

娄彻氏链霉菌 *S. rochei* L10904 产木聚糖酶对馒头品质的影响

朱运平, 李秀婷*, 宋焕禄, 李 娥, 李勇如, 高 洁
(北京工商大学食品学院, 北京 100048)

摘 要: 将娄彻氏链霉菌 *S. rochei* L10904 产木聚糖酶添加到馒头中, 探讨木聚糖酶对馒头比容、延展率及硬度的影响以及对馒头的抗老化作用。结果表明: 木聚糖酶添加量为 1.5mg/kg 时, 馒头硬度最小, 比容比未添加木聚糖酶的馒头增加 0.21mL/g, 延展率达 1.69; 在保存的前 24h 之内, 馒头硬度增加迅速, 内聚性减小较快, 24h 之后硬度增加趋势变缓, 内聚性减小趋势变缓。馒头胶着性和咀嚼性在保存的前 10h 内均呈现较快增加的趋势, 10h 之后, 基本保持恒定; 添加木聚糖酶 1.5mg/kg 的馒头样品在整个保存过程中硬度、内聚性、胶着性及咀嚼性的数值均偏小, 表明添加 1.5mg/kg 的木聚糖酶对馒头有抗老化作用。

关键词: 木聚糖酶; 馒头; 抗老化

Effect of Xylanase from *S. rochei* L10904 on Quality Properties of Steamed Bread

ZHU Yun-ping, LI Xiu-ting*, SONG Huan-lu, LI E, LI Yong-ru, GAO Jie
(School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract: In the present study, the effect of xylanase from *S. rochei* L10904 on the specific volume, extension rate, hardness and anti-aging function of steamed bread were investigated. The results showed that the optimal addition level of xylanase was 1.5 mg/kg. In such case, the minimum hardness of steamed bread was achieved; the specific volume of steamed bread increased by 0.21 mL/g compared to the control without the addition of xylanase, and the extension rate reached up to 1.69. During the first 24 h of storage, the hardness of steamed bread increased while the cohesiveness decreased rapidly. After 24 h, the hardness and cohesiveness of steamed bread changed slowly. The adherence and chewiness of steamed bread increased rapidly during the first 10 h of storage and then remained a constant level. The addition of 1.5 mg/kg xylanase could result in a relative low level of hardness, cohesiveness, adherence, and chewiness and therefore had obvious aging-delaying effect on steamed bread.

Key words: xylanase; steamed bread; aging-delaying effect

中图分类号: TQ920.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)03-0174-05

小麦粉作为馒头加工的主要原料, 小麦粉的品质对面团特性及馒头品质具有重要影响, 如面筋含量、面筋中麦谷蛋白与醇溶蛋白的比值、沉淀值等^[1]。小麦粉中的阿拉伯木聚糖含量虽然低(仅占面粉干基的 1.5%~3%), 但对面粉的品质、面团流变性以及面制品的品质等有显著影响^[2]。一般认为, 水溶性阿拉伯木聚糖对面制品的品质有积极影响, 而水不溶性阿拉伯木聚糖对面制品的品质往往会产生负作用。欧美国家已经将木聚糖

酶广泛应于焙烤制品中^[3]。我国研究者也对木聚糖酶在面包等焙烤制品中的应用开展了较多研究^[4-5]。而馒头作为我国主要的主食面制品, 其容易老化一直是我国馒头产业发展的瓶颈, 有关木聚糖酶对馒头品质及馒头老化速度影响的研究报道还较少。

本研究室从土壤中分离出木聚糖酶产生菌娄彻氏链霉菌 *S. rochei* L10904, 本实验将探讨该木聚糖酶对馒头比容、硬度、延展率等性质的影响以及对馒头的抗老

收稿日期: 2011-09-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(31071511); 北京市优秀人才培养资助项目(2010D005003000010);
北京工商大学青年教师启动基金

作者简介: 朱运平(1980—), 女, 讲师, 博士, 研究方向为功能性食品。E-mail: Zhuyp@th.btbu.edu.cn

* 通信作者: 李秀婷(1970—), 女, 教授, 博士, 研究方向为食品生物技术。E-mail: Lixt@th.btbu.edu.cn

化作用, 为提高我国馒头的加工技术及馒头工业化生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

古船面粉(普通粉) 市售。

L10904 木聚糖酶(酶活力 1866U/mg)由北京工商大学李秀婷教授实验室保藏菌株 *S. rochei* L10904 发酵后的上清液经纯化后获得。

CT3-4500 质构仪 美国 Brookfield Asset Management 公司。

1.2 馒头的制作

称取 4.6g 干酵母, 加入少量 35℃ 的温水中, 均匀搅拌使之充分溶解活化后, 与 1150g 面粉一同加入和面机, 再加入适量的木聚糖酶, 木聚糖酶添加量分别为 0、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8、2.4、3.0mg/kg(以面粉质量计), 边加水边搅拌 20min, 总计加水 575mL。然后将和好的面团盖一层湿布常温下放置 10min 左右, 以便充分形成面团面筋。将面团切分至若干小块, 每种木聚糖酶添加量做两个重复实验, 准确称量 120g(误差小于 0.2%)的小面团 16 个, 揉捏成型(馒头坯高度约为 6.8cm)至面团光滑为止。将分割揉圆后的馒头坯立即放入 38℃、相对湿度 80% 的醒发箱中醒发 40min, 待醒发完成后, 再将面团放入已煮沸铝锅屉上蒸制 20min, 取出冷却后测定各项指标。

1.3 馒头比容的测定

采用小米排体积法测定馒头体积^[6]。

$$\text{馒头比容}/(\text{mL/g}) = \frac{\text{馒头体积}/\text{mL}}{\text{馒头质量}/\text{g}} \quad (1)$$

1.4 馒头延展率的测定

用游标卡尺分别量取馒头的宽度、高度, 取 3 次实验数据的平均值。

$$\text{延展率} = \frac{\text{宽度}/\text{cm}}{\text{高度}/\text{cm}} \quad (2)$$

1.5 馒头硬度的测定

馒头冷却 1h 后, 用 CT3-4500 质构仪测量, 选用 35mm 直径的铝圆柱形探头。馒头被横向切成片, 厚度为 20mm, 压缩至该厚度的 30% 时读取数值。测试条件为: 预测试速度为 1mm/s, 测试速度为 1mm/s, 后测试速度为 1mm/s, 引发力为 10g。压缩曲线的峰值力为硬度(g)。

1.6 馒头保存过程中质构品质指标的测定

馒头保存 0、3、6、10、22、48、72h 时取样, 按照 1.5 节的方法测定馒头保存过程中硬度、内聚性、胶着性及咀嚼性的变化。

1.7 馒头感官品质评价

将加入不同木聚糖酶量的馒头依此置于平整的测量台上, 拍成一排, 带刻度纸板垂直于测量台放置, 观察馒头的高度和宽度。随后将馒头从中间纵切分成两块, 观察馒头剖面的气孔分布情况。评尝馒头, 对馒头的感官品质做初步判定。

2 结果与分析

2.1 L10904 木聚糖酶添加量对馒头比容的影响

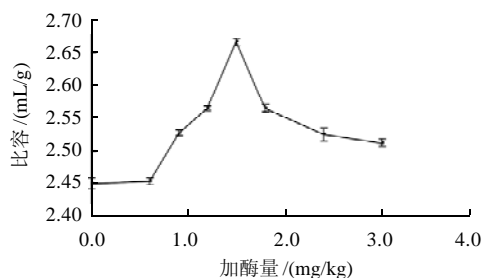


图1 L10904 木聚糖酶添加量对馒头比容的影响
Fig.1 Effect of xylanase on specific volume of steamed bread

由图 1 可知, 添加木聚糖酶能够使馒头的比容增大。0~1.5mg/kg 范围内随着木聚糖酶添加量的增大, 馒头的比容逐渐增大, 加酶量 1.5mg/kg 时比容达最大, 为 2.67mL/g, 比未添加木聚糖酶的馒头比容增加 0.21mL/g。木聚糖酶可以使小麦粉中不溶性阿拉伯糖水解产生水溶性低聚糖, 低聚糖能够使面团的气孔均匀增大, 以提高醒发效果, 改善面团的操作性和稳定性, 使馒头具有更好的结构和更大的体积^[7]。同时水解产物能作为酵母的营养元, 使酵母能够充分产气, 增加馒头体积^[8]。馒头体积的增大还与馒头中酵母菌生存的状态相吻合, 初始阶段酵母菌多, 活力旺盛, 产气量大, 故而体积增加很快; CO₂ 受热膨胀使得体积进一步增大, 之后大部分酵母菌死亡, 只是 CO₂ 在馒头中重新分配, 体积只有微量增长^[9]。随着木聚糖酶添加量继续增大, 馒头的比容呈下降趋势。这是由于木聚糖酶添加过量导致面团在揉制时的黏度过高, 均匀性下降, 影响了馒头的体积。

2.2 L10904 木聚糖酶添加量对馒头延展率的影响

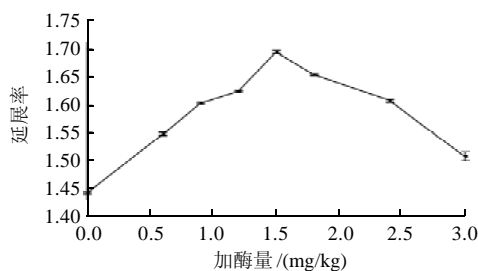


图2 L10904 木聚糖酶添加量对馒头延展率的影响
Fig.2 Effect of xylanase on extension rate of steamed bread

由图2可知,木聚糖酶能够比较明显的影响馒头的延展率。从0mg/kg无添加开始,随着木聚糖酶添加量的增加,馒头的延展率呈逐渐增大的趋势,当添加量达到1.5mg/kg时,延展率达到最大值1.69。木聚糖酶能使面粉中的水不溶阿拉伯糖裂解成极易润胀的碎片,而且不含游离水,从而降低面团的黏性。而后继续添加木聚糖酶,延展率反而有下降,可能是木聚糖酶添加量过大,过度降解了面粉中存在的戊聚糖,破坏了戊聚糖的水结合能力,从而使面团发黏^[10]。

2.3 L10904 木聚糖酶添加量对馒头硬度的影响

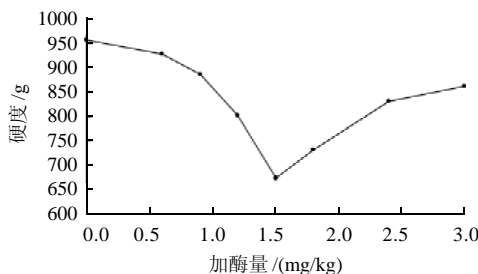


图3 L10904 木聚糖酶添加量对馒头硬度的影响
Fig.3 Effect of xylanase on hardness of steamed bread

由图3可知,木聚糖酶的添加对馒头的硬度有明显影响。随着木聚糖酶添加量的增加,馒头心质地逐渐变柔软;当木聚糖酶添加量增至1.5mg/kg时,馒头心硬度值最小,质地最软;而后当加酶量继续增加时馒头心质地又逐渐变硬。因此可知,1.5mg/kg是木聚糖酶降低馒头硬度的适宜添加量。

随着木聚糖酶添加量的增加,面团中的水不溶性阿拉伯木聚糖和水溶性阿拉伯木聚糖的比例在醒发及汽蒸初期更加趋于合理^[11]。水溶性阿拉伯木聚糖在馒头汽蒸过程中可以增加气泡的强度和稳定性,增强面筋网络结构,改善馒头心的均匀性,提高馒头的持水性,从而使馒头心的硬度下降。但后来由于木聚糖酶添加量偏高,可能使面团中的阿拉伯木聚糖过度降解,因此使

得面团过黏,且弹性下降,使醒发受阻,最后导致其馒头心的硬度变大^[12]。

2.4 L10904木聚糖酶不同添加量对馒头保存过程中质构品质的影响

2.4.1 馒头在保存过程中的硬度变化

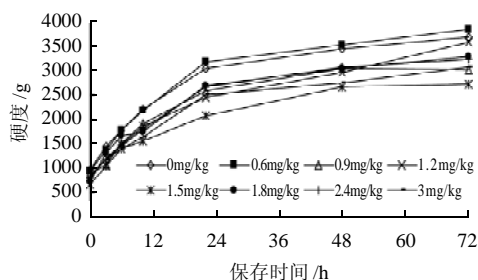


图4 馒头在保存过程中硬度的变化
Fig.4 Change in hardness of steamed bread during storage

在保存实验中,馒头的硬度可直接反映出其老化的程度。由图4可知,随着保存时间的延长硬度逐渐增大。在保存的前24h之内,馒头硬度增加迅速,24h之后硬度呈增加趋缓。图中曲线的斜率不同反映出馒头老化的快慢。曲线的斜率从木聚糖酶添加量为0mg/kg开始逐渐下降,到达1.5mg/kg时斜率最小。之后随木聚糖酶添加量增加,曲线的斜率又逐渐变大。说明在木聚糖酶添加量为1.5mg/kg时,馒头变硬的速率最慢,因此老化的速率也最慢,老化程度最小。

2.4.2 馒头在保存过程中内聚性的变化

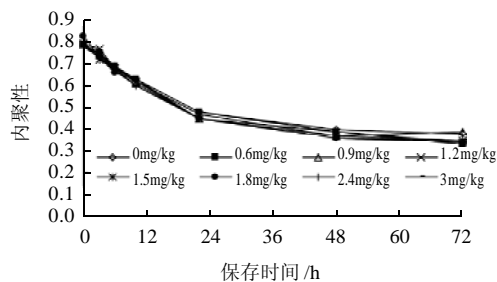


图5 馒头在保存过程中内聚性的变化
Fig.5 Change in cohesiveness of steamed bread during storage

由图5可知,木聚糖酶对馒头的内聚性有一定影响,但不太明显。在加酶量较低和加酶量较高时,馒头的内聚性较大;而在木聚糖酶添加量为1.5mg/kg时馒头的内聚性最小。因此,对于内聚性适宜的木聚糖酶添加量为1.5mg/kg。另外,随着保存时间的延长,馒

头的内聚性呈现逐渐降低的趋势。在馒头保存的前24h, 内聚性减小较快, 24h之后内聚性呈减小趋缓。

2.4.3 馒头在保存过程中胶着性的变化

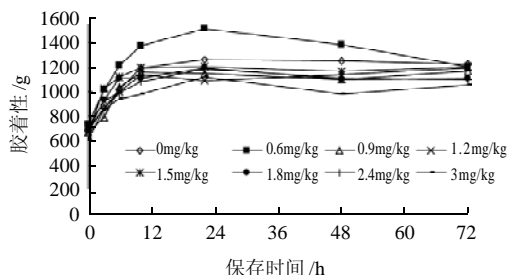


图6 馒头在保存过程中胶着性的变化

Fig.6 Change in adherence of steamed bread during storage

由图6可知, 木聚糖酶对馒头的胶着性有很明显的影响。在0、0.6mg/kg等较低の木聚糖酶添加量时馒头的胶着性较大, 加酶量1.5mg/kg时馒头的胶着性较小。添加不同木聚糖酶量的馒头, 其胶着性在保存的前10h内均呈现较快增加的趋势, 10h之后, 胶着性基本保持恒定。

2.4.4 馒头在保存过程中咀嚼性的变化

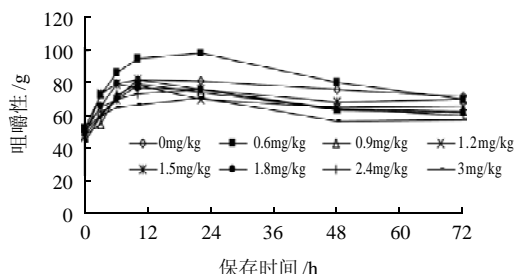


图7 馒头在保存过程中咀嚼性的变化

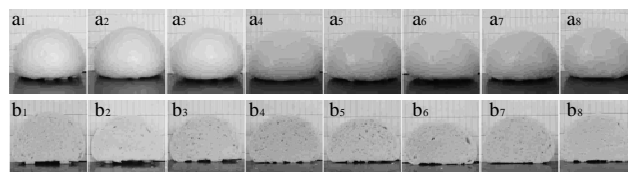
Fig.7 Change in chewiness of steamed bread during storage

由图7可知, 木聚糖酶对馒头的咀嚼性有比较明显的影响。随着加酶量的增加馒头的咀嚼性呈现减小的趋势, 加酶量1.5mg/kg时最小。而后随着加酶量继续增加, 馒头的咀嚼性又呈上升趋势。添加不同木聚糖酶量的馒头, 其咀嚼性在保存的前10h内均呈现较快增加的趋势, 10h之后, 咀嚼性基本保持恒定。

通过考察添加不同量L10904木聚糖酶的馒头在保存过程中其硬度、内聚性、胶着性及咀嚼性质构品质特征, 可以看出该木聚糖酶的添加可以明显改善馒头品质构质, 延缓馒头老化, 木聚糖酶的适宜添加量为1.5mg/kg。

王石峰等^[13]发现添加0.5mg/kg细菌 *Geobacillus* sp.PZH1产木聚糖酶能增加馒头的持水性, 增大馒头体积。何承云等^[14]在馒头制作过程中添加商业用食品级木聚糖酶, 发现木聚糖酶添加量3mg/kg时对馒头品质改善及抗老化效果最佳。馒头中支链淀粉结晶、小麦蛋白质与淀粉分子之间的交互作用是影响馒头硬化的主要因子^[15], 而这些生物大分子之间的连接主要是靠水分子的水桥作用实现的, 起“水桥”作用的水分子越多, 馒头越容易老化。木聚糖酶的添加, 一方面能促使水溶性阿拉伯木聚糖的凝胶强度增大, 在馒头贮存过程中延缓其中心失水速率和水分迁移速率, 使馒头中心硬度增加相对较小; 同时, 促进水溶性阿拉伯木聚糖氧化凝胶加强, 减少水的流动性, 从而减少“水桥”水的量, 减少馒头中大分子链之间的相互连接, 最终导致馒头的老化程度下降^[14]。另一方面, 木聚糖酶将面粉中的水不溶性阿拉伯木聚糖水解释得到小部分糊精, 可以防止淀粉面筋之间的相互作用而产生的老化^[16], 从而保持面团和馒头的弹性, 使其松软、新鲜。

2.5 L10904木聚糖酶对馒头感官品质的影响



a.全侧面图; b.剖面图; 样品1~8号馒头中加酶量依次为0、0.6、0.9、1.2、1.5、1.8、2.4、3.0mg/kg。

图8 L10904木聚糖酶制作馒头样品的全侧面及剖面图

Fig.8 Side and sectional profiles of steamed bread with the addition of xylanase L10904

由图8可知, 不同木聚糖酶添加量对馒头的高度和宽度有明显影响。从木聚糖酶添加量0mg/kg开始馒头的高度逐渐降低, 宽度逐渐增大; 到1.5mg/kg时馒头的高度到达最低点, 宽度最宽; 而后随着木聚糖酶添加量增多, 馒头的高度有增高, 而宽度却减小。加入最适酶量1.5mg/kg时, 馒头心表面的气孔较大且均匀分布, 更加直观的证明了木聚糖酶对馒头延展性的影响。对馒头进行感官评价发现, 添加L10904木聚糖酶的馒头比未添加的馒头更加柔软有弹性, 口感也相对更好。

3 结论

馒头制备过程中通过适量添加娄彻氏链霉菌 *S. rochei* L10904木聚糖酶能有效改善馒头品质, 如减小馒头硬度, 增大馒头体积, 改善馒头弹性和柔软度。在馒头

保存过程中,除内聚性受加酶量影响较小以外,馒头硬度、胶着性及咀嚼性均受加酶量影响较大,通过对后三者的变化规律进行分析发现,木聚糖酶添加量为1.5mg/kg时对馒头有明显抗老化作用。

参考文献:

- [1] 袁建,鞠兴荣,汪海峰,等.小麦粉品质与馒头加工质量的相关性研究[J].食品科学,2005,26(12):57-61.
- [2] COURTIN C M, DELCOUR J A. Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour bread making[J]. Cereal Science, 2002, 35: 225-243.
- [3] CAMACHO N A, AGUILAR G O. Production, purification, and characterization of a low-molecular-mass xylanase from *Aspergillus* sp. and its application in baking[J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 2003, 104(3): 159-171.
- [4] 陈威威,江正强,工瑞君. 绵毛嗜热丝孢菌(*Thermomyces lanuginosus*)木聚糖酶对面包品质的改善[J]. 食品与发酵工业, 2008, 34(12): 1-5.
- [5] 李秀婷,李里特,江正强,等. 耐热木聚糖酶对面包老化作用探讨[J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(1): 22-25.
- [6] 李里特. 食品物性学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 149.
- [7] 何松,刘长虹. 馒头蒸制理论初步研究[J]. 粮食加工, 2004(1): 43-47.
- [8] 郭波莉,魏益民,张国权,等. 馒头品质评价方法探析[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(3): 7-10.
- [9] 胡丽花,苏东明,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.
- [10] 周素梅,王璋,许时婴. 小麦面粉中阿拉伯木聚糖酶解性质的研究(I)水溶性阿拉伯木聚糖的酶解[J]. 中国粮油学报, 2000, 15(3): 13-17.
- [11] 王金水,司学艺,崔剑锋. 酶制剂抗馒头老化效果研究[J]. 粮油食品科技, 2004, 12(1): 4-7.
- [12] ADDO K, POMERANZ Y, HUANG M L, et al. Steamed bread role of protein content and strength[J]. Cereal Chemistry, 1991, 68(1): 39-42.
- [13] 王石峰,林孔亮,秦晓培,等. 一株嗜热菌产耐热木聚糖酶对馒头品质和保质期的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(11): 137-140.
- [14] 何承云,林向阳,高雪琴,等. 木聚糖酶在馒头制作中的应用研究[J]. 农产品加工: 学刊, 2009(6): 6-10.
- [15] 钱平,李里特,何锦凤. 馒头硬化机理探讨[J]. 中国食品学报, 2005, 5(4): 79-86.
- [16] 杨其林,刘钟栋. 面粉改良剂中酶制剂的应用及最新发展趋势[J]. 中国食品添加剂, 2007(1): 45-52.