

山农紫糯小麦粉理化性质分析及其馒头产品的开发

崔婷婷¹, 单长松¹, 张宪省², 董玉秀², 吴澎¹

(1. 山东农业大学食品科学与工程学院, 山东泰安 271018) (2. 山东农业大学生命科学学院, 山东泰安 271018)

摘要: 糯小麦粉由于直链淀粉含量很低而被赋予其独特的理化性质。本实验对山农新培育出的紫糯小麦品种制粉的理化和营养性质进行了测定, 并与普通小麦粉配粉制作馒头, 通过质构仪检测试验和感官评价相结合的方法对馒头品质进行了研究, 从而确定了山东农业大学新培育紫糯小麦品种开发馒头产品的最佳工艺。试验结果表明: 山农紫糯小麦粉的脂肪、蛋白质、灰分和蛋白质中清蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白含量比普通面粉高, 而淀粉和球蛋白含量比普通面粉低; 其糊透明度、谷值黏度、最终黏度、糊化温度较低, 但崩解值、峰值黏度、回生值高。添加 15% 的紫糯小麦粉可显著的改善馒头的表皮色泽, 并且对馒头的弹性、黏着性、黏聚性和回复性影响最大, 此时馒头的总评分达到最大值。

关键词: 紫糯小麦粉; 理化性质; 馒头; 开发

文章编号: 1673-9078(2015)12-302-306

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.12.045

Physicochemical Properties of Shandong Agricultural University Purple Waxy Wheat Flour and Development of Steamed Bread Products

CUI Ting-ting¹, SHAN Chang-song¹, ZHANG Xian-sheng², DONG Yu-xiu², WU Peng¹

(1.College of Food Science and Technology, Shandong Agriculture University, Tai'an 271018, China)

(2.College of Life Science, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

Abstract: Waxy wheat flour has unique physical and chemical properties because of its low amylose content. The physicochemical and nutritional properties of the flour made from the purple waxy wheat newly cultivated by Shandong Agricultural University were determined and compared to common wheat flour. The quality of steamed bread products was studied using a texture analyzer and sensory evaluation, and the best procedure to produce steamed bread products using the purple waxy wheat was developed. The results showed that the purple waxy wheat flour had higher content of fat, protein, ash, gliadin, glutenin, and albumin, and lower content of starch and globulin compared with common wheat flour. Purple waxy wheat flour possessed relatively low paste transparency, trough viscosity, final viscosity, and pasting temperature, and relatively high breakdown value, peak viscosity, and setback value. Addition of 15% purple waxy wheat flour could significantly improve the color of steamed bread skin, and have the most significant impact on the elasticity, adhesion, cohesiveness, and resilience of steamed bread. At the same time, the highest total score for steamed bread was reached.

Key words: purple waxy wheat flour; physicochemical properties; steamed bread; development

馒头作为我国的传统食品, 至今已有 1700 年的悠久历史, 在我国膳食结构中占有十分重要的地位。伴随着亚洲地区西式饮食风潮的减退, 馒头已成为人们欢迎的速食产品, 在全球市场上持续上涨并深具潜力^[1]。因此, 充分利用现代科技, 加强中国主食馒头产品及品质的研究, 已经成为发展中国传统面制主食

收稿日期: 2015-03-10

基金项目: 山东省良种工程课题(2012006); 作物生物学国家重点实验室开放课题(2015KF14)

作者简介: 崔婷婷(1990-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 粮油食品工艺研究与开发

通讯作者: 吴澎(1972-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 粮油食品工艺研究与开发

业急需解决的重要课题。

据统计, 我国用于制作馒头的小麦粉占面粉总用量的 40%^[2]。目前普通小麦粉制作的馒头在贮藏过程中易发生老化, 主要表现在馒头硬度增加、弹性、嚼劲和营养价值的降低^[3]。王华君等^[4]研究发现单用糯小麦粉不适合制作馒头, 而普通小麦与糯小麦粉配粉可以改善馒头的品质, 通过对馒头皮进行显微镜观察, 发现没有添加糯小麦淀粉的馒头皮表面较为凹凸, 而添加糯小麦淀粉的馒头皮表面平滑, 还发现添加 0.5% 糯小麦淀粉的馒头柔软, 弹性好, 可回复性增强与普通小麦相比, 糯小麦不含直链淀粉或者含量非常低, 具有丰富的支链淀粉, 且糊透明度、最终黏度、糊化温度较低, 但崩解值、峰值黏度、回生值高, 因此其

具有独特的面团理化特性^[5]。

由于彩色小麦食品蛋白质含量比较高,而且富含多种人体必须的微量元素,尤其是铁,锌,碘,钙及赖氨酸等,因此根据其特点开发出合适的食品,将具有较高的营养价值和很好的经济价值。如今,大多数科学家利用彩色小麦面粉开发出了挂面产品^[6-7],然而用紫色糯麦配粉开发馒头产品尚未见报道。

本试验通过测定山农新培育的紫糯小麦粉的理化性质,将紫糯小米粉与非糯小麦粉进行梯度配粉并蒸制成馒头制品,运用质构仪检测试验和感官评价相结合的方法评价其对馒头品质的影响,以期探明该紫糯小麦粉的优良特性及其在馒头生产中的应用前景,旨在为馒头品质的改良和紫糯小麦粉在食品工业的运用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

普通小麦粉:泰山 9818 种植采收于泰安肥城市石横镇。

紫糯小麦粉:来自两个紫粒小麦和一个糯性小麦杂交后,经过筛选所获得的不同紫色糯性小麦品系。

安琪活性干酵母,安琪酵母股份有限公司。

配粉制备:将两种小麦粉按质量百分比进行配粉,糯小麦粉所占的比例分别为 0.0%、0.5%、1.0%、5.0%、10.0%、15.0%、20.0%。配粉后充分混匀,过 80 目筛后进行测定。

1.2 试验仪器

BUHLER 880200 磨粉机:德国 Brabender 公司;TA-XT plus 型质构仪:英国 Stable Micro Systems 公司;Minolta CR-400 型色彩色差计:日本美能达;TG 1650-WS 台式高速离心机:上海卢湘仪离心机仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 紫糯小麦粉与普通小麦粉理化性质的测定

水分含量的测定:采用烘箱干燥法,参照 GB/T 12087-2008 烘箱法测定;粗蛋白含量的测定:参照 GB 5009.5-2010 凯氏定氮法《食品中蛋白质的测定》;粗淀粉含量的测定:参照 GB/T 5009.9-1985 的方法;粗脂肪的测定:参照 GB/T 5009.6-2003 索氏抽提法《食品中脂肪的测定》;灰分的测定:550 °C 灼烧法,参照 GB/T 5505-2008《粮油检验灰分测定方法》;蛋

白质组分的测定:采用连续震荡的方法提取,利用双缩脲法测定蛋白质中各组分的含量;糊化特性的测定:按照 GB/T 24853-2010 的方法,利用快速黏度分析仪测定糊化特性。

1.3.2 紫糯配粉馒头的蒸制及评价

执行中华人民共和国商业行业标准(SB/T 10139-1993)。

1.3.3 紫糯配粉馒头制品的质构性状指标检测

将制作好的馒头用自封塑料袋包装,排除袋内空气,封口。在室温 20 °C 条件下静置 40 min 后用质构仪(TA-XT plus, Stable Micro System Ltd, UK) P/35 压盘式探头运行 TPA 压缩模式测定。测定指标包括硬度(Hardness, H)、黏着性(Adhesiveness, AD)、弹性(Springiness, SP)、黏聚性(Cohesiveness, COH)、咀嚼性(Chewiness, CH)、回复性(Resilience, RE)。

1.3.4 紫糯配粉馒头制品色泽的测定

馒头的表面和内部色差用 Minolta CR-400 型色彩色差计测定,以 L*、A*、B* 色空间表示, L* 称为亮度, L*=0 表示黑色, L*=100 表示白色,中间共有 100 等级。A* 和 B* 表示不同的色彩方向。A* 表示红-绿方向, B* 表示黄-蓝方向, +A* 表示偏红, -A* 表示偏绿, +B* 表示偏黄, -B* 表示偏蓝。其中 L*、A*、B* 表示馒头表皮色空间值, l*、a*、b* 表示馒头内部色空间值。

1.4 数据处理

每次试验重复 3 次,利用 DPS6.50 软件对数据进行统计分析。

2 结果与讨论

2.1 紫糯小麦粉与普通小麦粉的基本成分测定

表 1 紫糯小麦粉与普通小麦粉理化性质的测定

Table 1 Physicochemical properties of purple waxy wheat flour and regular wheat flour

样品	紫糯小麦粉	普通小麦粉
水分/%	10.82±0.01 ^b	14.46±0.00 ^a
脂肪/%	3.12±0.00 ^a	1.50±0.00 ^b
灰分/%	0.63±0.02 ^a	0.57±0.02 ^b
淀粉/%	77.36±0.00 ^b	80.14±0.04 ^a
谷蛋白/%	6.07±0.07 ^a	2.44±0.11 ^b
清蛋白/%	0.62±0.20 ^a	0.57±0.14 ^b
球蛋白/%	0.69±0.09 ^b	1.72±0.10 ^a
醇溶蛋白/%	0.84±0.12 ^a	0.78±0.09 ^b

注: 平均值±标准方差 (n=3); 相同列中带不同英文字母的数值间的差异显著(p<0.05)。

由表 1 可以看出: 紫糯小麦粉与普通面粉中的基本成分含量有显著性差异。其中, 紫糯小麦粉的脂肪含量为 3.12%、蛋白质含量为 15.26%、灰分含量为 0.63%, 均比普通小麦粉高。而紫糯小麦粉的水分和淀粉含量比普通面粉低, 分别为 10.82% 和 77.36%。麦谷蛋白和醇溶蛋白含量和比例不同, 导致面团的弹

性和延展性的不同, 从而造成加工品质的差异。紫糯小麦粉中球蛋白只有普通小麦粉中含量的一半, 但麦谷蛋白含量是普通面粉的两倍多, 醇溶蛋白和清蛋白也高于普通小麦粉中的含量, 说明紫糯小麦粉具有独特的面团理化特性, 更有利于面筋的形成。

2.2 紫糯小麦粉与普通小麦粉的糊化特性

表 2 紫糯小麦粉与普通小麦粉的糊化特性

Table 2 Pasting properties of purple waxy wheat flour and regular wheat flour

样品	峰值黏度/cp	谷值黏度/cp	崩解值/cp	最终黏度/cp	回生值/cp	峰值时间/min	糊化温度/°C
紫糯小麦粉	2361.50±2.5 ^a	923.70±1.15 ^b	1450.50±7.68 ^a	1225.50±1.50 ^b	334.50±2.46 ^b	3.60±0.15 ^b	82.50±0.10 ^b
普通小麦粉	2024±87.20 ^b	1473±38.60 ^a	551±23.40 ^b	2679±60.40 ^a	1206±30.80 ^a	6.19±0.05 ^a	87.10±0.53 ^a

注: 平均值±标准方差 (n=3); 相同列中带不同英文字母的数值间的差异显著(p<0.05)。

由表 2 可以看出, 面粉谷值黏度、最终黏度和回生值均以普通小麦粉较大, 差异达 1% 显著水平; 峰值黏度、峰值时间和崩解值以紫糯小麦粉较大, 与普通面粉差异达到 1% 显著水平, 这与王晨阳等^[8]的研究结论是一致的。说明紫糯小麦粉水结合能力差, 衰减速度慢, 冷却后形成黏糊和凝胶的能力差, 抗老化性较强。与普通面粉相比, 紫糯小麦粉更容易糊化, 将

其与普通小麦面粉按一定比例混合, 可起到改善馒头品质的良效。

2.3 紫糯配粉馒头的工艺研究

2.3.1 添加不同比例紫糯小麦粉的馒头质构性状测定

表 3 添加不同比例紫糯小麦粉的馒头质构性状测定

Table 3 Textural properties of steamed bread with different proportions of added purple waxy wheat flour

添加紫糯面粉比例/%	硬度/g	黏着性/(g sec)	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
0	6648.66±8.67 ^a	-5.17±0.48 ^d	0.89±0.12 ^f	0.67±0.01 ^d	3943.99±1.23 ^d	3662.75±5.21 ^d	0.29±0.02 ^c
0.5	6573.30±2.35 ^b	-5.16±0.32 ^d	0.90±0.14 ^e	0.67±0.03 ^c	3951.77±2.01 ^c	3777.31±6.37 ^b	0.29±0.08 ^c
1	6522.37±0.38 ^c	-5.46±0.02 ^f	0.90±0.06 ^d	0.67±0.04 ^b	3957.36±1.59 ^b	3992.57±4.87 ^a	0.29±0.09 ^c
5	6501.21±3.67 ^d	-5.45±0.35 ^e	0.90±0.05 ^c	0.67±0.00 ^a	3961.43±1.89 ^a	3785.32±5.02 ^b	0.29±0.10 ^c
10	6359.92±4.34 ^e	-4.38±0.19 ^c	0.91±0.01 ^b	0.65±0.12 ^e	3961.23±2.21 ^a	3732.96±4.93 ^c	0.29±0.01 ^b
15	6275.43±5.12 ^f	-4.07±0.01 ^b	0.91±0.23 ^a	0.65±0.08 ^f	3751.94±3.41 ^e	3531.97±6.01 ^e	0.29±0.00 ^a
20	6224.36±5.19 ^e	-3.52±0.21 ^a	0.89±0.01 ^e	0.64±0.10 ^e	3643.98±2.68 ^f	3473.35±5.98 ^f	0.27±0.01 ^d

影响馒头质构性状的因素主要有面粉蛋白质的数量和质量、淀粉的品质和面团强度, 面粉中的直链淀粉含量及直链淀粉与支链淀粉的比例对馒头的质构也有非常大的影响。加入不同比例的紫糯小麦粉后, 馒头的质构性状发生了一定的变化。

由表 3 可知: 加入 0.5% 紫糯面粉的馒头弹性、黏聚性、胶着性、咀嚼性和回复性都有提高, 随着紫糯小麦粉添加量的增大, 馒头的弹性增加, 硬度减小, 回复性增大, 黏着性、黏聚性、咀嚼性特性值呈不显著的上升而后降低的趋势, 可能是面粉中的直链淀粉降低, 使面粉的功能特性发生了改变, 提高了淀粉的膨胀性。加入 15% 紫糯小麦粉的馒头弹性最大, 黏着性、黏聚性和回复性开始降低。这是由于支链淀粉吸水能力强, 有较高的持水性, 紫糯小麦粉的添加使得

混合面粉中的直链淀粉与支链淀粉的比例发生变化, 面粉吸水率增高、馒头的保水性增强, 导致硬度减小, 对馒头的品质产生了一定的影响。由此可见, 加入 15% 紫糯小麦粉对馒头的弹性、黏着性、黏聚性和回复性影响最大。

与普通小麦粉相比, 紫糯小麦粉淀粉含量高, 几乎不含直链淀粉, 化学组成的差异使糯小麦粉展现出不同的糊化及流变学特性^[9]。随着糯小麦粉添加量的增加, 面粉糊化特性得到了改善, 持水性增加, 回生值显著降低。总的来说, 添加紫糯小麦粉能够对馒头的质构特性起到显著性的改变影响。

2.3.2 添加不同比例紫糯小麦粉的馒头感官品质特性分析

表 4 添加不同比例紫糯小麦粉的馒头感官品质特性

Table 4 Sensory quality properties of steamed bread with different proportions of added purple waxy wheat flour

添加植酸	重量/g	体积/cm ³	得分	外色差 L*	外色差 A*	外色差 B*	内色差 l*	内色差 a*	内色差 b*
0	147.59 ^a	315.00 ^a	90.33 ^a	83.89 ^a	-1.06 ^a	18.00 ^a	77.85 ^a	-1.05 ^a	17.31 ^a
0.5	147.53 ^a	315.02 ^a	90.54 ^a	83.71 ^a	-1.07 ^a	18.23 ^a	77.81 ^a	-1.04 ^a	17.30 ^a
1	147.71 ^a	315.24 ^a	90.88 ^a	83.13 ^a	-1.05 ^a	17.76 ^{ab}	77.33 ^a	-1.04 ^a	16.88 ^{ab}
5	147.61 ^a	315.46 ^a	91.56 ^a	82.37 ^{ab}	-1.04 ^b	17.37 ^{ab}	77.01 ^a	-1.03 ^{ab}	16.73 ^{ab}
10	147.51 ^a	315.66 ^a	91.67 ^a	82.13 ^{ab}	-1.04 ^b	16.77 ^b	76.87 ^b	-1.01 ^b	16.22 ^b
15	147.64 ^a	315.95 ^a	92.61 ^a	81.99 ^b	-1.03 ^b	16.37 ^b	76.19 ^b	-1.00 ^b	16.13 ^b
20	147.74 ^a	315.31 ^a	89.55 ^b	81.63 ^b	-1.02 ^b	16.12 ^b	76.09 ^b	-1.00 ^b	16.01 ^b

对由不同配比的紫糯粉制作而成的馒头进行感官特性评价,表4的结果表明紫糯小麦粉配粉比例对馒头的感官特性具有较大影响。糯小麦粉色泽略深,因此由配粉制作的馒头色泽总体呈现下降的趋势。由于糯小麦粉支链淀粉含量很高,故吸水率极高,可显著提高面团的吸水力和持水性^[10],所以随着紫糯小麦粉添加率的增大,馒头的体积也相应变大,在紫糯小麦粉配粉比为15%时馒头体积最大。

由训练有素的8人组成品尝小组,对馒头样品逐项品尝打分,汇总评分结果。馒头的弹韧性与蛋白质的含量构成有关,由于糯小麦粉面筋的质量较差,随着添加量的增大,馒头弹韧性呈下降的趋势^[11],但是15%添加比例以下的配粉馒头因糯性呈现出软硬适合的口感,故得分较高。适宜的糯小麦粉配粉比15%使

馒头具有较好的质构,感官总评分达到最大值。使用比例过大时,就会出现馒头的结构差,色泽较暗,评分较低,品质下降的现象。

2.3.3 紫糯小麦粉配比与馒头质构特性、感官品质及评分间的相关性分析

由表5及表6可以看出:馒头的硬度和咀嚼性与紫糯面粉添加量呈显著线性负相关,黏着性和体积呈显著线性正相关,这主要是由于糯小麦粉中直链淀粉含量远小于普通小麦粉,加热糊化时没有直链淀粉的束缚,淀粉颗粒容易吸水膨胀,黏度上升快^[12]。加入一定比例的紫糯小麦粉后,硬度、咀嚼性都发生了变化,随着比例的增加,呈趋势明显的降低,同时黏着性、胶着性和体积却相对增加。

表 5 紫糯小麦粉添加量与馒头质构特性的相关性

Table 5 Correlation between the amount of added purple waxy wheat flour and the textural properties of steamed bread

性状	硬度	黏着性	弹性	黏聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
紫糯添加量	-0.39*	0.34*	0.27	0.14	0.24	-0.33*	-0.25

表 6 紫糯小麦粉添加量与馒头感官品质及评分间的相关性

Table 6 Correlation between the amount of added purple waxy wheat flour and the sensory quality properties of steamed bread

性状	重量	体积	得分	外色差 L*	外色差 A*	外色差 B*	内色差 l*	内色差 a*	内色差 b*
紫糯添加量	0.25	0.23	-0.25	-0.24	-0.12	-0.17	-0.3	-0.22	-0.23

注: * p<0.05, ** p<0.01。

目前,在馒头的工业化生产中存在很多问题,在馒头改良剂对馒头品质影响的研究方面,许多学者进行了各种实验并发表公布了相应的数据。面粉中加入一定比例的食盐后,能明显的改善馒头的色泽、结构和粘牙性,而馒头的比重将会减小,总评分显著提高,且食盐比例在0.75%~1.0%之间时,馒头的品质最好。适量添加二乙酰酒石酸单甘酯(DATEM)和硬脂酰乳酸钙-钠(CSL-SSL)这两种乳化剂,有一定的增白作用,可以改善馒头的挺度和咬劲,使馒头表面光滑,气孔均匀,提高馒头总评分。在小麦面粉中添加同种小麦提取的胚芽所制成的胚芽粉,做馒头感官评价试验发现,在一定添加范围内(0~2%)馒头总评分随胚芽

粉添加量增大而增大,超过此数值则馒头总评分随添加量增加而减小,馒头的麦香味也有此趋势。

作为面制食品所必经的环节,淀粉的糊化及冷凝后的回生在很大程度上影响着面制食品的品质。抑制或延缓淀粉在冷却储藏阶段的回生,一直是我国面粉加工企业亟待解决的难题。添加乳化剂是常用的延缓面制品老化的主要措施,但添加量往往需要很大,使面粉的流散性变差,且较大的添加量还会造成生产成本的大幅度提高。将糯小麦粉和普通小麦粉进行复配,可以充分利用天然资源,开拓紫糯面粉的应用,解决当前存在的问题。

本实验的研究结果与孙链等^[13]的研究发现一致,

即当糯小麦粉添加比例为 15%时馒头总评分最大,且糯小麦粉可以有效延缓馒头的老化。而郭学科等^[14]研究发现制作馒头时添加 8%的糯小麦粉可得到口感最佳的产品,与本实验结果存在着较大的差异,其原因可能与糯小麦粉的品质不同有关,不同品质的小麦其面筋的含量不同,而面筋的含量与馒头品质息息相关,另外,糯小麦的遗传特性以及生长环境的不同也会对此产生一定的影响。

3 结论

3.1 山农紫糯小麦粉的脂肪、蛋白质、灰分和蛋白质中清蛋白、醇溶蛋白、谷蛋白含量比普通面粉高,而淀粉和球蛋白含量比普通面粉低。与普通面粉相比,紫糯小麦粉的糊透明度、谷值黏度、最终黏度、糊化温度较低,但崩解值、峰值黏度、回生值高。由于山农紫糯小麦粉独特的理化特性,与普通面粉混合后,展现出不同的不同的糊化及流变学特性。因此,添加添加紫糯小麦粉能够对馒头的质构特性起到显著性的改变影响。

3.2 本实验根据紫糯小麦粉的理化性质,从原料的比例搭配角度去改善馒头的品质,测定了添加不同比例紫糯小麦粉对馒头质构及感官品质的影响。结果表明:制作配粉馒头时,适度添加紫糯小麦粉可以改善馒头的口感,紫糯小麦粉 15%的添加量使得馒头的总评分达到最大值,确定了山东农业大学新培育紫糯小麦品种开发馒头产品的最佳工艺。因此,可以在保证馒头品质的前提下,开发出一种新的、具有独特口感的馒头,以进一步开拓馒头市场,满足消费者的需求。

参考文献

- [1] Zhu J, Huang S, O'Brien L, et al. Variation among Australian and Chinese wheat for Chinese steamed bread quality [J]. Australian Cereals 97, 47th Cereal Chemistry Conference, 1997: 280-282
- [2] He ZH, Liu AH, Pena RJ, et al. Suitability of Chinese wheat cultivars for Production of nor them style Chinese steamed bread [J]. Euphytica, 2003, 131(2): 155-16
- [3] Zhu J, Huang S, Khan K, et al. Relationship of protein quantity, quality and dough properties with Chinese steamed bread quality [J]. Journal of Cereal Science, 2001, 33(12): 205-212
- [4] 王华君, 杨梅, 张文明, 等. “皖麦 33”与“W1032”配粉后淀粉及馒头品质性状的研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(10): 13-18
WANG Hua-jun, YANG Mei, ZHANG Wen-ming, et al. Wheat blending and steamed bread quality some starch and steamed bread quality traits between “wanmai 33” and “W1032” [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2010, 25(10): 13-18
- [5] Zhang H X, Zhang W, Xu C Z, et al. Morphological features and physicochemical properties of waxy wheat starch [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2013, 62: 304-309
- [6] Baik B K, Park C S, Paszczynska B, et al. Characteristics of noodles and bread prepared from double-null partial waxy wheat [J]. Cereal Chemistry, 2003, 80(5): 627-633
- [7] Baik B K, Park C S, Paszczynska B, et al. Characteristics of noodles and bread Prepared from double-null Partial waxy wheat [J]. Cereal Chemistry, 2003, 80(11): 627-633
- [8] 王晨阳, 扶定, 郭天财, 等. 糯小麦与普通小麦配粉粘度参数的比较研究[J]. 河南农业大学学报, 2006, 6: 53-59
WANG Chen-yang, FU Ding, GUO Tian-cai, et al. Comparison of viscosity parameters of waxy wheat flour and its blending with common wheat flour [J]. Journal of Henan Agricultural University, 2006, 6: 53-59
- [9] Yoo S H, Jane J. Structural and Physical characteristics of waxy and other wheat starches [J]. Carbohydrate Polymers, 2002, 49(3): 297-305
- [10] Moritan, Meadat, Miyazakim, et al. Effect of substitution of waxy-wheat flour for common flour on dough and baking properties [J]. Food Science of Technology Research, 2002, 8(2): 119-124
- [11] Yoo S H, Jane J L. Structural and physical characteristics of waxy and other wheat starches [J]. Carbohydrate Polymers, 2002, 49(15): 297-305
- [12] Fujta S, Kumagai T, Yanagimachi M, et al. Waxy wheat as a function food for human consumption [J]. Journal of Cereal Science, 2012, 55(3): 361-365
- [13] 孙链, 孙辉, 雷玲, 等. 糯小麦粉配粉理化特性及其对馒头品质的影响[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(1): 5-10
SUN Lian, SUN Hui, LEI Ling, et al. Flour Blending with Waxy wheat flour: physico-chemical properties and effects on steamed bread quality [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2009, 24(1): 5-10
- [14] 郭学科, 丁文平. 糯小麦粉理化性质及其在馒头中的应用研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2005, 3(12): 69-71
GUO Xue-ke, DING Wen-ping. Waxy wheat physical and chemical properties and its application research in the steamed bread [J]. Machinery for Cereals, Oil and Food Processing, 2005, 3(12): 69-71

现代食品科技