

莆松黑猪肉的营养成分及贮藏过程中的肉品质变化分析

任迎春¹, 秦顺义¹, 洪亮¹, 蒲蕾¹, 周伟良², 张建斌^{1*}, 杨华^{1*}

(1. 天津农学院 动物科学与动物医学学院 天津市农业动物繁育与健康养殖重点实验室, 天津 300384;

2. 天津市宁河原种猪场有限责任公司, 天津 301500)

摘要: 为明确莆松黑猪肉的营养成分及其贮藏过程中肉品质的变化, 试验选取体重相近的大长猪和莆松黑猪, 在体重 100 kg~110 kg 时进行屠宰, 取背最长肌加工成冷鲜肉, 随后立即真空包装并在(4±1)℃贮存。以大长猪为对照, 测定两者常规营养成分和氨基酸含量, 分别于第 1、7、14、21 天测两者 pH 值、肉色、剪切力、细菌总数、硫代巴比妥酸反应产物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值、总挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值及反映肉保水性的指标, 并进行感官评价。结果表明: 与大长猪肉相比, 莆松黑猪肉色泽鲜美($P<0.05$), 肌肉脂肪和肌肉氨基酸总量更高($P<0.05$), 肉嫩多汁, 风味更佳($P<0.05$)。因此, 莆松黑猪肉比大长猪肉表现出更好的营养品质、食用品质、技术品质以及卫生品质。

关键词: 大长猪肉; 莆松黑猪肉; 贮藏; 营养品质; 食用品质

Nutritional Components and Meat Quality Changes of Yorkshire-Landrace Pork and Pusong Black Pork during Storage

REN Ying-chun¹, QIN Shun-yi¹, HONG Liang¹, PU Lei¹, ZHOU Wei-liang²,
ZHANG Jian-bin^{1*}, YANG Hua^{1*}

(1. Tianjin Key Laboratory of Agricultural Animal Breeding and Healthy Husbandry, College of Animal Science and Veterinary Medicine, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Ninghe Original Pig Farm Co., Ltd., Tianjin 301500, China)

Abstract: The purpose of this study was to determine the difference of nutritional components and the changes of meat quality in different pork varieties during storage. Yorkshire-Landrace pigs and Pusong black pigs with similar body weight were slaughtered at 100 kg~110 kg, and longissimus dorsi muscle was processed into chilled meat, which was immediately vacuum-packed and stored at(4±1)℃. The conventional nutritional components and amino acid content were determined using Yorkshire-Landrace pigs as control. The pH, meat color, shear force, total bacterial count, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), total volatile basic nitrogen (TVB-N) and water retention indexes of vacuum-packed meat were determined on the 1st, 7th, 14th and 21st days. Meanwhile, the sensory evaluation was conducted. The results showed that compared with Yorkshire-Landrace pork, Pusong black pork had better color ($P<0.05$), higher total amount of intramuscular fat and muscle amino acid ($P<0.05$), tender and juicy taste, and better flavor ($P<0.05$). Pusong black pork demonstrates better nutritional and edible quality as well as technical and hygienic quality than Yorkshire-Landrace pork.

Key words: Yorkshire-Landrace pork; Pusong black pork; storage; nutritional quality; edible quality

基金项目: 天津市生猪产业技术体系创新团队(ITTPRS2022006); 青海省重点研发与转化计划-科技援青合作专项(2021-QY-204); 天津市自然科学基金重点项目(20JCZDJC00170); 天津市自然科学基金(20JCQNJC00650); 天津市教委科研计划项目(2018KJ188)

作者简介: 任迎春(1998—), 女(汉), 硕士研究生, 研究方向: 动物营养与饲料科学。

* 通信作者: 张建斌(1976—), 男(汉), 副教授, 博士, 研究方向: 畜禽健康养殖; 杨华(1979—), 女(汉), 副教授, 博士, 研究方向: 动物源性食品营养与安全。

引文格式:

任迎春,秦顺义,洪亮,等. 莆松黑猪肉的营养成分及贮藏过程中的肉品质变化分析[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(19):59-67.

REN Yingchun, QIN Shunyi, HONG Liang, et al. Nutritional Components and Meat Quality Changes of Yorkshire-Landrace Pork and Pusong Black Pork during Storage[J]. Food Research and Development, 2022, 43(19):59-67.

我国猪种资源丰富,肉质优良,风味独特,但由于生产性能低、养殖成本高,没有得到广泛推广。随着人们对猪肉食用品质要求的提升,市场上的普通猪肉已不能满足人们的需求,我国地方猪种的优势恰恰迎合了人们的需求。因而近年来国内市场涌现出不同品种的黑猪肉,由于其优良的食用品质受到广大消费者的青睐^[1]。国内外关于中国地方黑猪营养成分及肉品质的研究较多。康连虎^[2]对比皖南黑猪与长白猪肉品质,结果发现皖南黑猪肉的硬度、蒸煮损失、滴水损失显著低于长白猪($P<0.05$),大理石评分、肌内脂肪、 a^* 及鲜味氨基酸含量显著高于长白猪($P<0.05$)。任慧波等^[3]对广益黑猪肉质特性进行分析,结果表明广益黑猪粗蛋白质和肌内脂肪分别为21.80%和3.29%,肌肉中必需氨基酸占总氨基酸的42.13%。王海洲等^[4]研究发现五莲黑猪的肌内脂肪含量是杜长大猪的1.93倍,且鲜味氨基酸含量高于杜长大猪。然而,目前研究大多集中于地方黑猪营养及食品品质,尚缺乏地方黑猪与普通猪肉贮藏过程中品质的对比。

松辽黑猪因其母猪繁殖性能好,育肥猪生产性能高,肌间脂肪含量明显高于各地方白猪,是农业农村部主推品种之一^[5]。莆田黑猪是福建省优良的地方品种,已列入国家级畜禽遗传资源保护品种名录,其早熟、抗病能力强、泌乳量高、肉质细嫩^[6-7],是国内市场优秀猪种中的珍贵遗传资源。为了充分发挥两种地方黑猪的优势,现已将两者杂交培育出莆松黑猪。因此,本文比较大长猪和莆松黑猪的主要营养成分及贮藏过程中的品质变化,为莆松黑猪的推广提供理论依据和数据支持。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

大长猪和莆松黑猪(莆田黑猪♂和松辽黑猪♀)饲养于宁河种猪场,采用同一饲养环境,相同的饲养管理措施,28日龄去势。于体重达100 kg~110 kg经检疫合格后分别各屠宰4只,取其背最长肌备用(每条4.0 kg~4.5 kg)。

三氯乙酸、2-硫代巴比妥酸、乙二胺四乙酸等(均

为分析纯):国药集团化学试剂有限公司。

FOSS KT260 凯氏定氮仪:上海技越国际贸易有限公司;STARTER 3100 实验室 pH 计:奥豪斯仪器(上海)有限公司;CM-5 色差仪:日本 Konica Minolta 公司;ZSBB-712 恒温水浴锅:上海智城分析仪器制造有限公司;TGL-16B 高速台式离心机:上海安亭科学仪器厂;MICHON 美川真空包装机:诸城市美川机械有限公司。

1.2 试验方案

取大长猪和莆松黑猪背最长肌于(4±1)℃冷库中冷却24 h加工成冷鲜肉。随后切分成质量为(200±10)g的肉块,准确称重并记录,装入无菌袋中真空包装,放入(4±1)℃冷库中冷藏贮存。2 h后随机选取大长猪和莆松黑猪肉各4块(分别为4个重复)用于测定营养成分和氨基酸含量,并且在第1(真空包装2 h后)、7、14、21天,分别随机选取10块,其中各6块用于感官评价(生肉和熟肉),4块测定各时间节点的pH值、细菌总数、贮藏损失、滴水损失、离心损失、蒸煮损失、拿破率、硫代巴比妥反应产物(thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)值、总挥发性盐基氮(total volatile basic nitrogen, TVB-N)值、肉色、剪切力等指标。

1.3 指标测定

pH值的测定:2 g肉样搅碎加入20 mL的0.1 mol/L KCl匀浆后,将已校准的电极插入匀浆液中,待读数稳定后即测pH值;菌落总数测定:参照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》的方法^[8],评价标准:菌落总数 $\leq 10^4$ CFU/g为新鲜肉, 10^4 CFU/g<菌落总数 $\leq 10^6$ CFU/g为次鲜肉,菌落总数 $> 10^6$ CFU/g为变质肉;贮藏损失测定:从背最长肌处取2.5 cm厚肉块,计算贮藏前后质量的损失与原肉样质量的百分比;滴水损失测定:参考陈明等^[9]的方法;离心损失测定:计算离心前后质量的损失与原肉样质量的百分比;拿破率测定:取100 g的背最长肌,称质量记为 W_1 (g),称重后将其切成1 cm³左右的肉丁,加入20 mL盐水(12% NaCl和0.07% NaNO₂),4℃腌制24 h后,把肉丁置于沸水中煮制10 min,水浴后的样品静置2.5 h渗出液排出后称质量记录为 W_2 (g)。拿破率计算公式如下。

$$\text{拿破率}/\% = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

蒸煮损失:参照 Schmidt 等^[10]的方法,并稍作修改; TVB-N 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》^[11]中的半微量定氮法; TBARS 测定:采用硫代巴比妥酸反应物法^[12]; 肉色:参照黄辉凤^[13]的方法,使用色差计测量各处理组的 L^* 、 a^* 、 b^* ,每个样品测定 3 次取平均值; 剪切力测定:参照张廷焕等^[14]的方法。

1.4 营养成分分析

水分参照 GB 5009.3—2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[15]中的直接干燥法测定; 粗蛋白参照 GB 5009.5—2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[16]中的凯氏定氮法测定; 粗脂肪参照 GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[17]中的索氏抽提法测定; 粗灰分参照 GB 5009.4—2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[18]测定; 18 种氨基酸成分和含量由北京营养源研究所测定。

1.5 感官评价

选 10 名专业的感官评价员组成评价小组,品评时采取随机的方式,分别对生鲜肉的肉色、大理石花纹、弹性和熟制猪肉的风味、多汁性、易嚼度及总体接受度进行感官评价。感官评价标准见表 1。

表 1 感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

感官评价指标	评价标准	感官评分
生鲜肉感官评价特征	肉色 肌肉呈稍深红色或鲜红色	7~10
	肌肉呈浅红色	4~6
	肌肉呈轻度灰白色或者灰白色	1~3
大理石花纹	大理石花纹丰富	7~10
	大理石花纹微丰富	4~6
	大理石花纹少量或者无	1~3
弹性	按压回弹迅速	7~10
	按压回弹一般	4~6
	按压回弹较慢	1~3
熟制猪肉感官特征	风味 有浓郁香味和鲜味,口感饱满	7~10
	香味一般,鲜味一般	4~6
	肉香较淡,无鲜味	1~3
嫩度	质地柔软	7~10
	质地粗糙	4~6
	质地坚硬	1~3
多汁性	肉汁含量多,入口饱满	7~10
	肉汁含量较少,入口一般	4~6
	肉汁含量很少,入口干涩	1~3

续表 1 感官评价标准

Continue table 1 Sensory evaluation criteria

感官评价指标	评价标准	感官评分
熟制猪肉感官特征	易嚼度 有嚼劲,富有弹性	7~10
	咀嚼性一般	4~6
	咀嚼性较差,无弹性	1~3
总体接受度	好	7~10
	一般	4~6
	差	1~3

1.6 数据处理

采用 Excel 2019 进行数据整理,通过 Statistics 8.1 的 Tukey HSD 多重比较法进行差异显著性分析 ($P < 0.05$),最后用 Sigma Plot 10.0 数理统计分析软件进行绘图,结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 大长猪和莆松黑猪背最长肌营养成分测定结果

大长猪和莆松黑猪背最长肌常规营养成分含量见表 2。

表 2 大长猪和莆松黑猪背最长肌常规营养成分含量

Table 2 Common nutritional components in longissimus dorsi of Yorkshire-Landrace pig and Pusong black pig

组别	水分/%	粗蛋白质/%	肌内脂肪/%	粗灰分/%
大长猪肉	73.37±2.12 ^a	20.89±2.50 ^a	4.23±1.51 ^b	1.26±1.24 ^a
莆松黑猪肉	73.68±2.67 ^a	21.46±2.50 ^a	6.65±1.08 ^a	1.48±1.15 ^a

注:同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

由表 2 可知,莆松黑猪肌内脂肪显著高于大长猪 ($P < 0.05$)。莆松黑猪背最长肌水分、粗蛋白质和粗灰分含量高于大长猪,但差异不显著 ($P > 0.05$)。

大长猪和莆松黑猪背最长肌中 18 种氨基酸含量见表 3。

表 3 大长猪和莆松黑猪背最长肌中 18 种氨基酸含量

Table 3 Contents of 18 amino acids in longissimus dorsi of Yorkshire-Landrace pig and Pusong black pig

项目	大长猪肉/ (g/100 g)	莆松黑猪肉/ (g/100 g)	项目	大长猪肉/ (g/100 g)	莆松黑猪肉/ (g/100 g)
天门冬氨酸	1.90	2.03	异亮氨酸	0.94	1.01
苏氨酸	0.90	0.96	蛋氨酸	0.56	0.61
丝氨酸	0.76	0.79	亮氨酸	1.67	1.77
谷氨酸	3.06	3.29	酪氨酸	0.77	0.82
甘氨酸	0.82	0.85	苯丙氨酸	0.74	0.80
丙氨酸	1.13	1.20	赖氨酸	1.81	1.95
缬氨酸	1.00	1.06	精氨酸	1.26	1.34

续表3 大长猪和莆松黑猪背最长肌中18种氨基酸含量

Continue table 3 Contents of 18 amino acids in longissimus dorsi of Yorkshire-Landrace pig and Pusong black pig

项目	大长猪肉/ (g/100 g)	莆松黑猪肉/ (g/100 g)	项目	大长猪肉/ (g/100 g)	莆松黑猪肉/ (g/100 g)
色氨酸	0.20	0.20	必需氨基酸	7.59	8.36
胱氨酸	0.27	0.30	氨基酸总量	19.35	20.62
脯氨酸	0.73	0.77	鲜味氨基酸	6.91	7.37
组氨酸	0.83	0.87	芳香族氨基酸	1.51	1.62

表4 大长猪肉和莆松黑猪肉贮藏期间的感官评分

Table 4 Changes of sensory evaluation of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

贮藏时间/d	肉色		大理石花纹		弹性		风味		多汁性		易嚼度		总体接受度	
	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉
1	6.54 ± 0.76 ^{Ba}	7.62 ± 0.68 ^{Aa}	2.99 ± 0.89 ^{Aa}	3.69 ± 0.70 ^{Aa}	5.80 ± 1.09 ^{Ba}	7.89 ± 1.02 ^{Aa}	7.06 ± 1.16 ^{Aa}	7.72 ± 0.96 ^{Aa}	7.03 ± 1.03 ^{Ba}	8.07 ± 1.06 ^{Aa}	7.19 ± 1.15 ^{Aa}	8.06 ± 1.25 ^{Aa}	6.38 ± 1.17 ^{Bab}	7.58 ± 1.07 ^{Aa}
7	6.19 ± 0.64 ^{Ba}	7.30 ± 0.81 ^{Aa}	2.74 ± 0.85 ^{Aa}	3.41 ± 0.91 ^{Aa}	5.24 ± 0.89 ^{Bab}	7.09 ± 1.00 ^{Ab}	6.47 ± 1.00 ^{Ab}	7.19 ± 1.09 ^{Ab}	6.63 ± 1.13 ^{Ab}	7.47 ± 0.96 ^{Ab}	6.54 ± 1.02 ^{Bab}	7.72 ± 1.14 ^{Aa}	7.18 ± 1.04 ^{Ab}	7.97 ± 1.03 ^{Aa}
14	6.08 ± 0.70 ^{Aa}	6.81 ± 0.73 ^{Ab}	2.55 ± 1.02 ^{Ba}	3.49 ± 0.88 ^{Aa}	4.79 ± 0.97 ^{Bab}	6.47 ± 0.95 ^{Ab}	5.68 ± 1.06 ^{Ab}	6.50 ± 1.09 ^{Ab}	5.48 ± 1.09 ^{Bc}	6.77 ± 1.15 ^{Ab}	5.42 ± 0.96 ^{Bc}	7.04 ± 1.07 ^{Ab}	5.65 ± 0.91 ^{Bb}	6.84 ± 0.87 ^{Ab}
21	5.77 ± 0.61 ^{Aa}	6.19 ± 0.69 ^{Ab}	2.35 ± 0.62 ^{Ba}	3.00 ± 0.68 ^{Aa}	4.15 ± 0.98 ^{Bb}	5.74 ± 0.77 ^{Ac}	4.14 ± 1.16 ^{Bc}	5.98 ± 0.93 ^{Ab}	4.41 ± 0.96 ^{Bc}	6.29 ± 1.19 ^{Ab}	4.54 ± 0.87 ^{Bc}	6.24 ± 1.22 ^{Ab}	4.38 ± 0.88 ^{Bc}	6.04 ± 1.46 ^{Ab}

注:不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

由表4可知,二者风味、多汁性、易嚼度及总体接受度变化比肉色、大理石花纹、弹性明显;大长猪肉的肉色、大理石纹、弹性、风味、多汁性、易嚼度和总体接受度的变化程度大于莆松黑猪肉,且在相同的贮藏时间莆松黑猪肉弹性显著高于大长猪肉($P<0.05$)。以上结果表明莆松黑猪肉比大长猪肉有更佳的食用品质和贮藏品质。

2.2.2 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 pH 值的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 pH 值的变化见图1。

由图1可知,大长猪肉 pH 值随着贮藏时间的延长呈先下降后上升趋势。从整个贮藏期来看,莆松黑猪肉第1天 pH 值显著高于第7、14、21天($P<0.05$),大长猪肉第7天和第14天 pH 值显著低于第1天和21天($P<0.05$)。在相同贮藏时间,莆松黑猪肉 pH 值显著高于大长猪肉($P<0.05$)。

2.2.3 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内肉色的变化

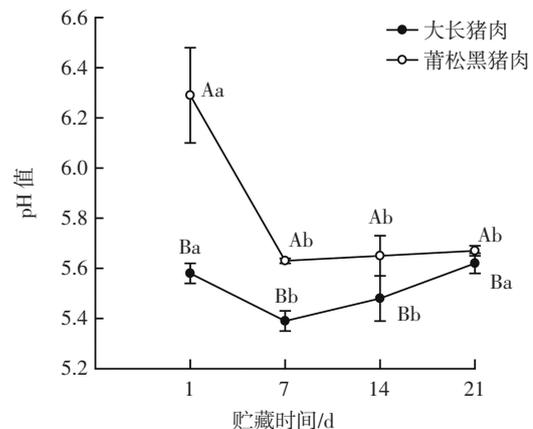
大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内肉色的变化见表5。

由表3可知,莆松黑猪肉必需氨基酸为8.36 g/100 g,占总氨基酸比例的40.54%,大长猪肉必需氨基酸为7.59 g/100 g,占总氨基酸比例的39.22%。莆松黑猪肉的必需氨基酸含量、鲜味氨基酸、芳香族氨基酸及氨基酸总量均高于大长猪肉。

2.2 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期间的肉品质的变化

2.2.1 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期间的感官评分

大长猪肉和莆松黑猪肉贮藏期间的感官评分见表4。



不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

图1 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 pH 值的变化

Fig.1 Changes of pH of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

由表5可知,在整个贮藏期,莆松黑猪和大长猪 a^* 和 L^* 整体呈下降趋势, b^* 呈上升趋势,莆松黑猪 a^* 和 L^* 显著高于大长猪($P<0.05$)。莆松黑猪 b^* 显著高于大长猪($P<0.05$),可能是莆松黑猪色素沉积,本身颜

表5 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内肉色的变化

Table 5 Changes of meat color of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

贮藏时间/d	红度值 a^*		黄度值 b^*		亮度值 L^*	
	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉
1	3.34±0.15 ^{Ba}	4.72±0.23 ^{Aa}	1.49±0.34 ^{Bb}	1.87±0.76 ^{Ad}	48.57±0.68 ^{Ba}	50.87±0.34 ^{Aa}
7	3.27±0.53 ^{Ba}	3.73±1.23 ^{Ab}	1.57±0.22 ^{Bb}	2.21±1.07 ^{Ac}	45.76±0.25 ^{Bb}	49.75±0.45 ^{Ab}
14	3.37±0.49 ^{Ba}	3.62±0.21 ^{Ac}	1.60±0.65 ^{Bb}	2.68±0.41 ^{Ab}	43.69±0.24 ^{Bc}	49.00±0.12 ^{Ac}
21	2.62±0.13 ^{Bb}	3.47±0.48 ^{Ad}	2.42±0.56 ^{Ba}	3.07±0.32 ^{Aa}	42.49±0.76 ^{Bd}	48.87±0.57 ^{Ac}

注:不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

色深导致,且 b^* 一直在 1.5~3.0 范围内增长,说明在真空包装下可以控制脂质的氧化。

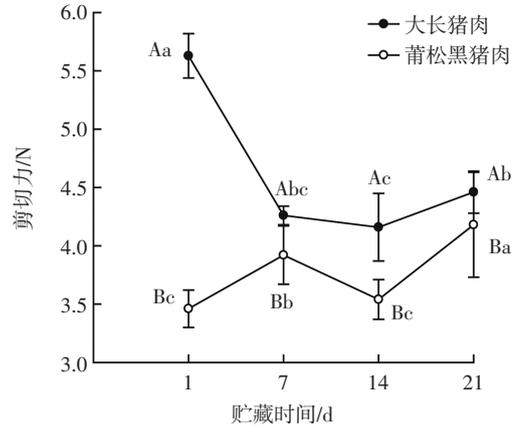
2.2.4 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内剪切力的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内剪切力的变化见图2。

如图2所示,随着贮藏时间的延长,莆松黑猪肉剪切力显著低于大长猪肉($P<0.05$)。大长猪肉剪切力第1天显著高于第7、14、21天($P<0.05$),第7天剪切力与第14、21天差异不显著($P>0.05$)。莆松黑猪肉第21天剪切力显著高于第1、7、14天($P<0.05$)。

2.2.5 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内保水能力的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内保水能力的变化见表6。



不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

图2 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内剪切力的变化

Fig.2 Changes of shear force of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

表6 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内保水能力的变化

Table 6 Changes of water retaining capacity of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

贮藏时间/d	贮藏损失/%		滴水损失/%		离心损失/%		拿破率/%		蒸煮损失/%	
	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉	大长猪肉	莆松黑猪肉
1	3.33±1.18 ^{Ad}	1.68±0.19 ^{Bc}	3.87±0.13 ^{Aa}	1.21±0.22 ^{Ba}	24.45±0.27 ^{Aa}	21.47±1.09 ^{Ba}	83.64±0.20 ^{Aa}	82.82±0.55 ^{Bb}	23.91±1.77 ^{Ac}	18.78±1.19 ^{Bd}
7	6.37±0.94 ^{Ac}	5.56±0.82 ^{Ab}	3.52±0.24 ^{Aa}	1.58±0.20 ^{Ba}	22.01±0.64 ^{Ab}	18.05±0.58 ^{Bb}	81.56±0.36 ^{Bb}	83.71±0.63 ^{Aa}	27.72±0.88 ^{Aa}	25.12±0.99 ^{Ba}
14	9.43±1.39 ^{Ab}	9.01±1.11 ^{Aa}	0.83±0.43 ^{Ab}	0.76±0.10 ^{Ab}	21.14±0.73 ^{Ac}	16.36±1.16 ^{Bc}	79.91±0.56 ^{Bc}	82.70±0.78 ^{Ab}	27.45±0.94 ^{Aa}	24.93±0.50 ^{Bb}
21	11.14±1.52 ^{Aa}	9.92±1.51 ^{Ba}	0.88±0.18 ^{Ab}	0.63±0.20 ^{Ab}	16.37±0.54 ^{Ad}	15.04±0.83 ^{Bd}	77.72±1.06 ^{Bd}	81.94±0.25 ^{Ac}	24.87±1.07 ^{Ab}	21.82±0.72 ^{Bc}

注:不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

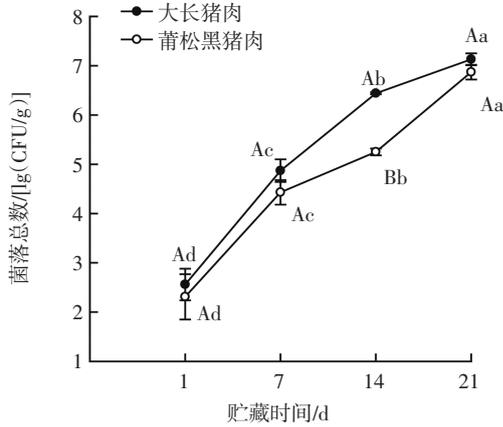
由表6可知,莆松黑猪肉和大长猪肉贮藏损失在1、7、14 d和21 d明显升高,导致其滴水损失和离心损失显著下降。莆松黑猪肉比大长猪肉的贮藏损失在第1、7、14天和第21天分别少49.54%、12.72%、4.45%、10.95%,莆松黑猪肉离心损失显著低于大长猪($P<0.05$),莆松黑猪肉的离心损失比大长猪分别少12.19%、17.99%、22.61%、8.12%。贮藏第1天,莆松黑猪肉拿破率显著低于大长猪($P<0.05$),而在贮藏7、14、21 d,莆松黑猪肉拿破率显著高于大长猪($P<0.05$)。在贮藏第1天、第14天和第21天莆松黑猪肉蒸煮损失显著低于

大长猪肉($P<0.05$)。莆松黑猪肉第1天的蒸煮损失比大长猪肉少21.46%,随着贮藏时间的延长,至第7天、第14天和第21天时莆松黑猪肉的蒸煮损失比大长猪肉少9.38%、9.18%、12.26%。

2.2.6 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内菌落总数的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内菌落总数的变化见图3。

由图3可知,真空包装2 h后的大长猪肉与莆松黑猪肉的初始菌数分别为2.56、2.31 lg(CFU/g)。在整个



不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

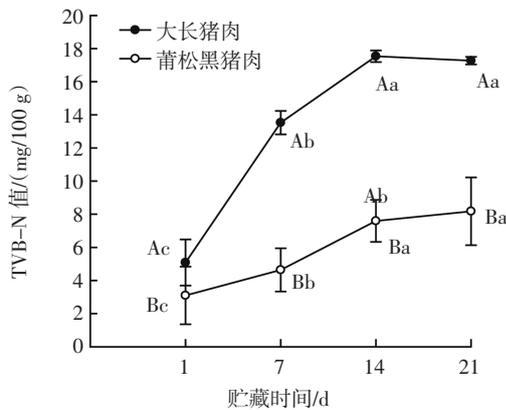
图3 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内菌落总数的变化

Fig.3 Changes of total bacteria counts of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

贮藏期间,大长猪肉和莆松黑猪肉的微生物增长速度明显上升。贮藏7 d时,大长猪肉和莆松黑猪肉的菌落总数分别为4.87、4.43 lg(CFU/g)。贮藏14 d时,莆松黑猪肉的菌落总数为5.25 lg(CFU/g),而大长猪肉的菌落总数为6.44 lg(CFU/g),大长猪肉超过了国标标准。

2.2.7 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TVB-N 值的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TVB-N 值的变化见图4。



不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

图4 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TVB-N 值的变化

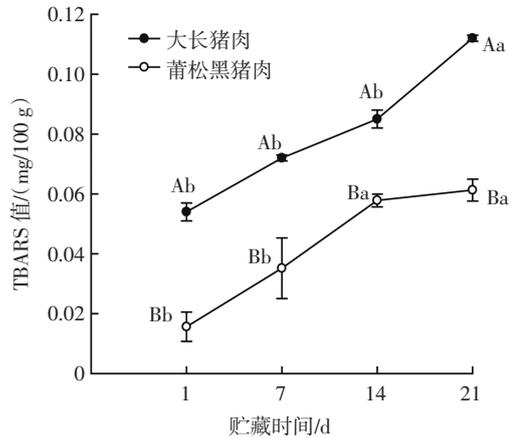
Fig.4 Changes of TVB-N of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

由图4可知,随着贮藏时间的延长,二者的 TVB-N 值呈上升趋势。莆松黑猪肉和大长猪肉贮藏第7天

的 TVB-N 值显著高于第1天($P<0.05$),而第14天、第21天的 TVB-N 值又显著高于第1天和第7天($P<0.05$)。从全期来看,莆松黑猪肉的 TVB-N 值始终低于大长猪肉($P<0.05$)。

2.2.8 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TBARS 值的变化

大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TBARS 值的变化见图5。



不同大写字母代表同一贮藏期不同组的差异显著($P<0.05$);不同小写字母代表同一组不同贮藏期的差异显著($P<0.05$)。

图5 大长猪肉和莆松黑猪肉在贮藏期内 TBARS 的变化

Fig.5 Changes of TBARS of Yorkshire-Landrace pork and Pusong black pork during storage

由图5可知,在整个贮藏期间, TBARS 值均逐渐增加,莆松黑猪肉的 TBARS 值显著低于大长猪肉($P<0.05$)。大长猪肉第21天的 TBARS 值显著高于第1、7、14天($P<0.05$),第1、7、14天的 TBARS 值差异不显著($P>0.05$)。莆松黑猪肉第14天、第21天的 TVB-N 值显著高于第1天和第7天($P<0.05$),第1天和第7天的 TBARS 值差异不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 大长猪肉和莆松黑猪肉的营养品质的比较

肌肉中氨基酸含量和组成比例是评价猪肉营养价值的重要指标^[19],莆松黑猪8种必需氨基酸占总氨基酸的比例分别为40.54%,达到联合国粮农组织/世界卫生组织提出的理想蛋白质中必需氨基酸占总氨基酸的比例40%的要求^[20]。蛋白质分解的氨基酸不仅是肉最主要的营养成分,也是肉类主要呈味物质之一。氨基酸中具有鲜味的氨基酸包括天门冬氨酸、谷氨酸、丙氨酸、甘氨酸,其中谷氨酸与天门冬氨酸味觉阈值较低,是猪肉中主要的鲜味氨基酸^[21]。此外,苯丙氨酸和酪氨酸是芳香族氨基酸,对食物风味也有一定

影响。莆松黑猪的18种氨基酸总量达到了20.62%，各种氨基酸含量均高于大长猪，尤其是鲜味氨基酸(天门冬氨酸、谷氨酸)含量更高，分别高出6.80%和7.50%。莆松黑猪脂肪含量也高于大长猪。张琪等^[23]的研究表明，雷香猪肌肉脂肪含量极显著高于杜长大白猪($P<0.01$)，松辽黑猪肌肉脂肪含量显著高于杜长大白猪($P<0.05$)，与莆松黑猪脂肪含量高于大长猪的结果一致。李瑞丽等^[23]研究发现玉山黑猪背最长肌中肌肉脂肪含量达到6.62%。17种氨基酸总量为19.16%，其中鲜味氨基酸占总氨基酸的比例为38.96%，任琳等^[24]的研究表明北京黑猪肉色的赖氨酸、谷氨酸和苏氨酸的含量均较普通猪肉高。

3.2 大长猪肉和莆松黑猪肉食用品质的比较

鲜肉的食用品质指标主要包括pH值、肉色、剪切力和系水力等^[25]。有研究表明，肌肉脂肪含量与 a^* 、 b^* 、 L^* 呈正相关关系，其中对 L^* 影响最大的原因主要是白色的脂肪细胞能提高肉的亮度，从而色差仪测定的 L^* 增加^[26]。本试验中莆松黑猪肉 a^* 、 b^* 、 L^* 显著高于大长猪肉($P<0.05$)，同时莆松黑猪肌肉脂肪比大长猪含量高。在整个贮藏期间，莆松黑猪肉和大长猪肉pH值变化趋势与周梁等^[27]研究冷鲜肉在4℃贮藏过程中pH值变化结果一致，由于肌肉无氧呼吸进行糖酵解产生乳酸等酸性物质，使肉样pH值逐渐降低。贮藏14d后，由于肌肉蛋白质被肉中内源蛋白酶和微生物分泌的蛋白分解酶降解为多肽和氨基酸，并释放出碱性基团，从而使肉的pH值上升^[28]。肉的保水性是肉的重要品质指标，对肉的嫩度、风味、多汁性、易嚼度等感官指标产生重要影响^[29]。拿破率是计算肉腌制后与腌制前的百分比，拿破率越高，肉在腌制过程中保水性越好。蒸煮损失率也是反映肉保水能力指标之一，在蒸煮过程中，肉失去的成分主要包括水、肌浆蛋白和肌肉脂肪可溶性胶原蛋白，一般认为蒸煮损失率越高，系水力越小，食用品质越差^[30]。而肉的嫩度与系水能力呈正相关，其能够反映肌原纤维结构变化、相关蛋白水解程度和脂肪、结缔组织含量^[25]。在本试验中，各项反映系水能力的指标与感官评价中的多汁性和易嚼度高度一致，表现出莆松黑猪肉比大长猪肉有更好的保持水分的能力。

3.3 大长猪肉和莆松黑猪肉技术品质和卫生品质的比较

促使冷却猪肉鲜度变化的原因主要有微生物变化、酶促变化和化学变化，其中微生物中的嗜冷菌是宰后肉质鲜度发生变化的主要原因^[31]。TVB-N值是判定鲜肉制品鲜度等级的重要指标，其含量越高，说明

肉的腐败程度越高^[32]。在相同贮藏期内，莆松黑猪肉的TVB-N值显著低于大长猪肉($P<0.05$)，尤其在21d时莆松黑猪肉仍可以维持较低水平的TVB-N值。这说明莆松黑猪肉在整个贮藏期间的蛋白质降解速度更慢。一方面是由于嗜冷菌的增长速度慢，另一方面可能蛋白酶分解蛋白质速率慢^[33]。在加热和酸性条件下，油脂中不饱和脂肪酸氧化分解的中间产物丙二醛与硫代巴比妥酸产生反应，因此TBARS值常用于间接测定脂质过氧化程度^[34]。在整个贮藏期间，莆松黑猪肉的TBARS值显著低于大长猪肉($P<0.05$)。可见莆松黑猪肉显著抑制TBARS的生成速率，从而提高了冷却猪肉脂质抗氧化能力。

4 结论

莆松黑猪肉的肌肉脂肪含量显著高于大长猪肉($P<0.05$)，莆松黑猪必需氨基酸、鲜味氨基酸、芳香族氨基酸及氨基酸总量均高于大长猪肉。莆松黑猪肉红度值(a^*)、黄度值(b^*)、亮度值(L^*)显著高于大长猪肉($P<0.05$)；在整个贮藏期间，莆松黑猪肉离心损失、蒸煮损失和剪切力均显著低于大长猪肉($P<0.05$)。贮藏14d时，莆松黑猪肉的菌落总数显著低于大长猪肉($P<0.05$)；贮藏各个时期，莆松黑猪肉的TVB-N值、TBARS值均显著低于大长猪肉($P<0.05$)。综合理化指标、细菌总数以及感官评价，莆松黑猪肉比大长猪肉表现更好的营养品质、食用品质、技术品质以及卫生品质。

参考文献：

- [1] 张琪. 放牧对松辽黑猪肉肉质性状的影响及其机理的研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2016.
ZHANG Qi. The effects of grazing on meat quality and its mechanism in Songliao black swine[D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2016.
- [2] 康连虎. 皖南黑猪与长白猪肉品质比较[J]. 饲料博览, 2019(1): 6-9.
KANG Lianhu. Comparison of meat quality between black pig and hybrid white pig[J]. Feed Review, 2019(1): 6-9.
- [3] 任慧波, 彭英林, 邓缘, 等. 广益黑猪肉质特性分析[J]. 养猪, 2021(2): 46-48.
REN Huibo, PENG Yinglin, DENG Yuan, et al. Analysis of meat quality characteristics in Guangyi black pigs[J]. Swine Production, 2021(2): 46-48.
- [4] 王海洲, 王加众, 王春平, 等. 五莲黑猪与杜长大猪的胴体品质及营养成分比较分析[J]. 中国畜牧杂志, 2022, 58(2): 65-68, 74.
WANG Haizhou, WANG Jiazhong, WANG Chunping, et al. Comparative analysis of carcass quality and nutritional composition between Wulian black pigs and Duroc-landrace-yorkshire pigs[J].

- Chinese Journal of Animal Science, 2022, 58(2): 65-68, 74.
- [5] 张树敏, 李娜, 金鑫, 等. 松辽黑猪肉质特性研究[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2007(1): 101-102.
ZHANG Shumin, LI Na, JIN Xin, et al. Study on quality characteristics of Songliao black pork[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2007(1): 101-102.
- [6] 方金福, 吴国为, 林国徐, 等. 莆田黑猪调查[J]. 福建畜牧兽医, 2004, 26(1): 6-7.
FANG Jinfu, WU Guowei, LIN Guoxu, et al. Investigation of Putian black pigs[J]. Fujian Journal of Animal Husbandry and Veterinary, 2004, 26(1): 6-7.
- [7] 曾丽金. 莆田黑猪资源保护现状与建议[J]. 兽医导刊, 2021(19): 64-65.
ZENG Lijin. Status quo and suggestions of Putian black pigs resource protection[J]. Veterinary Orientation, 2021(19): 64-65.
- [8] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定: GB 4789.2—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
State Family Planning Commission, China Food and Drug Administration. National standard for food safety Determination of total number of bacteria in food microbiology: GB 4789.2—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [9] 陈明, 李明伦, 任善茂, 等. 茶多酚对苏姜育肥猪生长性能及肉品质的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2019(24): 114-117.
CHEN Ming, LI Mingyu, REN Shanmao, et al. Effects of tea polyphenols on growth performance and meat quality of Sujiang growing-finishing pigs[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2019(24): 114-117.
- [10] SCHMIDT H, SCHEIER R, HOPKINS D L. Preliminary investigation on the relationship of Raman spectra of sheep meat with shear force and cooking loss[J]. Meat Science, 2013, 93(1): 138-143.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定: GB 5009.228—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National food safety standard Determination of volatile base salt nitrogen in food: GB 5009.228—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [12] MA L Z, XIONG Y L. Textural attributes and oxidative stability of pork longissimus muscle injected with marbling-like emulsified lipids[J]. Meat Science, 2011, 89(2): 209-216.
- [13] 黄辉凤. 猪肉肉色与血液中血红蛋白浓度的相关性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2019.
HUANG Hui Feng. Study on the correlations in pork color and hemoglobin concentration in blood[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2019.
- [14] 张廷焕, 陈磊, 潘红梅, 等. 不同的制样温度、方向和剪切速度对猪肉剪切力测定的影响[J]. 食品工业科技, 2016, 37(4): 138-141, 146.
ZHANG Tinghuan, CHEN Lei, PAN Hongmei, et al. Effect of evaluating pork shear force by different sampling temperature, orientation and shear speed[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(4): 138-141, 146.
- [15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中水分的测定: GB 5009.3—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National standard for food safety Determination of moisture in food: GB 5009.3—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [16] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定: GB 5009.5—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
State Family Planning Commission, China Food and Drug Administration. National standard for food safety Determination of protein in foods: GB 5009.5—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定: GB 5009.6—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
State Family Planning Commission, China Food and Drug Administration. National standard for food safety Determination of fat in food: GB 5009.6—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [18] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中灰分的测定: GB 5009.4—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. National standard for food safety Determination of ash in food: GB 5009.4—2016[S]. Beijing: Standards Press of China, 2017.
- [19] 冯曼, 李占印, 王亚男, 等. 饲料中添加发酵松花穗粉对猪肉氨基酸组成及含量的影响[J]. 饲料研究, 2020, 43(5): 48-51.
FENG Man, LI Zhanyin, WANG Yanan, et al. Effect of adding fermented pine pollen in diet on the composition and content of amino acids in pig[J]. Feed Research, 2020, 43(5): 48-51.
- [20] MILLWARD DJ. Amino acid scoring patterns for protein quality assessment[J]. British Journal of Nutrition, 2012, 108(2): 31-43.
- [21] 龚骏, 陶宁萍, 顾赛麒. 食品中鲜味物质及其检测研究方法概述[J]. 中国调味品, 2014, 39(1): 129-135.
GONG Jun, TAO Ningping, GU Saiqi. Overview of umami substance in food and its detection methods[J]. China Condiment, 2014, 39(1): 129-135.
- [22] 张琪, 李娜, 于永生, 等. 松辽黑猪、雷香猪、杜长大白猪肉肉质性状及肌肉营养成分比较研究[J]. 猪业科学, 2021, 38(11): 96-98.
ZHANG Qi, LI Na, YU Yongsheng, et al. Comparative research on meat quality and muscle nutrition components of Songliao black pig, Leixiang pig and Duroc × Landrace × Large White pig[J]. Swine Industry Science, 2021, 38(11): 96-98.
- [23] 李瑞丽, 胡丽芳, 唐书升, 等. 玉山黑猪肉营养特性分析[J]. 肉类研究, 2013, 27(5): 10-13.
LI Ruili, HU Lifang, TANG Shusheng, et al. Nutritional characteristics

- tics of meat from Yushan black pig[J]. *Meat Research*, 2013, 27(5): 10–13.
- [24] 任琳, 张春江, 赵冰, 等. 北京黑猪的肉质特性研究[J]. *食品科学*, 2011, 32(23): 43–46.
REN Lin, ZHANG Chunjiang, ZHAO Bing, et al. Meat quality characteristics of Beijing black pigs[J]. *Food Science*, 2011, 32(23): 43–46.
- [25] CHRISTENSEN M, ERTBJERG P, FAILLA S, et al. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds[J]. *Meat Science*, 2011, 87(1): 61–65.
- [26] 吴婷, 敖翔, 何健. 肌内脂肪与肉品质关系及其营养调控策略[J]. *养猪*, 2021(4): 50–54.
WU Ting, AO Xiang, HE Jian. Relationship between intramuscular fat and meat quality and its nutritional regulation strategy[J]. *Swine Production*, 2021(4): 50–54.
- [27] 周梁, 卢艳, 周隼, 等. 猪肉冰温贮藏过程中的品质变化与机理研究[J]. *现代食品科技*, 2011, 27(11): 1296–1302, 1311.
ZHOU Liang, LU Yan, ZHOU Quan, et al. Changes in physical–chemical and sensory characteristics of pork under controlled freezing point storage conditions[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2011, 27(11): 1296–1302, 1311.
- [28] 黄鸿兵, 徐幸莲, 周光宏. 冷冻贮藏对冻猪肉冰晶形态、TVB-N及TBARS的影响[J]. *食品工业科技*, 2008, 29(2): 117–119, 122.
HUANG Hongbing, XU Xinglian, ZHOU Guanghong. Effect of frozen storage on ice crystal, TVB-N and TBARS of pork muscle[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2008, 29(2): 117–119, 122.
- [29] 李雨露, 刘丽萍. 提高肉制品保水性方法的研究进展[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(20): 398–400.
LI Yulu, LIU Liping. Research progress in methods on improving the water–holding capacity of meat products[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2012, 33(20): 398–400.
- [30] 屈文娜. 宰后成熟程度对扒鸡特征品质形成的影响[D]. 锦州: 渤海大学, 2019.
QU Wenna. Effect of postmortem ageing on the formation of characteristic quality of braised chicken[D]. Jinzhou: Bohai University, 2019.
- [31] 郝教敏, 马俪珍, 王如福, 等. 多源复合天然保鲜剂对冷却猪肉的保鲜效果[J]. *中国食品学报*, 2012, 12(6): 113–119.
HAO Jiaomin, MA Lizhen, WANG Rufu, et al. Studies on the preservation of chilled pork by mixture natural preservatives solution[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2012, 12(6): 113–119.
- [32] HUANG L, ZHAO J W, CHEN Q S, et al. Nondestructive measurement of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in pork meat by integrating near infrared spectroscopy, computer vision and electronic nose techniques[J]. *Food Chemistry*, 2014, 145: 228–236.
- [33] 夏秀芳, 孔保华. 香辛料保鲜液与壳聚糖淀粉复合膜在冷却肉保鲜中的应用[J]. *食品科学*, 2007, 28(11): 590–595.
XIA Xiufang, KONG Baohua. Preservation effects of chitosan–starch formed edible films on chilled meat shelf–life[J]. *Food Science*, 2007, 28(11): 590–595.
- [34] ZHANG Y M, HOLMAN B W B, PONNAMPALAM E N, et al. Understanding beef flavour and overall liking traits using two different methods for determination of thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)[J]. *Meat Science*, 2019, 149: 114–119.

加工编辑:姚骏

收稿日期:2022-03-23