

# 小麦粉水溶物对面团和面制品的影响

逯蕾, 韩小贤, 郑学玲, 刘 翀, 叶明星

(河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:**将小麦粉与蒸馏水按 1:10 的比例混合, 震荡, 静置, 离心, 取出上清液, 即为小麦粉水溶物。将水溶物与水按照 7%、13%、20%、27% 的比例混合后加入小麦粉制作面团, 并制成馒头和面包, 通过测定面团的各项流变学特性指标, 以及制品的比容、色度、质构及感官评价等指标来研究小麦粉水溶物对面团和面制品品质的影响。结果表明, 添加水溶物后的小麦粉不利于馒头的品质, 但是在小麦粉中添加水溶物后, 随着水溶物比例的增大, 高筋粉面团的吸水率均逐渐增大; 但是水溶物添加 13% 时面团指标与未添加水溶物时数值相近, 粉质质量较好, 馒头体积和比容较大, 口感柔软不粘牙; 对于高筋粉而言, 添加水溶物对面包的品质具有良好影响, 添加 13% 水溶物制作的面包体积较大, 外观较好, 面包芯致密有弹性, 具有一定的香味, 各项指标最好。

**关键词:**小麦粉水溶物; 面团品质; 馒头; 面包

**中图分类号:**TS 202.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)04-0013-06

## Effect of water - soluble substances on dough and flour products

LU Lei, HAN Xiao-xian, ZHENG Xue-ling, LIU Chong, YE Ming-xing

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

**Abstract:** Wheat flour was mixed with distilled water in the proportion of 1:10, shaken, rested, centrifugated. The supernatant liquor containing water - soluble substances of wheat flour was extracted, which was mixed with water in the proportion of 7%, 13%, 20% and 27% to be added to wheat flour to make dough for steamed bread and bread. The effect of the water - soluble substances on the dough and the products was researched through measuring the rheological properties of dough, as well as products of specific volume, color, texture and sensory evaluation. The results showed that after adding water - soluble substances into the flour, water absorption rate of high - gluten flour dough were gradually increasing along with the increase of proportions of water - soluble substances; although adding water - soluble substances was not conducive to the quality of steamed bread. The index of dough was similar when 13% water - soluble substances were added compared with without adding water - soluble substances; the volume and specific volume of steamed bread was large, tasted soft without sticky. For high - gluten flour, adding 13% water soluble substances has beneficial effects on bread with large volume, better appearance, delicate texture with springiness and aroma, whose indexes reached the best.

**Key words:** water - soluble substance of wheat flour; dough quality; steamed bread; bread

小麦粉主要由面筋蛋白、淀粉、脂类和水溶物组成, 目前国内外对于小麦粉的研究主要集中在面筋蛋白的粘弹特性和延展性<sup>[1-2]</sup>, 以及淀粉特性, 而对小麦粉中含量较低的水溶性部分研究比较缺少, 我国主要研究了小麦粉中水溶性戊聚糖特性及其对烘焙品质的影响, 也有少量关于水溶性蛋白分离提取

的研究<sup>[3-4]</sup>, 但关于小麦粉水溶物对面团及制品的影响研究未见报道。小麦粉水溶物中的水溶性蛋白、水溶性非淀粉多糖和水溶性膳食纤维等对面团及其面制品的品质有显著影响, 因此有必要对小麦粉水溶物进行深入的研究, 探索其对面团及制品的作用, 力求在不使用其他添加剂的情况下生产出品质更好更营养的食品。

本实验主要研究从小麦粉中提取水溶物, 将水溶物与水按不同比例混合, 再回添到小麦粉中, 制作成馒头和面包, 再对制品进行质构、色度、白度、外观

收稿日期: 2015-01-04

基金项目: 农业部行业工艺专项(201303070)

作者简介: 逯蕾, 1988 年出生, 女, 在读硕士。

通讯作者: 韩小贤, 1973 年出生, 女, 副教授。

及感官评价,找到最适合做馒头、面包的水溶物比例。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料与仪器

#### 1.1.1 实验材料

金苑特一粉:郑州金苑面业有限公司;白象高筋粉:中粮(郑州)粮油工业有限公司;盐;安琪酵母;白糖;起酥油;脱脂奶粉。

#### 1.1.2 仪器设备

AY220型电子天平:上海天平仪器厂;2200自动面筋仪:波通瑞华科技仪器(北京)有限公司;降落数值仪:FALLING NUMBER SHAKEMATIC;近红外谷物分析仪:丹麦福斯特卡托公司;电子式粉质仪:德国布拉班德公司;电子式拉伸仪:德国布拉班德公司;TA-XT-plus 11314型质构仪:Stable Micro systems;烤箱:美国National公司;发酵箱:美国National公司;和面机:北京东方孚德技术发展中心;面包体积测定仪:美国National公司;便携式测色仪:日本佐竹公司;WGB-2000型智能白度测定仪。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 水溶物提取

小麦粉水溶物的制备:取一定量的特一粉(或高筋粉)与蒸馏水按1:10的比例混合,置于恒温振荡水浴锅中震荡40 min,取出、静置、配平,于4 000 r/min的离心机上离心20 min,倒出上清液即为小麦粉水溶物。

#### 1.2.2 小麦粉理化指标测定

水分含量:参照GB 5497—85方法进行测定。

灰分含量:参照GB/T 5505—2008方法进行测定。

粗蛋白含量:采用全自动凯氏定氮仪进行测定。称量0.100 0 g左右的小麦粉于大量筒,加入一定的催化剂和10 mL浓硫酸,在420 °C炉消化30 min左右,冷却后装在自动凯氏定氮仪上开始测量,并记录数据,系数为5.7。

面筋含量:按GB/T 5506.1—2008中手洗法进行测定。

#### 1.2.3 小麦粉流变学指标测定

粉质特性:参照国标GB/T 14614—93方法进行测定;拉伸特性:参照国标GB/T 14615—93方法进行测定。

#### 1.2.4 馒头的制作

##### (1) 制作方法

参照中SB/T 10139—93附录A中方法,称取100.0 g特一粉,加入含有1.50 g干酵母的温水(添

加量为小麦粉吸水率的78%),水溶物添加量如表1,用和面机混合成面团后,取出,用压片机反复压5次,手工揉成圆状成型,于35 °C、85%湿度恒温箱中醒发45 min。在馒头发酵期间,可事先将锅中的水烧开并垫上干净的纱布,发酵结束后直接将馒头放入,蒸25 min,蒸熟后取出,盖上干纱布冷却40~60 min,测定制品指标。

表1 水溶物与水配比

样品	水溶物/mL	水/mL
0%	0	48
7%	3.4	44.6
13%	6.3	41.7
20%	9.6	38.4
27%	13.0	35.0

注:和面时水溶物与水的总和为48 mL。

##### (2) 馒头指标测定

馒头高径比=馒头高度(mL)/馒头直径(mL);馒头的比容=馒头体积(mL)/馒头质量(g);馒头的白度:采用智能白度测定仪测定;馒头的色泽:采用便携式测色仪测定;馒头的质构特性:采用TA-XT-plus 11314型质构仪测定,参数设定:直径36 mm圆柱形平底探头;触发类型:Auto;触发力:5 g;数据采集速度:200 pps;测前速度:3 mm/s;测后速度:1 mm/s;测试速度:1 mm/s;间隔:5 s;压缩程度:5 mm;压缩次数:2。

##### (3) 馒头的感官评价

馒头冷却后,用切片机将馒头切成15 mm厚,由7名品尝人员进行评分。馒头评价标准如表2所示:

表2 馒头感官评价

项目 (总分)	分数	感官评分
表观 (28)	14	乳白(10-14);洁白或稍黄(5-10);灰暗(0-5)
	14	挺立、饱满、表面光滑(10-14);轻微塌陷、表面微皱、有轻微收缩现象(5-10);萎缩、造型不匀称(0-5)
风味 (36)	12	有令人愉悦的气味(8-12);适中(4-8);有不可接受气味(0-4)
	12	口味淡香,有发酵香味(8-12);稍带甜味(4-8);稍带咸味(0-4)
	12	酸碱适中(8-12);稍带碱味(4-8);稍带酸味(0-4)
口感 (36)	12	咀嚼适口,较松软,易下咽(8-12);软硬适中(4-8);咀嚼干硬,下咽困难(0-4)
	12	回弹快,能复原,压1/2以上(8-12);回弹较差,压1/4以上(4-8);回弹弱或不回弹(0-4)
	12	食时爽口不粘牙,不牙碜(8-12);食时稍粘或稍牙碜(4-8);食时粘牙,牙碜(0-4)

#### 1.2.5 面包制作与评价

##### (1) 面包制作

根据GB/T 14611—93标准,采用直接发酵法

制作面包,称取 100.0 g 高筋粉,1.80 g 酵母,6 g 糖和 1.5 g 盐,水溶物添加量如表 3,用和面机搅成团后,加入 3.0 g 起酥油,搅至面团能撕成薄膜且无毛边。取出揉成的面团并放入温度为  $30 \pm 1$  °C,相对湿度为 85% 的发酵箱内发酵 90 min,当面团发酵进行到 55 min 和 80 min 时,分别进行两次揉压,然后使面包成型装听,送入发酵箱进行醒发 45 min,发酵箱温度为  $30 \pm 1$  °C,相对湿度为 85%~90%,然后将面包放入温度为 210 °C 的烤箱,烘烤 15 min,取出后冷却。

表 3 水溶物与水配比

样品	水溶物/mL	水/mL
0%	0	60
7%	4.2	55.8
13%	7.8	52.2
20%	12.0	48.0
27%	16.2	43.8

注:和面时水溶物与水的总量为 60 mL

## (2) 面包品质测定

比容的测定:面包出炉 5 min 后测定面包的质量与体积,并计算比容。面包比容/(mL/g) = 面包体积(mL)/面包质量(g)

质构的测定:参数设定:直径 36 mm 圆柱形平底探头;触发类型:Auto;触发力:5 g;数据采集速度:200pps;测前速度:3 mm/s;测后速度:1 mm/s;测试速度:1 mm/s;间隔:5 s;压缩程度:50%;压缩次数:2。

面包的感官评价:面包在室温下冷却 1 h 后装入自封袋,18 h 后对面包的外部与内部特征进行感官评价,采用中国农业科学院《面包烘焙品质标准》对面包进行感官评价,满分 100 分(包括:面包体积 45 分、面包外观 5 分、面包芯质地 10 分、面包芯色泽 5 分、面包芯纹理结构 35 分<sup>[5]</sup>)。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦粉理化指标

金苑特一粉和白象高筋粉的基本指标测定结果表 4 所示。特一粉和高筋粉的水分和灰分含量差别不大,特一粉的蛋白含量和湿面筋含量较低,属于中筋粉,适合制作馒头,而高筋粉蛋白和面筋含量较高,适合制作面包。

表 4 小麦粉理化指标数据 %

样品	水分	灰分	粗蛋白	湿面筋
特一粉	14.3 ± 0.01	0.68 ± 0.02	9.6 ± 0.08	26.5 ± 0.09
高筋粉	14.1 ± 0.00	0.61 ± 0.01	12.1 ± 0.09	34.6 ± 0.16

### 2.2 面团的流变学指标

由表 5 可知,随着水溶物添加量的增加,小麦粉

的吸水量逐渐增大,可能是由于水溶物增加后水性戊聚糖含量增加使得面团吸水率增大,吸水能力增强;加入水溶物后面团形成时间均比未添加水溶物时有所降低,这有利于食品加工厂的工业化生产;稳定时间是小麦粉内在质量中一项重要指标,可以反映面团品质的好坏,稳定时间长表明面团的耐剪切能力较强,添加 13% 水溶物的面团稳定时间较长,稳定较好,适合做馒头<sup>[6-7]</sup>;弱化度反映了面团在搅拌过程中的破坏速率,弱化度值越大,面筋越弱,面团越易流变,操作性能差<sup>[8-9]</sup>,粉质质量指数越大代表面团综合指标较好,总体看来,添加 13% 的水溶物面粉的弱化度值较低,粉质质量指数最高,表明面团操作性能较好,对小麦粉品质有所改善。

表 5 特一粉粉质参数测定结果

样品	吸水量/ (mL/100 g)	形成时间/ min	稳定时间/ min	弱化度/ FU	粉质质量 指标/FQN
0%	60.1	3.9	6.1	73	75
7%	60.1	3.5	5.8	75	67
13%	60.2	3.5	6.5	70	75
20%	60.4	3.0	5.8	73	67
27%	60.5	2.8	6.0	68	69

由表 6 可知,随着水溶物添加量的增加高筋小麦粉的吸水量逐渐增大,与特一粉变化规律相同,添加 27% 水溶物的面团吸水率最高;面团的形成时间也是反映小麦粉品质的重要指标,形成时间长说明面团筋力好、操作性能佳,但如果形成时间过长,则耗费大量的时间、能源,不利于工业的大规模生产,添加 13% 水溶物形成时间与未添加水溶物的最接近,较适合工业生产面包;稳定时间表示面团的耐剪切能力,添加 27% 水溶物的面团稳定时间最长,弱化度值最低,说明面团不易流变,操作性能较好,粉质质量最佳。

表 6 高筋粉粉质参数测定结果

样品	吸水量 /(mL/100 g)	形成时间 /min	稳定时间 /min	弱化度 /FU	粉质质量 指标/FQN
0%	61.0	8.1	18.1	33	194
7%	61.1	7.5	16.6	39	171
13%	61.3	8.2	16.9	35	181
20%	61.4	9.1	17.7	39	184
27%	61.6	8.7	18.4	33	197

面团醒发 45 min 时特一粉面团的拉伸实验测定结果如表 7 所示。从表可以看出,在面团醒发 45 min 时,添加水溶物的面团的拉伸曲线面积总体上小于未添加水溶物面团的拉伸面积,且添加 13% 水溶物时面团的拉伸曲线面积与未添加水溶物面团

拉伸曲线面积相近;添加13%水溶物的面团拉伸阻力、最大拉伸阻力、拉伸比和最大拉伸比都是最小的,拉伸阻力与面团的筋力有关,筋力高的则比较适合制作面包<sup>[10]</sup>;拉伸比是最大拉伸阻力与延伸度的比值,拉伸比值过小则面团发酵过程中容易变软流散,馒头易塌陷,比值过大则面团延伸性差,面筋网络膨胀性较差,使得面团不易起发,馒头体积小<sup>[11]</sup>,从表7可以看到,在面团醒发45 min时添加13%水溶物的面团拉伸比和最大拉伸比与未添加水溶物面团的一致,其余添加比例的拉伸比和最大拉伸比都增大,结合后面馒头体积在添加13%水溶物时最大,说明添加13%水溶物时面团拉伸比值适合做馒头。

表7 特一粉面团拉伸性能测定

拉伸参数	时间/min	样品				
		0%	6%	13%	20%	27%
拉伸曲线面积/cm <sup>2</sup>	45	57	51	55	52	50
拉伸阻力/BU	45	222	234	195	234	240
延伸度/mm	45	167	139	146	137	137
最大拉伸阻力/BU	45	263	260	228	269	270
拉伸比例	45	1.3	1.7	1.3	1.7	1.8
最大拉伸比例	45	1.6	1.9	1.6	2.0	2.1

从表8可以看出,随着醒发时间的延长,面团拉伸曲线面积、最大拉伸阻力、最大拉伸比均逐渐增加,说明面团的耐发酵特性较好。面团拉伸曲线面积代表了面筋的筋力大小,值越大表明面团筋力大,烘焙品质较好,醒发90 min时添加13%水溶物面团的拉伸曲线面积最大,说明此时的面团最适合做烘焙制品;面团的延展性与面团的硬度有关,同时也影

表8 高筋粉面团拉伸特性

拉伸参数	时间/min	样品				
		0%	7%	13%	20%	27%
拉伸曲线面积/cm <sup>2</sup>	45	142	154	140	129	131
	90	152	146	166	147	142
	135	161	154	144	143	172
拉伸阻力/BU	45	482	466	460	443	443
	90	552	562	542	520	504
	135	612	562	550	533	605
延伸度/mm	45	157	168	168	154	158
	90	149	146	171	156	154
	135	147	150	170	149	163
最大拉伸阻力/BU	45	687	686	607	633	617
	90	786	768	739	702	703
	135	844	790	768	736	811
拉伸比例	45	3.1	2.8	2.7	2.9	2.8
	90	3.7	3.9	3.2	3.3	3.3
	135	4.2	3.7	3.5	3.6	3.7
最大拉伸比例	45	4.4	4.1	3.6	4.1	3.9
	90	5.3	5.3	4.3	4.5	4.6
	135	5.8	5.3	4.6	4.9	5.0

响面筋网络结构的形成,从表8可以看出面团的延伸性随水溶物添加比例的增加而增大,说明添加水溶物具有软化面团的作用,这是由于水溶性蛋白的增加使得面团更加松软硬度降低<sup>[12-13]</sup>;随着水溶物添加比例的增加,面团的拉伸阻力、最大拉伸阻力均不断降低,说明添加水溶物后面团筋力有所降低<sup>[14]</sup>;添加水溶物后面团的拉伸比值和最大拉伸比值均较未添加水溶物面团的比值低,且在添加量为13%时达到最小值。

## 2.3 制品的品质指标

### 2.3.1 馒头品质指标

馒头外观品质。将做好的馒头置于室温下冷却后,称其质量,测定馒头体积、高和直径,并计算高径比和比容,数据如表9所示:

表9 馒头基本指标测定

样品	高/mm	直径/mm	高径比	体积/mm <sup>3</sup>	质量/g	比容/(mL/g)	白度
0%	54.89	103.75	0.53	305	148.49	2.05	38.4
7%	54.73	104.47	0.52	310	143.69	2.16	38.1
13%	53.55	105.74	0.52	320	149.09	2.15	37.8
20%	51.25	107.60	0.48	285	146.93	1.94	36.7
27%	44.33	109.34	0.41	255	149.62	1.70	35.6

由表9可以看出,增大水溶物添加量的比例,馒头的直径增加,高和高径比都减小,说明随着水溶物添加比例的增大,馒头逐渐塌陷;馒头的体积首先增大而后减小,其中添加13%水溶物的馒头体积达到最大;馒头的比容也是首先增大而后减小,添加7%和13%水溶物馒头的比容变化不大,略高于未添加水溶物馒头比容。添加水溶物之后,馒头的白度下降,并且随着水溶物添加比例的增大,馒头的白度值逐渐降低,这可能是由于水溶物增加后水溶性蛋白含量增加,使得总蛋白含量增加,而蛋白含量与面团白度值呈负相关关系,因此馒头的白度随着水溶物添加比例的增加而降低<sup>[15]</sup>。

由表10可以看出,馒头的红绿值a\*和黄蓝值b\*变化不大,亮度值L\*在添加13%水溶物的馒头亮度最大;添加27%水溶物的馒头颜色发暗,亮度最小;添加13%水溶物的馒头色度值CGV最小,说明馒头色泽最佳<sup>[16]</sup>,馒头质构特性。对食品的质构

表10 馒头色度的测定

样品	CGV(色度)	L*(亮度)	a*(红绿值)	b*(黄蓝值)
0%	24.28±0.24	81.8±0.16	0.6±0.08	16.8±0.13
7%	26.90±0.48	80.4±0.12	0.7±0.09	17.2±0.11
13%	23.68±0.21	82.1±0.18	0.6±0.00	17.2±0.09
20%	24.64±0.28	81.6±0.09	0.6±0.02	17.1±0.15
27%	28.2±0.67	79.8±0.06	0.6±0.01	18.0±0.23

分析采用 TPA 质构仪, TPA 质构测试又被称为两次咀嚼测试(Two Bite Test, TBT), 主要是通过模拟人口腔的咀嚼运动, 对固体、半固体样品进行两次压缩, 主要参数指标有硬度、黏度、弹性、黏聚性、咀嚼性、回复性等<sup>[17]</sup>。由表 11 可知, 添加水溶物后馒头的硬度、咀嚼性和胶着性均较未添加前有所增大, 其中添加 20% 水溶物馒头的硬度、咀嚼性和胶着性最大, 绵软、爽口的感觉较差<sup>[18]</sup>; 馒头的弹性和回复性

随添加水溶物比例的增加先增大后降低, 在 13% 时达到最大值, 说明添加 13% 水溶物的馒头弹性较好, 内部结构较佳, 柔软而不粘牙; 添加水溶物后的馒头粘聚性均较未添加水溶物时低, 但添加 13% 水溶物所制作馒头的黏聚性与未添加水溶物时相似, 说明添加水溶物后馒头的总体品质降低, 但是添加 13% 水溶物的馒头与未添加水溶物时相差不大, 相对较好。

表 11 馒头质构测定

样品	硬度	黏性	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
0%	1 032.9 ± 24.12	-0.053 ± 0.012	0.896 ± 0.019	0.889 ± 0.007	917.28 ± 21.34	825.9 ± 18.4	0.513 ± 0.005
7%	1 219.5 ± 34.87	-2.143 ± 0.123	0.907 ± 0.023	0.857 ± 0.011	1 043.96 ± 25.68	946.8 ± 20.4	0.51 ± 0.005
13%	1 370.5 ± 41.21	-1.711 ± 0.067	0.944 ± 0.054	0.887 ± 0.015	1 215.36 ± 32.18	1 147.6 ± 26.0	0.560 ± 0.007
20%	1 872.2 ± 87.3	-3.189 ± 0.124	0.923 ± 0.068	0.848 ± 0.009	1 587.37 ± 46.32	1 465.4 ± 36.1	0.534 ± 0.002
27%	1 517.5 ± 67.2	-1.088 ± 0.009	0.936 ± 0.023	0.874 ± 0.012	1 325.26 ± 36.11	1 239.9 ± 31.0	0.541 ± 0.003

馒头的感官评价。对食品的评价除了仪器评价外还有感官评价, 感官指标是判断和描述食品质量好坏的最直观指标, 能够反映食品的品质特征和质量要求<sup>[19]</sup>。从表 12 可知, 添加水溶物后馒头的感官评价指标总体呈现降低趋势, 说明加入水溶物后馒头的品质降低, 但是添加 13% 水溶物的馒头各方面的指标与未添加时指标相似, 外观、口感良好, 柔软而不粘牙, 味道较香, 风味能被大多数评价者接受, 且添加 13% 水溶物的馒头表面更光滑、比容较大; 而添加 27% 水溶物馒头感官评价得分最低, 外观发暗发黄, 馒头塌陷, 口感最差。

表 12 馒头感官评价评分

样品	外观 (28分)		风味 (36分)			口感 (36分)			总分 (100分)	
	8	10	8	9	9	11	10	11	76	
0%	8	10	8	9	9	11	10	11	76	
6%	6	8	7	8	7	8	8	9	61	
13%	7	10	9	9	8	10	9	10	72	
20%	5	7	7	8	6	7	7	8	55	
27%	4	5	6	7	6	5	4	7	44	

2.3.2 面包品质指标

面包外观品质。面包体积是对面包质量进行评价时的一个重要指标, 体积越大获得感官评分越高, 说明面包质量越好, 从图 1 可以看出水溶物添加比例在 13% 时面包的体积最大, 添加水溶物后制作的面包体积均比未添加水溶物制作的面包体积大, 说明水溶物对面包体积的增加起到积极的作用。

面包比容反映了面团体积膨胀程度和保持能力, 直接影响面包制品的外形、口感和组织结构, 是生产企业控制质量的重点之一, 对面包品质的评价具有重要意义<sup>[20]</sup>。由图 2 可以看出, 添加水溶物之后, 总体能够使面包的比容增大。随着水溶物添加量的增加, 面包的体积和比容均首先增大而后开

始减小。添加 13% 水溶物所制作的面包体积和比容最大, 外观品质也最好。而添加 20% 水溶物所制作的面包各项指标较好。总的来说, 添加水溶物能够改善面包的体积和品质。

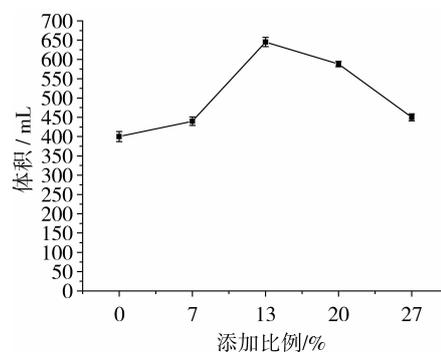


图 1 面包体积测定结果

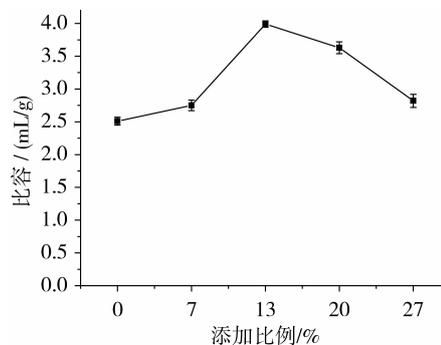


图 2 面包比容测定结果

面包质构特性。由表 13 可知, 添加水溶物后面包的硬度、胶着性和咀嚼性均比原始数据有所降低, 这是因为水溶物增加后水溶性蛋白含量增加, 增强了面团松软性, 使得面包硬度和咀嚼性降低, 且随水溶物添加量的增加面包的硬度、胶着性和咀嚼性先减小后增大, 并在添加量为 13% 时达到最小值, 说

明添加量为 13% 时的面包比较松软, 口感较好<sup>[21-22]</sup>; 面包的粘聚性和回复性随水溶物添加比例

的增加先增大后减少, 并在添加量为 13% 时达到最大值, 说明此时的面包网络结构较均一, 质量较好。

表 13 面包质构的测定

样品	硬度	黏性	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
0%	3 844.52 ± 62.61	-5.15 ± 2.36	0.852 ± 0.019	0.551 ± 0.011	2 117.79 ± 128.45	1 804.03 ± 68.12	0.218 ± 0.004
7%	1 960.26 ± 74.96	-10.59 ± 1.43	0.857 ± 0.025	0.654 ± 0.014	1271.42 ± 48.56	960.87 ± 45.33	0.273 ± 0.006
13%	797.15 ± 65.21	-5.35 ± 0.74	0.865 ± 0.056	0.699 ± 0.006	556.57 ± 34.12	484.46 ± 21.34	0.295 ± 0.009
20%	999.89 ± 34.78	-13.74 ± 17.2	0.825 ± 0.023	0.665 ± 0.008	666.53 ± 41.33	551.45 ± 18.56	0.274 ± 0.008
27%	2 247.94 ± 45.43	-4.83 ± 0.76	0.907 ± 0.004	0.630 ± 0.003	1 416.99 ± 56.28	1 286.13 ± 24.78	0.270 ± 0.007

面包感官评价。由表 14 可以看出, 添加水溶物后面包的各项指标均有所上升, 说明添加水溶物对面包的品质具有积极作用, 这可能是因为小麦粉水溶物中含有水溶性戊聚糖, 通过添加小麦粉水溶物有利于改善面包的质量品质, 生产出符合人们口感、风味的面包<sup>[23]</sup>; 添加 13% 水溶物制作的面包表皮光滑色泽正常, 面包芯致密柔软有弹性, 面包体积明显大于其他添加量水溶物的面包质量, 感官评价总分最高; 添加 20% 水溶物所制作的面包总体指标略低于添加 13% 水溶物的面包质量, 但其口感、气味较佳, 能被大多数人接受。

表 14 面包的感官评价

样品	面包外观(5)	面包芯色泽(5)	面包芯质地(10)	面包芯纹理(35)	面包体积(45)	总分(100)
0%	3.0	3.5	5.6	24.8	3.3	40.2
7%	3.8	4.3	6.9	28.0	6.6	49.6
13%	5.0	4.9	8.9	28.6	23.8	71.2
20%	4.8	4.5	8.9	29.0	19.0	66.2
27%	3.5	3.7	7.1	27.8	7.5	49.6

注: 此为 7 人感官评价的平均值。

### 3 结论

对于特一粉而言, 添加不同比例水溶物的面团比未添加水溶物的面团硬度降低, 筋力下降, 说明水溶物的添加不利于馒头的品质, 但是水溶物添加 13% 时各项指标与未添加水溶物时数值相近, 粉质质量较好, 馒头体积和比容较大, 口感柔软不粘牙。对于高筋粉而言, 添加 13% 水溶物制作的面包体积较大, 外观较好, 面包芯致密有弹性, 具有一定的香味, 口感能被大多数评价者接受, 各项指标最好; 添加 27% 水溶物的面团粉质质量最佳, 但所制作的面包品质较差。综合考虑, 添加 13% 水溶物的小麦粉制作面包品质最好。

#### 参考文献:

[1] 王金水, 赵友梅, 张长付, 等. 小麦高分子麦谷蛋白与其加工品质的关系[J]. 郑州粮食学院学报, 1944, 15(4): 61-66.  
 [2] 陆启玉. 小麦面粉中主要组分对面条特性影响的研究[D]. 华南理工大学, 2012(16): 4-6.  
 [3] 郑学玲, 李利民, 姚惠源, 等. 小麦麸皮水溶性戊聚糖的分离及分

级纯化[J]. 无锡轻工业学院, 2004, 23(2): 1-4.  
 [4] 苏峰, 杜风光, 史吉平, 等. 酶法制备水溶性小麦蛋白[J]. 粮食与油脂, 2006(7): 26-28.  
 [5] 楚炎沛, 刘伟森. 面包品质评价体系的研究进展[J]. 粮油食品科技, 2010, 18(2): 7-9.  
 [6] 杨春华, 石彦国. 大豆 11S 球蛋白对小麦粉流变学特性及面包品质的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(17): 131-135.  
 [7] 蔚然. 面团流变学特性品质分析方法比较与研究[J]. 中国粮油学报, 1998, 13(3): 10-12.  
 [8] 刘媛媛, 王瑞芳. 小麦粉粉质测定方法及存在问题分析[J]. 河南农业科学, 2004(7): 32-34.  
 [9] 赵凯, 张守文, 杨春华, 等. 抗性淀粉对面粉品质及面团流变学特性影响研究[J]. 食品科学, 2005, 26(4): 37-40.  
 [10] 毕宁宁, 谢岩黎, 赵文红. 麸皮的添加量对面团流变学特性和馒头品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2014(2): 28-30.  
 [11] 张焕新, 张伟, 徐春仲. 糯小麦粉添加量对配粉流变学特性及馒头品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(3): 80-84.  
 [12] 吴雪辉. 戊聚糖对面粉品质的影响[J]. 华南农业大学学报, 1998, 19(1): 35-37.  
 [13] 胡新中, 魏益民, 罗勤贵. 燕麦面团流变学及加工特性研究[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(2): 49-51.  
 [14] 豆康宁, 王飞, 王富刚, 等. 甘草甜素对面团流变学特性的影响研究[J]. 现代面粉工业, 2013, 27(6): 37-39.  
 [15] 豆康宁, 石晓. 影响面粉白度因素的探讨[J]. 粮油加工, 2009(5): 81-83.  
 [16] 郑学玲, 李利民, 郑坤. 面粉加工精度不同评价方法的比较研究[J]. 河南工业大学学报, 2011, 32(1): 27-30  
 [17] 张国权, 等. 馒头品质评价体系构建[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(7): 10-11.  
 [18] Baxter G, Blanchard C, Zhao J. Effects of prolamin on the textural and pasting properties of rice flour and starch[J]. Journal of cereal Science, 2004, 40(3): 205-211.  
 [19] 楚炎沛. 质构评价-面包质量测评的科学评价体系[J]. 现代面粉工业, 2009(6): 30-33.  
 [20] 胡本琼. 面包中比容的测定[J]. 计量与测试技术, 2000, 6: 39.  
 [21] 徐清可. 添加水溶性小麦蛋白对面粉品质的影响[J]. 粮食加工, 2011, 36(3): 24.  
 [22] 张一. TPA 测试模式在面包品质评价中的应用研究[J]. 吉林工商学院学报, 2010(5): 48-51.  
 [23] Cleemput G, Bleukx W, Van Oort M, et al. Evidence for the presence of arabinoxylan hydrolysing enzymes in European wheat flours[J]. Journal of Cereal Science, 1995, 22(2): 139-145. 