

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.06.015

小麦粉流变学特性品质指标间的关系研究

巴瑞新, 于素平, 冯丽英, 石翠霞, 路雪蕊

(北京东孚久恒仪器技术有限公司, 北京 100037)

摘要: 采用粉质仪、拉伸仪、吹泡仪和面筋仪分别对 56 种具有代表性的小麦粉样品进行检测, 研究小麦粉的粉质特性、拉伸特性、吹泡特性和面筋特性等流变学品质指标间的关系。结果表明: 粉质特性、拉伸特性、吹泡特性和面筋特性有些指标之间存在显著或极显著相关关系, 有些指标各自具有特异性。小麦和面粉进行品质检测时, 应根据其检测目的和食品用途选择使用合适的指标进行评价, 提高研究和检测效率。

关键词: 小麦粉; 流变学特性; 相关分析

中图分类号: TS210.1 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)06-0081-05

Study on the relationship between quality indexes of rheological properties of wheat flour

BA Rui-xin, YU Su-ping, FENG Li-ying, SHI Cui-xia, LU Xue-rui

(Beijing Orient Food Technology and Development Center, Beijing 102609)

Abstract: 56 representative wheat flour samples were detected by Farinograph, Extensograph, Alveograph and Glutograph-E respectively, and the relationship between rheological properties such as farinogram properties, tensile properties, alveogram characteristics and glutomatic properties of wheat flour dough were studied. The results showed that there were significant or extremely significant correlations among some indexes of these rheological properties, and some indicators had their own specificity. In order to improve the efficiency of research and detection, the appropriate indicators should be selected to evaluate the quality of wheat and flour according to the purpose of detection and the end-use of food.

Key words: wheat flour; rheological properties; correlation analysis

流变学特性是面团耐揉性和黏弹性的综合表现, 是评价小麦和面粉品质的关键指标, 常用检测仪器有粉质仪、拉伸仪、吹泡示功仪、面筋仪等。粉质仪测定小麦粉吸水能力和面团揉混过程中流变学特性变化, 反映面团的工艺性能; 拉伸仪测试面团醒发后在被拉断过程中所产生的抗力变化, 反映面团的弹性和延伸性; 吹泡仪用于测试面团醒发后的韧性和延伸性; 面筋仪可以测定小麦粉面筋的数量和质量。

国内外学者对于小麦和面粉品质评价指标的研究较多, 王美芳等^[1]利用面筋仪、粉质仪、吹泡仪及揉面仪测定了 30 个不同筋力小麦品种的面团流变学特性, 结果表明大多数品质指标之间存在显著的相关性, 并与面包烘焙品质存在极显著的相关性; 尹成华等^[2]研究了小麦的品质指标(硬度指数、容重、千粒重、沉降值、降落数值、粗蛋白含量、湿面筋含量、面筋指数)与粉质特性和拉伸特性的相关性分析, 研究结果表明小麦品质指标与面团流变学特性指标间均存在显著的相关关系; 张伯桥等^[3]研究了吹泡仪参数在小麦

收稿日期: 2019-03-28

作者简介: 巴瑞新, 1979 年出生, 男, 本科, 工程师。

育种中的应用,其在品种间的变异系数大于 SDS 沉淀值、蛋白质含量、干面筋含量、湿面筋含量和面筋指数,可以较好地反映品种间的品质差异,吹泡仪参数 P 值、L 值和 W 值是弱筋小麦品质育种的理想选择指标。但是对于粉质仪、拉伸仪、吹泡示功仪和面筋仪这 4 种仪器检测的小麦流变学指标之间相关性的研究较少,本研究通过测定 56 种不同类型小麦粉样品的吹泡特性、粉质特性、拉伸特性、面筋特性,分析小麦流变学特性各个指标之间的关系,为行业内小麦育种、科研院所、面粉加工、食品制造等单位选择适当仪器评价小麦品质提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 实验材料与试剂

本实验选用 56 种不同种类的小麦粉,其中有 48 种样品采集于北京市场,剩余 8 种样品为混合样品。其中包含高、中、低筋粉,其中低筋、中筋粉较多。

氯化钠分析纯:国药集团。

1.2 实验仪器

JCPD55 型吹泡仪、JFZD 型粉质仪、JMLD 150 型拉伸仪、JMJD 型面筋测定系统:北京东孚久恒仪器技术有限公司;LD510-2 型精密电子天平(精确至 0.01 g);JJ5000 型电子天平(精确至 0.1 g)。

1.3 实验方法

粉质仪实验:按照 GB/T 14614—2006《小麦粉面团的物理特性吸水量和流变学特性的测定粉质仪法》进行测定。

拉伸仪实验:按照 GB/T 14615—2006《小麦粉面团的物理特性流变学特性的测定拉伸仪法》进行测定。

吹泡仪实验:按照 GB/T 14614.4—2005《小麦粉面团流变特性测定-吹泡仪法》进行测定。

面筋仪实验:按照 GB/T5506.2—2008《小麦和小麦粉面筋含量第 2 部分:仪器法测定湿面筋》、LS/T 6102—1995《小麦粉湿面筋质量测定方法-面筋指数法》和 GB/T5506.4—2008《小麦和小麦粉面筋含量第 4 部分:快速干燥法测定干面筋》进行测定。

1.4 数据分析

采用 SPSS17.0 软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 56 种样品流变学特性结果

通过对 56 个样品的粉质特性、拉伸特性、吹泡特性和面筋特性进行统计分析,结果如表 1 所示。

表 1 样品粉质、拉伸、吹泡和面筋特性测定结果

指标	平均值	范围
吸水率/%	61.2	46.0~68.5
形成时间/min	5.0	1.2~13.6
稳定时间/min	8.6	1.2~22.9
弱化度/EU	73.2	15.5~19.4
粉质质量指数/mm	108.3	21.5~275.5
拉伸能量/cm ²	92.5	33.0~162.0
延伸度/mm	132.4	76.0~219.0
拉伸阻力/EU	447.7	191.0~948.0
最大阻力/EU	551.5	224.0~1 116.0
拉伸比	3.6	0.9~8.7
最大拉伸比	4.4	1.4~10.7
弹性/mm H ₂ O	93.9	39.0~204.0
延伸性/mm	83.3	41.0~159.0
能量/(J×10 ⁻⁴)	245.1	120.0~411.0
弹性/延伸性	1.3	0.3~4.9
湿面筋含量/%	33.7	21.9~44.8
面筋指数/%	79.6	43.0~96.0
干面筋含量/%	11.3	7.5~15.6

由表 1 可以看出,粉质特性、拉伸特性、吹泡特性和面筋特性表征小麦粉品质的各质量指标变化范围较大,样品具有较好的代表性。

选用表征粉质特性、拉伸特性、吹泡特性和面筋特性的稳定时间、能量、弹性、湿面筋含量对 56 种样品进行正态分布分析,稳定时间、能量、弹性、湿面筋含量参数均符合正态分布,正态分布图见图 1~4。

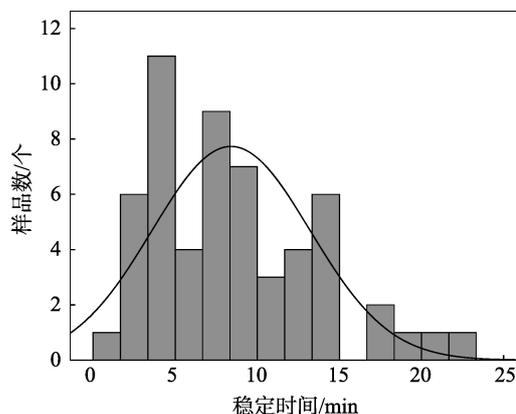


图 1 粉质稳定时间分布图

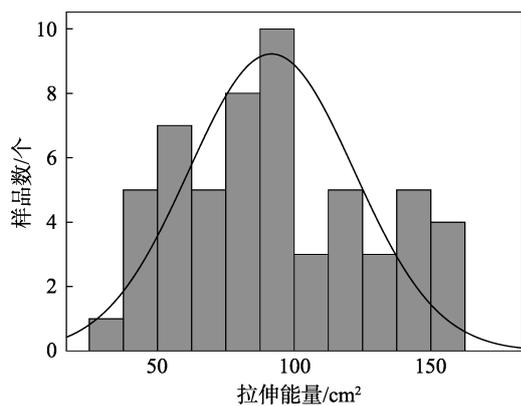


图 2 拉伸能量分布图

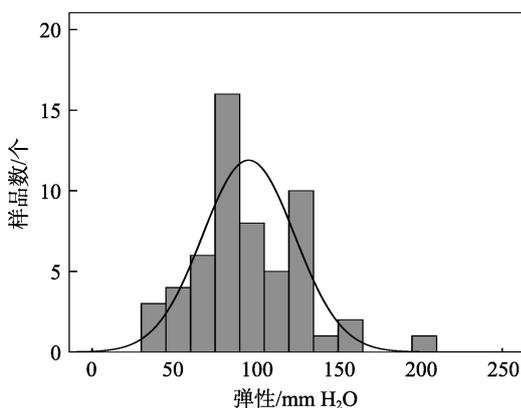


图 3 吹泡弹性分布图

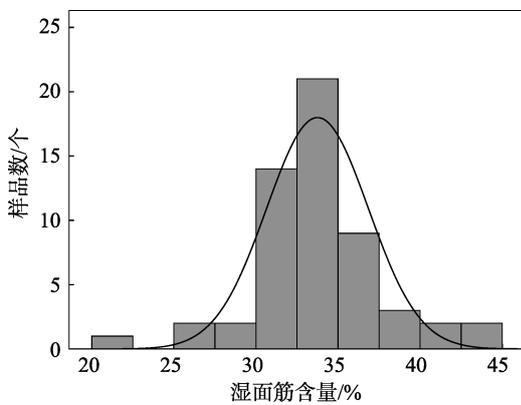


图 4 湿面筋含量分布图

2.2 粉质仪与拉伸仪指标相关性分析

样品粉质特性和拉伸特性的相关性如表 2 所示。

表 2 样品粉质特性和拉伸特性的相关性

指标	拉伸能量	延伸度	拉伸阻力	最大阻力	拉伸比	最大拉伸比
吸水率	-0.295*	-0.098	0.238	0.285*	0.134	0.192
形成时间	0.608**	0.252	0.299*	0.420**	0.112	0.232
稳定时间	0.737**	0.035	0.565**	0.657**	0.382**	0.493**
弱化度	-0.631**	-0.030	-0.515**	-0.565**	-0.393**	-0.455**

从表 2 可以看出，粉质仪各指标与除延伸度外的拉伸各指标存在显著或极显著的相关性；其中稳定时间与拉伸能量相关性较高，相关系数为 0.737；吸水率与拉伸各指标之间的相关系数均较小。吸水率是粉质仪的特征指标，用于指导食品加工，如制作面包吸水率与面粉使用量有关，吸水率越高生产同等量的面包时所需的面粉越少^[4]。

2.3 吹泡仪与粉质仪指标相关性分析

样品吹泡特性和粉质特性的相关性如表 3 所示。

表 3 样品吹泡特性和粉质特性的相关性

指标	吸水率	形成时间	稳定时间	弱化度	粉质质量指数
弹性	0.587**	0.681**	0.825**	-0.641**	0.731**
延伸性	-0.267*	0.019	-0.189	0.167	-0.175
能量	0.519**	0.720**	0.826**	-0.614**	0.761**
弹性/延伸性	0.449**	0.493**	0.613**	-0.515**	0.503**

注：* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

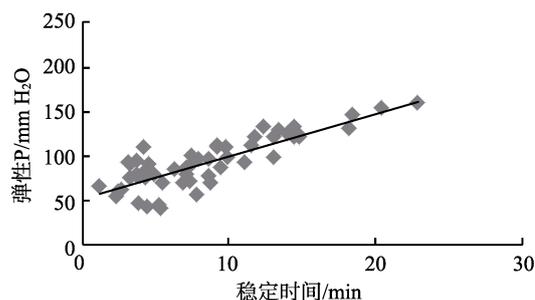


图 5 稳定时间和弹性 P 的相关关系图

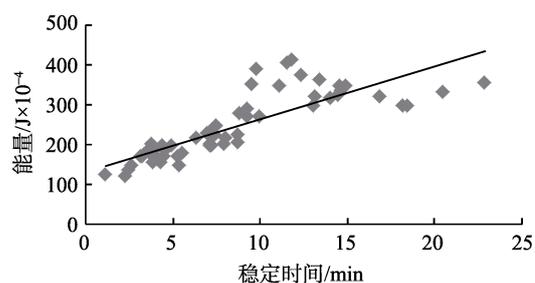


图 6 稳定时间和能量 W 的相关关系图

从表 3 可以看出，吹泡指标中弹性 P、弹性/延伸性 (P/L)、能量 W 与粉质特性指标存在极显著相关；其中，P 和 W 与稳定时间存在极显著的正相关关系，相关系数分别为 0.825、0.826，相关性关系见图 5、图 6。但是同时也发现，吹泡仪的延伸性与粉质仪的各项指标不相关，而且粉质仪的吸水率指标与吹泡仪的检测指标有一定的

相关性，但是相关性不高。

2.4 吹泡仪与拉伸仪指标相关性分析

表 4 数据可以表明，吹泡仪弹性 P 值与拉伸仪各指标呈极显著相关性；延伸性 L 与延伸度、拉伸比呈极显著相关，与最大拉伸比呈显著负相关，其中延伸性与拉伸延伸度的相关性系数达 0.795；能量与除延伸度外的拉伸仪指标都存在极显著相关性，能量 W 与拉伸能量的相关系数高达 0.886，与拉伸仪的最大阻力的相关系数高达 0.859。

表 4 样品吹泡特性与拉伸仪特性的相关性

指标	拉伸能量	延伸度	拉伸阻力	最大阻力	拉伸比	最大拉伸比
弹性	0.524**	-0.344**	0.603**	0.619**	0.507**	0.561**
延伸性	0.188	0.795**	-0.262	-0.145	-0.384**	-0.309*
能量	0.886**	-0.036	0.771**	0.859**	0.569**	0.689**
弹性/延伸性	0.204	-0.407**	0.386**	0.355**	0.390**	0.389**

注：* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

吹泡能量与拉伸能量、最大阻力以及吹泡延伸性与拉伸延伸度的相关关系见图 7、图 8、图 9，与张强涛等^[5]使用进口仪器检测研究结果相似，吹泡仪能量 W 和拉伸仪拉伸能量均表示面团破裂的能量，这两种指标参数在面团流变学特性的评价中具有相同的指导意义；吹泡仪延伸性与拉伸延伸度具有很大的相似性，均是表达面团的延伸性。

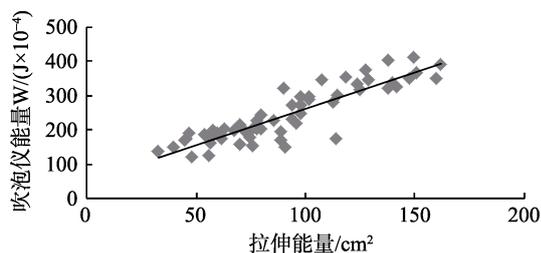


图 7 拉伸能量 cm^2 和 W 的相关关系图

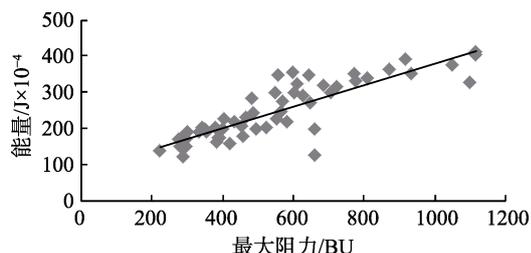


图 8 最大阻力和 W 的相关关系图

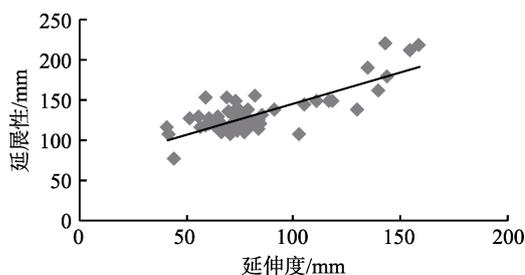


图 9 延伸度和 L 的相关关系图

但是表 4 也可看出吹泡的 P/L 指标与拉伸指标的相关性较低，证明其吹泡仪和拉伸仪各有其特异性。吹泡指标更能反映三维的立体效果，所以更能反映面包和饼干等烘焙食品及弱筋粉的特征。而拉伸仪更能反映面条、饺子等中式食品的特征。

2.5 粉质仪与面筋仪指标相关性

从表 5 分析可以看出，稳定时间、弱化度和粉质指数与面筋指数均呈极显著相关性；尤其是弱化度与面筋指数呈极显著的负相关，相关系数为 -0.738。稳定时间与面筋指数的相关性达到 0.662，其他指标之间的相关性不高。尹豪等^[6]认为湿面筋含量与弱化度相关性不显著，面筋指数与弱化度存在极显著的负相关，与本研究相一致。粉质仪指标用于判定小麦粉筋力强度，面筋仪指标反映面筋含量和质量，都是评价小麦粉质量的重要参考指标，为小麦分类和用途提供科学依据。

表 5 样品粉质特性和面筋特性的相关性

指标	湿面筋含量	面筋指数	干面筋含量
吸水率	0.163	0.110	0.213
形成时间	0.355**	0.363	0.459**
稳定时间	0.095	0.662**	0.209
弱化度	0.109	-0.738**	0

注：* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

2.6 拉伸仪与面筋仪指标相关性

样品拉伸特性和面筋特性的相关性如表 6 所示，拉伸能量、延伸度与湿面筋含量、干面筋含量呈极显著的正相关；拉伸阻力、最大阻力、拉伸比、最大拉伸比与面筋指数呈极显著的正相关。湿面筋含量主要反映蛋白质的数量，延伸度与湿面筋含量、干面筋含量相关系数较高，分别为 0.715、0.802，说明延伸度与蛋白质数量的相关性密切。

表6 样品拉伸特性和面筋特性的相关性

指标	湿面筋含量	面筋指数	干面筋含量
拉伸能量	0.394**	0.659	0.455**
延伸度	0.715**	-0.131	0.802**
拉伸阻力	0.063	0.646**	-0.043
最大阻力	0.065	0.687**	0.101
拉伸比	-0.263	0.554**	-0.241
最大拉伸比	-0.159	0.619**	-0.129

注：* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

2.7 吹泡仪与面筋仪指标相关性

样品吹泡特性和面筋特性的相关性如表7所示，弹性P与面筋指数呈极显著相关性；延伸性L与湿面筋含量、干面筋含量呈极显著相关性；P/L与湿面筋含量和面筋指数呈显著相关；能量W与面筋指数呈极显著相关，与干面筋含量呈显著相关。这与张伯桥等^[3]研究结果相符，说明弹性P、能量W与蛋白质的质量密切相关，延伸性L与蛋白质的数量密切相关。

表7 样品吹泡特性与面筋特性的相关性

指标	湿面筋含量	面筋指数	干面筋含量
弹性	-0.151	0.504**	-0.091
延伸性	0.668**	-0.125	0.684**
能量	0.254	0.643**	0.297*
弹性/延伸性	-0.325*	0.299*	-0.261

注：* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

3 讨论

由于仪器测定指标之间有广泛的相关性，已有大量学者研究小麦粉品质指标与其加工特性的关系，表明大多数品质指标之间相关系数达到极显著的水平^[3,5-8]，但是四种面团流变学特性检测仪各自具有特异性和应用价值，对面制品原料用小麦粉进行质量评价的研究时，既可以使用粉质仪和拉伸仪，也应对吹泡等仪器指标引起足够的重视^[9]。本研究结果表明，粉质仪的吸水率与其他所有流变学特性指标间的相关系数均不高，稳定时间与拉伸能量、吹泡仪的弹性P和能量W相关性较高，这与刘艳玲、姜小苓等^[7-8]研究结果基本相符。吹泡仪的能量W与拉伸仪的拉伸能量、最大阻力以及延伸性L与延伸度均呈现极显著正相关，这与张强涛等^[4]研究结果一致。弱化度与面筋指数存在极显著负相关，稳定时间、最大阻力、能量W与面筋指数呈现极显著正相关，延伸度、吹泡延伸性L与湿面筋含量、干面筋含量具

有较大相关性。

粉质仪、拉伸仪、吹泡仪及面筋仪各指标之间也有特异性。吹泡仪的延伸性与粉质仪的所有指标均不相关。吹泡的弹性P/L值与拉伸各指标的相关系数均在0.6以下，说明拉伸仪和吹泡仪各有其优越性。拉伸仪在测定面团的延伸性方面较好，吹泡仪评价面团的烘焙品质和弱筋粉更好。粉质的吸水率与其他所有流变学特性指标间的相关系数均不高，这是粉质仪的特征指标。面筋仪的各指标与其他仪器检测的指标之间的相关系数大多在0.7以下。

4 结论

综上所述，四种面团流变学特性检测仪有其共有的性能。面筋仪可以作为最基本的仪器开展基本的面团的流变学特性的测试，但是作为专用、优质面粉检测时，应根据其检测目的和食品用途进行选择使用。粉质仪测定面团的吸水率和稳定时间判定结果稳定，是评价小麦和面粉指标的重要检测仪器。拉伸仪作为面团延展度和拉伸阻力测定，是面包、饺子和面条等专用粉测试的专用仪器。吹泡仪以其检测时间短，评价指标多等优势，在烘焙品质检测和弱筋小麦粉的评价方面可发挥越来越大的作用。四种流变学特性检测仪器的综合应用将为小麦的收储、原粮搭配和配粉生产等环节以及为焙烤企业选购优质面粉提供参考，正确指导小麦育种、收储、制粉和烘焙等行业。

参考文献：

- [1] 王美芳, 雷振生, 吴政卿, 等. 不同仪器品质指标与面包烘焙品质关系研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(10): 6-11.
- [2] 尹成华, 王亚平, 路辉丽, 等. 小麦品质指标与面团流变学特性指标的相关性分析[J]. 河南工业大学学报, 2012, 33(4): 41-44.
- [3] 张伯桥, 张晓, 高德荣, 等. 吹泡仪参数作为弱筋小麦品质育种选择指标的评价[J]. 麦类作物学报, 2010, 30(1): 29-33.
- [4] 崔会娟, 郭兴凤. 面团流变学特性与面制品品质的关系[J]. 粮食加工, 2015, 40(2): 28-31.
- [5] 张强涛, 周玲, 曹阳, 等. 不同类型小麦粉吹泡特性指标与品质指标间相关性分析[J]. 现代面粉工业, 2018(4): 23-27.
- [6] 尹豪, 路辉丽, 王亚平, 等. 小麦品质指标与面团流变学特性指标的相关性及多元回归分析[J]. 粮食与饲料工业, 2015(10): 4-9.
- [7] 刘艳玲, 田纪春, 韩详铭, 等. 面团流变学特性分析方法比较与烘焙品质的通径分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(1): 45-51.
- [8] 姜小苓, 张强涛, 田红玉, 等. 面团流变学特性分析方法比较及其主要参数相关性分析[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 257-261.
- [9] 孙辉, 姜薇莉, 林家永. 小麦理化指标与食品加工特性的关系研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(3): 12-16.