

脂肪含量和包装方式对法兰克福香肠贮藏品质的影响

Evaluation of the quality of Frankfurters as affected by fat content and packaging method during storage

於慧利^{1,2} 徐宝才^{1,3} 李景军^{1,3} 刘元法² 蒋 将²

YU Hui-li^{1,2} XU Bao-cai^{1,3} LI Jing-jun^{1,3} LIU Yuan-fa² JIANG Jiang²

(1. 肉品加工与质量控制国家重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122; 3. 江苏雨润肉类产业集团有限公司, 江苏 南京 210041)

(1. State Key Laboratory of Meat Processing & Quality Control, Wuxi, Jiangsu 214122, China;
2. Jiangnan University, Food College, Wuxi, Jiangsu 214122, China;
3. Jiangsu Yurun Meat Industry Co., Ltd, Nanjing, Jiangsu 210041, China)

摘要:以法兰克福香肠为研究对象,以脂质氧化、色泽、质构和挥发性产物为评价指标,研究不同脂肪含量和包装方式对产品贮藏品质的影响。结果表明:随着贮藏时间延长,法兰克福香肠的硫代巴比妥酸值(TBARS)值和亮度均与脂肪含量呈正相关,与包装方式无关;香肠的红度与脂肪含量相关性不显著,与包装方式呈正相关;香肠的硬度和黏性与脂肪含量呈负相关,与包装方式相关性甚小;脂肪含量和包装方式与挥发性产物之间的相关性都较显著。选择较低脂肪含量和真空包装方式有利于保持法兰克福香肠的贮藏品质。

关键词:法兰克福香肠;脂肪含量;包装方式;透氧包装;真空包装;硫代巴比妥酸值;质构

Abstract: Investigated the influence of the effect of different fat content and packaging method on the sausage from day 0 to day 12. Lipid oxidation, color, texture and volatile products were measured. The results showed that: TBARS values and brightness of frankfurters are positively related to the fat content, regardless of packaging ways; the packaging ways mainly affected the red values of sausages; hardness and stickiness was negatively related to fat content; it was concluded that fat content and packaging method had significant effects on volatiles production. Overall, it is advisable to employ lower fat content and vacuum packaging while maintain the quality of Frankfurters.

Keywords: Frankfurters; fat content; packaging method; oxygen permeability of packaging; vacuum packaging; TBARS; texture

法兰克福香肠是较典型的低温肉制品,因风味独特,价

廉物美,受到消费者欢迎。然而,因产品脂肪氧化和产品包装方式及材料的透氧性差异而导致的产品质量问题层出不穷。Ahn 等^[1]发现透氧包装的原料猪肉经过光照后比控制组(未经光照)的 TBARS 值明显增加;透氧包装的香肠经光照后色泽稳定性较弱;Vladimiro Cardenia 等^[2]研究高油酸量的葵花籽油和 V_E 对猪肉中脂肪氧化稳定性的影响,得出合适的配比来达到最适宜的氧化稳定性;M. Karami 等^[3]研究山羊的饮食中添加抗氧化剂 V_E 、姜黄、穿心莲对脂肪和色泽的影响,喂养 14 周后屠宰于 4 °C 抽样真空包装,发现抗氧化剂可以提高肉的色泽,而姜黄与穿心莲抗氧化的效果与 V_E 类似。

目前,国内外学者对肉制品的氧化及品质也展开了研究。魏艳丽^[4]通过确定 TBA 的反应条件,采用 5 种天然抗氧化剂和 3 种香辛料提取物来抗氧化;金牧等^[5]采用酶水解和酶交联的方法对 SPI 进行改性,制备能够提高法兰克福香肠的持水性和贮存稳定性的功能性食品用蛋白配料;S. Y. Hsu 等^[6]研究乳化猪肉丸品质的影响因素,得出脂肪含量、糖、盐和蒸煮温度的交互反应;J. Carballo 等^[7]研究不同脂肪含量、不同蛋白含量、不同蒸煮温度对博洛尼亚香肠的特性及色泽的影响;C. Jo 等^[8]研究贮藏期间不同的脂肪来源及包装方式对辐射香肠色泽变化的影响,发现添加玉米油的香肠亮度(L^*)增加,而添加亚麻籽油的香肠在真空包装条件下红度(a^*)和黄度(b^*)增加;周辉等^[9]研究不同包装材料在台湾香肠中的应用,测定其过氧化值、酸价等指标,筛选出最合适的包装材料。

因此,本试验研究脂肪含量和包装方式(透氧、真空包装)对法兰克福香肠贮藏品质的影响状况,探明贮藏期间法

作者简介:於慧利(1987—),女,江南大学在读硕士研究生。

E-mail: ysyhl9@163.com

通讯作者:李景军

收稿日期:2012-05-15

兰克福香肠的各项指标的变化规律,为肉制品的设计和生
产实践提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料与仪器设备

1.1.1 原料

猪后腿肉、猪背膘、大豆分离蛋白及其它辅料:江苏雨润
肉类产业集团有限公司;

复合塑料袋:PET 12 μm/PA 15 μm/PP 60 μm,氧气
透过率 25 cm³/(m²·24 h·0.1 MPa),江苏雨润肉类产业
集团有限公司。

1.1.2 主要试剂

氯仿、甲醇、乙醚、乙醇、异辛烷、冰乙酸、碘化钾、硫代硫
酸钠(Na₂S₂O₃)、氢氧化钾(KOH)、三氯乙酸(TCA)、硫代巴
比妥酸(TBA):分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.1.3 主要仪器与设备

色差仪:NC-0802,诺苏电子有限公司;

质构仪:TMS-2000,北京科尔德公司;

分光光度计:UV-2100型,尤尼柯(上海)仪器有限公司;

绞肉机:A 100-1型,济南金普源炊事机械有限公司;

烟熏炉:BYX-50型,杭州艾博机械有限公司;

斩拌机:ZB-20型,河北省大厂县华映食品机械有限
公司;

灌肠机:HS30-A型,沈阳市第三量具厂;

真空包装机:DZQ-400/2S型,章丘市炊具机械总厂包装
机械厂;

气相色谱仪:GC5890,山东瑞普分析仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 法兰克福香肠的配方 见表1。

表1 法兰克福香肠的配方

Table 1 The formulation of Frankfurters

成分	百分比/%	成分	百分比/%
猪肉	60	味精	0.05
大豆分离蛋白	3	亚硝酸	0.012 5
冰	30	木薯变性淀粉	3.5
糖	1	卡拉胶	0.3
盐	1.5	香料	0.5
磷酸盐	0.3		

1.2.2 香肠的加工工艺流程

辅料



原料肉→绞肉→斩拌→灌肠→烟熏→包装→杀菌

1.2.3 试验方法 以猪后腿肉和背膘为原料,通过调整二
者配比分别得到脂肪含量为10%,15%,25%的香肠。将3
种香肠用同一种包装袋包装,通过调节真空度来达到透氧包

装和真空包装,如“透氧包装15%”,即为脂肪含量15%的香
肠,采用真空度为10%的透氧包装。将香肠置于4℃下贮
藏,分别在0,3,7,12 d取样,测定产品的相关指标。

1.2.4 测定项目及方法

(1) 脂肪含量:采用氯仿甲醇法,准确称取5 g肉,加入
60 mL氯仿-甲醇混合液,60℃水浴提取1 h,结束后,用布
氏漏斗过滤,洗涤残渣,置于65~70℃回收试剂。加入
25 mL乙醚和15 g无水硫酸钠,震荡10 min后将醚层移入
具塞离心管中,3 000 r/min离心5 min,蒸发去除石油醚后,
于100~105℃烘烤至恒重。

(2) pH值:参照文献[10]。常见猪肉为5.3~6.9。

(3) 硫代巴比妥酸(TBARS)值:参照文献[10]、[11]。

(4) 脂质的提取:参照文献[12]。

(5) 酸价(AV):按GB/T 5530—2005执行。

(6) 过氧化值(POV):按GB/T 5538—2005执行。

(7) 氧化稳定值(AOM):也称为活性氧法^[13](active ox-
ygen method)测定油脂的稳定性,将油脂置于特定温度下的
恒温环境中,吸入带有活性氧并经预热的洁净空气,使它在
标准状态下发生氧化,并在此一段时间内定时的测量其过氧
化值,当过氧化值达到100 meq/kg时,所用的时间(h)即为
AOM值。

(8) 色泽分析:参见文献[14]。

(9) 质构分析:参见文献[15]。

1.2.5 挥发性化合物的测定

(1) 挥发性混合物的提取:参见文献[9]。

(2) 气相分析:用一个吹扫捕集器(Model 3000)来捕集
挥发物,带有火焰离子检测器(FID)的气相色谱(GC)来分析
猪肉香肠中的挥发物,每个峰面积作为香肠中挥发性产物的
数值。色谱条件:色谱毛细管柱为OV1701柱(柱长30 m,内
径0.25 mm,液膜厚度0.25 μm);起始温度32℃,保持
3 min,然后以4℃/min的升温速度升温到60℃,再以
8℃/min的升温速度升温到100℃,最后以18℃/min的速
度升温到240℃;汽化室温度250℃,样量1 mL;载气为
He,体积流量0.8 mL/min;分流比为10:1.2^[16]。

1.2.6 数据处理 采用SPSS 11.5统计软件。

2 结果与讨论

2.1 脂质氧化

2.1.1 pH的变化 由图1可知,产品pH值都是先增后
降;脂肪含量与pH值呈正相关;透氧包装的pH值略高。可
能是某些酶的作用下蛋白质降解产生胺类物质使pH值升
高;随后脂质氧化分解产生了越来越多的游离脂肪酸,使pH
值下降;微生物也会分解营养物质产酸;而大量脂肪酸积累
使产酸的反应平衡向逆反应方向移动导致产酸反应放缓。

2.1.2 TBARS的变化 TBARS值是常用的衡量肉制品中
氧化终产物含量的一个指标,而丙二醛则是其中小分子终产

物的代表。由图 2 可知, TBARS 值总体变化趋势为先增加后降低。TBARS 值随着脂肪含量的增加而增加。透氧包装下, 脂肪含量与 TBARS 值呈现很大的正相关性($P < 0.05$), 由于油脂在不断氧化, 小分子物质不断产生。7 d 之后, TBARS 相对稳定略显下降, Luchsinger^[2]认为是由于生成的丙二醛与蛋白质等物质反应, 使丙二醛呈结合态, 而不易检测出来。肉制品在氧化初期形成的低浓度的醛类化合物对肉的美好风味有促进作用, 但是随着氧化的进行, 酮、醛、醇等小分子物质富集, 会形成不良的哈败味^[17]。

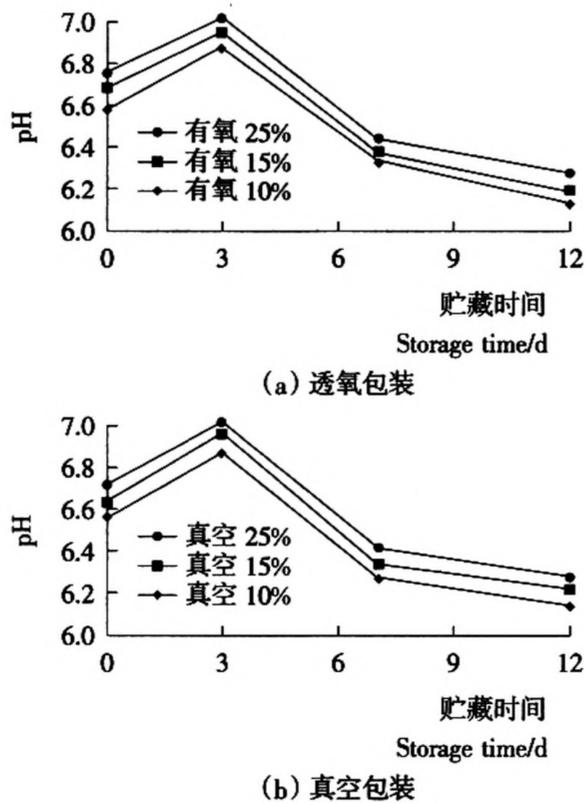


图 1 贮藏期间透氧包装和真空包装的 pH 的变化
Figure 1 Changes of pH of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

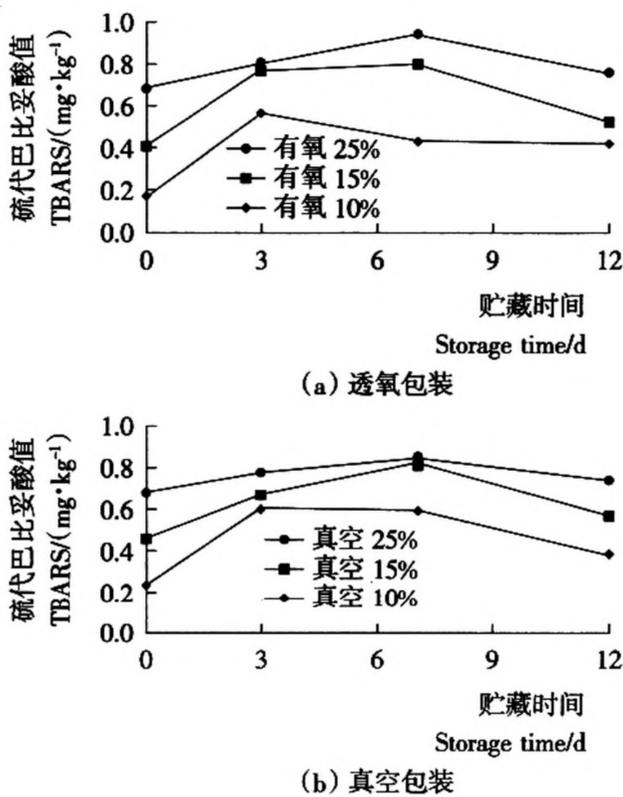


图 2 贮藏期间透氧包装和真空包装的 TBARS 值的变化
Figure 2 Changes of TBARS of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

2.1.3 酸价的变化 由图 3 可知, AV 值整体呈上升趋势, 之后略下降。可见油脂氧化不断加强, 真空包装比有氧包装要低。前 7 d, 酸价上升明显($P < 0.05$), 这可能与香肠中相关酶的催化活性较高、反应底物含量较高、油脂分解比较迅速有关。后几天上升程度不显著 ($P > 0.05$), 可能是酶的活性受到抑制或底物量有所降低或部分游离脂肪酸氧化成了过氧化物。

2.1.4 过氧化值的变化 由图 4 可知, 贮藏期间 POV 变化趋势为先增加后降低。前 3 d, 产品中的过氧化物大量积累,

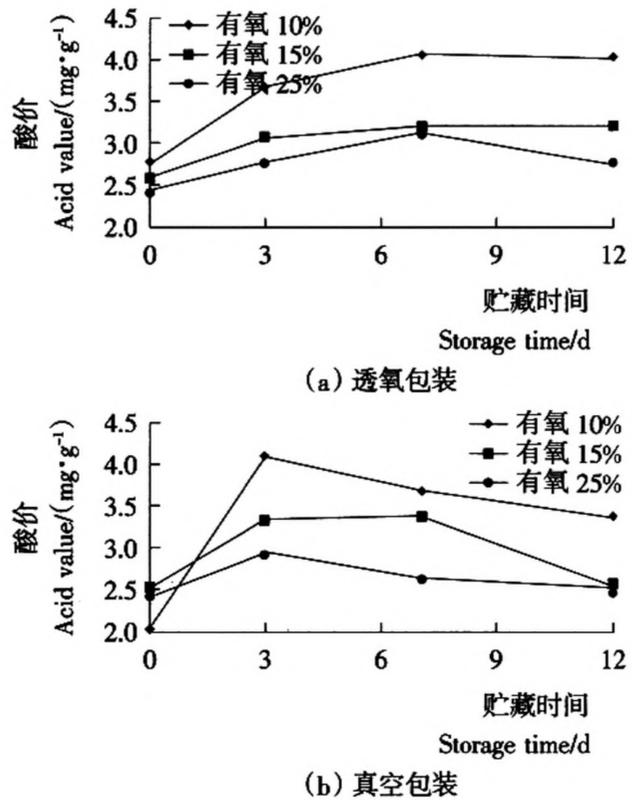


图 3 贮藏期间透氧包装和真空包装的 AV 的变化
Figure 3 Changes of acid value of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

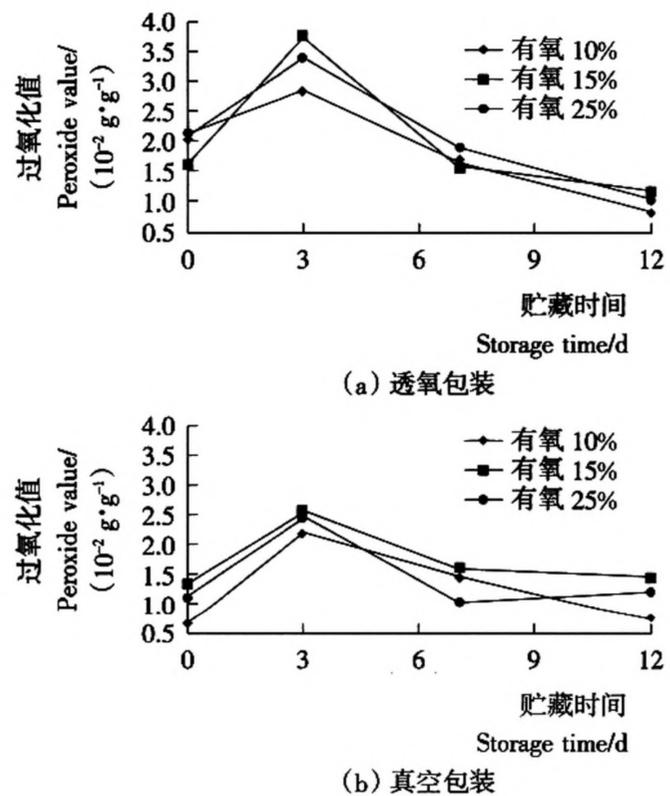


图 4 贮藏期间透氧包装和真空包装的 POV 的变化
Figure 4 Changes of peroxide value of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

所以过氧化值升高较迅速。之后,由于氢过氧化物不稳定,会分解成小分子醛、酮等,使过氧化物量减少。

2.1.5 AOM的变化 由图5可知,脂肪含量与AOM值呈负相关;脂肪含量为15%和25%的香肠,真空包装产品的AOM值明显高于透氧包装;而在贮藏期间,同一产品氧化稳定性变化不明显($P>0.05$),略有下降。包装方式对脂肪含量高的产品影响较显著($P<0.05$)。

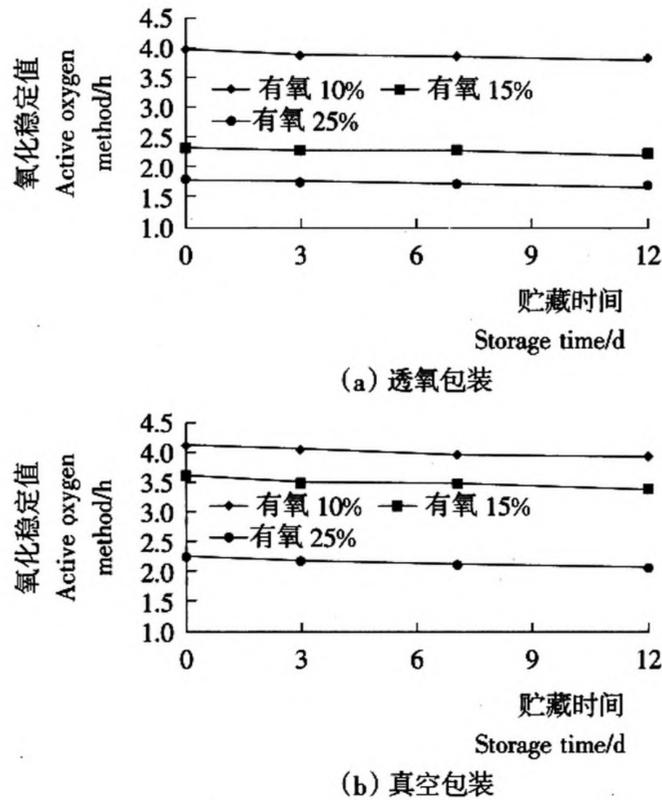


图5 贮藏期间透氧包装和真空包装的AOM的变化
Figure 5 Changes of AOM of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

2.2 色泽变化

2.2.1 亮度和黄度的变化 由图6可知,脂肪含量与香肠亮度呈正相关,包装方式的影响不显著($P>0.05$)。该结论与J. Carballo等的研究结果^[7]一致。黄度变化与脂肪含量和包装方式的相关性均不显著($P>0.05$)。原因可能是,油脂渗出使亮度增加,如果香肠开始腐败也会导致亮度的增加。Ahn D U等^[1]发现光照可以降低真空包装香肠的黄度值,但对有氧包装的香肠则无显著性($P>0.05$)。

2.2.2 红度的变化 由图7可知,红度的变化呈先下降后增加的趋势,与香肠被氧化的水平呈现一致性,颜色的变化与脂肪的氧化以及肌球蛋白的氧化相关。红度值与包装方式相关性较显著($P<0.05$),与脂肪含量相关性不明显。由于储藏期间瘦肉中部分肌红蛋白的二价铁被氧化成三价铁使红度值降低,香肠中的亚硝酸盐发挥发色作用,还原产物一氧化氮与肌红蛋白结合形成复合物等都会引起红度值增加^[18]。

2.3 质构变化

2.3.1 硬度和弹性的变化 由图8可知,脂肪含量与硬度呈负相关性,而包装方式的影响很小,是由于贮藏过程中香

肠失水导致变硬;而脂肪含量和包装方式对弹性的影响都不显著($P>0.05$)。

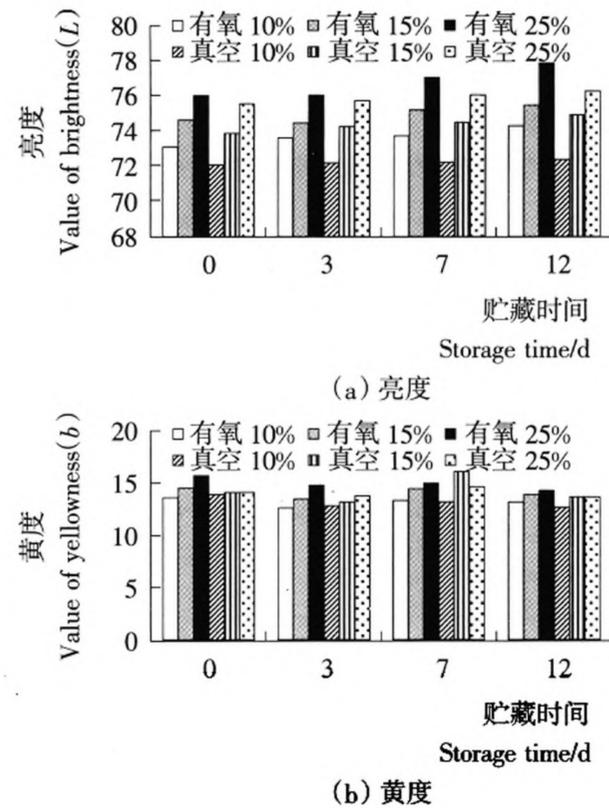


图6 贮藏期间内透氧包装和真空包装的亮度和黄度的变化

Figure 6 Changes in the value of brightness and yellowness of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

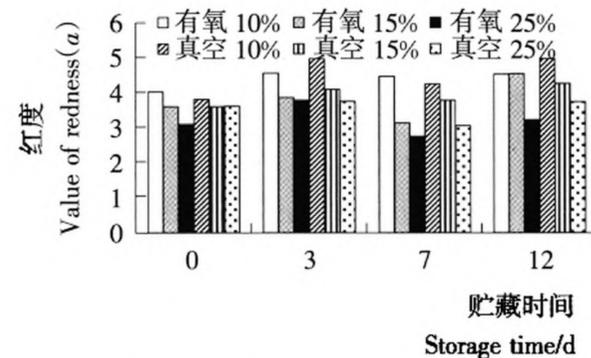


图7 贮藏期间透氧包装和真空包装的红度的变化
Figure 7 Changes in the value of redness of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

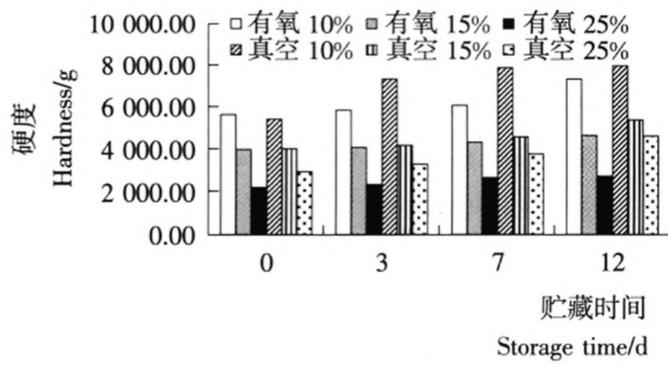
2.3.2 凝聚力和咀嚼性的变化 由图9可知,脂肪含量与咀嚼性的变化呈现负相关,与凝聚力无相关性;而包装方式对凝聚力和咀嚼性的变化都不太明显($P>0.05$)。

2.3.3 黏性的变化 由图10可知,脂肪含量与黏性呈现明显的负相关性($P<0.05$),而包装方式与黏性无相关性。

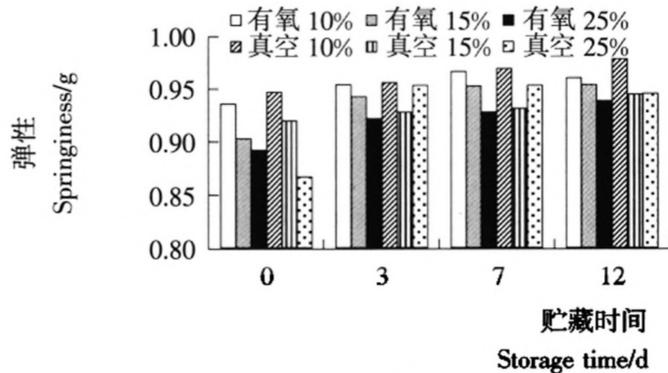
2.4 贮藏前后产品中挥发性产物的对比

0 d和12 d时贮藏于4℃下的香肠的脂肪含量对其挥发性产物的影响见表2。

由表2可知,在0 d和12 d,脂肪含量高的香肠产生更多的丙醛,更少的1-戊醛,壬醛,1-庚醇。醛类、酮类和醇类的总量在脂肪含量10%的香肠中是最高的,脂肪含量25%中是



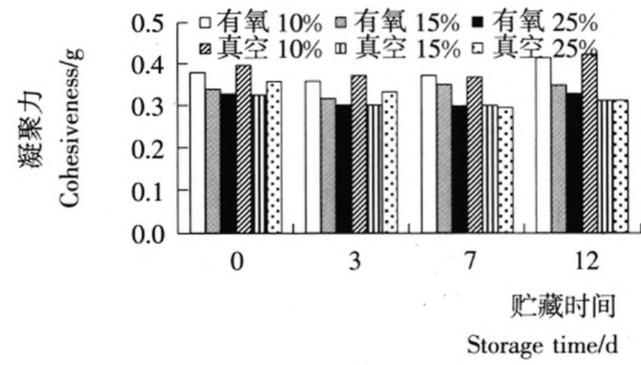
(a) 硬度



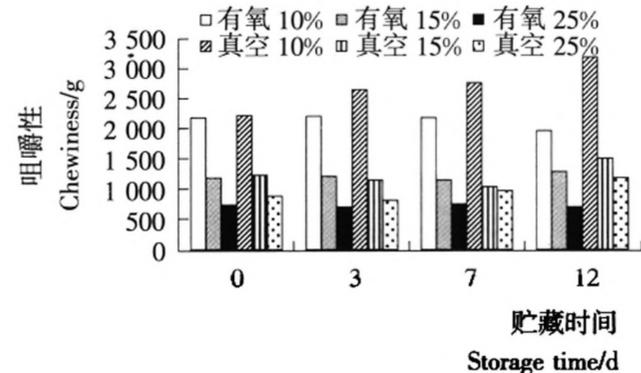
(b) 弹性

图 8 贮藏期间内透氧包装和真空包装的硬度和弹性的变化

Figure 8 Changes in the value of hardness and springiness of oxygen permeability and vacuum packaging during storage



(a) 凝聚力



(b) 咀嚼性

图 9 贮藏期间透氧包装和真空包装的凝聚力和咀嚼性的变化

Figure 9 Changes in the value of cohesiveness and chewiness of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

表 2 0 d 和 12 d 时贮藏于 4 °C 下的香肠的脂肪含量对其挥发性产物的影响[†]

Table 2 Effect of fat content on the production of volatiles in Frankfurters after 0 day and 12 day of storage at 4 °C

挥发物	透氧包装								真空包装							
	10%		15%		25%		标准平均误差		10%		15%		25%		标准平均误差	
	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d	0 d	12 d
1-庚烯	5.6	9.9	9.0	13.5	12.1	14.9	1.1	1.6	6.3	6.9	8.2	9.1	11.5	12.3	1.3	0.7
丙醛	12.7	20.2	17.6	13.4	21.4	16.0	0.9	2.3	13.7	11.5	16.1	15.1	18.6	17.9	1.1	0.7
2-甲基丙醛	14.1	63.5	17.8	120.0	15.3	78.8	1.7	19.0	15.7	13.2	13.0	14.3	13.8	14.4	0.7	0.6
2-甲基正丁醛	21.0	13.4	12.7	15.3	16.8	17.6	3.3	1.6	18.5	18.1	17.1	19.4	17.4	22.3	2.4	6.0
戊醛	27.5	26.9	25.2	20.1	26.3	18.3	2.5	2.1	27	18.2	26.3	22.9	25.9	24.3	1.4	3.4
3-戊酮	81.7	79.0	54.5	60.3	38.7	53.5	9.9	9.8	75.4	59.9	72.2	57.4	73.3	60.4	6.2	5.7
正己醛	141.2	228.7	157.6	200.7	152.7	174.2	7.7	9.4	156.3	100.7	143.2	103.9	147.3	102.5	8.1	4.6
1-丁醇	5.1	7.5	4.5	7.1	2.9	6.4	1.4	0.3	2.3	5.3	6.2	4.6	8.4	3.8	1.5	0.6
1-戊醇	12.5	25.3	13	21.5	14.2	18.9	0.5	0.6	13.5	10.2	10.1	9.5	8.1	9.0	1.5	0.3
壬醛	1.0	3.8	1.0	3.0	1.0	2.2	—	0.2	1.0	0.3	1.0	nd	1.0	nd	—	0.3
癸醛	nd	3.9	nd	5.5	nd	4.7	—	1.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	—	—
1-庚醇	1.0	4.3	1.0	2.9	1.0	1.3	—	0.2	1.0	0.3	1.0	nd	1.0	nd	—	0.3
醛类+酮类	299.2	439.5	286.5	138.0	274.9	65.0	16.6	24.6	307.6	221.9	288.8	233.0	303.3	245.3	15.2	16.2
醇类	18.6	37.1	18.4	31.5	17.4	26.7	1.5	0.9	16.8	15.7	17.3	14.0	19.6	12.7	1.7	1.0
总挥发物	323.4	486.5	313.9	483.0	301.4	431.2	17.2	24.0	331.1	244.5	314.3	256.1	298.7	278.6	8.2	16.8

[†] “nd”表示没发现,“—”表示不存在此物质。

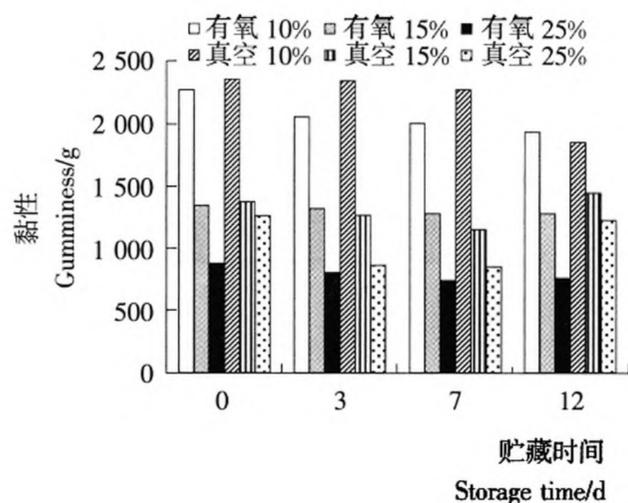


图 10 贮藏期间透氧包装和真空包装的黏性的变化
Figure 10 Changes in the value of gumminess of oxygen permeability and vacuum packaging during storage

最低的。所有单独的挥发性化合物中,只有丙醛的变化趋势与 TBARS 值的变化趋势一致,它们与脂肪含量呈正相关(图 3)。真空包装相对透氧包装,产生的挥发性产物降低。通过表 2 可知贮藏前后,1-庚烯、1-丁醇和壬醛等醛类和酮类的数量都增加,而真空包装的正己醛、正丁醛等含量降低,Jo C. 等^[8]研究也表明,贮藏期间,真空包装中正己醛的含量会降低。

3 结论

(1) 法兰克福香肠的脂肪含量越高,产生的丙二醛小分子越多,其氧化越剧烈;脂肪含量也会主要影响产品的亮度、硬度和黏性;包装方式对产品的脂质氧化、色泽和挥发性产物有很显著的影响(使氧化加剧,产品红度增加,挥发性产物增多等)。因此,适当控制脂肪含量和采用真空包装方式,是提高法兰克福香肠贮藏品质重要的技术措施。

(2) 在肉制品加工过程中,物料配比和包装材料、包装方式的选择对产品的品质和货架期都会产生重要影响。生产实践中,影响因素有很多,原因也相当复杂。本试验仅为技术人员提供一个解决类似实际问题的参考范例。在生产实践中,适当调控好产品的脂肪含量,并选择合适的包装材料,有助于提高肉制品的贮藏品质。无论如何,采取合理的技术措施,有效控制各种不利因素,最大程度的保持产品的营养价值,使广大消费者能够吃到健康、放心的肉制品,是肉类产业面临的一大课题。

参考文献

- Ahn D U, Olson D G, Lee J I, et al. Packaging and irradiation effects on lipid oxidation and volatiles in pork patties[J]. *Journal of Food Science*, 1998(63): 15~19.
- Vladimiro Cardenia, Maria Teresa Rodriguez-Estrada. Oxidative stability of pork meat lipids as related to high-oleic sunflower oil and vitamin E diet supplementation and storage conditions[J].

- Meat Science, 2011,88(2):271~279.
- M Karami, A R Alimon, Y M Goh. Effect of vitamin E, Andrographis paniculata and turmeric as dietary antioxidant supplementation on lipid and color stability of goat meat[J]. *Small Ruminant Research*, 2011,91(1):67~71.
- 魏艳丽. 乳化型香肠中脂肪氧化及控制的研究[D]. 天津:天津商业大学,2010.
- 金牧,何志勇. 改性大豆分离蛋白对法兰克福香肠品质的影[J]. *食品与机械*, 2010,26(1):1~4.
- S Y Hsu. Effects of processing factors on qualities of emulsified meatball[J]. *Journal of Food Engineering*, 1998(36):337~347.
- J Carballo. Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, Protein levels and cooking temperatures[J]. *Meat Science*, 1999,3(41):301~313.
- C Jo, S K Jin, D U Ahn. Color changes in irradiated cooked pork sausage with different fat sources and packaging during storage [J]. *Meat Science*, 2000(55):107~113.
- 周辉,张三平. 复合包装材料对台湾香肠货架期的影响[J]. *食品工业科技*, 2006, 26(1):15~24.
- S Y Park, S S Yoo. Evaluation of lipid oxidation and oxidative products as affected by pork meat cut, packaging method, and storage time during frozen storage (-10 °C)[J]. *Journal of Food Science*, 2007,72(2):114~119.
- Yu Tc, Sinnhuber R O. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products[J]. *Food Technology*, 1996(11):104~108.
- Md Yeakub Ali, Richard B Cole. SFE-plus-C₁₈ Lipid cleanup and selective extraction method for GC/MS quantitation of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001,49(9):4 192~4 198.
- 薛连宝. 活性氧法测定油脂稳定度 AOM 装置的研制和应用 [J]. *粮食与油脂*, 1992(2):44~48.
- Soyer A, Hamdi A. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks)[J]. *Meat Science*, 2005(69): 135~141.
- Paneras E D, Bloukas J G, Filis D G. Production of low-fat frankfurters with vegetable oils following the dietary guidelines for fatty acids[J]. *Muscle Food*, 1998(9): 111~126.
- 党亚丽,王璋,许时婴. SPME 法和 SDE 法提取的金华火腿和巴马火腿风味物质比较[J]. *中国调味品*, 2008(2):51~57.
- 唐学燕,励建荣,赵爱明. 洋葱对西式香肠品质及储存稳定性的影响[J]. *食品与机械*, 2008,24(2):29~32.
- 许文清. 不同肥瘦比对储存期间香肠油脂氧化程度的影响研究 [J]. *江西农业学报*, 2007,19(10):98~101.