

豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面配方的优化

李顺秀, 崔红军, 刘汝萃, 范书琴, 牛祥臣, 王笛*
(山东禹王生态食业有限公司, 山东 禹城 251200)

摘要:采用单因素和正交设计试验对豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面的配方进行优化,以感官评分和质地剖面分析(texture profile analysis, TPA)特性为指标。考察豆腐柴叶微粉、大豆分离蛋白、谷朊粉及谷氨酰胺转氨酶对鲜湿面感官评分及TPA质构特性的影响。结果表明:豆腐柴叶微粉添加量2.0%、大豆分离蛋白添加量2.0%、谷朊粉添加量3.0%及谷氨酰胺转氨酶添加量0.25%时,TPA咀嚼性适中,感官评分为98.5分。在此条件下研制出的豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面颜色翠绿、风味独特,劲道爽口,回味甘甜,且具有丰富的营养价值。

关键词:正交试验设计;豆腐柴叶;大豆分离蛋白;高蛋白;鲜湿面

Optimization of the Formula of Leaves of *Premna microphylla Turcz.* and High-protein Nutritions Health-care Fresh-type Wet Noodles

LI Shun-xiu, CUI Hong-jun, LIU Ru-cui, FAN Shu-qin, NIU Xiang-chen, WANG Di*
(Shandong Yuwang Ecological Food Industry Co., Ltd., Yucheng 251200, Shandong, China)

Abstract: The single factor and orthogonal design experiments were used to optimize the formula of high-protein nutrition and health-care fresh wet noodles. The sensory score and texture profile analysis (TPA) characteristics were used as indicators to investigate the powder of leaves of *Premna microphylla Turcz.*, soy protein isolate, gluten meal and glutamine transaminase. The experimental results showed that texture profile analysis (TPA) chewability was moderate and the sensory score was 98.5 points when the addition amount of leaves of *Premna microphylla Turcz.* was 2.0%, the amount of soy protein isolate added was 2.0%, the amount of gluten was 3.0%, and the amount of glutamine transaminase was 0.25%. Under these conditions, the high-protein nutritious health-care fresh-type wet noodles developed by the leaves of *Premna microphylla Turcz.* had a unique green color, a refreshing taste, a sweet aftertaste, and rich nutritional value.

Key words: orthogonal experimental design; leaves of *Premna microphylla Turcz.*; soy protein isolate; high protein; fresh wet noodles

作者简介:李顺秀(1974—),男(汉),本科,研究方向:大豆蛋白深加工。

*通信作者:王笛(1985—),男(汉),工程师,硕士,研究方向:食品科学。

- [9] KONG J, CHIA L, GOH N, et al. Analysis and biological activities of anthocyanins[J]. *Phytochemistry*, 2003, 64(5): 923-933
- [10] 玫瑰花渣化学成分及抗氧化、抑制酪氨酸酶活性研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2018: 5
- [11] HIDALGO M, SANCHEZ-MORENO C, DE PASCUAL-TERESAS. Flavonoid flavonoid interaction and its effect on their antioxidant activity[J]. *Food Chemistry*, 2010, 121(3): 691-696
- [12] 徐菀璐, 罗华, 来明月, 等. 超声波辅助提取玫瑰花色素及其稳定性研究[J]. *食品安全质量检测学报*, 2018, 9(11): 2830-2835

- [13] 邹青飞, 吴跃中, 杨士花, 等. 仙人掌果色素的提取工艺优化及体外抗氧化活性[J]. *食品研究与开发*, 2018, 39(13): 33-39
- [14] 柴莹莹, 何霞, 宫颖慧, 等. 玫瑰花色苷分子稳定性及其生物活性研究进展[J]. *中国野生植物资源*, 2017, 36(3): 37-41
- [15] 张唯, 严成, 张曦, 等. 超高压提取玫瑰花色苷及稳定性研究[J]. *中国调味品*, 2018, 43(8): 151-157

收稿日期: 2018-10-24

引文格式:

李顺秀,崔红军,刘汝萃,等.豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面配方的优化[J].食品研究与开发,2019,40(16):68-73
LI Shunxiu, CUI Hongjun, LIU Rucui, et al. Optimization of the Formula of Leaves of *Premna microphylla* Turcz. and High-protein Nutritions Health-care Fresh-type Wet Noodles[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16):68-73

鲜湿面是一种水分含量较高,未经熟化加工的湿面制品,该类型的面条弹性足,口感好。与干挂面相比,具有新鲜、爽口、有嚼劲和较好的风味等特点,深受消费者青睐。在消费者不断追求新鲜、营养、安全、方便和美味食品的大背景下,生湿鲜面有着良好的市场前景^[1-2]。

豆腐柴,又名豆腐木、臭黄荆、腐碑,属马鞭草科豆腐柴属的落叶灌木。豆腐柴喜光、耐寒、耐旱、耐瘠薄,对土质要求不严,在贫瘠的土地上也能根深叶茂。豆腐柴叶中果胶、蛋白质、脂肪、粗纤维含量较高,维生素、 β 胡萝卜素及矿质元素含量也较高,铁、锰、锌等微量元素含量超过一般叶类蔬菜。还含有木栓酮、木栓醇、萜醇、十八碳酸、胡萝卜甙、香草酸、袖皮素等药用成分,其根、茎、叶均可入药,其叶提取物具有抗疲劳、降低胆固醇等多重功效,且无毒、安全性高。合理开发利用豆腐柴对山区经济发展、退耕还林等有了积极意义。豆腐柴的生物学研究和加工工艺已逐渐为人们所重视,目前已初步形成产业化^[3]。

小麦蛋白是不完全蛋白质,而大豆分离蛋白作为一种优质的植物源蛋白质,必需氨基酸含量丰富且组成较均衡,特别是其赖氨酸含量较高,营养价值较高,能够补充小麦粉中必需氨基酸的缺失。此外大豆分离蛋白还有良好的功能特性,包括吸水性、乳化性和凝胶性,赋予面条良好的咬劲,富有弹性,爽口而不粘牙,并能减少熟断条率和烹调损失率^[4]。

谷氨酰胺转氨酶可以将人体必需氨基酸(如赖氨酸)共价交联到蛋白质上形成 ϵ -(γ -谷氨酰)赖氨酸共价键。通过添加谷氨酰胺转氨酶,可提高面团的操作性能和机械加工性能,使产品久煮不易糊汤、不易断条、提高出品率^[5-8]。

随着生活水平的提高,人们逐渐趋向于营养保健型的生湿鲜面。为了改善鲜湿面的营养价值与口感,本试验在鲜湿面中添加豆腐柴叶微粉、大豆分离蛋白、谷朊粉、及谷氨酰胺转氨酶等原辅料,面条营养得到强化,有利于人体健康,同时面条的食用品质也大大改善,通过正交试验对鲜湿面进行品质改良,筛选出最佳配方。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

豆腐柴叶 100 目微粉:重庆雄森园公司;大豆分离蛋白:山东禹王生态食业有限公司;高筋面粉:五得利面粉集团;乙酰化二淀粉磷酸酯:顶新集团;谷朊粉:封丘县华丰粉业公司;谷氨酰胺转氨酶(100 U/g):江苏一鸣生物科技有限公司;葡萄糖氧化酶(10^5 U/g)、维生素 C(食品级):浙江绿州生物技术公司;蔗糖脂肪酸酯(食品级):山东宝宇生物科技有限公司;纯碱(食品级):浙江大洋生物科技有限公司;猪油:山东省大豆生物工程研究中心实验室自制。

ML4002 型电子天平:METTLER TOLEDO 公司;SS50/HS50 双动双速和面机:佛山市南海麦丰食品机械有限公司;PC-35 型轧面机:广州伟基业五金机械有限公司;VF-12C 醒发箱:广州旭众食品机械有限公司;DZ-600-800 OT 真空充气包装机:瑞安市瑞宝包装机械制造有限公司;TA.XT Express 质构仪:英国 Stable Micro System 公司。

1.2 基本配方

按质量份数计,豆腐柴叶微粉 5 份~12 份,大豆分离蛋白 8 份~20 份,高筋面粉 300 份,乙酰化二淀粉磷酸酯 80 份,谷朊粉 15 份~40 份,谷氨酰胺转氨酶 0.5 份~2 份,葡萄糖氧化酶 0.5 份,蔗糖脂肪酸酯 0.6 份,维生素 C 1 份,食盐 5 份,纯碱 1.5 份,水 125 份~145 份,鸡蛋清液 50 份,猪油 10 份。

1.3 工艺流程

配料→和面→饧面→压延→切条→充氮包装→低温冷藏

1.4 操作要点

1.4.1 配料

分别称取适量大豆分离蛋白、适量豆腐柴叶、300 份高筋面粉,乙酰化二淀粉磷酸酯 80 份,适量谷朊粉,适量谷氨酰胺转氨酶,葡萄糖氧化酶 0.5 份,蔗糖脂肪酸酯 0.6 份,维生素 C 1 份,充分搅拌均匀,作为 A 组配料;再单独称取 5 份食盐,1 份纯碱,适量水,充分混合均匀,作为 B 组配料;再称取鸡蛋清液 50 份,猪油 10 份,作为 C 组配料。

1.4.2 和面

先将 A 组配料倒入和面机,慢速搅拌均匀,再将 B 组混合液倒入,慢速搅拌 5 min,慢速搅拌参数为:和面杆转速 107 r/min,料筒转速 15 r/min;再用高速搅拌 4 min 直至面团呈大颗粒絮状。高速搅拌参数为:和面杆转速 230 r/min,料筒转速 15 r/min。再加入 C 组配料,继续高速搅拌直至面团呈大颗粒絮状。和面时间要根据面团形成的面筋网络状况略微调整。

1.4.3 饧面

将和好的面团放在醒面箱内,静置醒面 30 min。

1.4.4 压延

待完成后置于压面机内复合压延面片,由厚至薄,复合 6 次,压延共 7 道,直至面片呈光滑柔韧状。

1.4.5 切条

把面片切割成厚 1.5 mm、宽 2 mm、长 30 mm 的面条。

1.4.6 充氮包装

在面条表面撒上稍许玉米淀粉,并喷适量酒精,用充氮包装机进行包装,每 500 g 一袋。

1.5 单因素试验方法

1.5.1 豆腐柴叶微粉添加量对鲜湿面品质的影响

在大豆分离蛋白 2.0%、谷朊粉 3.0% 及谷氨酰胺转氨酶 0.25% 的添加量条件下,选择豆腐柴叶微粉的添加量分别为 1.0%、1.5%、2.0%、2.5% 及 3.0%,并根据感官评分和质地剖面分析(texture profile analysis, TPA)咀嚼性大小,研究豆腐柴叶微粉对鲜湿面品质的影响。

1.5.2 大豆分离蛋白添加量对鲜湿面品质的影响

在豆腐柴叶微粉 2.0%、谷朊粉 3.0% 及谷氨酰胺转氨酶 0.25% 的添加量条件下,选择大豆分离蛋白的添加量分别为 1.0%、1.5%、2.0%、2.5% 及 3.0%,并根据感官评分和 TPA 咀嚼性大小,研究大豆分离蛋白对鲜湿面品质的影响。

1.5.3 谷朊粉添加量对鲜湿面品质的影响

在大豆分离蛋白 2.0%、豆腐柴叶微粉 2.0% 及谷氨酰胺转氨酶 0.25% 的添加量条件下,选择谷朊粉的添加量分别为 2%、3%、4%、5% 及 6%,并根据感官评分和 TPA 咀嚼性大小,研究谷朊粉对鲜湿面品质的影响。

1.5.4 谷氨酰胺转氨酶添加量对鲜湿面品质的影响

在大豆分离蛋白 2.0%、谷朊粉 3.0% 及豆腐柴叶微粉 2.0% 的添加量条件下,选择谷氨酰胺转氨酶的添加量分别为 0.10%、0.15%、0.20%、0.25% 及 0.30%,并根据感官评分和 TPA 咀嚼性大小,研究谷氨酰胺转

氨酶对鲜湿面品质的影响。

1.6 正交试验

根据单因素试验结果,选取豆腐柴叶微粉、大豆分离蛋白、谷朊粉及谷氨酰胺转氨酶 4 个因素采用四因素三水平 $L_9(3^4)$ 正交试验,因素水平表如表 1 所示,确定最优配方。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal array design $L_9(3^4)$

水平	因素			
	A 豆腐柴叶微粉添加量/%	B 大豆分离蛋白添加量/%	C 谷朊粉添加量/%	D 谷氨酰胺转氨酶添加量/%
1	1.5	1.0	2.5	0.15
2	2.0	1.5	3.0	0.20
3	2.5	2.0	3.5	0.25

1.7 鲜湿面 TPA 质构特性测定

参考王平等^[9-10]的方法,具体参数如下:

1) 选择物性测定仪 TPA 模式,校正高度为 15 mm,探头选用 HDP/PFS 探头。

2) 设定 TPA 参数为:测前速度为 0.8 mm/s,测试速度为 0.8 mm/s,测后速度为 0.8 mm/s,压缩比为 70%,间隔时间 1 s,感应力为 5 g。

3) 样品准备:将面条于沸水中煮制最佳煮面时间后,捞出,于冷水中冷却一定时间后,捞出,进行全质构测定。每次测定时将 3 根~5 根长度、宽度、弯曲度基本相同的面条平行放于质构仪的载物平台上,保持面条间的间距为 0.5 cm 左右用探头进行压缩。每个样品平行 7 次~8 次。以 TPA 咀嚼性为主要指标进行评价。

1.8 鲜湿面感官评价标准

感官评价采用 LS/T 3202-1993《面条用小麦粉》标准,将煮熟的面条按此标准评分,评分项目包括色泽(10 分)、表观状况(10 分)、适口性(15 分)、韧性(25 分)、黏性(25 分)、光滑性(5 分)、食味(5 分)和蒸煮损失率(5 分),满分以 100 分计。评价小组由 5 名有感官品评经验的技术人员组成,结果取平均值,评分标准见表 2。

表 2 感官评分标准

Table 2 Criteria for sensory evaluation

项目	满分	评分标准
色泽	10	指面条的颜色和亮度。面条呈亮绿色、光亮为 8.5 分~10 分;亮度一般为 5 分~8.4 分;亮度差为 1 分~5 分
表观状态	10	指面条表面光滑度和膨胀程度。表面结构细密、光滑为 8.5 分~10 分;中间为 5 分~8.4 分;表面粗糙、膨胀、变形严重为 1 分~5 分

续表 2 感官评分标准
Continue table 2 Criteria for sensory evaluation

项目	满分	评分标准
适口性(软硬)	15	指用牙咬断一根面条所需力的大小。力适中为12分~15分;稍偏硬或软6分~11分;太硬或太软1分~6分
韧性	25	指面条在咀嚼时,咬劲和弹性的大小。有咬劲、富有弹性为21~25分;一般15分~20分;咬劲差弹性不足1分~14分
黏性	25	指在咀嚼过程中,面条粘牙强度。咀嚼时爽口、不粘牙21分~25分;较爽口、稍粘牙15分~20分;发粘10分~14分
光滑性	5	指品尝面条时口感的光滑程度。光滑4.3分~5分;中间3分~4.2分;光滑程度差1分~2.9分
食味	5	指品尝时的味道。具麦清香和豆腐柴叶清香味4.3分~5分;基本无味3分~4.2分;有异味1分~2.9分
蒸煮损失率	5	指面条水煮时损失的物质。煮面水不浑汤,损失率小4.3分~5分;浑汤3分~4.2分;浑汤,损失率大1分~2.9分

1.9 数据处理

数据统计与处理采用 Excel 和 SPSS20.0 软件。

2 结果与分析

2.1 豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面单因素试验

2.1.1 豆腐柴叶微粉对鲜湿面品质的影响

豆腐柴叶微粉对鲜湿面感官质量和 TPA 质构的影响如图 1 所示。

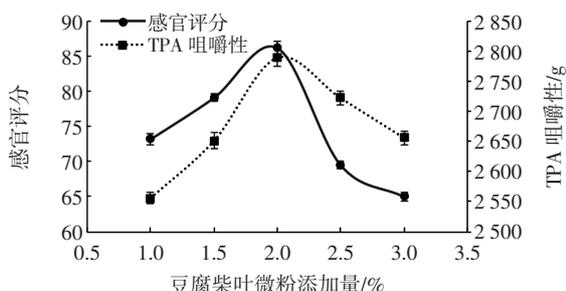


图 1 豆腐柴叶微粉添加量对鲜湿面品质的影响

Fig.1 The effect of the powder of leaves of *Premna Microphylla Turcz.* on the quality of fresh wet noodles

从图 1 可以看出,随着豆腐柴叶微粉量的增加,感官评分与 TPA 质构特性呈现大体一致的趋势;添加量为 2.0% 时,感官分数达到最大值 86.2 分,TPA 咀嚼性也是最大的;之后随着添加量的进一步增加,感官分数开始出现下降趋势。因此,确定豆腐柴叶微粉的最适添加量为 2.0%。豆腐柴叶微粉营养价值丰富,含有果胶 30%~40%、纤维素 8%~15%,还有较高含量的花青素、维生素、β 胡萝卜素,及矿物质含量也较高,铁、锰、锌等微量元素含量超过一般叶类蔬菜^[1]。添加

适量豆腐柴叶粉,使得面条颜色翠绿,颜如翡翠,质感晶莹;闻气味,有清香之感,风味独特,带着豆腐柴叶特有的清香;食之劲道爽口,满口生香,回味甘甜。但是由于其含有 8%~15% 的纤维素,随着添加量的增加,会导致感官评分与 TPA 咀嚼性显著降低,影响面条质构。

2.1.2 大豆分离蛋白对鲜湿面品质的影响

大豆分离蛋白对鲜湿面感官质量和 TPA 质构的影响如图 2 所示。

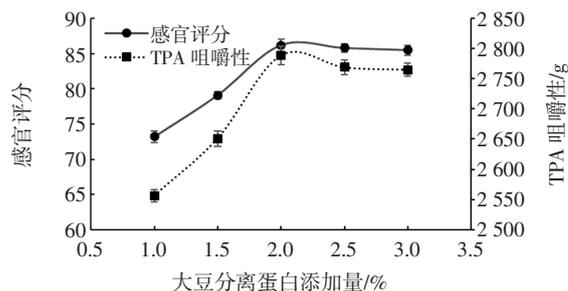


图 2 大豆分离蛋白添加量对鲜湿面品质的影响

Fig.2 The effect of soybean protein isolate on the quality of fresh wet noodles

从图 2 可以看出,当大豆分离蛋白添加量低于 2.0% 时,随着大豆分离蛋白含量增加,感官评分与 TPA 质构特性都同步增高;高于 2.0% 时,感官评分与 TPA 质构特性都不再增加。小麦粉的麦醇溶蛋白和麦谷蛋白是不完全蛋白质,而大豆分离蛋白作为一种优质的植物源蛋白质,必需氨基酸含量丰富且组成较均衡,特别是其赖氨酸含量较高,营养价值较高,能够补充小麦粉中必需氨基酸的缺失。大豆分离蛋白面条相比于普通大豆蛋白粉面条或者豆浆面条风味较好,无豆腥味^[12-13]。此外大豆分离蛋白还有良好的功能特性,包括吸水性、乳化性和凝胶性,赋予面条良好的咬劲,富有弹性,爽口而不粘牙,并能减少熟断条率和烹调损失率^[14-16]。因此,大豆分离蛋白的最适添加量为 2.0%。

2.1.3 谷朊粉对鲜湿面品质的影响

谷朊粉对鲜湿面感官质量和 TPA 质构的影响如图 3 所示。

从图 3 可以看出,谷朊粉添加量 3% 时,感官评分达到 85.5 分,而且随着谷朊粉添加量增多,鲜面条的 TPA 咀嚼性一直在增加,但是感官评分却在迅速下降。说明添加适量的谷朊粉能增加面条的韧性,使得面条耐煮耐浸泡且筋道有咬头,但是过量添加会导致口感过硬,咀嚼性较差,这与刘紫鹏等^[17-18]的研究结果一致。因此,谷朊粉的最适添加量是 3%。

2.1.4 谷氨酰胺转氨酶对鲜湿面品质的影响

谷氨酰胺转氨酶添加量对鲜湿面品质的影响如

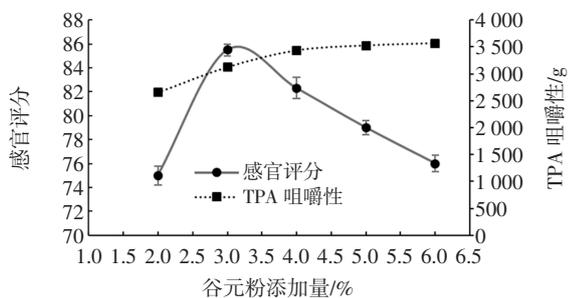


图3 谷元粉对鲜湿面品质的影响

Fig.3 The effect of gluten on the quality of fresh wet noodles

图4所示。

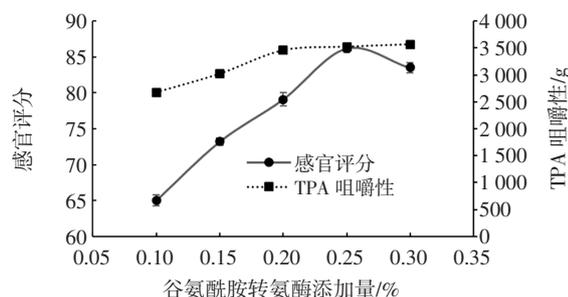


图4 谷氨酰胺转氨酶添加量对鲜湿面品质的影响

Fig.4 The effect of glutamine transaminase on the quality of fresh wet noodles

随着谷氨酰胺转氨酶的增加,感官评分数和TPA咀嚼性都呈现直线上升趋势;添加量为0.25%时,感官评分达到最大值86.2分;之后,随着添加量的进一步增加,感官分数开始出现下降趋势。谷氨酰胺转氨酶可以将人体必需氨基酸(如赖氨酸)共价交联到蛋白质上形成 ϵ -(Y-谷氨酰)赖氨酰共价键。通过添加谷氨酰胺转氨酶,可提高面团的操作性能和机械加工性能,使面团的筋度、弹性、强度增加^[7-8]。添加量过高时,会导致适口性降低。因此,谷氨酰胺转氨酶适合的添加量是0.25%。

2.2 豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面配方优化

2.2.1 正交试验设计及方差分析

鲜湿面配方优化正交试验设计及结果见表3。

表3 鲜湿面配方优化正交试验设计及结果

Table 3 Orthogonal array design matrix and results for optimization of beverage

试验号	因素与水平				感官评分
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	78
2	1	2	2	2	81
3	1	3	3	3	84
4	2	1	2	3	91

续表3 鲜湿面配方优化正交试验设计及结果

Continue table 3 Orthogonal array design matrix and results for optimization of beverage

试验号	因素与水平				感官评分
	A	B	C	D	
5	2	2	3	1	86
6	2	3	1	2	96
7	3	1	3	2	67
8	3	2	1	3	70
9	3	3	2	1	76
K ₁	81.000	78.667	81.333	80.000	
K ₂	91.000	79.000	82.667	81.333	
K ₃	71.000	85.333	79.000	81.667	
R	20.000	6.666	3.667	1.667	

参考许牡丹等^[9]的方法,以感官评分为评价指标进行正交试验设计,结果如表3所示,由R值可知,各因素对鲜湿面感官评分影响程度的主次顺序为A>B>C>D,即豆腐柴叶微粉添加量为主要影响因素,其次为大豆分离蛋白添加量,再次为谷元粉添加量,谷氨酰胺转氨酶添加量影响最小。又由K值可知,最佳方案为A₂B₃C₂D₃,即豆腐柴叶微粉添加量2.0%、大豆分离蛋白添加量2.0%、谷元粉添加量3.0%、谷氨酰胺转氨酶添加量0.25%。

对正交试验结果进行方差分析见表4。

表4 正交试验结果方差分析

Table 4 Analysis of variance for stability and sensory score

因素	偏差平方和	自由度	F比	F临界值	显著性
豆腐柴叶微粉	600.00	2	128.562	19.000	*
大豆分离蛋白	84.667	2	18.142	19.000	
谷元粉	20.667	2	4.428	19.000	
谷氨酰胺转氨酶	4.667	2	1.000	19.000	
误差	4.67	2			

注:*为差异显著($P<0.05$);**为差异极显著($P<0.01$)。

结果如表4所示,结果表明:豆腐柴叶微粉对该营养保健型鲜湿面为显著影响因素,而大豆分离蛋白、谷元粉和谷氨酰胺转氨酶均为不显著因素。

2.2.2 验证试验

该最佳组合方案A₂B₃C₂D₃不在正交表中,所以需要对最佳因素组合进行验证试验,重复3次试验,结果如表5所示,鲜湿面感官评分为98.5分,试验结果稳定可靠,A₂B₃C₂D₃为感官评分高的较优组合。

表5 验证试验

Table 5 The confirmatory experiment

序号	感官评分	TPA 质构特性		
		硬度/g	弹性/mm	咀嚼性/g
1	99.0	3 075.99	0.89	4 628.26
2	98.0	3 039.21	0.91	4 614.10
3	98.5	3 013.87	0.93	4 634.68
平均值	98.5	3 043.02	0.91	4 625.68

3 结论

通过单因素及正交优化确定豆腐柴叶高蛋白营养保健型鲜湿面的最优配方是豆腐柴叶微粉添加量 2.0%、大豆分离蛋白添加量 2.0%、谷朊粉添加量 3.0%、谷氨酰胺转氨酶添加量 0.25%，此时感官评分为 98.5 分。豆腐柴叶微粉营养价值丰富，含有丰富的果胶和蛋白质，氨基酸种类齐全，维生素 C、 β -胡萝卜素及锰、铁、锌等微量元素含量也较为丰富。还含有木栓酮、柚皮素等药用成分，长期食用可活血通络，延年益寿，具有清热润肺、生津止渴、排毒养颜、抗炎、增强机体非特异性免疫力、抗疲劳、降低胆固醇等多重功效，并有一定的抗癌作用。添加了豆腐柴叶粉，使得面条颜色翠绿，颜如翡翠，质感晶莹；闻气味，有清香之感，风味独特，带着豆腐柴叶特有的清香；食之劲道爽口，满口生香，回味无穷。由于豆腐柴面条具有上述多重功效，同时用豆腐柴叶生产豆腐柴面条还具有生产工艺简单，成本低，可操作性强等优点，所以开发豆腐柴面条系列产品具有广阔的市场前景。

参考文献:

[1] 刘晓婷, 屈凌波, 许旭. 生鲜湿面保鲜技术与品质的研究进展[J]. 粮食科技与经济, 2015, 40(6): 56-62

[2] 毛汝婧. 鲜湿即食面品质改良及保鲜研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016

[3] 宁海凤, 童群义. 豆腐柴叶果胶的流变学性质研究[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 88-91

[4] 赵清宇. 小麦蛋白特性对面条品质的影响[D]. 郑州: 河南工业大学, 2012

[5] 刘燕琪, 李梦琴, 李超然, 等. 谷氨酰胺转氨酶对面条水分状态及蛋白质结构的影响[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(1): 10-16

[6] 吕振磊, 陈海华. 谷氨酰胺转氨酶对面粉糊化性质和面条品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(3): 78-83

[7] 牛巧娟, 陆启玉, 姜海燕, 等. 谷氨酰胺转氨酶对鲜湿燕麦面条质构及微观结构的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2015, 36(1): 12-16

[8] 彭飞, 许妍妍, 孙晓静, 等. 谷氨酰胺转氨酶对燕麦全粉面条品质的影响[J]. 食品工业, 2016, 37(12): 175-179

[9] 王平, 李鸿梅, 赵永卓. 麦冬鲜湿面条的研制[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(24): 80-82

[10] 李雪琴, 蔡宇洁. 营养玉米鲜湿面的研制[J]. 食品工业, 2014, 35(11): 155-158

[11] 宁海凤. 豆腐柴叶中果胶的提取工艺及其性质研究[D]. 无锡: 江南大学, 2010

[12] 徐辉, 龚文明. 一种豆浆营养面条的加工方法:CN106690043A[P]. 2017-05-24

[13] 薛孝义, 种道阔. 一种大豆面条的制备方法:CN104206996A[P]. 2014-12-17

[14] 杜振亚, 陈复生, 刘昆仑, 等. 大豆蛋白及其在面制品中的应用[J]. 粮油食品科技, 2014, 22(6): 46-49

[15] 王瑞红, 朱笛, 陈复生, 等. 质构化大豆蛋白对面粉糊化特性及面条品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(2): 33-39

[16] 余兵, 任国谱, 曾宇. 大豆蛋白在面包中的应用研究[J]. 食品科技, 2003, 28(4): 49-51

[17] 刘紫鹏, 陆启玉. 添加木薯淀粉和谷朊粉对保湿熟面条品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(20): 240-244, 255

[18] 许蒙蒙, 关二旗, 卞科. 谷朊粉和甘薯淀粉对面条品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2015(3): 28-34

[19] 许牡丹, 林娟. 正交设计在空心面配方优化中的应用[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2012, 30(1): 25-28

收稿日期: 2018-10-16