

紫甘蓝鲜湿面条工艺优化研究

何承云,葛晓虹,李波,李光磊,孙俊良

(河南科技学院 食品学院,河南 新乡 453003)

摘要:通过单因素实验获得紫甘蓝浆、谷朊粉、食盐、羧甲基纤维素钠(CMC)对新鲜湿面品质影响的较佳范围,然后采用响应面法对工艺参数进行优化。紫甘蓝鲜湿面条的优化工艺条件为:紫甘蓝浆添加量50%,谷朊粉添加量4.57%,食盐添加量为0.53%,CMC添加量为0.5%。紫甘蓝鲜湿面条在加工中直接利用紫甘蓝浆进行和面成团,不添加水分,充分保留紫甘蓝的营养成分,以提高新鲜湿面条的营养价值。为紫甘蓝在面制品中应用奠定了一定的理论基础。

关键词:紫甘蓝浆;鲜湿面条;响应面法;工艺

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2018)01-0025-05

Study on optimization of processing technology of fresh wet noodles with purple cabbage

HE Cheng-yun, GE Xiao-hong, LI Bo, LI Guang-lei, SUN Jun-liang

(School of Food Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang Henan 453003)

Abstract: The effect of purple cabbage, wheat gluten, salt and sodium carboxymethyl cellulose (CMC-Na) on the quality of fresh wet noodles was obtained by single-factor experiments, and the parameters were optimized by response surface. The optimal working condition was: the amount of purple cabbage pulp 50%, gluten content 4.57%, salt addition 0.53%, CMC 0.5%. Purple cabbage pulp was mixed with flour for making the dough in the processing of the fresh wet noodles, without adding water. The nutritional components of purple cabbage were remained so as to improve the nutritional value of fresh wet noodles. The research established some theoretical basis for further application of purple cabbage in the flour products.

Key words: purple cabbage; fresh wet noodles; response surface; technology

鲜湿面条是以小麦粉为主要原料,经过轧面、切条、成形、杀菌、包装等工序制成的面条,又叫鲜切面、生湿面等。鲜湿面条含有水分高,易煮,爽口有韧性,还具有天然麦香味。经过高温煮制的鲜湿面条,可以加工成各种特色面食,深受人们的喜爱。

紫甘蓝外叶和叶球是紫红色,又称为红甘蓝,属于结球甘蓝的一种,因此而得名^[1-2]。紫甘蓝的维生素C含量很高,还含有维生素E和B族维生素,以及丰富的膳食纤维、矿物质等,食用营养很高^[3]。紫甘蓝作为一种蔬菜,食法多样,可炒食、凉拌、腌渍或制作泡菜等^[4-5],将其应用到我国传统主食加工中的研究还不多。2015年3月27日农业部

办公厅印发《关于扎实推进主食加工业提升行动的通知》,要求以规范化、标准化生产为核心,大力推动我国传统主食加工。本实验以紫甘蓝浆和小麦粉为主要原料制作鲜湿面条,制作过程不添加水分,充分利用紫甘蓝的营养价值,达到提高面条食用价值的目的,为促进主食面条朝多元化、营养化的方向发展提供思路。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

小麦粉、紫甘蓝、谷朊粉、食品级羧甲基纤维素钠(CMC)、食盐等:市售。

JYN-L10 九阳智能面条机:九阳股份有限公司;TA-XT PLUS 物性测定仪:英国SMS公司;打汁器:九阳小型家用打汁机;BCD-208CH 冰箱:新飞电器有限公司。

收稿日期:2017-07-05

基金项目:新乡市科技攻关计划项目(CXGG16027);四川省哲学社会科学重点研究基地川菜发展研究中心项目(CC17Z15);2018年度河南省科技计划项目(冷冻熟制面条加工和解冻复热过程中品质变化机制研究)

作者简介:何承云,1979年出生,女,讲师,硕士研究生。

1.2 实验方法

1.2.1 面条制作方法

参考 SB/T 10137—93 中面条制作的方法,将小麦粉、紫甘蓝浆、谷朊粉、食盐、改良剂等按比例(以小麦粉质量计)混合均匀后,置于面条机中,搅拌 15~20 min,面坯静置 20 min,切面成型,面条长度控制在 20 cm 左右,湿面条上洒少许干小麦粉后,放置在保鲜盒中备用。

1.2.2 感官实验

在 300 mL 沸水中放入 15 根面条,煮制大约 4 min 后捞出,用冷水冲淋约 10 s。参考 SB/T 10137—1993 行业标准,结合紫甘蓝面条特有的颜色和香气等特点,由感官评定小组进行感官评定,感官评定标准见表 1^[6-8]。

表 1 紫甘蓝面条感官评定

项目	满分	评分标准
色泽	10	面条呈诱人的甘蓝紫色,水润鲜亮为 8~10 分;颜色过紫或者略紫,面条较有光泽为 5~8 分;面条颜色发暗,无光泽为 1~5 分。
表现状态	10	面条表面致密、弹性好,光滑通透为 8~10 分;中间为 5~8 分;表面不均匀、易断或者变形为 1~5 分。
适口性(软硬)	20	用牙咬断面条,用力舒适、口感滑溜为 16~20 分;偏硬或偏软为 10~16 分;太硬或太软为 1~10 分。
韧性	25	咀嚼时,有咬劲、富有弹力为 20~25 分;一般为 10~20 分;咬劲差、弹性不足为 1~10 分。
黏性	25	咀嚼时爽口、不黏牙为 20~25 分;较爽口、稍黏牙为 10~20 分;不爽口、发黏为 1~10 分。
光滑性	5	品尝面条时,口感爽滑为 4~5 分;中间为 2~4 分;不光滑为 1~2 分。
食味	5	总体印象具有紫甘蓝香味为 4~5 分;基本无异味 3~4 分;有异味为 1~3 分。

1.2.3 质构实验

称取鲜湿面条 100 g,沸水煮 4 min 时取出,置于常温开水中,每次取 3 根熟面条排放在质构仪承重平台上,相邻间隔 1 cm 空隙,选用 P36R 探头,进行质构参数测试。测试前、中、后速度设定为 1.00 mm/s;测试模式:压缩比;应变位移:70%;时间间隔:3 s;感应力:5 g;每秒获得点数:400 pps。

1.2.4 单因素实验

1.2.4.1 紫甘蓝浆添加量对面条品质的影响

取适量小麦粉置于容器中,加入谷朊粉 1%,CMC 0.1% 和食盐 0.5%,再分别依次加入紫甘蓝浆

40%、45%、50%、55%、60% 制作面条,研究紫甘蓝浆对面条感官品质的影响。

1.2.4.2 谷朊粉添加量对面条品质的影响

取适量小麦粉置于容器中,依据 1.2.4.1 实验结果,取感官评分最高时紫甘蓝浆的添加量,加入 CMC 0.1%,食盐 0.5%,再分别依次加入谷朊粉 1%、2%、3%、4%、5% 制作面条,研究谷朊粉对面条感官品质的影响。

1.2.4.3 CMC 添加量对面条品质的影响

取适量小麦粉置于容器中,根据 1.2.4.1 和 1.2.4.2 实验结果,分别按照感官评分最高时的紫甘蓝浆添加量和谷朊粉添加量加入相应的紫甘蓝浆和谷朊粉,加入食盐 0.5%,然后分别依次加入 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 的 CMC 制作面条,研究 CMC 对面条感官品质的影响。

1.2.4.4 食盐对面条品质的影响

取适量的小麦粉,根据 1.2.4.1、1.2.4.2、1.2.4.3 实验结果,分别按照感官评分最高时的比例加入紫甘蓝浆、谷朊粉和 CMC,再分别依次加入食盐 0.5%、1%、1.5%、2%、2.5% 制作面条,研究食盐对面条感官品质的影响。

1.3 响应面实验设计

参考单因素实验结果为依据,利用 Design - Expert 8.0 软件中的 Central Composite Design (CCD) 响应面分析设计原理,按 4 因素 3 水平的方法进行响应面实验设计。

2 结果与分析

2.1 紫甘蓝浆添加量对面条品质的影响

紫甘蓝浆添加量对面条感官评分的影响如图 1 所示,面条的感官评分随着紫甘蓝浆的添加增加呈先升高后下降的趋势。原因在于紫甘蓝浆中纤维含量过高导致面条的弹性、韧性下降,口感品质也

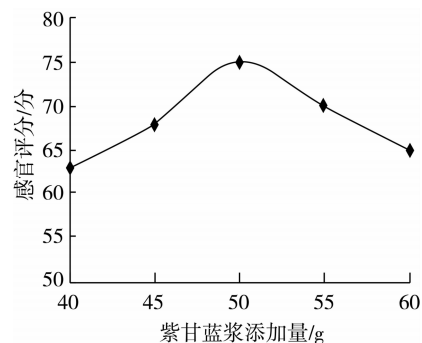


图 1 紫甘蓝浆添加量对面条品质的影响

随之下降。从图1中可以看出,50%的紫甘蓝浆添加量对面条的感官评分影响较好。

2.2 谷朊粉添加量对面条品质的影响

谷朊粉是一种从小麦粉中提取的天然面筋蛋白,能够增加紫甘蓝面条的面筋蛋白含量^[9]。谷朊粉具有良好的粘弹性和延展性,对紫甘蓝面条感官评分的影响如图2所示。适量的谷朊粉有利于面团面筋网络的形成,提高面条的口感。但是,当谷朊粉的添加量超过3%时,面条的感官评分呈现下降趋势。这与谷朊粉的强吸水性有关。谷朊粉含有的疏水性氨基酸,与水接触后,在外围形成一层湿面筋网络结构,从而导致面筋蛋白的溶解性降低,导致面条耐煮性下降,容易浓汤和断条^[10]。从图2中可以看出,谷朊粉3%的添加量对改善紫甘蓝面条的品质较为适宜。

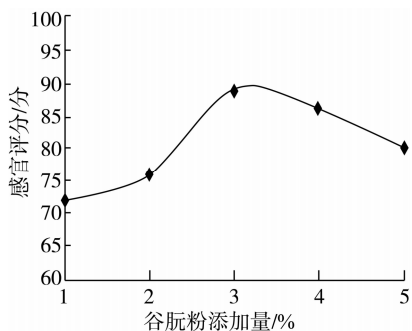


图2 谷朊粉添加量对面条品质的影响

2.3 食盐添加量对面条品质的影响

食盐中的氯离子可以结合氨基酸的极性残基,能够稳定蛋白结构,有助于小麦粉中面筋蛋白均匀吸水,促进面筋网络的形成,达到改善面团流变学特性的目的^[11]。适量的食盐能够增加面条的弹性和咬劲,提高面条的口感品质。另外,食盐还具有一定的杀菌作用,有利于鲜湿面条的保鲜和贮存。但是,食盐添加过量会导致面条过咸。食盐添加量对面条感官评分的影响如图3所示。

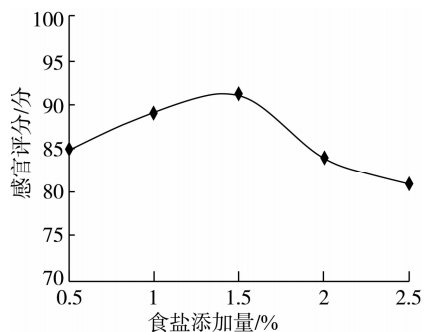


图3 食盐添加量对面条品质的影响

2.4 CMC添加量对面条品质的影响

CMC是一种水溶性纤维素醚,无臭、无味、具有吸湿性。CMC添加量对面条感官评分的影响如图4所示。在面团形成过程中,适量的CMC有利于面筋网络的形成,并锁定面团中的水分,防止水分的流失。但是,从图4中可以看出,CMC添加量超过0.3%时,面条的感官评分下降。从安全性和感官品质的角度分析,CMC的添加量为0.3%较为适宜。

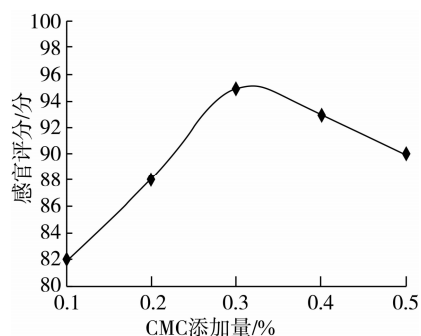


图4 CMC添加量对面条品质的影响

2.5 响应面实验分析

根据并参照 CCD 中心组合实验设计原理^[12],选取响应因素为 X_1 、 X_2 、 X_3 和 X_4 ,面条感官评分为响应值 Y 。相关因素及水平设计见表2。响应面实验设计方案及结果见表3,共30个实验设计实验点,其中有6个为中心重点重复实验。利用 Design Expert 8.0 软件对实验数据进行多元化回归拟合,得到 X_1 、 X_2 、 X_3 和 X_4 的二次多项回归方程: $Y = 12.375 + 1.85X_1 + 10.08X_2 + 14.83X_3 - 8.33X_4 - 0.1X_1X_2 + 0.1X_1X_3 + 1.5X_1X_4 - 1.5X_2X_3 - 2.5X_2X_4 - 20X_3X_4 - 0.018X_1^2 - 0.33X_2^2 - 2.83X_3^2 - 33.33X_4^2$ 。方差分析结果见表4。由表3可知,失拟项不显著(P 值为0.3150,大于0.05),回归模型极显著($P < 0.0001$),说明该模型对实验拟合程度高。 R^2 达到0.9390,说明该模型预测性较好,能解释响应值 Y 变化的93.9%。显著性检验表明一次项 X_1 ,平方项 X_3^2 及交互项 X_1X_4 、 X_2X_3 、 X_3X_4 表现出了高度显著水平,对感官评分具有极显著影响。采用软件中 Optimization 的 Numerical 功能,进行参数最优化分析,得最优条件为:紫甘蓝浆添加量50%,谷朊粉添加量4.57%,食盐添加量为0.53%,CMC添加量为0.5%。任何2个因素的交互作用对感官评分的影响程度可以通过图5中的响应面图进行分析,因素间交互作用见图5。从图5中的响应曲面可以看

表2 响应面分析因素及水平

水平	因素			
	X_1 紫甘蓝添加量 /%	X_2 谷朊粉添加量 /%	X_3 食盐添加量 /%	X_4 CMC添加量 /%
-1	45	3	0.5	0.3
0	50	4	1	0.4
1	55	5	1.5	0.5

表3 响应面实验结果

序号	X_1 /%	X_2 /%	X_3 /%	X_4 /%	感官评分/分
1	50	4	1	0.4	92
2	45	3	0.5	0.5	87
3	40	4	1	0.4	87
4	55	3	0.5	0.5	95
5	45	5	1.5	0.3	89
6	45	5	1.5	0.5	86
7	50	2	1	0.4	91
8	45	5	0.5	0.5	90
9	55	3	1.5	0.5	94
10	50	4	1	0.6	91
11	45	3	1.5	0.3	88
12	50	4	1	0.4	92
13	50	4	1	0.4	92
14	55	5	0.5	0.5	96
15	50	4	1	0.4	92
16	50	4	1	0.4	92
17	45	3	0.5	0.3	85
18	45	5	0.5	0.3	90
19	55	3	1.5	0.3	94
20	50	4	0	0.4	90
21	55	5	1.5	0.3	93
22	50	6	1	0.4	91
23	55	5	0.5	0.3	92
24	50	4	1	0.2	91

续表3

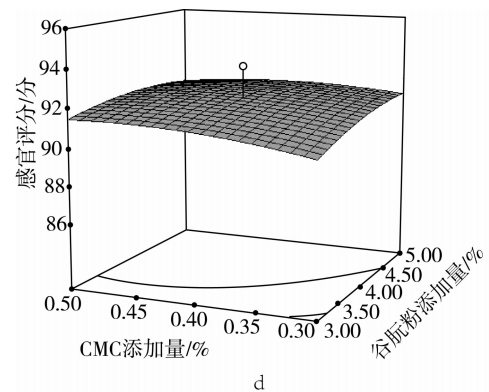
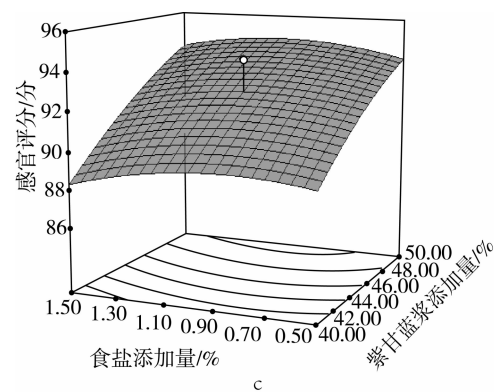
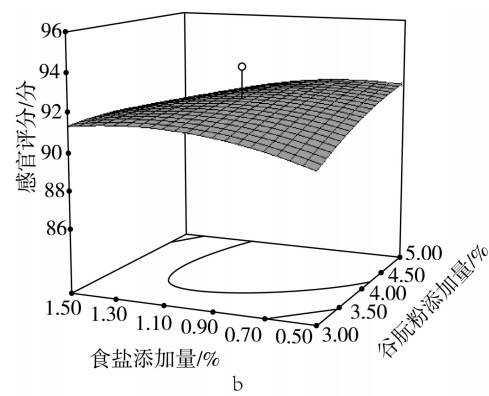
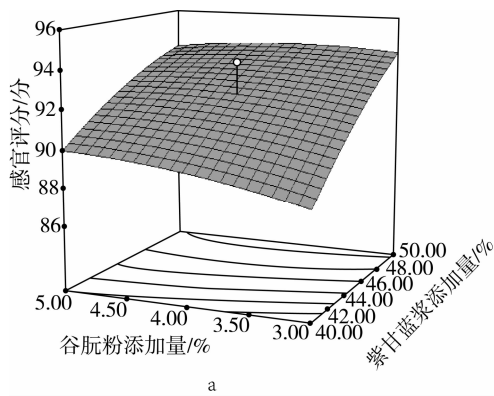
序号	X_1 /%	X_2 /%	X_3 /%	X_4 /%	感官评分/分
25	60	4	1	0.4	94
26	50	4	2	0.4	89
27	50	4	1	0.4	94
28	45	3	1.5	0.5	86
29	55	5	1.5	0.5	93
30	55	3	0.5	0.3	90

出, X_1X_4 (紫甘蓝浆添加量/CMC添加量)、 X_2X_3 (谷朊粉添加量/食盐添加量)、 X_3X_4 (食盐添加量/CMC添加量)之间的交互作用对感官评分的影响表现出显著水平,这与方差分析结果(表4)吻合。

表4 方差分析

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
模型	215.47	14	15.39	16.49	<0.000 1
X_1	150	1	150	160.71	<0.000 1
X_2	4.17	1	4.17	4.46	0.051 8
X_3	0.67	1	0.67	0.71	0.411 3
X_4	1.5	1	1.5	1.61	0.224 2
X_1X_2	4	1	4	4.29	0.056 1
X_1X_3	1	1	1	1.07	0.317
X_1X_4	9	1	9	9.64	0.007 2
X_2X_3	9	1	9	9.64	0.007 2
X_2X_4	1	1	1	1.07	0.317
X_3X_4	16	1	16	17.14	0.000 9
X_{12}	5.76	1	5.76	6.17	0.025 3
X_{22}	3.05	1	3.05	3.27	0.090 9
X_{32}	13.76	1	13.76	14.74	0.001 6
X_{42}	3.05	1	3.05	3.27	0.090 9
残差	14	15	0.93		
失拟项	10.67	10	1.07	1.6	0.315 0
净误差	3.33	5	0.67		
总离差	229.47	29			

$R^2 = 0.939 0$ $R^2_{adj} = 0.882 0$



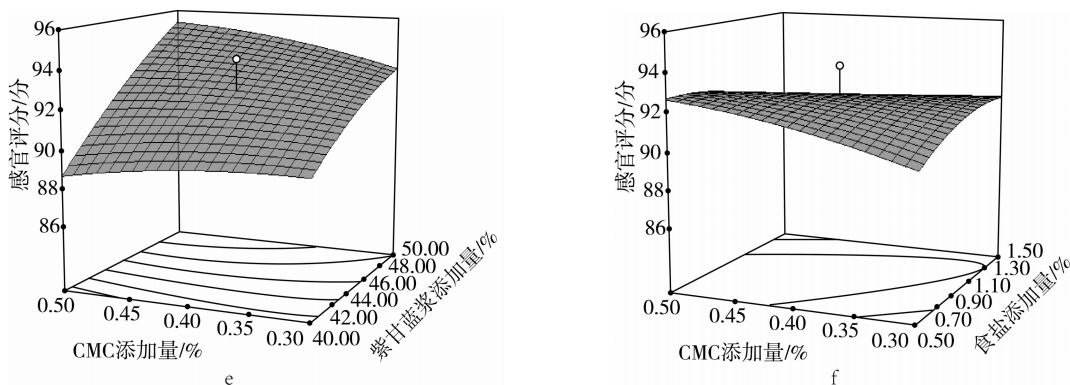


图5 因素间交互作用响应面图

2.6 验证实验

为了验证响应面实验设计结果的可靠性,对响应面优化的配方结果进行验证实验。采用响应面设计方法优化配方(紫甘蓝浆添加量50%,谷朊粉添加量4.57%,食盐添加量为0.53%,CMC添加量为0.5%)加工的面条感官评分为95.5分,与理论预测值95.38分的相对误差约为0.1%。另外,通过实验数据分析实验中的相对标准偏差(RSD)值为0.008,小于5%,说明实验的重复性良好,该模型对优化紫甘蓝鲜湿面条工艺配方是可行的。

3 结论

利用单因素实验和响应面优化法最终确定了紫甘蓝鲜湿面条的加工最佳配方为:紫甘蓝浆添加量50%,谷朊粉添加量4.57%,食盐添加量为0.53%,CMC添加量为0.5%。所制作的面条爽口劲道,感官评分较高,富集紫甘蓝的营养,大大提高面条的食用价值。为紫甘蓝的深加工,以及鲜湿面条的加工提供了新的方向,具有良好的经济价值和社会效益。

参考文献:

[1] 隋海涛,宗元,张新华,等. 紫甘蓝蔬菜纸的研制[J]. 食品工业, 2012(4):52-56.
 [2] 杨东霞,冷春玲. 紫甘蓝色素的提取及其稳定性[J]. 辽东学院学

报(自然科学版),2012,19(3):192-195.

[3] 徐春明,李婷,王英英,等. 食用蓝色素及其使用现状研究进展[J]. 中国食品添加剂,2014(1):208-214.
 [4] 吴港城,王玉川,等. 高品质面条工艺配方优化[J]. 食品与生物技术学报,2015(2):215-223.
 [5] 孙茹,张正茂,刘苗苗,等. 营养功能性面条研究现状[J]. 麦类作物学报,2014,34(4):568-575.
 [6] 张智勇,王春,孙辉. 面条食用品质评价的研究进展[J]. 粮油食品科技,2012,20(2):5-7.
 [7] 张波,魏益民,李韦谨. 影响面条感官质量的因素分析[J]. 中国农业科学,2012,45(12):2447-2454.
 [8] 张艳,阎俊,肖永贵,等. 中国鲜面条耐煮特性及评价指标[J]. 作物学报,2012(11):2078-2085.
 [9] Liu R, Wei Y, Ren X, et al. Effects of Vacuum Mixing, Water Addition, and Mixing Time on The Quality of Fresh Chinese White Noodles and the Optimization of The Mixing Process[J]. Cereal Chemistry, 2015, 92(5):150511053301001.
 [10] Bharath K S, Prabhasankar P. A study on noodle dough rheology and product quality characteristics of fresh and dried noodles as influenced by low glycemic index ingredient. [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(3):1404.
 [11] 荆鹏,郑学玲,丁旋子,等. 食盐对面絮及面条品质影响研究[J]. 粮食与饲料工业,2014,12(9):32-35.
 [12] Zhou M, Dong - Ming L I, Shen Y G, et al. Study on processing optimization and texture properties of cold fresh noodle with west celery [J]. Science & Technology of Food Industry, 2016, 37(5):217-221. 完