

雾化喷淋冷却对猪半胴体干耗及品质的影响

张向前, 李虹敏, 徐幸莲*, 周光宏

(南京农业大学 教育部肉品加工与质量控制重点实验室, 江苏 南京

210095)

摘 要: 为了解决实际生产中猪半胴体在冷却过程中干耗较严重的问题, 选取宰后 45min 内的猪半胴体, 研究了不同持续时间(4、8、12、16h)的雾化喷淋冷却处理对猪半胴体干耗及各项品质指标的影响。结果表明: 雾化喷淋冷却能显著降低胴体 24h 冷却干耗, 半胴体表面微生物数量稍有上升, 喷淋对背最长肌货架期的影响并不显著。随着喷淋持续时间的延长, 肌肉保水性降低, 但对背最长肌 L*、a*、b* 值影响不大, 脂肪 L* 值略有上升, 且喷淋时间超过 12h 后脂肪颜色变亮、变灰。各处理组间半胴体冷却速率基本没有差异($p > 0.05$), 16h 喷淋组在冷却结束时 pH 偏低。

关键词: 雾化喷淋冷却; 猪胴体; 干耗; 胴体品质

Effects of Spray-chilling on Carcass Shrinkage and Pork Quality

ZHANG Xiang-qian, LI Hong-min, XU Xing-lian*, ZHOU Guang-hong

(Key Laboratory of Meat Processing and Quality Control, Ministry of Education, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: In conventional chilling, carcass shrinkage was so serious that caused considerable economic losses. To solve this problem, spray-chill system was introduced during the cooling period. In this study, effects of different spray-chilling durations (4, 8, 12 and 16h) were compared with conventional chilling on carcass shrinkage and pork quality during chilling. It indicated that spray-chilling significantly reduced carcass shrinkage at 24h postmortem, slightly increased bacterial counts, but had little effect on retail life of *M. Longissimus*. Regarding WHC (water-holding capacity) of muscle, drip loss was higher with the prolonging of spray-chill treatment time, while colour of carcass showed only a little change except for a slight increase on the value of CIE L* of fat. Fat color tended to brighten and turned gray as spray duration extended up to 12 h. The rate of chilling was similar for all treatments ($p > 0.05$), while pH of carcasses by 16 h treatment turned lower than others at the end of chilling.

收稿日期: 2006-08-06

*通讯作者

基金项目: 江苏省科技厅成果转化资金项目(BA2005009)

作者简介: 张向前(1981-), 男, 硕士, 研究方向为肉品加工与质量控制。

3.2 以磨浆预处理后超声波提取的方法从黄姜中提取薯蓣皂素, 同传统方法相比具有提取率高、节约能耗、减少环境污染等优点, 因此具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 秦松云, 丁季春, 舒抒, 等. 中国盾叶薯蓣资源现状及保护对策[J]. 资源开发与市场, 2004, 20(4): 263-265.
- [2] 黄诗铨, 张希. 中国黄姜生产的现状与对策[J]. 世界农业, 2003(9): 49-50.
- [3] 林向阳. 盾叶薯蓣中薯蓣皂素的提取研究进展[J]. 河北科技师范学院学报, 2005, 19(3): 72-75.
- [4] 高国新, 郑锁键, 刘艺, 等. 黄姜根中薯蓣皂素的提取及研究[J]. 陕西农业科学, 2005(1): 22-24; 91.
- [5] VOHRA A, SATYANARAYANA T. Statistical optimization of the medium components by response surface methodology to enhance phytase production by *pichia anomala*[J]. Process Biochemistry, 2002, 37(9): 999-1004.
- [6] EDWARDS A L. Presence of diosgenin in *Dioscorea batatas* (*Dioscoreaceae*) [J]. Economic Botany, 2002, 56(2): 204-206.
- [7] 曹玉芳, 王太霞, 胡正海. 盾叶薯蓣根状茎不同部位和不同生长期薯蓣皂苷元含量的差异性研究[J]. 中草药, 2004, 35(5): 562-566.
- [8] 陈国钧. 超声技术在中草药有效成分提取中的应用[J]. 机电信息, 2005, 18: 56-58.
- [9] HROMADKOVA Z, EBRINGEROVA A. Ultrasonic extraction of plant materials—investigation of hemicellulose release from buckwheat hulls [J]. Ultrasonics Sonochemistry, 2003(10): 127-133.

Key words spray-chilling pig carcass shrinkage pork quality

中图分类号: TS251.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)07-0100-05

我国是肉类生产大国, 肉类产量连续 17 年位居世界第一。随着与国际肉品企业的接轨, 国内冷却肉生产发展迅速, 大多数企业胴体预冷都是采用常规风冷^[1], 且厂房、制冷设备简陋, 胴体在冷却过程中水分损失较多(1.85%~3.5%)^[2], 给企业造成了很大经济损失。而雾化喷淋冷却(spray-chilling)是在宰后3~8h内对胴体执行间歇式冷水喷淋, 主要目的就是降低胴体 24h 冷却时间内的水分损耗。

本研究旨在确定雾化喷淋冷却和常规风冷对胴体干耗、颜色、pH、保水性、冷却速度、微生物生长状况等各方面质量指标的影响差异; 分析雾化喷淋冷却处理对猪胴体品质的综合影响, 以期找到最优喷淋处理方式, 在减少胴体预冷损耗的同时, 将其对胴体保水性、肉色等的不良影响降到最低水平, 为雾化喷淋冷却技术在生产上的应用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 猪胴体样品

选择品种和饲养管理相同, 活重 95 ± 5 kg 的杂交猪(淮南猪×长白×约克夏) 30 头, 将常规工艺屠宰后 45min 内的胴体随机分成 6 组, 分布于冷却间四角及中心冷却 24h, 温度 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$, 风速 2.5m/s 。

1.1.2 材料与设备

平板计数培养基 北京陆桥技术有限责任公司; 乳糖胆盐培养基 北京陆桥技术有限责任公司。

小型喷雾器(30kg) 苏工农化有限公司; 便携式 pH 计(HANNA-HI9025) 意大利哈纳公司; 便携式色差计(Minolta-CR200) 日本美能达公司。

1.2 方法

1.2.1 样品处理

实验包括空白对照和雾化喷淋冷却实验两部分。空白对照试验测定 24h 常规冷却条件下胴体干耗及各项品质指标。喷淋实验共分为 4 批不同的处理组, 喷淋持续时间依次为 4、8、12、16h。每组实验取 30 头刚屠宰的猪半胴体, 其中 5 头采用常规风冷作为对照, 其余 25 头进行喷淋冷却处理, 胴体冷却时间统一为 24h。

进入冷库前, 将 30 个样品随机分成 6 组, 均匀分布于冷却间四角及中心, 其中 5 组执行喷淋, 每组随机选取 2 个作为肉色、pH 和保水性指标的待测样品。对照组采用常规风冷, 不做任何处理; 雾化喷淋组样品进库后, 执行间歇式喷淋, 采用小型喷雾器(30kg) 对半胴

体进行喷淋处理, 喷淋用水 $0 \sim 5^{\circ}\text{C}$, 每次 60s 左右, 喷淋间隔时间为 30min, 喷淋要均匀, 以胴体下部没有水滴落下为标准。喷淋前、贮藏过程中及冷却 24h 后测定胴体各项指标。

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 水分损失

入库前将样品依次编号, 并以 5 个为一组记录重量, 24h 冷却结束时记录最后重量, 并计算失重率。

1.2.2.2 颜色变化

分别取入库前和冷却 24h 后背最长肌胸腰结合处肌肉(厚约 2.5cm), 测定前将肉样切开, 切面于室温下暴露 10min, 使用色差仪测量肉色。分别测定不同喷淋组半胴体肌肉和脂肪 L^* 、 a^* 、 b^* 值的变化。

1.2.2.3 pH 值

屠宰后 45min、1.5、2.5、5、24h 用便携式 pH 计测定胸腰结合处背最长肌 pH 值, 观察雾化喷淋冷却对 pH 的影响。

1.2.2.4 冷却速度

在猪半胴体后腿最厚部位 5cm 深处, 测定温度变化情况。

1.2.2.5 微生物状况

主要测定猪半胴体表面菌落总数和大肠菌群最大可能数(MPN)。每个处理组随机选取 8 个半胴体作为待测样品, 冷却 24h 后, 采用擦拭法对胴体表面(颈部)进行取样($5 \times 5\text{cm}$), 常规培养计数, 测定方法参照食品卫生微生物学检验一菌落总数和大肠菌群测定程序(GB 4789.3-84)。

24h 冷却结束时, 每个处理组随机取 4 条背最长肌作为待测样品, 每条均分为 5 份, 于真空包装袋中 $0 \sim 4^{\circ}\text{C}$ 分别储存 0、3、5、7、11d 后, 用擦拭法测定表面细菌生长状况。

1.2.2.6 肌肉保水性

参考 Honikel^[3]的吊挂法测定滴水损失。取雾化喷淋冷却 24h 猪半胴体胸腰结合处背最长肌, 约 50~100g, 厚 2.5cm, 修整并称重后, 用铁丝钩住一端, 悬挂于塑料袋中, 用细绳扎紧密封, 贮藏 24h 后拭干表面水分再次称重, 计算 48h 滴水损失。

2 结果与分析

2.1 喷淋冷却处理与半胴体重量损失的关系

在 24h 常规冷却条件下, 胴体重量损失一般为

1.85%~3.5%^[2]。通过雾化喷淋处理,胴体冷却24h干耗明显降低(1%以下),与对照组相比差异显著($p < 0.05$)。图1反映了不同雾化喷淋冷却处理对胴体干耗变化的影响,由图可见,水分损失随雾化喷淋持续时间增加而减小,且两者呈线性关系($R^2=0.9946$)。据Greer和Jones^[4]研究,持续8~12h的喷淋能将胴体水分损耗降到1%以下,且水分损失与雾化喷淋持续时间呈线性关系,这一结果与本实验一致。

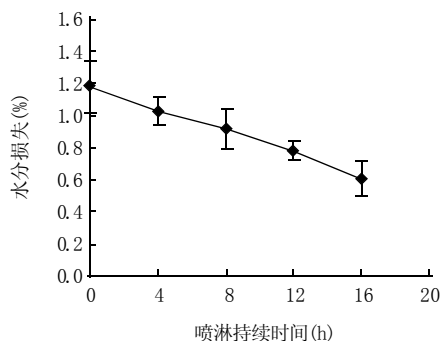


图1 雾化喷淋冷却期间胴体干耗的变化

Fig.1 Effects of spray-chill duration on carcass shrinkage change

2.2 喷淋冷却处理对胴体颜色的影响

在本实验中,通过喷淋处理的背最长肌L*、a*、b*值变化不明显(见表1),但由图2可以看出,脂肪L*值随喷淋持续时间延长而增加,且喷淋超过10h后肌肉

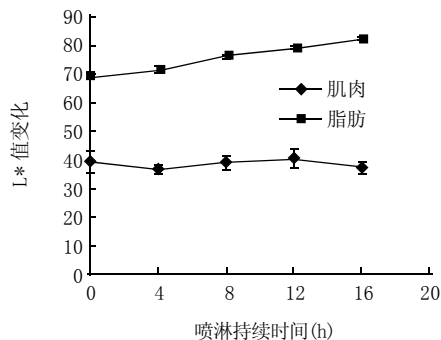


图2 喷淋持续时间对肌肉和脂肪L*值的影响

Fig.2 Effects of spray-chilling on L*-values of muscle and fat during chilling

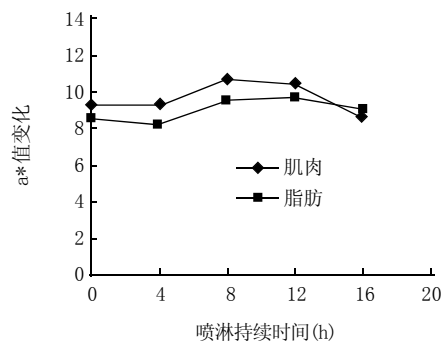


图3 喷淋持续时间对肌肉和脂肪a*值的影响

Fig.3 Effects of spray-chilling on a*-values of muscle and fat during chilling

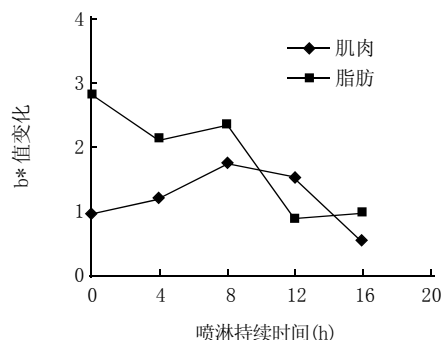


图4 喷淋持续时间对肌肉和脂肪b*值的影响

Fig.4 Effects of spray-chilling on b*-values of muscle and fat during chilling

表面潮湿,脂肪变亮、变灰,这与Jones和Robertson^[5]研究结果一致。由图3、4可见,肌肉a*、b*值呈曲线下降,在8h喷淋期间出现高峰,二者整体均下降1个单位。脂肪a*、b*值呈波动曲线变化,a*变化不明显,b*值下降2个单位。

Allen等^[6]、Jones和Robertson^[5]及Feldhusen^[7]等对雾化喷淋后肉色变化的研究结果显示,喷淋处理使肌肉a*、b*值减小,脂肪L*值明显增加,与本实验中相符;而本实验中肌肉L*值基本无变化,与其研究中肌肉L*值增加的结果有所差异。此外,在本实验中背最长肌L*、a*、b*值测定结果低于常规,L*值比正常偏低6~8个单位。这可能是由于在之前的研究中,肉

表1 不同喷淋持续时间下胴体肌肉和脂肪的颜色变化
Table 1 Color variations of muscle and fat affected by different spray-chilling time

处理方式	肌肉			脂肪		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
空白	39.36±3.81 ^a	9.31±1.03 ^a	0.99±0.68 ^{ab}	69.21±1.17 ^a	8.59±4.78 ^a	2.83±0.42 ^a
4h 喷淋	36.64±1.55 ^a	9.35±0.94 ^a	1.21±0.26 ^{ab}	71.59±1.06 ^b	8.24±4.05 ^a	2.12±0.74 ^a
8h 喷淋	38.97±2.52 ^a	10.75±1.21 ^a	1.75±0.79 ^a	76.25±0.72 ^c	9.52±1.11 ^a	2.36±0.87 ^a
12h 喷淋	40.40±3.03 ^a	8.46±1.31 ^a	1.54±0.88 ^a	79.07±0.31 ^d	9.68±1.87 ^a	0.88±0.23 ^b
16h 喷淋	37.11±1.90 ^a	8.63±1.32 ^a	0.55±0.27 ^b	82.07±0.45 ^e	9.10±0.61 ^a	0.99±0.21 ^b

注:同一列内不同字母表示平均数差异显著($p < 0.05$),数值表示形式为:平均值±标准差。

样来自分割后单独冷却的背最长肌,而本实验中背最长肌取样于喷淋冷却后的胴体。

2.3 喷淋冷却处理与胴体表面微生物数量、背最长肌货架期的关系

2.3.1 胴体表面微生物数量

喷淋后半胴体表面微生物数量有所增加,且随喷淋持续时间增长而呈上升趋势,但波动不大。这说明雾化喷淋造成的冷却间湿度增加确实有助于微生物的生长繁殖。由图5、6可以看出,4h和8h喷淋后菌落总数

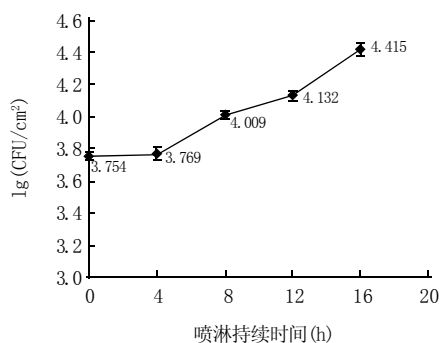


图5 雾化喷淋冷却处理对胴体表面(颈部)菌落总数的影响

Fig.5 Effects of spray-chill duration on bacterial counts of carcass surface(neck)

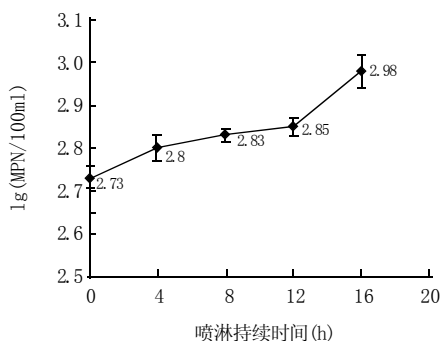


图6 雾化喷淋冷却处理对胴体表面(颈部)大肠菌群的影响

Fig.6 Effects of spray-chill duration on *E.coli* of carcass surface (neck)

和MPN增长并不明显,只在经12h以上的喷淋后,胴体表面菌落总数和大肠菌群有稍明显的增长趋势,但幅度较小,且有研究表明,结合有机酸喷淋则可显著降低胴体和分割肉表面微生物水平^[8]。

2.3.2 背最长肌货架期

表2为不同喷淋处理组及其对照组背最长肌分别冷却贮藏0、3、5、7、11d时的菌落总数,喷淋处理各组在贮藏一段时间后微生物数量均略高于对照组,但增长趋势与对照组基本一致,在0~5d贮藏期间微生物增长较快,而5d之后喷淋组和对照组增长趋势均趋于平缓。喷淋对于背最长肌货架期的影响并不显著。

表2中不同喷淋处理组间,及喷淋组与对应的空白组之间,在同一测定日时样品菌落总数存在显著差异,这可能是由于胴体个体差异造成初始菌数不同,且屠宰修整过程中,车间(包括传送轨道、冲洗用水、墙壁、空气)及员工自身(包括手、衣服、刀具)卫生状况差异较大,对胴体造成交叉污染,影响其入库前及随后冷却过程中微生物状况。

2.4 喷淋持续时间对背最长肌保水性的影响

表3为背最长肌滴水损失随雾化喷淋持续时间的变化,反映了喷淋持续时间对背最长肌保水性变化的影响。由图5可以看出随着喷淋持续时间的延长,滴水损

表3 不同喷淋持续时间下背最长肌滴水损失变化
Table 3 Variation of drip loss of *M.longissimus* by different spray-chill durations

喷淋持续时间 (h)	冷却时间(h)		滴水损失
	24	48	
0	76.54±13.00	75.35±12.72	0.0155±0.003 ^b
4	54.97±11.58	54.08±11.49	0.0163±0.014 ^b
8	64.61±11.47	62.88±11.18	0.0268±0.012 ^{ab}
12	75.40±8.08	73.25±7.49	0.0281±0.012 ^{ab}
16	83.82±11.24	81.30±11.79	0.0312±0.020 ^a

注:同一列内不同字母表示平均数差异显著($p < 0.05$),数值表示形式为:平均值±标准差。

表2 雾化喷淋冷却持续时间对背最长肌货架期的影响
Table 2 Effects of spray-chill duration on retail life of *M.Longissimus*

处理方式	菌落总数lg(CFU/cm²)				
	冷却贮藏时间(d)				
	0	3	5	7	11
空白	2.60±0.35 ^d	3.27±0.17 ^f	6.87±0.15 ^f	7.9±0.15 ^d	8.12±0.15 ^e
4h喷淋	3.68±0.12 ^c	7.18±0.12 ^c	8.37±0.11 ^{bc}	9.18±0.12 ^b	9.49±0.11 ^b
空白	3.65±0.30 ^c	7.21±0.24 ^c	8.29±0.20 ^c	9.18±0.20 ^b	9.37±0.14 ^b
8h喷淋	4.03±0.16 ^b	8.33±0.17 ^a	9.63±0.16 ^a	9.81±0.12 ^a	9.92±0.06 ^a
空白	4.60±0.16 ^a	7.46±0.15 ^b	7.91±0.25 ^d	8.06±0.16 ^d	8.42±0.09 ^d
12h喷淋	4.15±0.09 ^b	6.82±0.09 ^d	8.54±0.08 ^b	9.09±0.09 ^b	9.39±0.07 ^b
空白	4.14±0.09 ^b	6.44±0.16 ^e	7.47±0.09 ^e	7.99±0.09 ^d	8.30±0.11 ^d
16h喷淋	4.43±0.15 ^a	7.11±0.13 ^c	8.22±0.12 ^c	8.38±0.12 ^c	8.85±0.13 ^c

注:肉样来自0~4℃贮藏的背最长肌;同一列内不同字母表示平均数差异显著($p < 0.05$),数值表示形式为:平均值±标准差。

失逐渐增加,保水性降低,但喷淋时间超过8h以后,降幅逐渐趋于平缓。

2.5 喷淋持续时间对胴体宰后24h内冷却速度、pH值的影响

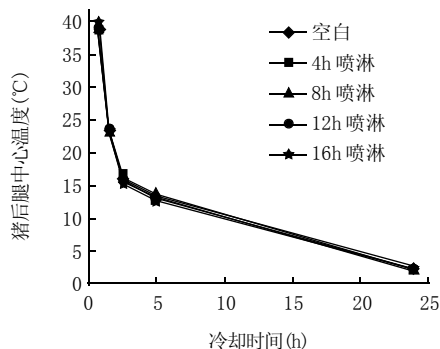


图7 雾化喷淋冷却时间对胴体冷却速度变化的影响

Fig.7 Effects of spray-chill duration on chilling rate of pig carcasses

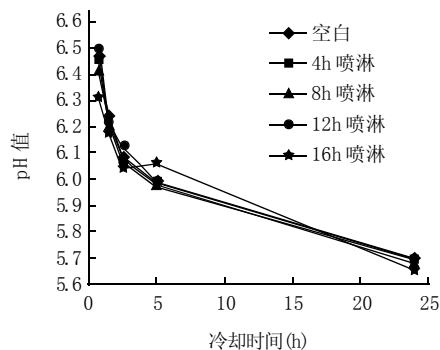


图8 雾化喷淋冷却时间对胴体pH值的影响

Fig.8 Effects of spray-chill duration on pH value of pig carcasses

由图7、8可以看出,雾化喷淋各处理组间半胴体冷却速度基本没有差异。而各组pH值变化有所不同,16h喷淋组冷却结束时pH相对偏低,其余各组间差异不明显。

Jones 和 Robertson^[2]关于雾化喷淋对分割肉冷却速度影响的研究显示,喷淋处理的牛胴体背最长肌冷却速率比对照组低1~2℃,Strydom 和 Buys^[7]认为喷淋使得胴体表面水分增加,延长了胴体经由表面水分蒸发而降温的过程,使得胴体冷却速度加快^[8]。在本实验中,喷淋处理对胴体冷却速率基本没有影响,这可能是由于冷却间胴体排列过于紧密,致使喷淋不均匀,同时影响了水分蒸发所致。而之前研究中,冷却速率的加快可能与胴体个体差异如重量、脂肪厚度等有关^[9]。

3 结 论

经以上分析,雾化喷淋冷却能显著降低胴体24h冷却时间内的水分损耗,并且干耗的减少量与喷淋持续时间成线性关系。持续时间12h以上的喷淋处理使半胴体表面微生物数量呈较明显上升趋势,但波动幅度较小,不影响背最长肌零售货架期。随着喷淋持续时间的延长,肌肉保水性降低,脂肪L*值略有上升,且喷淋时间超过12h后脂肪表面变亮、变灰。喷淋处理对其它指标影响不显著。

在雾化喷淋冷却技术的应用中,喷淋时间的延长能明显减少猪半胴体冷却过程中的干耗,但也会带来一定负面影响,如肌肉保水性降低,胴体表面细菌数量略有增加,但影响均不显著。在生产实践中应用雾化喷淋冷却技术降低干耗的同时,还应当综合考虑肉色、保水性等指标,继续探索实际操作中的最适宜参数,降低对肉品质的不良影响^[11]。

参考文献:

- [1] 周光宏, 徐幸莲. 肉品学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [2] JONES S D M, JEREMIAH L E, ROBERTSON W M. The effects of spray and blast-chilling on carcass shrinkage and pork muscle quality[J]. Meat Science, 1993, 34: 351-362.
- [3] HONIKEL K O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat[J]. Meat Science, 1998, 49: 447-457.
- [4] GREER G G, JONE S D M. Quality and bacteriological consequences of beef carcass spray-chilling: effect of spray duration and boxed beef storage temperature[J]. Meat Science, 1997, 45: 61-73.
- [5] JONES S D M, ROBERTSON W M. The effects of spray-chilling carcasses on the shrinkage and quality of beef[J]. Meat Science, 1988, 24: 177-188.
- [6] FELDHOUSEN F, KIRSCHNER T, KOCH R, et al. Influence on meat colour of spray-chilling the surface of pig carcasses[J]. Meat Science, 1995, 40: 245-251.
- [7] STRYDOM P E, BUYS E M. The effects of spray-chilling on carcass mass loss and surface associated bacteriology[J]. Meat Science, 1995, 39: 256-276.
- [8] HAMBY P L, SAVELL J W, ACUFF G R, et al. Spray-chilling and carcass decontamination systems using lactic and acetic acid[J]. Meat Science, 1987, 21: 1-14.
- [9] HIPPE C L, FIELD R A, RAY B, et al. Effect of spray-chilling on quality of beef from lean and fatter carcasses[J]. Animal Science, 1991, 69: 178-183.
- [10] ALLEN D M, HUNT M C, LUCHIARI F A, et al. Effects of spray chilling and carcass spacing on beef carcass cooler shrink and grade factors[J]. Anim Sci, 1987, 64: 165.
- [11] 周光宏. 畜产品加工学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.