重力分级前后不同小麦的理化特性分析

张友娟,田建珍,郑学玲,刘　翀,韩小贤

(河南工业大学 粮油食品学院,河南 郑州　450001)

摘　要:分别从2条小麦制粉生产线的重力分级去石机进出口在线取得小麦样品进行实验制粉。结果表明:分级后重质小麦中饱满籽粒含量增多,小麦粉的加工精度提高,品质特性得到改善,麦谷蛋白与醇溶蛋白含量虽稍有下降,但面筋指数提高,面团的形成时间及稳定时间延长,降落数值以及峰值黏度、最低黏度和最终黏度等指标均有不同程度的提高。轻质小麦的出粉率及小麦粉加工精度均降低,品质特性变差,轻质小麦中不饱满籽粒含量越多,差异越显著。

关键词:重质小麦;轻质小麦;未分级小麦;理化特性

中图分类号:TS 211.2　**文献标识码:**A　**文章编号:**1007-7561(2015)01-0008-05

Study on physicochemical property of wheat before and after gravity classification

ZHANG You-juan, TIAN Jian-zhen, ZHENG Xue-ling, LIU Chong, HAN Xiao-xianl

(College of Food Science and Technology, Henan University of Technology, Zhengzhou Henan　450001)

Abstract: Wheat samples were obtained online at the import and export of gravity grading stoner from two wheat flour production lines and were milled into wheat flour by experimental grinder. The results showed that: after gravity classification the content of full grain in the group of heavy wheat increased, the flour processing accuracy was enhanced, the quality characteristics was improved; although there was a slight decline in the content of glutenin and gliadin, the gluten index increased, the formation time and stability time of the dough extended, falling number and peak viscosity, low viscosity and final viscosity all had different degrees of increase. The flour yield and flour processing precision of light wheat were reduced and quality characteristics degenerated; the more the light wheat contained the grain that was not full, the more significant the difference.

Key words: heavy wheat; light wheat; unclassified wheat; physicochemical properties

重力分级去石机具有两层筛面,上层筛面可以分出部分轻质小麦,下层去石筛面相对载荷减少,因而产量高于同规格的单一比重去石机,故在小麦加工厂得到广泛应用。近年来,许多小麦加工厂设置在毛麦清理阶段的重力分级去石机的操作发生了一些变化,其上层筛面仅分出很少量的轻质麦与轻杂质,这部分物料与下脚混合经粉碎机粉碎后作为副产品。而设置在光麦清理阶段的重力分级去石机采取正常操作,即上层筛面可以分出约30%的轻质小麦[1],下层筛面在去石的同时分出重质小麦,但分出后的轻质与重质小麦又合并入下道清理工序,之后进入1皮磨研磨。因此,重力分级去石机的分级功能并没有得到发挥。

目前,小麦制粉工艺设计中研磨物料的分级与提纯得到了很大的关注[2],物料分级越来越细化,清粉的范围也越来越宽,许多小麦制粉工艺中已设置了10道清粉。而对加工原料的分级研究则相对较少。本实验通过对两条实际小麦加工生产线中重力分级去石机分级前后不同小麦的理化特性、粉质特性、糊化特性等进行测试分析,探讨分级小麦品质变化的一些基本规律,为小麦的分级加工提供理论依据和技术支撑。

1　材料与方法

1.1　材料与仪器

1.1.1　材料

分别从2条小麦制粉生产线中光麦清理阶段的重力分级去石机进、出口在线取得小麦样品。1号

收稿日期:2014-07-23

基金项目:公益性行业(农业)科研专项经费资助(201303070);河南省小麦产业技术体系建设专项资金资助项目(S-2010-01-G06)

作者简介:张友娟,1988年出生,女,在读硕士研究生.

通讯作者:田建珍,1957年出生,女,教授.

麦为在豫北的一条日加工1 000吨小麦的生产线所取样品;2号麦为豫南的一条日加工500吨小麦的生产线所取样品。分别用U、H、L表示入机小麦(未分级小麦)、重质小麦及轻质小麦。2条小麦制粉生产线共取得6种样品。

1.1.2 仪器

SKCS4100谷物单籽粒硬度测定仪;HGT01000型容重器;JMG-Ⅲ型面筋测定仪;德国Brabender粉质仪;智能白度仪;UV-2000型紫外分光光度计;JLZ-Ⅲ降落数值仪;ZDDN-Ⅱ自动型凯氏定氮仪;JLZ-Ⅲ型快速黏度分析仪;LD5-10型低速离心机;WZZ-2B自动旋光仪。

1.2 实验方法

1.2.1 小麦籽粒特性测定及制粉

硬度测定:采用瑞典公司SKCS4100谷物单籽粒硬度测定仪;容重测定:按GB/T 5498—1985方法进行。布勒实验磨粉机实验制粉:采用AACC 26-20方法。

1.2.2 小麦粉组分的测定

淀粉采用1%盐酸旋光法进行测定;蛋白采用全自动凯氏定氮仪,转换系数5.7;灰分按照GB/T 5505—2008方法进行测定;水分按照GB 5497—85方法进行测定;戊聚糖采用间苯三酚法测定;损伤淀粉含量采用试剂盒法,参照AACC76—31。

1.2.3 小麦粉品质特性测定

小麦粉及面糊色泽采用便携式色度仪测量;降落数值按照GB/T 1036—2008进行测定;干、湿面筋分别采用GB/T 14607—2003和GB/T 14608—2003方法测定;面筋指数采用GB/T 14608—2003方法测定。

1.2.4 小麦粉粉质与糊化特性测定

粉质特性采用Brabender粉质仪器,按照GB/T 14614—2006测定,糊化特性按照LS/T 6101—2002进行测定。

1.2.5 实验数据的处理

数据统计与处理采用Excel软件,差异显著性相关分析采用SPSS软件。

2 结果与分析

2.1 小麦的籽粒特性

表1显示2条生产线所取小麦样品的籽粒分布状况及籽粒特性。从表中可以看出,分级后重质小麦中的饱满颗粒数量均高于未分级小麦,因此容重、单颗粒粒径及粒重均提高;而分级后轻质小麦的上述各项指标均明显减小,但2条生产线的轻质小麦籽粒特性差异较大。1号麦中分出的轻质小麦中不饱满粒与破碎粒所占比例合计为92.72%,2号麦则仅为30.31%;故1号麦分出轻质小麦的单颗粒重与容重减小的幅度较大,而2号麦减小的幅度相应较小。因此,重力分级去石机在分级比例相近的条件下,原料与设备操作的不同对轻质小麦的籽粒组成及特性将产生较大影响。

表1 分级前后小麦的籽粒特性及籽粒分布状况

名称	硬度	容重/(g/L)	单籽粒重/mg	粒径/mm	水分/%	饱满粒/%	不饱满粒/%	破碎粒/%	其它/%
1号-U	51.05	774	36.11	2.94	10.44	79.81	9.77	3.26	7.17
1号-H	53.97	778	37.80	3.03	10.90	92.39	3.99	1.92	1.70
1号-L	54.33	619	21.81	2.33	10.80	4.40	58.05	34.67	2.87
2号-U	50.83	756	35.19	2.93	11.35	77.91	12.08	3.93	6.04
2号-H	48.17	772	39.74	3.09	11.83	93.16	3.32	1.66	1.86
2号-L	49.83	726	30.76	2.77	11.48	62.76	22.02	8.29	6.92

2.2 小麦粉理化指标

2.2.1 小麦出粉率和小麦粉基本组分

小麦出粉率及小麦粉基本组分测试数据如表2所示。在实验研磨出粉率不太高的情况下,分级后重质小麦与未分级小麦的出粉率差异不大,但2条线中重质小麦粉的灰分均降低约0.03%,说明分级后重质小麦粉的加工精度有所提高;分离出的轻质小麦粉的出粉率均降低约2%,而灰分增加,其中1号小麦粉的灰分增幅较大。

小麦粉主要由淀粉与蛋白质组成。从表2中看出,2条线中的重质小麦及2号轻质小麦与其未分级小麦相比,其小麦粉的淀粉及蛋白质含量变化不明显,但1号轻质小麦与其未分级小麦相比,淀粉含量减少了2.6%,蛋白含量则增加1.31%。

表2 分级及未分级小麦出粉率及小麦粉基本组分 %

名称	出粉率	灰分	水分	淀粉	蛋白	损伤淀粉
1号-U	66.12	0.61±0.01	13.7±0.01	70.63±0.02	12.23±0.01	4.36±0.02
1号-H	66.59	0.57±0.01	13.7±0.01	70.81±0.02	12.41±0.03	4.93±0.01
1号-L	64.44	0.79±0.02	13.5±0.01	68.03±0.03	13.54±0.02	3.84±0.03
2号-U	66.47	0.60±0.01	13.0±0.01	69.68±0.02	12.98±0.03	4.59±0.01
2号-H	66.35	0.57±0.01	13.4±0.01	69.74±0.03	13.00±0.01	4.62±0.01
2号-L	64.65	0.63±0.01	12.4±0.01	69.58±0.02	13.39±0.02	4.23±0.02

注:表中灰分以干基计,淀粉和蛋白均以湿基计,数据为两次重复实验平均值。

小麦淀粒以淀粉粒的形式存在胚乳中,在研磨的过程中不可避免的会造成淀粉颗粒的机械损伤。表2显示小麦粉中淀粉粒损伤的规律为:重质小麦>未分级小麦>轻质小麦,其中1号重质及轻质小麦粉的损伤淀粉含量增减的幅度较大。

分析造成上述差异的原因,主要与分级前后小麦籽粒组成及特性有关。轻质小麦由于不饱满籽粒所占比例较高,胚乳含量相应减少,在相同的研磨条件下,麦皮的破碎程度增加而混入小麦粉中,增加了小麦粉的灰分含量,淀粉含量也相应降低。研磨过程中,由于轻质小麦的麦皮含量相对较多,使得胚乳中淀粉颗粒与磨辊表面的接触相对减少,故损伤淀粉含量相应减少。

2.2.2　小麦粉中不同蛋白含量

图1显示了分级前后不同小麦粉的蛋白组分含量及变化。可以看出,虽然2条生产线的小麦粉中四种蛋白的含量总体分布趋势为:麦谷蛋白>麦醇溶蛋白>清蛋白>球蛋白,但各种蛋白组分的含量、蛋白比例及变化不尽相同。

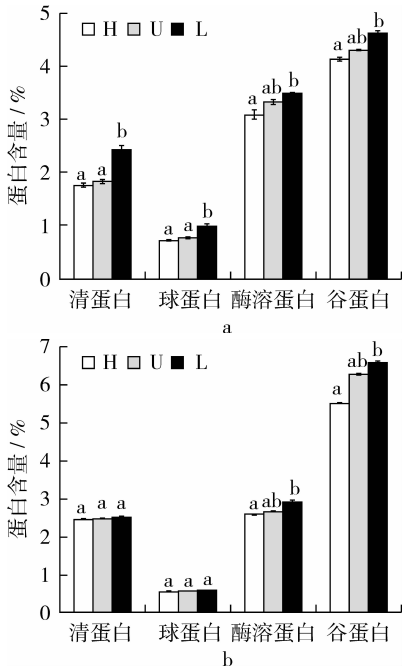

图1　分级前后小麦粉的蛋白组分含量

注:图中测定结果均为两次平行实验的平均值,下同;小麦经分级后的小麦粉蛋白组分含量之间的差异性通过字母表示,有相同字母者表示无显著差异($P>0.05$),字母不同者表示差异性显著($P<0.05$),下同;a为1号小麦粉蛋白组分含量图,b为2号小麦粉蛋白组分含量图。

麦谷蛋白与醇溶蛋白含量:1号线小麦粉为7.26%~8.15%,2号线小麦粉为8.34%~9.54%;麦谷蛋白与醇溶蛋白的比例:1号线小麦粉为1.29%~1.33%,2号线小麦粉则为2.22%~2.35%,2号线小麦粉中麦谷蛋白含量较高,醇溶蛋白含量较低。

分级前后不同小麦粉的蛋白组分变化基本规律:与未分级小麦相比,2条生产线中重质小麦粉的四种蛋白组分均有减小,轻质小麦粉则有所增大。但增减的幅度不同,主要表现在清蛋白与球蛋白含量增减幅度的差异。1号生产线重质小麦粉的清蛋白与球蛋白的含量稍有减小,而轻质小麦粉清蛋白与球蛋白含量的增幅较大;而2号生产线中重质与轻质小麦粉的清蛋白及球蛋白含量的增减幅度均较小。其原因与蛋白组分在小麦籽粒中的分布规律有关。糊粉层与麦胚中主要含清蛋白与球蛋白,且蛋白的相对含量较高[3]。

谷蛋白与麦醇溶蛋白主要含在胚乳中,且分布不均衡,一般中心部位蛋白含量较低,外围逐渐增多[4]。在出粉率不太高的情况下,籽粒越饱满,研磨过程中对皮层的剥刮强度越弱,小麦粉中外层胚乳含量相对减少,故谷蛋白与麦醇溶蛋白含量减少,反之则增加。

2.2.3　小麦粉戊聚糖

小麦粉中戊聚糖含量的测定结果如下图2。可以看出,重质小麦粉的戊聚糖含量低于未分级小麦粉,轻质小麦粉的戊聚糖含量的增幅较大,且重质的戊聚糖含量与轻质的达极显著水平。小麦的戊聚糖主要集中在果皮、种皮和糊粉层中,而胚乳中戊聚糖含量很少[5]。小麦粉中的戊聚糖含量越高说明含麦皮量越多,本研究小麦粉中的戊聚糖含量与灰分含量呈现正相关,相关系数为0.831。

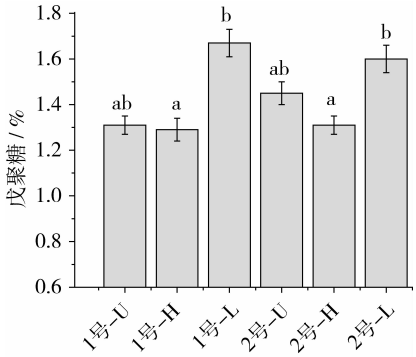

图2　分级及未分级小麦粉戊聚糖含量

2.3 小麦粉品质特性

2.3.1 小麦粉面筋及降落数值

表3数据显示了分级前后不同小麦粉降落数值及面筋的含量与质量变化。可以看出,2条生产线中,重质小麦与未分级小麦粉相比,面筋含量的差异较小,而面筋指数均有所增加,说明分级后重质小麦粉的面筋质量有所提高;轻质小麦与未分级小麦相比,其小麦粉的面筋含量均有所增加,而面筋指数明显下降,其中1号线轻质小麦粉的增减幅度较大,说明其含外层胚乳较多,增加了面筋含量,降低了面筋质量。

降落数值是间接反映小麦粉中α-淀粉酶活性的重要指标,从表中可以看出,2条生产线不同小麦粉的降落数值呈现出:重质小麦粉>未分级小麦粉>轻质小麦粉的规律,且轻质小麦粉降落数值与重质小麦粉降落数值差异性显著,尤其是1号线轻质小麦粉的降落数值降幅较大。轻质小麦中破碎粒、不饱满粒及发芽粒等较多,而这些籽粒表皮不光滑,组织状态疏松,与外界通透性较强,内部物质缺乏保护层,造成其α-淀粉酶活性高[6]。

表3 小麦粉面筋及降落数值

名称	干面筋/%	湿面筋/%	面筋指数/%	降落数值/s
1号-U	11.60a	35.35a	71.04a	384a
1号-H	11.90a	35.35a	72.98a	358a
1号-L	12.60b	38.15a	64.21b	265b
2号-U	12.85a	37.55a	87.78a	417a
2号-H	12.80a	37.10a	88.96a	405a
2号-L	12.95a	38.05a	83.05b	363b

注:表中测定结果为两次平行实验的平均值。表中同品种小麦同一指标有相同字母者表示差异性不显著($P>0.05$),字母不同者表示差异性显著($P<0.05$),下同。

2.3.2 小麦粉及面糊色泽

小麦粉及面糊色泽如表4所示。

表4 小麦粉及面糊色泽

名称	小麦粉色泽				面糊色泽		
	白度	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1号-U	74.45ab	90.98a	0.81a	9.35a	69.80ab	1.45a	11.83ab
1号-H	74.10a	91.11b	0.75a	9.23b	70.65a	0.99b	11.51a
1号-L	70.25b	89.51c	0.94b	10.14c	66.19b	2.73c	12.73b
2号-U	73.45ab	90.91a	0.60a	8.78a	70.86ab	2.03ab	11.37a
2号-H	74.40a	91.15b	0.54b	8.70b	70.95a	1.88a	11.17b
2号-L	72.95b	90.86a	0.59a	8.89c	68.83b	2.12b	11.47c

小麦粉的色泽对馒头类蒸煮食品的色泽影响较大。表4显示2条生产线不同小麦粉亮度L*值的变化规律为:重质小麦粉>未分级小麦粉>轻质小麦粉,面糊的变化规律与此一致。a*值反应小麦粉红绿值,b*值反应小麦粉黄蓝值,|a*|和|b*|越大颜色越深[7],小麦粉及面糊的变化趋势均是:重质小麦粉<未分级小麦粉<轻质小麦粉。由表4可知分级及未分级小麦粉形成面糊后,亮度L*值明显降低,a*值和b*明显增大,且重质小麦粉的变化幅度明显低于轻质小麦粉。由此可见,分级后重质小麦粉的色泽有所改善,而轻质小麦粉色泽变差,可能是轻质小麦粉中麸屑含量的增多,在多酚氧化酶的作用下易产生褐变反应[8]造成的。本实验数据的相关性分析表明,不同小麦粉的白度值与灰分呈现显著负相关,相关系数为-0.975($\alpha=0.01$水平显著)。

2.3.3 小麦粉粉质特性

粉质特性是衡量面团耐揉性及内在品质的主要指标,分级前后不同小麦粉的粉质特性的测定见表5。数据显示:2条生产线的小麦经重力分级后,重质小麦粉的形成时间及稳定时间延长,弱化度减小及粉质质量指数明显提高,说明面团的耐搅拌性能提高,强度增大。而轻质小麦则相反,小麦粉的稳定时间缩短,弱化度增大及粉质质量指数减小,1号线轻质小麦面粉尤为显著。

表5 小麦粉粉质特性

名称	吸水率/%	形成时间/min	稳定时间/min	弱化度/FU	粉质质量指数
1号-U	60.5a	3.52a	6.56a	60a	77a
1号-H	62.7b	4.12b	8.35b	56a	91b
1号-L	63.4c	4.03c	4.59c	140b	61c
2号-U	63.6a	4.38a	8.34a	59a	97a
2号-H	63.0b	5.52b	10.10b	51b	118b
2号-L	64.0a	4.55c	8.13c	87c	91c

2.3.4 小麦粉糊化特性

分级前后小麦粉糊化特性测定结果如表6所示。

由表6可知峰值黏度、最低黏度和最终黏度由低到高排列次序为:轻质小麦粉<未分级小麦粉<重质小麦粉。原因是淀粉含量与峰值黏度、最低黏度和最终黏度呈显著正相关关系[9],而它们小麦粉的淀粉含量有较大差异。分级及未分级小麦粉的衰减值和回生值的变化趋势与黏度变化趋势基本一

致,且差异性均达显著水平。分级及未分级小麦粉的峰值时间的变化规律为:重质小麦粉 > 未分级小麦粉 > 轻质小麦粉,且轻质小麦的峰值时间显著低于重质。轻质小麦中不饱满粒及损伤粒的面筋网络结构有损伤,使淀粉不能很好的受保护[10],从而较易吸水糊化。

表6　小麦粉糊化特性

名称	峰值黏度/(pa.s)	最低黏度/(pa.s)	最终黏度/(pa.s)	衰减值/(pa.s)	回生值/(pa.s)	峰值时间/min
1号-U	1707a	836a	1728a	871a	892a	5.72a
1号-H	2117b	1209b	2289b	908b	1080b	6.05b
1号-L	1265c	397c	1071c	868a	674c	5.38c
2号-U	2282a	1309a	2430a	973a	1121a	6.05a
2号-H	2359b	1439b	2533b	920b	1094b	6.18b
2号-L	1847c	843c	1840c	1004c	997c	5.65c

2.4　小麦粉各项指标的相关性分析

由表7可知容重与降落数值呈正相关,与白度和淀粉含量呈显著正相关,却与灰分、戊聚糖含量呈负相关,与蛋白含量的相关性则不明显。

表7　小麦粉各项指标的相关性分析

名称	容重	白度	降落数值	灰分	蛋白	淀粉	戊聚糖
容重	1						
白度	0.980**	1					
降落数值	0.867*	0.893**	1				
灰分	-0.986**	-0.975**	-0.897*	1			
蛋白	-0.692	-0.622	-0.316	0.579	1		
淀粉	0.908**	0.917**	0.693	-0.889*	-0.688	1	
戊聚糖	-0.868*	-0.818*	-0.613	0.831*	0.740	-0.754	1

注:表中**表示α=0.01水平显著,*表示α=0.05水平显著。

3　结　论

小麦分级后研磨的实验数据显示,虽然2条生产线加工的原料不同,分级后轻质小麦的籽粒状态及特性有较大差异,但分级后重质、轻质小麦的加工特性、小麦粉加工精度指标、基本组分含量、品质特性等指标的变化呈现出相似的变化规律,区别在于变化的幅度不同。

小麦经重力分级机分级后,重质小麦中饱满籽粒含量增多,在相同的条件下研磨,磨出小麦粉的加工精度提高,表现在灰分减小,戊聚糖含量减小,色泽的改善;小麦粉的品质特性得到改善,虽然蛋白质与湿面筋含量变化不大,甚至有所减少,但小麦粉的面筋指数提高,面团的稳定时间延长,筋力增强,降落数值以及峰值黏度、最低黏度和最终黏度等均有不同程度的提高。

经重力分级机分出的轻质小麦,由于饱满籽粒含量减少,与未分级小麦相比,小麦粉的出粉率减小,加工精度降低,品质特性的相关指标变差;轻质小麦中不饱满籽粒含量越多,差异越显著。因此,小麦中轻质小麦含量越高,对优质小麦粉的出粉率、加工精度、品质特性等的影响也越大。在生产高等级小麦粉时,为提高优质粉的出粉率及品质,建议采用分级加工。分出的轻质小麦,可直接送入中路皮磨研磨,或单独制粉后通过配粉使用。

参考文献:

[1]温纪平,温钦豪,毛瑞.小麦分级加工技术研究[J].粮食与饲料工业,2011,12(7):4-5.

[2]郭祯祥,吴小爱.强化分级的制粉新技术研究:国内制粉工艺现状[J].郑州粮食学院学报,2000,(1):1-4.

[3]王晓曦,付苗苗.小麦胚乳中蛋白质组分分布及其对面团流变学特性影响的研究[J].河南工业大学学报(自然科学版),2007,28(3):9-12.

[4]Wang Y G,Khan K,Hareland G,et al. Distribution of protein composition in bread wheat flour mill streams and relationship to breadmaking quality[J]. Cereal Chemistry,2007,84(3):271-275.

[5]Wang M,Sapirstein H D,Machet A,et al. Composition and distribution of pentosans in millstreams of different hard spring wheats[J]. Cereal Chemistry,2006,83(2):161-168.

[6]魏红艳,赵艳妍,李改婵,等.新收获小麦生芽粒及其对降落数值的影响[J].粮食储藏,2013,42(6):42-45.

[7]王培慧.面粉、面片色泽影响因素的研究[D].郑州:河南工业大学,2012.

[8]欧阳韶晖,张国权,罗勤贵,等.小麦制粉粉路多酚氧化酶活性分布研究[J].中国粮油学报,2011,26(4):11-14.

[9]雷宏,王晓曦,曲艺,等.小麦粉中的淀粉对其糊化特性的影响[J].粮食与饲料工业,2010,(10):8-11.

[10]赵梅,熊柳,孙庆杰.微波处理对小麦粉品质的影响[J].中国粮油学报,2013,28(6):20-24.