

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.05.019

在线粉流重组制备湿面专用粉工艺优化*

安红周^{1,2} 陈复生¹ 薛文通² 郭祯祥¹ 李盘欣³

(1. 河南工业大学粮油食品学院, 郑州 450052; 2. 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083;

3. 河南省南街村集团有限公司, 临颖 462600)

【摘要】 采取理化特性分析、面条制作、质构测定与感官评价相结合的手段对小麦制粉生产线上的23道在线粉流品质特性进行分析,利用主成分分析法对不同粉流制作的面条品质进行了综合评价,23道粉流制作的面条综合评价模型 Z 值介于-15.462~34.546之间。根据主成分分析对面条品质进行排队与组合,面条品质特性的差异主要是口味的变化较显著,其次为面条的拉断力及延伸性。确定后的粉流重组方案实验结果表明,1号粉制作的面条综合评价优于引进优质小麦生产的鲜湿面专用粉,但在拉断力以及延伸性方面还稍显不足。

关键词: 保鲜湿面 专用粉 在线粉流重组 工艺优化 主成分分析

中图分类号: TS210.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)05-0090-05

Optimizing Process to Manufacture the Special Flour for Instant Wet Noodle by Flows Recombination on Producing Line

An Hongzhou^{1,2} Chen Fusheng¹ Xue Wentong² Guo Zhenxiang¹ Li Panxin³

(1. College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450052, China

2. College of Food Science and Nutrition Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

3. Henan Nanjiecun Group Ltd., Linying 462600, China)

Abstract

The qualities of every flow flours were analyzed by physicochemical properties analysis, noodle making and sensory evaluation. The noodle qualities made of different flows were also evaluated by using principal component analysis method, Z values of noodle made by 23 flows were between -15.462 and 34.546. The test graded and recombined those flows according to the principle component analysis, change of noodles taste was remarkable and noodles break and tension force were in the second place among noodle quality differences. The recombination result indicated that the sensory evaluation value of noodle made of No. 1 flour exceeded that of noodle made of high quality wheat flour, but the noodle lacked break and tension force.

Key words Instant wet noodle, Special flour, Flow recombination on line, Process optimization, Principal component analysis

引言

保鲜湿面又称LL面,由于其原料品质要求较高、鲜湿面含水率高而不易保鲜、生产工艺较为复杂等,所以在我国仅有少数几家企业生产^[1]。

目前食品专用粉的生产一般采用磨前配麦生产出基本粉,输送至配粉仓,然后通过称量、混合而成。本文利用主成分分析法对不同粉流制作的面条品质进行综合评价,对在线粉流重组制备湿面专用粉的工艺进行优化。

收稿日期:2009-12-23 修回日期:2010-02-22

* 国家星火计划重点项目(2008GA750001)、河南省重大科技攻关项目(072102110004)和国家博士后科学基金资助项目(200090460855)

作者简介: 安红周,副教授,中国农业大学博士后,主要从事食品质构重组和谷物加工理论应用研究, E-mail: anhz@haut.edu.cn

通讯作者: 薛文通,教授,博士生导师,主要从事食品科学与工程研究, E-mail: xwt315@hotmail.com

1 材料和方法

1.1 主要材料与仪器

实验材料所用小麦搭配质量分数:豫麦 9023 约 10%、漯麦 4 约 40%、豫麦 70 约 50%,一次性在河南省南街村面粉厂各粉路取 23 个样品。对比实验使用南街村湿面厂生产使用的引进面粉。

实验仪器包括:2100 型自动面筋洗涤仪, Perten 公司; Minolta CR310 型色度仪, 日本佐竹公司; TA-XT Plus 质构分析仪, 英国 Stable Micro Systems Ltd 公司; 布拉班德粉质仪, 德国 BRANBENDER 公司; 布拉班德拉伸仪, 德国 BRANBENDER 公司; UV-2000 型紫外可见分光光度计, 尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 理化特性测定

小麦含水率的测定参照 GB/T 5497—85 定温定时烘干法; 面粉白度的测定参照 GB/T 5504—1985; 面粉灰分的测定参照 GB/T 5505—85; 面粉湿面筋含量的测定参照 GB/T 14608—93; 粉质拉伸特性参照 GB/T 14614—2006、GB/T 14615—2006。

1.2.2 面条蒸煮特性及 TPA 粘弹特性测定

测定干物质吸水率、干物质损失率和蛋白质损失率^[2]。

TPA(texture profile analysis)质构分析法:每次取 3 根煮过的面条平行放于载物台上进行实验,每个样品做 3 次平行实验测定其粘弹特性,取其平均值^[3]。

1.2.3 面条筋力的测定

实验所采用的质构仪探头类型为 Kieffer Dough & Gluten Extensibility Rig Code A/KIE。参数设定:测试模型为压缩拉伸;测试速度为 3.30 mm/s;触动模式为自动;触动压力为 5 g。

1.2.4 面条感官品质评价

评价标准参照 LS/T 3202—1993^[4]。

1.2.5 面条酸度测定

取湿面条 20 g,加 180 mL 蒸馏水,用组织捣碎机捣碎,静置,称 50 mL 上清液用一定浓度的 NaOH 溶液滴定至酸性,即得面条酸度^[5]。

1.2.6 保鲜湿面(LL面)工艺流程

工艺流程为:面粉→盐碱水配制→真空搅拌→面团熟化→三层压延→复合压延→面线切出→定量切出→蒸面→煮面→水洗→复合生物有机酸的配制→酸浸→一次包装→金属检测→高温杀菌→通风冷却→14 d 存放→二次包装→检查。

2 结果与讨论

2.1 制粉各系统粉样的理化指标及面团流变特性结果分析

制粉各系统粉样的基本理化指标和面团流变特性测定结果如表 1 所示。

总的来说:心磨的灰分含量最低,其次是渣磨、皮磨、再筛粉、尾磨,各系统灰分含量差异性较大,白度的变化规律与灰分含量的变化规律呈负相关。从 1B 到 4B,湿面筋含量有逐渐增加趋势,但 2B 高于 3B;从 1 M 到 6 M,湿面筋含量有增加的趋势,但 3 M 湿面筋含量最高。心磨粉的吸水率高于同级皮磨粉,尾磨粉吸水率高于渣磨粉,后路粉高于前路粉。皮磨粉的稳定时间比心磨粉长,这可能与皮磨粉面筋含量较高有关。

2.2 面条制作以及评价

本实验对各道粉流进行了面条制作实验。为减小感官评定人为因素的误差,除进行感官评分(满分 100 分)外,还增加了面条干物质吸水率等 10 项指标,利用这 11 项指标来综合评价面条的品质,采取主成分分析法进行综合评价^[6]。得到各道粉流的描述性统计结果如表 2 所示。

由于上述各个质量指标的量纲不同,可能会对分析结果造成很大的影响,所以首先要将上述测试数据进行标准化处理以消除量纲的影响^[7]。

运用 DPS 数据处理系统进行主成分分析,结果如表 3 所示。由表 3 可知主成分 1、2、3、4 的贡献率分别为 40.09%、26.14%、13.35%、9.35%,累计贡献率 88.93%。主成分 1 主要是以硬度 X_5 、胶着性 X_8 、咀嚼性 X_9 的影响为主,因而可以把主成分 1 定义为口感,由此可知,面条的品质特性的差异主要是以口感的变化较显著;主成分 2 主要是以延伸性 X_{11} 、拉断力 X_{10} 及干物质损失率 X_3 的影响为主;第 3 主成分主要是以粘聚性 X_7 及感官评分的影响为主;第 4 主成分主要以蛋白质损失率 X_4 的影响为主。综上所述,在评价面条的 11 项指标中,硬度、胶着性、咀嚼性、延伸性、拉断力、干物质损失率、粘聚性、感官评分、蛋白质损失率为主要指标,它们对面条品质的解释能力可达 88.93%,反映了面条品质的绝大部分信息。

主成分分析法的主要思想是将原来众多具有一定相关性的指标重新组合成一组新的相互无关的综合指标来代替原来的众多指标^[7-8]。其数学模型为

$$Y_i = a_{1i}X_1 + a_{2i}X_2 + \cdots + a_{pi}X_p \\ (i = 1, 2, \cdots, p)$$

式中 Y_i 指所求得的第 i 个综合指标, p 指原来的指

表1 各系统粉样基本理化指标及面团流变特性的测定结果

Tab.1 Results of basic physicochemical index of each flour and rheological properties of dough

实验编号	灰分含量 /%	白度	湿面筋含量 /%	吸水率 /%	稳定时间 /min	拉伸比
1B	0.65 ± 0.02	77.7 ± 3.2	26.7 ± 0.3	49.4 ± 0.5	3.9 ± 0.5	2.9 ± 0.3
2B	0.54 ± 0.01	79.6 ± 2.3	35.1 ± 0.4	50.8 ± 0.3	5.7 ± 0.7	2.6 ± 0.2
3Bf	0.73 ± 0.01	76.4 ± 2.4	29.6 ± 0.3	52.1 ± 0.4	4.4 ± 0.5	1.8 ± 0.2
3Bc	0.57 ± 0.02	72.9 ± 2.3	36.7 ± 0.6	54.7 ± 0.2	7.4 ± 1.1	1.8 ± 0.3
4B	0.91 ± 0.02	74.4 ± 3.3	36.0 ± 0.5	57.0 ± 0.3	6.8 ± 0.9	1.7 ± 0.1
1Mm	0.46 ± 0.01	79.8 ± 3.2	27.1 ± 0.3	54.9 ± 0.5	3.4 ± 0.4	2.9 ± 0.2
1Mc	0.44 ± 0.02	81.9 ± 3.3	24.3 ± 0.3	55.4 ± 0.6	1.8 ± 0.2	3.0 ± 0.2
1Mf	0.39 ± 0.02	80.0 ± 2.2	29.3 ± 0.2	56.7 ± 0.3	3.8 ± 0.2	2.9 ± 0.3
2M	0.45 ± 0.01	80.1 ± 1.5	28.9 ± 0.2	56.7 ± 0.4	3.4 ± 0.5	3.1 ± 0.4
3M1	0.47 ± 0.01	77.5 ± 1.3	30.8 ± 0.5	57.3 ± 0.1	3.9 ± 0.4	2.8 ± 0.2
3M2	0.71 ± 0.02	74.5 ± 2.1	36.1 ± 0.4	59.6 ± 0.2	5.3 ± 0.6	1.7 ± 0.1
4M1	0.45 ± 0.01	78.1 ± 2.3	28.5 ± 0.2	62.1 ± 0.3	6.3 ± 0.8	3.2 ± 0.4
4M2	0.63 ± 0.02	75.2 ± 1.4	30.9 ± 0.4	59.7 ± 0.2	5.0 ± 0.6	2.0 ± 0.3
5M	0.80 ± 0.01	72.2 ± 1.2	31.1 ± 0.7	60.3 ± 0.1	4.1 ± 0.5	2.3 ± 0.3
6M	1.23 ± 0.03	71.3 ± 1.3	31.4 ± 0.2	64.0 ± 0.5	3.8 ± 0.3	1.7 ± 0.2
CM	0.59 ± 0.02	78.0 ± 2.1	30.2 ± 0.6	60.8 ± 0.5	3.0 ± 0.3	
D1	0.63 ± 0.02	76.2 ± 2.3	29.3 ± 0.3	53.2 ± 0.3	3.7 ± 0.4	2.9 ± 0.2
D2	0.58 ± 0.01	78.8 ± 1.5	34.5 ± 0.4	52.0 ± 0.4	5.7 ± 0.7	2.6 ± 0.3
D3	0.57 ± 0.02	76.6 ± 2.3	37.7 ± 0.8	56.9 ± 0.2	7.5 ± 1.0	2.3 ± 0.2
D4	1.00 ± 0.04	74.6 ± 1.2	38.6 ± 0.3	58.4 ± 0.3	8.1 ± 1.2	1.8 ± 0.1
1T	0.73 ± 0.02	76.2 ± 1.1	29.8 ± 0.2	59.1 ± 0.6	3.1 ± 0.5	2.3 ± 0.2
1S	0.48 ± 0.02	80.3 ± 2.3	26.6 ± 0.3	53.5 ± 0.5	1.6 ± 0.3	3.1 ± 0.3
2S	0.59 ± 0.01	71.4 ± 1.3	30.2 ± 0.4	57.7 ± 0.3	4.8 ± 0.5	2.1 ± 0.2

注: B、M、D、T、S 分别代表皮磨、心磨、再筛、尾磨、渣磨系统; 英文字母前的数字表示系统顺序, c、m、f 表示物料粗、中、细; 英文字母后的数字表示同一系统的顺序, CM 表示次心磨系统。

表2 23道粉流制作的面条品质指标的描述性统计

Tab.2 Descriptive statistics of quality indexes of noodles made of 23 different flows

编码	指标	最小值	最大值	平均值及偏差
X ₁	感官评分	74.20	81.10	77.73 ± 2.13
X ₂	干物质吸水率/%	167.94	266.56	207.00 ± 25.41
X ₃	干物质损失率/%	3.54	8.53	5.91 ± 1.53
X ₄	蛋白质损失率/%	1.15	3.36	2.38 ± 0.52
X ₅	硬度/g	283.18	679.14	402.22 ± 95.34
X ₆	弹性	0.93	0.99	0.96 ± 0.01
X ₇	粘聚性	0.61	0.73	0.66 ± 0.03
X ₈	胶着性/g	201.92	414.21	263.99 ± 52.46
X ₉	咀嚼性/g	195.15	382.74	252.81 ± 48.02
X ₁₀	拉断力/g	12.14	32.05	18.77 ± 6.37
X ₁₁	延伸性/mm	27.19	38.63	32.97 ± 3.71

表 3 各主成分的特征向量、特征值及累积贡献率

Tab.3 Eigenvector, eigenvalue and cumulative percentage for the principal components

编码	主成分 1	主成分 2	主成分 3	主成分 4
X_1	0.026 2	0.371 4	0.430 0	-0.503 1
X_2	-0.237 9	0.397 8	0.097 0	0.220 6
X_3	0.126 3	0.494 1	0.428 2	0.197 6
X_4	-0.131 2	0.346 1	0.061 9	0.709 9
X_5	0.506 9	0.065 5	0.037 7	0.008 0
X_6	-0.296 7	-0.086 3	0.439 5	-0.390 6
X_7	-0.356 1	-0.109 7	0.487 5	0.083 5
X_8	0.507 7	0.047 0	0.168 0	0.038 1
X_9	0.503 9	0.030 0	0.211 1	-0.001 1
X_{10}	0.244 0	-0.446 5	0.347 3	0.197 5
X_{11}	-0.074 8	-0.526 3	0.366 6	0.343 6
特征值	4.566 3	2.963 4	1.467 9	1.028 4
贡献率/%	40.097 1	26.143 0	13.345 0	9.349 0
累积贡献率/%	40.097 1	66.240 1	79.585 1	88.934 1

标个数。

主成分的特征向量可以构建主成分与面条各品质指标之间的线性关系式,以 4 个主成分 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 与其方差贡献率构建出面条品质的综合评价模型 Z , Z 是主成分的 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 线性组合,即: $Z = 4.566 3 Y_1 + 2.963 4 Y_2 + 1.467 9 Y_3 + 1.028 4 Y_4$ 。利用该数学模型对 23 道粉流制作的面条品质进行综合评价,评价结果如表 4 所示。

根据表 4 中的综合评价结果,选取 4M1、2M、1Mf 这三道粉流面粉进行面条的配粉,配粉之后面

表 5 面条感官评价对比结果

Tab.5 Comparison results of noodle sensory evaluation

种类	色泽	表观	适口	韧性	粘性	光滑性	食味	总分
面条配粉	8.0 ± 0.5	8.5 ± 0.3	18.0 ± 1.2	24.0 ± 2.3	23.0 ± 1.8	4.5 ± 0.3	4.0 ± 0.4	90.0 ± 6.8
引进面粉	8.5 ± 0.7	9.0 ± 0.4	18.0 ± 1.3	21.0 ± 2.2	23.5 ± 2.5	4.5 ± 0.4	4.0 ± 0.5	88.5 ± 7.8

表 6 面条的质构特性对比结果

Tab.6 Comparison result of noodle texture properties

种类	硬度/g	弹性	粘聚性	胶着性/g	咀嚼度/g	拉断力/g	延伸性/mm
面条配粉	490.2 ± 25.6	0.94 ± 0.05	0.69 ± 0.1	338.4 ± 21.1	318.8 ± 30.1	24.4 ± 2.1	33.8 ± 2.3
引进面粉	550.6 ± 32.3	0.96 ± 0.08	0.68 ± 0.1	374.6 ± 35.2	358.0 ± 35.0	36.4 ± 3.1	37.1 ± 3.1

结果表明:面条配粉所制作的面条效果较好,由此可见,面条配粉比较适合做面条专用粉。由表 6 可知,配粉面条制作的面条硬度、胶着性、咀嚼度较引进面粉小,弹性、粘聚性相当,但延伸性较引进面粉小。这表明配粉制作的面条光滑适口、硬度适中、

表 4 23 道粉流面条品质的综合评价及分类结果

Tab.4 Results of comprehensive evaluation and classification of the noodle quality made of 23 different flows

等级	粉流	Z 值
1(优质面条用)	4M1	34.536
	2M	20.093
	1Mf	15.125
	3M2	10.205
	3M1	8.242
2(较好面条用)	2B	4.419
	4M2	1.462
	1Mc	1.324
	D4	0.639
	D2	0.024
	1T	0.000
	1S	0.000
3(一般面条用)	2S	0.000
	5M	-3.554
	1Mm	-4.516
	4B	-4.933
	D1	-5.179
	3Bc	-5.923
	D3	-6.425
	3Bf	-6.724
	6M	-8.677
	CM	-9.310
1B	-15.462	

粉灰分为 0.43% 左右,湿面筋含量达到了 29.0%,达到了 LS/T 3202—1993 面条用小麦粉标准。

2.3 面条制作实验以及评价

按照流量对表 4 中优质面条粉流进行搭配,进行面条制作实验,通过感官评价及 TPA 质构特性测定与引进面粉进行对比,结果如表 5、6 所示。

韧性和弹性好。

2.4 生产验证实验

根据保鲜湿面生产工艺,为了不影响其他粉流进一步搭配,并且考虑到鲜湿面生产中要经过酸浸,可以忽略面条色泽要素,因此用 2M 粉流代替 1Mf

粉流,将面条配粉调整为如表7所示。

按照表7的方案所生产出的鲜湿面与引进面粉生产的鲜湿面进行感官评价、质构测定等测定结果如表8所示。

从表8可以看出来,1号粉产品感官得分最高,引进面粉其次,2号粉产品得分较低。因为1号粉

表7 面条配粉修改方案

Tab.7 Modified plan of blended flour for noodle

专用配粉名称	所取粉流及其流量比
面条配粉1号	2M、3M2、4M1(79.9:12.6:7.1)
面条配粉2号	3M2、4M1、5M(12.6:7.1:31.7)

表8 3种鲜湿面主要品质指标的比较

Tab.8 Comparison of main qualities of the three long life wet noodles

种类	感官得分	酸度	硬度/g	弹性	咀嚼性/g	拉断力/g	延伸性/mm
引进面粉	87±6.2	0.42±0.01	433.2±42.5	0.86±0.06	164.2±15.1	22.7±1.8	25.1±2.5
1号粉产品	90±5.7	0.36±0.00	451.6±36.12	0.87±0.05	175.5±16.3	18.9±2.2	24.3±2.1
2号粉产品	85±6.8	0.52±0.01	431.3±35.1	0.83±0.07	151.1±11.2	17.4±1.7	23.7±2.3

产品口感更爽滑,色泽透亮,有咬劲和弹性,因此得分比其余产品高;从酸度上看1号配粉产品较接近于引进面粉成品,而2号粉成品酸度稍大,这可能是由于吸酸较多,虽然酸度高可以延长保质期,但是酸度过大会影响面条口感^[8];通过质构分析看出,1号粉产品在硬度、弹性、咀嚼度、拉断力以及延伸性方面都大于2号粉产品,这可能是由于1号粉的面筋质量要好于2号粉。1号粉成品相对于引进面粉不足的地方,主要体现在面条的拉断力以及延伸性上,硬度、弹性、咀嚼度两者相当。通过分析可知,1号粉产品较2号粉产品好,甚至有些方面超过引进面粉产品,因此面条粉配粉方案调整为2M、3M2、4M1

的粉流进行生产搭配制备鲜湿面专用粉。

3 结论

(1) 通过对面条品质的主成分分析,前4个主成分可以用来解释面条的感官和理化品质,它们的贡献率分别为40.09%、26.14%、13.35%、9.35%。

(2) 利用主成分分析法对不同粉流制作的面条品质进行了综合评价,23道粉流制作的面条综合评价模型Z值介于-15.462~34.546之间,确定了配粉方案,并经实际生产验证,1号配粉(即2M、3M2、4M1的混合粉)优于引进面粉。但在拉断力以及延伸性方面还稍显不足,尚需进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Fu Binxiao. Asian noodles: history, classification, raw materials, and processing[J]. Food Research International, 2008, 41(9): 888~902.
- 2 王灵昭,陆启玉. 用质构仪评价面条质地品质的研究[J]. 郑州工程学院学报,2003,24(3):29~33.
Wang Lingzhao, Lu Qiyu. Study on the assessment for noodle texture with texture analyzer[J]. Journal of Zhengzhou Institute of Technology, 2003, 24(3):29~33. (in Chinese)
- 3 郭大存,周惠明. 添加剂对面条流变特性的影响[J]. 中国粮油学报,1997,12(3):14~18.
Guo Dacun, Zhou Huiming. Effect s of additives on noodles' rheological characteristics[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 1997, 12(3):14~18. (in Chinese)
- 4 Yufeng Mao,Rolando A. Flours mechanical starch damage on wheat tortilla texture[J]. Cereal Chem., 2001,78(3):286~293.
- 5 傅小伟,黄斌,陈波,等. 湿面保鲜工艺研究[J]. 中国粮油学报,2007,22(1):23~25,34.
Fu Xiaowei, Huang Bin, Chen Bo, et al. Technology for preservation of wet noodles[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2007,22(1):23~25,34. (in Chinese)
- 6 张洪霞,马小愚. 稻米食用品质的力学指标主成分分析[J]. 农业机械学报,2008,39(7):90~94.
Zhang Hongxia, Ma Xiaoyu. Principal component analysis on taste quality of brown rice based on mechanical indexes of cooked rice grain[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008,39(7):90~94. (in Chinese)
- 7 裴鑫德. 多元统计分析及应用[M]. 北京:北京农业大学出版社,1991:158~163.
- 8 杨坚,童华荣,贾利蓉. 豆腐乳感官和理化品质的主成分分析[J]. 农业工程学报,2002,18(2):131~135.
Yang Jian, Tong Huarong, Jia Lirong. Principal composition analysis of sensory and physiochemical quality of fermented bean curd[J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(2):131~135. (in Chinese)