

包装袋种类对西式培根冷却贮藏期间品质变化的影响

商旭¹, 曹传爱¹, 张一敏², 孔保华¹, 刘骞^{1*}

(1. 东北农业大学 食品学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 山东农业大学 食品科学与工程学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 以不同种类的包装袋[如尼龙-聚乙烯袋(polyamide/polyeth, PA/PE)、偏二氯乙烯袋(polyvinylidene chloride, PVDC)、镀氧化硅袋]真空包装西式培根, 研究其在冷却贮藏(4℃, 45d)过程中品质的变化。通过测定西式培根水分含量、水分活度(water activity, Aw)、pH值、颜色、硫代巴比妥酸值(thiobarbituric acid, TBARS)、挥发性盐基氮(total volatile base-nitrogen, TVB-N)以及菌落总数与大肠杆菌数等指标。研究表明, 3种包装袋真空包装的西式培根在贮藏过程中的水分含量、Aw值以及颜色变化不显著($P>0.05$)。同时, 利用镀氧化硅袋真空包装的西式培根在第45天已经发生腐败现象, 其pH值和TVB-N显著高于其他组($P<0.05$)。另外, 利用PA/PE袋真空包装的西式培根的TBARS值和TVB-N值显著低于其他组($P<0.05$), 且菌落总数和大肠杆菌数也显著低于其它组($P<0.05$)。因此, PA/PE袋真空包装的西式培根能够有效保持西式培根在冷却贮藏过程中的品质, 为选择合适的西式培根包装袋奠定了理论基础。

关键词: 西式培根; 包装材料; 品质; 菌落总数; 大肠杆菌数

Effects of Different Type of Packaging Bags on Quality Changes of Western Bacon during Chilling Storage

SHANG Xu¹, CAO Chuan-ai¹, ZHANG Yi-min², KONG Bao-hua¹, LIU Qian^{1*}

(1. College of Food Science, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang, China;

2. College of Food Science and Engineering, Shandong Agricultural University, Taian 271018,

Shandong, China)

Abstract: The effect of different type of vacuum packaging bags, such as polyamide/polyethylene (PA/PE), polyvinylidene chloride (PVDC) and silicon oxide plating on the quality change of western bacon were

基金项目:“十三五”国家重点研发计划项目(2018YFD0401200)

作者简介:商旭(1994—),女(汉),硕士研究生,研究方向:畜产品加工。

* 通信作者:刘骞(1981—),男(汉),教授,博士,研究方向:畜产品加工。

- meat, nitrite, and heme iron intakes and postmenopausal breast cancer risk in the NIH-AARP diet and health study[J]. International Journal of Cancer, 2016, 138(7): 1609
- [20] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. GB 2762-2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017
- [21] NYGREN C M, EBERHARDT U, KARLSSON M, et al. Growth on nitrate and occurrence of nitrate reductase-encoding genes in a phylogenetically diverse range of ectomycorrhizal fungi[J]. New Phytologist, 2008, 180(4): 875-889
- [22] WALKER R. Naturally occurring nitrate/nitrite in foods[J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 26(11): 1735-1742
- [23] LIU Y. Characterization of *Lactobacillus pentosus* as a starter culture for the fermentation of edible oyster mushrooms (*Pleurotus* spp.)[J]. LWT - Food Science and Technology, 2016, 68: 21-26
- [24] 凌洁玉, 陈旭, 陈思羽, 等. 植物乳杆菌降解亚硝酸盐及其亚硝酸盐还原酶的研究[J]. 中国调味品, 2017, 42(7): 72-75, 89
- [25] LIU D, WANG P, ZHANG X, et al. Characterization of nitrite degradation by *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* LCR 6013[J]. Plos One, 2014, 9(4): e93308
- [26] P CHEN, Q ZHANG, H DANG, et al. Screening for potential new probiotic based on probiotic properties and α -glucosidase inhibitory activity[J]. Food Control, 2014(1): 65-72
- [27] 詹秀环, 王子云, 苏亚娟. 模拟胃液条件下维生素 C 对蔬菜亚硝酸盐含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(2): 312-314
- [28] 王晓波, 李金芳, 王梅, 等. 山竹壳总黄酮抗氧化及抑制亚硝化作用研究[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(6): 9-13

收稿日期:2018-11-17

investigated by measuring moisture content, Aw, pH, color, thiobarbituric acid (TBARS), total volatile base-nitrogen (TVB-N), total bacterial count and *Escherichia coli* count during chilling storage (4 °C, 45 days). The results showed that there was no significant difference in moisture content, Aw value and color difference between the three packaging materials ($P>0.05$). At the same time, the corruption of western bacon packed in vacuum with silicon oxide plating bags had occurred on the 45th day, and its pH value and TVB-N were significantly higher than those of other groups ($P<0.05$). In addition, the TBARS and TVB-N values of western bacon packed in PA/PE bags were significantly lower than those of other groups ($P<0.05$), and total bacterial count and *Escherichia coli* count were also significantly lower than those of other groups ($P<0.05$). Therefore, PA/PE bags vacuum packaging of western bacon could effectively maintain the quality of western bacon during chilling storage, laying a theoretical foundation for the selection of appropriate western bacon packaging bags.

Key words: western bacon; packaging bag; quality; total bacterial count; *Escherichia coli* count

引文格式:

商旭,曹传爱,张一敏,等. 包装袋种类对西式培根冷却贮藏期间品质变化的影响[J].食品研究与开发,2019,40(5):28-34
SHANG Xu, CAO Chuanai, ZHANG Yimin, et al. Effects of Different Type of Packaging Bags on Quality Changes of Western Bacon during Chilling Storage[J].Food Research and Development,2019,40(5):28-34

西式培根是由猪的腹部肉或肋条肉经过腌制、烟熏等工艺制成,其香味十足,咸度适中,油而不腻,适用于多种烹饪方式,例如煎、炒、蒸、炸^[1]。大多数现代工艺培根由于水分含量较高、盐含量较低、pH值接近中性以及营养物质的可利用性,促进了微生物的生长繁殖,导致了培根的腐败变质^[2]。而且由于培根组成中含有丰富的饱和/不饱和脂肪酸,多不饱和脂肪酸容易降解而产生令人不愉快的气味和味道,降低食品的营养价值,缩短产品的贮藏期^[3]。另外,培根货架期较短,严重限制了市场销售,只适用于生产地以及就近销售,缺乏市场竞争力。对于西式培根包装而言,选用具有优良的品质以及较长的货架期的包装方式是一个巨大的挑战。

目前,国内外关于肉以及肉制品的包装方式的研究已经有许多。真空包装是国内最常用的包装方式,其通过抽真空使得包装袋内的氧气含量大大降低,从而延缓需氧微生物的生长繁殖以及蛋白质脂肪的氧化,大幅度的延长产品的保质期^[4]。真空包装膜的种类有许多,且性能也各不相同,因此不同种类的真空包装材料也会影响产品的货架期。对于真空包装材料而言,主要有尼龙-聚乙烯(polyamide/polyeth,PA/PE)、聚对苯二甲酸乙二酯、聚酰胺、聚偏二氯乙烯(polyvinylidene chloride,PVDC)、聚乙烯膜等。研究发现,包装材料具有一定的阻光、阻氧以及阻湿性能,其中阻氧性能对于保持食品的品质有着非常重要的作用^[5]。段红敏等^[6]研究发现4 °C贮藏条件下,PA/PE具有较高的阻

隔性能,是一种最佳的包装材料,可使酱猪肘的货架期延长至6 d,且包装袋越厚,包装效果越好。张泓等^[7]采用普通袋、镀氧化铝袋、镀氧化硅袋、铝箔袋这4种包装袋对腊肉进行真空包装,铝箔袋由于具有较高的阻隔性,可以有效的阻隔水分和氧气的进入,延缓腊肉储存期的品质下降,对腊肉品质有较好的保持效果。包装材料在肉制品中的研究已经比较多,但是不同包装材料在西式培根贮藏过程中的研究较少。

因此,本论文主要以不同种类的包装袋(PVDC、PA/PE及镀氧化硅)真空包装西式培根,研究其在冷却贮藏(4 °C,45 d)过程中品质的变化,从而选择出最合适的包装材料,为选择合适的西式培根包装袋奠定了理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

猪五花肉:哈尔滨好又多购物超市;烟熏液:河北源创生物科技有限公司;NaCl:中盐黑龙江盐业集团有限公司;亚硝酸钠:天津市福晨化学试剂厂食品添加剂分厂。

1.2 仪器与设备

HWS-70BX 恒温恒湿箱:天津市泰斯特仪器有限公司;DELTA320pH计:美国Mettler Toledo公司;ZE6000 色差计:日本色电工业株式会社;AquaLab 智能水分活度仪:美国Decagon Devices公司;Mq-20 低场核磁共振分析仪:德国布鲁克公司;T6 新世纪紫外

可见分光光度计:北京普析通用仪器有限责任公司;H2-16K 小型离心机:重庆市松朗电子仪器有限公司;RYX-25-D-M-18 型烟熏炉:嘉兴市瑞邦机械工程有限公司;BVRJ-60 真空滚揉机:杭州艾博科技工程有限公司;真空包装机:浙江宏展机械有限公司;300KR 小蛮刀全自动切片机:广州壹纳食品加工机械有限公司。

1.3 方法

1.3.1 西式培根的制作

1.3.1.1 工艺配方

猪五花肉(去皮、切长条),1.5%盐,15%水,0.5%烟熏液,150 mg/kg 亚硝酸钠,配料以猪五花肉总重计。

1.3.1.2 工艺流程

参考 Saldaña 等^[9]的制作工艺,并进行适当改动:原料肉→加入盐、亚硝酸钠与水的混合溶液→4℃冷藏3h→注射烟熏液→滚揉1h(滚揉10min,停止10min,重复3次)→4℃冷藏12h→烟熏1.5h→冷冻4h→切片(厚度3mm)→包装→4℃下贮藏。

1.3.2 试验设计

设置3个处理组,按照工艺流程制作西式培根,包装过程中选用的包装材料不同,分别使用PA/PE包装袋、PVDC包装袋和镀氧化硅包装袋,贮藏在4℃下于0、15、30、45d取样进行相关指标的测定。

1.3.3 指标的测定

1.3.3.1 水分含量的测定

水分含量测定参照GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》,采用恒温干燥法进行测定。

1.3.3.2 水分活度(water activity, Aw)的测定

取西式培根样品5.00g,然后将样品切碎,铺满样品盒底部,使用水分活度仪进行测定样品的Aw值。

1.3.3.3 pH值的测定

pH值测定参照GB 5009.237-2016《食品安全国家标准 食品pH值的测定》。

1.3.3.4 色差的测定

每组培根取样5.00g,样品铺满样品盒底部后,测定待测样品的颜色。重复3次,取平均值。

1.3.3.5 硫代巴比妥酸(thiobarbituric acid, TBARS)的测定

参考 Wang^[9]的方法并稍作修改。将2.00g左右的碾碎的西式培根放入试管中,加入3mL的硫代巴比妥酸溶液和17mL的三氯乙酸-盐酸溶液,混合摇匀后于沸水浴加热30min,然后冷却至室温,最后将溶液和氯仿按照体积比1:1的比例混匀,3000 r/min离心10min,取上清液于532nm处测吸光度。TBARS值用

每千克培根中丙二醛的毫克数计算,计算公式如下:

$$TBARS/(mg/kg) = A_{532}/\omega \times 9.48$$

式中: A_{532} 为溶液的吸光值; ω 为样品的质量,g;9.48为常数。

1.3.3.6 挥发性盐基氮(total volatile base-nitrogen, TVB-N)的测定

TVB-N的测定参照GB 5009.228-2016《食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》,采用半微量定氮法进行测定。

1.3.3.7 菌落总数和大肠杆菌数的测定

按照胡萍等^[10]的方法并略作修改。无菌条件下准确称取样品25.00g,碾碎后放入无菌袋中,加入0.85%生理盐水225mL,然后对其依次10倍稀释到所需的浓度梯度,取菌悬液1mL于平皿中,然后分别倒入平板计数琼脂培养基和紫红胆汁葡萄糖琼脂培养基,混匀凝固后置于37℃恒温培养箱中倒置培养。

1.4 数据统计分析

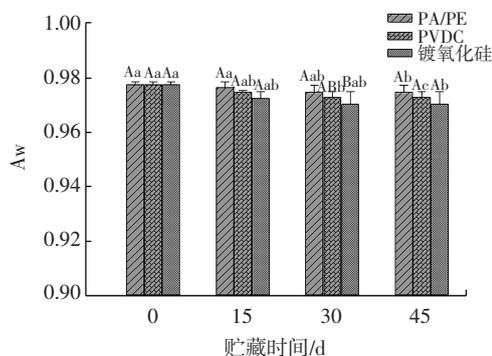
每个试验重复3次,结果表示为平均值±标准差。数据统计分析采用Statistix 8.1软件包中Linear Models程序进行,显著性差异分析使用Tukey HSD程序,采用Sigmaplot 12.5软件作图。

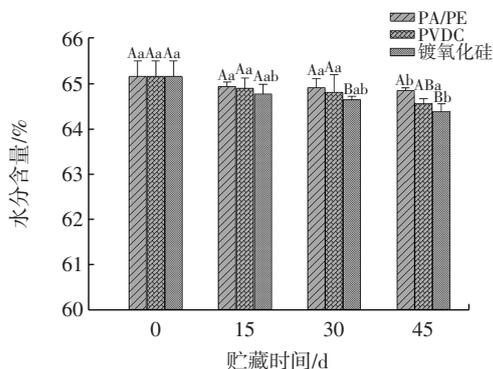
2 结果与分析

2.1 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间Aw和水分含量变化的影响

不同包装袋种类对西式培根贮藏期间Aw和水分含量变化的影响见图1。

贮藏过程中,低温肉制品会经历质量逐步劣变的过程,各种理化指标会发生变化。水分是影响食品腐败变质的重要因素之一,包装材料的阻湿性对水分含量和水分活度影响较大^[11]。从图1可以看出,不同处理组的Aw值随着贮藏时间的延长而降低($P < 0.05$)。这可能是贮藏过程中培根自由水减少,导致Aw值较低^[12]。另外,蛋白质脂肪分解产生的一些物质改变混合体系的渗透压,使得Aw值发生改变^[13]。贮藏期间,PA/PE处





大写字母不同代表同一时间不同样品间差异性显著($P < 0.05$),小写字母不同代表同一样品不同贮藏时间内差异性显著($P < 0.05$)。

图1 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间 Aw 和水分含量的影响
Fig.1 Changes in Aw and moisture content of western bacon with different type of packaging bags during storage

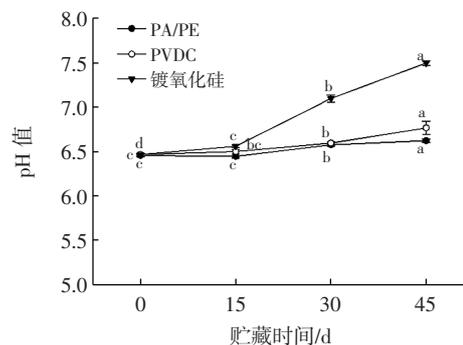
理组的 Aw 值最高,镀氧化硅的处理组 Aw 值最低,这可能与包装材料有关系。由于 PA/PE 包装袋的密封效果以及阻湿效果好,自由水不易丢失,导致 Aw 值较高。但是各组之间 Aw 值差异是不显著的($P > 0.05$)。说明不同包装材料对培根的 Aw 值影响不显著。

从图 1 可以看出,不同处理组的水分含量随着贮藏时间的延长而降低,但是差异不显著($P > 0.05$)。贮藏过程中,肉制品切片表面变得松散^[14]。但是由于西式培根是包装在密封的包装材料中,水分可能损失较少,水分变化不大。贮藏期间,PA/PE 处理组的水分含量最高,镀氧化硅的处理组水分含量最低。这可能是由于 PA/PE 包装袋的阻湿效果较好,PVDC 的阻湿效果次之,镀氧化硅的包装袋阻湿效果最差。

2.2 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间 pH 值的影响

不同包装袋种类对西式培根贮藏期间 pH 值的影响见图 2。

pH 值可以用来作为评价肉质新鲜度的参考指标之一^[15]。由图 2 可知,随着贮藏时间的延长,各处理组的 pH 值均呈现上升的趋势($P < 0.05$)。贮藏前期,各处理组的 pH 值变化不显著($P > 0.05$);贮藏 15 d 后,镀氧化硅处理组的 pH 值迅速上升($P < 0.05$),而 PA/PE 和



小写字母不同代表同一样品不同贮藏时间内差异性显著($P < 0.05$)。

图2 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间 pH 值的影响

Fig.2 Changes in pH of western bacon with different type of packaging bags during storage

PADC 处理组的 pH 值呈现缓慢上升的趋势。贮藏期结束,镀氧化硅处理的 pH 最高,PVDC 处理组的 pH 值次之,PA/PE 处理组的 pH 值最低。贮藏后期,由于培根中的一些微生物使得肉中的蛋白质发生水解生成氨以及三甲胺类等碱性物质,导致 pH 值的上升^[16]。高欣等^[17]研究包装材料对酱牛肉品质以及保鲜期的影响时发现,包装材料透气性好,可能导致蛋白质发生分解而使产品腐败变质。镀氧化硅包装袋的阻氧性较差,真空包装培根在贮藏过程中蛋白质的分解能力增强,使得生成的碱性物质急剧增加。在试验中观察到培根真空贮藏 45 d 时,镀氧化硅处理组已经严重腐败变质,这与试验 pH 值测量结果一致。总的来说,不同包装方式对培根的 pH 值影响较大,PA/PE 真空包装效果要优于 PVDC 包装袋和镀氧化硅包装袋的真空包装效果。

2.3 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间色差的影响

色泽是衡量肉制品品质的重要指标之一。影响食品色泽变化的影响因素很多,如光照、温度、氧气以及微生物的作用等^[18-19],其中氧气是最为关键的因素之一。不同包装袋种类对西式培根贮藏期间色差的影响见表 1。

由表 1 可知,同一贮藏时间内,各处理中瘦肉和肥

表 1 不同包装袋种类对西式培根贮藏期间色差的影响

Table 1 Changes in color of western bacon with different type of packaging bags during storage

贮藏时间/d	处理组	L^*		a^*		b^*	
		瘦肉	肥肉	瘦肉	肥肉	瘦肉	肥肉
0	PA/PE	46.75±4.68 ^A	70.40±0.17 ^A	12.29±0.83 ^A	5.59±0.41 ^A	15.44±2.59 ^A	11.87±1.35 ^A
	PVDC	46.75±4.68 ^A	70.40±0.17 ^A	12.29±0.83 ^A	5.59±0.41 ^A	15.44±2.59 ^A	11.87±1.35 ^A
	镀氧化硅	46.75±4.68 ^A	70.40±0.17 ^A	12.29±0.83 ^A	5.59±0.41 ^A	15.44±2.59 ^A	11.87±1.35 ^A
15	PA/PE	53.73±2.42 ^A	70.31±0.47 ^B	16.07±1.82 ^A	2.86±0.76 ^B	10.11±0.79 ^B	15.98±0.47 ^A
	PVDC	55.29±2.65 ^A	71.50±0.73 ^{AB}	12.41±0.36 ^B	4.73±0.56 ^A	18.40±1.10 ^A	12.13±0.50 ^B

续表 1 不同包装种类对西式培根贮藏期间色差的影响

Continue table 1 Changes in color of western bacon with different type of packaging bags during storage

贮藏时间/d	处理组	L^*		a^*		b^*	
		瘦肉	肥肉	瘦肉	肥肉	瘦肉	肥肉
15	镀氧化硅	57.30±2.20 ^A	73.05±0.80 ^A	8.52±0.90 ^C	3.90±0.56 ^{AB}	16.34±1.67 ^A	11.40±1.40 ^B
30	PA/PE	50.05±3.18 ^B	67.82±1.44 ^A	11.40±2.30 ^A	5.71±0.65 ^A	15.08±1.25 ^A	13.42±1.22 ^A
	PVDC	55.29±1.65 ^{AB}	69.84±0.72 ^A	8.72±0.55 ^A	4.13±0.27 ^B	16.22±0.48 ^A	12.78±0.82 ^A
45	镀氧化硅	57.05±3.18 ^A	68.97±0.30 ^A	8.70±0.92 ^A	5.54±0.14 ^A	16.71±1.28 ^A	14.11±0.55 ^A
	PA/PE	53.00±1.16 ^A	68.54±1.53 ^B	12.55±1.04 ^A	6.69±1.26 ^A	16.83±0.63 ^A	14.74±1.38 ^A
	PVDC	55.62±3.70 ^A	72.35±0.25 ^A	10.50±1.60 ^A	4.86±0.41 ^A	16.03±1.08 ^A	12.91±0.30 ^A
	镀氧化硅	56.84±0.91 ^A	72.54±0.44 ^A	10.42±0.66 ^A	5.05±0.29 ^A	16.37±0.85 ^A	13.70±0.66 ^A

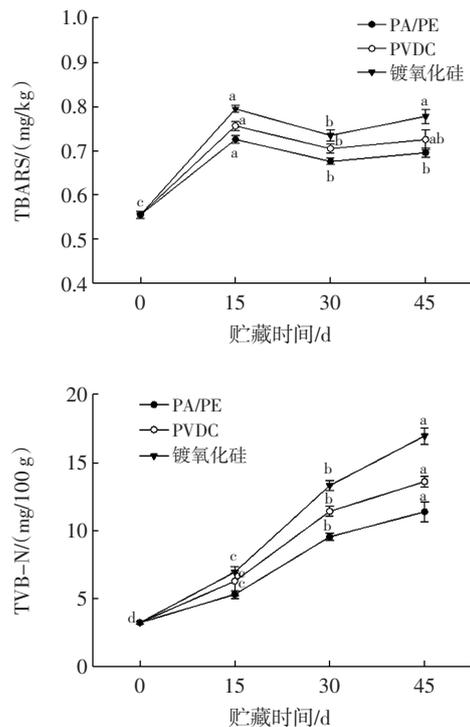
注:数值表示为平均值±标准差(n=3)。大写字母不同代表同一时间不同样品间差异性显著($P<0.05$),相同代表差异不显著($P>0.05$)。

肉的 L^* 值差异不显著 ($P>0.05$)。随着贮藏时间的延长,PA/PE 处理组中瘦肉的 L^* 大体上呈先增加后降低又增加的趋势。而 PVDC 与镀氧化硅处理组中瘦肉的 L^* 大体上呈先增加后降低的趋势。各处理组中肥肉的 L^* 值高于瘦肉的 L^* 值。贮藏期间,PA/PE 处理组中瘦肉与肥肉的 L^* 值总体而言变化幅度较小。类似的,同一贮藏时间内,各处理中瘦肉和肥肉的 a^* 、 b^* 值差异不显著 ($P>0.05$)。各处理组中肥肉的 a^* 、 b^* 值低于瘦肉的 a^* 、 b^* 值。贮藏期间,PA/PE 处理组中瘦肉的 a^* 值总体而言变化幅度较小,而肥肉的 a^* 值以及瘦肉与肥肉的 b^* 值总体而言变化幅度较大,但是与其他处理组相比差异不显著 ($P>0.05$)。对于 3 种包装袋而言,PA/PE 包装袋的色差总体上变化幅度较小,可以较好的保持西式培根贮藏期间的色泽。这可能是由 PA/PE 包装袋的阻氧性高于 PVDC 和镀氧化硅包装袋,脂肪氧化程度较低,可以降低脂肪氧化而造成的色泽的变化,较好的保持肉品的色泽。但是值得注意的是,在贮藏期间不同包装材料对西式培根的色差 (L^* 、 a^* 、 b^*) 的影响是不显著的。

2.4 不同包装种类对西式培根贮藏期间 TBARS 值和 TNB-N 值的影响

不同包装种类对西式培根贮藏期间 TBARS 值和 TNB-N 值的影响见图 3。

TBARS 可以反映肉中脂肪的氧化酸败情况。从图 3A 中可以看出,贮藏前期,各个处理组的 TBARS 值随着贮藏时间的延长呈现上升的趋势,表明此阶段培根发生脂肪氧化,氧化产物不断增加。第 15 天~30 天时间内,PA/PE、PVDC、镀氧化硅 3 个处理组的 TBARS 值均有所降低,这可能是由于随着贮藏时间的延长,脂肪氧化产生的次级氧化产物丙二醛自身发生降解或是与游离氨基酸的氨基相互作用,导致 TBARS 的降低^[20]。贮藏 30 天后,各个处理组的 TBARS 值略有上升



小写字母不同代表同一样品不同贮藏时间内差异性显著 ($P<0.05$)。

图 3 不同包装种类对西式培根贮藏期间 TBARS 值和 TVB-N 值的影响

Fig.3 Changes in TBARS and TVB-N of western bacon with different type of packaging bags during storage

($P<0.05$)。贮藏过程中,PA/PE 处理组的 TBARS 值明显高于 PVDC 和镀硅包装的处理组的 TBARS 值 ($P<0.05$)。胡萍等^[10]研究发现由于包装膜的透气性低,产品在低温下贮藏时,脂肪氧化缓慢进行。由于 PA/PE 包装袋的阻氧效果好,可以降低脂肪的氧化程度, TBARS 值变化较小,有利于西式培根的贮藏。

挥发性盐基氮是由于蛋白质在自身酶的作用或者微生物分解胞外酶作用下发生分解而产生的氨以及胺类等碱性含氮化合物^[21]。从图 3B 中可以看出,随

着贮藏时间的延长,TVB-N 值呈现逐渐上升的趋势($P<0.05$)。贮藏初期,蛋白质的分解能力较弱,TVB-N 值增长缓慢。随着贮藏时间的延长,蛋白质分解得到的含氮化合物不断增加,导致 TVB-N 值不断上升。贮藏期间,镀氧化硅处理组的 TVB-N 值最大,PA/PE 处理的 TVB-N 值最小,说明包装材料对 TVB-N 值影响较大。镀氧化硅包装材料阻氧效果差,好氧菌大量生长繁殖,蛋白质容易降解,培根易腐败变质。而 PA/PE 由于包装袋的阻氧效果好,微生物生长所需的好氧环境受到抑制,蛋白质分解能力减弱,因此 TVB-N 值较低。另外,蛋白质和脂肪分解成的其他小分子物质会对 TVB-N 的生成产生影响^[2]。

总的来说,PA/PE 包装可以有效的减缓西式培根冷却贮藏过程中的 TBARS 值和 TVB-N 值的升高,有效的抑制了西式培根贮藏期间的脂肪氧化和蛋白氧化,实际生产中该包装方式可能更有利于产品的贮藏,延长西式培根的贮藏期。

2.5 不同包装种类对西式培根贮藏期间菌落总数和大肠杆菌数的影响

不同包装种类对西式培根贮藏期间菌落总数和大肠杆菌数的影响见图 4。

从图 4A 中可以看出,随着贮藏时间的延长,各处

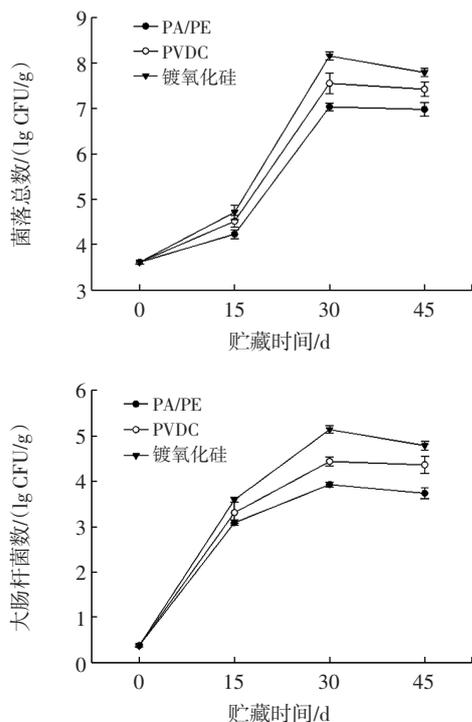


图 4 不同包装种类对西式培根贮藏期间菌落总数和大肠杆菌数的影响

Fig.4 Changes in total bacterial count and *Escherichia coli* count of western bacon with different type of packaging bags during storage

理组的菌落总数呈现先上升后下降的趋势。贮藏前期,各处理组的菌落总数均呈现缓慢上升的趋势,从第 15 天开始,菌落总数急剧增加,然而第 30 天后,菌落总数呈现缓慢下降的趋势。出现这些现象的原因是由于贮藏前期,产品经过加工、真空以及冷藏处理,微生物受到一定程度的破坏,部分存活下来的细菌需要自我修复,因此前期阶段菌落总数增长缓慢。氧气与营养成分是决定微生物生长繁殖的重要因素^[23]。随着贮藏时间的延长,氧气和充足的营养物质为微生物的生长提供良好的繁殖环境,另外,微生物的自我恢复能力得以增强,因此,微生物生长进入快速增长期,菌落总数急剧上升。贮藏后期,肉中的营养物质大部分和氧气被消耗尽,微生物的生长因此受到抑制,微生物的生长进入衰退期。

从图 4B 可以看出,大肠杆菌数在贮藏期间的变化趋势与菌落总数相似。不同的是,贮藏初期,大肠杆菌数的数量比较小,但是在 0~15 d 期间,大肠杆菌数的数量急剧增加,这是由于大肠杆菌数的延迟期比较短。第 15 天开始,大肠杆菌数增长相对比较缓慢,但是仍然增长迅速。随后变化与菌落总数相似。

贮藏过程中,PA/PE 处理组的菌落总数与大肠杆菌数较 PVDC 和镀氧化硅处理组生长缓慢,可以适当延长产品的货架期。这可能是 PA/PE 包装材料的阻氧性效果与密封性较好,可以有效的防止微生物的生长繁殖。因此,PA/PE 包装材料适于西式培根的包装贮藏。

3 结论

本试验研究不同包装种类(PA/PE、PVDC、镀氧化硅)对西式培根冷却贮藏过程中品质的影响发现,不同包装种类对西式培根的品质有着显著的影响,PA/PE 包装袋可以较好的保持西式培根的品质,是一种比较理想的包装材料,可为实际西式培根的加工贮藏提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 李海龙,盛本国,柳春光,等. 培根生产工艺研究[J]. 肉类工业, 2013(1): 15-16
- [2] Sheard P R, Taylor A A, Savage A W, et al. Factors affecting the composition and amount of 'white exudate' from cooked bacon[J]. Meat Science, 2001, 59(4): 423-435
- [3] Soares J M, Silva P F D, Puton B M S, et al. Antimicrobial and antioxidant activity of liquid smoke and its potential application to bacon[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2016, 38: 189-197

- [4] 董兰坤,李宗力,高菲,等. 不同包装对低温肉制品的保藏研究[J]. 肉类工业, 2018(6): 48-51
- [5] Belcher J N. Industrial packaging developments for the global meat market[J]. Meat Science, 2006, 74(1): 143-148
- [6] 段红敏. 不同包装材料对酱卤类低温肉制品品质变化影响的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2014
- [7] 张泓, 黄艳杰, 胡宏海, 等. 包装袋阻隔性对腊肉储存期间品质的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(16): 346-351, 373
- [8] Saldaña E, De A O G, Selani M M, et al. A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats[J]. Meat Science, 2017, 137: 176-190
- [9] Wang L L, Xiong Y L. Inhibition of lipid oxidation in cooked beef patties by hydrolyzed potato protein is related to its reducing and radical scavenging ability[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53: 9186-9192
- [10] 胡萍, 徐幸莲, 周光宏, 等. 真空包装烟熏火腿切片贮藏过程中微生物区系的动态变化[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(8): 197-200
- [11] Liu D, Qu J, Sun D W, et al. Non-destructive prediction of salt contents and water activity of porcine meat slices by hyperspectral imaging in a salting process[J]. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013, 20(4): 316-323
- [12] Laranjo M, Agulheiro-Santos A C, Potes M E, et al. Effects of genotype, salt content and calibre on quality of traditional dry-fermented sausages[J]. Food Control, 2015, 56(3): 119-127
- [13] 宋翠英. 重组腊肉火腿工艺优化及其理化特性变化研究[D]. 重庆: 西南大学, 2009
- [14] 胡萍, 周光宏, 徐幸莲, 等. 真空包装烟熏火腿切片贮藏品质动态变化研究[J]. 肉类工业, 2010(7): 17-21
- [15] Borch E, Kant-Muermans ML, Blixt Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products[J]. International Journal of Food Microbiology, 1996, 33(1): 103-120
- [16] Sun Q, Chen Q, Li F, et al. Biogenic amine inhibition and quality protection of Harbin dry sausages by inoculation with *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum*[J]. Food Control, 2016, 68: 358-366
- [17] 高欣, 高伟. 包装材料对酱牛肉品质及保鲜期的影响[J]. 包装工程, 2018, 39(15): 95-99
- [18] 张泓, 刘玉芳, 黄志兵, 等. 不同阻氧性包装材料对加工蔬菜氧化变色的影响[J]. 食品工业科技, 2011(6): 332-335
- [19] Møller J K, Hinrichsen L L, Andersen H J. Formation of amino acid (L-leucine, L-phenylalanine) derived volatile flavour compounds by *Moraxella phenylpyruvica* and *Staphylococcus xylosum* in cured meat model systems[J]. International Journal of Food Microbiology, 1998, 42(1/2): 101-117
- [20] Wu H Z, Yan W J, Zhuang H, et al. Oxidative stability and antioxidant enzyme activities of dry-cured bacons as affected by the partial substitution of NaCl with KCl[J]. Food Chemistry, 2016, 201: 237-242
- [21] Olafsdottir G, Lauzon H L, Martinsdóttir E, et al. Evaluation of Shelf Life of Superchilled Cod (*Gadus morhua*) Fillets and the Influence of Temperature Fluctuations During Storage on Microbial and Chemical Quality Indicators[J]. Journal of Food Science, 2010, 71(2): 97-109
- [22] 孟彤, 刘源, 仇春洪, 等. 蛋白质氧化及对肉品品质影响[J]. 中国食品学报, 2015(1): 173-181
- [23] 王羽, 云雪艳, 李见森, 等. PA/PE 复合膜对鲜切茼蒿笋保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(24): 343-347

收稿日期: 2018-11-12

富强、民主、文明、和谐，
自由、平等、公正、法治，
爱国、敬业、诚信、友善。