

面粉不同粒度区间的理化特性研究

宋燕燕, 王远辉, 陈洁

(小麦和玉米深加工国家工程实验室, 河南工业大学粮油食品学院, 河南郑州 450001)

摘要: 面粉粒度是评价面粉品质指标, 对面粉及其制品的品质有重要影响。为研究粒度对面粉品质的具体影响, 实验通过筛分方法, 将4种商品粉进行粒度分级(140~160目, 160~180目, 180~200目, 200目以上), 研究商品面粉在不同粒度区间的分布情况, 采用激光粒度仪扫描各区间面粉的粒度分布, 测定各面粉区间的水分、灰分、破损淀粉含量、粗蛋白含量、面筋指数、湿面筋含量、干面筋含量, 分析各区间面粉的成分变化及理化指标差异。研究表明, 破损淀粉含量随粒度减小呈增加趋势, 颗粒越小其破损淀粉含量越高; 160~180目(96~80 μm)和180~200目(80~75 μm)区间的中间粒度面粉其理化性质与其它区间差异较大, 通过方差分析发现不同粒度面粉的破损淀粉含量、粗蛋白含量、干面筋含量、湿面筋含量、面筋指数等指标均存在显著性差异。

关键词: 面粉; 粒度; 理化性质

文章编号: 1673-9078(2016)9-116-120

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.9.017

Physicochemical Properties of Wheat Flour with Different Particle Size Ranges

SONG Yan-yan, WANG Yuan-hui, CHEN Jie

(National Engineering Laboratory of Wheat & Corn Further Processing, School of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Particle size is an important index used to evaluate the quality of flour, as it influences the properties of wheat flour and its products. In order to study the specific effect of particle size on flour quality, four commercial flours were classified into four particle size ranges (140~160 mesh, 160~180 mesh, 180~200 mesh, and 200 mesh and above) by sieving. The distributions of the four commercial flours across the different size ranges were studied, and a laser particle size analyzer was used to scan the particle size distribution of flour in each range. The gluten index and the contents of moisture, ash, damaged starch, crude protein, wet gluten, and dry gluten of all ranges of flour were measured, and the change in the composition and differences in the physicochemical indices of all ranges of flour were analyzed. The results showed that a small particle size led to a high content of damaged starch. The physicochemical properties of the flour samples in the ranges of 160~180 mesh (96~80 μm) and 180~200 mesh (80~75 μm) were significantly different from those in other ranges, and variance analysis showed significant differences in the damaged starch content, crude protein content, dry gluten content, wet gluten content, and gluten index among the flours with different particle sizes.

Key words: wheat flour; particle size analysis; physicochemical properties

粒度是粉类检验的重要参数, 对粉类品质及粉制品品质可产生重要影响, 粒度分布曲线既可以指导操作, 也可以作为粉路技术参数选配的主要参考依据。通过对粉碎物料的粒度分析, 可以清晰了解小麦研磨加工的特性^[1]。通常面粉颗粒直径主要分布在 1~200

μm 之间甚至更大。我国标准把粒度作为小麦粉质量等级的评价指标之一。面粉行业对小麦粉的粒度规定, 最细的是特制一等粉, 90%的粒径小于 137 μm ; 最粗的是普通粉, 粒径小于 336 μm ^[2]。有研究表明小麦淀粉 80%的颗粒粒径分布在 5~50 μm 之间, 并且呈正态分布^[3]。由于小麦籽粒不同部位的组分含量与特性存在显著差异, 胚乳与皮层的强度存在差异, 所以在磨粉过程中不同颗粒面粉的组分含量与特性也会存在差异。有研究表明: 在蛋白质含量方面, 细粒群的蛋白质含量高于小麦粉平均值, 约为 25%; 中粒群含量低于平均值, 约为 5%; 粗粒群含量与平均值基本持平^[4]。在灰分含量方面, 细粒群的灰分较小麦粉平均值迅速

收稿日期: 2015-12-10

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201303070); 小麦和玉米深加工国家工程实验室开放课题项目(2015001247); 河南工业大学高层次人才基金项目(2015BS009)

作者简介: 宋燕燕(1991-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 东方食品加工原理与技术

通讯作者: 陈洁(1963-), 女, 教授, 研究方向: 东方食品加工原理与技术

降低;中粒群的灰分含量增加;当粒径在 30~70 μm 时,灰分含量又降低;当灰分大于 70 μm 时,灰分含量又增加^[5]。刘利等人对制粉过程中的 41 个系统粉进行蛋白质含量、面筋指数、湿面筋含量等 13 个面粉指标进行分析,结果表明,粒度分布的参数中至少有一和粗颗粒高,而破损淀粉的含量随着小麦粉粒度的变小而增加^[7]。Barak 等人将两种面粉分成 150 μm 以下、150~100 μm 和 100 μm 以上三个粒度,分别对面粉成分进行检测发现,面粉粒度与水分含量、干面筋含量、湿面筋含量、破损淀粉呈显著相关性,随粒度减小破损淀粉含量呈增加趋势,从而对面粉品质及面制品的烘焙特性产生影响^[8]。Blanchard 等人将粒度分为 >50 μm 、<50 μm 、50~100 μm 和 100~250 μm 四个区间,结果表明:四个样品的蛋白质含量、面筋指数呈显著性差异,50~100 μm 区间蛋白质含量最高^[9]。目前国内外对面粉粒度研究比较多,但对商品粉粒度的研究较少,本次实验主要对市面销售的不同等级不同地区不同粉质的商品粉进行粒度再细化,研究各区间的粒度分布,测定各区间面粉的成分及理化指标,深入探讨 140 目到 200 目之间粒度对面粉基本理化指标的影响规律。

1 材料与方法

1.1 原料

考虑到采样的广泛性及实用性,经市场调查选用当地市面上常见的几种常规面粉进行研究。其中选用同一厂家的一等粉(金苑特一粉)和二等粉(金苑精制粉)来进行不同等级面粉间的对比;选用软麦较多的一加一面粉与硬麦较多的金苑特一粉进行比较,分析软硬麦之间的差异,选用山东地区的绿牡丹面粉与金苑特一粉进行不同地区小麦粉的比较。精制粉、特一粉:金苑面业;绿牡丹特一粉:山东洪丰面粉有限公司;一加一:一加一天然面粉有限公司;氢氧化钠、盐酸、硼酸、硫代硫酸钠等均为分析纯。

1.2 主要仪器设备

圆形验粉筛:上海嘉定粮油仪器有限公司;BT-9300H 型激光粒度分布仪:丹东市百特仪器公司;KDN-1000 全自动凯氏定氮仪:上海新嘉电子有限公司;损伤淀粉测定仪:香港波通仪器有限公司;电热鼓风干燥箱:上海福玛实验设备有限公司;面筋洗涤仪、面筋烘干仪、面筋指数测定仪:上海嘉定粮油仪器有限公司。

1.3 试验方法

个参数与蛋白含量、湿面筋、面筋指数、白度、形成时间、稳定时间、弱化度、粉质指数、能量、延伸度和最大拉伸阻力呈极显著关系^[6]。Wang 和 Flores 指出硬质红冬麦和硬质白冬麦小麦粉中间范围颗粒(38~53 μm 和 53~75 μm)的蛋白质含量要比细颗粒

1.3.1 面粉筛理分级

选用市面上在销售的 4 种商品粉。采用验粉筛将这四种面粉分别过 140 目(109 μm)、160 目(96 μm)、180 目(80 μm)、200 (75 μm) 目,140 目筛下及 160 目筛上的面粉为 140~160 目(109~96 μm) 样品,以此类推,收集各区间的面粉用于后期实验。

1.3.2 面粉粒度测定

对 4 种小麦粉及筛分后各区间样品进行粒度测试,测量范围达到 0.1~340 μm ,测试时折光率控制在 15%~20%。

1.3.3 面粉水分、灰分、蛋白质的测定

根据国标 GB/T 5009.5-2010 测定样品中粗蛋白的含量,根据国标 GB/T 5505-2008 测定样品中灰分的含量,根据 GB/T 5009.3-2010 测定样品水分含量。

1.3.4 面粉面筋指数、湿面筋含量、干面筋含量的测定

采用 GB/T 5506.2-2008 测定样品中湿面筋含量、面筋指数、干面筋含量。

1.3.5 数据处理

采用 Excel 进行图表制作,利用统计分析软件 SPSS 对实验数据进行显著性差异分析 ($p < 0.05$)。

2 结果与讨论

2.1 面粉的粒度分布

取四种面粉各 50 g 按面粉粗细度国标法进行筛分,筛 10 min 后取下收集样品,称重,表 1 为 4 种面粉在各粒度区间的质量分布。

从表中可看出四种面粉在各区间分布趋势大致相同,均是在 160~180 目(96~80 μm) 区间先降低达到最低点后上升,四种面粉均在 160~180 目(96~80 μm) 分布最少,200 目以上($\leq 75 \mu\text{m}$) 分布最多。但纵向比较同一区间分布数值存在较大差异。一加一硬质居多小麦和绿牡丹分布主要集中在 200 目以上($\leq 75 \mu\text{m}$) 和 140~160 目(109~96 μm) 之间,呈现两端分布趋势。国标对小麦等级划分标准为:特制一等粉全部通过 CB36 号筛,留存在 CB42 号筛上的不超过 10.0%;特制二等粉全部通过 CB30 号筛,留存在 CB36 号筛上的不超过 10.0%。CB30 号筛孔径为 198 μm ,CB36 号筛为 160 μm ,CB42 号筛为 137 μm ,实验所用 140

目筛孔径为 109 μm, 小于国标要求孔径, 在筛分过程中 140 目以上基本无残留, 这说明本次实验所用商品

粉粒度普遍较细。

表 1 四种面粉各区间的质量分布

Table 1 Quality distribution of the four flours in each size range

样品	140 目以下/%	140~160 目/%	160~180 目/%	180~200 目/%	200 目以上/%
金苑精制	-	21.23±0.21	10.23±0.21	30.65±0.40	37.28±0.65
金苑特一	-	24.47±0.43	7.63±0.27	22.44±0.43	44.42±0.81
一加一	-	24.06±0.40	6.20±0.04	14.00±0.23	54.80±2.22
绿牡丹	-	30.29±0.42	6.67±0.02	13.62±0.29	48.45±1.21

2.2 筛分后四种面粉粒度分析

将筛分后各区间样品进行激光扫描, 图 1 为四个区间样品的粒度分布, 由图中可看出四个区间样品粒度分布存在明显差异, 图中 140~160 目 (109~96 μm) 和 160~180 目 (96~80 μm) 样品有两个峰, 说明样品粒度分布范围较广, 而 180~200 目 (80~75 μm) 以及 200 目以上 (<75 μm) 为单峰, 说明这两个样品中粒度为集中分布。四个区间样品粒度从左向右呈依次增大的趋势, 证明实验所选用筛目对于商品面粉筛分有一定的分级效果, 但由于筛分过程中小颗粒的静电吸附作用导致每个区间均有一定数量的小颗粒吸附, 平均粒度较小。

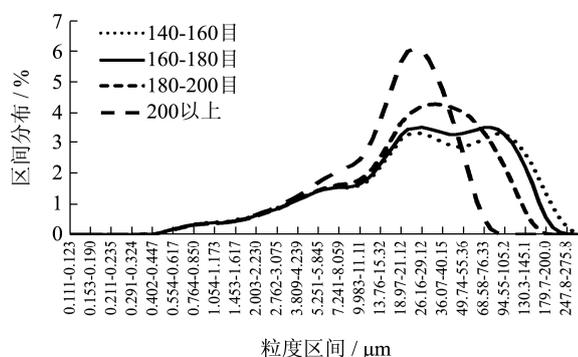


图 1 筛分后四个区间样品粒度分布结果

Fig.1 Size distribution of the samples in each range after sieving

2.3 灰分分析

各区间样品灰分含量如图 2 所示, 由图可知, 同一面粉各区间样品灰分差异不大 ($p>0.05$), 这说明在这四个区间下筛分的方式对面粉中灰分的分布没有影响。该结果与杨艳虹等人实验结果一致^[10], 两个实验均采用筛分方法对面粉进行粒度分级, 且筛分范围接近, 结果一致说明在这两个实验中所采用筛分方法对面粉中的灰分的分布没有影响。但与 Sakhare 等人的结果不一致^[5], 可能是实验所选用筛分区间差异并未达到影响灰分水平的区间范围。精制粉的灰分普遍比其它三种面粉灰分含量高, 这是因为精制粉为二等粉,

按照国标要求, 一等粉灰分含量≤0.70%, 二等粉灰分含量≤0.85%, 二等粉比一等粉含量稍高。由数据可看出, 被测商品粉的灰分含量也比国标要低很多。

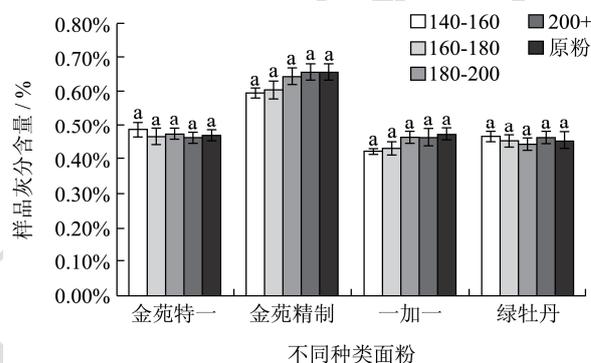


图 2 各区间样品灰分含量

Fig.2 Ash content of the samples in each size range

注: a、b、c 为方差分析样品差异性结果, 不同字母表示的两个区间样品代表该两个区间样品之间存在显著差异 ($p<0.05$)。实验所涉及到的显著性差异只表示同一种类面粉各区间样品间的差异, 不能说明不同面粉种类差异性情况。

2.4 粗蛋白分析

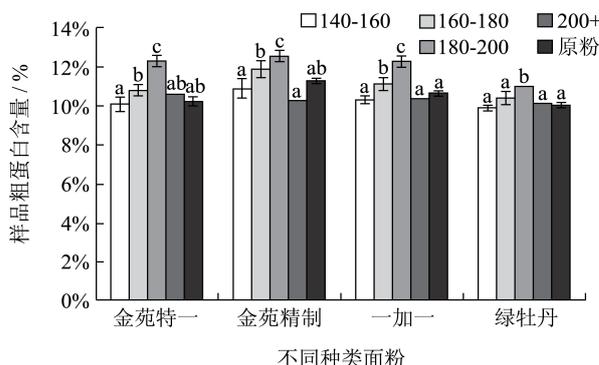


图 3 各区间样品的粗蛋白含量

Fig.3 Crude protein content of the samples in each size range

注: a、b、c 为方差分析样品差异性结果, 不同字母表示的两个区间样品代表该两个区间样品之间存在显著差异 ($p<0.05$)。实验所涉及到的显著性差异只表示同一种类面粉各区间样品间的差异, 不能说明不同面粉种类差异性情况。

根据国标法测定样品中粗蛋白的含量, 数据如图

3 所示,由结果可看出,四种面粉在各个区间的粗蛋白含量趋势基本一致,粗蛋白含量均为先升高后降低,在 180~200 目(80~75 μm) 区间达到最高。而原面粉的粗蛋白含量与 140~160 目(109~96 μm), 200 目以上(≤75 μm) 两个区间无明显差异 ($p>0.05$), 四种面粉中 180~200 目(80~75 μm) 与原面粉粗蛋白含量均呈显著性差异 ($p<0.05$), 说明在面粉中蛋白组分主要集中在 180~200 目(80~75 μm) 区间。实验结果表明蛋白质在面粉中呈现不规则分布, 特定粒度对应的面粉蛋白含量高, 在工业化磨粉过程中蛋白质可能呈集中粒度破碎, 该粒度在筛分过程中主要集中在 180~200 目(80~75 μm)。

2.5 破损淀粉

采用破损淀粉仪测定各区间样品的破损淀粉含量, 结果如图 4 所示, 由图可看出, 面粉破损淀粉含量随粒度的减小显著增加。200 目以上(≤75 μm) 的细小颗粒破损淀粉含量明显高于其他三个区间以及原粉。该结果显示破损淀粉含量随粒度大小呈现规律性变化。在四个样品间, 精制粉的破损淀粉含量总体明显多于其余三种, 这是因为精制粉为二等粉, 根据制粉的粉路特点, 二等粉研磨次数更多, 淀粉破损程度

也相对更大。软麦和硬麦各区间破损淀粉差异不大, 从数值上看, 软麦占主导作用的一加一面粉破损淀粉要比硬麦占主导的金苑特一粉高一些。

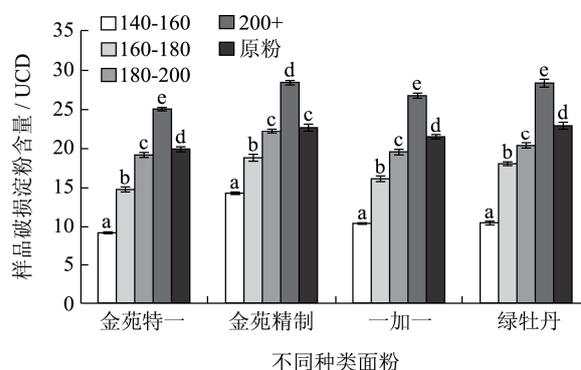


图 4 各区间样品的破损淀粉含量 (UCD)

Fig.4 Damaged starch content (UCD) of the samples in each size range

注: a、b 和 c 为方差分析样品差异性结果, 不同字母表示的两个区间样品代表该两个区间样品之间存在显著差异 ($p<0.05$)。实验所涉及到的显著性差异只表示同一种类面粉各区间样品间的差异, 不能说明不同面粉种类差异性情况。

2.6 面筋指数、干面筋含量、湿面筋含量分析

表 3 各区间样品的湿面筋含量、干面筋含量、面筋指数

Table 3 Wet gluten content, dry gluten content, and gluten index of the samples in each size range

面粉品种	区间	湿面筋含量/%	干面筋含量/%	面筋指数/%
金苑精制	140~160 目	27.47±0.13 ^b	10.13±0.07 ^b	95.77±0.67 ^c
	160~180 目	34.53±0.23 ^d	11.67±0.17 ^c	88.19±0.79 ^a
	180~200 目	35.43±0.17 ^d	12.23±0.07 ^d	87.63±1.09 ^a
	200 目以上	24.13±0.27 ^a	8.80±0.10 ^a	95.67±0.54 ^c
	原粉	28.47±1.13 ^c	10.00±0.50 ^b	91.51±3.42 ^b
金苑特一	140~160 目	29.53±0.17 ^c	11.17±0.23 ^c	89.79±0.33 ^c
	160~180 目	31.57±0.27 ^d	11.10±0.20 ^c	87.98±0.26 ^b
	180~200 目	34.60±0.40 ^e	11.23±0.27 ^c	79.65±0.80 ^a
	200 目以上	26.63±0.27 ^a	9.23±0.07 ^a	93.68±0.62 ^d
	原粉	28.67±0.47 ^b	9.87±0.23 ^b	89.11±0.82 ^c
一加一	140~160 目	30.73±0.23 ^b	11.20±0.00 ^c	94.24±0.56 ^b
	160~180 目	34.43±0.17 ^c	11.73±0.17 ^d	82.57±0.56 ^a
	180~200 目	36.20±0.40 ^d	12.47±0.23 ^e	80.69±0.62 ^a
	200 目以上	28.67±0.17 ^a	10.07±0.07 ^a	91.66±0.55 ^b
	原粉	30.03±0.93 ^b	10.37±0.07 ^b	88.98±3.60 ^b
绿牡丹	140~160 目	30.10±0.10 ^a	10.17±0.13 ^{ab}	77.30±0.69 ^d
	160~180 目	30.53±0.27 ^b	10.77±0.07 ^c	65.89±0.41 ^b
	180~200 目	32.77±0.17 ^c	11.13±0.17 ^d	63.58±0.52 ^a
	200 目以上	30.07±0.23 ^a	10.33±0.13 ^b	63.65±0.39 ^a
	原粉	30.10±0.20 ^a	9.97±0.07 ^a	67.01±0.55 ^c

注: a、b 和 c 为方差分析样品差异性结果, 不同字母表示的两个区间样品代表该两个区间样品之间存在显著差异 ($p < 0.05$)。实验所涉及到的显著性差异只表示同一种类面粉各区间样品间的差异, 不能说明不同面粉种类差异性情况。

表 3 为筛分后各区间样品的面筋指数、干面筋含量、湿面筋含量。由表中数据可知, 干面筋含量和湿面筋含量趋势一致, 先升高在 180~200 目 (80~75 μm) 处达到极值后下降, 面筋由麦谷蛋白和醇溶蛋白组成, 180~200 目 (80~75 μm) 粗蛋白含量比较高, 所以对应的麦谷蛋白和醇溶蛋白也相对较多。而面筋指数则与干面筋湿面筋含量趋势呈相反趋势, 先下降在 180~200 目 (80~75 μm) 达到最低点后上升。面筋指

数反应面粉的面筋强度, 180~200 目 (80~75 μm) 湿面筋含量高, 但面筋强度低。这说明各区间面粉不仅在蛋白质数量上存在差异, 在质量上也存在差异, 且不是正相关的关系, 蛋白质数量最多的区间为 180~200 目 (80~75 μm), 但蛋白质质量相对较差

2.7 方差分析

表 4 样品理化指标方差分析

Table 4 Variance analysis of the physicochemical indices of the samples

因素	灰分	破损淀粉	粗蛋白	湿面筋	干面筋	面筋指数
面粉	**	**	**	**	**	**
粒度	NS	**	**	**	**	**
面粉*粒度	NS	**	**	**	**	**

注: NS 表示显著性结果无显著性差异 ($p > 0.05$), **表示显著性结果为存在极显著差异 ($p < 0.01$)。

对各样品理化指标做方差分析, 由表 4 可知, 实验所用四种不同面粉在灰分、破损淀粉、粗蛋白、湿面筋含量、干面筋含量、面筋指数方面均有显著性差异, 四种样品差异较大, 具有一定的代表性。将样品进行筛分后研究粒度对理化品质的影响, 可看出, 筛分所形成的粒度分级对于面粉的灰分无显著性差异 ($p > 0.05$), 说明灰分在面粉中分布与实验所分粒度区间无显著关系; 而对面粉的破损淀粉含量、粗蛋白、湿面筋干面筋含量、面筋指数呈极显著相关 ($p < 0.01$), 该结果表明本次实验所选 140~200 目 (109~75 μm) 区间粒度对面粉品质具有显著影响, 间接影响面粉的破损淀粉、粗蛋白含量、干面筋湿面筋含量、面筋指数各项指标综合表现为粒度对面粉的影响。

3 结论

不同等级不同粉质的商品面粉粒度分布不同, 但所有市售面粉中普遍以小颗粒居多。本实验中通过筛分对面粉进行粒度分级, 但由于静电吸附作用, 筛分的方法不能排除小颗粒的影响, 筛分后样品主要差异为较大颗粒以及中等颗粒, 由结果分析得出, 中等颗粒在面粉中含量较少但对面粉基本理化指标具有显著影响。该部分中等颗粒可影响面粉中粗蛋白、面筋指数、干面筋湿面筋含量、面筋指数等基本指标, 与原面粉在基本理化指标上具有显著性差异。140~160 目 (109~96 μm) 代表的大粒度面粉性质与原面粉比较接近, 160~180 目 (96~80 μm) 和 180~200 目 (80~75 μm) 代表的中等粒度面粉和 200 目以上 ($\leq 75 \mu\text{m}$) 代表的小粒度面粉则在理化指标方面与原粉存在显著差

异。但当不同占比的各粒度区间面粉组成原面粉时, 原本具有差异的各粒度区间面粉相互影响, 综合表现出原面粉的理化特性。

参考文献

- [1] Edwards M A, Osborne B G, Henry R J. Effect of endosperm starch granule size distribution on milling yield in hard wheat [J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48(1): 180-192
- [2] 赵学敬. 小面粉粒度变化与淀粉损伤程度[J]. 粮食与饲料工业, 2010, 35(1): 26-30
ZHAO Xue-jing. Wheat flour particle size changes and the degree of starch damage [J]. Grain Processing, 2010, 35(1): 26-30
- [3] 杨月, 陈晓明. 不同粉路中的小麦粉及其淀粉性质测定[J]. 食品工业科技, 2010, 3: 177-180
YANG Yue, CHEN Xiao-ming. Properties of wheat flour and starch from different flour flow in wheat milling system [J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 3: 177-180
- [4] Sullivan Betty, Engebretson W E, Anderson M L. The relation of particle size to certain flour characteristics [J]. Cereal Chemistry, 1960, 37: 436
- [5] Sakhare Suresh D, Inamdar Aashitosh A, Soumya C, et al. Effect of flour particle size on microstructural, rheological and physico-sensory characteristics of bread and south Indian parotta [J]. J. Food Science and Technology, 2014, 51(12): 4108-4113
- [6] 刘利, 赵堃, 安红周, 等. 系统粉粒度分布与品质特性相关性研究[J]. 食品科技, 2012, 37(8): 140-147

- LIU Li, ZHAO Kun, AN Hong-zhou, et al. The correlation of particle size distribution and properties of wheat flour from different systems [J]. Food Science and Technology, 2012, 37(8): 140-147
- [7] Wang L, Flores R A. Effects of flour particle size on the textural properties of flour tortillas [J]. Journal of Cereal Sci., 2000, 31:263
- [8] Barak Sheweta, Mudgil Deepak, Khatkar B S. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies [J]. J. Food Sci. Technol., 2014, 51(7): 1342-1348
- [9] Blanchard C, Labouré H. Study of the impact of wheat flour type, flour particle size and protein content in a cake-like dough: Proton mobility and rheological properties assessment [J]. Journal of Cereal Science, 2012, 56: 691-698
- [10] 杨艳虹,王秀忠,檀革宝,等.不同粒度小麦粉的理化特性研究[J].粮食加工,2009,4(2):19-22
- YANG Yan-hong, WANG Xiu-zhong, TAN Ge-bao, et al. Different granularity wheat flour physics and chemistry characteristic research [J]. Grain Processing, 2009, 4(2): 19-22