

不同酵母在青麦馒头面团中的发酵特性及品质对比分析

康志敏,张康逸*,高玲玲,温青玉,何梦影,郭东旭

(河南省农业科学院 农副产品加工研究中心,河南 郑州,450008)

摘 要 以馒头专用粉及青麦粉制作青麦馒头,采用发酵仪和流变仪对不同酵母种类(彩虹牌即发干酵母,安琪高活性干酵母,梅山即发干酵母,新良即发高活性干酵母)、不同质量分数的青麦粉(0%、5%、10%、15%、20%)制成的馒头面团的发酵特性和流变特性进行研究,并对此面团制成的馒头的比容、感官品质和质构特性进行分析。结果表明:4种酵母中安琪牌酵母面团的发酵特性(产气量、持气率、面团开始漏气时间)最好,弹性模量与黏性模量较大;加入青麦粉后,安琪牌酵母制作的馒头比容较大,感官评分较高,硬度、咀嚼性较小,弹性较大;在青麦粉添加量为质量分数10%时,馒头比容和质构指标适中,感官评分与普通馒头相差不大,膳食纤维含量较高。因此,选择安琪即发高活性干酵母发酵、添加质量分数10%青麦粉制作成的馒头品质较好,营养丰富。

关键词 酵母;青麦粉;发酵特性;馒头品质

馒头是我国传统主食之一,在我国特别是北方地区的日常生活中占有重要地位。随着人们饮食习惯的改变,均衡营养已成为生活时尚,具有营养和保健功效的粗粮食品越来越受到人们的欢迎。青麦粉是以青麦仁^[1]为原料,采用低温干燥粉碎制作的全谷物青麦仁全粉,含有丰富的氨基酸、膳食纤维、 α 、 β 淀粉酶等营养成分,其中人体必需氨基酸含量明显大于成熟后的小麦,亮氨酸、组氨酸、谷氨酸是成熟小麦含量的2倍,赖氨酸含量是小麦的8倍;将青麦全粉作为膳食调理配料添加到面粉中制作青麦馒头,不仅能够提高馒头的营养价值,也能够强化人们膳食纤维摄入。

但在添加青麦全粉的面团及面制品制作过程中也存在很多问题,面团的形成是面制品制作中的重要过程,面团形成的好坏直接影响面制品品质的高低^[2]。康志敏等^[3]研究表明,添加青麦仁全粉对面条的感官品质、吸水率、硬度、黏性指标影响显著;贺国亚等^[4]研究青麦仁粉添加量对青麦面包品质的影响,发现随着青麦仁粉添加量的不断增加,面包的感官评价值、比容、内聚性、弹性不断下降,硬度、黏性、咀嚼性、水分不断升高。可见,全谷物青麦全粉也和其他粗粮一样,面筋蛋白含量较少,纤维含量高,添加量过多会造成面筋蛋白过分稀释,使制作的面团不易成型,弹性较小,制作成的食品口感粗糙,品质较

差^[5]。

酵母能影响面团的发酵特性^[6],为馒头提供特定的风味及改善组织结构^[7],不同酵母的发酵特性也不相同,酵母种类对面包质量影响差异显著^[8-9]。酵母对冷冻面团发酵特性及馒头质构、色泽、比容及感官品质也有显著影响^[10-12]。因此,本文研究4种酵母及不同青麦粉添加量对面团发酵特性、流变特性及制作的馒头的比容、感官品质、质构特性的影响,为建立添加青麦粉的馒头加工工艺、青麦仁资源的综合利用提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

青麦粉,河南省农科院农副产品加工研究所,青麦粉水分质量分数为8.01%,灰分质量分数为1.2%,蛋白质量分数为12.64%,淀粉质量分数为48.06%,膳食纤维质量分数为12.86%,叶绿素质量分数为0.093 mg/g, V_c 质量分数为0.108 mg/100g;香雪麦纯富强粉,中粮(郑州)粮油工业有限公司;彩虹牌即发干酵母(耐高糖,发酵力:1286),法国乐斯福公司;安琪高活性干酵母(低糖,发酵力:1611),安琪酵母(伊犁)有限公司;梅山即发高活性干酵母(低糖,发酵力:1460),河北马利食品有限公司;新良即发高活性干酵母(耐高糖,发酵力:1324),黑龙江九鼎酵母有限公司。

1.2 仪器与设备

FX-ST系列高级面包醒发箱,柳市宏星仪表厂;

第一作者:硕士,助理研究员(张康逸副研究员为通讯作者, E-mail: kangyiz@163.com)。

基金项目:河南省重大科技专项项目(151100111300)

收稿日期:2018-10-08,改回日期:2018-11-13

RS6000 哈克动态流变仪,德国赛默飞世尔科技有限公司;F3 流变发酵仪,法国肖邦技术公司;TMS-PRO 质构仪,美国 FTC 公司;DF-601 膳食纤维测定仪,上海纤检仪器有限公司;SOX500 脂肪测定仪,山东海能科学仪器有限公司;K1100 全自动凯氏定氮仪,山东海能科学仪器有限公司;TC-4-10 陶瓷纤维炉,北京中兴伟业仪器有限公司;Color Flex 色差仪,EZ Hunter Lab。

1.3 实验方法

1.3.1 添加青麦粉馒头的制备

馒头制作方法参考王显伦^[13]方法并稍作修改,称取 100% 面粉,分别添加不同质量分数(0%、5%、10%、15%、20%)的青麦粉替代相应比例的面粉,分别加入质量分数 48%、50%、52%、54%、56% 的水和成光滑面团,将其分割成 120 g 的馒头面胚,成型,置于 30 ℃、湿度为 60% 的醒发箱中醒发 30 min,将醒发好的馒头面胚置于蒸锅上蒸制 30 min,然后冷却。

1.3.2 添加青麦粉馒头面团发酵特性的测定

采用流变发酵仪进行测定^[14]:面团质量 300 g,发酵温度 30 ℃^[15],发酵时间 3 h,面团上配重质量 2 000 g,测定 3 次,取平均值。

1.3.3 添加青麦粉馒头面团流变特性的测定

采用哈克动态流变仪进行频率扫描:25 ℃,距离

为 1 mm,应变为 0.1%,频率为 0.1~10 Hz,测定面团的弹性模量、黏性模量^[16-17]。

1.3.4 添加青麦粉馒头质构特性的测定

质构分析(texture profile analysis, TPA)可以将感官品质量化,减少主观评判造成的误差,是食品评价中的重要组成。将蒸制好的馒头室温冷却 20 min,取 3 个馒头样品,从中间分别切出 2 cm 厚的馒头片,用质构仪进行测试^[18]:采用 p50 探头,测前速率为 1.0 mm/s,测试速率为 1.0 mm/s;测后速率为 1.0 mm/s;触发力为 5 N;压缩比为 60%,2 次压缩时间间隔为 1 s。分别测定馒头的硬度、弹性、黏性、咀嚼性^[19-20]。

1.3.5 添加青麦粉馒头比容的测定

馒头比容是一个反映馒头膨胀度的量化指标,将蒸制后的馒头室温冷却 20 min,采用菜籽置换法测定其比容^[21]。校准色差仪,取馒头表皮放入色差仪测量槽中,进行测量,测定 3 次,求平均值。

1.3.6 添加青麦粉馒头感官品质的测定

感官评定是食品最直接最重要的评定方法^[22],直接反映人们对食品的喜好程度。将青麦馒头室温冷却 20 min,选择 10 名感官评价员分别对不同条件下的馒头进行感官评定,参照馒头感官评价标准^[23]并稍作修改进行打分,去除最大值和最小值,取平均值,计算总分。

表 1 青麦馒头感官评分标准

Table 1 Green wheat Chinese steamed bread sensory standard for evaluation

项目	分值	评分标准
比容	15	比容≥2.20 得满分 15 分;比容≤1.6 得最低分 2 分;比容在 1.60~2.20 之间每降 0.1 扣 2 分
外观	20	光滑对称,有球形感 16~20 分;皱缩扁平 8~15 分;有塌陷不对称 0~7 分
色泽	10	乳白色或淡黄色,自然均匀 8~10 分;深黄色,色泽均匀 5~7 分;色泽深暗,不均匀 0~4 分
结构	15	气孔细小,均匀 12~15 分;气孔过于细密但均匀 8~11 分;有大气孔,结构粗糙 5~10 分;边缘与表皮有分离 0~5 分
弹韧性	20	回弹快,能复原,可压缩 1/2 以上,咬劲强 15~20 分;咬劲弱,无弹性 8~14 分;手指按压困难,感觉较硬 0~7 分
黏性	10	爽口不黏牙 7~10 分;黏牙 0~7 分
风味	10	淡青麦香味,无异味 10 分;中等 8 分;有异味,涩苦味 0~6 分

1.4 数据处理

采用 Origin Pro 8.0 作图,SPSS 16.0 统计实验数据,并进行单因素方差分析,结果以平均值±标准差的形式表示,统一保留 2 位小数。 $P<0.05$,表示差异显著, $P>0.05$,表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 酵母对不同青麦馒头面团发酵特性的影响

4 种酵母不同青麦粉添加量的发酵特性参数:面团最大膨胀高度 Hm 、面团产气量 V 、气体释放曲线最大高度 $H'm$ 、面团持气量、面团持气率、面团开始漏气

时间 T_x 如表 2 所示。

表 2 酵母对不同青麦馒头面团发酵特性的影响

Table 2 Effect of yeasts on fermentation properties of different green wheat steamed bread dough

酵母 编号	青麦粉 添加量/%	Hm / mm	T_x / min	$H'm$ / mm	V / mL	持气 率/%	持气 量/mL
彩虹	0	30.2	75	53.0	1 179	88.2	1 040
	5	28.5	61.2	53.0	1 100	87.6	986
	10	17.8	59.3	52.8	1 064	86.8	924
	15	6.1	57.0	40.7	892	88.3	701
	20	4.9	54	36.8	681	89.7	611

续表 2

酵母 编号	青麦粉 添加量/%	H_m / mm	T_x / min	H'_m / mm	V / mL	持气 率/%	持气 量/mL
安琪	0	32.5	57	67.4	1 530	74.4	1 139
	5	29.6	50.2	69.2	1 598	68.8	1 128
	10	18.2	45.6	71.2	1 719	65.5	1 126
	15	8.6	32.0	68.2	1 686	67.2	1 106
	20	4.6	31.3	66.8	1 614	68	1 098
梅山	0	29.6	48	62.6	1 363	78.1	1 065
	5	28.6	42	55.8	1 204	79.2	922
	10	18.0	40	45.3	1 031	81	835
	15	11.6	38	45.3	1 130	78.9	855
	20	11.3	33	44.5	1 139	75.7	863
新良	0	21.8	56.3	50.2	1 101	72.9	803
	5	18.5	52.1	52.6	1 182	79.6	906
	10	16.3	44.3	54.3	1 199	83.8	1005
	15	5.2	36.8	55.8	1 286	80.6	998
	20	3.1	32.3	58.9	1 306	75.4	985

由表 2 可知,随青麦粉添加量的增加,面团最大膨胀高度 H_m 逐渐降低,面团开始漏气时间 T_x 缩短;取发酵特性最大值,4 种酵母面团最大膨胀高度 H_m

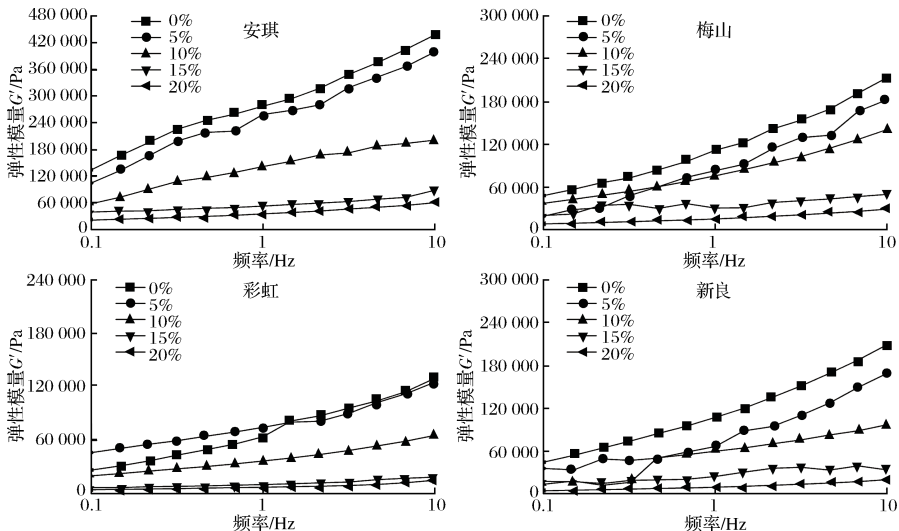


图 1 酵母对不同青麦馒头面团弹性模量的影响

Fig.1 Effect of yeasts on elastic modulus of different green wheat steamed bread dough

面团具有弹性和黏性,弹性模量 G' 表示物体的弹性,黏性模量 G'' 表示物体的黏性。由图 1 和图 2 可知,随振动频率的增加,发酵面团 G' 和 G'' 逐渐增加;随青麦粉添加量的增加,4 种酵母面团的 G' 和 G'' 逐渐减小,即随青麦粉添加量的增加,青麦馒头面团弹性和黏性都减小,当青麦粉添加量为质量分数 0%、5% 和 10% 时, G' 大于 G'' ,说明面团弹性较好^[25]。由图 1 可知,4 种酵母面团,青麦粉添加量为 0%、5%、10% 时面团的 G' 相差较小,青麦粉添加量

排列顺序为安琪 > 彩虹 > 梅山 > 新良;4 种酵母面团产气量排列顺序为安琪 > 梅山 > 新良 > 彩虹;4 种酵母面团持气量排列顺序为安琪 > 梅山 > 彩虹 > 新良;4 种酵母面团气体释放曲线最大高度顺序为:安琪 > 梅山 > 新良 > 彩虹。研究^[24]表明,膳食纤维具有高吸水溶胀性,可使面团黏聚力增大,增强面团持气性。由表 2 可知,随青麦粉添加量的增加,面团持气率增加,同时,4 种酵母中安琪牌酵母表现出较高的发酵力。发酵 3 h 内,安琪牌酵母产气量最大为 1 719 mL,面团持气能力较好;彩虹牌酵母产气量较少,但持气率较高,表明其持气能力较好;新良牌酵母面团最大膨胀高度 H_m 较差;梅山牌酵母面团产气力较好、持气力一般。因此综合考虑,安琪牌酵母对青麦馒头面团的发酵特性最好。

2.2 酵母对不同青麦馒头流变特性的影响

4 种酵母及青麦粉不同添加量对发酵面团弹性模量、黏性模量随频率的变化关系如图 1、图 2 所示。

为 15% 和 20% 时 G' 较小,弹性较差,当青麦粉添加量为 10% 时,安琪牌酵母比其他 3 种酵母弹性模量大,弹性较好,面团的耐形变能力较强。

由图 2 可知,4 种酵母面团,安琪牌酵母面团 G'' 均比其他 3 种酵母大;4 种酵母面团,青麦粉添加量为 5%、10% 时,面团 G'' 适中,黏性适中,因此,试验范围内的青麦粉添加量,安琪牌酵母面团的弹性模量与黏性模量较大,黏弹性较好,对青麦馒头品质起积极作用,4 种酵母可选择安琪牌酵母进行发酵。

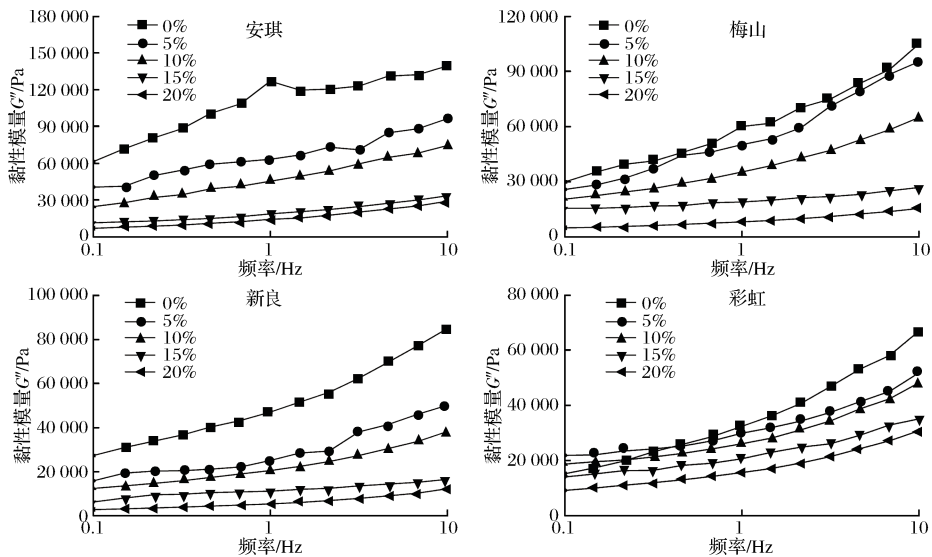


图2 酵母对不同青麦馒头面团黏性模量的影响

Fig.2 Effect of yeasts on viscous modulus of different green wheat steamed bread dough

2.3 酵母对不同青麦馒头比容和感官品质的影响

4 种酵母及青麦粉不同添加量对青麦馒头比容

和感官品质的影响如表 3 所示。

表 3 酵母对不同青麦馒头比容和感官品质的影响

Table 3 Effect of yeasts on specific volume and scores of sensory evaluation of different green wheat steamed bread					
指标	青麦粉添加量/%	彩虹	安琪	梅山	新良
比容/(mL·g ⁻¹)	0	2.16±0.13 ^{Aa}	2.18±0.08 ^{Aa}	2.13±0.08 ^{Aa}	1.99±0.10 ^{Aa}
	5	1.96±0.15 ^{Aab}	1.98±0.11 ^{Ab}	1.90±0.10 ^{Aa}	1.92±0.08 ^{Aa}
	10	1.70±0.06 ^{Abc}	1.79±0.10 ^{Ac}	1.65±0.11 ^{Ab}	1.71±0.12 ^{Ab}
	15	1.52±0.21 ^{Accl}	1.50±0.08 ^{Accl}	1.63±0.05 ^{Ac}	1.61±0.04 ^{Ac}
	20	1.41±0.13 ^{Ad}	1.47±0.05 ^{Ad}	1.47±0.07 ^{Ad}	1.44±0.02 ^{Ad}
<i>L</i>	0	80.14±1.01 ^{Ba}	95.92±0.42 ^{Ab}	94.35±0.45 ^{Aa}	81.23±1.66 ^{Ba}
	5	73.70±0.56 ^{Db}	96.83±0.37 ^{Aa}	92.73±0.66 ^{Bb}	80.22±2.38 ^{Cab}
	10	72.83±0.65 ^{Cb}	93.15±0.34 ^{Ac}	91.51±0.58 ^{Ac}	79.30±3.20 ^{Bab}
	15	68.74±0.49 ^{Cc}	92.65±0.29 ^{Ac}	90.43±0.42 ^{Ad}	77.72±3.00 ^{Bc}
	20	67.59±0.87 ^{Cc}	89.49±0.31 ^{Ad}	89.53±0.38 ^{Ad}	75.81±2.14 ^{Bd}
色泽	0	-0.48±0.01 ^{Aa}	-1.92±0.05 ^{Da}	-0.82±0.01 ^{Bc}	-0.95±0.00 ^{Cc}
	5	-0.62±0.05 ^{Bb}	-1.72±0.06 ^{Dc}	-0.78±0.06 ^{Cc}	-0.48±0.01 ^{Ad}
	10	-0.67±0.03 ^{Cb}	-1.31±0.03 ^{Db}	-0.45±0.08 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ac}
	15	-1.03±0.02 ^{Dc}	-0.85±0.04 ^{Ca}	0.15±0.04 ^{Aa}	0.02±0.00 ^{Bb}
	20	-1.07±0.05 ^{Dc}	-0.83±0.04 ^{Ca}	0.20±0.05 ^{Aa}	0.09±0.00 ^{Ba}
<i>b</i>	0	15.07±0.45 ^{Ca}	24.33±0.21 ^{Ac}	20.65±0.19 ^{Bd}	14.85±0.25 ^{Cc}
	5	14.93±0.33 ^{Dab}	25.91±0.39 ^{Ab}	21.74±0.36 ^{Bc}	17.45±0.28 ^{Cd}
	10	14.87±0.21 ^{Dab}	26.76±0.34 ^{Aa}	22.11±0.24 ^{Bc}	18.97±0.21 ^{Cc}
	15	14.10±0.15 ^{Dbc}	26.97±0.35 ^{Aa}	24.90±0.22 ^{Bb}	19.65±0.18 ^{Cb}
	20	13.32±0.87 ^{Dc}	27.03±0.27 ^{Aa}	25.78±0.18 ^{Ba}	21.74±0.33 ^{Ca}
感官评分/分	0	88.6±2.10 ^{Aa}	93.0±2.85 ^{Aa}	90.0±3.45 ^{Aa}	89.0±3.56 ^{Aa}
	5	85.4±1.66 ^{Aa}	87.5±1.98 ^{Ab}	87.1±3.56 ^{Aa}	85.7±2.21 ^{Aa}
	10	80.6±1.02 ^{Aa}	83.0±3.10 ^{Ab}	78.7±2.88 ^{Bb}	81.8±2.89 ^{Aa}
	15	71.2±3.56 ^{Ab}	72.5±3.45 ^{Ac}	70.0±2.69 ^{Ahc}	71.3±2.10 ^{Ab}
	20	66.5±4.13 ^{Ab}	66.5±2.56 ^{Ad}	65.3±3.15 ^{Ac}	65.0±3.51 ^{Ab}

注:数据结果为M±SD;同一行不同大写字母表示均值之间差异显著(P<0.05);同一列不同小写字母表示均值之间差异显著(P<0.05),下同。

由表 3 可知,同种酵母馒头的比容随青麦粉的添加量增加逐渐变小,同种酵母馒头的 L 值随青麦粉的添加量增加逐渐减小,说明随青麦粉添加量增加,青麦馒头色泽变暗,同种酵母馒头的感官评分随青麦粉的添加逐渐变小。0%、5% 与 10% 青麦粉添加量安琪酵母制作的馒头比容差异显著 ($P < 0.05$),10%、15% 与 20% 青麦粉添加量梅山、新良酵母制作的馒头比容差异显著 ($P < 0.05$);5% 与 10% 青麦粉添加量安琪酵母制作的馒头感官评分无显著差异,除梅山酵母外,0%、5% 与 10% 青麦粉添加量其他 3 种酵母

制作的馒头均与 15%、20% 青麦粉添加量制作的馒头感官评分存在显著性差异 ($P < 0.05$)。4 种酵母中安琪牌酵母制作的馒头比容较大,感官评分较高,青麦粉添加量为 10% 时,安琪酵母制作的馒头比容为 1.79 mL/g,比不添加青麦粉的馒头比容减小仅 0.39%,比容变化不大,馒头感官评分为 83.0 分,较其他酵母制作的馒头品质佳。

2.4 酵母对不同青麦馒头质构特性的影响

4 种酵母及青麦粉不同添加量对馒头硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性的影响如表 4 所示。

表 4 酵母对不同青麦馒头质构特性的影响

Table 4 Effect of yeasts on textural characteristics of different green wheat steamed bread

指标	青麦粉添加量/%	彩虹	安琪	梅山	新良
硬度/N	0	126.6 ± 4.10 ^{Ae}	122.5 ± 6.6 ^{Ad}	124.60 ± 2.29 ^{Ae}	128.45 ± 1.25 ^{Ad}
	5	161.2 ± 6.0 ^{Cd}	172.2 ± 4.8 ^{ABe}	165.42 ± 2.16 ^{BCd}	178.22 ± 2.46 ^{Ac}
	10	181.8 ± 2.80 ^{Ac}	176.1 ± 5.1 ^{Ac}	179.35 ± 3.15 ^{Ac}	180.36 ± 2.85 ^{Ac}
	15	261.8 ± 3.20 ^{Ab}	259.6 ± 8.2 ^{Ab}	262.83 ± 4.80 ^{Ab}	270.52 ± 1.92 ^{Ab}
	20	302.3 ± 4.5 ^{Ba}	299.3 ± 5.6 ^{Ba}	303.42 ± 5.50 ^{Ba}	322.68 ± 2.35 ^{Aa}
弹性	0	8.58 ± 0.56 ^{Ba}	10.49 ± 0.62 ^{Aa}	9.87 ± 0.21 ^{Aa}	8.65 ± 0.52 ^{Ba}
	5	7.25 ± 0.28 ^{Cb}	9.87 ± 0.19 ^{Ab}	8.42 ± 0.32 ^{Bb}	7.40 ± 0.30 ^{Cb}
	10	7.01 ± 0.41 ^{Cb}	9.71 ± 0.28 ^{Ab}	8.05 ± 0.48 ^{Bb}	7.24 ± 0.28 ^{Cb}
	15	6.88 ± 0.66 ^{BCc}	9.62 ± 0.12 ^{Ac}	7.41 ± 0.35 ^{Bc}	6.50 ± 0.35 ^{Cc}
	20	6.76 ± 0.85 ^{Bc}	9.59 ± 0.15 ^{Ac}	7.39 ± 0.24 ^{Bc}	6.82 ± 0.42 ^{Bc}
黏性/N	0	67.40 ± 0.84 ^{Bd}	66.9 ± 0.7 ^{Bd}	70.2 ± 0.46 ^{Ac}	68.10 ± 1.32 ^{Be}
	5	86.32 ± 2.12 ^{Bc}	93.7 ± 4.0 ^{Ac}	89.6 ± 0.25 ^{ABd}	89.32 ± 2.05 ^{Bd}
	10	89.65 ± 3.06 ^{Bc}	97.6 ± 0.3 ^{Ac}	95.5 ± 1.56 ^{Ac}	92.45 ± 0.84 ^{Bc}
	15	137.26 ± 6.52 ^{Ab}	140.7 ± 8.0 ^{Ab}	142.1 ± 3.12 ^{Ab}	140.25 ± 3.25 ^{Ab}
	20	158.36 ± 7.45 ^{Aa}	162.4 ± 9.6 ^{Aa}	165.8 ± 3.10 ^{Aa}	160.17 ± 5.20 ^{Aa}
咀嚼性	0	731.56 ± 12.1 ^{Ac}	701.0 ± 12.5 ^{Bc}	712.12 ± 9.6 ^{ABe}	722.36 ± 3.50 ^{ABe}
	5	913.46 ± 6.37 ^{Ad}	902.8 ± 11.0 ^{Ad}	914.35 ± 14.8 ^{Ad}	899.90 ± 7.66 ^{Ad}
	10	974.35 ± 12.05 ^{ABc}	963.2 ± 4.6 ^{Bc}	982.25 ± 12.5 ^{Ac}	968.42 ± 4.84 ^{ABc}
	15	1 402.02 ± 10.5 ^{Ab}	1 368.3 ± 12.2 ^{Bb}	1 406.27 ± 13.3 ^{Ab}	1 425.82 ± 12.56 ^{Ab}
	20	1 549.23 ± 11.2 ^{Ba}	1 554.9 ± 13.3 ^{ABa}	1 574.26 ± 12.6 ^{Aa}	1 516.43 ± 14.33 ^{Ca}

由表 4 可知,随青麦粉添加量的增加,同种酵母制作馒头的硬度、黏性和咀嚼性逐渐增加,弹性逐渐减小,这与 2.2 节中流变学特性变化、刘传富^[26]及吴澎^[27]的研究结果一致,4 种酵母中,5% 与 10% 青麦粉添加量与不添加青麦粉及 15%、20% 青麦粉添加量制作的馒头弹性存在显著差异 ($P < 0.05$);4 种酵母中安琪牌酵母制作的馒头弹性最大,在青麦粉添加量为 10% 制作馒头时,与青麦粉添加量为 0%、5% 馒头质构各指标相差较小,且安琪牌酵母制作的馒头较其他 3 种酵母硬度较小,弹性较大,咀嚼性较小。

2.5 验证试验

将添加青麦粉的面粉品质及馒头品质分别与未添加的面粉面团及馒头进行对比分析,面团发酵特性、馒头感官品质及营养品质指标测定,结果见表 5。

表 5 馒头品质指标

Table 5 Quality index of steamed bread

项目	类别	添加 10% 青麦粉	未添加 青麦粉
面团发 酵特性	面团成熟最大高度/mm	18.2	32.5
	面团开始漏气时间/min	45.6	57.0
	持气率/%	65.5	74.4
	产气量/mL	1 126	1 139
馒头感 官品质	感官评分	90.5	91.60
馒头营 养品质	蛋白质/(以干基计)	11.75	11.82
	脂肪/(以干基计)	1.25	1.21
	膳食纤维/(以干基计)	3.28	2.91

叶绿素和 V_c 均有很高的保健作用,由表 5 可知,添加 10% 青麦粉的混合面粉叶绿素及 V_c 含量均

高于普通面粉;添加 10% 青麦粉制作的馒头面团比未添加青麦粉的馒头面团持气率及产气量略小,感官品质相差不大,膳食纤维含量较高,尤其含青麦粉的馒头膳食纤维含量比普通馒头高 0.37%,膳食纤维是健康饮食中不可缺少的重要成分,其对保持消化系统的健康有重要作用^[28],摄取足够的膳食纤维可预防心血管疾病、癌症、糖尿病等,可清洁消化壁和增强消化功能,也可减缓消化速度和快速排泄胆固醇,让血液中的胆固醇和血糖控制在最理想的水平。因此,添加青麦粉的馒头较普通馒头营养更丰富,同时在不添加改良剂的情况下,制作青麦馒头时青麦粉的最适添加量为质量分数 10%。

3 结论

不同酵母制作的馒头面团的流变特性和发酵特性不同;同种酵母添加不同量青麦粉制作的馒头面团发酵特性、流变特性、感官品质和质构特性也不相同。

4 种酵母中安琪牌酵母表现出较高的发酵力,发酵 3 h 内,安琪牌酵母产气量最大,为 1 719 mL,面团持气能力较好;梅山牌酵母面团产气力较好、但面团持气力一般;彩虹牌酵母产气量较少,但持气率较高,持气能力较好;新良牌酵母面团最大膨胀高度较低;这些结果表明,馒头制作过程中低糖类酵母表现出较好的发酵力。随青麦粉添加量的增加,4 种酵母面团制作的馒头硬度、黏性、咀嚼性逐渐变大,弹性、比容、感官评分呈下降趋势;安琪牌酵母面团的弹性模量与黏性模量较大,黏弹性较好,对青麦馒头品质起积极作用,且制成的馒头感官评分较高,比容、弹性较大,硬度、咀嚼性较小;青麦粉添加量为质量分数 10% 时,形成的馒头比容适中,感官评分与未添加青麦粉的馒头相差不大,质构特性较好,膳食纤维含量增加 0.37%。以安琪即发高活性干酵母发酵、添加质量分数 10% 青麦粉制作馒头,能保证馒头的质构特性、感官品质和营养品质,是一种营养丰富的馒头新产品。在后续研究中可继续提高青麦粉添加量,通过改良剂改善高含量青麦馒头品质,以制作营养更加丰富的全谷物馒头产品。

参 考 文 献

- [1] 张康逸,屈凌波. 鲜食全谷物加工技术研究进展[J]. 粮食加工, 2015, 40(6): 1-5.
- [2] 范玲,马森,王晓曦,等. 麦麸粒径对全麦面团流变学特性的影响[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(6): 29-34.
- [3] 康志敏,张康逸,盛威,等. 青麦仁面条工艺优化及品质研究[J]. 食品工业科技, 2017, 38(7): 262-268.
- [4] 贺国亚,张国治,张康逸,等. 青麦仁粉添加量对面包品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2017, 38(1): 45-49.
- [5] ADAM K M,王凤,贾春利,等. 高粱-小麦粉复合面包面团发酵流变学与烘焙特性[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 1-8.
- [6] 朱清华. 酵母用于面食发酵的营养意义[J]. 中国食品工业, 1998(1): 67-71.
- [7] 刘德海. 酵母在面包生产中的重要作用[J]. 食品科技, 2005, 12(6): 28-30.
- [8] 张守文,张智武. 不同酵母、不同发酵工艺对面包质量影响的比较研究[J]. 食品与发酵工业, 1997, 23(6): 24-30.
- [9] 黄晶晶,吉孟彩,梁建芬. 市售面包酵母冷冻过程发酵性能研究[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 175-179.
- [10] 胡丽花,苏东民,苏东海. 不同酵母对面团发酵特性及馒头品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(12): 32-35.
- [11] 王显伦,林敏刚. 发酵工艺对冷冻面团及馒头品质的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2011, 12(4): 8-11.
- [12] 范会平,李瑞,郑学玲,等. 酵母对冷冻面团发酵特性及馒头品质的影响[J]. 农业工程学报, 2016, 32(20): 298-305.
- [13] 王显伦,王玮,潘思轶. 木聚糖酶对速冻馒头品质影响及其作用机理[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(4): 6-9.
- [14] HUANG W N, KIM Y, LI X Y, et al. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature[J]. Journal of Cereal Science, 2008, 48(3): 639-646.
- [15] 李子廷,赵建新,傅琼颖,等. 无铝中式油条配料开发及其面团流变学性质研究[J]. 吉林农业大学学报, 2011, 33(1): 99-105.
- [16] LIU X L, MU T H, YAMUL K D, et al. Evaluation of different hydrocolloids to improve dough rheological properties and bread quality of potato-wheat flour[J]. Journal of Food Science and Technology, 2017, 54(6): 1597-1607.
- [17] SULLIVAN P, FLAHERTY J O, BRUNTON F N, et al. Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour[J]. European Food Research and Technology, 2010, 231(3): 441-453.
- [18] AMMAR A F, ZHANG H, SIDDEEG A, et al. Effect of the addition of alhydwane seed flour on the dough rheology,

- bread quality, texture profile and microstructure of wheat bread[J]. Journal of Texture Studies, 2016, 47(6): 484-495.
- [19] DEMIRKESEN I, KELKAR S, CAMPANELLA O H, et al. Characterization of structure of gluten-free breads by using X-ray microtomography[J]. Food Hydrocolloids, 2014, 36(2): 37-44.
- [20] 崔丽琴, 崔素萍, 马平, 等. 豆渣粉对小麦面团、馒头质构特性及馒头品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(5): 85-88.
- [21] 马永生, 刘长虹, 李海潮. 老面发酵程度对馒头比容和白度的影响[J]. 食品科技, 2011(9): 176-178.
- [22] LIU C, CHANG Y, LI Z, et al. Effect of ratio of yeast to Jiaozi on quality of Chinese steamed bread [J]. Procedia Environmental Sciences, 2012, 12(B): 1 203-1 207.
- [23] 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.
- [24] 宋莲军, 侯丹, 张平安, 等. 豆渣对面团特性及馒头品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(5): 5-9.
- [25] 刘俊飞, 汤晓智, 扈战强, 等. 外源添加面筋蛋白对小麦面团热机械学和动态流变学特性的影响研究[J]. 现代食品科技, 2015, 31(2): 133-137.
- [26] 刘传富, 张明, 董海洲, 等. 膨化麦麸对面团特性及馒头品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2011, 26(11): 9-13.
- [27] 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.
- [28] 张慧娟, 黄连燕, 王静, 等. 青稞添加量对面团热机械学性质及馒头品质的影响[J]. 中国食品学报, 2016, 16(4): 104-110.

Fermentation characteristics of different yeasts in green wheat flour dough and qualities of the bread

KANG Zhimin, ZHANG Kangyi^{*}, GAO Lingling, WEN Qingyu, HE Mengying, GUO Dongxu

(Center of Agricultural Products Processing, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450008, China)

ABSTRACT Steamed breads in this study were made by specialized steamed bread powder and green wheat flour. The fermentation and rheological characteristics of doughs prepared by different yeasts (Caihong instant dry yeast, Angel yeast, Meishan instant dry yeast, Xinliang instant high-active dry yeast) and different quantities of green wheat flour (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) were studied. In addition, the specific volume, sensory quality, and texture characteristics of the steamed breads were analyzed. The results showed that the fermentation characteristics of the Angel yeast dough, in terms of gas yield, gas holding rate, and the time that air started to leak, were the best. Moreover, its elastic modulus and viscosity modulus were large. After adding green wheat flour, the specific volume and elasticity of the steamed bread made by Angel yeast were larger than those of the others, and its sensory scores were higher, while its hardness and chewiness were smaller. Steamed bread made by adding 10% green wheat flour had moderate specific volume and texture quality, and its sensory scores were similar to that of ordinary steamed bread. Besides, its dietary fiber content was higher. Therefore, using Angel yeast and 10% green wheat flour can make nutritious steamed bread with good quality.

Key words yeast; green wheat flour; fermentation characteristics; steamed bread quality