

非冷链运输对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响

岳琪琪¹, 刘文¹, 孔萍¹, 侯温甫^{1,2}, 王丽梅^{2,3}, 王宏勋^{2,3}

(1. 武汉轻工大学食品科学与工程学院, 湖北武汉 430023) (2. 湖北省生鲜食品工程技术研究中心, 湖北武汉 430023) (3. 武汉轻工大学生物与制药工程学院, 湖北武汉 430023)

摘要: 以采用保鲜处理的冷鲜猪肉为研究对象, 研究了不同因素对非冷链运输的冷鲜猪肉冰箱贮藏品质特性的影响, 并在实际物流中进行了初步验证。结果表明: 吸水垫纸添加能有效延缓品质劣变, 2层吸水垫纸可达到良好效果, 冰箱贮藏12 d时, 菌落总数为 5.56 ± 0.06 lg(cfu/g); 8℃、18℃、28℃和38℃下放置24 h后的冷鲜猪肉冰箱贮藏品质随环境温度升高劣变速度加快, 冰袋放置可缓解18℃、28℃和38℃环境温度条件的影响, 普通泡沫箱中放置2个冰袋, 可以有效减缓18℃和28℃环境温度条件下冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的劣变, 延长2~3 d的保质期。随着物流运输时间延长, 冷鲜猪肉冰箱贮藏品质劣变加快, 模拟物流振动12 h内, 冷鲜猪肉冰箱贮藏7 d品质保持良好, 菌落总数为 5.96 ± 0.04 lg(cfu/g), 挥发性盐基氮为 15.03 ± 0.65 mg/100 g。优化相关控制因素条件下, 在秋季经同城及同省异城实际非冷链物流条件下运输的冷鲜猪肉品质分别可在8 d及6 d冰箱贮藏期内保持良好的状态。

关键词: 冷鲜猪肉; 非冷链运输; 冰箱; 贮藏; 品质

文章编号: 1673-9078(2019)010-116-124

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2019.10.017

Effect of Non-cold Chain Transport on Refrigerator Storage Quality of Chilled Pork

YUE Qi-qi¹, LIU Wen¹, KONG Ping¹, HOU Wen-fu^{1,2}, Wang Li-mei^{2,3}, WANG Hong-xun^{2,3}

(1.College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

(2.Fresh Food Engineering and Technology Research Center of Hubei Province, Wuhan 430023, China)

(3.College of Biological and Pharmaceutical Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Under the condition of non-cold chain transportation, the influence of impact factors on the refrigerator storage characteristics of chilled pork was studied and preliminarily verified in actual logistics. The results showed that adding two-layer absorbent pads can effectively delay the deterioration of the chilled pork quality, and 12 days later, the total number of colonies was 5.56 ± 0.06 lg(cfu/g). After being placed at 8℃, 18℃, 28℃ and 38℃ for 24 hours, the deterioration of the chilled pork quality in refrigerator storage was accelerated with the rising ambient temperature. Adding two ice packs can effectively slow down the deterioration of chilled pork at 18℃ and 28℃ and prolong the shelf life of 2~3 days. With the extension of logistics time, the storage quality of chilled pork deteriorated, but the storage quality was better within 12 hours, the total number of colonies was 5.96 ± 0.04 lg(cfu/g) and the volatile base nitrogen was 15.03 ± 0.65 mg/100 g. Under optimized actual non-cold chain logistics conditions, the quality of chilled pork transported in the same city and province can be maintained in good quality during the storage period of 8 d and 6 d in the autumn respectively.

Key words: chilled pork; non-cold chain transportation; refrigerator; storage; quality

生鲜电商已成为电商发展最为迅速的板块, 2016年以来保持着每年50%的快速增长^[1-3]。由于生鲜食品不能完全杀菌, 易腐败, 对环境温度要求较高, 保持

收稿日期: 2019-04-17

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0701001); 湖北省高等学校优秀中青年科技创新团队计划项目(T201809)

作者简介: 岳琪琪(1995-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 畜禽产品质量与安全控制

通讯作者: 侯温甫(1979-), 女, 副教授, 研究方向: 生鲜畜禽产品质量与安全控制

生鲜产品品质的重要方法是采用冷链运输^[4,5], 但受限于运营及建设成本高等问题^[6,7], 冷链物流在我国发展尚不充分, 尚未达到全覆盖, 生鲜电商中的冷鲜食品不能全部实现全冷链运输^[8,9]。同时, 由于区域发展的不平衡, 在偏远及欠发达地区由于关键物流节点缺少和服务提供商短缺, 还会出现冷链断链的情况^[10-14]。在目前实际冷鲜食品供应中, 非完全冷链运输仍然是冷鲜食品供应中的一种重要形式, 其模式多为“泡沫箱+冰袋”的常温运输方式^[15], 通过构建相对低温的微环境, 延缓冷鲜食品的品质劣变速度^[16]。

不同物流与包装因素都会影响非完全冷链运输模式中微环境,进而影响冷鲜食品冰箱贮藏品质。研究发现物流环境温度波动和肉类汁液流失可引起肉品持水力及相关品质指标下降,从而影响肉类品质和货架期^[17-20],采用冰袋可调节微环境温度,采用高吸水性衬垫吸收冷鲜肉流失汁液,可延缓微生物的增长^[21,22]。物流运输时间也是影响冷鲜食品品质的重要因素,研究表明长时间物流运输对猪肉品质影响较大^[23]。

本实验室前期通过高效保鲜剂筛选与包装方式的优化研究,获得了能有效维持冷鲜猪肉的品质的综合保鲜方式,处理条件为经 0.5 g/100 mL ϵ -聚赖氨酸浸泡后采用 22%O₂+78% CO₂ 气调包装^[24]。本试验依据生鲜电商的发展实际,以综合保鲜的冷鲜猪肉为研究对象,研究吸水垫纸、环境温度、冰袋使用及物流振动时间对经非冷链运输的冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响,并在同城及同省异城实际非冷链运输条件下进行初步验证,探讨影响非冷链运输冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的因素,为非冷链运输条件下延缓冷鲜食品劣变的保鲜方案的选择提供研究基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冷鲜猪里脊肉,购自湖北武汉市武昌量贩常青花园店;

ϵ -聚赖氨酸,浙江银象生物工程有限公司;平板计数琼脂、营养琼脂,青岛高科园海博生物技术有限公司;氧化镁、无水乙醇、盐酸、硼酸、亚甲基蓝、甲基红(均为分析纯),国药集团化学试剂有限公司;

吸水垫纸(16×7 cm),武汉杰丝曼新材料有限公司;冰袋(10×16 cm)注入 250 mL 自来水后于-20 °C 冷冻备用,德泽睿行(北京)科技发展有限公司;泡沫箱(22.5×12.5×15 cm),青岛鑫永丰包装有限公司。

1.2 仪器与设备

BC-220SE 海尔电冰柜,青岛海尔科技有限公司;臭氧发生器,南奥洋环保科技有限公司;手提式蒸汽不锈钢消毒器(灭菌锅),上海三申医疗器械有限公司;CP214 电子天平,奥豪斯仪器(上海)有限公司;SZ-93 自动双重纯水蒸馏器,上海亚荣生化仪器厂;FD-Z1 气调包装机,上海福帝包装机械;FSH-2A 可调高速匀浆机、LRH-100C 低温培养箱,金坛市医疗仪器厂;DHP-9082 电热恒温培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;HBM-400 样品均质器,天津市恒奥科技发展有限公司;SW-CJ-2FD 双人单面净化工作台,苏州华宏

净化技术有限公司;YWX/YH 模拟运输振动试验台,上海一华仪器设备有限公司;TA.XT Plus 物性测试仪,英国 Stable Micro System 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 试样处理

样品保鲜处理:超净工作台上将冷鲜猪里脊肉切分为 100 g/块,经 0.5 g/100 mL ϵ -聚赖氨酸浸泡处理后沥干后备用。

吸水垫纸试验组:分别放置 0、1、2 和 3 层吸水垫纸于包装盒内,放入经保鲜处理的样品后气调包装(22% O₂ 和 78% CO₂, 同下),置于 4 °C 冰箱贮藏,于第 3、6、9、12 d 测定冷鲜猪肉各项品质指标。

环境温度试验组:包装盒内置 2 层吸水垫纸后气调包装经保鲜前处理的冷鲜猪肉样品,放入分别放置 0、1 和 2 个冰袋的泡沫箱内,密封,分别置于 8、18、28 和 38 °C 温度条件下 24 h 后置于 4 °C 冰箱贮藏,于第 0、1、4、7 和 10 d 测定冷鲜猪肉的各项品质指标。

物流振动时间试验组:包装盒内置 2 层吸水垫纸后气调包装经保鲜前处理的冷鲜猪肉样品,放入放置 2 个冰袋的泡沫箱内,密封,在振动台上同时进行水平和垂直方向(振动频率为 5 Hz)往复振动,模拟物流机械振动,分别振动处理 0、6、12、18 和 24 h 后置于 4 °C 冰箱贮藏,于第 1、4、7、10 d 测定冷鲜猪肉的各项品质指标。

秋季实际物流验证:包装盒内置 2 层吸水垫纸后气调包装经保鲜前处理的冷鲜猪肉样品,放入放置 2 个冰袋的泡沫箱内,密封,环境均温为 20 °C 条件下,分别通过顺丰常温快递往返于同城(武汉市东西湖区常青花园学府南路 68 号(中午 12:00) ↔ 武汉市洪山区狮子山街道湖北工业大学(次日 12:00 前))和同省异城(武汉市东西湖区常青花园学府南路 68 号(中午 12:00) ↔ 宜昌市西陵区西陵二路 67 号(次日 18:00 前))后,置于 4 °C 冰箱贮藏,于第 2、4、6、8、10 d 测定冷鲜猪肉的各项品质指标。

1.3.2 菌落总数测定

具体步骤参照 GB 4789.2-2016《食品微生物学检验菌落总数测定》进行^[25],检验结果以 1 g(cfu/g)表示,评价标准参见孔萍的方法^[26],下同。

1.3.3 理化指标测定

挥发性盐基氮(TVB-N 值)按 GB 5009.228-2016《食品中挥发性盐基氮的测定》中的半微量定氮法进行测定^[27];pH 按 GB 5009.237-2016《食品 pH 值的测定》方法测定^[28];汁液流失率按照张泓的方法测定^[29];质构测定采用本实验室方法^[30]。

1.3.4 感官评价

参考 GB 2707-2016《鲜(冻)畜、禽产品》^[31],

郭波莉^[32]等方法,选择 10 名专业评定人员根据表 1 对猪肉进行感官评价。

表 1 冷鲜猪肉的感官评分标准

Table 1 Standard of sensory evaluation of chilled pork

感官	色泽	气味	弹性	组织状态
21~25 分	鲜艳的红色,有光泽	新鲜猪肉正常气味	肉质紧实,富有弹性,轻压后立即复原	肌纤维致密,表面光滑,肉质平整,无汁液渗出
16~20 分	红色,光泽较暗	有轻微肉腥味	肉质变软,弹性较小,轻压后不能立即复原	表面较为细腻,肉质较平整,少许汁液渗出
11~15 分	暗红色,颜色不均匀	腐败气味	肉质松软,无弹性,按压后不能复原	表面松散,且较为粗糙,有汁液渗出

1.3.5 数据统计

采用 SPSS 19 软件 (IBM 公司) 进行单因素方差分析,组间数据的显著性差异采用 S-N-K 检验,显著性水平为 0.05。

2 结果与分析

2.1 吸水垫纸添加对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响

的影响

由图 1 可知,空白组的菌落总数、TVB-N 值的生长速率和感官分数降低速率均高于吸水垫纸添加组,其原因可能为添加垫纸通过吸收冷鲜猪肉流失汁液,减缓冷鲜猪肉贮藏期间微生物的滋长,从而延缓 TVB-N 值的增加和感官品质的下降,与徐丹、匡轩等^[33,34]相关研究结果一致。与空白组及添加 1 层吸水垫相比,添加 2 层和 3 层吸水垫纸的冷鲜猪肉在冰箱贮藏期间品质劣变情况均明显得到有效改善,贮藏第 12 d 时,菌落总数分别为 $5.56 \pm 0.06 \text{ lg}(\text{cfu/g})$ 和 $5.37 \pm 0.02 \text{ lg}(\text{cfu/g})$,TVB-N 值分别为 $14 \pm 0.56 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 、 $13.81 \pm 0.32 \text{ mg}/100 \text{ g}$,感官评分分别为 75.6 ± 0.68 分、 81 ± 1 分。添加 2 层与 3 层吸水垫纸相比,两者冷鲜猪肉的组间菌落总数值、TVB-N 值及感官评价的差异均不显著 ($p > 0.05$),选择包装盒内添加 2 层吸水垫纸作为合适的处理因素。

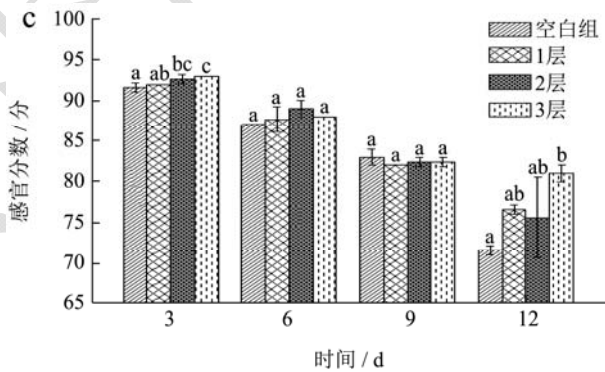
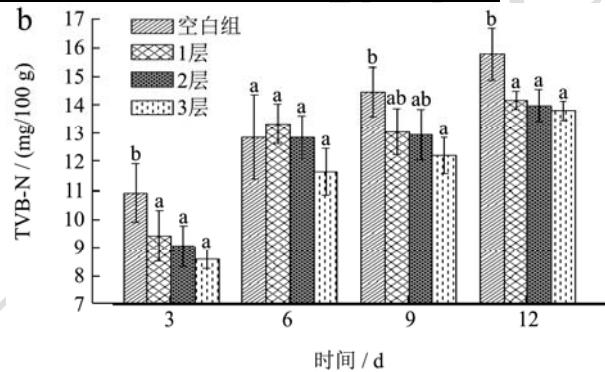
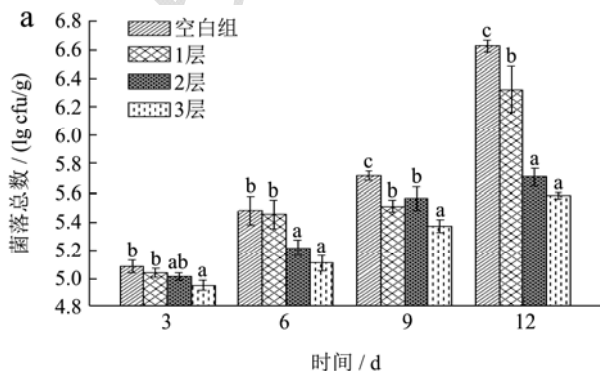


图 1 吸水垫纸添加对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响

Fig.1 Effect of absorbent pad paper addition on the refrigerator storage quality of chilled pork

注: a: 菌落总数, b: TVB-N 值, c: 感官分数; 同一贮藏期的组间菌落总数、TVB-N 值、感官分数显著性差异采用不同小写英文字母表示 ($p < 0.05$), 下同。

2.2 冰袋放置对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响

影响

2.2.1 不同物流环境温度对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响 (未放置冰袋)

参考湖北省近 50 年气温变化^[35],选取冬季平均温度 $8 \text{ }^\circ\text{C}$ 、春秋平均温度 $18 \text{ }^\circ\text{C}$ 、夏季平均温度 $28 \text{ }^\circ\text{C}$ 和特殊高温 $38 \text{ }^\circ\text{C}$ 考察未放置冰袋情况下,不同物流环境温度对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响。如图 2 所

示,随着物流环境温度升高,冷鲜猪肉贮藏品质劣变速度加快。贮藏第1 d时,28℃组、38℃组冷鲜猪肉的菌落总数超过6 lg(cfu/g),已属于变质肉范围,散发微酸臭味,猪肉表面有少许粘液。贮藏第4 d时,8℃组冷鲜猪肉的菌落总数为5.41±0.11 lg(cfu/g),属于次鲜肉范围;18℃组冷鲜猪肉的菌落总数为6.56±0.12 lg(cfu/g),猪肉色泽暗淡,组织松散,伴有汁液渗出,属于变质肉范围。综合来看,如不采取措施控制物流环境温度,冷鲜猪肉的冰箱贮藏品质劣变较快,不能满足保鲜的基本需求。

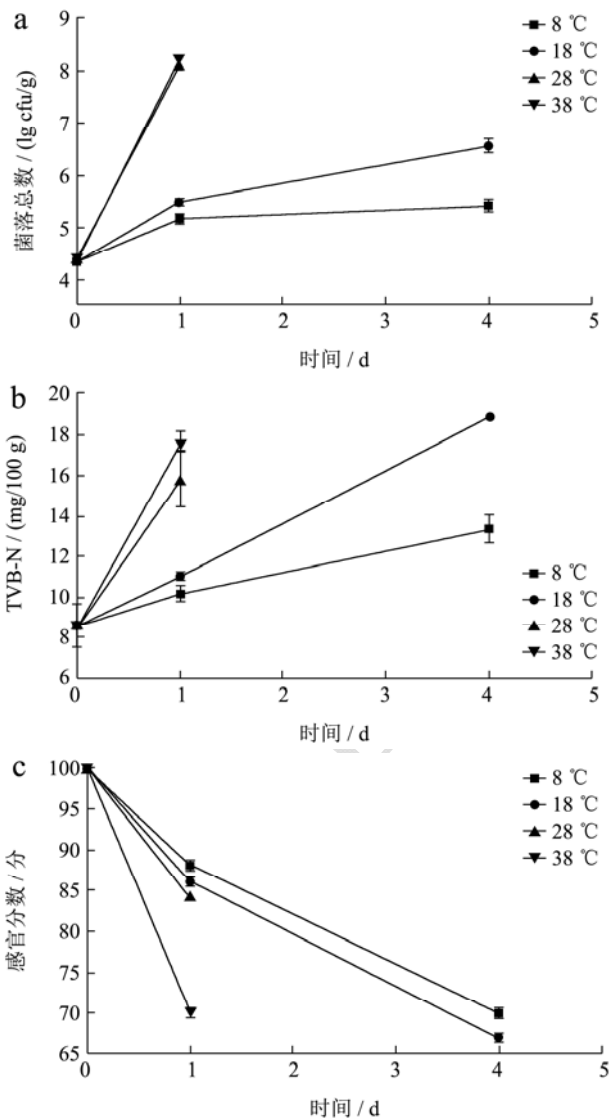


图2 不同物流环境温度对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质影响

Fig.2 Effect of different logistics temperature on the refrigerator storage quality of chilled pork

2.2.2 不同物流温度条件下冰袋放置对冷鲜猪肉贮藏过程中冰箱贮藏品质影响

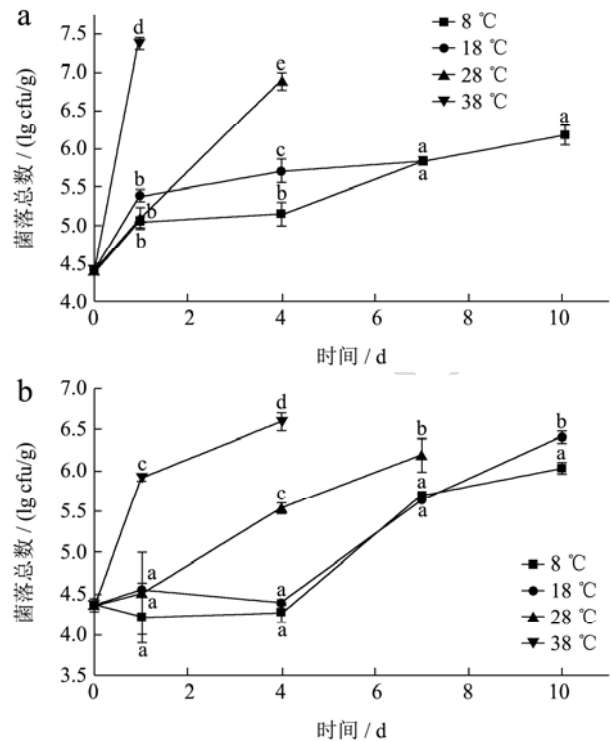


图3 不同物流环境温度冰袋放置对冷鲜猪肉冰箱贮藏菌落总数的影响

Fig.3 Effect of ice bag placement on the total bacteria count of storage quality of chilled pork in different logistics temperature

注: a: 1个冰袋; b: 2个冰袋; 同一贮藏期的组间菌落总数显著性差异采用不同小写英文字母表示 ($p < 0.05$), 下同。

如图3~5所示,与未放置冰袋相比,8℃、18℃、28℃环境温度下添加冰袋,可有效延长冷鲜猪肉的保质期1~3 d,其原因可能为冰袋可降低贮藏微环境的内部温度,有效减缓外环境温度对冷鲜猪肉的影响,从而有效延缓冷鲜猪肉品质的劣变。8℃环境温度下,放置1个和2个冰袋的实验组间差异较小,菌落总数和TVB-N值增长速度基本一致,感官品质较好,在第7 d,菌落总数分别为5.84±0.04 lg(cfu/g)、5.71±0.05 lg(cfu/g),基本同时达到变质肉范围;18℃、28℃环境温度下,放置冰袋个数增加,维持品质效果越明显,放置2个冰袋组比1个冰袋组的保质期延长1~2 d;38℃环境温度下,放置冰袋个数增加,可改善品质,但感官维持效果较弱,第1 d时,两组的感官分数分别为78分、81±0.58分。综合来看,8℃条件下,不同冰袋数的品质指标差异不显著($p > 0.05$);18℃、28℃和38℃条件下,内置2个冰袋维持冷鲜猪肉贮藏品质显著高于内置1个冰袋组($p < 0.05$);但在38℃条件下,放置2个冰袋仍不能达到较好的贮藏品质。

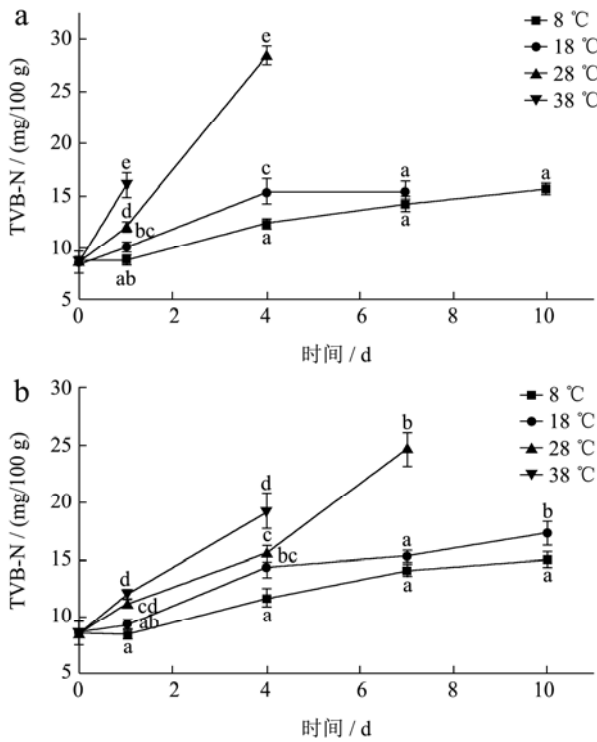


图4 不同物流环境温度冰袋放置对冷鲜猪肉冰箱贮藏TVB-N的影响

Fig.4 Effect of ice bag placement on the TVB-N of storage quality of chilled pork in different logistics temperature

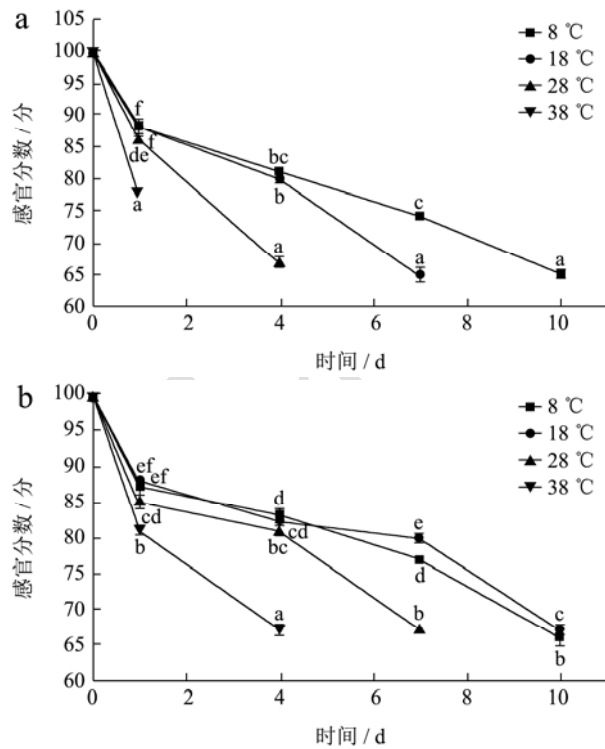


图5 不同物流环境温度冰袋放置对冷鲜猪肉冰箱贮藏感官分数的影响

Fig.5 Effect of ice bag placement on the sensory evaluation of storage quality of chilled pork in different logistics temperature

2.3 物流振动时间对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质

的影响

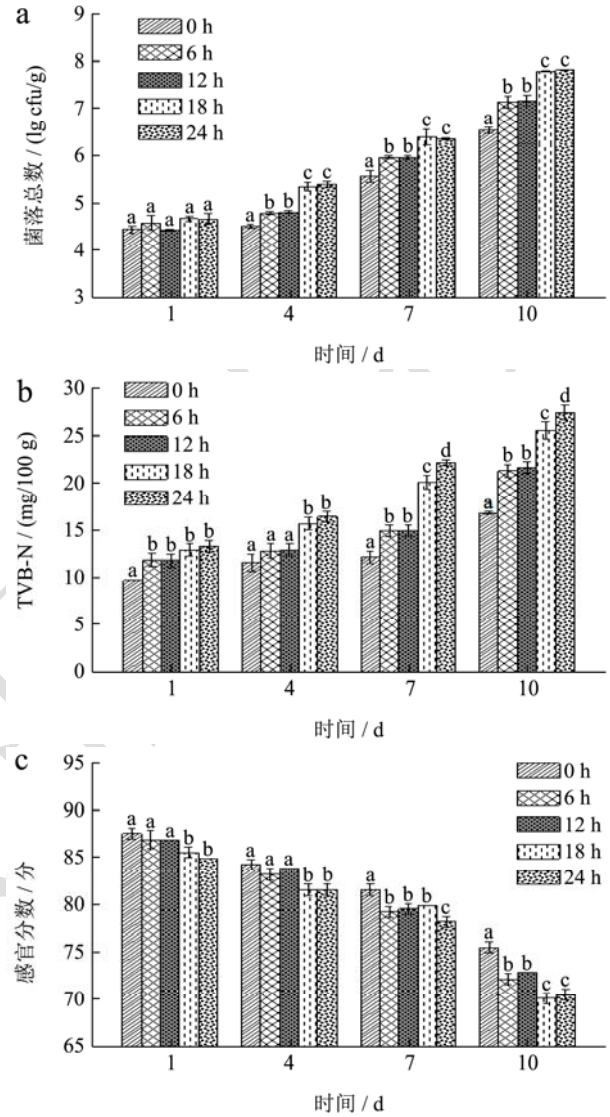


图6 物流振动时间对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质的影响

Fig.6 Effect of logistics vibration time on the refrigerator storage quality of chilled pork

如图6所示,冰箱储藏期间,非振动组(0h)各品质指标均优于振动组。贮藏初期,振动6h、12h实验组的冷鲜猪肉的感官品质、菌落总数、TVB-N值与空白组间差异较小,在整个贮藏过程中,振动6h、12h实验组的冷鲜猪肉品质均显著优于振动18h、24h组($p < 0.05$)。这可能源于长时间物流振动导致冷鲜猪肉汁液流失加剧,促进微生物生长、TVB-N值增加,导致感官品质下降,这与林朝朋等^[24]人的相关研究结果一致。在贮藏7d时,6h、12h振动组的菌落总数分别为 $6.00 \pm 0.03 \text{ lg}(\text{cfu/g})$ 、 $5.96 \pm 0.04 \text{ lg}(\text{cfu/g})$,达到

次鲜肉上限。综合各品质指标,物流振动时间在12 h内,冷鲜猪肉可在4℃冰箱贮藏条件下保持良好品质7 d。

2.4 实际非冷链物流的冷鲜猪肉冰箱贮藏品质变化

2.4.1 菌落总数、TVB-N值、pH值与感官评价指标

由图7可知,同城物流组各项指标均优于同省异城物流组。

贮藏初期,两物流组间各指标差异不显著($p>0.05$),贮藏6 d时,同省异城物流组的猪肉品质下降较快,菌落总数达到次鲜肉的上限值 6.00 ± 0.02 lg(cfu/g);贮藏10 d,同城物流组菌落总数为 6.17 ± 0.1 lg(cfu/g),TVB-N值为 16.05 ± 0.48 mg/100 g,pH值为 6.43 ± 0.09 ,感官分数为72.33分,冷鲜猪肉颜色暗淡、无光泽,表面呈现少许粘液状态,有明显不愉快味道产生,低于冷鲜猪肉要求的鲜度范围。与同城物流组相比,同省异城组物流运输时间较长,冷鲜猪肉品质受外界条件影响较大。综合各项指标,经同城物流组运输的冷鲜猪肉,冰箱贮藏保鲜期可达到8 d;经同省异城物流组运输的冷鲜猪肉,冰箱贮藏保鲜期可达到6 d。

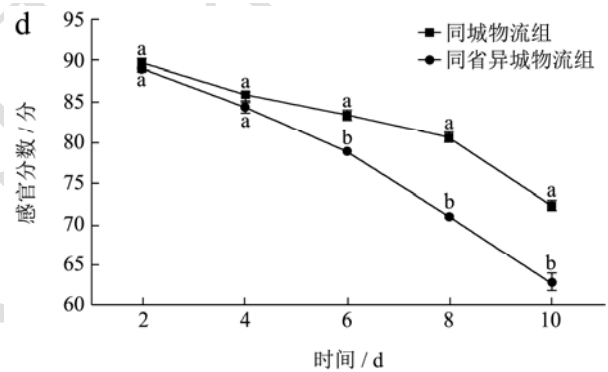
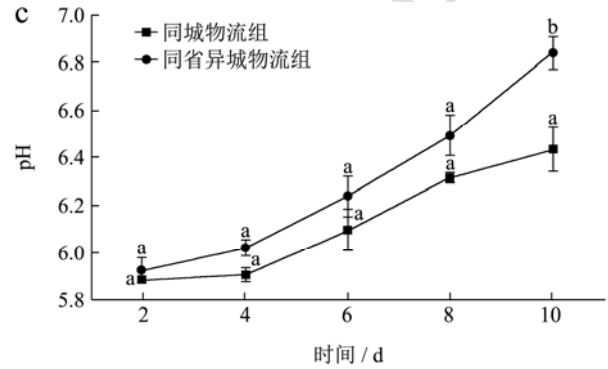
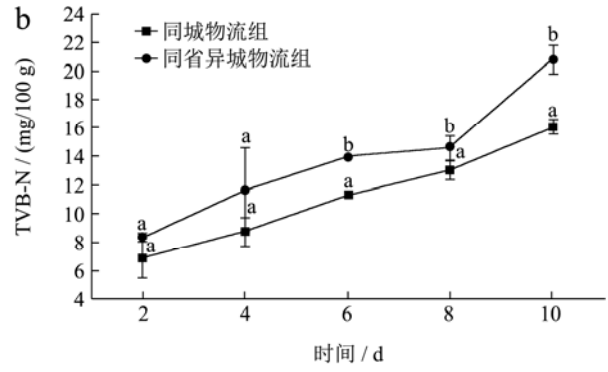
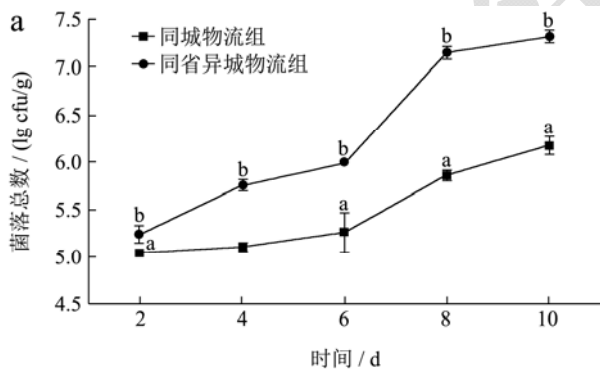


图7 实际非冷链物流对冷鲜猪肉品质的影响

Fig.7 Effect of actual non-cold chain logistics on the quality of chilled pork

注: a: 菌落总数, b: TVB-N值, c: pH值, d: 感官分数。

2.4.2 质构变化

表2 实际非冷链物流对冷鲜猪肉质构的影响

Table 2 Effect of actual non-cold chain logistics on the texture of chilled pork

质构	物流组	冷藏时间/d				
		2	4	6	8	10
硬度	同城物流组	9410.78±860.49 ^a	7894.17±961.30 ^a	6584.00±203.77 ^b	5424.36±542.98 ^b	2159.29±473.30 ^a
	同省异城物流组	9749.06±238.77 ^a	7546.48±495.28 ^a	3856.40±245.77 ^a	2828.28±621.45 ^a	1230.96±455.83 ^a
弹性	同城物流组	0.51±0.03 ^a	0.57±0.10 ^a	0.46±0.06 ^a	0.56±0.08 ^a	0.47±0.02 ^a
	同省异城物流组	0.46±0.12 ^a	0.50±0.05 ^a	0.51±0.03 ^a	0.52±0.06 ^a	0.46±0.04 ^a
恢复性	同城物流组	0.34±0.00 ^a	0.36±0.06 ^a	0.29±0.03 ^a	0.30±0.08 ^a	0.18±0.06 ^a
	同省异城物流组	0.34±0.09 ^a	0.33±0.04 ^a	0.24±0.07 ^a	0.24±0.02 ^a	0.16±0.04 ^a

注: 同一贮藏期的质构组间差异采用不同小写英文字母表示 ($p<0.05$)。

质构是通过模拟人类口腔咀嚼,对肉质的紧密程度、结缔组织状态等指标进行描述,其中硬度、弹性、恢复性等指标与嚼碎过程中其力学特性的变化相关,是评价肉食品质的评价指标^[36]。由表2可知,由于物流运输时间差异,与同省异地组相比,同城组冷鲜猪肉质构特性受外界影响较小,硬度显著优于同省异地组($p<0.05$);弹性、恢复性组优于同省异地组,但差异不显著($p>0.05$)。

2.4.3 汁液流失率变化

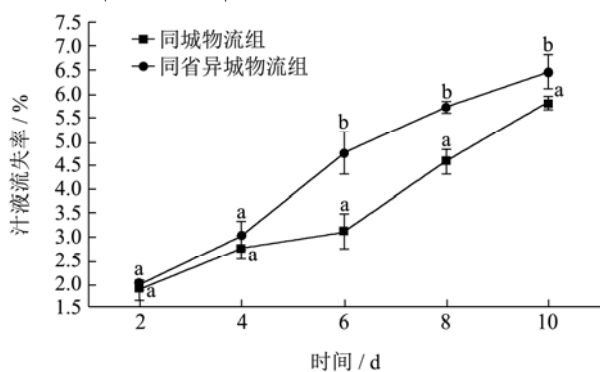


图8 实际非冷链物流对冷鲜猪肉汁液流失率的影响

Fig.8 Effect of actual non-cold chain logistics on the juice loss rate of chilled pork

正常情况下猪肉中微生物生长繁殖,组织分解造成不可避免的汁液流失,而经物流运输后汁液流失加剧,可降低猪肉品质^[37]。由图8可知,贮藏期间,同城物流组的汁液流失率均低于同省异地物流组。贮藏第6d,同城组汁液流失率为 $3.12\% \pm 0.36\%$,较同省异地组降低34.4%。这可能由于较长的物流运输时间,冷鲜猪肉pH增加较快导致蛋白质溶解度增大^[38,39],而含氧气调包装导致冷鲜猪肉肌原纤维蛋白氧化^[40],均导致持水力下降,大量流失的汁液为微生物生长提供条件,促使猪肉劣变速度加快。

3 结论

3.1 在非完全冷链物流体系中,添加2层吸水垫纸可吸收冷鲜猪肉流失汁液,有效改善冷鲜猪肉的冰箱贮藏品质,可延长1~2d的保质期;物流环境温度对冷鲜猪肉的冰箱贮藏品质影响明显;放置2个冰袋可控制低于28℃的物流环境下的微环境温度变化,延缓猪肉品质劣变速度,特别的高温环境下,冰袋的使用不能满足品质控制的需求;物流运输时间对冷鲜猪肉冰箱贮藏品质影响显著,12h内的物流运输时间对品质影响较小,保质期达到7d。

3.2 经聚赖氨酸+气调包装方式保鲜的冷鲜猪肉产品,在低于28℃环境温度下,在包装盒中添加2层吸水垫纸,泡沫箱中放置2个冰袋,控制物流运输时

间在12h以内,经非完全冷链同城及同省异地物流后,可实现具有良好品质的6~8d的冷鲜猪肉冰箱贮藏期。而在特殊高温天气,采用“泡沫箱+冰袋”的非完全冷链物流不能实现冷鲜猪肉品质的有效维持。

参考文献

- [1] ZHANG X, LI G. Study on the time-space optimization for cold-chain logistics of fresh agricultural products [C] // 2010 International Conference on Future Information Technology and Management Engineering. IEEE, 2010, 1: 331-333
- [2] 雷芳芳,林荟.生鲜电商经营模式探究与实践[J].当代经济,2019,1:96-97
LEI Fang-fang, LIN Hui. Exploration and practice of fresh e-commerce business model [J]. Contemporary Economy, 2019, 1: 96-97
- [3] 郭嘉浩,赵新艳.生鲜电商行业的发展现状与障碍因素[J].纳税,2018,12(33):216
GUO Jia-hao, ZHAO Xin-yan. Development status and obstacles of fresh e-commerce industry [J]. Taxation, 2018, 12 (33): 216
- [4] 冯华,王振红.生鲜食品物流存在的问题及解决方案-冷链物流[J].物流技术,2009,28(6):43-45
FENG Hua, WANG Zhen-hong. Problems and solutions of fresh food logistics-cold chain logistics [J]. Logistics Technology, 2009, 28(6): 43-45
- [5] 黄欣.冷藏链中易腐食品冷藏运输品质安全与能耗分析[D].长沙:中南大学,2011
HUANG Xin. Quality safety and energy consumption analysis of refrigerated transport of perishable foods in cold chain [D]. Changsha: Central South University, 2011
- [6] 张夏恒.供应链视角下生鲜电商物流风险来源与形成机理[J].农业经济与管理,2015,3:81-87,96
ZHANG Xia-heng. Risk sources and formation mechanism of fresh e-commerce logistics from the perspective of supply chain [J]. Agricultural economy and management, 2015, 3: 81-87, 96
- [7] 孙燕华,刘学林.基于冷链技术的农产品物流损耗与成本控制研究[J].物流工程与管理,2019,41(1):72-76
SUN Yan-hua, LIU Xue-lin. Research on agricultural logistics loss and cost control based on cold chain technology [J]. Logistics Engineering and Management, 2019, 41(1): 72-76
- [8] Zheng Q, Ieromonachou P, Fan T, et al. Supply Chain contracting coordination for fresh products with fresh-keeping effort [J]. Industrial Management & Data

- Systems, 2017, 117(3): 538-559
- [9] 杨梦玮.生鲜农产品冷链物流发展问题分析及其对策探讨[J].现代营销(下旬刊),2019,1:98
YANG Meng-yi. Analysis on the development of cold chain logistics of fresh agricultural products and its countermeasures [J]. Modern Marketing (later), 2019, 1: 98
- [10] 孙春华.我国生鲜农产品冷链物流现状及发展对策分析[J].江苏农业科学,2013,41(1):395-399
SUN Chun-hua. Analysis of the status quo and development countermeasures of cold chain logistics of fresh agricultural products in China [J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2013, 41(1): 395-399
- [11] 潘群.中国冷链物流业发展的现状分析和对策[J].济南职业学院学报,2011,2:28-29
PAN Qun. Analysis and countermeasures of the status quo of china's cold chain logistics industry development [J]. Journal of Jinan Vocational College, 2011, 2: 28-29
- [12] YAN-Wei D, WEN-Bing W, TENG-Qun Y. Research on current development and development pattern of china's agricultural cold chain logistics [C]. Management Science and Engineering (ICMSE), 2012 International Conference on. IEEE, 2012: 526-532
- [13] 欧阳芳,徐志宏.国外冷链物流的转型分析与借鉴[J].对外经贸实务,2015,8:91-93
OUYANG Fang, XU Zhi-hong. Transformation analysis and reference of foreign cold chain logistics [J]. Foreign Trade and Economics Practice, 2015, 8: 91-93
- [14] 夏雨晴,刘学林.生鲜农产品电商冷链物流断链成因分析与应对策略研究[J].物流工程与管理,2018,40(12):96-98,59
XIA Yu-qing, LIU Xue-lin. Research on causes of formation and coping strategies of e-commerce cold chain logistics broken chain of fresh agricultural products [J]. Logistics Engineering and Management, 2018, 40(12): 96-98, 59
- [15] 白羽.生鲜农产品物流终端配送模式对比研究[D].邯郸:河北工程大学,2018
BAI Yu. Comparative study on the distribution mode of fresh agricultural products logistics terminal [D]. Handan: Hebei University of Engineering, 2018
- [16] 冯寅洁.茭白的常温保鲜适应性研究及加工产品开发[D].杭州:浙江大学,2010
FENG Yu-jie. Research on the adaptability of whitening at room temperature and processing product development [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2010
- [17] Z wierzycki W, Bieńczyk K, Bieńczyk M, et al. Thermal damage to the load in cold chain transport [J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2011, 20: 761-766
- [18] 李念文,汤元春,谢晶,等.物流过程中大眼金枪鱼的品质变化[J].食品科学,2013,34(14):319-323
LI Nian-wen, TANG Yuan-chun, XIE Jing, et al. Quality changes of bigeye tuna in logistics process [J]. Food Science, 2013, 34(14): 319-323
- [19] 徐云强,孙卫青,汪兰,等.储运过程中温度波动对食品品质及货架期的影响[J].收藏,2018,39(8):228-231
XU Yun-qiang, SUN Wei-qing, WANG Lan, et al. Effects of temperature fluctuations on food quality and shelf life during storage and transportation [J]. Collection, 2018, 39(8): 228-231
- [20] Montanari R. Cold chain tracking: a managerial perspective [J]. Trends in Food Science & Technology, 2008, 19(8): 425-431
- [21] Otoni C G, Espitia P J P, Avena-Bustillos R J, et al. Trends in antimicrobial food packaging systems: emitting sachets and absorbent pads [J]. Food Research International, 2016, 83: 60-73
- [22] Oral N, Vatanserver L, Sezer C, et al. Effect of absorbent pads containing oregano essential oil on the shelf life extension of overwrap packed chicken drumsticks stored at four degrees celsius [J]. Poultry Science, 2009, 88(7): 1459-1465.
- [23] 林朝朋.生鲜猪肉物流品质变化研究[J].物流工程与管理, 2009, 31(3): 118-119
LIN Chao-peng. Research on quality change of fresh pork logistics [J]. Logistics Engineering and Management, 2009, 31(3): 118-119
- [24] 孔萍.调理猪肉复合保鲜技术及其常温物流适应性研究[D].武汉:武汉轻工大学,2016
KONG Ping. Research on conditioning and preservation technology of pork and its adaptability to normal temperature logistics [D]. Wuhan: Wuhan Polytechnic University, 2016
- [25] 中华人民共和国国家技术监督,GB 4789.2-2016,食品微生物学检验菌落总数测定[S].北京:中国标准出版社,2016
National Technical Supervision of the People's Republic of China, GB 4789.2-2016, Determination of the Total Number of Colonies for Food Microbiology Inspection [S]. Beijing: China Standard Press, 2016
- [26] 孔萍,孙杰,易阳,等.基于单纯形-重心设计优化气调包装冷鲜猪肉的气体比例[J].食品工业科技,2016,37(7):310-315
KONG Ping, SUN Jie, YI Yang, et al. Optimization of Gas proportion of conditioned cold-packed pork based on simplex-center of gravity design [J]. Food Industry Science

- and Technology, 2016, 37(7): 310-315
- [27] 中华人民共和国国家技术监督局,GB 5009.228-2016,食品中挥发性盐基氮的测定[S].北京:中国标准出版社,2016
National Technical Supervision Bureau of the People's Republic of China, GB 5009.228-2016, Determination of Volatile Base Nitrogen in Food [S]. Beijing: China Standard Press, 2016
- [28] 中华人民共和国国家技术监督局,GB 5009.237-2016,食品pH值的测定[S].北京:中国标准出版社,2016
State Bureau of Technical Supervision of the People's Republic of China, GB 5009.237-2016, Determination of pH Value of Food [S]. Beijing: China Standard Press, 2016
- [29] 路立立,胡宏海,张泓,等.气调包装中氧气含量对冷鲜猪肉品质的影响[J].食品与发酵工业,2015,41(7):215-219
LU Li-li, HU Hong-hai, ZHANG Wei, et al. Effect of oxygen content in modified atmosphere packaging on the quality of chilled pork [J]. Food and Fermentation Industries, 2015, 41(7): 215-219
- [30] 向思颖,谢君,徐芊,等.中性氧化电解水对冷鲜草鱼肉品质及质构的影响[J].食品科学,2017,38(3):239-244
XIANG Si-ying, XIE Jun, XU Qian, et al. Effects of neutral oxidation electrolyzed water on quality and texture of cold fresh grass fish [J]. Food Science, 2017, 38(3): 239-244
- [31] 中华人民共和国国家技术监督局,GB 2707-2016,鲜(冻)畜、禽产品[S].北京:中国标准出版社,2016
National Technical Supervision Bureau of the People's Republic of China, GB 2707-2016, Fresh (frozen) Livestock and Poultry Products [S]. Beijing: China Standard Press, 2016
- [32] 雷会宁,魏益民,魏帅,等.冷却猪肉货架期预测模型建立及验证[J].中国食品学报,2018,18(10):187-194
LEI Hui-ning, WEI Yi-min, WEI Shuai, et al. Establishment and verification of shelf life prediction model for chilled pork [J]. Chinese Journal of Food Science, 2018, 18(10): 187-194
- [33] 张春森,徐丹,周敏.载银抗菌衬垫对冷鲜肉的保鲜效果研究[J].食品与机械,2017,33(10):128-134
ZHANG Chun-sen, XU Dan, ZHOU Min. Study on the fresh-keeping effect of silver-loaded antibacterial pad on cold meat [J]. Food and Machinery, 2017, 33(10): 128-134
- [34] 匡轩.用于冷却肉保鲜的高吸水性生物抗菌衬垫研究[D].武汉:华中农业大学,2010
KUANG Xuan. Research on superabsorbent bio-antibacterial pad for cooling meat preservation [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010
- [35] 李帅,汤振权,匡亚红.湖北省近 50 年来的气温和降水变化趋势分析[J].安徽农业科学,2009,37(4):1652-1655
LI Shuai, TANG Zhen-quan, KUANG Ya-hong. Analysis of the change trend of temperature and precipitation in hubei province in recent 50 years [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2009, 37(4): 1652-1655
- [36] 董庆利,罗欣.肉制品的质构测定及国内外研究现状[J].食品工业科技,2004,7:134-135
DONG Qing-li, LUO Xin. Texture determination of meat products and research status at home and abroad [J]. Food Industry Science and Technology, 2004, 7: 134-135
- [37] 谢华.冷却猪肉汁液流失及控制技术研究[D].咸阳:西北农林科技大学,2006
XIE Hua. Research on cooling pork juice loss and control technology [D]. Xianyang: Master's Thesis of Northwest A&F University, 2006
- [38] 张彩霞.PSE 肉肌原纤维蛋白凝胶性质影响因素的研究[D].重庆:西南大学,2009
ZHANG Cai-xia. Study on the factors affecting the gel properties of PSE muscle myofibrillar protein [D]. Chongqing: Southwest University, 2009
- [39] Torley P J, D'Arcy B R, Trout G R. The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork [J]. Meat Science, 2000, 55(4): 451-462
- [40] 王策.含氧气调包装对冷却肉持水性的影响机制[D].北京:中国农业科学院,2018
WANG Ce. Mechanism of the effect of oxygen-containing packaging on the water retention of chilled meat [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2018