

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2024.04.018

常柳, 孙辉, 段晓亮, 等. 小麦低温制粉系统各粉路小麦粉品质特性差异性研究[J]. 粮油食品科技, 2024, 32(4): 145-151.

CHANG L, SUN H, DUAN X L, et al. Study on the difference of quality characteristics of different flour flow of wheat low-temperature milling system[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2024, 32(4): 145-151.

小麦低温制粉系统各粉路小麦粉品质特性差异性研究

常柳, 孙辉✉, 段晓亮, 洪宇, 吴海彬, 周桂英

(国家粮食和物资储备局科学研究院 粮食品质营养研究所, 北京 100037)

摘要:通过对小麦低温制粉系统各粉路小麦粉品质特性的研究,可为开发不同专用小麦粉提供参考。以低温制粉系统的4个皮磨粉、6个心磨粉、1个渣磨粉和1个尾磨粉共12个粉路样品和通路粉(该批次市场产品)面粉为研究对象,通过测定小麦粉品质和面团流变学特性,比较分析不同粉路小麦粉品质差异。结果表明,心磨粉路1M、2M、3M和渣磨粉路的小麦粉光泽度高;心磨粉路蛋白质含量、湿面筋含量、面筋指数普遍低于皮磨粉路;皮磨和心磨粉路的靠前粉路小麦粉灰分和损伤淀粉低于靠后粉路,峰值粘度高于靠后粉路。皮磨和心磨的靠后路粉的吸水量(500 FU)高于靠前路粉;皮磨粉路小麦粉的P值、W值、L值、G值、能量和最大拉伸阻力普遍高于心磨粉路,但延伸度普遍低于心磨粉路。

关键词: 低温制粉; 粉路; 品质特性; 面团流变学特性; 差异性

中图分类号: TS211.4; S-3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2024)04-0145-07

网络首发时间: 2024-07-02 09:48:25

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.TS.20240701.1510.005>

Study on the Difference of Quality Characteristics of Different Flour Flow of Wheat Low-temperature Milling System

CHANG Liu, SUN Hui✉, DUAN Xiao-liang, HONG Yu, WU Hai-bin, ZHOU Gui-ying

(Institute of Food Quality and Nutrition, Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China)

Abstract: The purpose of this research was to determine wheat quality characteristics of individual flour flow in low-temperature flour system, which could provide reference and basis for the production of different special wheat flour. In this study, 12 flour flows samples and channel flour (the market product of this batch) in the low-temperature milling system were taken as the research object, their quality characteristics and dough rheological properties were measured to compare and analyze the quality differences between different flour flows. 12 flour flows include 4 break flour flow, 6 reduction flour flows, 1 slag- grinding flour flow and

收稿日期: 2023-12-17

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(ZX2242)

Supported by: Fundamental Research Funds of non-profit Central Institutes (No. ZX2242)

作者简介: 常柳, 女, 1983年出生, 硕士, 副研究员, 研究方向粮食品质分析与标准制修订。E-mail: cl@ags.ac.cn

通信作者: 孙辉, 女, 1971年出生, 博士, 研究员, 研究方向粮食品质分析与标准制修订。E-mail: sh@ags.ac.cn

1 tail-grinding flour flow. The results showed that the brightness of 1M、2M、3M of reduction flour flows and slag-grinding flour flow were brighter than those of other flour flows; the protein content, wet gluten content and gluten index of reduction flour flow were generally lower than those of break flour flow; the ash and damaged starch of head flour flow in the reduction and break system were lower than those of final flour flow, and the peak viscosity was higher than that of final flour flow. The water absorption of 500 FU of final flour flow in the reduction and break system were higher than those of head flour flow; the *P* value, *W* value, *L* value, *G* value, energy and maximum resistance of break flour flows were generally higher than those of the reduction flour flows, but the extensibility of wheat flour was generally lower than those of the reduction flour flows.

Key words: low-temperature milling; different flour flow; quality characteristics; dough rheological properties; differences

小麦制粉是利用研磨、筛理、清粉等设备,将净麦的皮层与胚乳分离,并将胚乳研磨成小麦粉^[1]。小麦制粉系统通常设置皮磨、心磨、渣磨、尾磨四个研磨和筛理系统,常见的粉路设计有 4 皮 7 心 2 渣 2 尾、5 皮 8 心 2 渣 2 尾等。在此基础上,学者们开发了高效低温、低温低压低速等低温制粉系统,系统粉路设计有 4 皮 4 心 2 渣 1 尾、4 皮 6 心 1 渣 1 尾等。关于小麦制粉系统各粉路面粉品质的研究表明,同一种小麦原料,不同粉路出粉的品质特性有较大的差别^[2-5],通常表现为皮磨前路提取的面粉面筋含量高、稳定性好、拉伸面积大且延伸性好;心磨前路提取的面粉灰分低,白度好,损伤淀粉少。但张进萍、张磊和陈雪研究也表明,不同的制粉系统,不同粉路的皮磨粉和心磨粉的灰分、白度、面筋含量和粉质参数等变化趋势各有不同^[6-8]。

小麦制粉系统不同粉路出粉点面粉品质特征虽有很多报道研究,但未见低温制粉系统不同出粉点品质的报道。为了解低温制粉系统不同粉路面粉的品质,本研究以新疆某公司低温制粉系统的 12 个粉路面粉和通路粉为研究对象,通过系统全面测定小麦粉品质指标和面团流变学特性,比较不同粉路小麦粉品质差异,进而得到不同粉路小麦粉间的品质变化规律,可为后期小麦生产中在线配粉、开发专用粉提供一定的数据支撑和参考。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

选取新疆某面粉有限公司采用的苹乐磨粉机制粉系统为研究对象。该制粉车间日处理小麦

150 t,采用 4 皮 6 心 1 渣 1 尾(简写:4B6M1S1T)的生产技术。

在制粉车间正常运行情况下,扦取小麦粉样品 13 份,每份 5 kg,于自封袋中摇匀,后熟 3 周后,用于检测分析。其中包括皮磨粉(字母 B 开头)4 份,心磨粉(字母 M 开头)6 份,渣磨粉(字母 S 开头)1 份,尾磨粉(字母 T 开头)1 份,通路粉(该批次市场产品)1 份。扦取样品名称及对应的生产线粉路见表 1。

表 1 样品名称及对应生产线粉路
Table 1 Sample names and corresponding flour flow of wheat milling system

| 样品名称 | 对应的生产线粉路 | 样品名称 | 对应生产线粉路 | 样品名称 | 对应生产线粉路 |
|------|----------|------|---------|------|---------|
| 1B | 1B | | 2M1 | 1T | 1T |
| 2B | 2B | 2M | 2M2 | 通路粉 | 所有粉路混合 |
| 3B | 3Bc | | 2M3 | | |
| | 3Bf | | 3M1 | | |
| 4B | 4Bc | 3M | 3M2 | | |
| | 4Bf | 4M | 4M | | |
| 1M | 1M1 | 5M | 5M | | |
| | 1M2 | 7M | 7M | | |
| | 1M3 | 1S | 1S | | |

1.2 实验仪器和试剂

近红外光谱仪 NOVA: 福斯(美国 FLOWSERVE 公司);面筋仪 GM2200、快速粘度测试仪 RVA super4: 瑞典波通仪器公司;粉质仪 Farinograph-TS、拉伸仪 Extensograph-E: 德国布拉本德公司;吹泡仪 Alveograph NG、损伤淀粉仪 SDmatic: 法国肖邦公司;CR-400 型色彩色差计: 日本美能达公司。

氯化钠、硼酸、碘化钾、硫代硫酸钠：国药集团化学试剂有限公司；乙酸镁：天津市光复精细化工研究所。以上试剂均为分析纯。

1.3 实验方法

1.3.1 品质指标测试

灰分含量测定：按照 GB/T 24872—2010《粮油检验 小麦粉灰分含量测定 近红外法》。小麦粉色泽测定：采用 CIE 的 $L^*a^*b^*$ 颜色体系。损伤淀粉测定：按照 GB/T 31577—2015《粮油检验 小麦粉损伤淀粉测定 安培计法》。粗蛋白含量测定：按照 GB/T 24871—2010《粮油检验 小麦粉粗蛋白含量测定 近红外法》。湿面筋含量测定：按照 GB/T 5506.2—2008《小麦和小麦粉 面筋含量 第 2 部分：仪器法测定湿面筋》。面筋指数测定：按照 LS/T 6102—1995《小麦粉湿面筋质量测定法 面筋指数法》。淀粉糊化特性测定：按照 GB/T 24853—2010《小麦、黑麦及其粉类和淀粉糊化特性测定 快速粘度仪法》。

1.3.2 面团流变学特性指标测试

粉质特性测定：按照 GB/T 14614—2019《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 粉质仪法》。拉伸特性测定：按照 GB/T 14615—2019《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 拉伸仪法》。吹泡特性测定：按照 GB/T 14614.4—2005《小麦粉面团流变学特性测定 吹泡仪法》。

1.4 数据处理

运用 SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) 软件进行统计分析。计量资料采用 ($\bar{X} \pm SD$) 进行统计描述，组间差异显著性采用单因素方差分析。

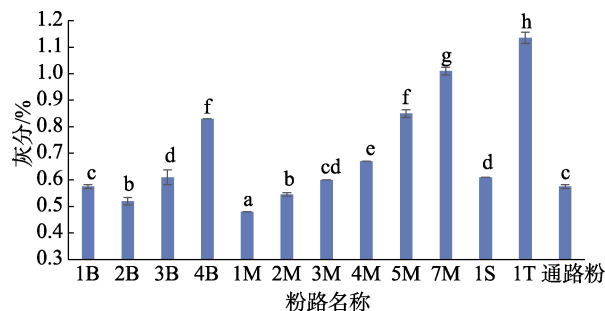
2 结果与分析

2.1 不同粉路小麦粉的品质指标分析

2.1.1 小麦粉灰分

灰分主要被用来评价小麦粉的加工精度。1T、5M、7M 和 4B 粉路小麦粉灰分含量较高，灰分值均高于 0.8%，由于上述粉路靠近小麦皮层，皮层中含大量的矿物质。1M、1B、2B、3B、2M、3M、4M、1S 粉路小麦粉灰分含量较低，灰分均低于 0.7%，上述粉路出粉更接近小麦的麦芯部分，胚乳心部矿物质含量低。通路粉的灰分与 1B

和 3M 粉路接近。皮磨粉路中灰分变化趋势 $2B < 1B < 3B < 4B$ ，心磨粉路中灰分变化 $1M < 2M < 3M < 4M < 5M < 7M$ ；与陈雪^[8]和陈磊^[7]研究粉路的小麦粉变化趋势相近。



注：不同小写字母表示同一指标内有显著差异性， $P < 0.05$ ，下同。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences in the same indicator, $P < 0.05$, the same below.

图 1 不同粉路小麦粉的灰分含量

Fig.1 Ash content of wheat flour of different flour flow

2.1.2 小麦粉色泽

小麦粉的色泽是磨粉品质的一项重要指标，影响面条和馒头等面制品品质。不同粉路小麦粉的 L^* 和 b^* 存在显著性差异（见图 2）。1M、2M、3M、1S 粉路的小麦粉 L^* 值显著高于其它粉路，1T、4B、7M 粉路的小麦粉 L^* 值显著低于其它粉路；4B、4M、1T 粉路的小麦粉 b^* 值显著高于其它粉路，颜色黄，1B、2B、3B、1S 粉路的小麦粉 b^* 值偏低。通路粉的 L^* 值低于 1M、2M、3M、1S 粉路，高于其它粉路。从结果看出，又暗又黄的小麦粉主要在尾磨粉、皮磨和心磨靠后粉路，原因是粉路出粉靠近小麦的皮层，加工精度较低，灰分和麸星含量高。

2.1.3 小麦粉蛋白质含量和质量特性

不同粉路小麦粉的蛋白质含量和质量存在显著性差异（见表 2）。皮磨粉路的蛋白含量和湿面筋含量的变化趋势 $1B < 2B < 3B < 4B$ ，3B、4B 的小麦粉面筋指数高于 1B 和 2B。心磨粉路小麦粉的蛋白含量 $1M < 3M < 2M < 4M < 5M < 7M$ ，其中 4M 和 5M 粉路的湿面筋含量多，7M 的湿面筋含量低。这与郭家宝^[3]的研究结果一致，原因是小麦籽粒胚乳中的外部、中部、内部蛋白的含量和质量差别很大，越靠近小麦皮层，蛋白质含量越高，面

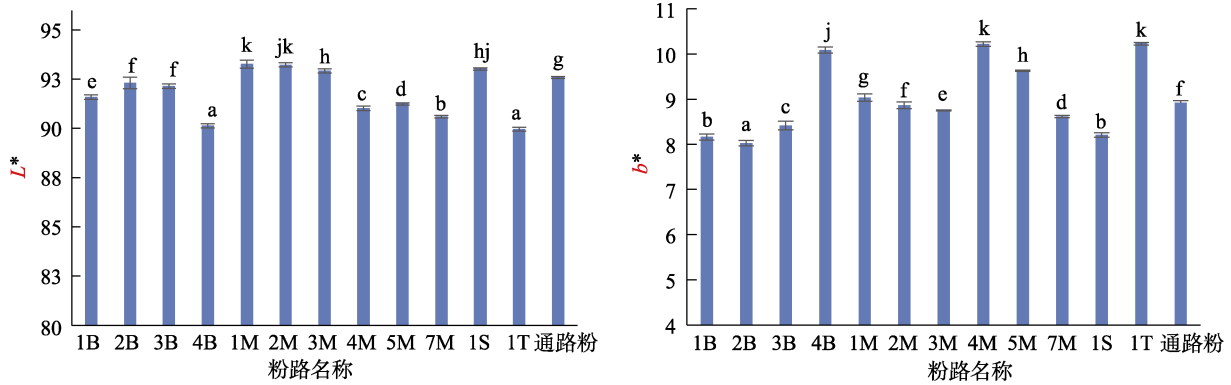


图 2 不同粉路小麦粉的色泽值

Fig.2 Color values of wheat flour of different flour flow

表 2 不同粉路小麦粉的蛋白质含量和质量特性
Table 2 Protein content and quality characteristics of wheat flour of different flour flow

| 样品名称 | 粗蛋白质含量/% | 湿面筋含量/% | 面筋指数 |
|------|--------------|-------------|---------|
| 1B | 12.35±0.05e | 29.3±0.6efg | 79±4de |
| 2B | 12.61±0.04f | 31.2±0.1h | 75±1d |
| 3B | 13.88±0.03h | 32.4±0.1j | 82±0ef |
| 4B | 15.17±0.01k | 34.5±0.2k | 86±1fg |
| 1M | 10.43±0.18a | 26.0±0.1b | 62±1abc |
| 2M | 11.66±0.21b | 28.5±0.2cde | 76±4de |
| 3M | 11.53±0.16b | 28.1±0.6cd | 61±4ab |
| 4M | 11.87±0.01cd | 29.8±0.4g | 67±4bc |
| 5M | 12.57±0.01f | 29.3±0.6fg | 57±4a |
| 7M | 13.62±0.09g | 24.2±0.1a | 90±1g |
| 1S | 11.93±0.01d | 28.8±0.1def | 60±4ab |
| 1T | 14.38±0.01j | 28.1±0.4c | 80±3def |
| 通路粉 | 11.68±0.01bc | 27.9±0.1c | 68±5c |

注：同一列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)，下同。

Note: Excluding the same letter in the same column indicates significant differences ($P < 0.05$), the same applies below.

筋质量较差；越靠近胚乳心部，面筋蛋白含量则愈低，但其面筋质量越好^[9-12]。通路粉的蛋白质含量和湿面筋含量与 2M、3M 粉路无差异。

2.1.4 小麦粉损伤淀粉

小麦粉中破损淀粉含量对面食品的加工品质有重要影响。由图 3 可知，4M 粉路的碘吸收率和 UCDc 值显著低于其它粉路，7M 和 1S 粉路的碘吸收率和 UCDc 显著高于其它粉路，通路粉的损伤淀粉水平在 4B 和 3M 粉路之间。皮磨粉路中小麦粉的淀粉损伤程度为 1B<2B<4B<3B；心磨粉路中小麦粉的损伤程度为 4M<1M<2M<3M<5M<7M。粉路越往后路，碾磨次数越多且越接近小麦皮层，导致损伤淀粉含量高^[13]。

2.1.5 小麦粉淀粉糊化特性

小麦淀粉糊化特性对面条、面包和馒头等加工和食用品质均有影响^[14-16]。不同粉路小麦粉的淀粉糊化特性有显著差异（见表 3）。1M 粉路小

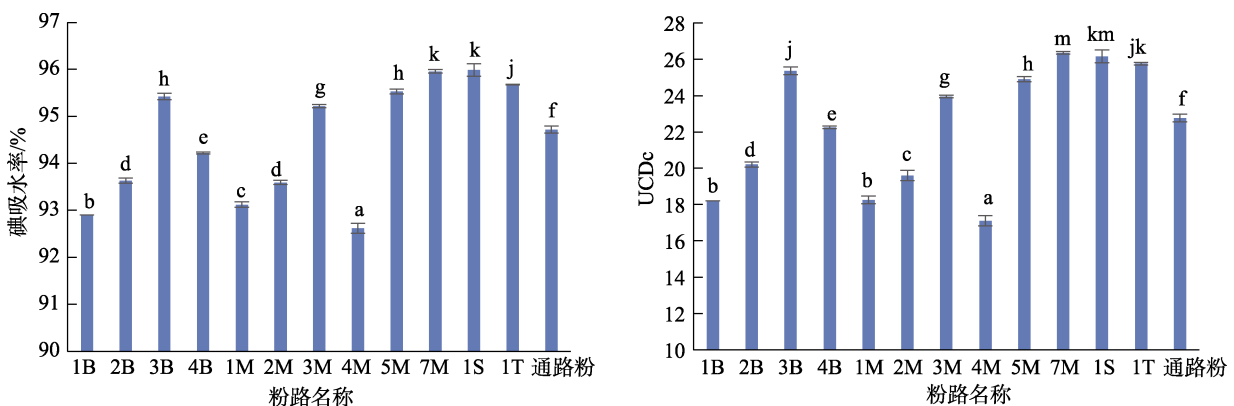


图 3 不同粉路小麦粉的破损淀粉值

Fig.3 Damaged starch values of wheat flour of different flour flow

表 3 不同粉路小麦粉的淀粉糊化特性

Table 3 Pasting properties of wheat flour of different flour flow

| 样品名称 | 峰值粘度/cP | 最低粘度/cP | 衰减值/cP | 最终粘度/cP | 回生值/cP | 糊化温度/°C |
|------|------------|------------|-----------|-------------|--------------|------------|
| 1B | 1 866±8e | 1 121±30d | 745±23bcd | 2 184±6a | 1 063±37a | 62.7±0.0b |
| 2B | 2 037±40fg | 1 343±23f | 695±17ab | 2 444±73fg | 1 101±50b | 63.58±0.0d |
| 3B | 1 747±1d | 1 000±68c | 748±67bcd | 2 280±1bc | 1 281±70bc | 62.7±0.1b |
| 4B | 1 672±28c | 922±31abc | 750±3bcd | 2 484±20fgh | 1 562±51f | 63.15±0.6c |
| 1M | 2 284±1h | 1 454±59g | 830±58efg | 2 850±42k | 1 396±100de | 61.8±0.1a |
| 2M | 2 078±36g | 1 193±17de | 885±19g | 2 534±33h | 1 341±16bcde | 61.73±0.0a |
| 3M | 2 031±1fg | 1 222±19e | 810±18def | 2 517±27gh | 1 295±47bcd | 62.75±0.0b |
| 4M | 1 905±2e | 1 130±0d | 775±2cde | 2 363±13de | 1 233±13c | 62.7±0.0b |
| 5M | 1 745±5d | 988±18bc | 757±23bcd | 2 224±25ab | 1 236±6c | 62.68±0.0b |
| 7M | 1 620±20b | 893±16a | 728±36bc | 2 618±17j | 1 726±33g | 64.43±0.1e |
| 1S | 1 889±32e | 1 180±47de | 709±16abc | 2 428±8e | 1 249±39c | 62.73±0.0b |
| 1T | 1 561±5a | 914±6ab | 647±1a | 2 337±18cd | 1 423±24e | 63.63±0.1d |
| 通路粉 | 1 985±44f | 1 141±37d | 844±7fg | 2 528±66h | 1 388±29cde | 62.73±0.0b |

麦粉的峰值粘度、最低粘度、衰减值和最终粘度显著高于其它粉路；7M 粉路小麦粉的最低粘度显著低于其它粉路，回生值和糊化温度显著高于其它粉路；通路粉的淀粉糊化特性更接近 2M 粉路。与郭家宝^[3]研究结果部分不一致，可能由于小麦原料不同，其直链淀粉的含量和比例不同导致。总体看，皮磨粉路中 1B 和 2B 的小麦粉峰值粘度、最低粘度显著高于 3B 和 4B；心磨粉路中 1M、2M、3M 的峰值粘度、最低粘度和衰减值高于 4M、5M、7M；随着粉路的后移，小麦粉的峰值粘度呈现下降趋势。但公认前路皮磨和心磨粉路小麦粉的淀粉品质优于后路皮磨和心磨粉路。

2.2 不同粉路小麦粉的面团流变学特性指标分析

2.2.1 小麦粉吹泡参数

吹泡参数能反映面团的韧性、延展性、面筋强度等特性。由表 4 可知，1B 粉路 P 值和 W 值均较小，说明该粉路面团韧性差；4B、5M 和 1T 粉路 P 值高于其它粉路，这些粉路为后路粉和尾磨粉，更靠近小麦皮层，皮层粉中蛋白质含量高，其面团韧性好。3M、4M、5M、1S 和 1T 粉路 L 值和 G 值显著低于其它粉路，面团的延展性较差；3B 粉路的小麦粉 L 值和 G 值均显著高于其它粉路，该粉路面团延展性好。4B 粉路的小麦粉 W 值显著高于其它粉路，该粉路的面筋强度高；通路粉的吹泡参数与 2B 和 1M 粉路无差异。由此得出，皮磨粉路小麦粉的面团韧性、延展性和面筋

的强度高于心磨粉，推测原因是由于小麦籽粒中各个部位蛋白质含量和质量不同所致。

表 4 不同粉路小麦粉的吹泡参数

Table 4 Alveograph parameters of wheat flour of different flour flow

| 样品名称 | 最大压力 P /mm | 破裂点横坐标 L /mm | 充气指数 G /mL | 形变能量 W /J $\times 10^{-4}$ |
|------|--------------|----------------|--------------|------------------------------|
| 1B | 49±1a | 78±6d | 19.7±0.8f | 104±1a |
| 2B | 64±4bc | 66±2bc | 18.1±0.3de | 140±8d |
| 3B | 67±3cd | 151±9f | 27.3±0.8h | 244±23e |
| 4B | 85±4fg | 121±13e | 24.5±1.3g | 288±17f |
| 1M | 65±0bc | 56±1b | 16.7±0.4c | 114±0abc |
| 2M | 62±1b | 74±2cd | 19.1±0.3ef | 137±4d |
| 3M | 79±1e | 37±0a | 13.5±0.0b | 113±3abc |
| 4M | 82±0ef | 35±0a | 13.1±0.0b | 110±1abc |
| 5M | 89±2g | 32±1a | 12.4±0.1ab | 106±1ab |
| 7M | 72±4d | 61±3b | 17.5±0.4cd | 126±5bcd |
| 1S | 80±1ef | 35±1a | 13.0±0.1b | 112±4abc |
| 1T | 90±2g | 28±2a | 11.6±0.4a | 96±0a |
| 通路粉 | 66±1bc | 63±0bc | 17.7±0.0cd | 129±1cd |

2.2.2 小麦粉粉质和拉伸参数

粉质和拉伸指标可以反映不同面粉的面筋特性，决定适合制作面制食品的品种。不同粉路小麦粉的粉质和拉伸参数存在显著性差异（见表 5）。皮磨和心磨的后路粉的吸水量 500 FU 高于其前路粉的吸水量，表现为随着研磨次数增加，吸水量呈现递增趋势。皮磨粉路中 4B 粉路的面团形成时间和稳定时间最长；心磨粉路中 7M 粉路的面团形成时间短，但稳定时间最长。通路粉的粉质

表 5 不同粉路小麦粉的粉质和拉伸参数

Table 5 Farinograph and Extensograph parameters of wheat flour from different flour flow

| 样品名称 | 吸水量 500 FU/mL | 形成时间/min | 稳定时间/min | 能量 135 min/cm ² | 延伸度 135 min/mm | 最大拉伸阻力 135 min/EU |
|------|------------------|-------------|------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1B | 54.4±0.1a | 2.6±0.0abcd | 3.7±0.2ab | 86±11de | 68±4a | 1 098±75h |
| 2B | 55.6±0.1b | 2.9±0.3abcd | 3.5±0.0a | 136±5f | 98±4b | 1 211±10j |
| 3B | 57.8±0.1d | 3.4±0.2de | 4.6±0.0cd | 190±7g | 122±2c | 1 242±59j |
| 4B | 59.2±0.0e | 5.5±0.2f | 7.6±0.6h | 201±6g | 171±4e | 897±7g |
| 1M | 56.4±0.2c | 1.8±0.4ab | 5.0±0.4de | 77±8cde | 120±4c | 475±77ef |
| 2M | 57.7±0.1d | 2.9±1.4bcd | 5.5±0.0ef | 88±2de | 148±4d | 434±6de |
| 3M | 60.4±0.2f | 2.5±0.1abcd | 4.7±0.3cd | 76±4cd | 144±7d | 383±14cd |
| 4M | 60.8±0.0g | 2.0±0.8abc | 4.9±0.1cde | 66±4bc | 143±3d | 321±17bc |
| 5M | 63.4±0.1h | 3.1±0.0cd | 4.2±0.2bc | 45±3a | 149±1d | 208±11a |
| 7M | 59.2±0.1e | 1.8±0.0ab | 6.7±0.3g | 79±6cde | 177±4e | 305±15bc |
| 1S | 59.5±0.1e | 1.7±0.4a | 5.0±0.5de | 90±4e | 124±6c | 550±35f |
| 1T | 63.9±0.1j | 4.5±0.0ef | 5.5±0.1ef | 59±4b | 151±10d | 259±6ab |
| 通路粉 | 57.8±0.1d | 2.4±0.3abcd | 5.7±0.0f | 80±1de | 142±0d | 412±12de |

参数与 2M 粉路的粉无差异。不同粉路粉质参数的差异还是与其含有的蛋白质类型、含量和占比有关。

5M 粉路小麦粉的能量显著低于其它粉路, 3B 和 4B 粉路小麦粉的能量显著高于其它粉路。1B 粉路小麦粉的延伸度显著低于其它粉路, 4B 和 7M 粉路小麦粉延伸度显著高于其它粉路。5M 和 1T 粉路小麦粉的最大拉伸阻力显著低于其它粉路, 2B 和 3B 粉路小麦粉的最大拉伸阻力显著高于其它粉路。皮磨粉路的小麦粉能量和最大拉伸阻力普遍高于心磨粉路, 但延伸度普遍低于心磨粉路, 可能是由于小麦胚乳中心醇溶蛋白含量相对较少, 胚乳外层相对较多, 由内到外逐渐增加, 因此延伸度逐渐提高^[17]。通路粉的拉伸参数与 2M 和 3M 粉接近。

3 结论

不同粉路小麦粉的色泽、灰分、蛋白质含量、面筋含量和质量、破损淀粉、淀粉糊化特性和面团流变学特性指标均存在显著差异。随着心磨和皮磨粉路的后移, 小麦粉的灰分和损伤淀粉升高, 峰值粘度呈下降趋势。心磨粉路前路粉光泽亮于皮磨粉, 但蛋白质含量、湿面筋含量、面筋指数普遍低于皮磨粉。皮磨粉路小麦粉的 *P* 值、*W* 值、*L* 值和 *G* 值普遍高于心磨粉。皮磨和心磨的后路粉的吸水量 500 FU 高于其前路粉的吸水量。皮磨

粉路的小麦粉能量和最大拉伸阻力普遍高于心磨粉路, 但延伸度普遍低于心磨粉路。

心磨系统前粉路的小麦粉灰分低, 色泽亮, 损伤淀粉低, 面筋质量好, 可作为高端蒸煮类产品的首选; 心磨系统靠后粉路小麦粉灰分高, 色泽差, 面筋质量相对较差, 可作为配粉; 皮磨粉路面筋含量相对较高, 需要达到一定面筋含量的产品可用以生产。

参考文献:

- [1] 汪孟江, 闫亚红, 牛玉洁. 中筋小麦粉各系统粉路馒头蒸煮品质的研究[J]. 现代面粉工业, 2016(3): 19-24.
WANG M J, YAN Y H, NIU Y J. Study on cooking quality of steamed bread in various systems of flour medium gluten wheat flour[J]. Modern Flour Milling Industry, 2016(3): 19-24.
- [2] 刘强, 田建珍, 高杨, 等. 小麦不同系统粉面粉品质比较研究[J]. 郑州牧业工程高等专科学校学报, 2011, 31(4): 3-6.
LIU Q, TIAN J Z, GAO Y, et al. Study on the different system powder flour quality of wheat[J]. Journal of Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, 2011, 31(4): 3-6.
- [3] 郭家宝, 赵彦坤, 高振贤, 等. 小麦制粉系统各粉路面粉品质特性差异性分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(23): 267-275.
GUO J B, ZHAO Y K, GAO Z X, et al. Analysis on the difference of quality characteristics of different flour flow of wheat milling system[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(23): 267-275.
- [4] 刘震杰. 粉路品质特性分析对专用粉生产的指导研究[D]. 江苏, 江南大学, 2009.
LIU Z J. The study on guiding to produce special flour from

- quality characteristic analysis of the milling process[D]. Jiang Su, Jiangnan University, 2009.
- [5] 贾祥祥, 田红玉, 张涛, 等. 制粉车间不同出粉点小麦粉品质特性研究[J]. 粮食与饲料工业, 2017(11): 9-12+16.
 JIA X X, TIAN H Y, ZHANG T, et al. Quality characteristics of wheat flour in different meal outlet in flour milling workshop[J]. Cereal & Feed Industry, 2017(11): 9-12+16.
- [6] 张进萍, 何笑丛, 包杰. 不同粉路面粉灰分及其品质特性的关联性研究[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(1): 50-52+77.
 ZHANG J P, HE X C, BAO J. Study on the relationship between the ash contents and the related indexes from different flour milling systems[J]. Cereals & Oils, 2022, 35(1): 50-52+77.
- [7] 张磊, 陈延强, 焦玉娇, 等. 不同粉路系统面粉品质特性探究[J]. 粮食加工, 2014, 39(6): 12-16.
 ZHANG L, CHEN Y Q, JIAO Y J, et al. Explore the different flour system property of flour quality[J]. Grain Processing, 2014, 39(6): 12-16.
- [8] 陈雪, 张剑, 蒋一可, 等. 不同粉路小麦面粉粉色和面片色泽的变化[J]. 热带生物学报, 2017, 8(1): 71-76.
 CHEN X, ZHANG J, JIANG Y K, et al. Flour color and dough sheet browning of wheat flour coming from different flour milling systems[J]. Journal of Tropical Biology, 2017, 8(1): 71-76.
- [9] SUTTON K H, SIMMONS L D. Molecular level protein composition of flour mill streams from a pilot-scale flour mill and its relationship to product quality[J]. Cereal Chemistry, 2006, 83(1): 52-56.
- [10] 安成立, 张改生, 胡俊鹏, 等. 强筋小麦磨制面包粉工艺研究[J]. 中国食品学报, 2012, 12(7): 73-78.
 AN C L, ZHANG G S, HU J P, et al. Study on craft make bread flour with strong-gluten wheat[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2012, 12(7): 73-78.
- [11] 秦中庆, 周福祥. 国产面包小麦陕优 225 制粉工艺中各系统粉流品质的研究[J]. 粮食与食品工业, 2001(3): 1-4.
 QIN Z Q, ZHOU F X. Study on the flour flow quality of different systems in the milling process of domestic bread wheat Shanyou 225[J]. Cereal & Food Industry, 2001(3): 1-4.
- [12] ZHONG Y, YANG M, CAI J, et al. Nitrogen topdressing timing influences the spatial distribution patterns of protein components and quality traits of flours from different pearling fractions of wheat (*Triticum aestivum* L.) grains[J]. Field Crops Research, 2018, 216: 120-128.
- [13] 王晓曦. 小麦淀粉损伤对小麦粉品质及其加工特性的影响研究[D]. 北京, 中国农业大学, 2015.
 WANG X X. Effects of wheat starch damage on the quality of wheat flour and its processing characteristics[D]. Beijing, China Agricultural University, 2015.
- [14] 戴双, 訾妍, 巨伟, 等. 面条、面包优质兼用小麦研究进展[J]. 中国粮油学报, 2021, 36(2): 172-179.
 DAI S, ZI Y, JU W, et al. Advances on breeding of wheat cultivars with both good noodle and bread making quality[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2021, 36(2): 172-179.
- [15] 王鑫宇, 韩艳芳, 李沿, 等. 小麦粉中的主要成分对馒头品质影响的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(2): 152-157.
 WANG X Y, HAN Y F, LI Y, et al. Research progress on the effects of main components in flour on the quality of steamed bread[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(2): 152-157.
- [16] 林顺顺, 赵杰, 马兵团, 等. 不同淀粉对饼干口感润滑质地的影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(19): 6205-6211.
 LIN S S, ZHAO J, MA B T, et al. Effects of different starches on the lubricating texture of biscuits[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2022, 13(19): 6205-6211.
- [17] 张德欣, 张乾坤. 小麦制粉各系统粉管粉质特性研究[J]. 农产品加工, 2017(8): 15-17.
 ZHANG D X, ZHANG Q K. Study on powder properties of powder tubes in wheat flour milling system[J]. Farm Products Processing, 2017(8): 15-17. 完