

DOI: 10.13432/j.cnki.jgsau.2021.02.020

不同包装方式对冷藏重庆合川黑猪肉品质的影响

熊杰, 伯朝英, 常海军

(重庆工商大学环境与资源学院, 重庆市特色农产品加工储运工程技术研究中心, 重庆 400067)

摘要:【目的】研究真空包装(vacuum packaging, VP)和托盘包装(tray packaging, TP)与不同冷藏(4℃)天数(0, 1, 4, 7, 11 d)对重庆合川黑猪肉品质的影响。【方法】测定贮藏过程中不同包装方式下猪肉的蒸煮损失率、熟肉剪切力、质构、肌浆蛋白以及全蛋白、挥发性盐基氮含量(TVB-N)等指标, 对比分析各指标的变化。【结果】随着贮藏天数的增加, VP 蒸煮损失无显著变化, TP 变化极显著, 贮藏 1 d, 比鲜肉损失率增大了 5.55%, 随后逐渐减小。VP 降低并维持猪肉剪切力稳定, TP 猪肉剪切力变化不稳定, 贮藏 4 d 与贮藏 11 d 均极显著大于 VP ($P < 0.01$)。VP 比 TP 能维持猪肉较好的质构特性。VP 猪肉肌浆蛋白浓度变化不显著, TP 猪肉贮藏至 4 d, 猪肉肌浆蛋白的浓度极显著增大 21% ($P < 0.01$), 随后变化稳定。肌肉全蛋白浓度两者均有显著变化, TP 较 VP 变化大。TVB-N 两者均呈上升趋势, 但 VP 猪肉贮藏 11 d 达到 15.59 mg/100g (属于二级鲜度), TP 猪肉贮藏 11 d 达到 29.90 mg/100g (属于变质肉)。VP 猪肉的剪切力与肌肉全蛋白含量相关性显著 ($P < 0.05$), TP 猪肉的蒸煮损失率和 TVB-N 均与质构参数相关性显著 ($P < 0.05$)。【结论】VP 和 TP 贮藏对肉品质有一定减缓变质的功能, TP 猪肉的贮藏期较 VP 猪肉短, 研究结果可为重庆合川黑猪肉冷藏提供依据。

关键词: 真空包装; 托盘包装; 合川黑猪; 冷却肉; 品质特性

中图分类号: TS251.1

文献标志码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1003-4315(2021)02-0160-09



Effects of different packaging methods on the quality of chilled pork of Hechuan black pig

XIONG Jie, BO Zhaoying, CHANG Haijun

(Chongqing Engineering Research Center for Processing, Storage and Transportation of Characterized Agro-Products, College of Environment and Resources, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: 【Objective】To explore the effects of vacuum packaging (VP) and tray packaging (TP) on quality characteristics of Hechuan black pork stored at 4℃ for different days (0, 1, 4, 7 and 11 days). 【Method】The changes of the indexes (cook loss, shear force, texture, sarcoplasmic and total protein contents, volatile basic nitrogen (TVB-N) content) were compared and analyzed under different packaging methods during storage. 【Result】With the increase of storage days, the cooking loss in VP group showed no significant change, while it was extremely significant in TP group. After 1 day storage,

第一作者: 熊杰, 硕士研究生. E-mail: luckyjier3@163.com

通信作者: 常海军, 副教授, 博士, 研究方向为畜产品加工理论与技术. E-mail: changhj909@163.com

基金项目: 重庆市自然科学基金面上项目(基础研究与前沿探索专项)(cstc2019jcyj-msxmX0472); 重庆工商大学研究生创新型科研项目(yjscxx2020-094-29); 重庆市教委科学技术研究计划项目(KJQN202000817).

收稿日期: 2020-06-05; 修回日期: 2020-08-14

the loss rate in TP group increased by 5.55% compared with fresh meat. VP can maintain better texture characteristics of pork than TP. VP had no significant change in the concentration of pork myosin. When the pork in TP group was stored for 4 days, the concentration of pork myosin significantly increased by 21% ($P<0.01$) and it was stable after then. The total protein concentration in muscle both in VP and TP groups had significantly changed, and the variation in TP group was greater. Both VP and TP showed an increasing trend of TVB-N. However, VP pork was stored for 11 days to reach 15.59 mg/100g (secondary freshness), while TP pork was stored for 11 days to reach 29.90 mg/100g (stale meat). The shear force of VP pork was significantly correlated with the total protein content of muscle ($P<0.05$), the cooking loss rate and TVB-N of TP pork were significantly correlated with texture parameters ($P<0.05$). 【Conclusion】VP and TP had a certain function to slow down the deterioration of meat quality, and the storage period of TP pork was shorter than VP pork. The results provide a basis for cold storage of Hechuan black pork in Chongqing.

Key words: vacuum packaging; tray packaging; Hechuan black pig; chilled meat; quality characteristics

据重庆市合川县志记载,合川黑猪是经过长期选育形成的地方品种,距今已有1600多年的历史,合川黑猪猪肉呈鲜红色,肌间脂肪丰富,肌肉中氨基酸含量丰富,具有肉嫩多汁、风味鲜美等特性^[1]。肉品在运输、储藏与销售过程中面临微生物污染、脂肪和蛋白质自然氧化等问题^[2],选择合理的包装方式可有效解决以上问题。目前,市面上冷鲜肉最常见的包装方式有真空包装(vacuum packaging, VP)、托盘包装(tray packaging, TP)、气调包装(MAP)和贴体包装(SP)。采用同种包装材料,真空包装比普通包装可至少延长2~3 d 货架期^[3]。由于真空包装的低氧环境可抑制氧化过程,减缓微生物导致的腐败变质^[4],较普通包装在一定程度上可以有效降低肉腥味及不良挥发性物质的产生^[5]。目前,国内研究最多的是高氧气调包装(HO-MAP),MAP技术在-3℃贮藏条件下,气体比例的微小变化可以抑制微生物的生长,保持猪肉的品质和新鲜度^[6],HO-MAP技术能抑制早期酶活,抑制肌联蛋白和肌钙蛋白-T等关键肌原纤维蛋白的降解,阻碍宰后猪肉肌节成熟^[7]。吴艺鸣^[8]比较了冷链运输过程中不同包装方式(空气包装、VP及MPA)的性能,气调包装下猪肉品质最优,真空包装下生鲜肉的嫩度和气味最好。还有以气调包装、真空包装和托盘包装为基础结合复合保鲜膜技术来探究冷鲜肉品质变化的研究^[9-12],以及改良包装方式的研究,采用酒精卡托盘包装在7℃条件下能显著抑制冷鲜肉微生物生长并延长冷鲜猪肉的货架期。酒精卡托盘包装由于酒精

良好的杀菌效果,可使冷鲜猪肉在8 d之内不发生变质^[13]。

目前有关合川黑猪在猪肉品质特性方面的研究甚少,本文旨在研究真空包装和托盘包装于4℃冷藏条件下,不同贮藏天数(0、1、4、7和11 d)对合川黑猪肉蒸煮损失率、熟肉剪切力、质构、肌浆蛋白及全蛋白含量、挥发性盐基氮含量的影响,由此来寻求可抑制或减缓合川黑猪肉营养和风味损失,并延长合川黑猪肉货架期的最佳包装方式,以期为重庆合川黑猪肉冷藏提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

选用猪背最长肌(Longissimus)作为试验原材料,选择品种和饲养管理条件相同的重庆合川黑猪,除去表面脂肪、筋膜及结缔组织,沿垂直肌纤维方向将原料肉切割成10 cm×10 cm×5 cm,质量为(300±10)g大小的肉块备用。

结晶牛血清蛋白(BSA)为生化试剂,上海伯奥生物科技有限公司;其他所用化学试剂均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 仪器与设备

DZ-500/2S真空包装机,诸城市圣地食品包装机械厂;TA-XT2i物性测试仪,英国Stable Micro Systems公司[®]TA-meat肌肉嫩度仪,上海腾拔股份有限公司;Ultra-Turrax T25 BASIC高速匀浆

器,德国 Ika-Werke 公司;GTR16-2 高速冷冻离心机,北京时代北利离心机有限公司;7230G 可见分光光度计,上海美谱达有限公司;Shimadzu AU120 电子天平,日本岛津公司;BCD-215KHN 冰箱,青岛海尔股份有限公司;HH-S1.2.4.6.8 数显恒温水浴锅,金坛经济开发区吉特实验仪器厂;LCD-280S 长探头数显温度计,常州坤鼎热工仪表有限公司。

1.3 方法

1.3.1 不同包装冷藏处理 将备好的原料肉(300±10)g 随机分成 3 组并编号,每组 3 份肉样。第一组为对照组(新鲜),不进行冷藏处理,测定肉样的各项指标值;其余两组分别进行真空包装(装入真空袋中抽真空包装)和托盘包装(装入托盘后用无毒聚氯乙烯自黏薄膜粘贴包装),然后放入 4℃ 的低温环境中分别冷藏 1、4、7 和 11 d。每组同时设 3 个平行并完成 3 次独立试验(不同日期)。

1.3.2 测定指标

1.3.2.1 蒸煮损失 蒸煮损失的测定参照 Li 等^[14]的方法。取 2 cm×2 cm×2 cm 大小的均匀猪肉块,准确称取质量(m_1),用自封袋密封后置于 80℃ 水浴锅中加热至中心温度为 70℃,取出流水冷却至室温,用吸水纸吸干肉块表面水分,然后称肉块质量(m_2),按下式计算蒸煮损失:

$$\text{蒸煮损失}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

1.3.2.2 剪切力值 参照常海军等^[15]的方法。取测定完蒸煮损失后的肉样,用直径为 1.27 cm 的圆柱形空心取样器沿肌纤维方向取肉柱,用 RTA-meat 肌肉嫩度仪测定肉柱的剪切力值。每个肉样的剪切力值为各肉柱剪切力值的均值($n=5$)。

1.3.2.3 肉样质构特性分析 参照常海军等^[16]的方法。对 1.3.2.1 节中所熟制肉块,取 1 cm³ 左右小方块。质构仪参数设定如下:TPA 模式,二次挤压循环;测前速率 2.00 mm/s,测中速率 1.00 mm/s,测后速率 1.00 mm/s,压缩比 50%,2 次下压间隔时间 5.0 s,负载力 5.0 g,探头类型 P/36R,数据收集率 200 pps,测定环境温度 20℃。测试完成后使用 TA-XT EXPRESS 软件获取相应的参数指标。

1.3.2.4 肌浆蛋白和肌肉全蛋白 参照 Joo 等^[17]的方法测定蛋白质的浓度,并做部分修改。

肌浆蛋白:准确称取 2.0 g 肉样与 40 mL 含

1.1 mol/L 碘化钾的 0.1 mol/L pH 值为 7.2 的磷酸钾缓冲溶液混合,然后经高速分散器匀浆(6 000 r/min,3 min)、冷冻离心(10 000×g,4℃,20 min),吸取上清液即为肌浆蛋白,采用双缩脲法测定蛋白浓度^[18]。溶解度表示为 mg/g。

肌肉全蛋白:准确称取 2.0 g 肉样,加入 40 mL 经冰水预冷的 0.025 mol/L 磷酸钾缓冲溶液(pH=7.2),经冰浴匀浆 3 次(30 s/次),4℃ 摇动抽提 12 h,再经离心(1 500×g,15 min)除去少量不溶成分,上清液即为含有全肌肉蛋白的溶液,采用双缩脲法测定蛋白浓度。溶解度表示为 mg/g。

1.3.2.5 挥发性盐基氮(TVB-N) 挥发性盐基氮测定采用半微量定氮法,按照 GB/T 5009.44-2003《肉与肉制品卫生标准的分析方法》^[19]进行。

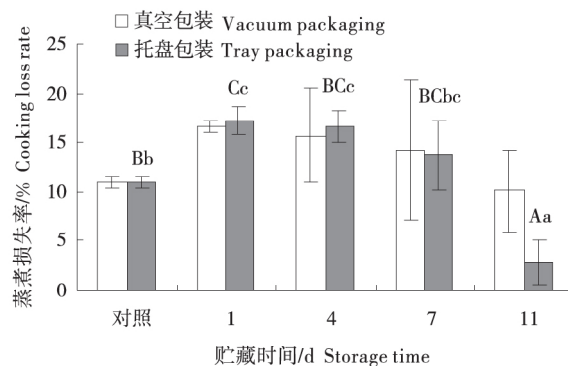
1.4 数据处理

每个指标重复测定 3 次,运用 SPSS 19.0 一般线性模型(GLM)对试验所得数据进行单因素方差(ANOVA)分析、LSD 多重比较以及相关分析。

2 结果与分析

2.1 蒸煮损失的变化

真空包装下的猪肉,经真空挤压造成猪肉汁液流失严重^[20],蒸煮前肌肉含水量达到稳定状态。图 1 所示,真空包装下的猪肉蒸煮损失变化不显著



不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

Different lowercase letters indicate significant differences ($P<0.05$); different capital letter indicate extremely significant differences ($P<0.01$).

图 1 不同包装方式对猪肉冷藏过程中蒸煮损失的影响

Figure 1 Effects of different packaging on cooking loss for pork during cold storage

($P>0.05$). 托盘包装下的猪肉蒸煮损失率对照组为 11.50%, 贮藏 1 d 时显著增大为 17.05%, 随后蒸煮损失率逐渐减小, 至贮藏 11 d 时极显著减小为 2.56% ($P<0.01$). 可能原因是随着贮藏期的延长, 肌肉汁液流失愈严重, 肌肉含水量降低到稳定状态, 从而导致蒸煮损失降低. 朱学伸等^[21]报道短期内不同包装方式对蒸煮损失没有显著影响, 与此处结论不吻合, 其原因可能是因为蒸煮时间、压力、温度、贮藏条件等不同所致.

2.2 剪切力的变化

由图 2 得知, 真空包装下的猪肉剪切力从鲜肉到贮藏 1 d 变化极显著 ($P<0.01$), 降低了 28%. 贮藏 1 d 到贮藏 11 d 变化不显著 ($P>0.05$), 表明真空挤压导致猪肉剪切力降低, 并在真空包装下不会发生较大变化. 托盘包装下的猪肉剪切力变化不稳定, 贮藏 4 d 与贮藏 7 d 均极显著大于真空包装 ($P<0.01$). 冷鲜肉储藏 7 d 内, 真空包装的冷鲜肉嫩度明显高于托盘包装, 与 Zakrys-Waliwaner 等^[22]报道的结果一致, 证实了真空包装的冷鲜肉具有较高的嫩度, 可能原因是合川黑猪肉在宰后成熟过程中相对于真空包装托盘包装下蛋白质氧化抑制了 μ -钙蛋白酶的活性, 从而延缓了肌钙蛋白-T 和肌间线蛋白等骨架蛋白的降解^[23-24], 最终导致托盘包装下的猪肉嫩度下降.

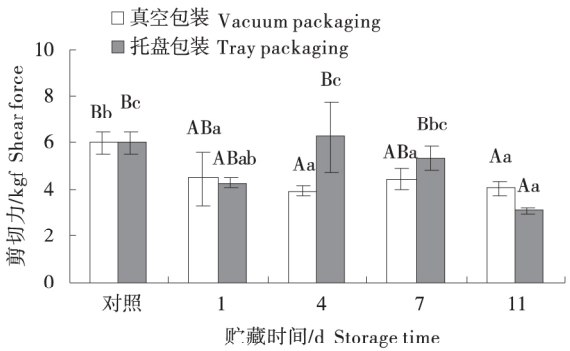


图 2 不同包装方式对猪肉冷藏过程中剪切力值的影响

Figure 2 Effects of different packaging on shear force value for pork during cold storage

2.3 不同包装方式对猪肉冷藏过程中质构特性的影响

由表 1 可知, 通过探头的二次下压模拟人门齿的咀嚼, 进行全质构分析, 真空包装的猪肉随着贮藏天数的增加, 硬度、黏着性、胶黏性、咀嚼性和回弹性变化显著 ($P<0.05$), 弹性、凝聚性无显著变化 ($P>0.05$). 硬度是食品保持形状的内部结合力, 肉制品的硬度大小与肌原纤维蛋白的交联作用直接相关^[25]. 贮藏 4 d 内, 合川黑猪肉的硬度呈先增大 1.7% 后减小 38% 的变化趋势, 可能是因为贮藏初期, 伴随“成熟”过程的进行, 肌凝蛋白凝固, 肌肉进入僵直阶段, 硬度增大. 贮藏后期, 在内源酶作用下内部组织结构发生变化, 肌肉纤维抗外界压力的能

表 1 真空包装条件下猪肉冷藏过程中全质构分析

Table 1 Texture profile analysis (TPA) of vacuum packaged pork under different storage days

贮藏时间 Storage time	对照组 Control group	贮藏 1 d Storage 1 day	贮藏 4 d Storage 4 days	贮藏 7 d Storage 7 days	贮藏 11 d Storage 11 days
硬度/g Hardness	32 725.90± 326.41 b	33 303.50± 278.67 b	20 544.20± 333.63 a	32 021.40± 497.77 b	23 089.80± 404.89 ab
黏着性 Adhesiveness	-265.50± 61.77 b	-459.77± 96.22 a	-279.66± 17.75 b	-274.27± 24.88 b	-359.05± 12.56 ab
弹性 Springiness	0.74±0.05	0.68±0.06	0.72±0.20	0.73±0.23	0.55±0.06
凝聚性 Cohesiveness	0.68±0.01	0.70±0.05	0.67±0.06	0.69±0.05	0.63±0.11
胶黏性 Gumminess	22 035.80± 144.24 BCb	23 456.40± 94.05 Cb	13 588.90± 145.23 Aa	21 719.50± 205.53 BCb	14 570.60± 218.25 ABa
咀嚼性 Chewiness	13 081.50± 161.96 ab	14 704.40± 131.52 b	10 110.30± 263.42 ab	15 228.90± 167.30 b	8 103.10± 285.76 a
回弹性 Resilience	0.45±0.06 ab	0.51±0.04 b	0.42±0.01 a	0.49±0.05 ab	0.42±0.01 a

同行小写字母不同, 表示差异显著 ($P<0.05$); 同行大写字母不同, 表示差异极显著 ($P<0.01$).

Lower case letters in the same line indicate significant differences ($P<0.05$); different uppercase letters in the same line indicate extremely significant differences ($P<0.01$).

表 2 托盘包装条件下猪肉冷藏过程中全质构分析

Table 2 Texture profile analysis (TPA) of pallet packaged pork under different storage days

贮藏时间 Storage time	对照组 Control group	贮藏 1 d Storage 1 day	贮藏 4 d Storage 4 days	贮藏 7 d Storage 7 days	贮藏 11 d Storage 11 days
硬度/g Hardness	32 725.90± 326.41 Bb	32 101.20± 305.55 Bb	32 107.60± 267.63 Bb	7 175.60± 242.71 Aa	7 682.30± k257.42 Aa
黏着性 Adhesiveness	-265.50± 61.77 Bb	-221.70± 55.97 Bb	-253.80± 66.77 Bb	-302.40± 43.93 ABb	-497.50± 82.43 Aa
弹性 Springiness	0.74±0.05 Bc	0.86±0.10 BCc	0.98±0.03 Cd	0.48±0.08 Ab	0.36±0.07 Aa
凝聚性 Cohesiveness	0.68±0.01 BCc	0.68±0.01 BCc	0.75±0.31 Cc	0.58±0.05 ABb	0.47±0.10 Aa
胶黏性 Gumminess	22 035.80± 144.24 BCb	21 943.00± 207.21 BCb	23 861.70± 244.28 Cb	9 447.60± 171.89 ABa	3 820.60± 101.17 Aa
咀嚼性 Chewiness	13 081.50± 161.96 BCb	18 350.80± 192.93 Cbc	23 304.53± 215.82 Cc	4 888.20± 250.07 ABa	1 508.00± 127.23 Aa
回弹性 Resilience	0.45±0.06 Bb	0.48±0.02 Bb	0.51±0.05 Bb	0.37±0.10 ABab	0.25±0.10 Aa

同行小写字母不同,表示差异显著($P<0.05$);同行大写字母不同,表示差异极显著($P<0.01$).

Lower case letters in the same line indicate significant differences ($P<0.05$); different uppercase letters in the same line indicate extremely significant differences ($P<0.01$).

力下降,硬度随之减小^[26].由表 2 可知,托盘包装的猪肉随着贮藏天数的增加,硬度、黏着性、胶黏性和回弹性、弹性、凝聚性变化显著($P<0.05$),咀嚼性变化极显著($P<0.01$).综合分析表 1~2,贮藏 7 d 和贮藏 11 d 托盘包装下猪肉的硬度均明显高于真空包装,可能是因为托盘包装下的猪肉较老,导致硬度较大;贮藏 11 d 时,托盘包装与真空包装均表现出较高的黏着性,可能原因是托盘包装的肉样中微生物代谢活动更旺盛,导致肉液化严重,黏着性增大,而真空包装的肉样中溢出的大量汁液增加了肉的黏着性^[27].托盘包装下的猪肉咀嚼性变化较真空包装下的咀嚼性变化较显著,结合测定剪切力值得出的结论,进一步印证了真空包装下猪肉嫩度较托盘包装好.贮藏后期两种包装方式下的质构差异较贮藏初期大,表明合川黑猪肉的质构特性受包装方式和贮藏时间影响.此处与张晓颀^[28]得出的包装方式与贮藏温度对羊肉的质构没有显著影响,肉的质构特性只与贮藏时间有关的观点矛盾.可能原因是合川黑猪肉的质构特性较羊肉易受包装方式、贮藏温度、贮藏时间等外部条件的影响.

2.4 不同包装方式对猪肉冷藏过程中可溶性蛋白含量的影响

2.4.1 猪肉冷藏过程中肌浆蛋白含量的变化 猪

肉中肌浆蛋白约占肌肉全蛋白的 35%,是肌肉中重要的一部分蛋白质,大部分生化代谢及氧化还原反应都在肌浆蛋白中发生,与糖酵解相关的酶、与肉色有密切关系的肌红蛋白也都存在于肌浆蛋白质内^[29].有研究表明鲜肉经过真空包装,氧分压低,肉色肌红蛋白会生成高铁肌红蛋白,鲜肉呈红褐色^[26],导致肉色发暗^[30-31].虽然真空包装的肉在零售条件下外观较差,但包装打开后,肉暴露在空气中,部分红色可以恢复^[32].

由图 3 得知,真空包装下随着贮藏天数的增加,肌浆蛋白从鲜肉到贮藏 11 d 无显著变化($P>0.05$).

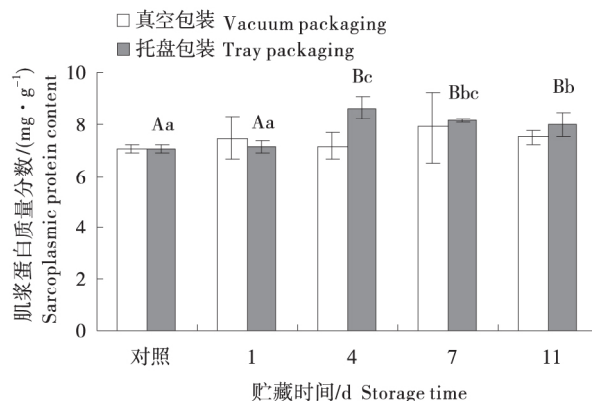


图 3 不同包装方式对猪肉冷藏过程中肌浆蛋白含量的影响

Figure 3 Effects of different packaging on meat plasma protein concentration for pork during cold storage

托盘包装下的猪肉贮藏至 4 d,猪肉肌浆蛋白的含量极显著增大 21% ($P < 0.01$),贮藏 4 d 到贮藏 11 d 变化显著 ($P < 0.05$). 托盘包装下的猪肉肌浆蛋白变化显著,可能原因是托盘包装的氧分压较真空包装大,肌浆蛋白易发生氧化. 这与李思宁等^[33]报道的真空包装可以有效抑制肌浆蛋白氧化,并且有效延缓蛋白的氧化速率的结论一致.

2.4.2 猪肉冷藏过程中肌肉全蛋白含量的变化

由图 4 可知,在真空包装下猪肉随着贮藏天数的增加,肌肉全蛋白含量增大,鲜肉与贮藏 1 d 变化极显著 ($P < 0.01$),贮藏 1 d 到贮藏 11 d 无显著变化 ($P < 0.05$). 由图 4 可知,在托盘包装下的猪肉随着贮藏天数的增加,肌肉全蛋白含量发生变化. 鲜肉到贮藏 11 d 变化极显著 ($P < 0.01$). 两种包装相比较,托盘包装较真空包装肌肉全蛋白含量变化大.

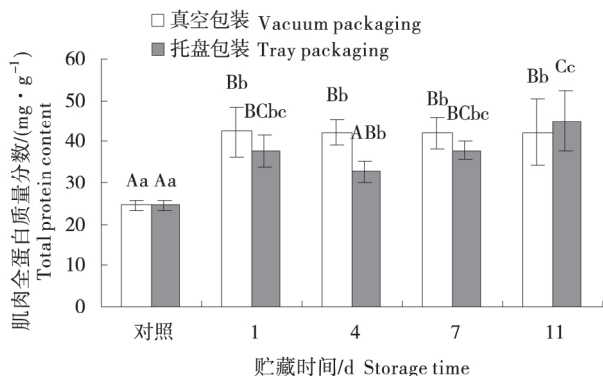


图 4 不同包装方式对猪肉冷藏过程中肌肉全蛋白含量的影响

Figure 4 Effects of different packaging on total meat protein content for pork during cold storage

2.5 不同包装方式猪肉冷藏过程中挥发性盐基氮的变化

挥发性盐基氮是一类常用来评价肉类新鲜度的理化指标,其含量与肉类中微生物的生长繁殖密切相关,可反映肉类在储藏过程中新鲜度品质的变化^[34]. 由图 5 得知,真空包装下的猪肉随着贮藏天数的增加,挥发性盐基氮含量逐渐增加. 鲜肉到贮藏 1 d 变化显著 ($P < 0.05$),贮藏 4 d 至 7 d,挥发性盐基氮含量从 4.5 mg/100g 增加至 7.0 mg/100g ($P < 0.01$),贮藏至 11 d 增加至 15 mg/100g ($P < 0.01$). 托盘包装下的猪肉随着贮藏天数的增加,挥发性盐基氮含量逐渐增加. 鲜肉到贮藏 1 d 无显著变化 ($P > 0.05$),贮藏 1 d 至 11 d 变化极显著 ($P <$

0.01). 由数据得知,在真空包装下的鲜肉到贮藏 7 d 鲜度都为一级鲜度,11 d 鲜度下降为二级;托盘包装下的鲜肉到贮藏 4 d 均为一级鲜度,贮藏 7 d 为二级鲜度至变质交界,贮藏 11 d 猪肉则为变质肉. 托盘包装下的猪肉变质速度较真空包装快,可能原因是随着贮藏天数的延长,托盘包装更易滋生微生物,微生物将肌肉中的蛋白质分解产生含氮碱性物质,导致挥发性盐基氮含量升高. 相比普通托盘包装而言,真空包装可以有效抑制冷却肉成熟期间微生物的生长速度^[21]. 本结论与闫文杰等^[35]研究的在 4 °C 环境下,真空包装组各理化指标下降最慢,肉的品质最佳的结论吻合.

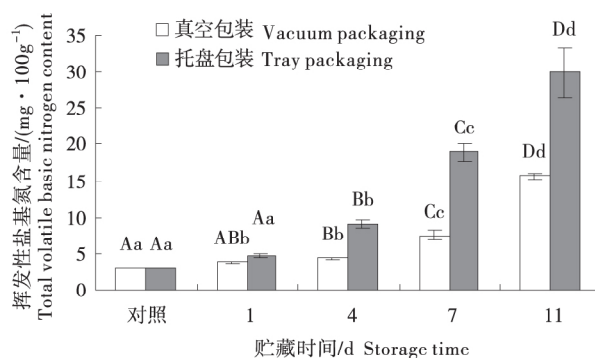


图 5 不同包装方式猪肉冷藏过程中挥发性盐基氮的变化
Figure 5 Effects of different packaging on TVB-N for pork during cold storage

2.6 各品质指标相关性分析

2.6.1 真空包装各指标的相关性分析 由表 3 得知,剪切力与肌肉全蛋白含量相关性显著 ($P < 0.05$);硬度与胶黏性相关性极显著 ($P < 0.01$);硬度与咀嚼性、回弹性相关性显著 ($P < 0.05$);凝聚性与咀嚼性相关性极显著 ($P < 0.05$);胶黏性与咀嚼性、回弹性相关性显著 ($P < 0.05$);咀嚼性与回弹性相关性显著 ($P < 0.05$).

2.6.2 托盘包装各指标的相关性分析 由表 4 得知,蒸煮损失率与黏着性、回弹性相关性显著 ($P < 0.05$);硬度与弹性、凝聚性、咀嚼性、回弹性、挥发性盐基氮含量相关性显著 ($P < 0.05$);硬度与胶黏性相关性极显著 ($P < 0.01$);黏着性与凝聚性、回弹性、挥发性盐基氮含量相关性显著 ($P < 0.05$);弹性与凝聚性、胶黏性、咀嚼性、回弹性相关性极显著 ($P < 0.01$);凝聚性与咀嚼性、挥发性盐基氮含量相关性显著 ($P < 0.05$);凝聚性与胶黏性、回弹性相关性极显著

($P < 0.01$); 胶黏性与咀嚼性、挥发性盐基氮含量相关性显著($P < 0.01$); 咀嚼性与回弹性相关性显著($P < 0.05$); 回弹性显著($P < 0.05$); 胶黏性与回弹性相关性极显著($P < 0.01$); 弹性与挥发性盐基氮含量相关性显著($P < 0.05$).

表 3 真空包装猪肉各品质指标相关性分析

Table 3 Correlation analysis for various quality parameters of vacuum packaged pork

指标 Indexes	蒸煮损失率/% Cooking loss rate	剪切力/(kgf) Shear force	硬度/g Hardness	黏着性 Adhesiveness	弹性 Springiness	凝聚性 Cohesiveness	胶黏性 Gumminess	咀嚼性 Chewiness	回弹性 Resilience	肌浆蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Sarcoplasmic protein content	肌肉全蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Total protein content	挥发性盐基氮含量/ ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) TVB-N
蒸煮损失率/% Cooking loss rate	1	-0.381	0.113	-0.341	0.273	0.709	0.215	0.485	0.463	0.175	0.500	-0.584
剪切力/kgf Shear force		1	0.646	0.302	0.461	0.326	0.604	0.402	0.227	-0.462	-0.957*	-0.479
硬度/g Hardness			1	-0.198	0.270	0.742	0.994**	0.884*	0.882*	0.228	-0.396	-0.442
黏着性 Adhesiveness				1	0.704	-0.185	-0.245	-0.085	-0.490	-0.201	-0.427	-0.111
弹性 Springiness					1	0.548	0.285	0.516	0.088	-0.226	-0.442	-0.749
凝聚性 Cohesiveness						1	0.804	0.923*	0.816	0.100	-0.108	-0.826
胶黏性 Gumminess							1	0.912*	0.913*	0.220	-0.347	-0.503
咀嚼性 Chewiness								1	0.897*	0.347	-0.143	-0.621
回弹性 Resilience									1	0.479	0.062	-0.377
肌浆蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Sarcoplasmic protein content										1	0.649	0.435
肌肉全蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Total protein content											1	0.407
挥发性盐基氮含量/ ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) TVB-N												1

* 表示相关性显著($P < 0.05$), ** 表示相关性极显著($P < 0.01$).

* Indicates significant correlation ($P < 0.05$), ** Indicates very significant correlation ($P < 0.01$).

表 4 托盘包装猪肉各品质指标相关性分析

Table 4 Correlation analysis for various quality parameters of pallet packaged pork

指标 Indexes	蒸煮损失率/% Cooking loss rate	剪切力/(kgf) Shear force	硬度/g Hardness	黏着性 Adhesiveness	弹性 Springiness	凝聚性 Cohesiveness	胶黏性 Gumminess	咀嚼性 Chewiness	回弹性 Resilience	肌浆蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Sarcoplasmic protein content	肌肉全蛋白含量/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) Total protein content	挥发性盐基氮含量/ ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) TVB-N
蒸煮损失率/% Cooking loss rate	1	0.626	0.603	0.937*	0.794	0.848	0.763	0.789	0.883*	0.012	-0.407	-0.745
剪切力/kgf Shear force		1	0.536	0.716	0.660	0.786	0.690	0.594	0.735	0.136	-0.839	-0.664
硬度/g Hardness			1	0.753	0.915*	0.891*	0.968**	0.899*	0.894*	-0.390	-0.713	-0.915*
黏着性 Adhesiveness				1	0.821	0.908*	0.877	0.792	0.944*	-0.262	-0.664	-0.918*
弹性 Springiness					1	0.973**	0.962**	0.995**	0.962**	-0.033	-0.605	-0.841
凝聚性 Cohesiveness						1	0.974**	0.950*	0.992**	-0.085	-0.725	-0.904*
胶黏性 Gumminess							1	0.939*	0.976**	-0.272	-0.754	-0.952*

续表 4 Continued table 4

指标 Indexes	蒸煮损 失率/% Cooking loss rate	剪切力/ (kgf) Shear force	硬度/g Hardness	黏着性 Adhesive- ness	弹性 Springi- ness	凝聚性 Cohesive- ness	胶黏性 Gummi- ness	咀嚼性 Chewi- ness	回弹性 Resilien- ce	肌浆蛋 白含量/ (mg·g ⁻¹) Sarcoplasmic protein content	肌肉全蛋 白含量/ (mg·g ⁻¹) Total protein content	挥发性盐 基氮含量/ (mg·100g ⁻¹) TVB-N
咀嚼性 Chewiness								1	0.942 *	-0.006	-0.527	-0.803
回弹性 Resilience									1	-0.163	-0.694	-0.930 *
肌浆蛋白含量/ (mg·g ⁻¹) Sarcoplasmic protein content										1	0.365	0.496
肌肉全蛋白含量/ (mg·g ⁻¹) Total protein content											1	0.811
挥发性盐基氮含量/ (mg·100g ⁻¹) TVB-N												1

* 表示相关性显著($P<0.05$), ** 表示相关性极显著($P<0.01$).

* Indicates significant correlation ($P<0.05$), ** Indicates extremely significant correlation ($P<0.01$).

3 结论

重庆合川黑猪肉在冷藏过程中,肉质结构与品质特性都发生了变化,但采用真空包装的猪肉嫩度和新鲜度更高,主要体现在较小的硬度和黏着性以及较低的熟肉剪切力和挥发性盐基氮.此外,采用真空包装的猪肉营养物质损失更少,主要体现在变化较稳定的蒸煮损失率、肌浆蛋白和全蛋白含量.真空包装有效隔绝外界微生物污染,减缓肉变质速度,有利于延长冷鲜黑猪肉货架期.因此,为确保消费者获得品质较好的新鲜黑猪肉,须在屠宰后采用真空包装冷藏售卖.

参考文献

[1] 何冉娅. 合川加大地方遗传资源保种开发与利用力度[J]. 中国畜牧业, 2019(17): 69-70.

[2] 扶庆权, 刘瑞, 张万刚, 等. 不同包装方式下蛋白质氧化对鲜肉品质的影响研究进展[J]. 肉类研究, 2019, 33(4): 49-54.

[3] 甘伯中. 包装材料对猪肉保鲜效果的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2001, 36(3): 282-287.

[4] Brenesselová M, Koréneková B, Mačanga J, et al. Effects of vacuum packaging conditions on the quality, biochemical changes and the durability of ostrich meat[J]. Meat Science, 2015, 101: 42-47.

[5] 高娜娜, 李婷婷, 王当丰, 等. 普通和真空包装镜鲤鱼肉在-2℃贮藏过程中挥发性成分分析[J]. 食品与发酵工

业, 2018, 44(09): 239-246.

[6] Ye K, Ding D, Zhu X, et al. Modified atmosphere packaging with a small change in gas ratio could maintain pork quality during -3 °C storage[J]. Food Control, 2020, 109(C): 106943.

[7] 陈琳, 周光宏, 徐幸莲, 等. 高氧气调包装对宰后猪肉蛋白质氧化、钙蛋白酶活性及蛋白质降解的影响[J]. 中国农业科学, 2016, 49(18): 3628-3638.

[8] 吴艺鸣. 冷链运输中不同包装对生鲜猪肉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2020, 36(3): 1-6.

[9] 谢菁. 冷鲜猪肉复合保鲜包装技术的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2019: 21-27.

[10] 曹丙湖. 关于冷鲜猪肉的保鲜包装技术的研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2017: 13-19.

[11] 骆双灵. 聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯纳米复合食品包装薄膜的研究及其在冷鲜肉保鲜中的应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2019: 21-25.

[12] 李瑶琪. 不同包装材料对冷、冻藏猪肉在贮藏期间品质的影响[D]. 大连: 大连工业大学, 2018: 54-72.

[13] 蒋兆景, 马汉军, 康壮丽, 等. 包装方式对冷鲜猪肉贮藏品质的影响[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2019, 40(4): 71-76.

[14] Li C B, Chen Y J, Xu X L, et al. Effects of low-voltage electrical stimulation and rapid chilling on meat quality characteristics of Chinese Yellow crossbred bulls[J]. Meat Science, 2005, 72(1): 9-17.

[15] 常海军, 周文斌, 余小领, 等. 超高压处理对牛肉主要理化品质的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(7): 16-19.

- [16] 常海军,李雪,许晶冰.不同冻藏时间对重庆城口山地鸡肉品质的影响[J].甘肃农业大学学报,2018,53(3):143-149.
- [17] Joo S T,Kauffman R G,Kim B C,et al. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to color and water-holding capacity in porcine longissimus muscle[J]. Meat Science,1999,52:291-297.
- [18] 谢笔钧,何慧.食品分析[M].北京:科学出版社,2009:183.
- [19] GB/T 5009.44-2003 肉与肉制品卫生标准的分析方法[S].北京:中国标准出版社,2003.
- [20] Sekar A,Dushyanthan K,Radhakrishnan K T,et al. Effect of modified atmosphere packaging on structural and physical changes in buffalo meat[J]. Meat Science,2006,72(2):211-215.
- [21] 朱学伸,王苑,周光宏,等.不同包装方式对猪背最长肌冷却成熟期间品质变化的影响[J].食品与发酵工业,2007(4):15-18.
- [22] Zakrys-waliwander P I,O'sullivan M G,O'Neill E E,et al. The effects of high oxygen modified atmosphere packaging on protein oxidation of bovine M. longissimus dorsi muscle during chilled storage[J]. Food Chemistry,2012,131(2):527-532.
- [23] 扶庆权.不同包装方式下蛋白质氧化对牛肉嫩度的影响及其机理研究[D].南京:南京农业大学,2017.
- [24] Fu Q Q,Liu R,Zhang W G,et al. Effects of different packaging systems on beef tenderness through protein modifications[J]. Food and Bioprocess Technology,2015,8(3):580-588.
- [25] 郝红涛,赵改名,柳艳霞,等.肉类制品的质构特性及其研究进展[J].食品与机械,2009,25(3):125-128.
- [26] 罗天林,沈慧,郭兆斌,等.真空包装牛肉品质主成分分析[J].甘肃农业大学学报,2017,52(1):126-131+138.
- [27] 郑加旭,姚开,贾冬英,等.不同包装方式对冷鲜牛肉质构和物化性质的影响[J].食品科技,2016,41(1):96-99+104.
- [28] 张晓頔.不同贮藏温度结合真空包装对羊肉品质的影响研究[D].保定:河北农业大学,2019:34-37.
- [29] Dai Yan,Miao Jing,Yuan Shanzhen,et al. Colour and sarcoplasmic protein evaluation of pork following water bath and ohmic cooking[J]. Meat Science,2013,93(4):898-905.
- [30] 李茜.包装方式结合冰温贮藏对牛肉品质的影响[D].晋中:山西农业大学,2015:23-30.
- [31] Li X,Lindahl G,Zamaratskaia G,et al. Influence of vacuum skin packaging on color stability of beef longissimus lumborum compared with vacuum and high-oxygen modified atmosphere packaging[J]. Meat Science,2012,92(4):604-609.
- [32] Lorenzo J M,Gómez M. Shelf life of fresh foal meat under MAP,overwrap and vacuum packaging conditions[J]. Meat Science,2012,92(4):610-618.
- [33] 李思宁,唐善虎.生产类群、性别及包装方式对冷藏牦牛肉肌浆蛋白氧化的影响[J].食品科学,2019,40(7):219-227.
- [34] 杨春婷,赵晓娟,陈国梅,等.冷鲜猪肉挥发性盐基氮值与感官品质的差异研究[J].食品工业,2018,39(3):197-199.
- [35] 闫文杰,李兴民.不同包装材料对冷鲜鸡胸肉品质的影响[J].食品研究与开发,2016,37(17):29-32.

(责任编辑 胡文忠)



庆祝中国共产党成立100周年
The 100th Anniversary of the Founding of
The Communist Party of China