

葡萄籽粉对广式腊肠理化和感官品质的影响

刘文营¹, 陆武², 李丹¹, 李享¹, 王守伟¹, 成晓瑜^{1*}, 王乐¹

(¹ 中国肉类食品综合研究中心 国家肉类加工工程技术研究中心 肉类加工技术北京市重点实验室

北京食品科学研究院 北京 100068

² 新疆克拉玛依市食品药品检验所 新疆克拉玛依 834000)

摘要 研究添加葡萄籽粉和发酵葡萄籽粉对广式腊肠的感官和理化品质的影响,分析不同添加方案的产品色泽、总羰基含量、硫代巴比妥酸反应物(TBARS)值和脂肪酸组分,并对产品风味特征进行主成分分析。结果显示,添加葡萄籽粉或发酵葡萄籽粉后,产品的亮度(L^*)值降低,红度(a^*)值有所增加,而黄度(b^*)值变化趋势不明显。随着葡萄籽粉添加量的增加,产品的总羰基含量和硫代巴比妥酸反应物(TBARS)值均呈降低趋势,而添加发酵葡萄籽粉产品的总羰基含量呈增加趋势,TBARS值呈波动上升趋势。添加2.0%葡萄籽粉,添加0.5%和2.0%发酵葡萄籽粉产品的主体风味特征与对照样品在一定程度上相似。在脂肪酸组分上,添加0.1%和2.0%葡萄籽粉样品、添加0.1%和0.2%发酵葡萄籽粉样品饱和脂肪酸占比较低,且相互之间差异不显著($P>0.05$);添加0.1%和0.2%发酵葡萄籽粉样品单不饱和脂肪酸占比较高,且两者之间差异不显著($P>0.05$);添加0.1%和2.0%葡萄籽粉样品多不饱和脂肪酸占比较高,且两者之间差异不显著($P>0.05$)。结果表明,添加2.0%葡萄籽粉在改善广式腊肠品质上效果较好,此时产品的总羰基含量、TBARS值较低,多不饱和脂肪酸含量占比较高,风味未发生明显变化, a^* 值也有所提升。

关键词 葡萄籽; 发酵葡萄籽; 广式腊肠; 颜色; 脂肪酸; 风味主成分; 脂肪氧化; 总羰基含量

文章编号 1009-7848(2022)04-0139-12 DOI: 10.16429/j.1009-7848.2022.04.014

在葡萄汁和葡萄酒等产品加工过程中会产生大量皮、梗和籽等副产物,这些物质除含有较为可观的维生素和纤维以外,还富含原花青素等多酚类物质,能够有效抑制脂质水解^[1-2]。在生物功能属性上,葡萄籽原花青素(Grape seed proanthocyanidins, GSP)通过降低Bax和Caspase-3表达量,增加Bcl-2和Pro-caspase3表达量,能显著促进顺铂(Cisdichlorodiamineplatinum(II), CDDP)诱导小鼠睾丸支持细胞(TM4)凋亡^[3],也能促使结肠癌细胞胞内氧自由基(Reactive oxygen species, ROS)含量增加,迫使细胞增殖周期发生S期阻滞,从而抑制癌细胞活力^[4]。此外,低聚葡萄籽原花青素(Oligomeric grape seed proanthocyanidins, OGSP)还能减缓CDDP所致HEK293细胞线粒体损伤,并且该作用与OGSP的抗氧化活性有关^[5]。

以葡萄籽为原料进行活性物质提取具有巨大发展前景,葡萄籽提取物(商业产品,含95%低聚

原花青素、0.125 mg/mL白藜芦醇、11.25 mg/mL抗坏血酸和0.1%山梨酸钾)可被用于抑制煮制牛肉馅中产气荚膜梭菌的生长,且应用效果受其添加量和贮存温度的影响^[6],也可作为冷藏牛肉丸的抗氧化活性成分^[7]。在羊肉馅饼中,与番茄和石榴渣水提取物相比,葡萄渣水提取物能明显提升产品的自由基清除能力、金属螯合物能力和还原能力($P<0.01$),且产品在贮藏期间具有较高的红度(Redness, a^*)值($P<0.01$),以及脂肪和蛋白质的抗氧化能力,可以替代异抗血酸钠^[8]。在降低亚硝酸盐用量的牛肉肠中添加质量分数1%的葡萄(*Vitis vinifera* L. var. Siah sardasht, 含有梗、皮和籽)渣,能显著降低产品的TBARS值,提升产品的氧化稳定性和自由基清除能力,虽然会明显降低产品的亮度(Lightness, L^*)和黄度(Yellowness, b^*)值,但是会提升产品的可接受性($P>0.05$)和视觉品质^[9]。

此外,在杜尼-美利奴羔羊饲料中添加质量分数12.2%的葡萄(*Vitis vinifera* L. cv. Pinotage)渣,可以提高羔羊的生产能力,降低麦麸的使用量,且不会对羊肉品质产生负面影响^[10]。饲喂发酵葡萄渣(50 mg/kg,葡萄酒分离出来的固体渣)获得的

收稿日期: 2021-04-21

基金项目: 国家重点研发计划专项(2016YFD0401503)

作者简介: 刘文营(1983—),男,硕士,高级工程师

通信作者: 成晓瑜 E-mail: chxyey@aliyun.com

羊肉切片,在贮藏期间(7~14 d)硫代巴比妥酸反应物值(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)会有20%的上升^[11]。

广式腊肠是一类传统半干香肠,是岭南饮食文化的重要载体^[12],然而,鉴于广式腊肠中常含有20%~40%的脂肪,对广式腊肠脂肪的氧化控制成为消费者关注的重点^[13]。在已报道有关广式腊肠脂肪氧化的研究方面,有加工过程中脂肪组分、氧化状态变化^[13]、肌红蛋白氧化与脂肪氧化之间的关系^[14]、茶多酚、甘草提取物对脂肪色泽的影响^[15],以及莲子皮提取物对广式腊肠脂肪氧化的抑制效果^[16],而鲜有葡萄籽在广式腊肠中的应用研究。我国葡萄年产量接近1400万t,居世界首位^[17]。每年产生约280万t葡萄渣(湿重),对以葡萄籽为主要成分的葡萄渣的再利用是困扰葡萄加工产业绿色可持续发展的重要瓶颈。基于以上内容,本文研究葡萄籽和发酵葡萄籽在广式腊肠中的应用效果,为广式腊肠的脂肪氧化控制提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪后腿肉和背脂,北京顺鑫农业科技股份有限公司鹏程分公司;葡萄籽(Chardonnay,霞多丽,以下简称葡萄籽)、发酵葡萄籽(Cabernet Sauvignon,赤霞珠,以下简称发酵葡萄籽),吐鲁番楼兰酒庄股份有限公司;白砂糖,沃尔玛(中国)投资有限公司;五香粉(桂皮粉、八角粉、小茴香粉、芫荽粉、花椒粉、甘草粉),上海味好美食品有限公司;食盐(雪花盐),广东省盐业集团有限公司;白酒(52%Vol),泸州老窖股份有限公司;羊肠衣(直径18 mm),顺平县中畜肠衣有限公司。

高氯酸(HClO₄,Perchloric acid)、丁基羟基甲苯(Butylated hydroxytoluene, BHT)、硫代巴比妥酸(Thiobarbituric acid, TBA)、2,4-二硝基苯肼(Dinitrophenylhydrazine)、磷酸氢二钠(Na₂HPO₄)、磷酸二氢钠(NaH₂PO₄)、无水硫酸钠(Na₂SO₄)、碳酸钠(Na₂CO₃)、三氯乙酸(Trichloroacetic acid, TCA)、盐酸胍(Guanidine HCl, GuHCl)、氯化钠(NaCl)、考马斯亮蓝(G-250)、乙醇(C₂H₅OH)、磷酸(H₃PO₄)、氢氧化钠(NaOH)、甲醇(CH₃OH)、三氟化硼(BF₃),国药集团化学试剂有限公司;丙二

醛二乙缩醛(Malonaldehyde bisdiethyl, TEP), Adamas 试剂有限公司;牛血清白蛋白(Bovine serum albumin, BSA),中国药品生物制品检定所;异辛烷(C₈H₁₈),上海阿拉丁生化科技股份有限公司;氢气(99.9%)、氦气(99.999%),北京如源如泉科技有限公司。

1.2 仪器与设备

CR-400 色差计,柯尼卡美能达投资有限公司;PEN3 电子鼻,德国 Airsense 公司;BSA822-CW 天平,赛多利斯科学仪器有限公司;Cascada BIO 纯水机、0.22 μm 微滤膜,美国 PALL 公司;F6/10-10G 超细匀浆器,上海 FLUKO 流体机械制造有限公司;Cary 50 紫外可见分光光度计,美国 Varian 公司;GSMS-QP2020 气相色谱质谱联用仪、Rtx-wax 色谱柱(填料为聚乙二醇,长 30 m,内径为 0.25 mm,膜厚为 0.25 μm),日本 SHIMADZU 株式会社;Synergy H4 酶标仪,美国伯腾仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 腊肠加工 参考文献[18]的方法,并有调整。原、辅料配比见表1,猪四号肉和背脂经5 mm

表1 广式腊肠原、辅料配方

Table 1 Cantonese sausage raw and auxiliary ingredients formula

样品	简称	添加量/(g/100 g 肉)		
		基础辅料	原籽粉	发酵红籽粉
对照样品	C	26.7	-	-
葡萄籽原籽添加样品	R1	26.7	0.1	-
葡萄籽原籽添加样品	R2	26.7	0.2	-
葡萄籽原籽添加样品	R3	26.7	0.5	-
葡萄籽原籽添加样品	R4	26.7	1.0	-
葡萄籽原籽添加样品	R5	26.7	1.5	-
葡萄籽原籽添加样品	R6	26.7	2.0	-
发酵葡萄籽添加样品	F1	26.7	-	0.1
发酵葡萄籽添加样品	F2	26.7	-	0.2
发酵葡萄籽添加样品	F3	26.7	-	0.5
发酵葡萄籽添加样品	F4	26.7	-	1.0
发酵葡萄籽添加样品	F5	26.7	-	1.5
发酵葡萄籽添加样品	F6	26.7	-	2.0

注:基础辅料为10%水、2.5%食盐、3.5%白酒、0.2%五香粉、10%白砂糖。

孔径绞肉机绞碎后,与辅料混合均匀,置于4℃静腌24h,馅料经脱气后灌装,置于48℃,成熟48h。

1.3.2 腊肠颜色信息测试 参考国家标准方法^[19],腊肠切面直径不小于10mm,腊肠测试孔径为8mm,标准白板为D65,可见角度为10°,孔径为10mm,随机选取均匀切面测定三刺激值(X 、 Y 、 Z),通过计算获取样品的亮度(L^*)、红度(a^*)和黄度(b^*)值,每组样品做20次平行,计算公式如下:

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16 \quad (1)$$

$$a^* = 500[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}](Y/Y_0 > 0.01) \quad (2)$$

$$b^* = 200[(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}] \quad (3)$$

1.3.3 广式腊肠主体风味分析 参考文献^[20]的方法,采用电子鼻进行腊肠风味分析,并略有修改。在室温条件下(25℃),取2g腊肠均匀样品置于样品瓶内,样品瓶在50℃温度下振动加热2min,数据采集时间为90s,分析数据为65s时采集稳定数据。电子鼻10个传感器如图1所示,每一个电极均对不同的挥发性成分产生响应,电子鼻传感器响应数据均为 G/G_0 比值, G 为传感器对腊肠气体响应的电导, G_0 为洁净空气响应值,每组样品做5个平行。

1.3.4 广式腊肠羰基含量分析 参考文献^[21]、^[22]的方法,采用2,4-二硝基苯肼衍生法测定总羰基含量。取5.0g均匀样品,碾碎后加入50mL PBS溶液(50mmol/L,pH 6.5,0.6mol/L NaCl),均质(8000r/min,30s)后各取0.2mL匀浆置于2个EP管内,分别加入5mL TCA(0.1g/mL)沉淀蛋白,离心(8000r/min,5min)后弃上清,1支试管加入1mL HCl(2mol/L),另外1支加入含DNPH(2mg/mL)的HCl(2mol/L)。室温下静置1h,然后各加入1mL TCA(0.1g/mL)沉淀蛋白,并用洗液(乙醇:乙酸乙酯=1:1,体积比)清洗3次,加入2.5mL PBS溶液(50mmol/L,pH 6.5,6mol/L 盐酸胍),摇动后离心(6500r/min,2min),上清过膜(0.45μm)后测定吸光度(A_{370nm})。

采用Bradford法进行蛋白质浓度测定^[23]。结果记录为nmol/mg蛋白质。

1.3.5 广式腊肠硫代巴比妥酸反应物(Thiobarbituric acid reactive substance, TBARS)值分析 参考文献^[24]的方法,10g均匀样品加入30mL高氯

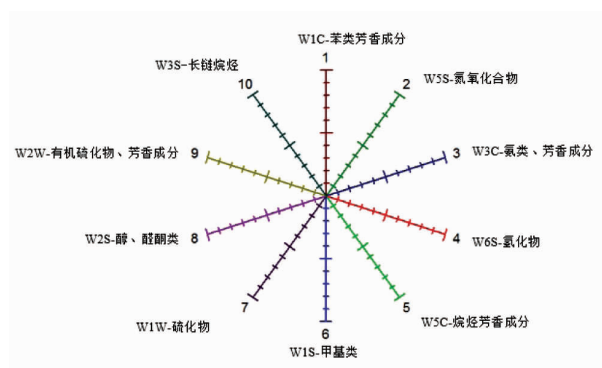


图1 电子鼻感应电极及对应物质

Fig.1 Electronic nose induction electrode and corresponding substances

酸(体积分数3.86%),同时加入1.0mL BHT(体积分数4.2%),冰浴均质(8000r/min,30s)后过滤(6000r/min,4min),取2.0mL上清,加入2.0mL TBA(0.02mol/L),沸水浴45min后测 A_{532nm} ,标曲同做。

结果记录为mg(丙二醛,MDA)/kg样品。

1.3.6 广式腊肠脂肪酸组分分析 参考国家标准^[25]的方法,进行脂肪酸组分分析。

1.4 数据处理

除明确说明外,所有试验均进行3次重复,结果标记为“平均值±标准差”。

电子鼻仪器数据处理时,运用Winmuster软件对风味成分进行主成分分析(Principal component analysis,PCA)。

采用SPSS 9.1进行数据差异性分析,用Origin8.0进行数据的整理和作图。

2 结果与分析

2.1 腊肠颜色信息测试

不同加工方案制备广式腊肠的颜色值见表2。添加葡萄籽粉的产品 L^* 值均小于对照样品,调整方案产品 a^* 值均高于对照样品。对于产品的 L^* 值来说,添加葡萄籽原粉产品的 L^* 值呈逐渐降低的趋势,添加发酵葡萄籽粉产品的 L^* 值则呈逐渐增加的趋势($P>0.05$);添加葡萄籽粉产品的 a^* 值呈先增加后降低的趋势,添加发酵葡萄籽粉产品的 a^* 值呈先降低后增加的趋势,对照样品(C)的 a^* 值较低($P>0.05$),添加1.0%葡萄籽粉样品(R4)

的 a^* 值较高 ($P>0.05$); 除添加 0.1% 和 1.0% 葡萄籽粉样品的 b^* 值高于 C 组样品外 ($P>0.05$), 其它组样品均低于 C 组样品 ($P>0.05$)。

肉制品颜色受多种因素影响, 包括肌红蛋白含量^[26]、微生物菌落组成^[27]、辅料(天然提取物)添加方案^[28-29], 以及辐照处理加工方式的应用等^[30]。而在天然物质及提取物应用上, 添加富含多酚的嘉定果 (Jabuticaba) 果皮提取物 (0.5%, 0.75%, 1%, 质量分数) 能显著降低博洛尼亚香肠 (Bologna-type sausages) 的 TBARS 值 ($P<0.05$), 且添加后 (0.25%, 0.5%) 不仅不会对感官品质产生负面影响, 还能够有效减缓贮藏期间颜色值的下降^[29]; 而将红叶甜菜块根粉添加到猪肉糜时, 具有良好的发色和降低亚硝酸盐残留的效果, 添加量为 0.15% (质量分数) 时, 肉糜红色值提高了 88%^[31]。添加葡萄籽原粉和发酵葡萄籽粉后, 产品的 L^* 值、 a^* 值和 b^* 值呈现不同的变化趋势, 且以 C 组样品 L^* 值较高 ($P<0.05$)、R6 组 L^* 值较低 ($P<0.05$), R4 组样品 a^* 值较高 ($P<0.05$)、C 组样品 a^* 值较低 ($P>0.05$), R4 组样品 b^* 值较高 ($P<0.05$)、F3 组样品 b^* 值较低 ($P>0.05$), 可能是由于葡萄籽粉添加量的不同, 以及发酵前、后活性物质含量变化导致^[32]。

2.2 腊肠风味主成分分析

不同加工方案制备广式腊肠风味的主成分分析见图 2 所示, 样品第一主成分的方差贡献率为 65.78%, 第二主成分的方差贡献率为 16.34%, 即第一主成分代表了更多的产品信息, 而产品第一主成分和第二主成分的总方差贡献率为 82.12%, 小于 85% 的临界值, 产品在第一主成分和第二主成分上不能进行有效区分。由表 3 可知, C 组样品与 R6 组、F3 组、F6 组产品区分力较低, F1 组与 F3 组产品区分力较低, 第二主成分起到决定作用; R2 组、R3 组和 R5 组产品之间区分力较低, 第一主成分起到决定作用; R4 组与 R6 组、F6 组产品之间区分力较低, 第一主成分起到决定作用; F1 组与 F3 组产品区分力较低, F2 组与 F3 组产品区分力较低, F3 组与 F1 组、F2 组、C 组产品区分力较低, F4 组与 F6 组产品区分力较低, F6 组与 C 组、R4 组、R6 组、F4 产品区分力较低, 分别有不同的主成分起作用。

表 2 不同加工工艺腊肠亮度、红度和黄度值
Table 2 Lightness, redness and yellowness of different processing Cantonese sausage

产品组	颜色信息		
	L^*	a^*	b^*
C	36.94 ± 3.68 ^c	4.23 ± 1.04 ^a	8.29 ± 2.36 ^{abc}
R1	36.70 ± 3.91 ^{bc}	4.64 ± 1.53 ^{abc}	8.44 ± 2.12 ^{bc}
R2	35.04 ± 4.20 ^{abc}	4.55 ± 1.07 ^{ab}	7.24 ± 2.07 ^{ab}
R3	34.62 ± 4.06 ^{ab}	5.03 ± 1.10 ^{abc}	7.22 ± 2.26 ^{ab}
R4	36.00 ± 2.40 ^{abc}	6.01 ± 1.25 ^d	8.82 ± 2.09 ^c
R5	35.44 ± 2.93 ^{abc}	4.83 ± 1.22 ^{abc}	7.94 ± 1.95 ^{abc}
R6	33.91 ± 2.75 ^a	5.02 ± 1.07 ^{abc}	7.15 ± 1.67 ^{ab}
F1	34.29 ± 3.33 ^a	5.16 ± 0.84 ^{bcd}	7.45 ± 1.40 ^{abc}
F2	35.02 ± 3.15 ^{abc}	4.61 ± 0.92 ^{ab}	7.57 ± 2.25 ^{abc}
F3	34.00 ± 3.49 ^a	4.64 ± 1.12 ^{abc}	7.13 ± 2.15 ^a
F4	34.95 ± 3.29 ^{abc}	5.23 ± 1.26 ^{bcd}	7.58 ± 2.00 ^{abc}
F5	35.56 ± 4.08 ^{abc}	5.29 ± 0.77 ^{bcd}	7.29 ± 1.87 ^{ab}
F6	35.44 ± 2.66 ^{abc}	5.34 ± 0.77 ^{cd}	7.74 ± 1.61 ^{abc}

注: 肩标不同标识数据之间具有显著性差异 ($P<0.05$)。

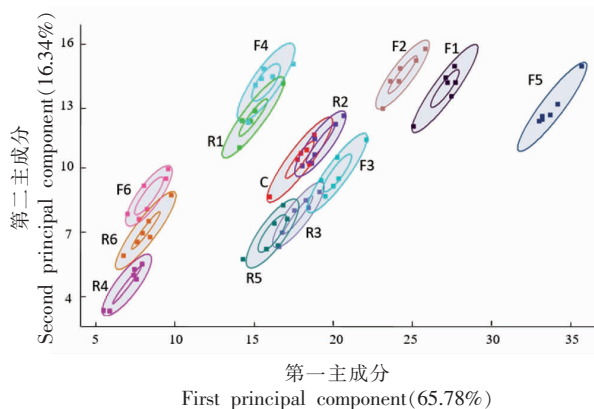


图 2 不同腊肠样品的主成分分析

Fig.2 PCA analysis of different processing Cantonese sausage

电子鼻内有 10 组金属氧化物电极, 不同电极均会对不同挥发性成分产生响应, 电子鼻的模式识别技术基于电极响应值大小进行聚类分析, 对不同产品的风味特征进行区分力分析。电子鼻技术广泛应用于特征性风味的识别, 如能表征病症的挥发性成分^[33-34], 以及对与猪肉新鲜度有关的挥发性组分的识别^[35]。相较于传统产品, 葡萄籽粉添加量为 2.0%, 以及发酵葡萄籽粉添加量为 0.5% 和 2.0% 时, 产品的风味特征并未发生明显变化, 为产

品传统风味的保持提供参考。然而风味只是人们感官分析方法之一,有时还要借助味道、颜色等的分析,来实现产品品质的定向调控^[36]。由 2.1 节结果可知,在风味特征相似的情况下,添加 2.0% 发酵葡萄籽粉制备产品的颜色更为突出。

从颜色和风味角度分析可知,添加 2.0% 发酵葡萄籽粉制作广式腊肠较为理想,添加 2.0% 葡萄籽粉和 0.5% 发酵葡萄籽粉制备产品的颜色优势依次降低。

表 3 不同加工工艺腊肠的区分力

Table 3 The discrimination of different processing Cantonese sausage

样品	区分力												
	C	R1	R2	R3	R4	R5	R6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
C		0.980	0.981	0.991	0.978	0.983	0.927	0.969	0.971	0.948	0.986	0.990	0.934
R1	0.980		0.999	0.995	0.988	0.993	0.980	0.985	0.986	0.988	0.984	0.994	0.977
R2	0.981	0.999		0.827	0.970	0.874	0.981	0.994	0.993	0.984	0.988	0.997	0.983
R3	0.991	0.995	0.827		0.975	0.845	0.979	0.993	0.993	0.978	0.997	0.997	0.987
R4	0.978	0.988	0.970	0.975		0.954	0.936	0.994	0.994	0.991	0.975	0.998	0.931
R5	0.983	0.993	0.874	0.845	0.954		0.980	0.993	0.993	0.983	0.991	0.997	0.990
R6	0.927	0.980	0.981	0.979	0.936	0.980		0.984	0.982	0.973	0.954	0.993	0.746
F1	0.969	0.985	0.994	0.993	0.994	0.993	0.984		0.956	0.939	0.983	0.972	0.985
F2	0.971	0.986	0.993	0.993	0.994	0.993	0.982	0.956		0.933	0.979	0.986	0.983
F3	0.948	0.988	0.984	0.978	0.991	0.983	0.973	0.939	0.933		0.971	0.978	0.976
F4	0.986	0.984	0.988	0.997	0.975	0.991	0.954	0.983	0.979	0.971		0.990	0.940
F5	0.990	0.994	0.997	0.997	0.998	0.997	0.993	0.972	0.986	0.978	0.990		0.994
F6	0.934	0.977	0.983	0.987	0.931	0.990	0.746	0.985	0.983	0.976	0.940	0.994	

注:粗斜体表示分离不足。

2.3 腊肠硫代巴比妥酸反应物 (Thiobarbituric acid reactive substance, TBARS) 值

不同加工方案制备广式腊肠的 TBARS 值见图 3。添加葡萄籽粉后产品 TBARS 值显著下降 ($P < 0.05$), 且随着添加量增加呈下降趋势; 添加发酵葡萄籽粉制备产品的 TBARS 值与对照样品和添加葡萄籽粉制备产品均有显著差异 ($P < 0.05$), TBARS 值介于两者之间, 数值随着添加量增加总体呈上下波动的变化趋势。

脂肪氧化是研究者重点关注的内容, 包括在动物饲养过程中优化饲养方案来降低肉产品的脂肪氧化程度^[37], 以及在产品加工过程中, 优化脂质组分^[38], 添加活性物质^[39]和采取防护方案^[40-41]等。该文中添加葡萄籽粉和发酵葡萄籽粉产品的 TBARS 值均发生了显著下降 ($P < 0.05$), 且以葡萄籽粉的效果更好, 可能与葡萄籽中含有的原花青素^[42]等活性成分有关, 且存在量效关系, 以及发酵后葡萄籽活性成分发生变化有关。由 2.1 和 2.2 节结果可

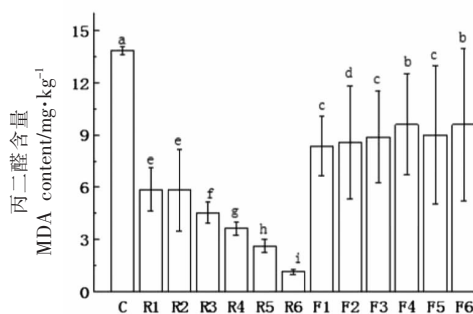


图 3 不同加工工艺腊肠 TBARS 值

Fig.3 TBARS value of different processing Cantonese sausage

知, F3 组、F6 组和 R6 组产品方案调整后的风味未发生明显变化, 且 F6 组产品颜色优于 R6 和 F3, 则结合产品的氧化状态分析, R6 组产品具有较高的安全性, 较适宜产品的加工。

2.4 腊肠总羰基含量

不同加工方案制备广式腊肠的总羰基含量见图 4。添加葡萄籽粉产品总羰基含量与 TBARS 值

下降趋势一致,均发生了显著下降($P<0.05$),且存在明显的量效关系;然而添加发酵葡萄籽粉产品的总羰基含量呈上升的趋势,F6组产品总羰基含量与对照组产品含量较为一致($P>0.05$)。总羰基含量与TBARS值变化趋势较为相似,即添加葡萄籽粉能够显著抑制蛋白质和脂肪氧化,添加发酵葡萄籽粉的量与蛋白质和脂肪氧化的抑制效果呈负相关。由2.3节结果可知,R6组产品加工方案具有较高的优势,参照蛋白质氧化状态数值,R6组产品具有较低的蛋白质氧化水平,是较优的加工方案。

蛋白质氧化是肉制品加工尤其关注的关键点之一,其同样受到加工工艺等多因素的影响^[43],与蛋白质水解^[44]和脂肪氧化有显著相关性^[45],将狗牙蔷薇(*Rosa canina* L.)提取物随同盐水注射进伊比利亚熟火腿(Iberian cooked hams),可以显著抑制其在贮藏期间羰基含量的增加^[46],将葡萄和橄榄加工副产物的水提取物加入到羊肉饼中,也能够一定程度上抑制蛋白质氧化^[8]。与上述文献结果相似,在广式腊肠中加入葡萄籽粉和发酵葡萄籽粉后,样品总羰基含量均发生了显著下降($P<0.05$),总羰基含量变化趋势与TBARS值变化趋势有一定的相似性,即葡萄籽粉和发酵葡萄籽粉能够抑制脂肪氧化和蛋白质氧化,与添加量有关,且发酵对抑制能力有显著影响($P<0.05$)。

2.5 腊肠脂肪酸组分

不同加工方案制备广式腊肠的脂肪酸组分见表4。R1和R6拥有最高比例的多不饱和脂肪酸($P<0.05$),其在F2中含量最低($P<0.05$),F1次之($P<0.05$),占比由高至低依次为R6>R1>C>R4>R5>R3>R2>F6>F4>F5>F3>F1>F2,总体上呈现为添加葡萄籽产品多不饱和脂肪酸比例较高,添加发酵葡萄籽粉产品多不饱和脂肪酸占比最低;对于单不饱和脂肪酸来说,其在F2中的占比最高($P<0.05$),F1次之($P<0.05$),在R6中的占比最低($P<0.05$),占比由高至低依次为F2>F1>F3>R3>C>F4>R2>R1>R5>R4>F6>F5>R6,添加0.1%和0.2%发酵葡萄籽粉产品单不饱和脂肪酸占比比较高;R1、R6、F2和F3中饱和脂肪酸占比最低($P<0.05$),F4、F5、F6中饱和脂肪酸占比最高($P>0.05$),占比由高至低依次为F5>F6>F4>R2>F3>

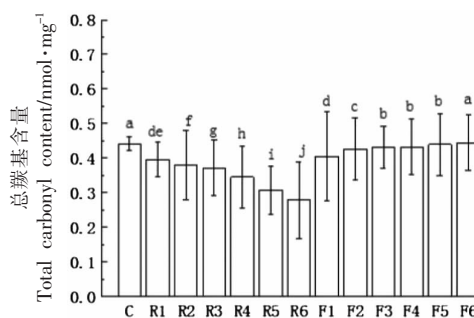


图4 不同加工工艺腊肠总羰基含量

Fig.4 Total carbonyl content of different processing Cantonese sausage

R5>R3>R4>C>F1>F2>R6>R1。

在脂肪酸组分上,反,反-9,12-十八碳二烯酸(C18:2n6t)、顺,顺-9,12-十八碳二烯酸(C18:2n6c)和二十碳酸(C20:0)的百分比变化较大,对产品最终脂肪酸的构成起着决定性作用。除R1和R6多不饱和脂肪酸占比较高外,其它产品多不饱和脂肪酸占比均小于对样品,同时R6产品单不饱和脂肪酸含量较低,F1和F2产品单不饱和脂肪酸占比均较高,R1、R6、F1和F2产品饱和脂肪酸占比低,即,少量添加葡萄籽粉、发酵葡萄籽粉,或者葡萄籽添加量为2.0%时,均有助于提升不饱和脂肪酸占比。

在肉制品加工过程中,可以通过应用改性油脂^[38]、替代部分动物脂肪^[47],或者添加活性物质^[48],来提升不饱和脂肪酸的占比。本文将葡萄籽粉和发酵葡萄籽粉添加到广式腊肠中,在添加量较少(0.1%葡萄籽粉、0.1%发酵葡萄籽粉、0.2%发酵葡萄籽粉)和添加量较大(2.01%葡萄籽粉)时,均促使不饱和脂肪酸占比增加,结果为肉制品脂肪酸营养价值的提升提供参考。

3 结论

广式腊肠在我国具有广泛消费基础,也是具有巨大发展潜力的民族特色肉制品之一,改善产品的氧化状态和提升产品的营养价值,是高脂肪含量传统肉制品未来的发展方向。将葡萄籽和发酵葡萄籽粉加入广式腊肠,虽然产品的 L^* 值存在不同程度的下降,但 a^* 值得到提升,尤其是添加1.0%葡萄籽粉时,产品的 a^* 值和 b^* 值均处于较高

表4 不同加工工艺腊肠的脂肪酸组分
Table 4 The fatty acid composition of different processing Cantonese sausage

项目	样品组												
	C	R1	R2	R3	R4	R5	R6	F1	F2	F3	F4	F5	F6
癸酸 (C10:0)	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.00	0.10 ± 0.01	-	-	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.11 ± 0.03	0.08 ± 0.01
十二碳酸 (C12:0)	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.08 ± 0.00	-	-	0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.00	0.09 ± 0.02	0.07 ± 0.01
十三碳酸 (C13:0)	0.06 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.16 ± 0.01	1.97 ± 0.18	1.03 ± 0.13	0.34 ± 0.10	0.09 ± 0.02	0.32 ± 0.01	0.18 ± 0.04
十四碳酸 (C14:0)	1.23 ± 0.02	1.24 ± 0.01	1.22 ± 0.01	1.22 ± 0.01	1.24 ± 0.02	1.20 ± 0.01	1.46 ± 0.01	2.38 ± 0.22	2.03 ± 0.30	1.81 ± 0.23	1.21 ± 0.00	1.62 ± 0.00	1.37 ± 0.07
十五碳酸 (C15:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32 ± 0.16	0.10 ± 0.06	-	0.13 ± 0.09	0.08 ± 0.06
十六碳酸 (C16:0)	25.12 ± 0.11	24.64 ± 0.03	23.17 ± 0.02	22.92 ± 0.12	22.91 ± 0.12	23.31 ± 0.06	24.51 ± 0.07	15.21 ± 1.25	16.49 ± 1.21	21.16 ± 1.00	22.56 ± 0.14	21.15 ± 0.22	22.11 ± 0.30
十七碳酸 (C17:0)	0.33 ± 0.32	0.40 ± 0.01	2.40 ± 0.01	2.46 ± 0.07	2.56 ± 0.18	2.32 ± 0.02	0.38 ± 0.00	1.50 ± 0.62	2.40 ± 0.23	1.82 ± 0.04	1.90 ± 0.24	1.77 ± 0.29	1.65 ± 0.12
十八碳酸 (C18:0)	-	-	0.07 ± 0.00	-	-	-	-	-	0.28 ± 0.15	0.22 ± 0.13	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.03	0.15 ± 0.00
反-9-十八碳一烯酸 (C18:1n9t)	12.37 ± 0.36	11.27 ± 0.17	-	-	-	11.86 ± 0.01	10.24 ± 0.08	8.15 ± 0.38	9.77 ± 0.68	10.91 ± 1.87	-	10.49 ± 0.10	10.81 ± 0.34
顺-9-十八碳一烯酸 (C18:1n9c)	0.28 ± 0.00	0.45 ± 0.03	12.19 ± 0.01	13.13 ± 2.64	7.68 ± 6.65	0.08 ± 0.00	0.49 ± 0.05	33.38 ± 1.45	38.40 ± 1.80	0.97 ± 0.28	12.00 ± 0.08	0.54 ± 0.10	0.62 ± 0.09
反,反-9,12-十八碳二烯酸 (C18:2n6t)	41.54 ± 0.27	40.94 ± 0.14	41.02 ± 0.01	41.78 ± 2.62	43.07 ± 0.34	41.84 ± 0.01	40.16 ± 0.08	7.98 ± 0.54	4.61 ± 0.45	39.37 ± 1.07	40.65 ± 0.06	40.24 ± 0.26	41.00 ± 0.32
顺,顺-9,12-十八碳二烯酸 (C18:2n6c)	-	16.77 ± 0.16	0.07 ± 0.00	-	-	-	18.18 ± 0.04	18.76 ± 0.55	17.28 ± 1.51	-	-	-	-
二十碳酸 (C20:0)	15.95 ± 0.67	0.71 ± 0.07	16.46 ± 0.00	15.02 ± 0.23	15.38 ± 0.52	16.15 ± 0.07	0.84 ± 0.01	5.27 ± 0.40	2.54 ± 0.18	18.49 ± 3.38	17.79 ± 0.76	19.69 ± 0.12	18.93 ± 0.53
顺,顺-6,9,12-十八碳三烯酸 (C18:3n6)	0.17 ± 0.01	0.14 ± 0.00	0.18 ± 0.00	0.17 ± 0.00	0.16 ± 0.00	0.17 ± 0.00	0.13 ± 0.00	-	-	0.14 ± 0.04	0.24 ± 0.11	0.18 ± 0.02	0.17 ± 0.00
顺-11-二十二碳三烯酸 (C20:1)	-	-	-	-	-	0.03 ± 0.00	-	-	-	-	-	-	-

(续表 4)

项目	样品组													
	C	R1	R2	R3	R4	R5	R6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	
顺, 顺-9, 12, 15-十八碳三烯酸 (C18:3n3)	1.50 ± 0.07	1.46 ± 0.06	0.01 ± 0.00	-	-	0.71 ± 0.97	1.37 ± 0.00	0.81 ± 0.11	0.69 ± 0.04	0.70 ± 0.11	0.02 ± 0.00	-	-	
二十一碳酸 (C21:0)	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.00	1.62 ± 0.01	1.49 ± 0.05	1.50 ± 0.06	1.04 ± 0.81	0.11 ± 0.02	-	0.52 ± 0.03	0.61 ± 0.10	1.46 ± 0.03	1.47 ± 0.03	1.40 ± 0.05	
顺, 顺 11, 14-二十碳二烯酸 (C20:2)	0.66 ± 0.04	0.63 ± 0.01	0.01 ± 0.00	-	0.62 ± 0.02	0.64 ± 0.00	0.56 ± 0.00	-	-	-	0.01 ± 0.00	-	-	
二十二碳酸 (C22:0)	-	-	0.71 ± 0.01	0.66 ± 0.01	-	0.01 ± 0.01	0.05 ± 0.00	-	0.56 ± 0.02	0.52 ± 0.12	0.65 ± 0.00	0.57 ± 0.01	0.58 ± 0.01	
顺, 顺-8, 11, 14-二十碳三烯酸 (C20:3n6)	0.10 ± 0.02	0.09 ± 0.00	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.11 ± 0.00	-	0.25 ± 0.00	0.13 ± 0.02	0.02 ± 0.00	-	-	
顺-13-二十碳一烯酸 (C22:1n9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10 ± 0.00	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01	
顺 11, 14, 17-二十碳三烯酸 (C20:3n3)	0.12 ± 0.00	0.12 ± 0.00	-	-	-	-	0.10 ± 0.00	-	-	-	-	-	-	
顺-5, 8, 11, 14-二十碳四烯酸 (C20:4n6)	0.29 ± 0.01	0.32 ± 0.01	0.12 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.56 ± 0.01	-	-	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.09 ± 0.00	
二十三碳酸 (C23:0)	-	-	0.28 ± 0.00	0.28 ± 0.00	0.29 ± 0.01	0.31 ± 0.00	0.08 ± 0.00	2.11 ± 0.79	1.73 ± 0.33	0.87 ± 0.15	0.45 ± 0.02	0.78 ± 0.01	0.62 ± 0.06	
顺-15-二十四碳一烯酸 (C24:1)	0.19 ± 0.13	0.37 ± 0.16	0.10 ± 0.01	0.32 ± 0.32	0.28 ± 0.21	0.16 ± 0.08	0.23 ± 0.15	-	0.99 ± 0.52	2.45 ± 0.77	0.56 ± 0.56	0.46 ± 0.33	0.26 ± 0.20	
顺-4, 7, 10, 13, 16, 19-二十二碳酸 (C22:6n3)	0.07 ± 0.02	0.15 ± 0.13	0.11 ± 0.04	0.17 ± 0.10	0.12 ± 0.07	0.07 ± 0.02	0.07 ± 0.00	-	-	0.12 ± 0.04	0.06 ± 0.01	0.14 ± 0.03	0.10 ± 0.02	
SFA	42.85 ± 0.53 ^b	27.28 ± 0.08 ^a	46.06 ± 0.02 ^{cd}	44.22 ± 0.43 ^b	44.07 ± 0.55 ^b	44.51 ± 0.77 ^{bc}	27.76 ± 0.05 ^a	28.44 ± 1.11 ^a	27.79 ± 0.11 ^a	45.94 ± 2.84 ^{cd}	46.38 ± 0.65 ^{de}	47.86 ± 0.29 ^e	47.08 ± 0.31 ^{de}	
MUFA	12.75 ± 0.32 ^{ab}	12.10 ± 0.21 ^{ab}	12.29 ± 0.02 ^{ab}	13.45 ± 2.45 ^{ab}	11.73 ± 0.33 ^{ab}	12.09 ± 0.03 ^{ab}	10.97 ± 0.12 ^a	43.48 ± 2.13 ^c	49.16 ± 2.26 ^d	13.52 ± 2.21 ^b	12.49 ± 0.42 ^{ab}	11.43 ± 0.34 ^{ab}	11.67 ± 0.26 ^{ab}	
PUFA	44.37 ± 0.24 ^f	60.63 ± 0.14 ^f	41.64 ± 0.01 ^{cd}	42.32 ± 2.61 ^{cd}	44.17 ± 0.37 ^{cd}	43.39 ± 0.80 ^{cd}	61.24 ± 0.12 ^f	28.08 ± 1.48 ^b	22.83 ± 2.14 ^a	40.38 ± 0.92 ^c	41.12 ± 0.20 ^e	40.66 ± 0.25 ^e	41.24 ± 0.17 ^e	

注: -, 未检出; 不同肩标字母表示具有显著性差异 (P<0.05)。

水平,产品视觉效果提升明显。产品总羰基含量和TBARS值变化具有相关性,随着葡萄籽粉添加量的增加而降低,随发酵葡萄籽粉添加量的增加总体呈升高的趋势,两者均存在一定的量效关系,均具有显著的氧化抑制作用,且葡萄籽粉添加效果优于发酵葡萄籽粉。结合产品多不饱和脂肪酸含量和风味主成分分析,添加2.0%葡萄籽粉时,产品多不饱和脂肪酸含量最高,且风味较多,保持了与传统制品一致的特征,为较优的添加方案。

参 考 文 献

- [1] GUPTA M, DEY S, MARBANIANG D, et al. Grape seed extract: Having a potential health benefits[J]. Journal of Food Science and Technology, 2020, 57: 1205-1215.
- [2] LIBERA J, LATOCH A, WÓJCIAK K M. Utilization of grape seed extract as a natural antioxidant in the technology of meat products inoculated with a probiotic strain of LAB[J]. Foods, 2020, 9(1): 103.
- [3] 杜月梅, 韩何丹, 郭卓雨, 等. 葡萄籽原花青素对顺铂诱导小鼠睾丸支持细胞TM4细胞凋亡的影响[J]. 食品科学, 2020, 41(9): 98-104.
DU Y M, HAN H D, GUO Z Y, et al. Effect of grape seed proanthocyanidin extract on cisplatin-induced apoptosis of mouse testicular sertoli TM4 cells[J]. Food Science, 2020, 41(9): 98-104.
- [4] 石焕焕. 葡萄籽原花青素调控靶基因FoxM1对结肠癌细胞生物学特征的影响及相关机制的研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2019.
SHI H H. Effects of grape seed proanthocyanidins regulatory target gene FoxM1 on biological characteristics of colon cancer cells and related mechanisms[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2019.
- [5] 韩何丹, 杜月梅, 王海, 等. 低聚葡萄籽原花青素对顺铂所致人胚肾细胞线粒体损伤的保护作用[J]. 食品科学, 2020, 41(1): 168-174.
HAN H D, DU Y M, WANG H, et al. Protective effect of oligomeric grape seed proanthocyanidins on cisplatin-induced mitochondrial damage in HEK293 cells[J]. Food Science, 2020, 41(1): 168-174.
- [6] COSANSU S, JUNEJA V K. Growth of *Clostridium perfringens*, in sous vide, cooked ground beef with added grape seed extract[J]. Meat Science, 2018, 143: 252-256.
- [7] 付丽, 吴丽, 胡晓波, 等. 三种天然抗氧化剂复合对冻藏牛肉丸抗氧化效果的研究[J]. 现代食品科技, 2018, 34(3): 159-166.
FU L, WU L, HU X B, et al. Antioxidant effects of three kinds of natural antioxidants on the frozen bovine meatballs[J]. Modern Food Science and Technology, 2018, 34(3): 159-166.
- [8] ANDRÉS A I, PETRÓN M J, ADÁMEZ J D, et al. Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties[J]. Meat Science, 2017, 129: 62-70.
- [9] RIAZI F, ZEYNALI F, HOSEINI E, et al. Oxidation phenomena and color properties of grape pomace on nitrite-reduced meat emulsion systems[J]. Meat Science, 2016, 121: 350-358.
- [10] CHIKWANHA O C, VOSTER M, NOLTE J E, et al. Grape pomace (*Vitis vinifera* L. cv. Pinotage) supplementation in lamb diets: Effects on growth performance, carcass and meat quality[J]. Meat Science, 2019, 147: 6-12.
- [11] GUERRARIVAS C, VIEIRA C, RUBIO B, et al. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life[J]. Meat Science, 2016, 116: 221-229.
- [12] SUN W Z, CUI C, ZHAO M M, et al. Effects of composition and oxidation of proteins on their solubility, aggregation and proteolytic susceptibility during processing of Cantonese sausage[J]. Food Chemistry, 2011, 124(1): 336-341.
- [13] QIU C Y, ZHAO M M, SUN W Z, et al. Changes in lipid composition, fatty acid profile and lipid oxidative stability during Cantonese sausage processing[J]. Meat Science, 2013, 93(3): 525-532.
- [14] SHANG X L, ZHOU Z G, JIANG S H, et al. Interrelationship between myoglobin oxidation and lipid oxidation during the processing of Cantonese sausage with d - sodium erythorbate[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020, 100(3): 1022-1029.
- [15] 刘文营, 乔晓玲, 成晓瑜, 等. 天然抗氧化剂对广式腊肠感官品质及挥发性风味物质的影响[J]. 中国食品学报, 2019, 19(2): 211-220.
LIU W Y, QIAO X L, CHENG X Y, et al. Effect of natural antioxidant on sensory quality and volatile

- flavor substances of cantonese style sausage[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2019, 19(2): 211-220.
- [16] QI S J, ZHOU D L. Lotus seed epicarp extract as potential antioxidant and anti-obesity additive in Chinese Cantonese sausage[J]. Meat Science, 2013, 93(2): 257-262.
- [17] KHAN N, FAHAD S, NAUSHAD M, et al. Grape production critical review in the world [J/OL]. SSRN Electronic Journal, 2020: 16 [2020-11-03], <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3595842>.
- [18] WANG X P, ZHOU P F, CHENG J R, et al. Use of straw mushrooms (*Volvariella volvacea*) for the enhancement of physicochemical, nutritional and sensory profiles of Cantonese sausages[J]. Meat Science, 2018, 146: 18-25.
- [19] 中华人民共和国质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 均匀色空间和色差公式: GB/T 7921-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 4. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. Uniform color space and color difference formula: GB/T 7921-2008[S]. Beijing: Standards Press of China, 2008: 4.
- [20] WANG Q, LI L, DING W, et al. Adulterant identification in mutton by electronic nose and gas chromatography-mass spectrometer [J]. Food Control, 2018, 98: 431-438.
- [21] OLIVER C N, AHN B W, MOERMAN E J, et al. Age-related changes in oxidized proteins[J]. Journal of Biological Chemistry, 1987, 262(12): 5488-5491.
- [22] GANHÃO R, MORCUENDE D, ESTÉVEZ M. Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage[J]. Meat Science, 2010, 85(3): 402-409.
- [23] DRYER R L, LATA G F. Experimental biochemistry[M]. New York: Oxford University Press, 1989: 346-347.
- [24] GANHÃO R, ESTÉVEZ M, MORCUENDE D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials[J]. Food Chemistry, 2011, 126(2): 772-778.
- [25] 国家食品药品监督管理总局, 国家卫生和计划生育委员会. 食品中脂肪酸的测定: GB 5009.168-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016: 12. State Food and Drug Administration, National Health and Family Planning Commission. Determination of fatty acids in food: GB 5009.168-2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2016: 12.
- [26] CHAKANYA C, ARNAUD E, MUCHENJE V, et al. Colour and oxidative stability of mince produced from fresh and frozen/thawed fallow deer (*Dama dama*) meat[J]. Meat Science, 2017, 126: 63-72.
- [27] PRPICH N Z P, GARRO O A, ROMERO M, et al. Evaluation of an autochthonous starter culture on the production of a traditional dry fermented sausage from Chaco (Argentina) at a small-scale facility[J]. Meat Science, 2016, 115: 41-44.
- [28] EL-SHATER M A, HANAN G S, MOHAMED M M. Studies on fat in some chicken products with trial to prevent its oxidation[J]. New York Science Journal, 2012, 5(10): 56-63.
- [29] ALMEIDA P L, LIMA S N, COSTA L L, et al. Effect of jaboticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage[J]. Meat Science, 2015, 110: 9-14.
- [30] LI C L, HE L C, JIN G F, et al. Effect of different irradiation dose treatment on the lipid oxidation, instrumental color and volatiles of fresh pork and their changes during storage[J]. Meat Science, 2017, 128: 68-76.
- [31] 肖朝耿, 谭芦兰, 朱培培, 等. 红叶甜菜在肉糜中的发色效果及其抗氧化作用[J]. 中国食品学报, 2019, 19(5): 111-121. XIAO C G, TAN L L, ZHU P P, et al. The coloring effect and antioxidant effect of red beet in miced pork[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2019, 19(5): 111-121.
- [32] MILLER K V, NOGUERA R, BEAVER J, et al. A mechanistic model for the extraction of phenolics from grapes during red wine fermentation [J]. Molecules, 2019, 24(7): 1275.
- [33] ARASARADNAM R P, QURAIISHI N, KYROU I, et al. Insights into 'fermentonomics': Evaluation of volatile organic compounds (VOCs) in human disease using an electronic 'e-nose'[J]. Journal of Medical Engineering & Technology, 2011, 35(2): 87-91.
- [34] GROMSKI P S, CORREA E, VAUGHAN A A, et al. A comparison of different chemometrics ap-

- proaches for the robust classification of electronic nose data[J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2014, 406(29): 7581–7590.
- [35] LI H, CHEN Q, ZHAO J, et al. Non-destructive evaluation of pork freshness using a portable electronic nose (E-nose) based on a colorimetric sensor array[J]. *Analytical Methods*, 2014, 6(16): 6271–6277.
- [36] HADDI Z, ALAMI H, BARI N E, et al. Electronic nose and tongue combination for improved classification of Moroccan virgin olive oil profiles[J]. *Food Research International*, 2013, 54(2): 1488–1498.
- [37] LUCIANO G, NATALELLO A, MATTIOLI S, et al. Feeding lambs with silage mixtures of grass, sainfoin and red clover improves meat oxidative stability under high oxidative challenge[J]. *Meat Science*, 2019, 156: 59–67.
- [38] OSPINA-E J C, BENJAMÍN R, OCHOA O, et al. Development of frankfurter - type sausages with healthy lipid formulation and their nutritional, sensory and stability properties[J]. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2015, 117: 122–131.
- [39] FERNANDES R, TRINDADE M A, LORENZO J M, et al. Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of *origanum vulgare* extract during storage[J]. *Meat Science*, 2017, 137: 244–257.
- [40] NOOR S, BHAT Z F, KUMAR S, et al. Preservative effect of asparagus racemosus: A novel additive for bioactive edible films for improved lipid oxidative stability and storage quality of meat products[J]. *Meat Science*, 2018, 139: 207–212.
- [41] SHANGE N, MAKASI T, GOUWS P, et al. Preservation of previously frozen black wildebeest meat (*Connochaetes gnou*) using oregano (*Oreganum vulgare*) essential oil[J]. *Meat Science*, 2019, 148: 88–95.
- [42] WANG Y H, YANG X L, WANG L, et al. Effects of proanthocyanidins from grape seed on treatment of recurrent ulcerative colitis in rats[J]. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 2010, 88(9): 888–898.
- [43] HOLMAN B, COOMBS C, MORRIS S, et al. Effect of long term chilled (up to 5 weeks) then frozen (up to 12 months) storage at two different sub-zero holding temperatures on beef: 3. Protein structure degradation and a marker of protein oxidation[J]. *Meat Science*, 2018, 139: 171–178.
- [44] GAN X, LI H J, WANG Z M, et al. Does protein oxidation affect proteolysis in low sodium Chinese traditional bacon processing?[J]. *Meat Science*, 2019, 150: 14–22.
- [45] LI B, XU Y, LI J, et al. Effect of oxidized lipids stored under different temperatures on muscle protein oxidation in Sichuan-style sausages during ripening[J]. *Meat Science*, 2019, 147: 144–154.
- [46] ARMENTEROS M, MORCUENDE D, VENTANAS J, et al. The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation[J]. *Meat Science*, 2016, 116: 253–259.
- [47] SELANI M M, SHIRADO G A N, MARGIOTTA G B, et al. Pineapple by-product and canola oil as partial fat replacers in low-fat beef burger: Effects on oxidative stability, cholesterol content and fatty acid profile[J]. *Meat Science*, 2016, 115: 9–15.
- [48] MANCINI S, PACI G, FRATINI F, et al. Improving pork burgers quality using *Zingiber officinale*, Roscoe powder (ginger)[J]. *Meat Science*, 2017, 129: 161–168.

Effects of Grape Seed Powder on Physical and Chemical and Sensory Quality of Cantonese Sausage

Liu Wenying¹, Lu Wu², Li Dan¹, Li Xiang¹, Wang Shouwei¹, Cheng Xiaoyu^{*}, Wang Le¹
(¹China Meat Research Center, National Meat Processing Engineering Technology Research Center, Beijing Key Laboratory of Meat Processing Technology, Beijing Academy of Food Sciences, Beijing 100068
²Xinjiang Karamay Food and Drug Inspection Institute, Karamay 834000, Xinjiang)

Abstract The effects of raw grape seed powder (RGSP) and fermented grape seed powder (FGSP) on the color, total

carbonyl content, thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) value, fatty acid components and the flavor principal component of Cantonese sausage were analyzed. The results showed that the brightness (L^*) value decreased and the redness (a^*) value increased as RGSP and FGSP addition. The total carbonyl content and TBARS value of the product containing RGSP showed a trend of decrease, the total carbonyl content of the FGSP product showed an increase, while the TBARS value wavelike rising as the addition amount increase. The main flavor characteristics of the products with 2.0% RGSP, 0.5% FGSP and 2.0% FGSP were similar to those of the control samples to a certain extent. In terms of fatty acid composition, samples with 0.1% RGSP, 2.0% RGSP, 0.1% FGSP and 0.2% FGSP had a low saturated fatty acids (SFA) ratio, and the difference between them was not significant ($P > 0.05$). Samples with 0.1% FGSP and 0.2% FGSP had a high monounsaturated fatty acid (MFA) ratio, and the difference was not significant ($P > 0.05$), while samples with 0.1% RGSP and 2.0% RGSP had a high polyunsaturated fatty acid (PUFA) content ratio, and the difference was not significant ($P > 0.05$). In other words, 2.0% RGSP had a better effect on improving the quality of Cantonese sausage. At this time, the total carbonyl content and TBARS value of the product were lower, and the PUFA accounted for a higher proportion, the a^* value was improved, while the flavor did not change significantly.

Keywords grape seed; fermented grape seed; Cantonese sausage; color; fatty acid; flavor component analysis; fat oxidation; total carbonyl content