

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2023.01.009

魏益民, 张磊, 赵博, 等. 豫西南小麦品种馒头制作适宜性研究[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(1): 66-76.

WEI Y M, ZHANG L, ZHAO B, et al. Research on the making suitability for steamed bread with wheat flours from southwest of Henan province[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2023, 31(1): 66-76.

# 豫西南小麦品种馒头制作适宜性研究

魏益民<sup>1,2,3</sup>, 张磊<sup>1</sup>, 赵博<sup>1</sup>, 严军辉<sup>2,3</sup>, 汪江华<sup>2,3</sup>,  
张影全<sup>1</sup>, 张波<sup>1</sup>, 郭波莉<sup>1</sup>

- (1. 中国农业科学院农产品加工研究所, 农业农村部农产品加工重点综合实验室, 北京 100193;
2. 金沙河集团产业技术研究院, 河北省谷物食品加工技术创新中心, 河北 邢台 054100;
3. 杨凌食品工程创新中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**馒头是我国居民的传统主食之一。随着馒头机械化生产和市场化销售比例增加, 馒头产业得到较快发展。在工业化馒头制作条件下, 小麦品种特性及其面粉的馒头制作适宜性, 尤其是面粉质量的稳定性, 显著影响馒头的产品质量、消费体验及工业化生产的经济效益。选用豫西南地区生产上种植面积大、代表性较强的小麦品种为原料, 分析其小麦粉品种的理化特性, 研究馒头制作的适宜性及其小麦粉品种质量和馒头特性之间的关系。结果表明, 豫西南小麦粉湿面筋含量较高, 但面筋指数还有待改进; 优质小麦占比有待提高; 小麦粉色泽红绿值 ( $a^*$ 值)、黄蓝值 ( $b^*$ 值)、面筋指数、粉质参数的面团软化度、拉伸参数的拉伸面积及吹泡参数的面团延展性, 是评价馒头粉质量的重要参考指标。小麦品种郑麦 119、平麦 998、陕道 198、郑麦 1342、郑麦 1860 比较适合制作馒头。

**关键词:** 小麦品种; 小麦粉; 馒头; 感官评价; 适宜性; 豫西南地区

中图分类号: TS210 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2023)01-0066-11

## Research on the Making Suitability for Steamed Bread with Wheat Flours from Southwest of Henan Province

WEI Yi-min<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>, ZHAO Bo<sup>1</sup>, YAN Jun-hui<sup>2,3</sup>, WANG Jiang-hua<sup>2,3</sup>,  
ZHANG Ying-quan<sup>1</sup>, ZHANG Bo<sup>1</sup>, GUO Bo-li<sup>1</sup>

- (1. Institute of Food Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Agricultural Products Processing, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100193, China;
2. Cereal Industrial Technology Academy, Hebei Jinshahe Group/ Hebei Innovation Center of Cereal Food Processing Technology, Xingtai, Hebei, 054100, China;
3. Yangling Innovation Center of Food Engineering, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Steamed bread is one of the traditional Chinese staple foods. With the increasing in the proportion of mechanized production and market-oriented sales of steamed bread, the steamed bread industry has been

收稿日期: 2022-09-08

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项 (CARS-03); 中国农业科学院创新工程项目 (CAAS-ASTIP, 2013—2022); 河北金沙河集团技术合作项目 (2021—2022)

Supported by: Chinese Agricultural Research System (CARS-03); Innovation Program for Agricultural Science and Technology of Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS-ASTIP, 2013—2022); Technical Cooperation Project of Hebei Jinshahe Group (2021—2022)

作者简介: 魏益民, 男, 1957 年出生, 博士, 教授, 研究方向为谷物化学和加工技术。E-mail: weiyimin36@126.com.

developing rapidly. Under the production conditions of industrial steamed bread, the characteristics of wheat varieties and their corresponding flour suitability for making steamed bread, especially the stability of flour, could significantly affect the product quality, consumption experience and economic benefits of industrialized steamed bread. In this study, the physical and chemical properties of flours from wheat varieties with larger planting area and stronger representatives in southwest Henan were analyzed for the suitability of steamed bread, and the relationships between flour and steamed bread quality properties were also studied. The results showed that the wet gluten content of wheat flour in southwest Henan was high, but the gluten index needed to be improved. The proportion of strong-gluten wheat variety also needed to be improved. The values of flour color  $a^* b^*$ , gluten index, the dough softening by Farinograph, the area by Extensograph and the extensibility (L) by Alveograph are important reference indicators for evaluating the quality of flour for steamed bread. The wheat varieties of Zhengmai 119, Pingmai 998, Shaanxi Road 198, Zhengmai 1342, and Zhengmai 1860 are more suitable for making steamed breads.

**Key words:** wheat variety; wheat flour; steamed bread; sensory evaluation; suitability; southwest of Henan province

馒头是我国居民的传统主食之一, 约占小麦粉消费总量的 40%。随着机械化生产和市场化销售比例的增加, 馒头产业得到较快发展。在工业化馒头制作条件下, 小麦品种籽粒特性及其面粉制作馒头的适宜性, 面粉质量的稳定性, 显著影响着馒头的产品质量、消费体验, 以及馒头工业化生产的经济效益<sup>[1-3]</sup>。

河南省是我国主要的小麦产区。据国家统计局公布数据显示, 2022 年河南夏粮总产量 3 813.1 万 t, 播种面积 5 683.8 千  $\text{hm}^2$ , 小麦平均亩产达 447.3 kg, 夏粮总产量和播种面积均稳居全国第一<sup>[4]</sup>。2020 年豫西南地区南阳、平顶山和洛阳等地小麦占河南全省小麦总产量的 17.71%<sup>[5]</sup>。由于产能、地理位置和交通等原因, 豫西南地区的小麦成为陕西、甘肃、川北等地仓储和面粉加工企业的重要供给粮源。因此, 了解豫西南地区小麦籽粒质量和面粉质量特性, 研究其食品的制作适宜性、食品加工潜力, 对豫西南小麦生产和西北地区的食品工业发展具有重要的经济和战略意义。

从河南省 2006—2016 年度区试的 749 个小麦品种 (系) 分析结果认为, 该省以中筋品种为主, 其次为中强筋、强筋和弱筋<sup>[6]</sup>。关二旗等 2008—2009 年在豫北安阳、鹤壁、新乡三市的 81 个村抽取的农户田间小麦样品 162 份, 分析结果表明, 豫北地区小麦属硬质、高蛋白质、中强筋, 具有

发展强筋小麦的生产能力<sup>[7]</sup>。河南省粮食和物资储备局《2021 年河南省收获小麦质量品质报告》显示, 河南以中筋小麦品种为主, 优质强筋小麦种植范围在进一步扩大<sup>[8]</sup>。有关小麦品种籽粒特性与馒头质量特性关系的研究, 已有多篇论文发表。但因作者所选品种类型、数量、种植区域等差异, 以及馒头制作方法和感官评价体系的不同, 使研究结果有所差异<sup>[9-12]</sup>。张剑等对馒头专用小麦粉质量特性分析结果表明, 灰分含量、蛋白质含量、面筋指数、稳定时间、弱化度、拉伸面积、拉伸阻力、延伸度、 $L^*$  值、 $b^*$  等 10 个指标为影响馒头质量的关键指标<sup>[13]</sup>。王晓阳等认为, 小麦粉吹泡参数 P 值处于 72~110、L 值 55~70、W 值 140~210 范围时, 馒头的制作质量表现优良<sup>[14]</sup>。张国权等提出了馒头质量评价的指标体系, 进一步明确馒头的评价方法<sup>[15]</sup>。近年来, 河南省小麦品种更新换代加速, 生产上品种数量较多, 有关豫西南地区小麦品种籽粒质量和馒头制作适宜性的研究结果还比较少见。

本文选用豫西南生产上大面积种植的小麦品种为原料, 分析小麦品种籽粒磨制面粉的理化特性; 由企业专业面点师在实验室制作馒头, 由经过训练的专业感官评价人员评价馒头质量。统计分析面粉理化特性和馒头感官评价结果之间的关系; 筛选影响馒头质量的关键要素, 分析其影响

程度和作用方向；为馒头制品原料选择、质量标准制定和新产品开发等提供信息和技术依据，并筛选适宜制作馒头的小麦品种。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料

小麦籽粒样品：2021 年秋播前，从豫西南地区种子市场上购买种子级别小麦样品 15 份，当地粮库当年收购的商品粮样本 1 份；每个品种 10 kg，清理除杂后备用。

面粉样品：实验室自制面粉。

### 1.2 仪器与设备

实验磨粉机（MLU-202 型）：瑞士（无锡）布勒；近红外谷物品质分析仪（Perten IM9500）、降落数值仪（Perten FN 1000）、面筋仪（Perten GM220）、面筋指数仪（Perten GM2015）：瑞典波通；色彩色差计（CR-410 型）：日本美能达；粉质仪（Farinograph R-TS 816100）、拉伸仪（Brabender Extensograph-E）：德国布拉本德；吹泡仪（Alveolab 2/2）：法国肖邦。

### 1.3 实验方法

#### 1.3.1 面粉理化特性测定

出粉率：出粉率计算：出粉率=面粉/（面粉+麸皮）\*100。

灰分：参照《粮油检验 小麦粉灰分含量测定 近红外法》GB/T 24872—2010。

降落数值：参照《小麦、黑麦及其面粉，杜伦麦及其粗粒粉降落数值的测定 Hagberg-Perten 法》GB/T 10361—2008。

蛋白质含量：参照《粮油检验 小麦粉粗蛋白质含量测定 近红外法》GB/T 24871—2010。

湿面筋含量：参照《小麦和小麦粉 面筋含量 第 2 部分：仪器法测定湿面筋》GB/T 5506.2—2008。

面筋指数：参照《小麦粉湿面筋质量测定法 面筋指数法》LS/T 6102—1995。

面粉色泽：参照《粮油检验 粮食、油料的色泽》GBT5492—2008。

#### 1.3.2 面粉流变学特性

粉质参数：参照《粮油检验 小麦粉面团流变学特性测试 粉质仪法》GB/T 14614—2019。

拉伸参数：参照《小麦粉面团的物理特性流变学特性的测定拉伸仪法》GB/T 14615—2006。

吹泡参数：参照《小麦粉面团流变特性测定吹泡仪法》GB/T 14614.4—2005。

#### 1.3.3 馒头制作方法

1.3.3.1 配方及制作 小麦粉 250 g，水 115 g，酵母 2 g。参照《粮油检验 小麦粉馒头加工品质评价》GB/T 35991—2018，由企业实验室专业馒头制作人员完成馒头制作。每个面团剂子揪 90 g；放至醒发箱醒发（温度 38 ℃，湿度 60%，醒发 40~45 min）；醒发结束，待笼屉上气后上屉蒸制 20 min；出锅放凉后测定其质量、体积，计算比容，并组织开展感官质量评价。

1.3.3.2 感官评价 馒头感官评价：参照《粮油检验 小麦粉馒头加工品质评价》GB/T 35991—2018 标准方法，由经过培训的专业感官评价 7 人小组做馒头感官评价，剔除评价偏离度最大人员的结果。

### 1.4 数据分析

利用 Excel 表格整理数据，绘制图表；用 spss24.0 软件对数据进行方差分析。

## 2 结果分析

### 2.1 面粉的理化和流变特性

#### 2.1.1 面粉理化特性

出粉率总体平均值为 64.27%±2.85%，极差为 10.04%，变异系数为 4.44%。徐麦 33 品种出粉率最高，为 68.25%；泛育麦 20 最低，为 58.21%；其它小麦品种的出粉率均高于商品小麦样品（表 1）。面粉灰分含量总体平均值为 0.52%±0.03%，极差为 0.13%，变异系数为 6.17%。洛麦 47 品种面粉灰分含量较高，为 0.60%±0.01%；徐麦 33 最低，为 0.47%±0%，均与其它样品有显著差异。降落数值总体平均值为（478.88±61.83）s，极差为 253.50 s，变异系数为 12.91%。泛育麦 20 品种降落数值最高，为（643.50±17.68）s；郑麦 1342 最低，为（390.00±15.56）s，均与其它样品有显著性差异。面粉蛋白质含量总体平均值为 12.39%±1.01%，极差为 3.90%，变异系数为 8.11%。洛麦 47 最高，

表 1 小麦品种磨制面粉的理化特性  
 Table 1 Physical-chemical properties of flours milled from wheat varieties

| 品种名称      | 出粉率/%<br>(重复 II) | 灰分/%<br>(重复 II) | 降落数值/s<br>(重复 II) | 蛋白质含量/% (干基)<br>(重复 II) | 湿面筋含量/%<br>(14.0% wb) (重复 II) | 面筋指数/%<br>(重复 II) |
|-----------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 商品粮       | 59.60            | 0.54±0.01b      | 470±18.38efg      | 11.90±0.00g             | 30.6±0.13f                    | 68±3.75ef         |
| 郑麦 1860   | 64.08            | 0.49±0.01ef     | 442±24.04fgh      | 11.80±0.07g             | 29.0±0.55gh                   | 63±1.20fg         |
| 郑麦 1342   | 65.00            | 0.52±0.00bcd    | 390±15.56j        | 13.10±0.07d             | 37.0±0.16a                    | 76±0.97d          |
| 百农 418    | 64.86            | 0.51±0.00cd     | 515±8.49c         | 12.30±0.00f             | 33.7±0.53c                    | 71±3.45def        |
| 平麦 998    | 64.83            | 0.51±0.01d      | 404±2.83ij        | 12.70±0.14e             | 36.7±0.22a                    | 72±5.61de         |
| 农大 1108   | 67.32            | 0.51±0.01d      | 425±15.56hij      | 11.70±0.07g             | 31.9±0.20de                   | 68±1.83ef         |
| 泛麦 8 号    | 62.66            | 0.52±0.00bcd    | 409±16.26hij      | 10.80±0.00i             | 25.4±0.72i                    | 99±0.56a          |
| 洛麦 26     | 63.67            | 0.54±0.01b      | 554±19.80b        | 13.30±0.14c             | 35.1±0.33b                    | 52±1.41h          |
| 郑麦 119    | 64.57            | 0.52±0.01cd     | 510±22.63cd       | 14.00±0.07b             | 35.5±0.62b                    | 93±0.63ab         |
| 泛育麦 20    | 58.21            | 0.54±0.01b      | 644±17.68a        | 12.80±0.21d             | 28.3±0.40h                    | 91±1.49bc         |
| 徐麦 33     | 68.25            | 0.47±0.00f      | 494±12.72cde      | 11.40±0.07h             | 29.5±0.43g                    | 59±4.23gh         |
| 百农 207    | 66.70            | 0.48±0.01ef     | 475±0.71def       | 11.60±0.14gh            | 31.7±0.53de                   | 64±9.36efg        |
| 陕道 198    | 66.27            | 0.49±0.00ef     | 507±21.21cd       | 12.20±0.00f             | 32.6±0.45d                    | 84±3.19c          |
| 洛麦 28     | 66.96            | 0.48±0.01ef     | 436±5.66ghi       | 11.90±0.14g             | 31.2±0.24ef                   | 38±3.56i          |
| 洛早 6 号    | 65.05            | 0.53±0.01bc     | 493±12.02cde      | 12.00±0.28f             | 34.1±0.52c                    | 29±0.36j          |
| 洛麦 47     | 60.22            | 0.60±0.01a      | 496±1.41cde       | 14.70±0.14a             | 32.6±0.27d                    | 98±0.50a          |
| 均值 AVG    | 64.27±2.85       | 0.52±0.03       | 479±61.83         | 12.39±1.01              | 32.2±3.17                     | 70±20.22          |
| 极差 R      | 10.04            | 0.13            | 253.50            | 3.90                    | 11.56                         | 70.01             |
| 变异系数 CV/% | 4.44             | 6.17            | 12.91             | 8.11                    | 9.87                          | 28.74             |

注：不同小写字母表示在 0.05 水平上有显著差异。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level.

为 14.70%±0.14%；泛麦 8 号最低，为 10.80%±0.00%，均与其它样品有显著性差异。面粉湿面筋含量总体平均值为 32.17%±3.17%，极差为 11.56%，变异系数为 9.87%；湿面筋含量≥30%的样品占 75.0%。郑麦 1342 品种湿面筋含量最高，为 36.99%±0.16%；泛麦 8 号最低，为 25.43%±0.72%，均与其它样品有显著性差异。小麦品种的面筋指数总体平均值为 70.37%±20.22%，极差为 70.01%，变异系数为 28.74%。泛麦 8 号最高，为 99.21%±0.56%；洛早 6 号最低，为 29.20%±0.36%，均与其它样品有显著性差异（表 1）。说明本文所选的样品在面粉质量特性分布上范围较广，具有较强的代表性。

## 2.1.2 面粉流变特性

2.1.2.1 粉质参数 面粉粉质仪吸水率总体平均值为 60.34%±3.10%，极差为 11.00%，变异系数为 5.14%。郑麦 119 品种面粉吸水率最高，为 65.80%；泛麦 8 号面粉吸水率最低，为 54.80%（表 2）。面团稳定时间总体平均值为（8.60±9.58）min，

极差为 39.60 min，变异系数为 111.35%。洛麦 47 稳定时间最高，为 41.90 min；洛麦 28 号最低，仅为 2.30 min。面团软化度总体平均值为（43.50±22.86）BU，极差为 96.00 BU，变异系数为 52.65%。洛麦 28 品种软化度最高，为 112 BU；郑麦 119 最低，为 16 BU。粉质质量值总体平均值为（105.13±99.12）mm，极差为 417.00 mm，变异系数为 94.29%；小麦品种洛麦 47 面粉质量值最高，为 453 mm；泛育麦 20 最低，为 36 mm。其中有 4 个样品的面团稳定时间≥7 min，占 25.0%，达到优质强筋水平。

2.1.2.2 拉伸参数 拉伸面积总体平均值为（87.08±42.43）cm<sup>2</sup>，极差为 156.40 cm<sup>2</sup>，变异系数为 48.73%。洛麦 47 拉伸面积最高（184.90 cm<sup>2</sup>），洛麦 28 最低（28.50 cm<sup>2</sup>）。拉伸阻力（R<sub>50</sub>）总体平均值为（290.97±106.73）BU，极差为 396.00 BU，变异系数为 36.68%；洛麦 47 拉伸阻力（R<sub>50</sub>）最高（465.50 BU），洛麦 28 最低（111.50 BU）。最大拉伸阻力总体平均值为（400.03±185.33）BU，

表 2 面粉的粉质参数

Table 2 Farinograph parameters of flours milled from wheat varieties

| 品种名称      | 吸水率/%      | 形成时间/min  | 稳定时间/min  | 软化度/BU      | 粉质质量值        |
|-----------|------------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| 商品粮       | 60.20      | 5.00      | 8.10      | 27          | 107          |
| 郑麦 1860   | 59.00      | 3.80      | 4.70      | 57          | 67           |
| 郑麦 1342   | 55.90      | 3.60      | 6.70      | 52          | 71           |
| 百农 418    | 60.50      | 4.20      | 6.70      | 23          | 115          |
| 平麦 998    | 55.00      | 2.60      | 6.00      | 55          | 64           |
| 农大 1108   | 60.30      | 3.50      | 6.50      | 35          | 88           |
| 泛麦 8 号    | 54.80      | 1.80      | 17.90     | 20          | 173          |
| 洛麦 26     | 62.20      | 3.80      | 6.60      | 36          | 92           |
| 郑麦 119    | 65.80      | 7.50      | 8.20      | 16          | 117          |
| 泛育麦 20    | 63.00      | 1.70      | 2.60      | 25          | 36           |
| 徐麦 33     | 59.30      | 5.00      | 6.90      | 41          | 90           |
| 百农 207    | 60.60      | 2.60      | 4.30      | 49          | 57           |
| 陕道 198    | 60.60      | 3.40      | 5.60      | 42          | 69           |
| 洛麦 28     | 61.10      | 2.20      | 2.30      | 112         | 40           |
| 洛早 6 号    | 63.90      | 2.60      | 2.60      | 59          | 43           |
| 洛麦 47     | 63.30      | 30.60     | 41.90     | 47          | 453          |
| 均值 AVG    | 60.34±3.10 | 5.24±6.91 | 8.60±9.58 | 43.50±22.86 | 105.13±99.12 |
| 极差 R      | 11.00      | 28.90     | 39.60     | 96.00       | 417.00       |
| 变异系数 CV/% | 5.14       | 131.87    | 111.35    | 52.56       | 94.29        |

极差为 626.50 BU, 变异系数为 46.33%。洛麦 47 最大拉伸阻力最高 (739.50 BU), 洛麦 28 最低 (113.00 BU)。拉伸长度总体平均值为 (159.51±23.12)mm, 极差为 75.70 mm, 变异系数为 14.49%。

郑麦 119 品种拉伸长度最大 (196.30 mm), 郑麦 1860 最低 (120.60 mm)。其中郑麦 119、百农 207、洛麦 47、郑麦 1324 等品种的延伸性表现尤为突出 (表 3), 拉伸长度达 180 mm 以上。

表 3 面粉的拉伸参数

Table 3 Extensograph parameters of flours milled from wheat varieties

| 品种        | 拉伸面积/cm <sup>2</sup> | 拉伸阻力 (R <sub>50</sub> )/BU | 最大拉伸阻力/BU     | 拉伸长度/mm      | 拉伸比例      | 最大拉伸比例    |
|-----------|----------------------|----------------------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| 商品粮       | 65.70                | 241.50                     | 305.00        | 154.90       | 1.56      | 1.97      |
| 郑麦 1860   | 58.00                | 307.00                     | 350.70        | 120.60       | 2.55      | 2.91      |
| 郑麦 1342   | 104.20               | 271.00                     | 418.50        | 185.60       | 1.46      | 2.26      |
| 百农 418    | 58.50                | 277.50                     | 321.50        | 129.40       | 2.15      | 2.49      |
| 平麦 998    | 112.00               | 335.50                     | 497.50        | 170.00       | 1.98      | 2.94      |
| 农大 1108   | 66.20                | 236.00                     | 309.50        | 153.60       | 1.54      | 2.02      |
| 泛麦 8 号    | 141.70               | 507.50                     | 737.80        | 148.00       | 3.43      | 4.98      |
| 洛麦 26     | 55.10                | 212.50                     | 249.50        | 152.90       | 1.39      | 1.63      |
| 郑麦 119    | 129.90               | 322.00                     | 532.20        | 196.30       | 1.64      | 2.71      |
| 泛育麦 20    | 122.50               | 443.00                     | 641.70        | 148.30       | 2.99      | 4.33      |
| 徐麦 33     | 47.60                | 231.50                     | 262.50        | 127.30       | 1.82      | 2.06      |
| 百农 207    | 86.80                | 223.50                     | 332.50        | 192.40       | 1.16      | 1.73      |
| 陕道 198    | 88.00                | 300.00                     | 403.10        | 163.60       | 1.84      | 2.47      |
| 洛麦 28     | 28.50                | 111.50                     | 113.00        | 161.80       | 0.69      | 0.70      |
| 洛早 6 号    | 43.70                | 170.00                     | 186.00        | 157.20       | 1.08      | 1.18      |
| 洛麦 47     | 184.90               | 465.50                     | 739.50        | 190.30       | 2.45      | 3.89      |
| 均值 AVG    | 87.08±42.43          | 290.97±106.73              | 400.03±185.33 | 159.51±23.12 | 1.86±0.72 | 2.52±1.12 |
| 极差 R      | 156.40               | 396.00                     | 626.50        | 75.70        | 2.74      | 4.28      |
| 变异系数 CV/% | 48.73                | 36.68                      | 46.33         | 14.49        | 38.70     | 44.63     |

2.1.2.3 吹泡特性 面团吹泡参数韧性 P 值总体平均值为 (95.13±31.56) mm, 极差为 127.00 mm, 变异系数为 33.18% (表 4)。泛育麦 20 品种 P 值最高 (181 mm), 郑麦 1342 最低 (54 mm)。延展性 L 值总体平均值为 (68.06±24.24) mm, 极差为

76.00 mm, 变异系数为 35.62%。郑麦 1342 L 值最高 (109 mm), 泛育麦 20 最低 (33 mm)。变形能量 W 值总体平均值为 (194.31±96.13) /10<sup>-4</sup> J, 极差为 377.00/10<sup>-4</sup> J, 变异系数为 49.47%。洛麦 47 的 W 值最高 (464/10<sup>-4</sup> J), 洛麦 28 最低 (87/10<sup>-4</sup> J)。

表 4 面团吹泡参数  
Table 4 Alveograph parameters of flours milled from wheat varieties

| 品种        | 韧性 P/mm     | 延展性 L/mm    | 比值 (P/L)  | 能量 W/10 <sup>-4</sup> J |
|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------------------|
| 商品粮       | 81          | 62          | 1.31      | 145                     |
| 郑麦 1860   | 70          | 59          | 1.19      | 112                     |
| 郑麦 1342   | 54          | 109         | 0.50      | 147                     |
| 百农 418    | 92          | 57          | 1.61      | 158                     |
| 平麦 998    | 59          | 101         | 0.58      | 156                     |
| 农大 1108   | 97          | 69          | 1.41      | 184                     |
| 泛麦 8 号    | 88          | 106         | 0.83      | 304                     |
| 洛麦 26     | 91          | 59          | 1.54      | 155                     |
| 郑麦 119    | 103         | 102         | 1.01      | 313                     |
| 泛育麦 20    | 181         | 33          | 5.48      | 264                     |
| 徐麦 33     | 86          | 50          | 1.72      | 134                     |
| 百农 207    | 95          | 49          | 1.94      | 150                     |
| 陕道 198    | 94          | 69          | 1.36      | 184                     |
| 洛麦 28     | 74          | 44          | 1.68      | 87                      |
| 洛早 6 号    | 108         | 44          | 2.45      | 152                     |
| 洛麦 47     | 149         | 76          | 1.96      | 464                     |
| 均值 AVG    | 95.13±31.56 | 68.06±24.24 | 1.66±1.14 | 194.31±96.13            |
| 极差 R      | 127.00      | 76.00       | 4.98      | 377.00                  |
| 变异系数 CV/% | 33.18       | 35.62       | 68.70     | 49.47                   |

## 2.2 馒头质量特性及感官评价

### 2.2.1 馒头质量特性

馒头重量总体平均值为 (90.52±2.08) g, 极差为 7.22 g, 变异系数为 2.30%。洛早 6 号馒头重量最高为 (94.77±0.22) g, 平麦 998 最低为 (87.55±0.21) g, 均与其它样品有显著差异。馒头体积总体平均值为 (192.41±27.12) mL, 极差为 112.50 mL, 变异系数为 14.09%。郑麦 119 品种馒头体积最大为 (267.50±3.54) mL, 洛麦 28 最小为 (155.00±7.07) mL, 均与其它样品有显著差异。馒头比容总体平均值为 (2.13±0.29) mL/g, 极差为 1.21 mL/g, 变异系数为 13.86%。郑麦 119 品种馒头比容最高 (2.88±0.03) mL/g, 洛麦 28

最低 (1.67±0.07) mL/g, 与其它样品有显著差异 (表 5)。

### 2.2.2 馒头感官评价

馒头感官评价总分在 60~70 分之间的小麦品种有百农 418、农大 1108、泛麦 8 号、洛麦 26、泛育麦 20、徐麦 33、百农 207、洛麦 47、商品粮; 70 分以上的有郑麦 1860、郑麦 1342、平麦 998、郑麦 119、陕道 198。感官得分最高的是郑麦 119, 为 75.58 分 (表 6)。洛麦 47 品种韧性指标最突出; 泛育麦 20 外观最突出; 陕道 198 色泽最突出; 洛麦 28 各项得分都比较低, 即气味、弹性、色泽、光滑度、外观、口感最低; 郑麦 119, 内部结构较差, 但比容得分最高 (表 6)。

表 5 馒头质量特性  
 Table 5 Quality properties of steamed bread

| 品种        | 重量/g           | 体积/mL          | 比容/(mL/g)     |
|-----------|----------------|----------------|---------------|
| 商品粮       | 92.13±0.06bc   | 225.00±0.00b   | 2.44±0.00b    |
| 郑麦 1860   | 90.74±0.43cde  | 185.00±14.14cd | 2.04±0.17defg |
| 郑麦 1342   | 89.03±2.34efgh | 200.00±7.07c   | 2.25±0.02c    |
| 百农 418    | 87.92±0.98gh   | 180.00±14.14de | 2.05±0.14def  |
| 平麦 998    | 87.55±0.21h    | 225.00±0.00b   | 2.57±0.01b    |
| 农大 1108   | 92.56±0.04bc   | 180.00±0.00de  | 1.94±0.00efg  |
| 泛麦 8 号    | 88.74±0.28fgh  | 187.50±10.61cd | 2.11±0.11cde  |
| 洛麦 26     | 89.55±0.08efg  | 187.50±10.61cd | 2.09±0.12cdef |
| 郑麦 119    | 93.02±0.35ab   | 267.50±3.54a   | 2.88±0.03a    |
| 泛育麦 20    | 89.23±0.18efgh | 165.00±7.07df  | 1.85±0.08g    |
| 徐麦 33     | 89.21±1.43efgh | 180.00±7.07de  | 2.02±0.05defg |
| 百农 207    | 90.16±1.17def  | 181.00±1.41de  | 2.01±0.01defg |
| 陕道 198    | 89.23±0.02efgh | 180.00±7.07de  | 2.02±0.08defg |
| 洛麦 28     | 92.97±0.07ab   | 155.00±7.07f   | 1.67±0.07h    |
| 洛早 6 号    | 94.77±0.22a    | 180.00±7.07de  | 1.90±0.08fg   |
| 洛麦 47     | 91.54±0.29bcd  | 200.00±7.07c   | 2.18±0.07cd   |
| 均值 AVG    | 90.52±2.08     | 192.41±27.12   | 2.13±0.29     |
| 极差 R      | 7.22           | 112.50         | 1.21          |
| 变异系数 CV/% | 2.30           | 14.09          | 13.86         |

注：不同小写字母表示在 0.05 水平上有显著差异。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences at 0.05 level.

 表 6 馒头质量感官评价  
 Table 6 Sensory evaluation of Steamed Bread made from wheat flours

分

| 品种        | 外观形状<br>(10) | 表观光滑性<br>(5) | 表观色泽<br>(10) | 弹性<br>(5) | 气味<br>(10) | 内部结构<br>( ) | 韧性<br>(5) | 黏性<br>(10) | 口感<br>(10) | 比容<br>(20) | 总分<br>(100) |
|-----------|--------------|--------------|--------------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| 商品粮       | 7.69±0.97    | 3.64±0.69    | 6.71±0.76    | 3.21±0.39 | 7.57±0.53  | 8.86±2.67   | 3.86±0.48 | 7.29±0.49  | 6.00±2.16  | 14.60      | 69.43       |
| 郑麦 1860   | 7.46±0.86    | 3.59±0.47    | 7.86±0.85    | 4.09±0.23 | 7.86±0.94  | 11.83±2.52  | 4.00±0.50 | 7.57±1.17  | 7.23±1.52  | 8.60       | 70.09       |
| 郑麦 1342   | 6.07±1.62    | 3.07±0.84    | 7.50±0.76    | 3.30±0.72 | 7.26±1.50  | 11.36±1.89  | 4.07±0.19 | 7.93±0.45  | 7.92±0.67  | 11.75      | 70.23       |
| 百农 418    | 7.64±1.18    | 4.14±0.27    | 6.69±0.91    | 3.07±0.84 | 7.00±0.76  | 11.67±0.91  | 3.47±0.47 | 7.39±0.66  | 7.50±0.87  | 8.75       | 67.32       |
| 平麦 998    | 6.79±0.99    | 3.83±0.62    | 7.64±0.89    | 3.96±0.21 | 7.43±0.93  | 10.21±2.38  | 3.57±0.84 | 7.29±0.91  | 7.00±1.15  | 16.55      | 74.27       |
| 农大 1108   | 7.47±0.47    | 3.89±0.30    | 6.83±0.64    | 3.29±0.91 | 7.13±1.87  | 11.83±1.19  | 3.83±0.69 | 7.39±0.97  | 7.50±1.19  | 7.25       | 66.41       |
| 泛麦 8 号    | 7.73±0.50    | 3.53±0.47    | 7.90±0.50    | 3.91±0.20 | 7.80±0.81  | 8.79±2.34   | 3.50±0.76 | 7.14±1.07  | 6.79±1.29  | 9.65       | 66.74       |
| 洛麦 26     | 7.00±1.12    | 3.14±1.03    | 6.70±1.24    | 4.03±0.51 | 7.40±0.96  | 12.57±0.98  | 4.07±0.52 | 7.61±0.90  | 6.93±1.37  | 9.35       | 68.80       |
| 郑麦 119    | 7.50±0.71    | 2.97±0.65    | 7.50±0.76    | 3.07±0.84 | 7.50±0.65  | 7.43±2.82   | 4.36±0.63 | 7.54±0.93  | 7.71±0.39  | 20.00      | 75.58       |
| 泛育麦 20    | 8.54±0.88    | 3.21±0.49    | 6.93±1.86    | 3.29±0.39 | 6.71±0.76  | 11.71±1.70  | 3.43±0.79 | 6.71±1.38  | 7.29±1.80  | 5.75       | 63.57       |
| 徐麦 33     | 6.50±0.65    | 3.86±0.69    | 6.50±0.50    | 3.57±0.53 | 6.14±1.68  | 10.36±3.54  | 3.50±0.76 | 7.29±0.49  | 6.71±1.70  | 8.30       | 62.73       |
| 百农 207    | 7.07±0.67    | 4.00±0.58    | 7.71±0.70    | 4.00±0.29 | 6.43±1.51  | 12.57±1.84  | 3.80±0.40 | 7.86±0.38  | 7.57±0.53  | 8.15       | 69.16       |
| 陕道 198    | 7.79±0.86    | 4.00±0.00    | 8.71±0.70    | 3.89±0.49 | 7.07±0.61  | 13.07±1.54  | 3.64±0.48 | 7.21±1.29  | 7.07±1.24  | 8.30       | 70.75       |
| 洛麦 28     | 5.90±1.97    | 2.79±0.95    | 5.00±0.96    | 2.47±0.85 | 5.00±2.00  | 8.93±2.68   | 3.93±0.19 | 6.71±1.38  | 6.07±1.92  | 5.00       | 51.80       |
| 洛早 6 号    | 7.04±1.42    | 3.14±0.63    | 5.71±0.64    | 3.07±0.61 | 6.14±1.68  | 9.57±2.30   | 3.74±0.51 | 7.00±1.15  | 6.80±1.48  | 6.50       | 58.71       |
| 洛麦 47     | 7.60±0.86    | 2.97±0.30    | 7.35±0.56    | 3.29±0.39 | 6.79±2.00  | 11.79±1.68  | 4.83±1.42 | 7.57±0.53  | 7.53±0.68  | 10.25      | 69.97       |
| 均值 AVG    | 7.24±0.68    | 3.49±0.44    | 7.08±0.90    | 3.49±0.48 | 6.95±0.74  | 10.78±1.66  | 3.85±0.37 | 7.34±0.35  | 7.10±0.55  | 9.92±4.03  | 67.22±5.86  |
| 极差 R      | 2.64         | 1.35         | 3.71         | 1.62      | 2.86       | 5.64        | 1.40      | 1.22       | 1.92       | 15.00      | 23.78       |
| 变异系数 CV/% | 9.40         | 12.66        | 12.71        | 13.46     | 10.69      | 15.35       | 9.60      | 4.74       | 7.69       | 40.59      | 8.70        |

## 2.3 馒头感官评价要素与面粉理化及流变特性的关系

### 2.3.1 馒头感官评价要素与面粉理化性状的关系

馒头感官评价要素与小麦面粉质量指标的相关性分析结果为,馒头重量与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著正相关;外观形状与出粉率呈极显著负相关,与降落数值、面筋指数呈显著正相关;表观光滑度与面粉蛋白质含量呈显著负相关;表观色泽与面粉红绿值( $a^*$ 值)、面筋指数呈极显著正相关,与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关;气味与面粉 $a^*$ 值呈极显著正相关,与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关,与湿面筋含量呈显著正

相关;馒头韧性与面粉蛋白质含量呈极显著正相关,与面粉灰分含量呈显著正相关;口感与面粉亮度( $L^*$ 值)呈显著正相关,与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关。感官评价总分与面粉红绿值( $a^*$ 值)呈极显著正相关,与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关,与面筋指数呈显著正相关;亮度( $L^*$ 值)与面筋指数呈显著正相关;馒头红绿值( $a^*$ 值)与面粉红绿值( $a^*$ 值)、面筋指数呈极显著正相关,与面粉黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关;馒头黄蓝值( $b^*$ 值)与面粉红绿值( $a^*$ 值)、面筋指数呈极显著负相关。馒头感官评价总分与红绿值( $a^*$ 值)、面筋指数呈极显著正相关,与黄蓝值( $b^*$ 值)呈显著负相关(表 7)。

表 7 馒头感官评价要素与面粉理化特性的相关性

Table 7 Co-relationships of sensory evaluation of Steamed Bread and physico-chemical properties of flours

| 质量特性     | 面粉 $L^*$ 值 | 面粉 $a^*$ 值 | 面粉 $b^*$ 值 | 出粉率      | 降落数值   | 面筋指数     | NIR 面粉蛋白 | NIR 面粉灰分 |
|----------|------------|------------|------------|----------|--------|----------|----------|----------|
| 馒头重量     | -          | -          | 0.507*     | -        | -      | -        | -        | -        |
| 外观形状     | -          | -          | -          | -0.627** | 0.558* | 0.579*   | -        | -        |
| 光滑度      | -          | -          | -          | -        | -      | -        | -0.538*  | -        |
| 表观色泽     | -          | 0.731**    | -0.547*    | -        | -      | 0.708**  | -        | -        |
| 馒头气味     | -          | 0.781**    | -0.598*    | -        | -      | 0.551*   | -        | -        |
| 馒头韧性     | -          | -          | -          | -        | -      | -        | 0.740**  | 0.558*   |
| 馒头口感     | 0.502*     | -          | -0.531*    | -        | -      | -        | -        | -        |
| 馒头 $L^*$ | -          | -          | -          | -        | -      | 0.526*   | -        | -        |
| 馒头 $a^*$ | -          | 0.905**    | -0.500*    | -        | -      | 0.770**  | -        | -        |
| 馒头 $b^*$ | -          | -0.795**   | -          | -        | -      | -0.774** | -        | -        |
| 感官总分     | -          | 0.669**    | -0.545*    | -        | -      | 0.618*   | -        | -        |

注: \*表示 0.05 水平下相关显著, \*\*表示 0.01 水平下相关显著。

Notice: \*- $P < 0.05$ , \*\*- $P < 0.01$ .

### 2.3.2 馒头感官评价要素与面团流变特性的关系

从馒头感官评价结果与面粉粉质、拉伸和吹泡参数的相关性分析得出,馒头重量与吸水率呈极显著正相关;外观形状与拉伸阻力呈极显著正相关,与最大拉伸阻力呈显著正相关,与软化度呈极显著负相关;表观色泽与拉伸面积、拉伸阻力、最大拉伸阻力呈显著正相关;气味与拉伸阻力呈显著正相关,与软化度呈极显著负相关;韧性与拉伸长度呈显著正相关,与面团形成时间、稳定时间、质量指数呈极显著正相关;亮度值( $L^*$ 值)与拉伸阻力呈显著正相关,与软化度呈极显著负相关;红绿值( $a^*$ 值)与拉伸面积呈显著正

相关,与拉伸阻力、最大拉伸阻力呈极显著正相关,与馒头软化度呈显著负相关;馒头黄蓝值( $b^*$ 值)与拉伸面积、拉伸阻力、最大拉伸阻力呈极显著负相关。感官评价总分与拉伸面积呈显著正相关,与软化度呈显著负相关(表 8)。

从馒头感官评价结果与吹泡特性相关分析看出,馒头体积与吹泡仪 L 值呈极显著正相关;比容与吹泡仪 L 值呈极显著正相关;外观形状与吹泡 W 值呈显著正相关,与 P 值呈极显著正相关;表观色泽与吹泡仪 L 值呈显著正相关;气味与吹泡仪 L 值呈显著正相关;粘性与 P/L 值呈显著负相关;韧性与吹泡 W 值呈显著正相关;吹泡仪



表 8 馒头感官评价要素与面团流变特性的相关性

Table 8 Co-relationships of sensory evaluation elements of steamed bread and dough rheological properties of flours

| 质量特性    | 吸水率     | 形成时间    | 稳定时间    | 软化度      | 质量指数    | 拉伸面积     | 拉伸阻力     | 最大拉伸阻力   | 拉伸长度   |
|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|--------|
| 馒头重量    | 0.625** | -       | -       | -        | -       | -        | -        | -        | -      |
| 外观形状    | -       | -       | -       | -0.704** | -       | -        | 0.629**  | 0.552*   | -      |
| 外观色泽    | -       | -       | -       | -        | -       | 0.567*   | 0.595*   | 0.596*   | -      |
| 馒头气味    | -       | -       | -       | -0.683** | -       | -        | 0.523*   | -        | -      |
| 馒头韧性    | -       | 0.773** | 0.628** | -        | 0.657** | -        | -        | -        | 0.577* |
| 馒头 L* 值 | -       | -       | -       | -0.696** | -       | -        | 0.542*   | -        | -      |
| 馒头 a* 值 | -       | -       | -       | -0.539*  | -       | 0.570*   | 0.692**  | 0.673**  | -      |
| 馒头 b* 值 | -       | -       | -       | -        | -       | -0.659** | -0.751** | -0.743** | -      |
| 感官总分    | -       | -       | -       | -0.604*  | -       | 0.533*   | -        | -        | -      |

注：\*表示 0.05 水平下相关显著，\*\*表示 0.01 水平下相关显著。

Notice: \*-P<0.05, \*\*-P<0.01.

L 值与吹泡仪 P 值呈显著正相关；馒头 a\* 值与吹泡仪 L 值呈显著正相关；b\* 值与吹泡仪 L 值呈显著负相关。馒头感官评价总分与吹泡仪 L 值呈极显著正相关（表 9）。

表 9 馒头感官评价要素与吹泡参数的相关性

Table 9 Co-relationships of sensory evaluation of Steamed Bread and alveograph parameters

| 质量特性    | 韧性 P 值  | 延展性 L 值 | 比值 P/L  | 能量     |
|---------|---------|---------|---------|--------|
| 体积      | -       | 0.653** | -       | -      |
| 比容      | -       | 0.701** | -       | -      |
| 外观形状    | 0.665** | -       | -       | 0.506* |
| 外观色泽    | -       | 0.532*  | -       | -      |
| 气味      | -       | 0.596*  | -       | -      |
| 馒头韧性    | -       | -       | -       | 0.510* |
| 黏性      | -       | -       | -0.532* | -      |
| 色值 L* 值 | 0.556*  | -       | -       | -      |
| 色值 a* 值 | -       | 0.529*  | -       | -      |
| 色值 b* 值 | -       | -0.532* | -       | -      |
| 感官总分    | -       | 0.630** | -       | -      |

注：\*表示 0.05 水平下相关显著，\*\*表示 0.01 水平下相关显著。

Notice: \*-P<0.05, \*\*-P<0.01.

### 3 讨论与结论

#### 3.1 讨论

河南省小麦生产区域分为豫北、豫中和豫南地区。豫北地区因为地理位置、气候以及农作物种植历史等原因，生产条件好，种植规模大，产量高，优质小麦占比较高<sup>[16]</sup>。南阳地区属于长江流域，2020 年小麦总产量占到河南全省的 11.25%<sup>[5]</sup>，商品粮占比较高，为陕西乃至甘肃、

川北地区面粉加工企业小麦的主要来源地。当地降雨量较高，湿度大，小麦品种抗赤霉病、耐穗发芽是当地的主要育种目标。平顶山地区主要属于淮河流域，洛阳地区属于黄河流域，特别是洛阳地区，有部分丘陵山地和旱地，两地区产量之和也只有南阳小麦总产量的一半。当地小麦以中筋小麦为主，强筋小麦占比偏低，且品种众多<sup>[17]</sup>。豫西南地区赤霉病、穗发芽发生概率较高，对当地的小麦质量和食品制作适宜性带来不利影响，对面条粉的质量影响较大，可考虑制作馒头和饼类食品。

本研究结果显示，馒头感官评价总分与面粉色泽 a\* 值、面筋指数呈显著和极显著正相关，与面粉 b\* 值呈显著负相关；与面团粉质仪软化度呈显著负相关、与拉伸仪拉伸面积呈显著正相关；与吹泡仪 L 值呈极显著正相关。说明面粉色泽 a\* 值、b\* 值、面筋指数，面团软化度、拉伸面积，吹泡仪延展性（L 值）是影响馒头质量的主要因素。本研究再次证实，馒头的感官评价总分与吹泡仪的 L 值呈极显著相关。这说明除了粉质仪和拉伸仪外，吹泡仪从三维角度反应面团的韧性和延展性，和馒头发酵过程的面团气孔形成、持气能力大小原理相一致，即吹泡参数对馒头质量特性具有更为直接的参考价值<sup>[18-20]</sup>。本研究认为，郑麦 119、平麦 998、陕道 198、郑麦 1342、郑麦 1860，比较合适制作馒头；洛麦 47 因筋力过强，属于超强筋小麦，需要更长的发酵时间，即在相同的制作条件下，导致馒头比容较小，可作为馒头

的配粉使用。本结果和张剑等,及王晓阳等的研究结果基本一致<sup>[13-14]</sup>。因此认为,本研究所选适宜制作馒头的小麦面粉流变特性的均值,即,面筋指数 77.77%、软化度 44 BU、拉伸面积 98.42 cm<sup>2</sup>和吹泡仪的延展性 84 mm,可以视为馒头专用粉或小麦原料选择的参考,或制定标准的依据。

### 3.2 小结

豫西南小麦粉湿面筋含量大于 30.0%的样品占 75.0%,面筋指数大于 80%的仅占 31.3%;说明湿面筋含量较高,但面筋指数还有待改进。

面团稳定时间大于 5 min 的样品占 68.75%,达到强筋小麦标准(大于 7 min)的占 25.0%;当地优质小麦占比有待提高。

馒头感官评价总分与面粉色泽  $a^*$  值、面筋指数呈显著和极显著正相关,与面粉色泽  $b^*$  值呈显著负相关;与面粉质地软化度呈极显著负相关,与拉伸仪拉伸面积呈极显著正相关;与吹泡仪 L 值呈极显著正相关;这些指标是评价馒头粉质量的重要参考依据。

郑麦 119、平麦 998、陕道 198、郑麦 1342、郑麦 1860,比较合适制作馒头。

### 参考文献:

- [1] 朱克庆. 工业化生产馒头的开发研究[J]. 中国粮油学报, 1996(3): 58-62.  
ZHU K Q. A study on automatic making of steamed bread[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 1996(3): 58-62.
- [2] 苏东民. 中国馒头分类及主食馒头品质评价研究[D]. 中国农业大学, 2005.  
SU D M. Studies on classification and quality evaluation of staple Chinese steamed bread[D]. China Agricultural University, 2005.
- [3] 吴澎, 周涛, 董海洲, 等. 影响馒头品质的因素[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(5): 107-111+117.  
WU P, ZHOU T, DONG H Z, et al. Influencing factors on Chinese steamed bread[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2012(5): 107-111+117.
- [4] 国家统计局. 关于 2022 年夏粮产量数据的公告[R]. [http://www.gov.cn/shuju/2022-07/14/content\\_5700927.htm](http://www.gov.cn/shuju/2022-07/14/content_5700927.htm).  
National Bureau of Statistics. Announcement on Summer Grain Production Data in 2022[R]. [http://www.gov.cn/shuju/2022-07/14/content\\_5700927.htm](http://www.gov.cn/shuju/2022-07/14/content_5700927.htm).
- [5] 河南省统计局国家统计局河南调查总队. 2011 河南省统计年鉴[R]. 中国统计出版社.  
Henan Provincial Bureau of Statistics, National Bureau of Statistics, Henan Survey Team. 2011 Henan Provincial Statistical Yearbook[R]. China Statistics Press.
- [6] 曹颖妮, 余大杰, 赵光华, 等. 2006—2016 年河南省小麦区域试验品种(系)的品质性状分析[J]. 麦类作物学报, 2018, 38(8): 893-899.  
CAO Y N, YU D J, ZHAO G H, et al. Quality character analysis of wheat varieties (lines) in Henan regional tests from 2006 to 2016[J]. Journal of Triticeae Crops, 2018(8): 893-899.
- [7] 关二旗, 魏益民, 张波, 等. 豫北地区小麦生产品种的构成及品质性状研究[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(6): 1148-1153.  
GUAN E Q, WEI Y M, ZHANG B, et al. Study on the quality properties of wheat and variety composition in the northern regions of Henan[J]. Journal of Triticeae Crops, 2010(6): 1148-1153.
- [8] 河南省粮食和物资储备局. 2021 年河南省收获小麦质量品质报告[R]. <http://www.henan.gov.cn/2021/11-01/2338349.html>.  
Henan Provincial Bureau of Grain and Material Reserve. 2021 Henan Province Harvested Wheat Quality and Quality Report[R]. <http://www.henan.gov.cn/2021/11-01/2338349.html>.
- [9] 王瑞, 李硕碧, 王光瑞, 等. 面包、面条、馒头质量与小麦面粉主要品质参数的相关分析[J]. 麦类作物学报, 1995(3): 35-37.  
WANG R, LI S B, WANG G R, et al. Correlation analysis between the quality of bread, noodles and steamed bread and the main quality parameters of wheat flour[J]. Journal of Triticeae Crops, 1995(3): 35-37.
- [10] 孙辉, 姜薇莉, 林家永. 小麦粉理化品质指标与食品加工品质的关系研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(3): 12-16.  
SUN H, JIANG W L, LIN J Y. Relationship between end-use quality and property indexes of wheat flour[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2009(3): 12-16.
- [11] 苏静静, 姜小苓, 胡喜贵, 等. 影响馒头品质的相关指标分析[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(6): 860-867.  
SU J J, JIANG X L, HU X G, et al. Analysis on the parameters affecting the quality of Chinese steamed bread[J]. Journal of Triticeae Crops, 2014(6): 860-867.
- [12] 邓丽丽, 张艳, 张剑, 等. 不同品种小麦粉的理化性质与北方馒头品质关系的研究[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(4): 47-53.  
DENG L L, ZHANG Y, ZHANG J, et al. Relationship between physicochemical properties of wheat flour from different cultivars and quality of North Chinese steamed bread[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2022(4): 47-53.
- [13] 张剑, 张杰, 李梦琴, 等. 主食馒头专用小麦粉最佳品质指标范围分析[J]. 食品科学, 2016, 37(11): 30-36.  
ZHANG J, ZHANG J, LI M Q, et al. Appropriate ranges of important flour traits for making high-quality steamed buns as a staple food[J]. Food Science, 2016(11): 30-36.
- [14] 王晓阳, 鲍庆丹, 王凤成. 小麦粉的吹泡仪指标与北方馒头

- 品质关系研究[J]. 粮食与饲料工业, 2010(10): 18-20.  
WANG X Y, BAO Q D, WANG F C. The studies on the relationship between alveograph characteristics and northern steamed bread making quality of flours[J]. Cereal & Feed Industry, 2010(10): 18-20.
- [15] 张国权, 叶楠, 张桂英, 等. 馒头品质评价体系构建[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(7): 10-16.  
ZHANG G Q, YE N, ZHANG G Y, et al. Construction of quality evaluation system for steamed bread[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2011(7): 10-16.
- [16] 魏益民, 等著. 黄淮冬麦区小麦籽粒质量研究报告[M]. 北京: 科学出版社, 2017, 1-37.  
WEI Y M, et al. Research report on wheat grain quality in Huanghuai winter wheat region[M]. Beijing: Science Press, 2017, 1-37.
- [17] 吴瑞阁. 2017—2019年南阳市小麦质量品质状况调查及分析[J]. 粮食科技与经济, 2020, 45(1): 90-91.  
WU R G. Investigation and analysis of wheat quality in Nanyang city from 2017 to 2019[J]. Grain Science and Technology and Economy, 2020(1) 90-91.
- [18] QIAN X J, GU Y J, SUN B H, et al. Improvement in quality of fast-frozen steamed bread by different gluten content and glutenin/gliadin ratio and Tts mechanism[J]. LWT, 2022, 153.
- [19] SIM S Y, AZIAH A A N, CHENG L H. Quality and functionality of Chinese steamed bread and dough added with selected non-starch polysaccharides[J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(1): 303-310.
- [20] MA F Y, BYUNGK B. Qualitative effect of added gluten on dough properties and quality of Chinese steamed bread[J]. Cereal Chemistry, 2017, 94(5): 827-833. 完