

全麦粉对油炸方便面品质的影响

Effect of whole wheat flour on quality of Instant fried noodles

曹新蕾 王立 钱海峰 张晖 齐希光

CAO Xin-lei WANG Li QIAN Hai-feng ZHANG Hui QI Xi-guang

(江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:以全麦粉代替部分普通精制面粉,研究全麦粉对油炸方便面原料的糊化特性以及产品质构、颜色、脂肪含量及复水时间的影响。结果表明,全麦粉对方便面原料的峰值粘度、谷值粘度及最终粘度起显著负相关($P < 0.05$)作用。方便面质构方面,随着全麦粉取代量的增加,硬度降低,咀嚼性及回弹性下降,粘度增加;色泽变暗,红度加深;复水时间延长,当全麦粉替代量从 60% 提高到 80% 时,复水时间从 390 s 增加到 600 s。全麦粉替代量低于 80% 时,方便面的表面脂肪含量(SUOC)、结构脂肪含量(SOC)及总脂肪含量(TOC)均与全麦粉替代量呈正相关(分别从 2.31%, 17.55%, 19.86% 上升到 3.01%, 24.03%, 27.03%),当替代量超过 80% 后, SUOC 值、SOC 值及 TOC 值基本不变(分别为 3%, 19%, 27% 左右)。依据本试验结果,建议全麦方便面中全麦粉取代量为 60%。

关键词: 全麦粉; 油炸; 方便面; 品质

Abstract: The wheat flour was partly replaced by whole wheat flour (WWF) to make the instant fried noodles, the influence of WWF on the rheological property, texture, color, oil content and rehydration time of instant fried noodles had been studied. The RVA results showed that peak viscosity, minimum viscosity and final viscosity were significantly and negatively correlated to the replacement of WWF. With increasing amount of WWF, instant fried noodles' hardness, chewiness and resilience decreased, while adhesiveness increased. WWF darkened the surface color of the noodles, and the rehydration time was extended from 390 s to 600 s when the content of WWF increased from 60% to 80%. The addition of WWF respec-

tively increased the surface oil content (SUOC), structural oil content (SOC) and total oil content (TOC) from 2.31%, 17.55% and 19.86% to 3.01%, 24.03% and 27.03% respectively. However, when the content of WWF was more than 80%, the SUOC, SOC and TOC values were little changed (respectively about 3%, 19% and 27%). The suggesting substitution level of WWF was 60% based on the results of this research.

Keywords: whole wheat flour; fried; instant noodles; quality

方便面深受世界各国消费者的喜爱,是方便食品中最重要的产品之一^[1],中国的人均年消费量达到 30 包左右^[2]。作为世界小麦生产和消费大国,中国的方便面行业发展迅速,2014 年产量达到 1 025 万 t^[3],预计 2015 年产值将达 1 000 亿元^[4]。随着方便面产业的蓬勃发展,围绕其安全、健康方面的研究也逐渐成为热点。目前市场上销售的方便面大多为油炸方便面^[5],与非油炸方便面相比,它具有更好的食用品质和独特的风味^[6],但同时也存在着含油量较高(约 22%)的健康隐患问题。因此,越来越多的研究人员通过改善原料、改进加工工艺等方法来改善方便面的质量和品质,提高其营养价值^[7-9]。

精制面粉是方便面最主要的原料,随着人们对食品营养和健康关注的加强,越来越多的研究不再局限于单一的面粉,而是将一些营养价值较高的原料如燕麦^[10]、荞麦^[11]、青稞^[12]等加入到方便面的配方中。近年来,全谷物的概念逐渐为人们所熟知,以全麦粉为原料的全麦食品也逐渐走入人们的日常生活^[13]。与精制面粉相比,全麦粉包含了小麦籽粒全部的营养物质,含较多的膳食纤维、矿物质和抗氧化物质等,具有改善血脂、调节肠胃、预防心血管疾病等营养保健功能^[14-16]。目前,已有如全麦饼干^[17]、全麦沙琪玛^[18]、全麦馒头^[19]及全麦面条^[20]等多种全麦产品工艺被开发,但尚未有将全麦粉应用于方便面制作的相关研究报道。本试验以富含膳食纤维的全麦粉取代部分油炸方便面配方中的精制

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:31471617);国家“十二五”科技攻关项目(编号:2012BAD37B08-3);常熟市科技发展规划(农业)(编号:CN 201406)

作者简介:曹新蕾,女,江南大学在读硕士研究生。

通讯作者:王立(1978—),男,江南大学教授,博士。

E-mail: wl0519@163.com

收稿日期:2015-12-11

面粉,在研究全麦粉对方便面原料糊化性质的基础上,探索了全麦粉对方便面颜色、质构、复水性等品质的影响,以期为制备具有更高营养价值的全麦方便面提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 试验材料

- 精制面粉:滨州中裕食品有限公司;
- 全麦粉:中粮面业(海宁)有限公司;
- 棕榈油:中粮东海粮油工业(张家港)有限公司;
- 精制面粉与全麦粉的基本指标见表 1。

表 1 精制面粉和全麦粉的基本成分[†]

Table 1 The components of whole wheat flour and refined wheat flour (<i>n</i> =3)					%
样品	水分	蛋白质	灰分	粗纤维	
精制面粉	14.33±0.14 ^a	12.13±0.56 ^b	0.42±0.10 ^b	2.41±0.32 ^b	
全麦粉	10.36±0.04 ^b	13.21±0.20 ^a	1.68±0.13 ^a	12.06±0.46 ^a	

[†] 同列中不同字母表示有显著性差异($P<0.05$);a 为最大值。

1.1.2 试验仪器与设备

- 搅拌机:5K5SS 型,美国 Kitchen Aid 公司;
- 面条机:JMTD 168/140 型,北京东方孚德技术发展中心;
- 色彩色差计:CR-400 型,日本柯尼卡·美能达公司;
- 多功能油炸锅:YZ-3032-BC 型,广东友田家用电器有限公司;
- 物性分析仪:TA.XT2i 型,英国 Stable Micro System 公司;
- 快速粘度分析仪:RVA 4500 型,波通澳大利亚公司。

1.2 试验方法

1.2.1 方便面制作方法 原料粉与水在搅拌机里混合均匀,碳酸氢钠(1.5%)与食用盐(0.1%)预先溶解在水中,低速搅拌 2 min 后,高速搅打 8 min 至形成分散的小面团,室温条件下醒发 20 min,用面条机将分散的面团先压制成厚度约 6 mm 的面片,折叠后再碾压,调整两辊间距离,使面片经 4~5 组碾压厚度递减至最后厚度为 2 mm,压好的面片直接导入压条机切割为长 25 cm、宽 3 mm 的面条,常压蒸制 4 min 后油炸(160 ℃,75 s),冷却后密封待用。

1.2.2 全麦粉取代量对方便面原料粉糊化特性的影响 将全麦粉分别替代 20%,40%,60%,80% 和 100% 的精制面粉(以精制面粉计),与空白组对照,参考何敏^[21]的方法利用快速粘度分析仪(RVA)对样品淀粉糊化特性进行分析。

1.2.3 全麦粉对方便面品质的影响

(1) 脂肪含量及水分含量测定:以全麦粉取代不同比例的普通精制面粉制作成方便面,对邓璐璐等^[22]的方法略作改进测定不同全麦粉取代比例方便面的表面脂肪含量(surface oil content, SUOC)(取代比例:0%,20%,40%,60%,80%,100%);将湿面条(油炸前干基质量为 M_1)油炸一定时

间后,移出油锅,拍打滤网沥油 5 s 后,迅速浸没于无水乙醚中,20 s 后取出,滤去碎渣,将含有表面油脂的无水乙醚转移至干燥恒重后的烧瓶(M_2),待乙醚挥发干净之后将烧瓶放入 105 ℃ 烘箱烘干至恒重(M_3)。按式(1)计算表面脂肪含量:

$$SUOC = \frac{M_3 - M_2}{M_1} \times 100\%, \tag{1}$$

式中:
SUOC——表面脂肪含量,%。

油炸结束后,用有机溶剂将物料表面粘附的油洗脱后测得的干基物料中的脂肪含量即为结构脂肪含量(structural oil content, SOC)。测定 SOC 的方法在 Moreno 等^[23]的方法上略作改进。在除去表面油脂之后,待样品表面乙醚挥发后,将样品破碎,采用索式提取法测定脂肪含量^[24]。同时采用直接干燥法测定水分含量^[25](moisture content, MC)。SOC 与 MC 均以油炸前面条的干基计。

总脂肪含量(total oil content, TOC)为表面脂肪含量(SUOC)与结构脂肪含量(SOC)的总和。

(2) 方便面色度测定:以全麦粉替代不同比例的精制面粉(取代比例:0%,20%,40%,60%,80%,100%)制作成方便面,粉碎后小包密封,采用 CR-400 彩色色差计,使用 CIE-Lab 色度系统。

(3) 复水时间的测定:取 30 根 25 cm 长的面条放入 3 000 mL 沸水中,保持水处于 98~100 ℃ 微沸状态,从 2 min 开始每隔半分钟取出一根面条,晾制 2 min 后用两块玻璃片压扁,观察面条内部白硬心线,白硬心线消失时所记录的时间即为最佳复水时间^[26],设 2 次重复。

(4) 方便面质构的测定:以全麦粉替代不同比例的精制面粉(取代比例:0%,20%,40%,60%,80%,100%)制作成方便面,沸水煮制 4 min 后放入冷水中冷却 10 s,静置 2 min 后在质构仪上(压缩)模式下进行测定,采用 TA.XT2i 物性测试仪进行全质构测定,对 Wang 等^[27]所用方法进行适当改进:HDP/PFS 探头,压缩模式;参数设定:测前速度 4.00 mm/s,测试速度 1.0 mm/s,下压程度:70%,测后速度:1.0 mm/s,起点感应力 5 g,两次压缩之间的时间间隔 5 s。每次将 3 根面条平行放置于载物平台上的固定位置。

(5) 感官评定:目前,对于方便面品质的评价标准仍主要是采用传统的感官评定^[28],结合查阅得到的方便面感官评价标准和评价方法^[29-30],拟定了如表 2 所示的评分标准,以方便面的色泽、表观状态、复水性、光滑性、适口性、韧性、粘性、耐泡性为指标,邀请 10 位有经验的专业人员对经复水的全麦方便面进行感官评定,综合计算后得到感官评分。

2 结果与讨论

2.1 全麦粉取代量对方便面原料粉糊化特性的影响

淀粉是影响方便面品质的重要因素之一^[31]。RVA 是目前分析测试淀粉糊化特性的一种最有效的分析方法。试验中分别对全麦粉取代量为 0%,20%,40%,60%,80% 的混和粉进行 RVA 分析,结果见表 3。

表 2 方便面感官评分标准

Table 2 Sensory evaluation and scoring criteria of instant fried noodles

等级(分值)	色泽	表面形态	复水性	光滑性	适口性(软硬)	韧性	粘性	耐泡性
优 (90~100)	颜色均匀,光亮	表面结构细密光滑	复水好	光滑	适中无硬心	咬劲大、弹性好	咀嚼爽口、不粘牙、无夹生	耐泡性好
良 (80~90)	颜色略不均匀,光亮度稍差	略不光滑或略有分层	略不复水	略不光滑	略软或略硬	有咬劲和弹性	较爽口、略不粘牙或略夹生	耐泡性稍差
中 (70~80)	颜色不均匀,光亮度较差	稍有起泡或稍有分层	复水较差	不光滑	较软或较硬	稍有咬劲和稍有弹性	不爽口、稍粘牙或稍夹生	耐泡性较差
差 (0~70)	有焦、生现象,亮度差	起泡分层严重	不复水	非常不光滑	太软或太硬	咬劲差、弹性不足	非常不爽口、粘牙或夹生	不耐泡

表 3 不同取代量全麦粉与精制面粉混合粉的 RVA 分析结果[†]

Table 3 The RVA analysis results of the mixture of refined flour and whole wheat flour (*n*=3)

全麦粉替代量/%	峰值粘度/RVU	谷值粘度/RVU	粘度破损值/RVU	最终粘度/RVU	回冷值/RVU
0	1 383.33±3.48 ^a	1 078.00±7.00 ^a	305.33±7.51 ^b	2 049.00±3.21 ^a	971.00±4.93 ^a
20	1 165.67±19.53 ^b	794.33±15.88 ^b	371.33±6.69 ^a	1 718.33±23.78 ^b	927.50±14.50 ^b
40	1 048.33±7.26 ^c	672.33±6.89 ^c	376.00±4.62 ^a	1 583.00±12.12 ^c	911.00±5.51 ^b
60	945.00±0.58 ^d	572.67±5.36 ^d	372.33±4.81 ^a	1 454.67±7.75 ^d	892.67±12.17 ^{bc}
80	894.33±2.91 ^e	519.33±3.84 ^e	375.00±4.73 ^a	1 378.67±6.17 ^e	868.67±7.86 ^{cd}
100	832.00±3.61 ^f	468.67±1.20 ^f	363.33±2.67 ^a	1 317.33±3.33 ^f	849.67±3.18 ^d

† 同列中不同字母表示有显著性差异(P<0.05);a 为最大值。

由表 3 可知,全麦粉的含量对混合粉的淀粉糊化特性有显著影响,随着全麦粉替代量的增加,混合粉的峰值粘度、谷值粘度及最终粘度均有明显降低,与全麦粉替代量呈显著负相关。随着全麦粉取代量由 0% 增加到 100%,混合粉的峰值粘度和谷值粘度分别从 1 383.33 RVU 和 1 078.00 RVU 降低至 832.00 RVU 和 468.67 RVU,推测原因是全麦粉中含量较高的纤维(12.06%)阻碍了淀粉与水接触,使混合粉中淀粉结合水的能力降低,影响淀粉糊化;与精制面粉相比,全麦粉的最终粘度由 2 049.00 RVU 降低至 1 317.33 RVU(降低 731.67%),可能是全麦粉中的纤维影响淀粉与水接触糊化,从而使淀粉最终形成凝胶的能力降低。郝春明^[32]在研究全麦粉的制备及品质特性时也发现,回添麸皮的全麦粉的峰值黏度显著低于面粉,认为是麸皮中较大的纤维颗粒会与淀粉相互作用,阻碍淀粉的有序化,从而影响淀粉糊化。

2.2 全麦粉取代量对方便面品质的影响

2.2.1 全麦粉取代量对方便面色度的影响 色泽是评价方便面的重要感官指标,也是直接影响消费者第一感官印象及对方便面质量优劣判断的重要因素。以全麦粉替代不同比例的精制面粉(取代比例:0%,20%,40%,60%,80%,100%)制作成方便面,粉碎,过 60 目筛,进行色度测定,结果见表 4。

L^{*}、*a*^{*}、*b*^{*} 是表示色度的常用指标。*L*^{*} 值表示黑—白值,数值越大表示样品越白越明亮;*a*^{*} 值表示红—绿值,值越大则样品越红;*b*^{*} 值表示黄—蓝值,值越大则样品越黄。由表 4 可知,随着全麦粉替代量从 0% 增加到 100%,*L*^{*} 值由 81.37 降到 59.85,而 *a*^{*} 值由 0.48 上升到 7.40,*b*^{*} 值没有显

表 4 全麦粉替代量对方便面色度的影响[†]

Table 4 Effect of whole wheat flour on the colour of instant fried noodles (*n*=4)

全麦粉替代量/%	<i>L</i> [*]	<i>a</i> [*]	<i>b</i> [*]
0	81.37±0.17 ^a	0.48±0.07 ^f	22.10±0.29 ^a
20	73.54±0.44 ^b	3.40±0.10 ^e	20.14±0.27 ^b
40	67.27±0.57 ^c	5.46±0.14 ^d	20.11±0.12 ^b
60	64.70±0.12 ^d	6.10±0.04 ^c	20.18±0.06 ^b
80	59.92±0.10 ^e	7.37±0.07 ^b	21.77±0.18 ^b
100	59.85±0.31 ^e	7.40±0.06 ^a	21.66±0.11 ^a

† 同列中不同字母表示有显著性差异(P<0.05);a 为最大值。

著性差异,说明用全麦粉替代普通精制面粉使得方便面的亮度降低,红度提高,黄度没有明显的变化,整体颜色显著加深,即方便面颜色逐渐加深且偏红。可能是全麦粉保留了麸皮和胚芽,糖类、蛋白质以及多酚氧化酶等成分的含量均高于精制面粉,同时小麦中的色素也主要集中在麸皮,麦麸中多酚氧化酶及过氧化物酶能将全麦粉中的酚类物质氧化生成褐色物质,从而导致面条颜色变深,使得油炸后方便面的白度下降,红度加深,这与 Barros 等^[33]在全麦墨西哥面饼的研究中的结果类似。

2.2.2 全麦粉取代量对方便面脂肪及水分含量的影响 对不同全麦粉取代量(取代比例:0%,20%,40%,60%,80%,100%)的方便面进行表面脂肪含量(surface oil content, SUOC)、结构脂肪含量(structural oil content, SOC)、总脂肪含量(total oil content, TOC)及水分含量(moisture content, MC)的测定,结果见表 5。

表 5 全麦粉取代量对方便面脂肪及水分含量的影响[†]

Table 5 Effect of whole wheat flour on the oil content and moist content of instant fried noodles (*n*=4) %

全麦粉 替代量	SUOC	SOC	TOC	MC
0	2.31±0.01 ^a	17.55±0.27 ^c	19.86±0.36 ^d	3.08±0.13 ^a
20	2.54±0.14 ^a	19.05±0.50 ^d	21.58±0.63 ^{cd}	2.87±0.10 ^a
40	2.69±0.01 ^a	20.94±0.44 ^c	23.63±0.45 ^{ab}	2.44±0.05 ^b
60	2.83±0.03 ^a	22.36±0.04 ^b	25.18±0.06 ^{ab}	2.42±0.08 ^{bc}
80	2.97±0.45 ^a	24.11±0.25 ^a	27.07±27.07 ^a	2.40±0.01 ^b
100	3.01±0.21 ^a	24.03±0.06 ^a	27.03±0.14 ^a	2.04±0.04 ^c

[†] 同列中不同字母表示有显著性差异(*P*<0.05);*a*为最大值。

有研究^[34]表明,将小麦麸皮与燕麦麸皮加入到油炸速食意面中可使其脂肪含量降低约2%,认为:麸皮中的β葡聚糖等可溶性膳食纤维有助于面筋网络结构的形成,从而使面条质构更加完整有序,同时,可溶性膳食纤维能够提高面团的持水性,从而降低油炸过程中水分的蒸发和油脂的摄入。然而,由表5可知,全麦粉的添加会使油炸方便面的脂肪含量有所升高。全麦粉替代量较低时(<20%),方便面SOC值略有升高;随着全麦粉替代量的增加(20%~80%),方便面SOC值从19.05%上升至24.11%;全麦粉取代量为80%和100%的方便面的SOC值均为24%左右。从趋势看,全麦方便面的SOC值与全麦粉取代量呈正相关,可能是全麦粉中纤维含量较高,其中不可溶性膳食纤维会阻碍面筋三维网络结构的形成,而完整有序的面筋结构有利于面条在油炸过

程中保持水分,减少水分蒸发,是方便面具有较低脂肪含量的重要因素之一^[33];同时,全麦粉中的膳食纤维也会对淀粉的糊化产生一定影响,不可溶性膳食纤维会阻碍淀粉与水的结合,降低淀粉最终形成凝胶的能力,影响方便面油炸过程中的水分蒸发和油脂摄入,从而影响方便面的SOC值,这一点也与不同全麦粉取代量的混合粉RVA结果相符;另外,随着全麦粉替代量的增加,方便面SUOC值从2.31%升高至3.01%。研究^[35]表明,油炸食品的SUOC值与食品的表面粗糙度呈显著正相关。加入了全麦粉的方便面表面没有普通方便面表面光滑,因而在油炸过程中表面会附着多余油脂,使方便面的SUOC值升高。方便面SOC值及SUOC值的升高导致TOC值也随全麦粉取代量的增加而升高(从19.86%升高至27.03%)。

与TOC值相对应,MC值与全麦粉取代量呈负相关,全麦粉取代量从0%增加到100%对应方便面MC值从3.08%降至2.04%,全麦粉取代量40%~80%时方便面的MC值变化不大,为2.4%左右。

2.2.3 全麦粉取代量对方便面质构的影响 由表6可知,随着全麦粉添加量的增加,全麦方便面的硬度降低,咀嚼性和回弹性变差,粘性增加。研究表明,蛋白质的含量与品质对方便面质构有很大影响^[36-37],全麦粉中的不可溶性膳食纤维会对面筋产生破坏和稀释,影响面筋网状结构的形成,进而降低了复水后方便面的硬度,Choy等^[38]在研究乙酰化马铃薯淀粉和羧甲基纤维素钠对油炸方便面品质的影响时也得到了类似的结果;另外,蛋白面筋网络的破坏还会影响到面条的咀嚼性与回弹性,随着全麦粉取代量的增加,面条

表 6 全麦粉取代量对方便面质构的影响[†]

Table 6 Effect of whole wheat flour on the texture of instant fried noodles (*n*=10)

全麦粉替代量/%	硬度/g	粘性/g	胶黏性/g	咀嚼性/g	回弹性/g
0	4 212.98±74.94 ^a	−58.70±3.26 ^b	3 037.71±68.53 ^a	2 875.23±72.20 ^a	0.40±0.01 ^a
20	4 006.46±46.30 ^a	−57.80±5.02 ^b	2 817.93±56.53 ^{ab}	2 649.00±58.53 ^{ab}	0.39±0.01 ^{ab}
40	3 988.57±28.72 ^a	−54.28±3.97 ^{ab}	2 658.24±47.60 ^{bc}	2 412.04±68.70 ^{bc}	0.36±0.01 ^{bc}
60	3 746.62±34.62 ^b	−54.56±4.91 ^{ab}	2 466.93±55.53 ^{cd}	2 231.73±53.94 ^{cd}	0.36±0.01 ^c
80	3 722.84±44.57 ^b	−48.47±2.56 ^{ab}	2 246.66±49.73 ^{de}	2 031.55±68.53 ^d	0.32±0.01 ^d
100	3 710.98±42.66 ^b	−41.38±2.95 ^a	2 216.70±28.36 ^f	1 985.50±51.12 ^d	0.33±0.01 ^d

[†] 同列中不同字母表示有显著性差异(*P*<0.05);*a*为最大值。

的咀嚼性和回弹性分别从2 875.23 g和0.40 g降低至1 985.50 g和0.33 g,与全麦粉取代量呈负相关;Wu等^[31]在研究小麦粉的组成、蛋白质和淀粉品质特性对方便面含油量的影响时发现淀粉的糊化特性与粘度呈负相关,随着全麦粉取代量的增加,方便面粘度的升高可能与混合粉中淀粉糊化特性的降低有关。

2.2.4 不同全麦粉替代量方便面复水时间的差异 由图1可知,随着全麦粉替代量的增加,全麦方便面的复水时间有所增加(从330 s上升至630 s)。研究^[39]表明,油炸方便面的复水时间与方便面内部的孔隙大小、结构及方便面的熟化程度密切相关,孔隙结构均一规则、熟化度高的方便面复水性

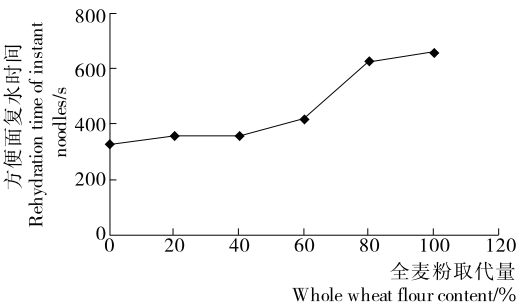


图 1 全麦粉替代量对方便面复水时间的影响

Figure 1 Effect of whole wheat flour on the rehydration time of instant fried noodles

能较好,复水时间较短。全麦粉中的不可溶性纤维会阻碍淀粉与水接触糊化,影响方便面的熟化,同时,纤维的存在也会影响面条在制作过程中面筋网络结构的形成,不利于面条内部形成大小均一、形状规则的孔隙,从而使水分在复水过程中渗入变得困难,复水时间变长。

3 结论

从原料糊化特性分析发现,全麦粉与精制面粉混合粉的峰值粘度、谷值粘度及最终粘度与全麦粉取代量呈显著负相关($P<0.05$)。从方便面色度、脂肪和水分含量、质构、复水性时间等方面看,随着全麦粉替代量的增加,方便面的白度下降,红度加深,即方便面颜色逐渐加深且偏红;全麦粉取代量与全麦方便面的 SUOC 值、SOC 值和 TOC 值呈正相关,MC 值呈负相关,全麦粉替代量大于 80% 后方便面脂肪含量变化不大。质构分析的结果显示,随着全麦粉取代量的增加,方便面硬度减小,咀嚼性与回弹性减弱,粘性增加。不同全麦粉替代量的方便面在复水时间上也存在差异,随着全麦粉替代量的增加,全麦方便面的复水时间延长,当全麦粉替代量从 60% 提高到 80% 时,复水时间显著延长(从 390 s 增加到 600 s)。

参考文献

[1] Yadav D N, Rajan A. Fibres as an additive for oil reduction in deep fat fried poori [J]. Journal of food science and technology, 2012, 49(6): 767-773.

[2] 孙定红, 陈洁. 国外方便面行业发展现状及趋势研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(36): 21 088-21 090.

[3] 中商情报网. 2014 年中国方便面产量统计分析[EB/OL]. [2015-02-04]. [http://www. askci. com/chanye/2015/02/04/161753eckb. shtml](http://www.askci.com/chanye/2015/02/04/161753eckb.shtml).

[4] 林艳桃. 国内外方便面行业发展现状及趋势[J]. 粮食科技与经济, 2014, 39(2): 66-68.

[5] Gulia N, Dhaka V, Khatkar B S. Instant noodles: processing, quality, and nutritional aspects [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2014, 54(10): 1 386-1 399.

[6] 岑军健. 工艺创新: 非油炸方便面产业将突破困境[J]. 食品与机械, 2011, 27(1): 5-6.

[7] Choy A, Morrison P D, Hughes J G, et al. Quality and antioxidant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour [J]. Journal of Cereal Science, 2013, 57(3): 281-287.

[8] Ahn C, Nam H, Shin J, et al. Effects of gluten and soybean polypeptides on textural, rheological, and rehydration properties of instant fried noodles [J]. Food Science and Biotechnology, 2006, 15(5): 698-703.

[9] Sudha M L, Rajeswari G, Rao G V. Influence of defatted soy flour and whey protein concentrate on dough rheological characteristics and quality of instant vermicelli [J]. Journal of Texture Studies, 2011, 42(1): 72-80.

[10] 马萨日娜. 方便燕麦面加工工艺的研究[D]. 内蒙古: 内蒙古大学, 2011: 15-33.

[11] Choy A, Morrison P D, Hughes J G, et al. Quality and antiox-

idant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour [J]. Journal of Cereal Science, 2013, 57(3): 281-287.

[12] 袁嫦静. 中国杂粮方便面创新实现重大突破——中国杂粮方便食品产业创新发展研讨会暨玖玖爱系列健康方便面鉴评意见发布在京召开[J]. 食品工业科技, 2013, 34(23): 18-19.

[13] Nedeljkovic N, Sakac M, Mandic A, et al. Rheological properties and mineral content of buckwheatenriched wholegrain wheat pasta [J]. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 2014, 20(1): 135-142.

[14] Maccaferri S, Klinder A, Cacciatore S, et al. In vitro fermentation of potential prebiotic flours from natural sources: impact on the human colonic microbiota and metabolome [J]. Molecular Nutrition & Food Research, 2012, 56(8): 1 342-1 352.

[15] Liyana-Pathirana C M, Shahidi F. Antioxidant and free radical scavenging activities of whole wheat and milling fractions [J]. Food Chemistry, 2007, 101(3): 1 151-1 157.

[16] Adam A, Lopez H W, Leuillet M, et al. Whole wheat flour exerts cholesterol-lowering in rats in its native form and after use in bread-making [J]. Food Chemistry, 2003, 80(3): 337-344.

[17] Vuji C L, Vitali Cepo D, Šebe Ći C B, et al. Effects of pseudo-cereals, legumes and inulin addition on selected nutritional properties and glycemic index of whole grain wheat-based biscuits [J]. Journal of Food & Nutrition Research, 2014, 53(2): 152-161.

[18] Wang Li, Deng Lu-lu, Wang Ying-yao, et al. Effect of whole wheat flour on the quality of traditional Chinese Sachima [J]. Food Chemistry, 2014, 152(1): 184-189.

[19] 汪丽萍, 刘艳香, 田晓红, 等. 全麦馒头制作工艺研究[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(5): 12-15.

[20] 唐晓珍, 位思清, 马明, 等. 山农大黑, 紫粒小麦全麦粉面条的品质评价[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(9): 5-9.

[21] 何敏. 基于 RVA 法研究大麦预发芽与安全储存期的预测[D]. 无锡: 江南大学, 2012: 9-12

[22] 邓璐璐, 王立, 钱海峰, 等. 全麦粉对沙琪玛油炸条在油炸过程中传质动力学的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(5): 49-54.

[23] Moreno M C, Brown C A, Bouchon P. Effect of food surface roughness on oil uptake by deep-fat fried products [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 101(2): 179-186.

[24] 中华人民共和国卫生部. GB 5009.3—2010 食品安全国家标准食品中水分的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.

[25] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 14772—2008 食品中粗脂肪的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.

[26] 张艳, 阎俊, 王德森, 等. 中国面条的标准化实验室制作与评价方法研究[J]. 麦类作物学报, 2007, 27(1): 158-165.

[27] Wang Li, Hou Guo-quan, Hsu Ya-hsuan, et al. Effect of phosphate salts on the Korean non-fried instant noodle quality [J]. Journal of Cereal Science, 2011, 54(3): 506-512.

[28] 中华人民共和国国内贸易部. LS/T 3211—1995 方便面(非正式标准)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.

(下转第 242 页)

phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents[J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1965, 16(3): 144-158.

[13] Bajaj K L, Kaur G. Colorimetric determination of capsaicin in capsicum fruits with the Folin-Ciocalteu reagent [J]. Microchimica Acta, 1979, 71(1): 81-86.

[14] Ainsworth E A, Gillespie K M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent [J]. Nat. Protocols, 2007, 2 (4): 875-877.

[15] Van Alstyne K. Comparison of three methods for quantifying brown algal polyphenolic compounds[J]. Journal of Chemical Ecology, 1995, 21(1): 45-58.

[16] 徐国前, 栾丽英, 焦旭亮, 等. 测定葡萄与葡萄酒总酚的二次回归正交旋转优化设计[J]. 果树学报, 2011(3): 531-535.

[17] 徐国前, 张振文, 郭安鹊, 等. 微量, 快速测定葡萄与葡萄酒总酚[J]. 食品科学, 2010, 31(18): 268-270.

[18] Schofield P, Mbugua D M, Pell A N. Analysis of condensed tannins: a review[J]. Animal Feed Science and Technology, 2001, 91(1): 21-40.

[19] Graham H D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40(5): 801-805.

[20] 刘松, 李俊清, 廖蓉苏. 普鲁士兰法测定胡杨中植物多酚含量[J]. 林业科技开发, 2007, 21(2): 42-44.

[21] 蒋晓岚, 孟菲, 刘亚军, 等. 茶树根原花青素提取工艺及检测方法的优化[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(6): 891-898.

[22] 赵平, 刘俊英, 张月萍. 香草醛法测定原花青素物质的量浓度[J]. 中国食品添加剂, 2011(3): 219-224.

[23] 李春阳, 许时婴, 王璋. 低浓度香草醛—盐酸法测定葡萄籽, 梗中原花青素含量的研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(6): 128-130.

[24] 叶卉. 酸枣皮中多酚类物质的提取分离及其活性的研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2009: 11-12.

[25] 王凤霞. 气相色谱在食品分析中的应用[D]. 烟台: 烟台大学, 2013: 3-4.

[26] 廖立敏. 红葡萄酒香气成分色谱保留时间模拟[J]. 分析科学学报, 2015, 31(5): 622-626.

[27] 王华, 宋建强, 梁艳英, 等. 搅拌棒萃取—气相色谱—质谱联用法分析‘媚丽’桃红葡萄酒中的香气成分[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 177-181.

[28] 张予林, 魏冬梅, 袁春龙, 等. 色谱分析在葡萄酒分析中的应用[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2003(2): 52-54.

[29] 刘波平, 周妍, 罗香, 等. 顶空毛细管气相色谱法测定茶多酚中有机溶剂的残留量[J]. 分析试验室, 2007, 26(4): 44-44.

[30] 孙仁弟, 杨瑞花. 顶空毛细管气相色谱法测定丹参多酚酸盐原料中乙醇残留量[J]. 中国药师, 2013, 16(8): 1 127-1 128.

[31] 奕天罡, 李攻科. 固相微萃取—衍生化法与气相色谱—质谱联用分析葡萄酒中多酚类化合物[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2001, 40(1): 54-57.

[32] 胡滨, 陈一资, 胡惠民. 高效液相色谱法在食品快速检测中的应用[J]. 农产品加工, 2007(2): 33-35.

[33] 侯冬岩, 回瑞华, 李铁纯, 等. 高效液相色谱法对绿茶中茶多酚含量的测定[J]. 食品科学, 2010, 31(24): 305-307.

[34] 马丽艳, 李丽, 孙爱东, 等. 高效液相色谱法同时测定葡萄酒中八种有机酸的研究[J]. 酿酒, 2010, 37(4): 62-65.

[35] 成宇峰. 葡萄与葡萄酒单体酚分析测定方法的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008: 10-20.

[36] 张贵娟, 杨涛, 罗非君, 等. 白藜芦醇的提取与检测方法研究进展[J]. 食品与机械, 2013, 29(2): 234-237.

[37] Harbertson J F. Tannin in Skins and Seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot noir Berries during Ripening[J]. American Journal of Enology & Viticulture, 2002, 53 (1): 54-59.

[38] Brooks L, McCliskey L, McKesson D, et al. Adams-harbertson protein recipitation-based wine tannin method found invalid[J]. Food Composition and Additives, 2008, 91(5): 1 090-1 094.

[39] 张振文, 宁鹏飞, 张军贤, 等. 葡萄酒缩合单宁测定方法的比较研究[J]. 食品科学, 2012(20): 233-237.

[40] 胡立志, 袁春龙, 袁琳. 蛋白—单宁沉淀法测定葡萄籽中单宁含量[J]. 北方园艺, 2012(14): 23-26.

(上接第 197 页)

[29] Polpuech C, Chavasit V, Srichakwal P, et al. Effects of fortified lysine on the amino acid profile and sensory qualities of deep-fried and dried noodles [J]. Malaysian journal of nutrition, 2011, 17(2): 237-248.

[30] 欧阳一非, 薛丹, 高海燕, 等. 基于决策树方法的油炸型方便面品质评价研究[J]. 食品科学, 2009(5): 27-32.

[31] Wu J, Aluko R E, Corke H. Partial least-squares regression study of the effects of wheat flour composition, protein and starch quality characteristics on oil content of steamed-and-fried instant noodles [J]. Journal of Cereal Science, 2006, 44(2): 117-126.

[32] 郝春明. 全麦粉的制备及其品质特性研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013: 20-25.

[33] Barros F, Alviola J N, Rooney L W. Comparison of quality of refined and whole wheat tortillas [J]. Journal of cereal science, 2010, 51(1): 50-56.

[34] Sudha M L, Rajeswari G, Venkateswara Rao G. Effect of wheat and oat brans on the dough rheological and quality characteristics of instant vermicelli [J]. Journal of Texture Studies, 2012, 43(3): 195-202.

[35] Moreno M C, Brown C A, Bouchon P. Effect of food surface roughness on oil uptake by deep-fat fried products [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 101(2): 179-186.

[36] Gulia N, Khatkar B S. Relationship of dough thermomechanical properties with oil uptake, cooking and textural properties of instant fried noodles [J]. Food Science and Technology International, 2014, 20(3): 171-182.

[37] 钱银川. 面粉特性与方便面品质[J]. 食品科技, 2000(4): 52-54.

[38] Choy A L, May B K, Small D M. The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles [J]. Food Hydrocolloids, 2012, 26(1): 2-8.

[39] Gulia N, Khatkar B S. Effect of processing variables on the oil uptake, textural properties and cooking quality of instant fried noodles [J]. Journal of Food Quality, 2013, 36(3): 181-189.