

牛乳（活性肽）及加工工艺对面包品质的影响

李志成¹, 刘莎^{1,2}, 郑晓莹¹, 付芒娟¹, 王瑞^{1,2}, 郝洁¹

(1. 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西杨凌 712100)

(2. 陕西省神木县食品药品监督管理局, 陕西榆林 719300)

摘要: 为了增加乳制品的消费量, 研究了牛乳和牛乳活性肽添加量及加工工艺对面包品质影响。面包中添加 6.0% (*m/m*) 的牛乳或 0.014% (*m/m*) 的牛乳活性肽能提高面包的营养价值和弹性, 降低面包的硬度, 增加面包的比容和感官品质。牛乳面包和牛乳活性肽面包的弹性、硬度和比容分别为 0.784、0.931; 901.46 g、1466.25 g 和 6.3 mL/g、6.9 mL/g。虽然面包的品质优于馒头, 但用面包的配方加工馒头的工艺也是可行的; 面包的丙烯酰胺含量高达 92.6±8.4 μg/kg, 极显著高于蒸烤结合的馒头, 而同样配方加工的馒头的丙烯酰胺含量未检出 ($p<0.01$), 因此在丙烯酰胺含量方面馒头较面包安全。消费者选用那种面包或馒头要根据自身需要, 将美味和安全结合起来考量。

关键词: 乳制品; 面包; 加工; 工艺; 品质; 安全

文章编号: 1673-9078(2014)7-199-204

Effects of Milk (Milk Active Peptide) and Processing Technology on Quality of Bread

LI Zhi-cheng¹, LIU Sha^{1,2}, ZHENG Xiao-ying¹, FU Mang-juan¹, WANG Rui^{1,2}, HAO Jie¹

(1. College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

(2. Shaanxi Shenmu Food and Drug Administration, Yulin 719300, China)

Abstract: In order to increase the consumption of dairy products, the influences of milk and active peptide from milk protein and processing technology on quality characteristics of bread were researched. The results showed that adding 6% (*m/m*) milk or 0.014% (*m/m*) active peptide from milk protein could increase the nutritional value, elasticity, specific volume and sensory quality of bread, and decrease the hardness of bread. The elasticity, hardness and specific volume of milk bread were 0.784, 901.46 g, and 6.3 mL/g, respectively, while those of the active peptide bread were 0.931, 1466.25 g, and 6.9 mL/g, respectively. The quality of bread was better than steamed bun and the formula for preparing bread can also be applied to steamed bun. The acrylamide content of bread was 92.6±8.4 μg/kg, which was significantly higher than that of steamed bun prepared by the combined steamed and roasted technologies ($p<0.01$). No acrylamide was detected in the steamed bun processed with the same formula. Therefore, the steamed bread is safer than bread in acrylamide content. It provides reference for customs to choose bread or steamed bun in both tasty and safety.

Key words: dairy products; bread; processing; technology; quality; safety

牛乳营养丰富, 容易消化吸收, 是最接近完美的食品, 但我国牛乳的消费量很低, 2009 年人均奶类消费 28.03 kg (2010 年奶业年鉴), 还不到世界平均水平的 1/3, 虽然我国实施了学生饮用奶计划, 但有部分学生将领到的学生奶拿去兑换成自己喜爱吃的其他小食品。乳蛋白中蕴藏着许多具有潜在的具有多种生理

收稿日期: 2013-9-12

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目 (2012BAD12B07); 陕西省科技统筹创新工程计划项目 (2011KTCL02-11); 陕西省农业科技攻关计划项目 (2011K01-04); 中央高校基本科研业务费项目 (QN2011070)

作者简介: 李志成 (1966-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为畜产品加工与质量安全控制

功能的活性肽, 但这些肽均以无活性的状态存在于乳蛋白前体中, 只有用适当的酶水解释放后, 才能够发挥其生理功能^[1-2]。通过水解乳蛋白所获得的生物活性肽不仅价格低廉、安全性好, 且工艺简单, 容易进行工业化生产, 所以活性肽制备研究越来越受到科学家和各国政府的关注, 将会越来越多的用于功能食品方面^[3]。

面包作为一种西式食品, 适合工业化生产, 具有品质好、食用方便、营养强化潜力大等特点, 已被我国消费者所接受, 但是随着国民生活质量的不断提高, 人们的健康意识也日益增强, 无论在面包感官、营养品质还是加工工艺方面都对面包提出了更高的要求。

近年来,随着食品营养学及毒理学的发展,人们越来越重视食品的质量安全问题。2002年瑞典和斯德哥尔摩的科学家首次在高温加工的植物性食品中发现高含量的丙烯酰胺后,对于丙烯酰胺的研究立刻成为国内外研究热点,且认定丙烯酰胺为II级A类致癌物^[4-7]。在超过120℃的高温油炸或烘烤过程中,淀粉类食品中的游离天冬酰胺与还原糖通过美拉德反应形成丙烯酰胺。由于淀粉类食品使用高温烹调的方式更易产生丙烯酰胺,所以焙烤类食品中丙烯酰胺含量比较高。因此,获得更加安全、美味的食品也成为食品工作者又一研究方向。为了增加乳制品的消费量,为了将学生饮用奶计划落到实处,本文将一定量的牛乳及牛乳活性肽添加到面包中,通过对面包的感官及流变学品质的综合分析,确定牛乳及牛乳活性肽对面包品质的影响,获得面包中牛乳及牛乳活性肽的最佳添加量,同时研究加工工艺对同一配方加工而成的面包和馒头的质构和安全品质的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜牛乳(购自西北农林科技大学畜牧场)、牛乳活性肽(自制)、面包专用粉(市售、食用级),今麦郎面粉有限公司;酵母(耐高糖型活性干酵母)、油脂(市售金龙鱼纯菜籽油)。

丙烯酰胺标准品, Sigma 公司; 甲醇、乙腈为色谱纯, 美国 fisher 公司; 正己烷、醋酸钠、醋酸、盐酸、氢氧化钠、乙醇、三氯乙酸、无水硫酸铜、酒石酸钾等, 均为国产分析纯。

1.2 主要仪器设备

FJ-12A 发酵箱, 广东多丽食品机械厂; SAM-40SP 醒发箱, 无锡双麦机械公司; SAMAG-603A 电气层烤箱, 松下电器; TAXT plus 物性质构仪, 德国 stable micro system 公司; 6000LC/MS 液质联用仪, 美国安捷伦公司; PK121R 型冷冻离心机, SIM 国际有限公司; UV-2550 双光束紫外分光光度计, 日本岛津公司; SP-1500 喷雾干燥机, 上海顺仪实验设备有限公司。

1.3 面包的制备

面包的制备参照GB/T 14611-2008^[8], 采用一次发酵法。

基本配方: 面粉 100 g、酵母 1.0 g、食盐 1.5 g、糖 18 g、纯菜油 5.0 g、鸡蛋 10 g、水 52 mL (添加牛乳时要减去牛乳中的水分)。

具体工艺是:

配料(面粉和辅料)→搅匀→牛乳→加水搅拌→静置(25~28℃, 5 min)→发酵(30℃, 相对湿度70%~75%, 约2~4 h, 使面包坯发酵到原体积的4~5倍)→整形→醒发(38℃, 相对湿度75%~85%, 45 min)→焙烤(面火180℃, 底火210℃, 15 min)→冷却→保鲜膜包装→室温贮存

1.4 牛乳活性肽粉的制备

参照文献^[9]的方法, 称取适量酪蛋白于烧杯中, 用0.1 mol/L NaOH助溶后, 用洁净水配制浓度为6%的酪蛋白溶液, 调整温度50℃, 准确加入中性蛋白酶和碱性蛋白酶组成的复合酶, 在pH 7.5条件下水解5 h。水解结束后, 95℃灭酶5 min, 冷却后, 10000×g离心20 min, 取上清液, 喷雾干燥, 即得具有抗氧化作用的活性肽粉。

1.5 牛乳和牛乳活性肽粉添加量对面包品质的影响

在常规面包配方中分别添加0、4%、6%、8%及10%牛乳, 或添加0、0.014%、0.021%、0.028%及0.035%牛乳活性肽粉, 按1.3的工艺加工成面包, 进行评价。

1.6 配方和加工工艺对面包及馒头品质的影响

以普通面包、所选的牛乳面包和牛乳活性肽面包的配方和工艺加工面包(A), 以及加工面包到醒发完成后, 蒸制20 min制备馒头(B), 馒头稍凉后分别焙烤5 min(C)和10 min(D), 观察焙烤对馒头色泽的影响, 同时检测面包和馒头的质构品质及其丙烯酰胺的含量, 评价加工工艺对面包和馒头品质的影响。

1.7 面包品质评价

1.7.1 感官评价

由10名有经验的技术人员组成评定小组, 根据GB/T 14611-2008及其附录A《面包烘烤品质评定标准》^[8]进行感官鉴定(表1)。

1.7.2 质构(TPA)品质评定

面包和馒头制备好后, 室温下冷却1~2 h, 用保鲜膜装好密封。12~18 h后用切片刀从垂直方向将面包切成厚度为30 mm的均匀薄片, 测定其弹性、黏聚性、咀嚼性和硬度等质构品质, 每种配方做3~6个平行。

测定参数为: 测试前、测试中探头下降速度和测试后探头回程速度均为1.0 mm/s, 压缩比40%, 两次压

缩间隔5.0 s, 触发力5g, 探头型号P/36R。

表1 面包感官评价标准

指标名称	分数	标准
面包体积	35	比容 ≥ 6.5 g/mL满分, 每减小0.1减2分
表面色泽	5	棕黄, 金黄, 红棕, 浅橘色(4~5分) 棕褐色, 有焦灼感(1~3分)
表面质地与 面包形状	5	冠大, 颈板明显, 无裂纹, 平滑无斑, 对称性好(4~5分) 有微小裂痕, 有小斑点, 对称性一般(2~3分)
包心色泽	5	洁白, 乳白(4~5分), 发黄(1~3分), 发黑(0分)
平滑度	10	平滑, 细腻, 柔软感(9~10分) 较光滑(6~8分) 表面粗糙, 有气泡(1~5分)
纹理结构	25	面包气孔细密, 均匀并呈长形, 孔壁薄, 无坚实部分, 呈海绵状(25~20分) 气孔大小不均匀, 孔壁厚(15~19分) 大气孔较多, 有大片坚实部分(5~14分)
面包心弹性	10	柔软而富有弹性, 按下复原很快(4~5分) 较柔软, 弹性较弱, 按下复原较慢(2~3分)
口感	10	有面包香味, 有甜咸味, 淡酵母味, 味纯正(4~5分) 口味不纯正(1~3分), 有异味(0分)
总计	100	

注: 面包体积采用菜籽排出法测定^[10]。

表2 牛乳添加量对面包的感官品质及比容的影响

牛乳的添加量(m/m) /%	面包体积评分 (35分)	表皮色泽 (5分)	表皮质地与 面包形状 (5分)	包心 色泽 (5分)	平滑度 (10分)	纹理 结构 (25分)	弹柔 度 (10分)	口感 (5分)	感官品质 总分 (100分)	面包的比容 (mL/g)
0	22.00	4.25	4.75	4.50	7.00	23.50	8.50	4.13	91.63 \pm 1.74 ^b	6.5
4	24.00	4.13	4.38	4.88	7.50	23.00	8.50	4.00	91.39 \pm 1.04 ^b	6.9
6	24.00	4.63	4.25	4.75	7.50	23.75	9.50	5.00	94.38 \pm 2.65 ^a	6.9
8	22.00	4.38	4.25	4.36	7.50	24.25	9.50	4.50	93.74 \pm 2.71 ^b	6.6
10	18.00	4.63	4.28	4.50	8.00	22.50	7.50	4.25	76.66 \pm 3.01 ^c	5.9

注: a、b、c字母不同表示差异显著(P<0.05)。

由图1可见, 当牛乳添加量为6% (m/m)时, 面包的硬度最小, 比不加牛乳的对照降低13.25% (p<0.05); 弹性是变形样品在去除变形力后恢复到变形前的高度或体积比率, 面包的弹性同样是评判面包品质的重要标志。由图1可以看出, 面包的弹性随牛乳添加量的变

1.7.3 丙烯酰胺含量测定

按照文献[11]的方法采用液质联用仪测定。

1.8 数据处理

各试验均做3个以上平行样, 采用SPSS 18.0和DPS 7.55软件进行数据处理, 结果用平均值 \pm 标准差表示, 必要时按照Duncan氏新复极差法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 面包中牛乳添加量的确定

面包中加入牛乳不但可以提高面包的营养价值而且可以改善其风味。不同的牛乳添加量对面包的感官品质及比容都有一定的影响(表2)。当添加量为6% (m/m)时, 面包的感官评分达到最大值, 与对照组差异显著(P<0.05)。

牛乳添加量超过6% (m/m)时, 面包的感官品质有所降低。这可能是由于添加的牛乳过量会影响面包的体积及比容, 同时也使面包的口感变差, 感官品质受到影响。在面包生产中, 添加适量的牛乳可以增大面包的比容, 当添加量在4%~6% (m/m)之间时, 对提高面包比容的效果最理想。

TPA是食品质构的感观评价和仪器分析间的桥梁。添加一定量的牛乳对面包的质构品质产生较大影响(图1)。硬度值是第一次冲穿样品的压力峰值, 是反映面包品质的一个非常重要的标志, 同时该指标也可以反映出面包的老化程度。硬度值与面包的品质呈负相关, 硬度越大, 面包吃起来越硬, 缺乏弹性、爽口、绵软的感觉。

化呈现出先增大后下降的变化。当牛乳添加量为6% (m/m)时, 面包的弹性最大, 但与对照相比, 差异不显著(p>0.05)。凝聚性为测试样品第一次压缩变形后所表现出来的对第二次压缩的相对抵抗能力, 即两次压缩所做的正功之比。黏聚性与面包体积、比容、外观

形状、包心平滑度、纹理结构、弹柔性、总评分呈显著或极显著负相关^[12]，黏聚性越小的面包吃起来越爽口不粘牙，面包的品质越好。由图1可以看出，当牛乳的添加量为4%~6% (*m/m*)时，面包的黏聚性比较小，即面包的品质较好；咀嚼性是将半固体的样品咀嚼成吞咽时的稳定状态所需的能量，面包的咀嚼性是评判面包口感和品质的重要指标，咀嚼性在数值上用硬度、黏聚性和弹性的乘积表示，面包品质与咀嚼性呈显著负相关^[13]。由图1可见，当牛乳添加量为6% (*m/m*)时咀嚼性最小，即面包的质构品质最佳。

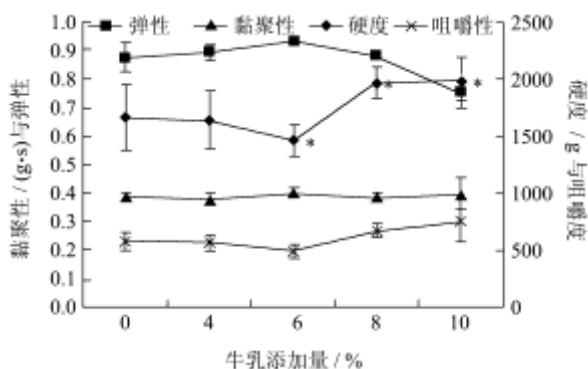


图1 牛乳添加量对面包质构品质的影响

Fig.1 Effect of milk addition on TPA quality of bread

综合牛乳添加量对面包的感官品质及质构品质的

影响可知，添加一定量的牛乳可以改善面包的焙烤品质，6% (*m/m*)的牛乳添加量使面包较柔软，硬度更低，弹性较好，并且感官评价也较高，口感更佳，更适宜应用于面包中。牛乳面包由于添加了牛乳，优质蛋白质含量增加，营养价值提升，而且由于乳蛋白质与小麦等谷物蛋白质存在互补作用，更提高了牛乳面包的营养价值，因此，牛乳面包非常适合学龄儿童，尤其是不爱喝牛乳的小朋友补充课间营养，这对提高牛乳等乳制品的消费量，提升我国儿童的身体素质具有重要意义。

2.2 面包中牛乳活性肽添加量的确定

牛乳活性肽的制备工艺比较简单，经过测定，通过1.4的方法制得的牛乳活性肽粉中多肽含量为68.2%。对添加不同量的牛乳活性肽的面包进行感官评定及比容测定的结果见表3。当牛乳活性肽的添加量为0.014% (*m/m*)时，面包的比容值最高。添加牛乳活性肽对面包的感官品质也有一定的影响，当牛乳活性肽的添加量为0.014% (*m/m*)时，面包的感官评分达到最大值，添加量超过0.014% (*m/m*)时，面包稍有苦味，使面包的感官品质在一定程度上降低。

表3 牛乳活性肽对面包感官品质及比容的影响

Table 3 Effect of active peptide from milk protein on sensory quality and specific volume of bread

牛乳活性肽的添加量/%(<i>m/m</i>)	面包体积评分(35分)	表皮色泽(5分)	表皮质地与面包形状(5分)	包心色泽(5分)	平滑度(10分)	纹理结构(25分)	弹柔度(10分)	口感(5分)	感官总分(100分)	面包比容/(mL/g)
0	27	4.25	4.25	4.63	8	22.25	8	5	80.38±1.73 ^a	6.1
0.014	25	4.38	3.88	4.75	8.75	22.25	9.38	4.75	82.13±2.36 ^a	6.3
0.021	31	4.25	3.75	4.38	8.5	21.25	9	4.5	81.63±1.59 ^a	6.15
0.028	25	4.38	4	4.25	8	20.75	8.25	4.25	80.48±2.80 ^a	6
0.035	23	4.5	4.5	4.38	8.5	23	9	3.88	80.75±2.52 ^a	5.9

注：a、b 字母相同表示差异不显著 (P>0.05)。

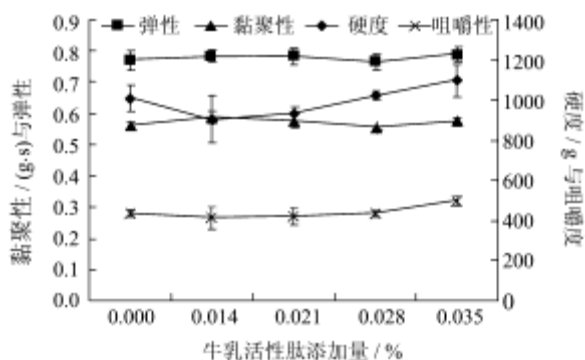


图2 牛乳活性肽添加量对面包质构品质的影响

Fig.2 Effect of active peptide from milk protein on TPA quality of bread

由图2分析面包的质构品质发现，在一定的范围

内，随着面包中牛乳活性肽含量的提高，面包的硬度值、黏聚性及咀嚼性均先下降后上升，弹性值则先增大后减小。当面包中牛乳活性肽含量为0.014% (*m/m*)时，面包的硬度最小、弹性最大、黏聚性最小、咀嚼性最小。同时结合表3，添加不同含量的牛乳活性肽对面包感官品质及面包比容的影响可知，添加0.014% (*m/m*)的牛乳活性肽时面包的品质最佳。抗氧化活性肽具有清除过量自由基的功能^[14]。人到中老年以后，由于疾病、压力、不良生活习惯和环境污染等因素的影响，自身清除体内过量自由基的功能减弱，因此，牛乳活性肽面包更适合中老年人享用。

2.3 不同工艺和配方对面包与馒头品质的影

响

焙烤15 min所得面包中的丙烯酰胺含量极显著高于同样配方蒸制及蒸烤结合的馒头 ($p < 0.01$)，纯蒸制馒头再焙烤10 min，其丙烯酰胺含量也显著高于焙烤5 min的馒头 ($p < 0.05$)，经过焙烤的馒头的丙烯酰胺含量均极显著高于纯蒸制的馒头 ($p < 0.01$)，说明在同等条件下只要经过高温烤制，就会产生丙烯酰胺。

表4 加工工艺对普通面包和馒头中丙烯酰胺含量的影响

Table 4 Effect of processing technology on acrylamide content

in ordinary bread and steamed bun

序号	加工工艺	丙烯酰胺含量/($\mu\text{g}/\text{kg}$)
1	焙烤 15 min	$92.5 \pm 8.4^{\text{aU}}$
2	蒸制 20 min	0^{dW}
3	先蒸 20 min、再焙烤 5 min	$15.2 \pm 3.6^{\text{cV}}$
4	先蒸 20 min、再焙烤 10 min	$27.8 \pm 4.8^{\text{bV}}$

注：a, b, c, d字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$)；U, V, W字母不同表示差异极显著 ($p < 0.01$)。

不同配方和加工工艺对面包与馒头品质的影响也不同，但趋势基本相同。不同的加工工艺对普通面包、牛乳面包及牛乳活性肽面包质构品质的影响见图3。

由图3可知，不论是普通的、还是添加牛乳或牛乳活性肽的面包和馒头，四种加工工艺中，焙烤15 min所得面包的硬度、凝聚性及咀嚼性最小，弹性最大，即按照该加工工艺加工出来的面包品质最佳；而蒸制20 min所得的馒头的硬度和咀嚼性最大，弹性较小，品质相对较差；馒头再焙烤5~10 min后，四项质构指标处于面包和馒头之间，但表面有点皱缩，上色也不均匀，口感也不如面包。

结合表4表明，同一配方，焙烤15 min可以获得最佳的面包食用品质，但是其丙烯酰胺含量最高，安全性低于馒头；馒头未检出丙烯酰胺，安全性较高，但食用品质比面包差。然而用面包配方通过蒸制加工的馒头依然香甜可口，风味和质地远好于传统工艺和配方加工的馒头（数据未显示），说明用面包的配方加工馒头的工艺是可行的，在我国广大的面包、馒头加工企业和家庭中均有重要的推广价值，是我国学生饮用奶计划落到实处的优选方案之一。用牛乳面包的配方通过蒸制加工的馒头可以称为牛乳馒头。牛乳面包和牛乳馒头中除了添加牛乳以外，还可以添加相当数量的乳粉和酸乳，添加酸乳的效果更好。普通消费者食用那种面包和馒头要根据自身需要选用，要将美味和安全健康结合起来综合考虑。另外，采用面包配方加工的松软的、香甜可口的牛乳（肽）馒头，改变了千

百年来馒头单一口味的现状，一定会受到学龄儿童及青少年的喜爱，但牛乳馒头中不但含有牛乳和鸡蛋的营养成分，还含有蔗糖，因此，能量过剩者要适量选用。

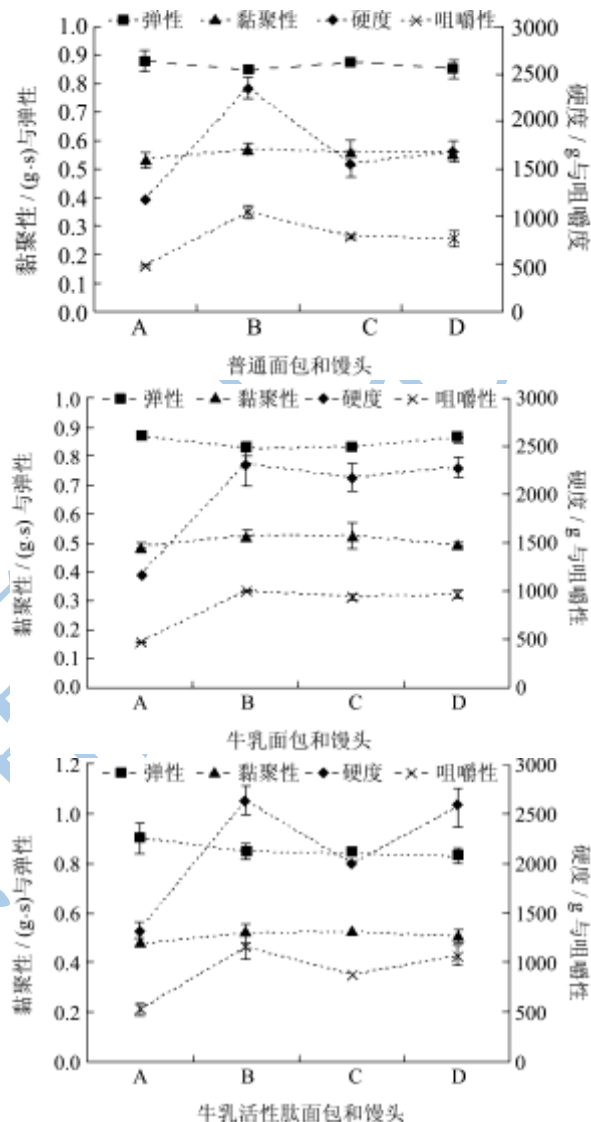


图3 配方和加工工艺对面包与馒头品质的影响

Fig.3 Effect of formula and processing technology on quality of bread and steamed bun

注：A-焙烤15 min；B-蒸制20 min；C-先蒸制20 min、再焙烤5 min；D-先蒸制20 min、再焙烤10 min。

3 结论

添加一定量的牛乳或牛乳活性肽能够降低面包的硬度，提高面包的弹性和口感，改善面包的食用品质，最佳的牛乳添加量为6% (m/m)，最佳的牛乳活性肽添加量为0.014% (m/m)；牛乳面包和牛乳馒头适合学龄儿童食用，牛乳活性肽面包则更适合中老年人享用；虽然面包品质优于馒头，但用面包的配方加工馒头的工艺是可行的。牛乳面包和馒头具有重要的推广价值，

是增加乳制品消费的重要途径;面包的丙烯酰胺含量高达 $92.6 \pm 8.4 \mu\text{g}/\text{kg}$,而馒头的丙烯酰胺含量未检出,因此在丙烯酰胺含量方面馒头较面包安全。消费者要将美味和安全结合起来,选用适合自身需要的面包和馒头。

参考文献

- [1] Phelan M, Aheme A, FitzGerald RJ, et al. Casein-derived bioactive peptides: Biological effects, industrial uses, safety aspects and regulatory status [J]. *International Dairy Journal*, 2009, 19: 643-654
- [2] Mao X Y, Cheng X, Wang X, et al. Free-radical-scavenging and anti-inflammatory effect of yak milk casein before and after enzymatic hydrolysis [J]. *Food Chemistry*, 2011, 126: 484-490
- [3] Samaranyaka A G P, Li-Chan E C Y. Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications [J]. *Journal of Functional Foods*, 2011, 3: 229-254
- [4] Mottram D S, Wedzicha B L, Dodson A T. Acrylamide is formed in the Maillard reaction [J]. *Nature*, 2002, 419: 448-449
- [5] Ismial SAMA, Ali RFM, Askar M, et al. Impact of pre-treatments on the acrylamide formation and organoleptic evolution of fried potato chips [J]. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 2013, 9(2): 90-101
- [6] Mustafa A, Andersson R, Rosén J, et al. Factors influencing acrylamide content and color in rye crisp bread [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53: 5985-5989
- [7] 龙小涛,何嘉睿,叶雪丽.食品中丙烯酰胺的抑制方法研究进展[J].*现代食品科技*,2012,28(6):688-691
LONG Xiao-tao, HE Jia-rui, YE Xue-li. Study on inhibition methods of acrylamide in food [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2012, 28(6): 688-691
- [8] GB/T 14611-2008,小麦粉面包烘焙品质试验-直接发酵法[S]
GB/T 14611-2008, Baking quality of bread from wheat flour-direct fermentation[S]
- [9] Li Z, Jiang A, Yue T, et al. Purification and identification of five novel antioxidant peptides from goat milk casein hydrolysates [J]. *Journal of Dairy Science*, 2013, 96(7): 4242-4251
- [10] 巩发永.苦荞面包配方的优化[J].*现代食品科技*,2013,29(1):118-121
GONG Fa-yong. Optimization of the formula of tartary buckwheat bread [J]. *Modern Food Science and Technology*, 2013, 29(1): 118-121
- [11] Ono H, Chuda Y, Ohnishi-kameyama M, et al. Analysis of acrylamide by LC-MS/MS and GC-MS in processed Japanese foods [J]. *Food Additives and Contaminants*, 2003, 20: 215-220
- [12] 彭义峰,刘彦军,班进福.面包总评分与质构分析(TPA)相关性的探讨[J].*粮油加工*,2011,2:119-123
PENG Yi-feng, LIU Yan-jun, BAN Jin-fu. Research on the correlation between total score and texture analysis of bread [J]. *Grain and Oil Processing*, 2011, 2: 119-123
- [13] 魏益民.谷物品质与食品品质-小麦籽粒品质与食品品质[M].西安:陕西人民出版社,2002
WEI Yi-min. Grain quality and food quality-wheat grain quality and food quality [M]. Xi'an: Shaanxi People's Publishing House, 2002
- [14] Sarmadi BH, Ismail A. Antioxidative peptides from food proteins: A review [J]. *Peptides*, 2010, 31: 1949-1956