

不同注水比例对猪肉营养品质的影响

盖圣美¹, 游佳伟¹, 张中会¹, 谢天宇¹, 邹玉峰², 刘登勇^{1,2*}

(1. 渤海大学食品科学与工程学院, 辽宁省食品安全重点实验室, 生鲜农产品贮藏加工及安全控制技术国家地方联合工程研究中心, 锦州 121013; 2. 江苏省肉类生产与加工质量安全控制协同创新中心, 南京 210095)

摘要: **目的** 探讨不同注水比例对猪肉的营养流失情况。**方法** 以猪背最长肌为原料, 分别注入10%、20%、30%和40%的去离子水, 分析了猪肉注水后其流失液的透光率、色差值、灰分含量、蛋白含量、游离氨基酸含量和矿物质含量。**结果** 随着注水比例的增加, 猪肉的汁液特性发生显著变化, 其中汁液流失率、汁液的透光率、 L^* 值随注水比例增大而逐渐增大, a^* 、 b^* 值随着注水比例的增加而显著降低($P < 0.05$); 而且注水会大大降低猪肉的营养价值, 随着注水比例的增加, 猪肉中蛋白质和矿物质元素的流失量显著增加($P < 0.05$), 其中矿物质元素流失量的大小依次为K、P、Na、Mg、Ca、Zn、Cu, 同时也造成了17种游离氨基酸的大量流失, 包括必需氨基酸苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸。**结论** 从猪肉的营养价值而言, 为注水猪肉的判别提供理论参考依据。

关键词: 注水比例; 猪肉; 营养品质; 流失; 判别

Effect of different water-injected ratio on nutritional quality of pork

GAI Sheng-Mei¹, YOU Jia-Wei¹, ZHANG Zhong-Hui¹, XIE Tian-Yu¹, ZOU Yu-Feng², LIU Deng-Yong^{1,2*}

(1. College of Food Science and Technology, Bohai University, Food Safety Key Laboratory of Liaoning Province, National & Local Joint Engineering Research Centre of Storage, Processing and Safety Control Technology for Fresh Agricultural and Aquatic Products, Jinzhou 121013, China; 2. Collaborative Innovation Center of Meat Production and Processing, Quality and Safety Control, Nanjing 210095, China)

ABSTRACT: Objective To discuss the nutrient loss of pork in different water-injected ratios. **Methods** In this experiment, 10%, 20%, 30% and 40% were deionized water-injected into the longissimus dorsi muscle, and the light transmittance, color difference, ash content, protein content, free amino acid content and mineral content of the lost liquid were analyzed after pork water-injected. **Results** The sap characteristics of pork changed significantly with the increase of water-injected, the drip loss, transmittance and L^* value of the pork increased, while the values of a^* and b^* decreased significantly ($P < 0.05$). The water-injected would greatly reduce the nutritional value of the pork. The loss of protein and mineral elements increased significantly with the increase of water-injected ($P < 0.05$), and the loss value of mineral elements from lager to small was K, P, Na, Mg, Ca, Zn, Cu, respectively. Besides, the loss of 17 kinds of free amino acids was significantly increased ($P < 0.05$), which including the essential amino acids threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine and lysine. **Conclusion** From the perspective of pork nutritional value, it provides a theoretical reference for the discrimination of water-injected pork.

基金项目: 国家自然科学基金项目(31501410)、辽宁省重点研发计划项目(2017205003)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (31501410) and Liaoning Science Key Research and Development Program (2017205003)

*通讯作者: 刘登勇, 博士, 教授, 主要研究方向为肉品加工与质量安全控制。E-mail: jz_dyliu@126.com

*Corresponding author: LIU Deng-Yong, Ph.D, Professor, Bohai University, No.19, Keji Road, New Songshan District, Jinzhou 121013, China. E-mail: jz_dyliu@126.com

KEY WORDS: water-injected ratios; pork; nutritional quality; loss; discrimination

1 引言

猪肉是我国主要食用肉制品之一,含有丰富的营养物质,是居民膳食结构的重要组成部分,它能够提供给人体丰富的蛋白质及脂肪、碳水化合物、钙、铁、磷等成分,其性味甘咸平,具有补虚强身,滋阴润燥、丰肌泽肤的作用^[1]。作为猪肉生产和消费的第一大国,猪肉的产量占世界总产量的50%左右,居民猪肉消费量占肉类总消费量的比重长期保持在60%以上^[2],由于我国猪肉消费市场的大量需求,一些不法分子不满足于普通买卖所带来的经济利益,采用各种恶劣的手段来牟取利益,往猪肉中添加水分来增加猪肉的重量,出现“注水猪肉”现象。

在现今注重质量、营养和安全消费的猪肉市场上,以注水猪肉冒充新鲜猪肉现象屡见不少^[3,4]。据相关调查发现^[5],40.12%的零售大厅猪肉销售商表示自己经营的摊位遇到过注水肉问题。周哲学^[6]在成都等城市随机采集450头猪肉样品,发现注水肉比例高达51.11%,严重注水的样品达到10.00%。而畜禽肉大量注水后,会引起机体细胞膨胀性破裂,导致蛋白质等营养物质流失,肌肉生化内环境及酶系统受到不同程度破坏,尸僵成熟过程延缓,肉质迅速下降^[7-10]。通过实践调研发现,家畜死后一般可注入占肉品质20%以上的水,若在注水后速冻,注水量可达到肉品质30%以上,而市场上猪肉不仅仅只存在注水的情况,还有注射盐水、瘦肉精、沙丁胺醇等,为了防止注入水分再次渗出,有些地方逐渐将注水肉升级为注胶肉,即向肉中注入卡拉胶等食用胶溶液^[11-13]。对于猪肉的掺假检测方面我们前期已取得了一定的成果,而且发现猪肉注水后会严重影响其食用品质^[14-17],与此同时也会造成猪肉营养物质的大量流失,而具体流失情况尚未明确,因此定量分析不同注水比例造成猪肉的营养物质流失情况是很有必要的。

本研究以猪背最长肌为原料,分别注入10%、20%、30%和40%的去离子水后,分析了猪肉的汁液流失情况及汁液特性,以明确不同注水比例对猪肉中蛋白质、游离氨基酸、矿物质的流失情况,以期对注水猪肉的判别提供理论参考依据。

2 材料与方法

2.1 材料与试剂

猪背最长肌:购买于锦州阳光猪肉厂。

硫酸铜、硫酸钾、磺基水杨酸溶液(分析纯,天津市致远化学试剂有限公司);硫酸、浓硝酸(分析纯,锦州国药器材有限公司);正己烷(分析纯,天津市风船化学试剂科技有限公司)。

2.2 仪器与设备

PL602-L[0~610 g,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司];AL104 电子天平[0~110 g,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司];SM-2-10 马弗炉(上海华北实验电炉厂);CR-400 色差计(日本 Konica Minolta 公司);721N 紫外/可见分光光度计(北京瑞利分析仪器有限公司);Kjeltec 8400 全自动凯式定氮仪(瑞典 FOSS 公司);T25 高速分散器(德国 IKA 公司);L-8900 氨基酸自动分析仪(日本 Hitachi 公司);MARS 微波消解仪(美国 CEM 公司);Optima 2100 DV ICP 电感耦合等离子体(美国 Perkin Elmer 公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 样品准备

选择新鲜的猪背最长肌,剔去肌肉表面的结缔组织和脂肪,按照肌肉纹理走向垂直于肌纤维的方向取质量为100 g的5块肉块,选择其中1块作为空白对照组,其余4块分别按样品质量的10%、20%、30%、40%比例注射去离子水作为实验组,于0~4℃下贮藏24 h后收集汁液并以此来计算汁液流失率,分析汁液特性及汁液中蛋白质含量、矿物质含量、灰分含量和游离氨基酸含量。

2.3.2 汁液流失率的测定

参考张中会等的方法稍作修改^[17]。肉块注水后,用滤纸吸干肉块表面水分,称重并记录下肉块质量为 m_1 ,将铁钩的一端系上细绳,另一端钩住肉块。再把肉块放入自封袋中,同时避免肉块和自封袋接触,之后将肉块悬挂于0~4℃的冰箱中,待24 h后用滤纸把肉块表面的水分吸干,称重并记录质量为 m_2 ,计算公式如(1)所示。

$$\text{汁液流失率}(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

2.3.3 猪肉汁液特性的测定

透光率:取1 mL猪肉流失液,用分光光度计测量其透光率,检测波长为460 nm,石英比色皿光程为1 cm,以去离子水为空白对照。

色差值:参考刘登勇等的方法^[18],通过CR-400型色彩色差计测定,猪肉流失液测量前先用校正板校准色差仪,然后将混匀后的猪肉流失液5 mL左右放入色差仪中进行测定,测量结果用亮度值(L^*)、红度值(a^*)和黄度值(b^*)表示,每组3个平行。

2.3.4 猪肉流失液中灰分的测定

采用GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[19]。

2.3.5 猪肉流失液中蛋白质含量的测定

采用GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[20]。

2.3.6 猪肉流失液中游离子氨基酸含量的测定

参照陶正清等^[21]的方法并作适当修改。称取 2 g 左右样品, 加入 4 mL 质量浓度为 3 g/100 mL 磺基水杨酸溶液, 4 °C 静置 12 h, 离心(4 °C, 10000 r/min, 10 min)后取上清液, 再加入 2 mL 正己烷, 然后用涡涡仪(3000 r/min, 60 s)混匀振荡, 静置分层后用 0.22 μm 滤膜过滤, 最后用氨基酸自动分析仪检测。

2.3.7 猪肉流失液中矿物质含量的测定

参考庞之列的方法^[2]。精密称取 2 g 样品, 精确至 0.0001 g, 放入消解罐内, 加入 10 mL 65%浓硝酸, 晃匀静置 20 min, 盖紧消解管, 放入美国 CEM 公司的 MARS 微波消解仪内, 消解完成后, 冷却至 70 °C 以下后打开消解管, 在 100 °C 水浴中排酸直至没有黄烟流出, 少量多次用 2%稀硝酸转移至 50 mL 容量瓶中, 用 2%稀硝酸定容, 再转移至 50 mL 离心管中保存用于后续检测。样品中 Zn、P、Mn、Mg、Ca、Cu、K 的含量使用美国 Perkin Elmer 公司的 Optima 2100 DV ICP 电感耦合等离子体检测。

2.4 数据处理

采用 SPSS 19 软件中的单因素方差分析(one-factor analysis of variance, One-Way ANOVA)法对试验数据进行处理与分析, 显著性水平为 0.05, 每个实验指标至少 3 个平行。

3 结果与分析

3.1 汁液流失率的分析

猪肉注射 10%、20%、30%和 40%的去离子水后, 在不施加任何外力的情况下, 猪肉的汁液流失率如表 1 所

示, 猪肉的汁液流失率随着注水比例的增加而显著增加 ($P < 0.05$)。主要原因是猪肉注水后对其肌原纤维结构造成不同程度的破坏, 且随着注水比例的增加, 对肌原纤维结构破坏越严重, 导致注水后猪肉的保水性下降, 汁液流失显著增大。而猪肉没有注水的情况下, 其流失的汁液很少, 无法进行收集, 因此忽略正常猪肉的营养流失情况。

3.2 猪肉流失液特性的分析

透光率表示光穿过介质的能力, 即透光率越大, 则透光效果越好; 反之, 透光率越小, 则透光效果越差, 可反映猪肉流失液中血红素的浓度。不同注水比例下猪肉的流失液特性如表 2 所示, 随着注水比例的增加, 猪肉汁液的透光率呈现逐渐增加的趋势, 透光效果也逐渐变好, 原因可能是随着注水比例的增加, 导致猪肉中血红素的流失增加^[9], 同样造成水分大量流失, 并且对猪肉中水分流失的影响大于血红素流失, 造成血红素被稀释, 从而导致透光率增加。而注水比例从 20%增加到 30%时, 虽然注水比例增加, 但透光率差异不显著 ($P > 0.05$)。当注水比例超过 20%时, 随着注水比例的增加流失液的 L^* 值显著增加, 可能是当注水比例到达 20%时, 对肌肉的破坏程度显著增加, 导致大量的水分流失。 a^* 值随着注水比例的增加而显著降低 ($P < 0.05$), a^* 值减小可能是由于外界水分的注入降低了猪肉中血红素的浓度^[9], 也降低了流失液中血红素的浓度。 b^* 值和 a^* 值的结果相同, 随着实际注水比例的增加而显著降低, b^* 值的变化可能与样品中蛋白质流失量有关, Decker 等^[22]研究结果表明, 肌红蛋白和氧合肌红蛋白含量是影响 b^* 值变化的主要因素。

表 1 汁液流失率
Table 1 Drip loss

注水比例/%	0	10	20	30	40
流失率/%	0.57±0.12 ^c	4.66±0.51 ^d	10.76±0.96 ^c	14.74±1.36 ^b	20.29±1.76 ^a

注: 同一行中不同字母表示存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

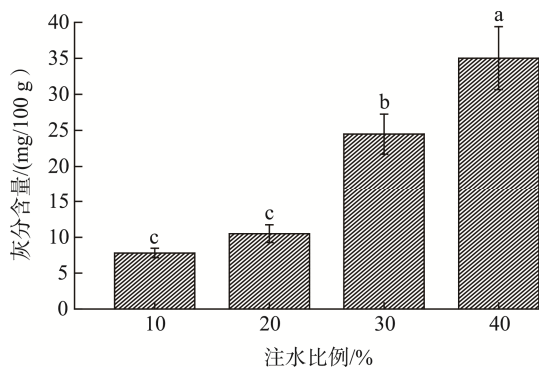
表 2 不同注水比例下猪肉流失液特性
Table 2 Characteristics of pork loss liquid under different water-injected ratios

汁液特性	注水比例/%			
	10	20	30	40
透光率/%	3.72±0.72 ^c	12.59±0.95 ^b	14.45±0.95 ^b	25.12±0.98 ^a
L^*	22.67±1.88 ^b	22.91±1.18 ^b	25.64±1.43 ^a	27.05±1.67 ^a
a^*	3.10±0.91 ^a	1.18±0.50 ^b	0.33±0.26 ^c	-0.41±0.11 ^d
b^*	9.08±0.90 ^a	6.98±0.53 ^b	5.87±0.72 ^c	2.45±0.41 ^d

注: 同一行中不同字母表示存在显著性差异 ($P < 0.05$)。

3.3 灰分含量的分析

灰分是指物质经高温灼烧后的残留物。食品中除有机化合物和水分外, 还有较丰富的无机成分, 当经高温灼烧后, 有机成分分解挥发, 而无机成分以氧化物或无机盐成分的形式残留下来, 因此灰分是反应食品中无机成分总量的一项重要指标, 也是评定食品是否掺假或被污染的重要参考指标^[23-25]。每 100 g 猪肉流失的灰分含量如图 1 所示, 灰分含量随注水比例的增加而增加。当注水比例大于 20% 时, 猪肉中流失的灰分含量显著增加($P < 0.05$)。说明随着注水比例的增加, 由于水分的挤压导致原有的肌原纤维结构受到破坏更加严重, 导致猪肉中无机盐的流失量增加。



注: 不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$)(下同)。

图 1 不同注水比例下猪肉中灰分的流失情况($n=3$)

Fig.1 Loss of ash in pork under different water-injected ratios ($n=3$)

3.4 蛋白含量的分析

肉是人类主要的蛋白质来源, 其含量高低是评价肉营养价值的重要依据^[25]。每 100 g 猪肉流失的蛋白质含量如图 2 所示, 随着注水比例的增加, 猪肉中蛋白质的流失量显著增加($P < 0.05$)。猪肉的蛋白质含量在 20% 左右^[26], 但注水会破坏猪肉的完整性, 注射的水分挤压破坏原有的肌原纤维结构, 使蛋白质变性, 流失更多的水分的同时, 造成蛋白质含量的加倍流失。

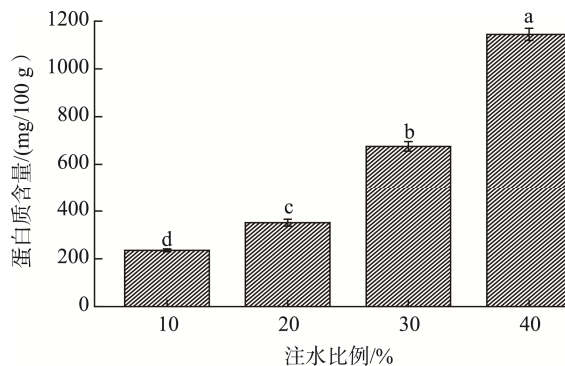


图 2 不同注水比例下猪肉中蛋白质的流失情况($n=3$)

Fig.2 Loss of protein in pork under different water-injected ratios($n=3$)

3.5 游离氨基酸含量的分析

氨基酸是食物中最重要营养元素之一, 在体内参与蛋白质和含氮小分子的合成, 游离氨基酸可无需消化就被人体吸收利用, 因此食物中游离氨基酸的含量直接影响其营养价值^[27], 同时对风味的形成起着主要作用^[28]。每 100 g 猪肉流失的游离氨基酸量如表 3 所示, 随着注水比例的增加, 猪肉中游离氨基酸的流失量显著增大($P < 0.05$), 从猪肉流失液中检测出 17 种游离氨基酸, 其中包括必需氨基酸苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸。必需氨基酸是指人体不能自身合成的一类氨基酸, 因此常是评价氨基酸优劣的重要指标, 必需氨基酸含量越高, 其营养价值也就越高^[29,30]。

3.6 矿物质含量的分析

矿物元素也被称为无机盐, 是构成人体机体组织的重要物质, 猪肉中含有大量的矿物质, 其中 K、P 等元素是组成人体内细胞的最基本元素, 几乎参与到人体中所有重要的能量和物质代谢^[31]。每 100 g 猪肉的矿物质成分流失量如表 4 所示, 随着注水比例的增加, 猪肉中 K、Na 和 P 元素流失量显著增加($P < 0.05$), 当注水比例大于 20% 时, Mg、Ca、Cu 和 Zn 的流失量才出现显著增加的情况, 说明

表 3 不同注水比例下猪肉中游离氨基酸的流失情况
Table 3 Loss of free amino acids in pork under different water-injected ratios

游离氨基酸/($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	注水比例/%			
	10	20	30	40
天冬氨酸 Asp	2.38±0.53 ^c	7.66±4.68 ^{bc}	19.50±7.10 ^{ab}	30.19±9.50 ^a
苏氨酸 Thr	27.98±0.76 ^d	68.23±8.43 ^c	142.48±6.86 ^b	235.83±30.19 ^a
丝氨酸 Ser	26.61±7.39 ^d	65.50±1.18 ^c	161.18±9.87 ^b	282.46±39.32 ^a
谷氨酸 Glu	39.32±1.22 ^d	119.11±42.80 ^c	229.11±35.64 ^b	470.04±15.56 ^a
甘氨酸 Gly	56.60±4.25 ^c	111.35±75.33 ^c	318.24±36.03 ^b	477.71±22.53 ^a
丙氨酸 Ala	132.83±6.99 ^d	320.37±54.74 ^c	701.82±66.85 ^b	1055.57±50.71 ^a

续表 3

游离氨基酸/($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	注水比例/%			
	10	20	30	40
缬氨酸 Val	27.51 \pm 1.36 ^d	71.80 \pm 9.8 ^c	161.80 \pm 14.05 ^b	271.61 \pm 13.41 ^a
胱氨酸 Cys	0.71 \pm 0.14 ^c	1.69 \pm 0.31 ^c	7.00 \pm 2.25 ^b	14.51 \pm 4.91 ^a
甲硫氨酸 Met	5.83 \pm 0.64 ^c	17.32 \pm 3.54 ^c	46.02 \pm 12.09 ^b	82.41 \pm 7.63 ^a
异亮氨酸 Ile	16.48 \pm 1.84 ^d	39.08 \pm 0.22 ^c	101.92 \pm 10.84 ^b	167.48 \pm 20.01 ^a
亮氨酸 Leu	29.22 \pm 2.48 ^d	73.83 \pm 8.75 ^c	189.48 \pm 30.13 ^b	311.88 \pm 8.14 ^a
酪氨酸 Tyr	17.15 \pm 0.30 ^c	44.33 \pm 8.20 ^c	117.08 \pm 25.97 ^b	191.25 \pm 18.97 ^a
苯丙氨酸 Phe	19.06 \pm 1.00 ^d	43.06 \pm 1.45 ^c	99.74 \pm 2.83 ^b	165.40 \pm 19.33 ^a
鸟氨酸 Orn	5.06 \pm 2.47 ^c	17.24 \pm 6.42 ^{bc}	32.07 \pm 11.90 ^{ab}	44.55 \pm 19.25 ^a
赖氨酸 Lys	29.46 \pm 1.66 ^d	68.45 \pm 1.71 ^c	164.38 \pm 10.08 ^b	260.33 \pm 34.81 ^a
组氨酸 His	15.83 \pm 0.19 ^d	34.27 \pm 3.95 ^c	73.50 \pm 2.44 ^b	125.77 \pm 10.36 ^a
精氨酸 Arg	17.21 \pm 7.29 ^d	43.89 \pm 3.63 ^c	139.52 \pm 25.33 ^b	229.87 \pm 5.92 ^a

注: 同一行中不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$)。

表 4 不同注水比例下猪肉中营养成分的流失情况
Table 4 Loss of nutrients in pork under different water-injected ratios

营养成分/($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	注水比例/%			
	10	20	30	40
K	1393.01 \pm 32.73 ^d	2729.04 \pm 46.30 ^c	9051.08 \pm 18.05 ^b	12219.87 \pm 804.19 ^a
Mg	69.20 \pm 5.39 ^c	128.42 \pm 2.80 ^c	526.66 \pm 2.96 ^b	720.58 \pm 71.10 ^a
Na	158.89 \pm 12.86 ^d	299.84 \pm 19.75 ^c	893.39 \pm 5.01 ^b	1180.92 \pm 120.39 ^a
P	645.90 \pm 48.54 ^d	1233.94 \pm 37.40 ^c	4229.69 \pm 8.26 ^b	5742.08 \pm 562.18 ^a
Ca	1.95 \pm 0.09 ^c	5.56 \pm 1.62 ^c	39.66 \pm 1.21 ^b	65.62 \pm 4.93 ^a
Cu	0.07 \pm 0.01 ^c	0.15 \pm 0.03 ^c	0.60 \pm 0.08 ^b	0.81 \pm 0.08 ^a
Zn	2.90 \pm 0.63 ^c	5.45 \pm 0.06 ^c	21.95 \pm 0.24 ^b	28.36 \pm 3.07 ^a

注: 同一行中不同字母表示存在显著性差异($P < 0.05$)。

当注水比例超过 20%时, 对猪肉的肌原纤维结构破坏程度显著增大, 导致大量汁液流失的同时造成大量矿物质流失。流失的矿物质元素按总量的大小排序, 依次是 K、P、Na、Mg、Ca、Zn、Cu。

4 结论

通过分析不同注水比例对猪肉营养流失的影响, 结果发现, 随着注水比例的增加, 猪肉的汁液特性发生显著变化, 其中汁液流失率、汁液的透光率、 L^* 值随注水比例增加而逐渐增大, a^* 、 b^* 值随着注水比例的增加而显著降低($P < 0.05$); 而且注水会对猪肉的营养价值造成严重影响,

随着注水比例的增加, 猪肉中蛋白质和矿物质元素的流失量显著增加($P < 0.05$), 其中矿物质元素流失量的大小依次为 K、P、Na、Mg、Ca、Zn、Cu, 同时也造成了 17 种游离氨基酸的大量流失, 包括必需氨基酸苏氨酸、缬氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和赖氨酸。从营养角度而言, 可为注水猪肉的判别提供一定的理论参考依据。

参考文献

- [1] 黄琪评. 基于光谱成像技术的猪肉品质检测研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2016.
Huang QP. Study of pork quality based on spectral imaging technology [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2016.

- [2] 庞之列. 解冻猪肉与注水猪肉品质及检测方法研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
Pang ZL. The quality and detection of thawed pork and water injected pork [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2014.
- [3] 刘合光, 孙东升. 中国生猪产业三大发展趋势与猪肉消费展望[J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46(6): 12-14, 27.
Liu HG, Sun DS. Trends in China's swine industry and prospect of its pig meat consumption [J]. Chin J Anim Sci, 2010, 46(6): 12-14, 27.
- [4] 盖圣美, 游佳伟, 张中会, 等. 低场核磁共振技术在肉类品质安全分析检测中的应用[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(20): 5294-5300.
Gai SM, You JW, Zhang ZH, *et al.* Application of low field nuclear magnetic resonance technology in the quality and safety analysis and detection of meat [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(20): 5294-5300.
- [5] 刘增金, 王萌, 贾磊, 等. 溯源追责框架下猪肉质量安全问题产生的逻辑机理与治理路径——基于全产业链视角的调查研究[J]. 中国农业大学学报, 2018, 3(11): 206-221.
Liu ZJ, Wang M, Jia L, *et al.* Logic mechanism and countermeasures of pork quality and safety problems under the framework of traceability and accountability: A survey based on the perspective of whole industry chain [J]. J China Agric Univ, 2018, 3(11): 206-221.
- [6] 周哲学. 动物产品快速检验检疫技术研究及应用[D]. 成都: 四川农业大学, 2004.
Zhou ZX. Review of fast animal product quarantine and detection technology [D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University, 2004.
- [7] 庞之列, 何翔晓, 李春保. 一种基于 LF-NMR 技术的不同含水量猪肉检测方法研究[J]. 食品科学, 2014, 35(4): 142-145.
Pang ZL, HE XX, Li CB. A method for detection of water content in pork using low-field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) [J]. Food Sci, 2014, 35(4): 142-145.
- [8] Liu J, Cao Y, Wang Q, *et al.* Rapid and non-destructive identification of water-injected beef samples using multispectral imaging analysis [J]. Food Chem, 2016, 190: 938-943.
- [9] Ni ZC. The reasons and countermeasures for water-injected meat [J]. J Agric Sci, 2016, 37(4): 89-92.
- [10] Xu J, Lin Q, Yang F, *et al.* Study of the method of water-injected meat identifying based on low-field nuclear magnetic resonance [J]. IOP Conf Series Earth Environ Sci, 2018, 108.
- [11] 邵孟跃, 王家明. 注水肉的危害及识别[J]. 农业科技与装备, 2010, 189(3): 66.
Shao MY, Wang JM. Harm and identification of water-injected meat [J]. Agric Sci Technol Equip, 2010, 189(3): 66.
- [12] 杨珊珊, 朱学仲, 陈阳楼, 等. 注水猪和注水肉的鉴别与防范[J]. 肉类工业, 2012, 371(3): 48-50.
Yang SS, Zhu XK, Chen YL, *et al.* Identification and prevention of water-injected pork [J]. Meat Ind, 2012, 371(3): 48-50.
- [13] 孟一, 张玉华, 许丽丹, 等. 近红外光谱技术对猪肉注水、注胶的快速检测[J]. 食品科学, 2014, 35(8): 299-303.
Meng Y, Zhang YH, Xu LD, *et al.* Rapid detection of meat injected with water or gum by near infrared spectroscopy [J]. Food Sci, 2014, 35(8): 299-303.
- [14] Gai SM, Zhang ZH, Zou YF, *et al.* Effects of hydrocolloid injection on the eating quality of pork analyzed based on low-field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) [J]. J Food Qual, 2019: 1-7.
- [15] Gai S, Zhang Z, Zou Y, *et al.* Rapid and Non-destructive detection of water-injected pork using low-field nuclear magnetic resonance (LF-NMR) and magnetic resonance imaging (MRI) [J]. Int J Food Eng, 2019: 1-9.
- [16] 盖圣美, 张中会, 邹玉峰, 等. 利用低场核磁共振检测分析注水猪肉水分子弛豫特性[J]. 食品安全质量检测学报, 2017, 8(6): 44-50.
Gai SM, Zhang ZH, Zou YF, *et al.* Analysis of water relaxation characteristics of water-injected pork by low-field nuclear magnetic resonance [J]. J Food Saf Qual, 2017, 8(6): 44-50.
- [17] 张中会, 盖圣美, 邹玉峰, 等. 不同注水量对猪肉食用品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(3): 1-5, 11.
Zhang ZH, Gai SM, Zou YF, *et al.* Effects of different water-injected ratios on eating quality of pork [J]. Sci Technol Food Ind, 2018, 39(3): 1-5, 11.
- [18] 刘登勇, 刘欢, 张庆永, 等. 反复卤煮过程中扒鸡卤汤物理及感官特性变化分析[J]. 食品科学, 2017, (11): 123-128.
Liu DY, Liu H, Zhang QY, *et al.* Changes in physical and sensory characteristics of Dezhou braised chicken brine during repeated braising [J]. Food Sci, 2017, (11): 123-128.
- [19] GB/T 5009.4-2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S].
GB/T 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of ash in food [S].
- [20] GB/T 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S].
GB/T 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [21] 陶正清, 刘登勇, 周光宏, 等. 盐水鸭工业化加工过程中主要滋味物质的测定及呈味作用评价[J]. 核农学报, 2014, 28(4): 632-639.
Tao ZQ, Liu DY, Zhou GH, *et al.* Taste evaluation of non-volatile taste compounds in Nanjing cooked duck during modern processing [J]. J Nuclear Agric Sci, 2014, 28(4): 632-639.
- [22] Decker EA, Welch B. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food [J]. J Agric Food Chem, 1990, 38(3): 674-677.
- [23] 范莉梅. 食品灰分测定中应注意的环节[J]. 产品可靠性报告, 2006, 23(3): 704-705.
Fan LM. Points to be noted in the determination of food ash [J]. Superv Choice, 2006, 23(3): 704-705.
- [24] Augustin G, Anne MN, Armand AB, *et al.* Some physicochemical characteristics and storage stability of crude palm oils [J]. Am J Food Sci Technol, 2015, 3(4): 97-102.
- [25] 程雅婷, 揭晓蝶, 田旭, 等. 不同包装材料对冷冻猪肉品质及营养成分的影响[J]. 肉类工业, 2018, (9): 40-44.
Cheng YT, Jie XD, Tian X, *et al.* Effect of different packaging materials on the quality and nutritional composition of frozen pork [J]. Meat Ind, 2018, (9): 40-44.
- [26] 田旭, 何航, 揭晓蝶, 等. 不同煮制时间对猪肉品质及营养成分的影响[J]. 肉类工业, 2018, (6): 25-29.
Tian X, He H, Jie XD, *et al.* Effect of different boiling time on the quality and nutritional components of pork [J]. Meat Ind, 2018, (6): 25-29.
- [27] 金素钰, 马鬼, 郑玉才. 牦牛肉中游离氨基酸含量的分析[J]. 草业与畜牧, 2007, 136(3): 44-46.
Jin XY, Ma G, Zhen YC. Analysis of free amino acid content in yak meat [J]. Pratacul Anim Husb, 2007, 136 (3): 44-46.
- [28] 常亚楠, 赵改名, 柳艳霞, 等. 煮制对鸡肉及汤汁中游离氨基酸的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(9): 333-337, 342.

Chang YN, Zhao GM, Liu YX, *et al.* Changes of free amino acids in chicken and its broth during cooking [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 35(9): 333-337, 342.

(责任编辑: 于梦娇)

[29] 廖彩虎. 冻结、解冻和冻藏对温氏鸡品质的影响的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.

Liao CH. The study on freezing, thawing and freezing storage condition influenced the Wenshi chicken [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.

[30] Lopes AF, Alfaia CMM, Partidário AM, *et al.* Influence of household cooking methods on amino acids and minerals of Barrosã-PDO veal [J]. *Meat Sci*, 2015, 99: 38-43.

[31] Gonz LMI, Gonz LRC, Hern NNJ, *et al.* Mineral analysis (Fe, Zn, Ca, Na, K) of fresh Iberian pork loin by near infrared reflectance spectrometry: Determination of Fe, Na and K with a remote fibre-optic reflectance probe [J]. *Anal Chim Acta*, 2002, 468(2): 293-301.

作者简介



盖圣美, 高级实验师, 主要研究方向为肉品加工与质量安全控制。
E-mail: gaishengmei@126.com



刘登勇, 博士, 教授, 主要研究方向为肉品加工与质量安全控制。
E-mail: jz_dyliu@126.com

“食品安全风险评估与风险监测”专题征稿函

食品安全风险评估与风险监测对保障人体健康有着重要的意义, 越来越得到国内外广泛关注。

鉴于此, 近期本刊特别策划了“食品安全风险评估与风险监测”专题, 专题将围绕(1)危害识别、(2)危害特征描述、(3)暴露评估、(4)风险特征描述、(5)区域性风险监测、(6)风险管理等方面。或您认为本领域有意义的问题综述及研究论文均可, 专题计划在 2020 年 6~7 月出版。

我们去年也组织过此专题, 于 6 月见刊, 专题共收录文章 65 篇, 独立出版整本期刊, 是本期刊以学科为分类的最大专题, 影响较为深远。

鉴于您在该领域的成就, 学报主编国家食品安全风险评估中心吴永宁研究员及编辑部全体成员特别邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述及研究论文均可, 请在 2020 年 04 月 30 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并经审稿合格后优先发表。

同时烦请您帮忙在同事之间转发一下, 希望您能够推荐该领域的相关专家并提供电话和 E-mail。再次感谢您的关怀与支持!

投稿方式(注明专题**食品安全风险评估与风险监测**):

网站: www.chinafoodj.com(备注: 投稿请登录食品安全质量检测学报主页-作者登录-注册投稿-投稿选择“专题: **食品安全风险评估与风险监测**”)

邮箱投稿: E-mail: jfoodsq@126.com(备注: **食品安全风险评估与风险监测**专题投稿)

《食品安全质量检测学报》编辑部