

光源对冷却肉贮藏期间保鲜效果的影响

赵莉君¹, 赵珂², 艾明艳³, 赵改名¹, 朱瑶迪¹, 王娜¹, 李苗云^{1*}, 郝亚楠¹

(1. 河南农业大学食品科学技术学院, 河南郑州 450002) (2. 舞钢市应急管理局, 河南平顶山 462599)

(3. 武汉市农业科学院水产科学研究所, 湖北武汉 430207)

摘要:以两个部位的冷却猪肉(猪背最长肌、猪后腿肉)为主要实验原料, 研究粉色光、粉紫色光、紫外光等光源对冷却猪肉色泽、氧合肌红蛋白含量、硫代巴比妥酸(TBA)值及菌落总数的影响, 旨在选出最利于冷却猪肉保鲜的光源种类。结果表明: 冷藏期间, 粉色光组下冷却猪肉的色泽评分、 a^* 值、氧合肌红蛋白含量及这三个指标的总下降率(分别为38.64%~40.00%、10.36%~13.61%、25.88%~34.98%)均明显高于避光组、粉紫色光组和紫外光组。与避光组、粉紫色光组和紫外光组相比, 粉色光源更有利于冷却猪肉肉色的稳定, 且在此光源下, 肉样的脂类氧化程度(TBA值总体增加率41.38%~86.57%)较其他三组更低。建议冷却猪肉在实际售卖过程中, 陈列展示柜中采用粉色光源, 提高冷却猪肉的保鲜效果。

关键词:冷却肉; 背最长肌; 后腿肉; 色泽; 保鲜

文章编号: 1673-9078(2022)08-148-152

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.8.0868

Effect of Light Sources on Chilled Meat Preservation during Storage

ZHAO Lijun¹, ZHAO Ke², AI Mingyan³, ZHAO Gaiming¹, ZHU Yaodi¹, WANG Na¹, LI Miaoyun^{1*}, HAO Yanan¹

(1.College of Food Science and Technology, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

(2.Emergency Management Bureau of Wugang City, Pingdingshan 462599, China)

(3.Fisheries Research Institute, Wuhan Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430207, China)

Abstract: Two different parts of chilled meat (longissimus dorsi and hindquarter) were used as the main experimental materials to investigate the effects of light sources (including pink light, pink purple light, and ultraviolet light) on the color, oxymyoglobin content, thiobarbituric acid (TBA) value and total plate count of the chilled pork samples, with aim to screen out the most beneficial light source for chilled pork. The results showed that during cold storage, the pork refrigerated under pink light had higher color score, a^* value, oxygenated myoglobin content, and overall decreasing rates of the three indices (38.64%~40.00%, 10.36%~13.61%, and 25.88%~34.98%, respectively), compared with the pork samples refrigerated in dark or under pink purple light or ultraviolet light. Compared with the other light sources, the pink light source was more conducive to stabilizing the color of the chilled pork, and under this light source, the degree of lipid oxidation of the chilled pork was lower (overall increasing rates of TBA value: 41.38%~86.57%). It is suggested to place chilled pork under pink light in the display cabinet during the actual sale to improve the fresh-keeping effect of chilled pork.

Key words: chilled meat; longissimus dorsi; hindquarter; color; fresh-keeping

引文格式:

赵莉君, 赵珂, 艾明艳, 等. 光源对冷却肉贮藏期间保鲜效果的影响[J]. 现代食品科技, 2022, 38(8): 148-152, +88

ZHAO Lijun, ZHAO Ke, AI Mingyan, et al. Effect of light sources on chilled meat preservation during storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(8): 148-152, +88

冷却肉, 也称冷鲜肉或排酸肉, 是指对严格执行

收稿日期: 2021-08-09

基金项目: 河南省重点研发与推广专项(科技攻关)项目(212102110081); 国家重点研发计划项目(2019YFC1605700); 国家肉牛牦牛产业技术体系(GARS-37); 河南农业大学科技创新基金项目(KJGX2020A17)

作者简介: 赵莉君(1985-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 肉类加工与品质控制, E-mail: zhaolj2014@126.com

通讯作者: 李苗云(1976-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 肉类加工与产品质量安全控制, E-mail: limy7476@126.com

兽医卫生检疫制度屠宰后的胴体, 进行迅速冷却处理, 使胴体温度在24 h内降至0~4℃(测量点为后腿肉中心部位), 并在后续的加工、贮藏、运输和售卖过程中始终保持在0~4℃的生鲜肉^[1,2]。冷却肉营养丰富, 滋味鲜美, 是我国肉类消费的重要组成部分。其中, 冷却猪肉又在冷却肉的消费结构中占有重要比重。然而, 冷却猪肉的保鲜多以低温贮存为主, 流通贮藏过程中易出现色泽劣变现象, 货架期短, 严重影响其销售, 成为该产业发展的主要障碍之一。

影响冷却猪肉保鲜效果的外界因素有很多, 主要包括温度、包装方式、光照等^[3,4]。其中, 就光照而言, 经市场实际调研(以郑州市为例, 选取菜市场、便利店、大型商超等场所)发现, 冷却猪肉的主要展示与销售方式即陈列冷柜, 而陈列冷柜中使用的光源常以粉色光、粉紫色光或紫外光为主, 且冷却猪肉通常在白天经光源照射展示, 晚上避光保存。

目前, 国内外有关不同光源照射对冷却猪肉保鲜效果的影响研究相对较少, 且多针对的是固定单一光源下的光照强度, 而非光源种类^[4,5]。实际市场上, 何种光源最能保持冷却猪肉的保鲜效果尚不清楚。基于此, 本文以背最长肌、后腿两个部位的双汇冷却猪肉为原料, 根据市场调研的冷却猪肉展示与贮藏实际光照情况, 以避光组(24 h)为对照, 研究粉色光组(12 h 粉光+12 h 避光)、粉紫色光组(12 h 粉紫色光+12 h 避光)、紫外光组(6 h 紫外+6 h 日光灯+12 h 避光)对冷却猪肉肉色、氧合肌红蛋白含量、TBA 值及菌落总数等的影响, 旨在选出最利于保持冷却猪肉保鲜效果的光源。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冷却肉(猪背最长肌、猪后腿肉), 购自于河南省郑州市丰产路双汇冷却肉连锁店。食品烘焙铝箔纸(肯麦多)、环保 PVC 材质保鲜膜(四季阳光), 购自于河南省郑州市花园路丹尼斯超市。

平板计数琼脂, 北京奥博星生物技术有限责任公司; 肌红蛋白(马骨骼肌来源), 上海复申生物科技有限公司; 2-硫代巴比妥酸, 上海弘顺生物科技有限公司; 三氯乙酸、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠, 国药集团化学试剂有限公司; 以上有机溶剂均为分析纯。

1.2 仪器设备

SW-CJ-2F 型洁净工作台, 苏州安泰空气技术有限公司; SPX-1505 型生化培养箱, 上海新苗医疗器械制造有限公司; Allegra64R 型台式高速冷冻离心机, 美国贝克曼库尔特有限公司; CR-400 型色彩色差计, KONICAMINOLTA (日本柯尼卡-美能达); UV-2600 型紫外分光光度计, 岛津企业管理(中国)有限公司; 冷柜(平口肉柜), 郑州科美瑞商用冷柜有限公司; FL40BRE/36 型粉紫色光灯管(东芝), L36w/76 型粉色光灯管(欧司朗), TUV30w 型紫外灯管(飞利浦), PAK542706 型日光灯灯管(三雄·极光), 深圳市安宏达光电科技有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 冷却肉的不同光照处理

结合对郑州市冷却肉实际展示与销售过程中光照条件的调研情况(展销冷柜中常见三种光源: 粉紫色光、紫外光、粉色光, 白天在展柜中灯光照射, 晚上于冰箱中避光保存), 设置四组冷却肉不同光照处理, 具体见表 1。每个处理组每次肉样重量约 5 kg, 每个处理组进行 3 次重复。

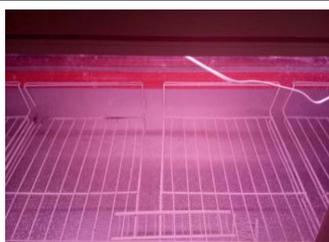
表 1 冷却肉的不同贮藏条件

Table 1 Different storage conditions for chilled meat

类别	处理条件
避光组	每日: 肉样用保鲜膜包裹后, 再用锡箔纸包裹, 于 4℃ 冰箱存放 24 h。
粉紫色光组	每日: 肉样用保鲜膜包裹后, 于 4℃ 冷柜中在粉紫色光源下照射 12 h, 再用锡箔纸包裹后于 4℃ 冰箱存放 12 h。
粉色光组	每日: 肉样用保鲜膜包裹后, 于 4℃ 冷柜中在粉色光源下照射 12 h, 再用锡箔纸包裹后于 4℃ 冰箱存放 12 h。
紫外光组	每日: 肉样用保鲜膜包裹后, 于 4℃ 冷柜中在紫外光源下照射 6 h, 冷柜自带普通日光灯下照射 6 h, 再用锡箔纸包裹后于 4℃ 冰箱存放 12 h。



紫外光



粉紫色光



粉色光

图 1 不同灯管光源实拍图

Fig.1 Photographs of different lamp sources

1.3.2 冷却肉的感官和理化指标测定

采用色差计对冷却肉进行 a^* 值的测定^[6]。冷却肉菌落总数的测定依据相关国标进行^[7]，硫代巴比妥酸值 (TBA 值) 的测定依据文献采用分光光度法进行^[8]，氧合肌红蛋白含量的测定按照文献所用方法进行^[9]。

选取 7 名经培训过的固定人员，依据标准对冷却肉的色泽进行感官评定，评分细则具体见表 2^[10]。

冷却肉贮藏期间各感官指标和理化指标的总变化率 (总体增长率或总体下降率) 反映了冷却肉在贮藏期间该指标的稳定性情况，计算公式如下。

$$\text{指标总变化率}/\% = \frac{|\text{贮藏终点指标值} - \text{贮藏初始指标值}|}{\text{贮藏初始指标值}} \times 100\%$$

表 2 冷却肉的色泽感官评分标准

Table 2 The standard of color sensory score of chilled meat

项目	评价标准	评分
色泽	鲜红色，有光泽	10~8
	淡红色，略灰，光泽度低	7~5
	灰暗色，无光泽	4~0

1.3.3 数据处理

所有数据均基于 3 次重复试验结果，使用 SPSS (Statistical Product and Service Solutions) 16.0 软件对数据进行单因素方差分析 (One way ANOVA)。

2 结果与讨论

2.1 不同光照处理对冷却肉贮藏期间菌落总数的影响

几组不同光照处理下两部位 (背最长肌和后腿肉) 冷却肉在贮藏期间的菌落总数测定结果见表 3。由表 3 可知，随着贮藏时间的延长，避光组、粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却肉的菌落总数均呈显著性增加趋势 ($p < 0.05$)。与其它三组相比 (避光组菌落总数总体增长率 17.34%~22.82%，粉紫色光组 29.60%~

40.33%，粉色光组 30.30%~32.54%)，贮藏期内，无论是背最长肌还是后腿肉，紫外光组对应的肉样的菌落总数变化幅度与总体增长率均最低 (10.81%~11.90%)，说明紫外照射可以起到抑制微生物生长的作用，这与文献报道的紫外具有杀菌作用，利于冷却肉货架期的延长相一致^[1,11]。

国家农业部行业标准规定冷却肉的菌落总数不能超过 6 lg(CFU/g)^[12]。本研究中的冷却肉贮藏至第 6 d 时，除背最长肌对应的紫外光组，后腿肉对应的避光组和紫外光组外，其余 5 组冷却肉的菌落总数均已超标 [$> 6 \text{ lg(CFU/g)}$]。因此，后续实验中冷却肉的贮藏时间均不超过 5 d。

2.2 不同光照处理对冷却肉贮藏期间 TBA 值的影响

TBA 值，即硫代巴比妥酸值的大小，能够反映出肉类脂肪氧化产物之一丙二醛含量的多少，常用来表征肉类的脂肪氧化程度^[13,14]。几组不同光照处理下两部位 (背最长肌和后腿肉) 冷却肉在贮藏期间的 TBA 值测定结果见表 4。由表 4 可知，随着贮藏时间的延长，避光组、粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却肉的 TBA 值均呈显著性增加趋势 ($p < 0.05$)。与其它三组相比 (避光组 TBA 值总体增长率 55.91%~201.30%，粉紫色光组 311.52%~421.47%，紫外光组 41.94%~110.39%)，贮藏期内，无论是背最长肌还是后腿肉，粉色光组对应的冷却肉 TBA 值总体增长率均最低 (41.38%~86.57%)。这可能是由于与紫外光组、粉紫色光组相比，粉色光组的波长相对较长，光照能量相对较弱，因而脂肪氧化进程相对延缓。

2.3 不同光照处理对冷却肉贮藏期间色泽感官评分的影响

表 3 冷却肉贮藏期间的菌落总数

Table 3 The aerobic plate count of chilled meat during refrigeration

贮藏时间/d	背最长肌菌落总数/lg(CFU/g)				后腿肉菌落总数/lg(CFU/g)			
	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组
1	5.04±0.05 ^c	4.29±0.04 ^c	4.64±0.13 ^c	5.09±0.11 ^c	4.44±0.13 ^c	5.44±0.06 ^c	5.05±0.11 ^c	4.37±0.04 ^c
3	5.72±0.06 ^b	5.36±0.08 ^b	5.68±0.06 ^b	5.44±0.06 ^b	4.99±0.35 ^b	6.32±0.07 ^b	6.09±0.07 ^b	4.68±0.05 ^b
6	6.19±0.07 ^a	6.02±0.07 ^a	6.15±0.07 ^a	5.64±0.06 ^a	5.21±0.25 ^a	7.05±0.02 ^a	6.58±0.03 ^a	4.89±0.05 ^a
总体增长率/%	22.82	40.33	32.54	10.81	17.34	29.60	30.30	11.90

注：平均值±标准差；同列均值有不同英文字母上标者，表示同一光照组内不同贮藏时间下指标的均值间存在显著性差异 ($p < 0.05$)。下表同。

表 4 冷却肉贮藏期间的 TBA 值

Table 4 The TBA value of chilled meat during refrigeration

贮藏时间/d	背最长肌 TBA 值/(mg/100 g)				后腿肉 TBA 值/(mg/100 g)			
	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组
0	0.077±0.007 ^d	0.165±0.003 ^d	0.067±0.003 ^d	0.077±0.007 ^d	0.093±0.002 ^d	0.177±0.006 ^d	0.087±0.003 ^d	0.093±0.002 ^d
2	0.175±0.009 ^c	0.448±0.015 ^c	0.085±0.003 ^c	0.134±0.011 ^c	0.105±0.003 ^c	0.471±0.012 ^c	0.099±0.002 ^c	0.109±0.004 ^c
4	0.190±0.014 ^b	0.470±0.003 ^b	0.090±0.006 ^b	0.144±0.015 ^b	0.130±0.002 ^b	0.555±0.038 ^b	0.113±0.015 ^b	0.120±0.008 ^b
5	0.232±0.011 ^a	0.679±0.012 ^a	0.125±0.011 ^a	0.162±0.009 ^a	0.145±0.005 ^a	0.923±0.034 ^a	0.123±0.005 ^a	0.132±0.005 ^a
总体增长率/%	201.30	311.52	86.57	110.39	55.91	421.47	41.38	41.94

表 5 冷却肉贮藏期间的色泽感官评分

Table 5 The color sensory score of chilled meat during refrigeration

贮藏时间/d	背最长肌色泽感官评分				后腿肉色泽感官评分			
	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组
0	9.20±0.84 ^a	9.00±0.70 ^a	8.80±0.45 ^a	9.00±0.68 ^a	9.60±0.62 ^a	9.40±0.55 ^a	9.00±0.69 ^a	9.60±0.50 ^a
2	6.60±0.53 ^b	7.80±0.45 ^b	8.00±0.73 ^a	7.60±0.50 ^b	7.80±0.33 ^b	7.60±0.55 ^b	8.40±0.53 ^a	7.60±0.55 ^b
4	4.20±0.42 ^c	5.40±0.50 ^c	6.00±0.61 ^b	5.20±0.82 ^c	5.60±0.58 ^c	6.20±1.10 ^c	7.60±0.49 ^b	6.80±0.84 ^b
5	3.00±1.00 ^d	3.80±0.69 ^d	5.40±0.55 ^c	4.00±0.43 ^d	3.00±0.71 ^d	3.80±0.82 ^d	5.40±0.38 ^c	4.00±0.71 ^c
总体下降率/%	67.39	57.78	38.64	55.56	68.75	59.57	40.00	58.33

表 6 冷却肉贮藏期间的 a* 值

Table 6 The a* value of chilled meat during refrigeration

贮藏时间/d	背最长肌 a* 值				后腿肉 a* 值			
	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组
0	8.06±0.33 ^a	9.62±0.09 ^a	7.82±0.07 ^a	8.10±0.81 ^a	14.39±0.90 ^a	13.05±0.98 ^a	12.05±1.65 ^a	14.39±0.81 ^a
2	7.50±1.05 ^a	8.16±0.92 ^b	7.87±0.90 ^a	7.76±0.54 ^{ab}	10.55±1.02 ^b	10.71±1.40 ^b	11.84±1.63 ^a	14.99±2.50 ^a
4	6.72±0.84 ^b	7.55±1.03 ^b	7.05±0.86 ^a	7.33±1.08 ^b	11.73±1.38 ^a	10.85±0.94 ^b	11.68±1.71 ^a	11.35±0.81 ^b
5	6.47±0.76 ^b	7.13±0.86 ^b	7.01±1.50 ^a	7.08±0.82 ^b	9.28±0.98 ^c	9.84±2.27 ^b	10.41±0.86 ^a	11.74±2.40 ^b
总体下降率/%	19.73	25.88	10.36	12.59	35.51	24.60	13.61	18.42

几组不同光照处理下两部位(背最长肌和后腿肉)冷却肉在贮藏期间的色泽感官评分结果见表 5。由表 5 可知,随着贮藏时间的延长,避光组、粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却肉的色泽感官评分均呈显著性下降趋势 ($p < 0.05$)。贮藏期内,无论是背最长肌肉还是后腿肉,粉色光组对应的冷却肉色泽感官评分下降率均最低 (38.64%~40.00%),其次是紫外光组 (55.56%~58.33%),这与表 4 中粉色光组对应的冷却肉 TBA 值总体增长率均最低,脂肪氧化程度相对最弱相对应。

2.4 不同光照处理对冷却肉贮藏期间 a* 值的影响

几组不同光照处理下两部位(背最长肌和后腿肉)冷却肉在贮藏期间的 a* 值结果见表 6。为对冷却肉的颜色进行客观准确的测定,常利用色差计所采用的 L*a*b* 颜色表示系统来表征。其中, a* 值表示红绿度,

a* 值为正,表示红色, a* 值绝对值越大,表示该颜色程度越深^[14,15]。由表 6 可知,随着贮藏时间的延长,避光组、粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却肉的 a* 值均呈显著性下降趋势 ($p < 0.05$)。贮藏期内,无论是背最长肌肉还是后腿肉,粉色光组对应的冷却肉 a* 值下降率均最低 (10.36%~13.61%),其次是紫外光组 (12.59%~18.42%)。与其它组相比,粉色光组对应的冷却肉的 a* 值色泽稳定性相对最好,这也与表 5 中色泽感官评分结果相吻合。

2.5 不同光照处理对冷却肉贮藏期间氧合肌红蛋白含量的影响

肌红蛋白含量及其状态是影响肉色优劣的内因之一,其中,氧合肌红蛋白为鲜红色,氧合肌红蛋白含量越高,肉色越红^[1,2]。几组不同光照处理下两部位(背最长肌和后腿肉)冷却肉在贮藏期间的氧合肌红蛋白含量结果见表 7。由表 7 可知,无论是背最长肌还是

后腿肉, 冷藏初期(贮藏至第2 d), 除避光组外, 粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却肉的氧合肌红蛋白含量均与初始贮藏时(贮藏第0 d)无显著性差异($p>0.05$), 这可能是由于冷却肉内源的高铁肌红蛋白还原酶发挥的作用^[1,2]。到贮藏至第5 d时, 与初始相比, 各组冷却肉的氧合肌红蛋白含量均发生了显著性下降($p<0.05$)。与其它三组相比(避光组氧合肌红蛋

白含量总体下降率 68.64%~69.83%, 粉紫色光组 32.02%~45.63%, 紫外光组 32.33%~47.06%), 贮藏期内, 无论是背最长肌肉还是后腿肉, 粉色光组对应的冷却肉氧合肌红蛋白含量下降率均最低(25.88%~34.98%), 这与表5和表6粉色光组冷却肉色泽稳定性相对最好的结果相对应。

表7 冷却肉贮藏期间的氧合肌红蛋白含量

Table 7 The oxymyoglobin content of chilled meat during refrigeration

贮藏时间/d	背最长肌氧合肌红蛋白含量/%				后腿肉氧合肌红蛋白含量/%			
	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组	避光组	粉紫色光组	粉色光组	紫外光组
0	0.220±0.019 ^b	0.263±0.049 ^a	0.223±0.048 ^a	0.204±0.033 ^a	0.232±0.086 ^b	0.203±0.072 ^a	0.228±0.086 ^a	0.232±0.088 ^a
2	0.254±0.035 ^a	0.291±0.071 ^a	0.236±0.013 ^a	0.212±0.029 ^a	0.278±0.003 ^a	0.250±0.087 ^a	0.276±0.003 ^a	0.252±0.012 ^a
4	0.085±0.003 ^c	0.184±0.021 ^b	0.175±0.095 ^{ab}	0.158±0.018 ^b	0.156±0.020 ^b	0.197±0.019 ^b	0.226±0.078 ^a	0.216±0.008 ^a
5	0.069±0.005 ^d	0.143±0.012 ^c	0.145±0.013 ^b	0.108±0.023 ^c	0.070±0.005 ^d	0.138±0.018 ^b	0.169±0.019 ^b	0.157±0.014 ^b
总体下降率/%	68.64	45.63	34.98	47.06	69.83	32.02	25.88	32.33

3 结论

随着冷藏时间的延长, 避光组、粉紫色光组、粉色光组、紫外光组冷却猪肉(背最长肌、后腿肉)的菌落总数、TBA 值均显著性增加($p<0.05$), 而色泽感官评分、 a^* 值、氧合肌红蛋白含量均显著性下降($p<0.05$)。冷藏期内, 无论是冷却猪背最长肌肉还是冷却猪后腿肉, 与其他三组相比, 粉色光组对应的冷却肉的色泽感官评分、 a^* 值、氧合肌红蛋白含量均明显更高, 且总体下降率最低(分别为 38.64%~40.00%、10.36%~13.61%、25.88%~34.98%)。综上, 冷藏期间, 采用粉色光源更有利于冷却猪肉肉色稳定性的提高, 且在此光源下, 肉样的脂类氧化程度较其他三组更低(TBA 值总体增加率 41.38%~86.57%), 保鲜效果更好。

参考文献

[1] 赵莉君, 骆震, 崔文明, 等. 紫外照射和温度波动对冷鲜肉肉色稳定性的影响[J]. 食品科技, 2020, 45(2): 133-137
ZHAO Lijun, LUO Zhen, CUI Wenming, et al. Influence of ultraviolet irradiation and temperature fluctuation on the color stability of chilled meat [J]. Food Science and Technology, 2020, 45(2): 133-137

[2] 赵莉君, 骆震, 崔文明, 等. 保鲜膜包裹对冷鲜肉贮藏中肉色稳定性的影响[J]. 食品科技, 2020, 45(5): 101-105
ZHAO Lijun, LUO Zhen, CUI Wenming, et al. Effect of

fresh-keeping film wrapping on the color stability of chilled meat [J]. Food Science and Technology, 2020, 45(5): 101-105

[3] 吴艺鸣. 冷链运输中不同包装方式对生鲜猪肉品质的比较分析[J]. 现代食品科技, 2020, 36(3): 133-138
WU Yiming. Comparison of quality of fresh pork packaged by different method during the cold chain transportation [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(3): 133-138

[4] 任可. 包装和光照对冷却肉颜色稳定性的影响研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2017
REN Ke. Influence and analysis on beef color of different light intensity [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2017

[5] Monika Marcinkowska-Lesiak, Ewa Poławska, Adrian Stelmasiak, et al. Quality of pork loin stored under different light intensity [J]. CyTA - Journal of Food, 2017, 15(3): 336-343

[6] 曲文娟, 宋雅婷, 张欣欣, 等. 胶原蛋白-壳聚糖膜的制备及其对猪肉的保鲜作用[J]. 现代食品科技, 2020, 36(3): 89-98
QU Wenjuan, SONG Yating, ZHANG Xinxin, et al. Preparation of collagen-chitosan film and its preservation of pork [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(3): 89-98

[7] GB 4789.2-2016, 食品安全国家标准食品微生物学检验菌落总数测定[S]
GB 4789.2-2016, National Food Safety Standard - Food Microbiological Examination: Aerobic Plate Count [S]

(下转第 88 页)