

金针菇的添加对香肠脂肪氧化及蛋白质氧化的影响

马利华¹, 尤敦学²

(1. 徐州工程学院 食品与生物工程学院, 江苏 徐州 221018;

2. 江苏久思乡食品科技有限公司, 江苏 徐州 221003)

摘要:为探究金针菇的添加对香肠脂肪氧化、蛋白质氧化、质地结构的影响,对照传统中式香肠,以添加质量分数2%、4%、6%、8%、10%鲜金针菇及干粉为实验组,对香肠的酸价、羰基价、质构及脂质过氧化物抑制率等指标进行测定.实验结果表明:金针菇干粉的最佳添加质量分数为4%,鲜金针菇的最佳添加质量分数为8%;随储藏时间的延长,香肠中的脂肪、蛋白质氧化加剧;适量添加金针菇,可以显著提高脂质过氧化物抑制率,延缓中式香肠的脂肪及蛋白质的氧化.香肠中添加金针菇,可以改善香肠的组织结构,延缓脂肪及蛋白质的氧化,提高脂质过氧化物抑制率,有利于改善香肠品质.

关键词:香肠;金针菇;脂肪氧化;蛋白质氧化;脂质过氧化物抑制率

中图分类号:TS251.6⁺5 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-358X(2021)02-0015-07

香肠是将动物的肉绞碎成泥状,再灌入肠衣制成的长圆柱体管状食品.中式香肠有着悠久的历史,含有的脂肪、胆固醇、钠盐等在肉类中占有较大比重,对其长期摄入会引发多种疾病^[1-3].因此,对生产加工中肉制品组成的改良、品质质量的改善势在必行.随着人民生活质量的提高,消费者对肉制品品质的要求也不断提高,因而许多科技工作者对之不断地进行研究与改善,如宋小叶等^[4]采用菊粉作为脂肪替代物,研究其不同添加量对低脂羊肉乳化香肠持水力、色泽、质构和感官品质的影响;张翼飞等^[5]研究了桔梗粉添加量及目数对熏煮香肠品质特性的影响;王凯丽等^[6]研究复合果蔬浆对香肠加工过程中品质变化的影响;谭志光等^[7]研制添加了菠萝、胡萝卜和洋葱的西式果蔬香肠产品.金针菇营养价值高、味鲜美,是一种药食两用的菌类^[8],有许多科研人员对金针菇营养成分、活性成分、保健功能及食品加工等方面进行了探讨^[9].本研究在传统中式香肠中添加金针菇,科学合理调整产品配方,以求改善中式传统肉制品的营养特性,开发出口感色泽俱佳、安全性高的新型肉制品,提高产品的市场竞争力.

1 材料与方法

1.1 实验材料

新鲜猪肉、肠衣、金针菇等,大润发超市.

1.2 试剂与设备

硫酸铁、大豆卵磷脂、水杨酸、2-硫代巴比妥酸、三氯乙酸,均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司.

TMS-PRO 物性分析仪,美国 FTC 公司;7230G 可见分光光度计,上海精密科学仪器有限公司;TP-150A-8 高速多功能粉碎机,永康市久品工贸有限公司.

1.3 实验方法

1.3.1 原料处理

将金针菇一部分切碎,另一部分烘干后磨粉,备用.

1.3.2 香肠制作

将原料猪肉(肥肉:瘦肉=3:7)切成0.5 cm³小块,加入金针菇及糖、盐、白酒、酱油等调味料,腌制2 h

收稿日期:2020-11-16

基金项目:国家自然科学基金项目(31701566,31401553)

作者简介:马利华(1966—),女,教授,主要从事食品储藏与加工研究.

后灌入肠衣,然后每10 cm用细绳结扎,并用针在肠衣上刺若干小孔,置于通风处晾晒、干燥,4℃下储藏12周。

1.3.3 香肠酸价测定

按照 GB/T 5009.227—2016《食品安全国家标准食品中过氧化值的测定》^[10]中的方法进行试验测定,结果以 g/100 g 表示。

1.3.4 羰基价测定

参照文献[11],称取样品1 g,研磨至肉糜,加入10.0 mL的 Tris-HCl 溶液,以4000 r/min离心15 min,将上清液1 mL和1 mL的10 mmol/L DNPH 溶液混合,黑暗反应1 h后,加1 mL 20%的三氯乙酸溶液,再以4000 r/min离心15 min;取其沉淀物,用4 mL的6 mol/L的盐酸胍,将其置于37℃水浴锅中,溶解15 min,以4000 r/min离心15 min后取其上清液,370 nm 波长下测量其吸光值。羰基价

$$X = \frac{A_{370} \times D}{854 \times C}, \quad (1)$$

式中: A_{370} 为波长370 nm下的吸光度;854为所有醛类吸光系数的平均值; C 为样品的质量浓度, g/mL; D 为稀释倍数。

1.3.5 对香肠质构的影响

剥去香肠肠衣,切成均匀的小圆片状,以不添加金针菇为对照,采用物性仪测定香肠的硬度、弹性、咀嚼性等指标的变化。

试验中将 TPA 压缩程序中的运行参数设置为:感应器,250 N;直径3.75 cm 压缩探头;起始力,0.5 N;测试前速度,60.00 mm/s;量程,250 N;形变量,50%。

1.3.6 对香肠中脂质过氧化物清除率的影响

采用硫代巴比妥酸法进行测定^[12],过氧化物清除率

$$P = \frac{(A_{\text{对照}} - A_{\text{样品}})}{A_{\text{对照}}} \times 100\%, \quad (2)$$

式中: $A_{\text{对照}}$ 为未加金针菇的香肠吸光度, $A_{\text{样品}}$ 为添加金针菇的香肠吸光度。

1.3.7 数据分析

依据公式(1)、(2)进行计算,用 Origin 软件处理,并采用统计学软件 SPSS 对实验数据进行分析、处理。

2 结果与分析

2.1 对香肠酸价的影响

在肉制品的储存过程中,因脂肪酶的作用,水解生成游离脂肪酸,其过程中产生的一些低分子有机酸会使酸价产生变化,而脂肪酸及其氧化降解产物会给香肠带来不愉快的哈败味。金针菇添加量对香肠酸价的影响如图1所示。实验结果表明:添加质量分数4%的金针菇干粉与未添加金针菇的相比,酸价降低了7.99%;添加质量分数8%的鲜金针菇与未添加金针菇的相比,降低了9.54%。所以,金针菇中含有的多糖、多酚等物质可以一定程度降低脂肪的氧化。

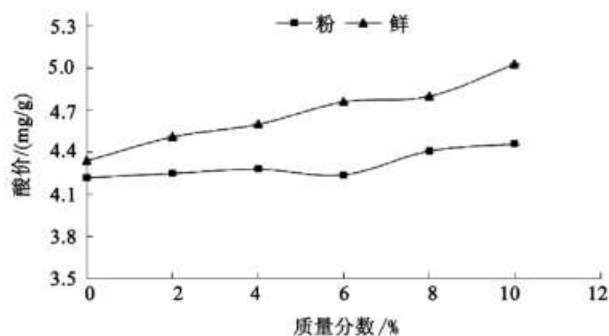


图1 金针菇的添加对香肠酸价的影响

2.2 对香肠羰基价的影响

羰基含量的变化主要是肉中蛋白质的氧化造成的,香肠中的蛋白质被氧化分解形成羰基,导致羰基含量升高,产品品质下降^[13].金针菇添加量对香肠羰基价的影响如图2所示.实验结果表明:添加质量分数4%的金针菇干粉与未添加金针菇的相比,粉羰基价下降了7.19%;添加质量分数8%的鲜金针菇与未添加金针菇的相比,羰基价下降了9.74%.显然,添加金针菇可以减缓香肠的蛋白质氧化,有利于保持香肠品质.

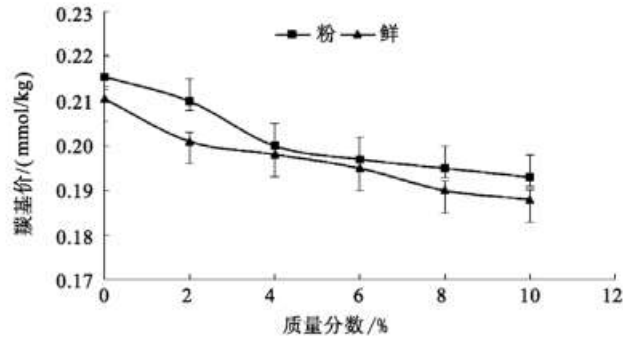


图2 金针菇的添加对香肠羰基价的影响

2.3 对香肠脂质过氧化物抑制率的影响

脂类物质氧化形成过氧化物,而添加了抗氧化物质,可阻止或延缓脂肪的氧化过程,同样脂质过氧化物生成量也会被抑制减少^[14].金针菇添加量对香肠脂质过氧化物抑制率的影响如图3所示.实验结果表明:添加金针菇后,香肠的脂质过氧化物的生成量被一定程度的抑制,即添加4%金针菇干粉的抑制率比未添加的提高了13.21%,添加8%新鲜金针菇的抑制率比未添加的提高了14.35%.

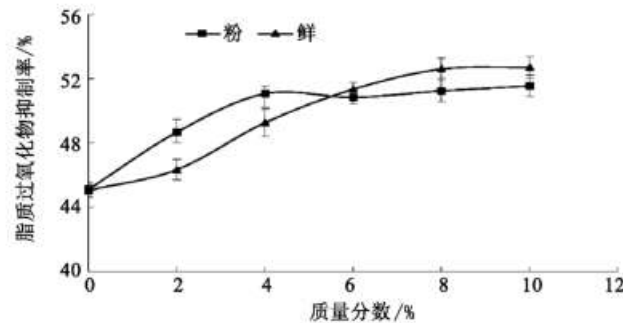


图3 金针菇的添加对香肠脂质过氧化物抑制率的影响

2.4 储藏期间金针菇香肠酸价的变化

储藏期间金针菇香肠酸价的变化如图4所示.

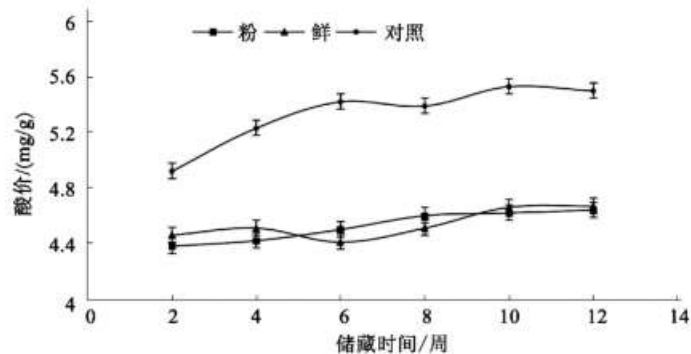


图4 储藏期间金针菇香肠酸价的变化

实验结果表明:储藏中的香肠酸价呈上升的趋势,说明香肠中的脂类物质在不断氧化;储藏12周后,添加金针菇干粉的酸价比对照低15.64%,添加鲜金针菇的酸价比对照低14.55%。金针菇的添加可以较好地延缓香肠中脂肪氧化。

2.5 储藏期间金针菇香肠羰基价的变化

储藏期间金针菇香肠羰基价的变化如图5所示。实验结果表明:储藏中的香肠随着蛋白质的氧化,羰基价含量也不断升高;储藏12周后,添加金针菇干粉的羰基价比对照低30.06%;添加新鲜金针菇的羰基价比对照低34.66%。这些说明金针菇能抑制羰基的形成,较好延缓香肠中蛋白质氧化。

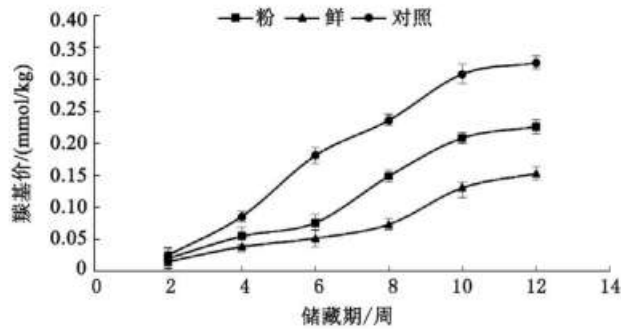


图5 储藏期间金针菇香肠羰基价的变化

2.6 储藏期间金针菇香肠质构的变化

储藏期间金针菇香肠硬度、咀嚼性、弹性、内聚性的变化如图6所示,储藏期间金针菇香肠硬度、咀嚼性、弹性、内聚性与过氧化值、羰基价的相关性如图7、图8所示。从图6中可以看出:随着储藏时间的延长,香肠的硬度、咀嚼性增加,香肠的弹性和内聚性则下降;储藏12周与初期相比,硬度上添加金针菇干粉及鲜金针菇比对照低3.24%、13.23%,咀嚼性上比对照低1.43%、6.38%,弹性上比对照提高了16.46%、40.58%,内聚性上比对照提高了4.17%、12.5%。添加金针菇的香肠的质构品质均高于对照,说明添加金针菇可以改善储藏期香肠的质构品质,且添加鲜金针菇质构品质好于干粉。

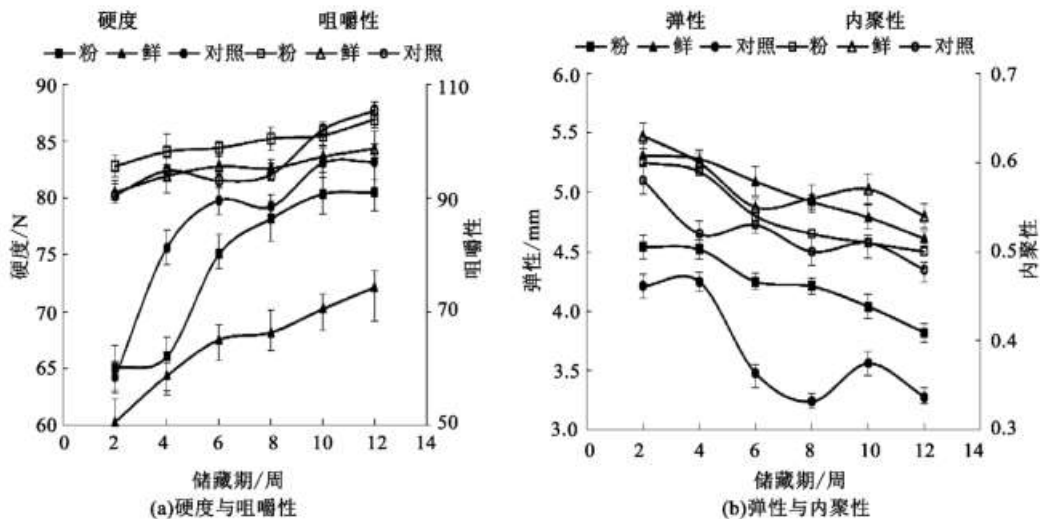


图6 储藏期间金针菇香肠硬度、咀嚼性、弹性、内聚性的变化

从图7、图8中可以看出:香肠中脂肪、蛋白质的氧化,都可以一定程度影响香肠的硬度、弹性、咀嚼性及内聚性等质构特性;过氧化值、羰基价与香肠的硬度、咀嚼性呈正相关,与香肠的弹性、内聚性呈负相关,过氧化值与香肠质构品质的相关性($R^2 > 0.5$)比羰基价($R^2 > 0.6$)弱,蛋白质氧化对香肠质构品质影响比脂肪氧化略大。

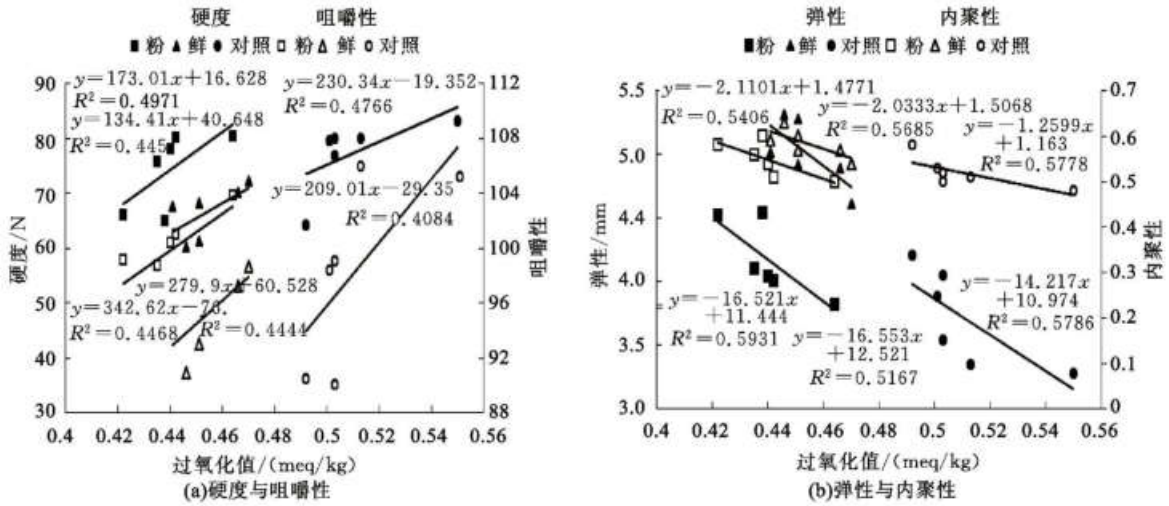


图7 储藏期间金针菇香肠硬度、咀嚼性、弹性、内聚性与过氧化值的相关性

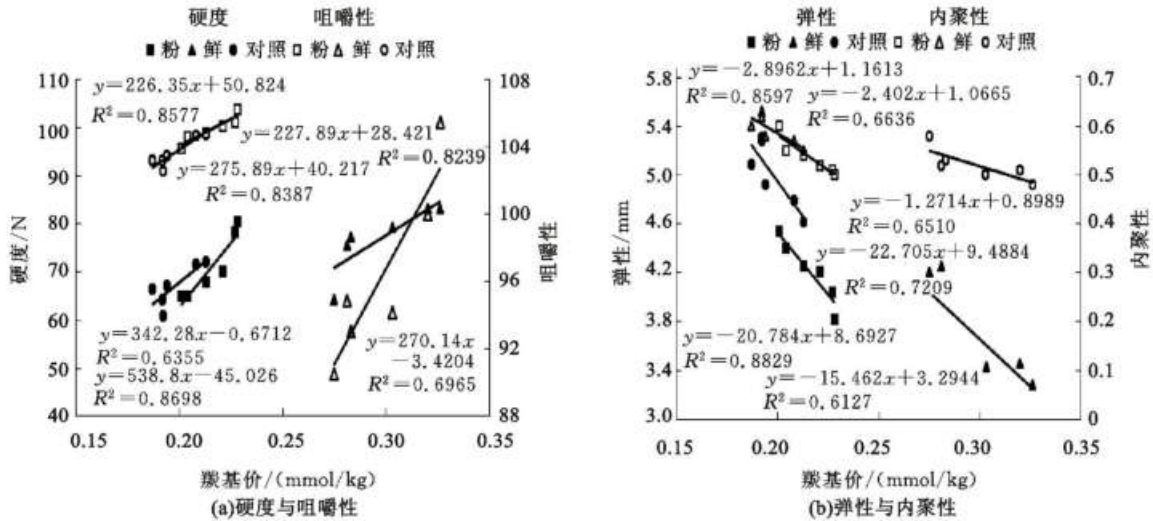


图8 储藏期间金针菇香肠硬度、咀嚼性、弹性、内聚性与羧基价的相关性

2.7 储藏期间金针菇香肠脂质过氧化物抑制率的变化

储藏期间香肠的脂质过氧化物抑制率的变化如图9所示,储藏期间金针菇香肠脂质过氧化物抑制率与酸价、羧基价的相关性如图10所示.从图9中可知:香肠的脂质过氧化物抑制率随储藏期的延长而呈现下降趋势;与储藏初期相比,添加金针菇干粉与鲜金针菇的香肠的脂质过氧化物抑制率分别比对照高出9.49%、12.76%,可以有效减缓这种下降趋势,添加鲜金针菇的效果好于添加干粉的.从图10可知香肠的脂质过氧化物抑制率与酸价和羧基价呈线性负相关.酸价相关性($R^2 > 0.8$)略高于羧基价($R^2 > 0.7$),说明提高香肠脂质过氧化物的抑制率,可以有效延缓脂肪氧化、蛋白质氧化.

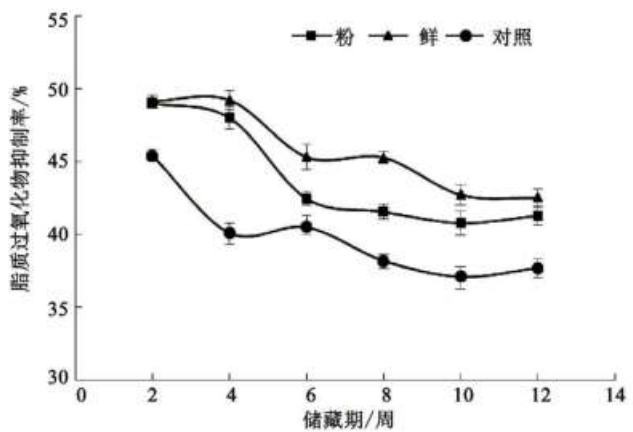


图9 储藏期间香肠脂质过氧化物抑制率的变化

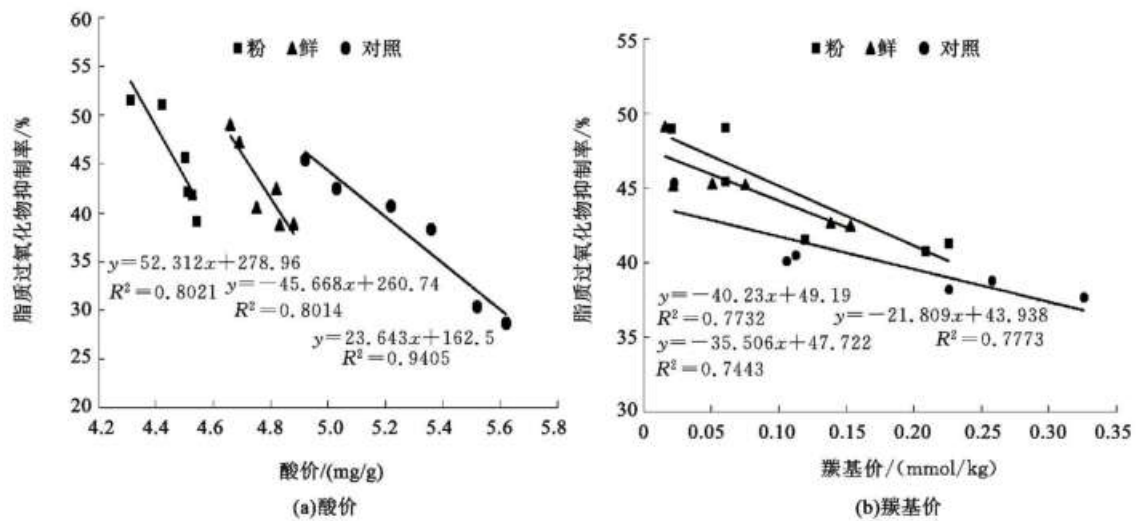


图10 储藏期间金针菇香肠脂质过氧化物抑制率与酸价、碱基价的相关性

3 结语

传统中式香肠的制作以肉为主要原料,缺乏膳食纤维,储藏期间易发生脂肪及蛋白质的氧化,导致品质下降.通过金针菇的添加,可以改善香肠营养及组织结构.实验结果表明:金针菇干粉最佳质量分数为4%,鲜金针菇最佳添加质量分数为8%;通过12周的储藏,添加鲜金针菇及干粉,其酸价分别比对照低14.55%、15.64%,碱基价分别比对照低34.66%、30.06%;添加金针菇的香肠的质构品质均高于对照;添加鲜金针菇及干粉后香肠的脂质过氧化物抑制率比对照分别提高12.76%、9.49%.

相关性分析结果表明:香肠中脂肪、蛋白质的氧化,都可以一定程度影响香肠的硬度、弹性、咀嚼性及内聚性等质构特性,且脂肪、蛋白质的氧化与香肠的质构品质呈线性相关;香肠的脂质过氧化物抑制率与酸价和碱基价呈线性相关,添加金针菇后,可以显著提高脂质过氧化物抑制率,延缓中式香肠的脂肪及蛋白质的氧化,改善香肠的质地结构及感官品质.

由于干粉制作需要增加烘干设备及能量,综合比较金针菇两种添加形式制作的香肠品质以及经济成本核算,添加质量分数8%鲜金针菇制作的香肠品质较好,可以满足消费者需要.

参考文献:

- [1] 宋磊,杜娟.国内外肉类及其制品加工研究现状及进展[J].食品安全质量检测学报,2018,9(20):5288-5293.
- [2] HE F J,MACGREGOR G A. Effect of modest salt reduction on blood pressure;a meta-analysis of randomized trials[J]. Journal of Human Hypertension,2002(16):761-770.
- [3] 张德汉,惠腾,王振宇.我国肉品加工科技现状及趋势[J].肉类研究,2020,34(1):1-8.
- [4] 宋小叶,王旭,刘畅,等.菊粉添加量对低脂羊肉乳化香肠品质的影响[J].肉类研究,2020,34(2):27-32.
- [5] 张翼飞,朱紫玉,林小玲,等.桔梗粉添加量及目数对熏煮香肠品质特性的影响[J].肉类研究,2019,33(2):38-45.
- [6] 王凯丽,朱迎春,李秀明,等.复合果蔬浆对发酵香肠加工过程品质特性的影响[J].肉类研究,2017,31(9):19-24.
- [7] 谭志光,池东,刘永强,等.添加果蔬对西式香肠感官和质构特性的影响研究[J].中国调味品,2008(8):88-91.
- [8] 金周雨,丁森,田超一,等.金针菇营养成分测定[J].现代食品,2018(21):127-131.
- [9] 侯波,郑淑彦,邵丽梅,等.金针菇营养保健功能及食品加工研究现状[J].食品研究与开发,2013,34(12):122-126.
- [10] 中华人民共和国卫生部.食品安全国家标准食品中过氧化值的测定;GB/T 5009.227—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [11] 马利华,宋慧,王卫东,等.不同O₂、CO₂分压包装对肉制品蛋白质氧化的影响[J].肉类研究,2017,31(7):29-33.
- [12] PITA-CALVO C, GUERRA-RODRIGUEZ E, SARAIVA J A, et al. Effect of high-pressure processing pretreatment on the physical properties and colour assessment of frozen European hake (merluccius merluccius) during long term storage[J].

Food Research International, 2018, 112; 233-240.

[13] 韦诚,朱丽娟,谢月英,等. 蛋白质在肉类加工保藏中的氧化及其不利影响的研究进展[J]. 食品科学, 2017, 38(9): 314-321.

[14] 安攀宇,陈韬. 复配天然抗氧化剂在川味香肠中的应用[J]. 肉类研究, 2012, 26(2): 37-42.

(责任编辑 徐永铭)

Effect of *Flammulina velutipes* on Oxidation and Structure of Traditional Chinese Sausage

MA Lihua¹, YOU Dunxue²

(1. College of Food (Biological) Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221018, China;

2. Jiangsu Jiusixiang Food Technology Co. Ltd. , Xuzhou 221003, China)

Abstract: In order to explore the effects of fresh *Flammulina velutipes* and dry powder on fat oxidation, protein oxidation, sensory and texture structure of traditional Chinese sausage, the experimental group, compared with traditional Chinese sausage, was treated with 2%, 4%, 6%, 8% and 10% of fresh *Flammulina velutipes* and dry powder. The sensory quality, water content, peroxide value, carbonyl value, texture and inhibition rate of lipid peroxide were determined. The effect of *Flammulina velutipes* on the quality of traditional sausage was investigated. The experimental results show that the best added mass fraction of dried *Flammulina velutipes* powder is 4%, and the best added mass fraction of fresh *Flammulina velutipes* is 8%; with the extension of storage time, the oxidation of fat and protein in sausages increases. Adding proper amount of *Flammulina velutipes* can significantly increase the fat. Inhibition rate of qualitative peroxides, delays the oxidation of fat and protein in Chinese sausages. Adding *Flammulina velutipes* to sausages can improve the tissue structure of sausages, delay the oxidation of fat and protein, increase the inhibition rate of lipid peroxides, and help improve the quality of sausages.

Key words: sausage; *Flammulina velutipes*; fat oxidation; protein oxidation; lipid peroxidation inhibition rate