71.637	1	71.637	19.478	0.000 6	**
D-β-环状糊精	84.015	1	84.015	22.843	0.000 3	**
AB	8.410	1	8.410	2.287	0.152 7	
AC	0.951	1	0.951	0.258	0.619 1	
AD	6.350	1	6.350	1.727	0.21	
BC	0.002	1	0.002	0.001	0.981 6	
BD	6.682	1	6.682	1.817	0.199 1	
A ²	1.796	1	1.796	0.488	0.496 2	
B ²	114.558	1	114.558	31.147	< 0.000 1	**
C ²	183.497	1	183.497	49.891	< 0.000 1	**
D ²	183.842	1	183.842	49.985	< 0.000 1	**
剩余	140.103	1	140.103	38.093	< 0.000 1	**
失拟	51.491	14	3.678			
误差	44.281	10	4.428	2.457	0.200 3	
总和	7.210	4	1.803			
模型	510.420	28				

2.3 最佳品质改良剂预测及验证

运用 DesignExpert8.0.6 软件对实验数据进行优化预测，即对回归方程取一阶偏导数等于 0，得到品质改良剂最佳配方为：小麦蛋白 1.53%、沙蒿胶 0.01%、植物油 2%、β-环状糊精 0.06%，在此品质改良剂配方下预测所制备的非油炸挤出方

便面糊化度为 91.83%、感官评分为 91.01 分。在此条件下对模型的预测参数进行 3 次平行验证实验，得到的非油炸挤出方便面糊化度为 92.1%、感官评分为 90.9 分，与模型预测值较接近，表明采用响应面分析法优化得到的品质改良剂配方可靠。

2.4 与市售非油炸方便面对比研究

为更准确地对实验产品进行评价，以市售非油炸方便面（不含马铃薯全粉，含非挤出）与本研究样品对比研究，采用统一的营养特性、冲泡特性、质构特性多指标衡量标准，以便提供客观对比评价高含量马铃薯非油炸挤出方便面的优劣情况。

水分含量低会带来面饼易碎、不易冲泡等问题，水分含量高会影响产品保质期。由表 10 可知，实验样品与市售非油炸样品水分含量基本一致，但明显低于油炸样品；实验样品的膳食纤维、矿物质钾、V_C 含量明显高于市售样品，脂肪含量明显低于市售样品；实验样品与市售样品 1 冲泡时间均需 6 min，略长于市售样品 2 与 3 的冲泡时间；复水率体现非油炸方便面的复水效果，实验样品的复水率与非油炸方便面相当，略差于市售油炸方便面。总的来说，实验样品达到市售样品的质量要求，营养指标明显优于市售样品。

表 10 非油炸方便面营养特性对比研究结果

方便面	水分/%	蛋白质/%	脂肪/%	膳食纤维/%	钾/mg/100 g	V _C /(mg/100 g)	冲泡时间/min	复水率/%
实验样品	10.43±0.32 ^a	9.21±0.12 ^a	3.25±0.33 ^c	0.50±0.04 ^a	575.32±0.05 ^a	4.31±0.07 ^a	6±0.5 ^a	311.34±3.21 ^c
市售样品 1	10.35±0.21 ^a	8.51±0.08 ^a	8.01±0.23 ^b	0.15±0.07 ^b	256.31±0.13 ^b	0±0 ^b	6±0.0 ^a	325.65±1.36 ^b
市售样品 2	10.83±0.59 ^a	7.65±0.33 ^b	6.87±0.30 ^b	0.12±0.05 ^b	253.42±0.15 ^b	0±0 ^b	5±0.33 ^b	327.28±1.52 ^b
市售样品 3 (油炸)	5.36±0.71 ^b	8.35±0.52 ^a	20.56±0.51 ^a	0.11±0.07 ^c	256.71±0.32 ^b	0±0 ^b	4±0.33 ^c	336.55±0.89 ^a

由表 11 分析可知,以市售非油炸方便面为对照,进行 TPA 分析(硬度、粘性、弹性、咀嚼性、胶着性、粘聚性、回复性)与感官评价。结果表明

实验样品各项指标与市售样品在质构特性各指标上基本一致,感官评分高于市售样品,主要是因为样品带有浓郁的马铃薯香气,并且营养价值较高。

表 11 非油炸方便面质构特性对比研究结果

样品	硬度/gf	粘性/gf-mm	弹性	咀嚼性/gf	胶着性/gf	黏聚性	回复性	感官评分/分
实验样品	1 214.50±0.32 ^a	10.60±0.35 ^b	0.86±0.11 ^b	677.75±4.55 ^c	825.79±23.56 ^c	0.60±0.04 ^a	0.72±0.10 ^a	91.2±0.57 ^a
市售样品 1	1 130.75±0.04 ^b	11.60±0.41 ^b	0.77±0.07 ^c	699.57±11.67 ^b	853.48±52.33 ^b	0.76±0.08 ^a	0.74±0.09 ^a	87.2±0.41 ^b
市售样品 2	1 124.17±0.12 ^c	16.00±0.53 ^a	0.83±0.23 ^b	655.34±13.14 ^c	796.89±47.38 ^d	0.71±0.05 ^a	0.84±0.06 ^a	84.4±0.55 ^c
市售样品 3	1 207.67±0.07 ^b	13.75±0.25 ^b	0.89±0.41 ^a	766.28±24.33 ^a	893.54±34.46 ^a	0.74±0.09 ^a	0.74±0.11 ^a	86.1±0.21 ^b

3 结论

本实验通过对高含量马铃薯非油炸挤出方便品质改良进行研究,确定了影响方便面糊化度和感官评分的主要因素,并在单因素实验的基础上采用响应面分析法优化品质改良配方,从而得到品质改良最佳配方为:小麦蛋白 1.53%、沙蒿胶 0.01%、植物油 2%、β-环状糊精 0.06%,制得的非油炸挤出方便面糊化度为 92.1%、感官评分为 90.9 分。实验样品质构特性分析结果表明,各项指标与市售样品基本一致,感官评价与营养特性优于市售样品。

参考文献:

[1] ARUN K B, JANU CHANDRAN, DHANYA R, et al. A Comparative evaluation of antioxidant and antidiabetic potential of peel from young and matured potato[J]. Food Bioscience, 2015(9): 36-46.

[2] BHAJANTRI S. Production, processing and marketing of potato in karnataka, india an economic analysis[J]. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2011, 50(2): 143-155.

[3] 侯飞娜, 木泰华, 孙红男, 等. 不同品种马铃薯对马铃薯-小麦复合馒头品质特性的影响[J]. 现代食品科技, 2016, 32(3):

132-139.

[4] VALCARCEL J, REILLY K, GAFFNEY M, et al. Total carotenoids and l-ascorbic acid content in 60 varieties of potato grown in ireland[j].potato research, 2015, 58(1): 29-41.

[5] 谢从华. 马铃薯产业的现状与发展[J]. 华中农业大学学报(社科版), 2012, 97(1): 1-4.

[6] 刘颖, 刘丽宅, 于晓红, 等. 马铃薯全粉对小麦粉及面条品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016(24): 163-167.

[7] 徐芬, 胡宏海, 张春江, 等. 不同蛋白对马铃薯面条食用品质的影响[J]. 现代食品科技, 2015, 31(12): 269-276.

[8] 李国龙, 师俊玲, 闫梅梅, 等. 谷氨酰胺转氨酶对荞麦方便品质影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9): 281-287.

[9] 张海芳, 胡美娟, 赵丽芹. 不同增稠剂对非油炸荞麦方便品质影响研究[J]. 食品工业, 2015, 36(12): 43-45.

[10] 马萨日娜, 张美莉, 蔺瑞. 提高燕麦方便品质工艺的探讨[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(7): 103-107.

[11] 杜双奎, 李志西. 食品实验优化设计[M]. 中国轻工业出版社, 2017(第一版): 228-231.

[12] 康建平, 陈蓉, 谢文渊, 等. 非油炸杂粮方便面工艺技术研究[J]. 食品与发酵科技, 2010(2): 44-50.

[13] 元伟华. 多谷物营养方便面加工技术研究[D]. 吉林: 吉林农业大学, 2017: 14-15.