

细度对挤压麦麸理化特性及其全麦粉加工品质特性的影响

刘艳香¹,汪丽萍¹,张敏²,蔡亭³,刘明¹,

田晓红¹,吴娜娜¹,翟小童¹,谭斌¹

(1. 国家粮食局科学研究院,北京 100037;2. 北京工商大学食品学院,北京 100048;

3. 湖南粮食集团,湖南长沙 410004)

摘要:以挤压麦麸(粗麸、细麸、胚芽、次粉混合料)为原料,研究筛分细度(粒径44.15~198.48 μm)对挤压麦麸的理化特性及其全麦粉加工品质特性的影响。结果表明:随着筛分目数的增加,挤压麦麸的粒径范围分布变窄;筛分细度对其戊聚糖、阿魏酸含量的影响较大;对其持水性、溶胀性的影响较小,对全麦粉的糊化特性、粉质特性的影响较小;挤压处理麦麸混合料可获得较均一的麦麸产品。

关键词:筛分细度;挤压麦麸;全麦粉

中图分类号:TS 213.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)02-0047-04

Effects of sieving fineness on the physicochemical properties of extruded wheat bran and processing qualities of whole wheat flour

LIU Yan-xiang¹, WANG Li-ping¹, ZHANG Min², CAI Ting³, LIU Ming¹,

TIAN Xiao-hong¹, WU Na-na¹, ZHAI Xiao-tong¹, TAN Bin¹

(1. Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037;

2. School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048;

3. Hunan Grain Group, Changsha Hunan 410004)

Abstract: Took extruded wheat bran (the mixture of crude bran, fine bran, wheat germ and wheat shorts) as raw material, the effects of sieving fineness (44.15~198.48 μm) on the physicochemical properties of extruded wheat bran and processing quality of whole-wheat flour were investigated. Results showed that with sieve mesh being increased, particle size distribution in extruded wheat bran became narrow; sieving fineness had great influence on the content of pentosan and ferulic acid, while a little influence on holding water capacity and swelling property of extruded wheat bran, and pasting properties and farinograph properties of whole-wheat flour; The uniformity can be obtained for wheat bran products by being extruded.

Key words: sieving fineness; extruded wheat bran; whole wheat flour

全谷物富含膳食纤维、各种微量营养素和生物活性物质,得到了越来越多的关注和发展^[1-3]。全麦粉是全谷物中重要的组成部分,全麦粉的加工品质及产品研发已成为研究热点。目前,国际上全麦粉的生产主要分为三种方式:一是以整粒小麦为原料直接通过高效撞击磨进行碾磨制粉,利用撞击过

程中的瞬间高温区进行灭酶灭菌;二是先制备小麦粉,再将经稳定化处理后的麦麸皮和胚芽回添,与小麦粉混合;三是通过石磨工艺制备全麦粉。由于麸皮的存在,质地坚韧、口感差影响全麦粉的加工品质。汪丽萍等将粗麸、细麸、胚芽、次粉按各自出粉比例混合后通过挤压灭酶灭菌技术回添制备全麦粉。该技术保留了整粒小麦的营养价值,改善了麦麸的适口性,稳定控制小麦粉中损伤淀粉的含量,提高了全麦粉的储藏稳定性^[4-7]。全麦食品(面包、馒头、挂面等)的加工品质对麦麸粒度要求

收稿日期:2015-09-17

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(ZX1506)

作者简介:刘艳香,1982年出生,女,助理研究员。

通讯作者:谭斌,1972年出生,男,研究员。

不同^[8-11],为了获得不同粒度的麦麸,需要通过筛分、微粉碎^[12-13]。田晓红等开展了挤压麦麸粗细度对全麦挂面品质的影响研究,得出适宜制作优质全麦粉挂面的麸皮粗细度范围为 ≥ 80 目^[14]。目前关于挤压回添技术处理麦麸混合料能否得到均一挤出料,筛分、微粉碎对不同目数麦麸组成产生的影响等方面的研究较少。

本实验利用挤压稳定化处理的麦麸混合料为原料,采用筛分、微粉化制备不同粒径的麦麸,探讨筛分粗细度对挤压麦麸组分、理化特性及其全麦粉加工品质的影响,以期为全麦食品专用粉的标准体系建设及研制提供相关参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 实验材料

粗麸皮(11%)、细麸皮(13%)、胚芽(1%)、次粉(5%)、小麦芯粉(70%)等原料采自古船面粉厂。各种化学试剂均为分析纯。

1.1.2 实验设备

SLG 30-IV 双螺杆挤压实验机:济南赛百诺科技开发有限公司;WF-AOB 万能粉碎机:南京鑫长江制药设备有限公司;LHC-3 型气旋式气流微粉碎机:潍坊正远粉体工程设备有限公司;Mastersizer2000 激光粒度仪:英国马尔文仪器有限公司;RAPID N CUBE 全自动快速定氮仪:德国元素分析系统公司;Series 3 RVA 快速黏度测定仪:澳大利亚 Newport Scientific Pty 有限公司;T6 新世纪紫外可见分光光度计:北京普析通用仪器有限责任公司;Agilent-1260 高效液相色谱仪:安捷伦科技有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 不同粒径麦麸粉和全麦粉的制备

将从面粉厂采集得到的粗麸、细麸、胚芽和次粉按各自出粉比例混合后进行挤压膨化处理,得到挤压膨化料,将其粉碎后制得麦麸粉 A,麦麸粉 A 经 60、80、100 目筛筛理后,分别制得麦麸粉 B、麦麸粉 C 和麦麸粉 D,经超微粉碎机粉碎制得麦麸超微粉 E。将不同粒径麦麸粉与小麦芯粉按出粉比例进行复配,制得全麦粉。

1.2.2 理化指标测定

粒径分布:采用激光粒度仪测定。

水分含量:采用 AACC 44-19,135℃烘箱干燥法进行测定。

淀粉含量:采用 AACC 76-13,总淀粉含量分析方法进行测定。

蛋白含量:采用 NY/T 2007-2011 谷类、豆类

粗蛋白质含量的测定 杜马斯燃烧法进行测定。

烷基间苯二酚:采用文献^[15]的方法进行测定。

戊聚糖含量:采用文献^[16]的方法进行测定。

阿魏酸提取:参照 Adom 等^[17]的方法,稍作改动。称取 1.00 g 样品放入到 50 mL 的塑料离心试管中,加入 40 mL 甲醇,超声提取(在 40℃下超声提取 30 min),在 3 500 r/min 下离心 10 min,取上清液,操作重复 1 次,合并上清液,在 40℃下旋转蒸干后甲醇定容至 2 mL,得到阿魏酸提取液。

液相分析条件:采用紫外检测器,色谱柱:Agilent TC-C₁₈ 5 μm × 4.6 mm × 250 mm;柱温:30℃;流动相 A 为甲醇,流动相 B 为 V_{超纯水}:V_{乙酸} = 99.5:0.5,流速:1 mL/min;洗脱程序:0~30 min,60% A:40% B;检测波长为 300 nm。根据保留时间及吸收光谱与标准品阿魏酸对照进行定性,峰面积外标法进行定量。

持水性的测定:采用郭婷等持水性的测定方法^[18]。

溶胀性的测定:采用李书国等测定溶胀性的方法^[19]。

1.2.3 加工品质指标测定

糊化特性测定:参考 AACC 76-21 快速粘度分析仪测定小麦或黑麦的一般糊化法进行测定。

粉质特性:采用 GB/T 14614-2006/ISO 5530-1:1997 粉质仪法进行测定。

1.3 数据处理

实验数据采用均值±标准偏差表示,用 SPSS 软件中 Duncan 方法进行分析。

2 结果与分析

2.1 筛分粗细度对麦麸粉理化特性的影响

图 1 和表 1 是麦麸粉的粒径分布情况。由表 1 可知 A、B、C、D、E 麦麸粉的粒径分别为:198.48 ± 0.14 μm、158.81 ± 2.11 μm、100.57 ± 2.23 μm、77.08 ± 0.16 μm、44.15 ± 0.31 μm。由图 1 可知,筛分使麦麸粉的粒径分布范围变窄,微粉碎麦麸粉趋于正态分布。

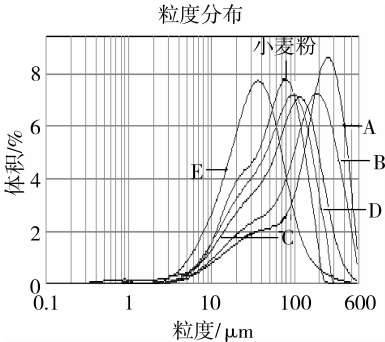


图 1 麦麸粉的粒径分布

表 1 麦麸粉的粒径分布

麦麸粉	粒径/ μm
A	198.48 ± 0.14^a
B	158.81 ± 2.11^b
C	100.57 ± 2.23^c
D	77.08 ± 0.16^d
E	44.15 ± 0.31^e

注:同列数据不含相同字母表示差异显著($P < 0.05$, $n = 3$)。

2.1.1 筛分细度对麦麸粉基本组分的影响

不同粒径麦麸粉的基本组分情况见表 2。基于麦麸粉的组成,考察筛分对麦麸粉的主要组分总淀粉、蛋白质,功能组分烷基间苯二酚、戊聚糖、

阿魏酸等的影响。由表 2 可知,麦麸 A 经筛分后,麦麸粉的组分含量存在差异性,其中戊聚糖含量差别较大;淀粉、蛋白、烷基间苯二酚、戊聚糖、阿魏酸的变异系数分别为:1.17%、2.90%、7.56%、11.12%、24.97%,变幅分别为 39.20%~40.38%、18.33%~19.54%、340.93~421.49 $\mu\text{g/mL}$ 、10.25%~14.91%、0.87~1.58 $\text{mg}/100\text{ g}$ 。由变异系数分析可知,筛分对戊聚糖、阿魏酸的含量影响较大,对其他组分的影响较小。可能是麦麸细度影响戊聚糖、阿魏酸的提取率,进而影响了其实际含量。可见挤压处理麦麸混合料可以获得组成均一性较好的麦麸产品。

表 2 不同粒径麦麸粉的基本组分

麦麸粉	淀粉含量/%	蛋白含量/%	烷基间苯二酚/($\mu\text{g/mL}$)	戊聚糖含量/%	阿魏酸/($\text{mg}/100\text{ g}$)
A	39.20 ± 0.88^b	18.37 ± 0.05^c	391.08 ± 5.31^a	14.91 ± 0.18^a	1.58 ± 0.01^a
B	40.38 ± 1.45^b	18.33 ± 0.31^c	340.93 ± 14.30^b	12.95 ± 0.14^b	0.87 ± 0.02^b
C	39.80 ± 1.14^b	19.26 ± 0.07^b	391.07 ± 9.74^a	11.07 ± 0.58^c	1.42 ± 0.10^a
D	39.99 ± 1.15^a	19.54 ± 0.01^a	421.49 ± 7.90^a	10.25 ± 0.54^d	0.89 ± 0.02^b
E	40.26 ± 0.49^b	18.63 ± 0.01^c	397.55 ± 20.19^a	13.07 ± 0.44^b	1.03 ± 0.02^b
平均值	39.93	18.83	388.42	12.45	1.16
标准差	0.47	0.55	29.35	1.38	0.29
变异系数/%	1.17	2.90	7.56	11.12	24.97
变幅	39.20~40.38	18.33~19.54	340.93~421.49	10.25~14.91	0.87~1.58

注:同列数据不含相同字母表示差异显著($P < 0.05$, $n = 3$),其中蛋白质系数为 5.70,数据均以干基计。

2.1.2 筛分对麦麸粉的物理特性的影响

由表 3 可知,麦麸 A 经筛分后,其持水性值降低,溶胀性值除了麦麸 E 降低外其余均增加;差异性分析表明,筛分细度影响其持水性与溶胀性。原因可能是筛分细度降低,比表面积增大,水合作用增强,持水性、溶胀性增加,但其颗粒毛细结构部分破坏,纤维对水分的束缚力减少,最终导致持水性略降低,微粉后溶胀性降低。不同粒径麦麸粉的

表 3 不同粒径麦麸粉的持水性及溶胀性

样品	持水性/%	溶胀性/(mL/g)
A	310.56 ± 17.74^a	4.93 ± 0.01^b
B	286.51 ± 12.58^{ab}	5.14 ± 0.11^b
C	286.64 ± 1.57^{ab}	5.20 ± 0.22^b
D	281.54 ± 21.14^{ab}	5.78 ± 0.25^a
E	267.34 ± 6.75^b	4.61 ± 0.00^c
平均值	286.52	5.13
标准差	13.93	0.38
变异系数/%	4.86	7.45
变幅	267.34~310.56	4.61~5.78

注:同列数据不含相同字母表示差异显著($P < 0.05$, $n = 3$)。

持水性和溶胀性的变异系数分别为 4.86%、7.45%,变幅分别为 267.34%~310.56%、4.61~5.78 mL/g 。变异系数表明,筛分细度对持水性、溶胀性的影响较小。

2.2 麦麸筛分对全麦粉加工品质的影响

2.2.1 麦麸筛分对全麦粉糊化特性的影响

麦麸筛分对全麦粉糊化特性的影响实验结果见表 4。由表 4 可知,麦麸 A 经筛分、超微粉碎后,其全麦粉糊化特性的各指标值均略有增加。差异性分析表明,筛分细度对其全麦粉糊化特性的峰值时间、糊化温度的影响不显著($P > 0.05$);对峰值黏度、最低黏度、衰减值、最终黏度及回生值等指标的影响较小。挤压膨化麦麸 A~E 的全麦粉的峰值黏度、最低黏度、衰减值、最终黏度、回生值、峰值时间、糊化温度的变异系数分别为1.9%、1.0%、3.4%、1.5%、2.1%、0.7%、0.4%,变异系数较小,变幅较窄。糊化特性各指标的变异系数表明,筛分细度 44.15~198.48 μm 对其全麦粉的糊化特性的影响较小。

表4 不同粒径麦麸的全麦粉的糊化特性

全麦粉	峰值黏度/cp	最低黏度/cp	衰减值	最终黏度/cp	回生值/cp	峰值时间/min	糊化温度/℃
A-	1 566 ± 26 ^c	908 ± 7 ^b	659 ± 20 ^c	1 872 ± 22 ^c	964 ± 17 ^c	5.65 ± 0.04 ^a	63.20 ± 0.94 ^a
B-	1 627 ± 41 ^{ab}	932 ± 20 ^a	695 ± 23 ^{ab}	1 920 ± 30 ^{ab}	988 ± 11 ^{bc}	5.72 ± 0.08 ^a	63.10 ± 0.88 ^a
C-	1 581 ± 20 ^{bc}	916 ± 6 ^{ab}	665 ± 14 ^{bc}	1 889 ± 17 ^{bc}	973 ± 10 ^c	5.67 ± 0.07 ^a	63.50 ± 0.03 ^a
D-	1 632 ± 18 ^{ab}	929 ± 7 ^{ab}	704 ± 16 ^a	1 935 ± 11 ^a	1 006 ± 4 ^{ab}	5.76 ± 0.08 ^a	63.30 ± 0.52 ^a
E-	1 647 ± 33 ^a	927 ± 13 ^{ab}	720 ± 20 ^a	1 946 ± 32 ^a	1 019 ± 19 ^a	5.69 ± 0.03 ^a	63.80 ± 0.45 ^a
平均值	1 611	922	689	1 912	990	5.7	63.4
标准差	31	9	23	28	20	0.0	0.2
变异系数/%	1.9	1.0	3.4	1.5	2.1	0.7	0.4
变幅	1 566 ~ 1 647	932 ~ 908	659 ~ 720	1 872 ~ 1 946	964 ~ 1 019	5.65 ~ 5.76	63.10 ~ 63.50

注:同列数据不含相同字母表示差异显著($P < 0.05$, $n = 3$);A-指 A 麦麸制备的全麦粉。

2.2.2 筛分细度对全麦粉粉质特性的影响

筛分细度对全麦粉粉质特性的影响的实验结果见表5。由表5可知,差异性分析表明,麦麸A经筛分后,其全麦粉的粉质指标吸水率、稳定时间、弱化度显著增加($P < 0.05$),形成时间、粉质指数显著降低($P < 0.05$);除形成时间无差异外,不同筛分细度麦麸粉的全麦粉间的其他粉质特性指标存在较小差异。含麦麸A~E的全麦粉的粉质特性指标吸水率、形成时间、稳定时间、弱化度、粉质指数的变异系数分别为1.6%、0.1%、0.1%、6.0%、1.0%。变异系数表明,各指标的变异系数均较低,筛分细度对其全麦粉粉质特性的影响较小。

表5 不同粒径麦麸粉的全麦粉粉质特性

全麦粉	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU	粉质指数
A-	75.6 ± 0.3 ^d	4.2 ± 0.2 ^a	1.1 ± 0.1 ^c	149 ± 4 ^d	54 ± 1 ^a
B-	78.5 ± 0.1 ^c	3.4 ± 0.3 ^b	1.3 ± 0.2 ^b	178 ± 2 ^c	45 ± 1 ^b
C-	78.6 ± 0.1 ^{bc}	3.3 ± 0.0 ^b	1.2 ± 0.0 ^{bc}	190 ± 3 ^{ab}	45 ± 1 ^{bc}
D-	78.8 ± 0.0 ^{ab}	3.1 ± 0.3 ^b	1.5 ± 0.1 ^a	195 ± 3 ^a	44 ± 1 ^{bc}
E-	79.0 ± 0.2 ^a	3.5 ± 0.1 ^b	1.3 ± 0.1 ^{ab}	187 ± 2 ^b	44 ± 1 ^c
平均值	78.1	3.5	1.3	180	46
标准差	1.3	0.4	0.1	16	4
变异系数/%	1.6	0.1	0.1	6	1
变幅	75.6 ~ 79.0	3.1 ~ 4.2	1.1 ~ 1.5	149 ~ 195	44 ~ 54

注:同列数据不含相同字母表示差异显著($P < 0.05$, $n = 3$)。

3 结论

随着筛分目数的增加,挤压麦麸粒径范围分布变窄。麦麸A经筛分后,挤压麦麸的组分含量存在差异性,其中戊聚糖含量差别较大;筛分细度影响其持水性和溶胀性,筛分后其持水性值降低,溶胀性值除了麦麸E降低外其余均增加。筛分细度对挤压麦麸的淀粉、蛋白、烷基间苯二酚含量的影响较小,对戊聚糖、阿魏酸含量的影响较大。

参考文献:

[1] 谭斌,谭洪卓,刘明,等. 我国全谷物食品发展的必要性与挑战[J]. 粮食与食品工业, 2009, 16(4):4-8.
[2] 谭斌,谭洪卓,刘明,等. 全谷物食品的国内外发展现状与趋势[J]. 中国食物与营养, 2009(9):4-7.

[3] Adom K K, Sorrells M E, Liu Ruihai. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(26):7825-7834.
[4] 谭斌,刘明,田晓红,等. 一种稳定化全麦粉的制备方法:中国, 102150840A [P]. 2011-08-17.
[5] 汪丽萍,刘宏,田晓红,等. 挤压处理对麸皮、胚芽及全麦粉品质的影响研究[J]. 食品工业科技, 2012, 16:141-144.
[6] 刘宏,汪丽萍,刘明,等. 稳定化全麦粉的品质评价[J]. 食品与机械, 2012(2):6-8.
[7] 汪丽萍,刘艳香,田晓红,等. 稳定化全麦粉面团的粉质和拉伸特性研究[J]. 食品工业科技, 2013(4):80-83.
[8] 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):12-14,22.
[9] 刘艳香,汪丽萍,田晓红,等. 稳定化全麦粉及其馒头加工品质评价研究[J]. 粮油食品科技, 2013, 21(6):1-5.
[10] Chen J S, Fei M J, Shi C L, et al. Effect of particle size and addition level of wheat bran on quality of dry white Chinese noodles[J]. Journal of Cereal Science, 2011, 53(2):217-224.
[11] Zhang D, Moore W R. Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2009, 79(6):805-809.
[12] 汤卫东,吴敬涛,赵丹. 麦麸超微粉对面团特性及制品品质的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(19):204-208.
[13] Hemery Y, Chaurand M, Holopainen U, et al. Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, part I: Influence of ultra-fine grinding [J]. Journal of Cereal Science, 2011, 53(1):1-8.
[14] 田晓红,刘艳香,汪丽萍,等. 麸皮粗细度对全麦挂面品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2015, 23(5):7-10.
[15] Ross A B, Kamal-Eldin A, Jung C, et al. Gas chromatographic analysis of alkylresorcinols in rye (Secale cereale L.) grains [J]. J Sci Food Agric, 2001(81):1405-1411.
[16] 任霞,周素梅,王强. 不同品种小麦籽粒中戊聚糖含量分析[J]. 核能学报, 2010, 24(6):1238-1244.
[17] Adom K K, Sorrells M E, Liu Ruihai. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(26):7825-7834.
[18] 郭婷,孙宝国,汪丽萍,等. 微粉化对豌豆粉理化性质的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(3):67-70,75.
[19] 李书国,陈辉,李雪梅,等. 微细化麦麸膳食纤维制备及其对面制品品质影响[J]. 粮食与油脂, 2008(9):27-30. ㊞