



猕猴桃蛋白酶及发酵剂对马肉发酵香肠品质特性的影响

玉素甫·苏来曼, 阿尔祖古丽·阿卜杜外力, 巴吐尔·阿不力克木*
(新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要: 研究发酵剂和猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠品质的影响。以新鲜马肉为原料, 添加发酵剂和猕猴桃蛋白酶进行发酵, 检测其对马肉发酵香肠pH值、水分活度 (water activity, a_w)、水分含量、色差以及硫代巴比妥酸 (thiobarbituric acid, TBA) 值等的影响, 并通过对成品进行感官评价确定发酵剂和猕猴桃蛋白酶对其感官品质的影响。结果表明: 与对照组相比, 发酵剂处理组 (A组) 显著降低了马肉发酵香肠的pH值、 a_w 和TBA值, 加快了水分含量的下降, 提高了亮度值 (L^*) 和 redness 值 (a^*), 后期黄度值 (b^*) 略有下降; 与A组相比, 发酵剂和猕猴桃蛋白酶处理组 (B组) 提高了其pH值, 降低了 a_w , 加快了水分含量的下降, 而对 a^* 、 L^* 、 b^* 影响不大, 对TBA值无显著影响; 对成品的感官评价结果表明, B组马肉发酵香肠的口感较A组和对照组好。

关键词: 马肉; 发酵香肠; 发酵剂; 猕猴桃蛋白酶

Effects of Mixed Starter Culture and Actinidin on the Quality Characteristics of Fermented Horse Meat Sausage

YUSUFU Sulaiman, AERZUGULI Abuduwaili, BATUER Abulikemu*
(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Ürümqi 830052, China)

Abstract: The effects of mixed starter culture and actinidin on the quality of fermented horse meat sausage were studied experimentally. Fresh horse meat was added with actinidin and inoculated with a mixed starter culture for fermentation. Changes in pH value, water activity (a_w), moisture content, color difference, thiobarbituric acid (TBA) value and sensory evaluation were monitored during the fermentation process. The results showed that compared with the control (unfermented) group (CK), the starter culture (group A) significantly decreased pH value, a_w and TBA value, accelerated the decrease of water content, and increased brightness value (L^*) and redness value (a^*) of horse meat sausage; yellowing value (b^*) slightly decreased during the late period of fermentation. Compared with the starter culture, its combination with actinidin (group B) increased pH value, decreased a_w , accelerated the decrease of water content, but had little effects on the L^* , a^* and b^* and no significant effect on TBA value. The sensory evaluation of the finished products showed that the taste of group B was better than that of group A and CK.

Keywords: horse meat; fermented sausage; starter culture; actinidin

DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201807002

中图分类号: TS251.5

文献标志码: A

文章编号: 1001-8123 (2018) 07-0007-06

引文格式:

玉素甫·苏来曼, 阿尔祖古丽·阿卜杜外力, 巴吐尔·阿不力克木. 猕猴桃蛋白酶及发酵剂对马肉发酵香肠品质特性的影响[J]. 肉类研究, 2018, 32(7): 7-12. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201807002. <http://www.rlyj.pub>

YUSUFU Sulaiman, AERZUGULI Abuduwaili, BATUER Abulikemu. Effects of mixed starter culture and actinidin on the quality characteristics of fermented horse meat sausage[J]. Meat Research, 2018, 32(7): 7-12. DOI:10.7506/rlyj1001-8123-201807002. <http://www.rlyj.pub>

发酵香肠是国内外历史悠久的发酵肉制品^[1], 它是以新鲜畜禽肉、脂肪等为原料, 将其均匀绞碎, 在自然发酵或人工接种发酵条件下, 添加盐、糖、硝酸盐、香辛

料、发酵剂等混合腌制, 灌入肠衣, 借助微生物及酶的作用, 经发酵、干燥、成熟而制成的产品^[2]。发酵香肠以其稳定的微生物特性、典型的发酵风味、质地佳、可长

收稿日期: 2018-03-19

基金项目: 国家自然科学基金地区科学基金项目 (31260381)

第一作者简介: 玉素甫·苏来曼 (1989—), 男, 硕士研究生, 研究方向为畜产品加工。E-mail: 13109978602@163.com

*通信作者简介: 巴吐尔·阿不力克木 (1968—), 男, 教授, 博士, 研究方向为肉品加工与质量控制。

E-mail: batur6805@126.com



期保存等优点日益受到欢迎^[3]。近年来,发酵剂在发酵香肠中的应用越来越活跃。Martin等^[4]的研究发现,木糖葡萄球菌可以在发酵肉制品中起到分解蛋白质,产生风味物质的作用;杨秀娟等^[5]以植物乳杆菌和戊糖片球菌作为发酵香肠的发酵剂进行研究,并得出最适添加量,确定加工工艺;di Maria等^[6]的研究发现,微球菌和乳酸菌是发酵香肠制作中最重要的菌群。

马肉是一种低脂肪、低胆固醇、高蛋白、高不饱和脂肪酸、肉质柔软、口味香甜的肉类^[7],其营养价值很高,含有人体所必需的多种氨基酸和多种维生素,且可以恢复肝脏机能、防止贫血、促进血液循环、预防动脉硬化、增强人体免疫力,具有保健和食疗的作用^[8-9]。马肉中所特有的约1%的糖原,赋予了马肉特殊的风味^[10]。马脂肪所含的不饱和脂肪酸可以溶解胆固醇,对预防动脉硬化有特殊作用^[11],这些特点使马肉日益受到消费者的欢迎。

猕猴桃蛋白酶是有待开发利用的植物蛋白酶^[12],它可以代替木瓜蛋白酶、菠萝蛋白酶用作啤酒澄清剂。近年来,国外已有少数研究人员进行过猕猴桃蛋白酶在肉类嫩化中的初步应用,并有研究证明猕猴桃蛋白酶比木瓜蛋白酶具有更好的嫩化效果^[13]。Han等^[14]研究发现,猕猴桃汁对腌制肉制品具有嫩化效果;Aminlari等^[15]研究猕猴桃蛋白酶对牛肉的影响时发现,猕猴桃巯基蛋白酶对牛肉的作用比其他植物巯基蛋白酶更温和。猕猴桃蛋白酶还具有防止果冻凝固、美容祛斑、农残洗涤等功能^[16]。目前,市场上制作的嫩肉粉一般是菠萝蛋白酶、木瓜蛋白酶、生姜蛋白酶以及无花果蛋白酶等,它们都是含巯基肽链的内切酶,具有蛋白酶和酯酶活性,有较广泛的特异性,对动植物蛋白、多肽、酯、酰胺等有较强的水解以及合成能力,能把蛋白质水解物合成为类蛋白质^[17]。国内对于猕猴桃蛋白酶的研究很少,对猕猴桃蛋白酶进行研究不仅可以开发利用天然资源,也能够为其在食品领域的应用提供理论依据,增加新的酶源。

本研究以新鲜马肉和马脂肪作为原料,添加发酵剂和猕猴桃蛋白酶及香辛料等辅料,在控温控湿条件下制作马肉发酵香肠,并以pH值、水分活度(water activity, a_w)、水分含量、色差及TBA值等作为品质指标对成品进行感官评价,检测发酵剂和猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠品质及感官特性的影响,为其工业化生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜马肉,购于乌鲁木齐市沙依巴克区和田街新朱兰清牛羊肉配送中心;羊肠衣,直径2.0~3.5 mm,购于乌鲁木齐市沙依巴克区老满城街羊肉零售店。

LyocarniPRO-MIX5混合发酵剂(包括木糖葡萄球菌(*Staphylococcus xylose*)、植物乳杆菌(*Lactobacillus paraplantarum*)和沙克乳酸菌(*Lactobacillus sakei*))意大利萨科公司;猕猴桃蛋白酶(酶活力 ≥ 500 U/mg)上海鼓臣生物技术有限公司;亚硝酸钠、VC(均为食品级)本实验室提供;食盐、辣椒、花椒等调味料乌鲁木齐友好超市;三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)、硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBA)(均为分析纯)天津市致远化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

DHG-9123A电热恒温鼓风干燥箱、DK-8D电热恒温水槽 上海一恒科技有限公司;雷磁PHS-3C pH计上海仪电科学仪器股份有限公司;721可见分光光度计上海菁华科技仪器有限公司;JA2003电子天平 上海上天精密仪器有限公司;Avanti-J-26S XPI落地式高速冷冻离心机 美国Beckman Coulter公司;FSH-2可调高速匀浆机 武汉格莱莫检测设备有限公司;Aqualab Pawkit便携式水分活度仪 美国Decagon公司;3nh便携式色差仪 重庆市松朗电子仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 马肉发酵香肠的制作与取样

马肉发酵香肠的制作工艺流程:新鲜马肉和马脂肪→预处理→腌制→拌料→接种(添加发酵剂和猕猴桃蛋白酶)→灌肠→浸洗→发酵→干燥→成熟→成品

操作要点:1)马肉的选择和处理:选用新鲜马肉和马脂肪,去掉可见的血管和肉筋后切丁,将瘦肉和脂肪以质量比8:2的比例混合;2)腌制:向混合后的马肉中添加2.3%食盐(在马肉中的质量分数,下同)、0.01%亚硝酸钠,0~4℃、相对湿度(relative humidity, RH)90%~96%,腌制12~15 h;3)拌料:腌制结束后向肉馅中添加蔗糖1%、葡萄糖1%、VC 0.1%、味精0.1%、黑胡椒0.2%、白胡椒0.1%、肉桂0.014%、肉蔻0.006%、丁香0.035%、辣椒粉0.05%、孜然粉0.23%、姜粉0.1%、蒜粉0.1%混合;4)接种与酶处理:将拌料后的肉馅平均分为3组,1组为对照组,其余2组添加2%发酵剂(分别为A组和B组);接种之前将菌种用脱脂牛乳和VC在37℃条件下活化2~3 h。其中B组按肉质量的0.05%添加猕猴桃蛋白酶,添加前将猕猴桃蛋白酶用10 mL蒸馏水溶解;5)灌肠:将处理后的肉馅灌入到直径为2.0~3.5 mm的羊肠衣中;6)浸洗:将灌制后的香肠用40℃的温水浸洗至除尽表面杂物;7)发酵:将浸洗后的香肠在温度25℃、RH 90%~96%的条件下发酵2 d;8)干燥:将发酵后的香肠在一定条件下干燥,干燥前期温度14~15℃、RH 80%~90%、时间2 d;干燥后期温度14~15℃、RH 75%~80%、时间3 d;9)成熟:将干燥后的香肠在温度10~11℃、RH 65%~70%条件下成熟21 d;10)取样:每组分别于灌肠后(0 d)、发酵期(2 d)、干燥期

(7 d) 和成熟期 (14、21、28 d) 6 个工艺点取样, 置于 -20°C 冷冻保藏, 每个样品的指标测定重复 3 次。

1.3.2 pH值的测定

参照 GB 5009.237—2016《食品安全国家标准 食品 pH值的测定》。称取 10 g 去除肠衣后的香肠, 并与 50 mL 蒸馏水混合, 高速匀浆机匀浆, 室温静置 5 min, 将 PHS-3C 型 pH 计的玻璃电极直接插入肉水混合物内, 待显示屏上数字稳定后, 记录 pH 值。

1.3.3 水分含量的测定

参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》中的直接干燥法。

1.3.4 a_w 的测定

参考拉萨德^[18]的方法, 并略作修改。取去除肠衣后的香肠, 切成均匀颗粒状, 平铺于 a_w 测定专用器皿中, 用水分活度仪检测, 每个样品重复测定 3 次。

1.3.5 TBA值的测定

参考 Witte 等^[19]的方法。取 3 g 已去除肠衣的香肠切碎于离心管中, 加入 15 mL 20% TCA 和 9 mL 蒸馏水, 并用高速匀浆机匀浆 1 min, 静置 60 min; 3 000 r/min 离心 8 min, 过滤, 用蒸馏水定容至 50 mL; 然后将 10 mL 滤液与 10 mL 0.02 mol/L TBA 混合, 并在 90°C 恒温水浴锅中反应 25 min; 取出冷却 10 min, 用分光光度计测定其在 532、600 nm 波长处的吸光度 (A)。按下式计算 TBA 值, 同时做空白实验。

$$\text{TBA (mg/100 g)} = \frac{A_{532\text{ nm}} - A_{600\text{ nm}}}{155} \times \frac{1}{m} \times 72.6 \times 100$$

式中: m 为样品质量/g; 155 为摩尔吸光系数; 72.6 为丙二醛的分子质量。

1.3.6 色差的测定

将去除肠衣后的香肠切成均匀颗粒状, 使肥瘦肉分布均匀, 平铺于色差测定专用玻璃器皿中, 用色差计进行样品色泽的测定。记录亮度值 (L^*)、红度值 (a^*) 和黄度值 (b^*), 每组样品重复测定 3 次。

1.3.7 感官评价

组织 10 名感官特征正常、具有食品感官评价经验的人员组成品评小组, 以气味、色泽、组织状态和口感作为评价指标, 对马肉发酵香肠进行感官评价。马肉发酵香肠成品的感官评分标准如表 1 所示。

表 1 马肉发酵香肠成品的感官评分表

分值	气味 (10 分)	色泽 (10 分)	组织状态 (10 分)	口感 (10 分)
7~10 分	具有发酵香肠固有的气味, 香味浓郁, 良好的乳酸发酵香味, 无刺激性气味及异味	瘦肉呈鲜艳的玫瑰红色, 脂肪呈乳白色, 色彩分明, 光泽好	组织致密, 瘦肉与肥丁结合紧密, 界面清晰, 切片性好	滋味浓郁, 咀嚼性好, 盐含量适中
4~7 分	香味一般或不太浓郁, 发酵香味较淡	瘦肉呈暗红色, 表面光泽较好	组织致密, 切面肉馅略有松散	滋味良好, 咀嚼性较好, 略有酸味, 稍有咸味
0~4 分	没有明显的发酵味	瘦肉呈褐色, 脂肪呈黄褐色, 色泽灰暗无光泽	切面肉馅松散, 切片性一般, 界面模糊	滋味一般, 咀嚼性一般, 酸味较重, 非常咸

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 软件进行数据统计分析, 用 SPSS 19.0 软件对数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠 pH 值的影响

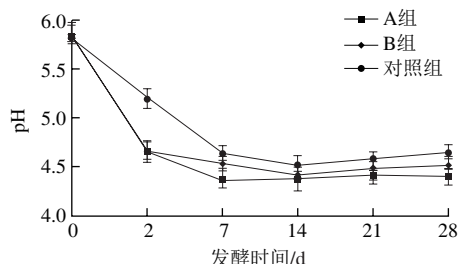


图 1 马肉发酵香肠发酵过程中的 pH 值变化

Fig. 1 Changes in pH value during the fermentation of horse meat sausage

由图 1 可知, 在发酵过程中, 各组马肉发酵香肠的 pH 值总体呈先下降后略微上升的趋势。在整个发酵过程中, A、B 组马肉发酵香肠的 pH 值均低于对照组, 说明发酵剂对发酵香肠起了重要作用, 降低了其 pH 值。在整个发酵过程中, 对照组马肉发酵香肠的 pH 值在 0~7 d 迅速下降, 7~14 d 缓慢下降, 14 d 后开始略微上升, 说明内源酶开始降解蛋白质, 产生碱性物质, 使 pH 值上升; A、B 组马肉发酵香肠的 pH 值 0~2 d 迅速下降, 且发酵 2 d 时的 pH 值与对照组发酵 7 d 时相同, 这是由于添加的发酵剂分解碳水化合物生成乳酸等有机酸, 使香肠 pH 值降低, 此实验结果与 Baka^[20]、Essid^[21]等的结果相符。发酵 2~7 d, A、B 组马肉发酵香肠的 pH 值继续下降, B 组下降速率小于 A 组, 且 B 组的 pH 值一直大于 A 组, 说明猕猴桃蛋白酶从发酵 2 d 开始降解蛋白质, 产生碱性物质, 使 B 组 pH 值显著大于 A 组。对照组马肉发酵香肠的 pH 值从发酵 14 d 开始上升, 而 A 组 pH 值从发酵 7 d 开始上升, 比对照组早 7 d, 说明接种微生物开始降解蛋白质, 产生碱性物质, 导致 pH 值上升^[22-23]。由此可知, 发酵剂及猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠的 pH 值有显著影响 ($P < 0.05$), 而发酵剂的影响较大。

2.2 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠水分含量的影响

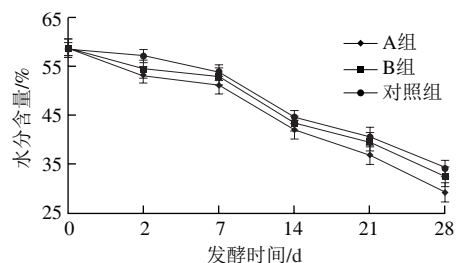


图 2 马肉发酵香肠发酵过程中的水分含量变化

Fig. 2 Changes in moisture content during the fermentation of horse meat sausage

由图2可知,在整个发酵过程中,各组马肉发酵香肠的水分含量均呈逐渐下降趋势。各组马肉发酵香肠发酵0 d时的水分含量均在58%左右,无显著差异($P>0.05$),随后均逐渐下降,且各组水分含量差异显著($P<0.05$)。对照组马肉发酵香肠的水分含量逐渐下降,且下降速率较A、B实验组慢;A组马肉发酵香肠的水分含量下降速率最快,说明发酵剂加速了发酵香肠的水分蒸发,并降低了成品的水分含量,使香肠干燥均匀;而B组马肉发酵香肠的水分含量介于对照组和A组之间,这是由于猕猴桃蛋白酶有一定的保水功能^[24],使水分含量下降速率变慢,说明发酵剂对马肉发酵香肠水分含量的影响较猕猴桃蛋白酶更大。

2.3 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠 a_w 的影响

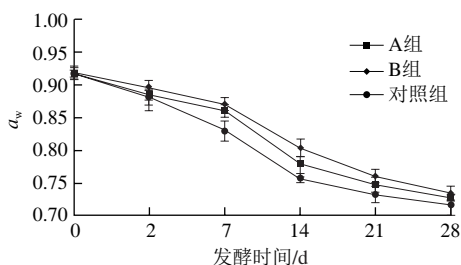


图3 马肉发酵香肠发酵过程中的 a_w 变化

Fig. 3 Changes in a_w during the fermentation of horse meat sausage

由图3可知,在发酵过程中,各组马肉发酵香肠的 a_w 均呈逐渐下降趋势。各组马肉发酵香肠发酵0 d时的 a_w 差异不显著($P>0.05$),随后各组间差异显著($P<0.05$),3组的 a_w 变化速率大小为对照组<A组<B组。A、B组马肉发酵香肠的 a_w 始终低于对照组,说明添加发酵剂可以显著降低 a_w ,这与Kaban等^[25]的实验结果一致;B组马肉发酵香肠的 a_w 始终低于A组,这是由于B组猕猴桃蛋白酶降解香肠中蛋白质的效果优于对照组和A组,形成大量小分子物质(肽、氨基酸等),并因此增加了渗透活性,使 a_w 降低更快^[26]。发酵剂和猕猴桃蛋白酶均能降低马肉发酵香肠的 a_w ,而猕猴桃蛋白酶的作用较大。

2.4 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠TBA值的影响

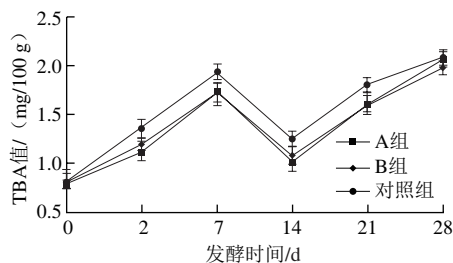


图4 马肉发酵香肠发酵过程中的TBA值变化

Fig. 4 Changes in TBA value during the fermentation of horse meat sausage

由图4可知,在发酵过程中,各组马肉发酵香肠的TBA值均呈上升-下降-上升趋势。在整个发酵过程中,0~7 d时,各组马肉发酵香肠的TBA值上升,这是由于发酵温度的上升直接影响脂质氧化,导致TBA值的上升,此结果与赵丽华^[27]的实验结果相符;7~14 d时,各组马肉发酵香肠的TBA值下降,这是由于脂肪氧化速率过快,脂肪氧化产物进一步氧化成有机醇和羧酸;14~28 d时,各组马肉发酵香肠的TBA值再次上升,说明马肉发酵香肠中的脂肪在低温条件下也发生了脂肪氧化。整个实验过程中,A、B组马肉发酵香肠的TBA值明显低于对照组,说明发酵剂在一定程度上能防止脂肪氧化^[28];而A、B组TBA值差异不显著($P>0.05$),说明猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠脂肪氧化的影响不显著。此结论与Bozkurt等^[29]的观点相一致,他们认为人工接种微生物能够降低脂肪氧化,这是由于发酵剂通过产生过氧化氢酶减少过氧化物、醛类和酮类等腐败物质的形成。但是,发酵14 d后,温度降低使微生物处于衰亡期,微生物产生的过氧化氢酶含量降低,导致TBA值上升。

2.5 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠色差的影响

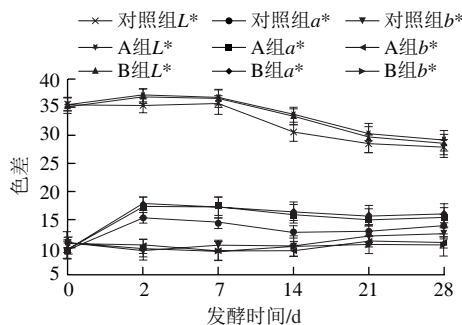


图5 马肉发酵香肠发酵过程中的色差变化

Fig. 5 Changes in color difference during the fermentation of horse meat sausage

由图5可知,在发酵过程中,各组马肉发酵香肠的 L^* 呈先略微上升后逐渐下降的趋势。在整个发酵过程中,对照组马肉发酵香肠的 L^* 明显低于A、B实验组($P<0.05$),说明发酵剂可以提高香肠的亮度;而A、B组无显著差异($P>0.05$),说明猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠的 L^* 无显著影响。

在发酵过程中,各组马肉发酵香肠的 a^* 呈上升-下降-上升趋势。0~2 d时,各组马肉发酵香肠的 a^* 显著上升,这是由于微生物的迅速生长降低了pH值,同时添加的VC促进亚硝基肌红蛋白的形成,导致 a^* 上升^[30];7~21 d时 a^* 逐渐下降,这是由于某些微生物产生过氧化物,分解亚铁血红素,使香肠褪色,导致 a^* 下降;21~28 d时 a^* 缓慢回升。在整个发酵过程中,对照组马肉发酵香肠的 a^* 显著低于A、B组,说明发酵剂可以改善香肠的色泽;而

B组马肉发酵香肠的 a^* 略高于A组，但差异不明显，因此猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠的 a^* 影响不大。

发酵过程中，各组马肉发酵香肠的 b^* 大体呈先逐渐下降后略微上升的趋势。0~7 d时，各组马肉发酵香肠的 b^* 呈逐渐下降趋势，7 d后缓慢上升；且7 d后对照组 b^* 略高于A、B组，而A、B组差异不显著（ $P>0.05$ ）。由此可以得出，0~7 d时，发酵剂对 b^* 影响不显著（ $P>0.05$ ），7 d后发酵剂显著降低了香肠的 b^* （ $P<0.05$ ），而猕猴桃蛋白酶对香肠的 b^* 无显著影响。

2.6 发酵剂和酶处理对马肉发酵香肠成品感官品质的影响

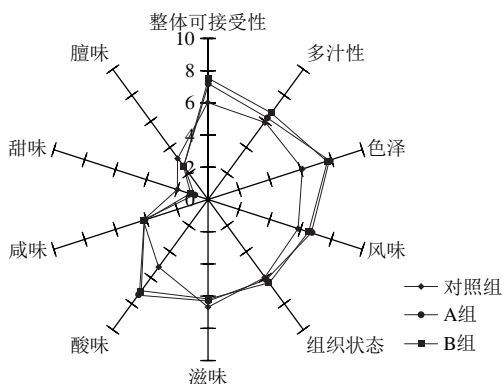


图6 马肉发酵香肠成品的感官品质

Fig. 6 Sensory evaluation of fermented horse meat sausages

由图6可知：A、B组马肉发酵香肠的整体可接受性高于对照组，说明添加发酵剂和猕猴桃蛋白酶能够提高马肉发酵香肠的品质；发酵剂能促进产品发色，猕猴桃蛋白酶对产品色泽的影响不显著；发酵剂和猕猴桃蛋白酶对香肠咸味、组织状态、滋味的影响不大；对照组香肠的甜味和膻味比A、B组略高，这是由于发酵剂所产生的酸味覆盖了甜味，且发酵剂可以降低脂肪氧化，因此A、B组香肠的膻味比对照组略低。总体而言，A、B组马肉发酵香肠的感官评分高于对照组，B组高于A组，这是由于猕猴桃蛋白酶降解马肉发酵香肠蛋白质，使其质地柔软，并赋予其特殊的风味和口感。

3 结论

目前，我国针对发酵剂的研究工作主要集中在其分离应用、食用安全性和工艺研究等方面，而国外许多研究人员致力于研究外源蛋白酶对发酵香肠加速成熟的作用。本文添加以木糖葡萄球菌、植物乳杆菌和乳酸菌等在发酵香肠中最常用的发酵剂合成的LyocarniPRO-MIX5混合发酵剂和有潜在开发利用价值的猕猴桃蛋白酶，并在控温控湿条件下生产马肉发酵香肠，以pH值、 a_w 、TBA值、色差等作为品质指标并结合感官评价，研究混

合发酵剂和猕猴桃蛋白酶对马肉发酵香肠各品质指标的影响。

实验结果表明：发酵剂处理组（A组）显著降低了马肉发酵香肠的pH值、 a_w 和TBA值，加快了水分含量的下降，提高了 L^* 、 a^* ，发酵后期 b^* 略有下降；发酵剂和猕猴桃蛋白酶处理组（B组）提高了马肉发酵香肠的pH值，降低了 a_w ，加快了水分含量的下降，而对 a^* 、 L^* 、 b^* 的影响不大，对TBA值无显著影响；对马肉发酵香肠成品的感官评价结果表明，同时添加发酵剂和猕猴桃蛋白酶（B组）的马肉发酵香肠的感官评价最好。

通过自然发酵生产香肠的品质只依赖于原料本身的微生物和内源酶的作用，易受外界环境影响，导致产品品质不一致；而在控温控湿条件下，借助接种的发酵剂和所添加外源酶的作用而生产的发酵香肠品质更好，不易受外界环境的影响。因此，发酵剂和猕猴桃蛋白酶在发酵香肠中具有良好的应用价值。

参考文献：

- [1] AHMAD S, SRIVASTAVA P K. Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat[J]. Meat Science, 2007, 75(4): 603-609. DOI:10.1016/j.meatsci.2006.09.008.
- [2] STEFANO B, DARIA B, SIMONETTA D, et al. Effect of pork lard content on the chemical, microbiological and sensory properties of a typical fermented meat product (Pitina) obtained from Alpagota sheep[J]. Meat Science, 2008, 80(3): 771-779. DOI:10.1016/j.meatsci.2008.03.021.
- [3] OLIVARES A, NAVARRO J L, SALVADOR A, et al. Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time[J]. Meat Science, 2010, 86(2): 251-257. DOI:10.1016/j.meatsci.2010.04.005.
- [4] MARTÍN A, COLÍN B, ARANDA E, et al. Characterization of *Micrococcaceae* isolated from Iberian dry-cured sausages[J]. Meat Science, 2007, 75(4): 696-708. DOI:10.1016/j.meatsci.2006.10.001.
- [5] 杨秀娟, 王艳梅, 马丽珍. 以植物乳杆菌和戊糖片球菌为发酵剂的发酵香肠工艺研究[J]. 肉类研究, 2007, 21(8): 22-26.
- [6] DI MARIA S, BASSO A L, SANTORO E, et al. Monitoring of *Staphylococcus xylosus* DSM 20266 added as starter during fermentation and ripening of soppressata molisana, a typical Italian sausage[J]. Journal of Applied Microbiology, 2002, 92(1): 158-164. DOI:10.1046/j.1365-2672.2002.01512.x.
- [7] DOBRANIC V, NJARI B, MIOKOVIC B, et al. Chemical composition of horse meat[J]. Meso Prvi Hrvatski Časopis O Mesu, 2009, 11(1): 62-67.
- [8] 陈红征, 杨洁. 发酵肉中乳酸菌的分离筛选与鉴定[J]. 食品科技, 2010(1): 30-33. DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2010.01.020.
- [9] LITWINCZUK A, FLOREK M, SKAŁECKI P, et al. Chemical composition and physicochemical properties of horse meat from the *longissimus lumborum* and *semitendinosus* muscle[J]. Journal of Muscle Foods, 2008, 19(3): 223-236. DOI:10.1111/j.1745-4573.2008.00117.x.
- [10] 赵立男, 热夏提达·吾来提, 杨随霞, 等. 马肉不同部位的品质特性分析[J]. 肉类研究, 2013, 27(7): 35-39.

- [11] DUYSEMBAEV S, SERIKOVA A, IMINOVA D, et al. Organoleptic indicators and chemical composition of horse meat[J]. Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences, 2016, 7(5): 2444-2448.
- [12] 姜转宏. 猕猴桃产业演化发展探析[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2007, 7(2): 109-112. DOI:10.3969/j.issn.1009-9107.2007.02.025.
- [13] 王海丽. 软枣猕猴桃蛋白酶的提取分离与嫩化牛肉效果的研究[D]. 延吉: 延边大学, 2013.
- [14] HAN J, MORTON J D, BEKHIT A E, et al. Pre-rigor infusion with kiwifruit juice improves lamb tenderness[J]. Meat Science, 2009, 82(3): 324-330. DOI:10.1016/j.meatsci.2009.02.003.
- [15] AMINLARI M, SHEKARFOROUSH S S, GHEISARI H R, et al. Effect of actinidin on the protein solubility, water holding capacity, texture, electrophoretic pattern of beef, and on the quality attributes of a sausage product[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(3): 221-226. DOI:10.1111/j.1750-3841.2009.01087.x.
- [16] HASHIM M M, MINGSHENG D, IQBAL M F, et al. Ginger rhizome as a potential source of milk coagulating cysteine protease[J]. Phytochemistry, 2011, 72(6): 458-464. DOI:10.1016/j.phytochem.2010.12.002.
- [17] KAMPHUIS I G, DRENT H, BAKER E N. Thiol proteases: comparative studies based on the high-resolution structures of papain and actinidin, and on amino acid sequence information for cathepsins B and H, and stem bromelain[J]. Journal of Molecular Biology, 1985, 182(2): 317-329. DOI:10.1016/0022-2836(85)90348-1.
- [18] 拉萨德. 发酵剂对中式干发酵香肠质量的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2005.
- [19] WITTE V C, KRAUSE G F, BAILEY M E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage[J]. Journal of Food Science, 1970, 35(5): 582-585. DOI:10.1111/j.1365-2621.1970.tb04815.x.
- [20] BAKA A M, PAPAVERGOU E J, PRAGALAKI T, et al. Effect of selected autochthonous starter cultures on processing and quality characteristics of Greek fermented sausages[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(1): 54-61. DOI:10.1016/j.lwt.2010.05.019.
- [21] ESSID I, HASSOUNA M. Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum*, and *Lactobacillus plantarum*, strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage[J]. Food Control, 2013, 32(2): 707-714. DOI:10.1016/j.foodcont.2013.02.003.
- [22] RUIZ-MOYANO S, MARTÍN A, BENITO M J, et al. Application of *Lactobacillus fermentum* HL57 and *Pediococcus acidilactici* SP979 as potential probiotics in the manufacture of traditional Iberian dry-fermented sausages[J]. Food Microbiology, 2011, 28(5): 839-847. DOI:10.1016/j.fm.2011.01.006.
- [23] 张春晖. 发酵肉制品加工技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.
- [24] AMINLARI M, SHEKARFOROUSH S S, GHEISARI H R, et al. Effect of actinidin on the protein solubility, water holding capacity, texture, electrophoretic pattern of beef, and on the quality attributes of a sausage product[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(3): C221-C226. DOI:10.1111/j.1750-3841.2009.01087.x.
- [25] KABAN G, KAYA M. Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosum* on the quality characteristics of dry fermented sausage "Sucuk"[J]. Journal of Food Science, 2009, 74(1): S58. DOI:10.1111/j.1750-3841.2008.01014.x.
- [26] 段艳, 袁倩, 贾雪晖, 等. 外源蛋白酶对羊肉干发酵香肠理化特性的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(8): 54-58. DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2012.08.016.
- [27] 赵丽华. 羊肉发酵干香肠品质特性及挥发性风味变化及其形成机理研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009. DOI:10.7666/d.y1474302.
- [28] 章建浩, 曾弢, 朱健辉, 等. 金华火腿传统加工过程中脂质分解氧化及其相关性研究[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(4): 117-121. DOI:10.3321/j.issn:1000-2030.2005.04.026.
- [29] BOZKURT H, ERKMEN O. Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage)[J]. Food Chemistry, 2007, 101(4): 1465-1473. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.04.002.
- [30] 马丹. 不同发酵剂对羊肉发酵香肠理化品质和脂肪分解的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2016.