

不同规格小龙虾原料加工特性研究

陈东清^{1,2}, 汪兰³, 熊光权³, 石柳³, 吴文锦³, 丁安子³, 李新^{3*}

(1. 农业农村部冷冻调理水产品加工重点实验室, 厦门 361022; 2. 福建安井食品股份有限公司, 厦门 361022;
3. 湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所, 武汉 430064)

摘要: **目的** 研究不同规格小龙虾原料加工特性。**方法** 以湖北潜江、洪湖地区小龙虾为原料, 分析测定4种不同规格小龙虾(S(15~25 g/只)、M(25~35 g/只)、L(35~45 g/只)、XL(45~65 g/只))营养成分(水分、粗蛋白、盐溶蛋白、水溶蛋白、脂肪、灰分)与品质特性(pH值、色泽、质构特性、蒸煮损失率、加压失水率)。**结果** 小龙虾虾肉水分含量74.35%~79.57%, 粗蛋白17.68%~20.17%, 盐溶蛋白9.99%~14.25%, 水溶蛋白2.97%~4.36%, 脂肪0.38%~1.54%, 灰分1.43%~1.75%。小龙虾虾肉pH值呈中性, pH值范围7.05~7.44。S规格小龙虾色泽、质构特性数据较好, M规格小龙虾蒸煮损失率较低, 而XL规格小龙虾加压失水率较低。**结论** 虾肉营养成分、品质特性与小龙虾产地、规格存在一定差异, S、M规格小龙虾适合生产蒸煮虾仁、虾尾制品。本文提供小龙虾原料加工特性基础数据, 为小龙虾分类加工提供科学依据。

关键词: 小龙虾; 规格; 营养成分; 加工特性

Study on processing characteristics of the crayfish with different specifications

CHEN Dong-Qing^{1,2}, WANG-Lan³, XIONG Guang-Quan³, SHI Liu³, WU Wen-Jin³,
DING An-Zi³, LI Xin^{3*}

(1. Key Laboratory of Refrigeration and Conditioning Aquatic Products Processing, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Xiamen 361022, China; 2. Fujian Anjoy Foods Co., Ltd., Xiamen 361022, China; 3. Institute of Agro-Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the processing characteristics of crayfish with different specifications. **Methods** With crawfish in Qianjiang, Honghu area of Hubei province as raw material, the nutrients (moisture content, crude protein, salt soluble protein, soluble protein, fat, ash content) and the quality characteristics (pH value, color, quality and structure characteristics, cooking loss rate, pressure filtration rate) of 4 kinds of different specifications of crawfish S (15–25 g), M (25–35 g), L (35–45 g), XL (45–65 g) were determined. **Results** The content of water, crude protein, salt soluble protein, water soluble protein, fat and ash of crayfish meat was 74.35%–79.57%, 17.68%–20.17%, 9.99%–14.25%, 2.97%–4.36%, 0.38%–1.54% and 1.43%–1.75%, respectively. The pH value of crayfish meat was neutral and ranged from 7.05 to 7.44. The color, texture characteristic of S specification was better, in addition, the cooking loss rate of M specification was lower, and the pressurized water

基金项目: 农业农村部冷冻调理水产品加工重点实验室开发课题(KLRCAPP2018-07)

Fund: Supported by Key Laboratory of Refrigeration and Conditioning Aquatic Products Processing, Ministry of Agriculture and Rural Affairs(KLRCAPP2018-07)

*通讯作者: 李新, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为水产品保鲜与加工。E-mail: leexin117@163.com

*Corresponding author: LI Xin, Master, Associate Professor, Institute of Agro-Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Sciences, No.5, Nanhu Road, Hongshan District, Wuhan, 430064, China. E-mail: leexin117@163.com

loss rate of XL specification was lower. **Conclusion** There are differences in the nutritional composition and the quality characteristics of crayfish from different producing area and specifications. It is concluded that S and M specification crayfish is suitable for producing cooking shrimp meat and shrimp tail. This paper provides the basic data of crayfish processing characteristics, and scientific basis for crayfish processing.

KEY WORDS: crayfish; specification; nutrient component; processing characteristics

1 引言

淡水小龙虾(克氏原螯虾, *Procambarus clarkii*)是一种优质的淡水水产品, 经济价值位列单一淡水品种之首^[1]。2017 年我国小龙虾(克氏原螯虾)养殖产量 112.97 万吨, 小龙虾经济总产值约 2685 亿元, 其中加工业产值约 200 亿元^[2]。湖北省是我国小龙虾养殖加工大省, 小龙虾产量最大, 占全国的 55.91%, 达到 63.16 万吨, 综合产值 849.9 亿元, 其中加工产值 116.4 亿元, 具有巨大的增长空间^[2]。在我国, 小龙虾鲜活销售量占总产量的 65%~70%, 加工方面, 冷冻虾尾、虾仁、调味虾产量约占加工品总产量的 70%以上^[3]。相比其他的水产品, 小龙虾加工技术研究起步较晚, 科研基础相对薄弱, 对小龙虾的研究主要集中在保鲜方面, 在原料适应性、加工特性等方面鲜有涉及, 缺乏系统的理论支撑, 导致小龙虾加工产业缺乏统一的生产规范和质量标准, 严重制约了产业的竞争力及抗风险能力, 不利于行业的健康发展。湖北潜江、洪湖等地是小龙虾养殖与加工重要区域, 本文以潜江、洪湖产地新鲜小龙虾为原料, 研究不同规格小龙虾营养组分与品质特性, 以期对小龙虾分类加工提供基础性数据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

鲜活小龙虾出产于 2018 年 7 月中旬, 由潜江柳伍水产食品有限公司、洪湖新宏业食品有限公司提供, 分别代表潜江、洪湖地区小龙虾, 4 种不同规格小龙虾分别为 S(15~25 g/只)、M(25~35 g/只)、L(35~45 g/只)、XL(45~65 g/只)。

2.2 仪器与试剂

CR-400 色差计(柯尼卡美能达(中国)投资有限公司); HH-6 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司); FE20/EL20 酸度计(梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司); YYW-2 应变控制式无侧限压力仪(南京土壤仪器厂有限公司); TA-XTPlus 质构仪(英国 Stable Micro System 公司); GL-25MS 高速冷冻离心机(上海卢湘仪离心机仪器有限公司)。

氯化钠、Tris-马来酸缓冲液、牛血清清蛋白、硫酸铜、酒石酸钾钠、氢氧化钠、硫酸钾、硫酸、硼酸、盐酸、乙醇、甲基红、溴甲酚绿、石油醚(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

2.3 实验方法

2.3.1 营养成分分析

水分含量测定参照 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[4]; 蛋白质含量测定参照 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》^[5]。

盐溶性蛋白与水溶性蛋白含量测定参照 Tadpitchayangkoon 等^[6]的方法并调整, 取 2 g 虾肉, 加入 30 mL 去离子水, 用均质机在 15000 r/min 速度下匀浆 10 s, 将匀浆液在 4 °C 冷冻离心机中离心 10 min, 转速 10000 g, 分别收集沉淀和上清液。往沉淀中加入 30 mL 0.3% NaCl, 重复上述步骤, 再收集沉淀。将 2 次离心上清液合并, 作为水溶性蛋白, 测定其体积, 采用双缩脲法测定蛋白浓度, 计算水溶性蛋白含量。将沉淀加入 30 mL 0.6 mol/L NaCl-20 mol/L Tris-马来酸缓冲液(pH=7.0), 用均质机 15000 r/min 匀浆 5 s, 4 °C 提取 1 h 充分溶解蛋白, 作为盐溶性蛋白, 测定其体积, 采用双缩脲法测定蛋白浓度, 计算盐溶性蛋白含量。

脂肪含量测定参照 GB 5009.6-2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》^[7]。灰分含量测定参照 GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[8]。

2.3.2 品质特性分析

(1) pH 值

虾肉搅碎, 取 1 g 虾肉, 加入 9 mL 去离子水, 均质后静置过滤, 用 pH 计测定滤液 pH 值, 测定 5 次取平均值。

(2) 色泽

小龙虾虾尾剥壳取虾肉, 用手持式色度仪测定虾肉表面 L^* 、 a^* 、 b^* 值。色度计在使用前用白板进行校准。每组包含 5 份样品, 每份样品测定 3 次取平均值。

(3) 质构特性

取 1 cm 厚度虾仁样品, 用质构仪测定虾仁硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性。探头: P36R, 模式: 质地多面剖析法(texture profile analysis, TPA), 测试前速度 2.0 mm/s, 测试速度: 1.0 mm/s, 测试后速度: 1.0 mm/s, 强度: 75%。

(4) 蒸煮损失率

取虾仁样品, 称重后装入自封袋, 将样品置于 80 °C 恒温水浴加热, 10 min 后取出, 用吸水纸吸干表面水分, 蒸煮前后虾仁质量分别记为 m_1 和 m_2 , 按下列公式计算蒸煮损失率:

$$\text{蒸煮损失率} / \% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

(5) 加压失水率

采用加压滤纸法并稍加调整。准确称量的虾仁样品, 滤布包裹, 分别用 10 张滤纸上下夹垫在压力仪上面, 以 35 kg 压力下保持 5 min 的条件下测定水分损失量, 加压前后质量分别记为 m_1 和 m_2 , 按下列公式计算加压失水率:

$$\text{加压失水率} / \% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

2.4 数据处理

每组数据求得平均值与标准差, 并采用 SAS 分析软件检验不同组间差异显著性 ($P < 0.05$)。

3 结果与分析

3.1 不同规格小龙虾虾肉营养成分

潜江与洪湖产地不同规格小龙虾虾肉营养组分见表 1。小龙虾水分含量 74.35%~79.57%。潜江 S、XL 规格小龙虾含水量较高, 洪湖 M、XL 规格小龙虾含水量较高 ($P < 0.05$)。洪湖小龙虾 M、L、XL 规格小龙虾水分含量高于潜江小龙虾 ($P < 0.05$)。

粗蛋白含量 17.68%~20.17%。潜江 S 规格小龙虾粗蛋白含量最低 ($P < 0.05$), 洪湖 XL 规格小龙虾粗蛋白含量较低。潜江小龙虾 M、XL 规格小龙虾粗蛋白含量高于洪湖小龙虾 ($P < 0.05$)。

盐溶蛋白含量 9.99%~14.25%。潜江 S 规格小龙虾盐溶蛋白最高 ($P < 0.05$), 洪湖 S、M 规格小龙虾盐溶蛋白高于 L、XL 组 ($P < 0.05$)。潜江 M 规格小龙虾盐溶蛋白与洪湖小龙虾差异显著 ($P < 0.05$), 其他规格组差异不显著 ($P > 0.05$)。

水溶性蛋白含量 2.97%~4.36%。潜江 XL 规格小龙虾水溶性蛋白最高 ($P < 0.05$), 洪湖 XL 规格小龙虾水溶性蛋白最高 ($P < 0.05$)。潜江 S、M 规格小龙虾水溶性蛋白与洪湖小龙虾差异显著 ($P < 0.05$)。

脂肪含量 0.38%~1.54%。潜江 S 规格小龙虾脂肪含量最低 ($P < 0.05$), 洪湖 M 规格小龙虾脂肪含量最高 ($P < 0.05$)。潜江 S、M、XL 规格小龙虾脂肪与洪湖小龙虾差异显著 ($P < 0.05$)。

灰分含量主要为 1.43%~1.75%。潜江 M 规格小龙虾灰分含量最高 ($P < 0.05$), 洪湖 S 规格小龙虾灰分含量最高 ($P < 0.05$)。潜江 S、M、L 规格小龙虾灰分与洪湖小龙虾差异显著 ($P < 0.05$)。

由表 1 可以看出, 小龙虾虾肉中主要成分是水与蛋白质, 根据溶解性蛋白质主要分为盐溶蛋白与水溶性蛋白, 盐溶性蛋白主要是肌原纤维蛋白, 包括肌球蛋白、肌动蛋白等, 而水溶性蛋白主要是肌浆蛋白, 包括了与糖酵解相关的酶类, 肌酸激酶以及肌红蛋白等水溶性物质^[9]。盐溶蛋白关系到组织特性、保水性、黏性和产品得率等, 而水溶性蛋白与分散性、乳化特性、起泡性质等相关^[10]。

3.2 不同规格小龙虾品质分析

3.2.1 不同规格小龙虾 pH 值

小龙虾虾肉呈中性, pH 值范围为 7.05~7.44。由表 2 可知, 潜江 XL 规格小龙虾 pH 值高于其他规格 ($P < 0.05$)。洪湖不同规格小龙虾 pH 值差异不显著 ($P > 0.05$)。潜江与洪湖 XL 规格小龙虾 pH 值差异显著 ($P < 0.05$), 其他规格小龙虾 pH 值比较差异不显著 ($P > 0.05$)。

表 1 小龙虾虾肉营养成分(% , $n=5$)
Table 1 Nutrient components of the crayfish meat(% , $n=5$)

产地	组分	S	M	L	XL
潜江	水分	78.76±1.54 ^{aA}	74.35±0.61 ^{cB}	75.41±1.48 ^{bcB}	76.99±1.00 ^{abB}
	粗蛋白	17.81±1.32 ^{cA}	20.17±0.63 ^{aA}	18.69±0.37 ^{bA}	19.22±0.28 ^{abA}
	盐溶蛋白	14.17±0.15 ^{aA}	9.99±0.79 ^{cB}	13.17±0.48 ^{bA}	12.46±0.18 ^{bA}
	水溶蛋白	3.26±0.13 ^{bB}	3.37±0.16 ^{bA}	3.69±0.17 ^{bA}	4.13±0.17 ^{aA}
	脂肪	0.38±0.00 ^{cB}	0.60±0.11 ^{bB}	0.65±0.01 ^{abA}	0.71±0.01 ^{abB}
	灰分	1.43±0.03 ^{cB}	1.75±0.03 ^{aA}	1.61±0.03 ^{bA}	1.45±0.03 ^{cA}
	洪湖	水分	76.71±0.27 ^{cA}	79.57±0.18 ^{aA}	78.80±0.12 ^{bA}
粗蛋白		18.42±0.16 ^{abA}	18.44±0.68 ^{abB}	18.65±0.22 ^{aA}	17.68±0.30 ^{bbB}
盐溶蛋白		14.25±0.45 ^{aA}	13.76±0.33 ^{aA}	12.86±0.26 ^{bA}	12.13±0.52 ^{bA}
水溶蛋白		3.60±0.09 ^{bA}	2.97±0.05 ^{cB}	3.59±0.11 ^{bA}	4.36±0.11 ^{aA}
脂肪		0.69±0.01 ^{cA}	1.54±0.02 ^{aA}	0.73±0.13 ^{cA}	1.05±0.04 ^{bA}
	灰分	1.69±0.04 ^{aA}	1.45±0.03 ^{bbB}	1.51±0.05 ^{bbB}	1.52±0.04 ^{bA}

注: 同一行平均值±标准偏差^{a-b}不同字母表示同一组分不同规格差异显著 ($P < 0.05$); 同一列平均值±标准偏差^{A-B}不同字母表示同一组分潜江与洪湖差异显著 ($P < 0.05$), 下表同。

表 2 小龙虾虾肉 pH 值
Table 2 pH value of the crayfish meat

产地/规格	S	M	L	XL
潜江	7.30±0.06 ^{bA}	7.27±0.01 ^{bA}	7.26±0.06 ^{bA}	7.44±0.03 ^{aA}
洪湖	7.39±0.06 ^{aA}	7.44±0.12 ^{aA}	7.05±0.40 ^{aA}	7.16±0.03 ^{aB}

3.2.2 不同规格小龙虾色泽

潜江 M、L 规格小龙虾 L^* 值较高, S、L 规格小龙虾 a^* 值较高, L 规格小龙虾 b^* 值较高; 洪湖不同规格小龙虾 L^* 值、 a^* 值差异均不显著 ($P>0.05$), S 规格小龙虾 b^* 值较低。

潜江 S、XL 规格小龙虾 L^* 值低于洪湖小龙虾 ($P<0.05$), M 规格小龙虾 a^* 值低于洪湖小龙虾 ($P<0.05$), 不同规格小龙虾 b^* 值与洪湖小龙虾差异均不显著 ($P>0.05$)。

虾肉色泽是评价虾肉品质重要指标, 直接关系虾肉商品价值^[11]。小龙虾壳中虾青素使虾肉略带天然红色^[12]。 L^* 值、 a^* 值较高, b^* 值较低, 代表着新鲜小龙虾虾肉色泽, 相反, L^* 值、 a^* 值降低, b^* 值上升表示虾肉新鲜度降低。由表 3 小龙虾虾肉色泽分析得到, S 规格小龙虾虾肉色泽较好。

3.2.3 不同规格小龙虾质构特性

潜江 S、L 规格小龙虾虾肉硬度高于 M、XL 组 ($P<0.05$), 不同规格虾肉弹性差异均不显著 ($P>0.05$), S 规格小龙虾胶黏性最高 ($P<0.05$), M 规格小龙虾胶黏性最低 ($P<0.05$), S 规

格小龙虾咀嚼性最高 ($P<0.05$), M、L 规格小龙虾咀嚼性最低 ($P<0.05$)。

洪湖不同规格小龙虾虾肉硬度、弹性、咀嚼性差异均不显著 ($P>0.05$), M 规格小龙虾胶黏性最低 ($P<0.05$)。

潜江 S、L、XL 规格小龙虾硬度高于洪湖小龙虾 ($P<0.05$), 潜江不同规格小龙虾弹性与洪湖小龙虾比较差异不显著 ($P>0.05$), 潜江 S、M、L 规格小龙虾胶黏性显著高于洪湖小龙虾 ($P<0.05$), 潜江 S、XL 规格小龙虾咀嚼性高于洪湖小龙虾 ($P<0.05$)。

虾肉质构特性是影响小龙虾感官品质重要因素, 与蛋白含量、种类及生化性质密切相关^[13]。新鲜虾肉硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性较高, 虾肉制品口感较好, 由表 4 虾肉质构数据可以得到, S 规格小龙虾质构特性较好。

3.2.4 不同规格小龙虾蒸煮损失率

潜江小龙虾虾肉蒸煮损失率范围为 7.48%~13.26%, M、XL 规格小龙虾蒸煮损失率较低。洪湖小龙虾虾肉蒸煮损失率范围为 10.95%~12.62%, 不同规格小龙虾蒸煮损失率差异不显著 ($P>0.05$)。潜江 M、XL 规格小龙虾蒸煮损失率低于洪湖小龙虾 ($P<0.05$)。蒸煮损失率即虾肉加热汁液流失率, 表示虾肉持水性及产品得率, 值越低代表虾肉持水性与产品得率越高^[14]。由表 5 蒸煮损失率分析得到, M 规格小龙虾蒸煮损失率较低。

表 3 小龙虾虾肉色泽
Table 3 Color of the crayfish meat

产地/规格		S	M	L	XL
潜江	L^*	40.10±1.06 ^{bB}	45.74±2.42 ^{aA}	42.22±4.07 ^{abA}	33.41±0.21 ^{cB}
	a^*	5.53±0.22 ^{abA}	4.23±0.32 ^{cB}	6.06±0.32 ^{aA}	5.28±0.40 ^{bA}
	b^*	9.07±0.42 ^{bA}	10.77±1.91 ^{abA}	12.59±2.05 ^{aA}	10.32±1.97 ^{abA}
洪湖	L^*	44.42±2.21 ^{aA}	45.71±3.35 ^{aA}	43.84±3.36 ^{aA}	47.39±0.55 ^{aA}
	a^*	8.30±1.73 ^{aA}	6.95±1.18 ^{aA}	5.48±0.81 ^{aA}	6.21±2.53 ^{aA}
	b^*	8.16±1.58 ^{bA}	10.20±0.97 ^{abA}	9.46±0.61 ^{abA}	11.40±0.94 ^{aA}

表 4 小龙虾虾肉质构特性
Table 4 Texture properties of the crayfish meat

产地/规格		S	M	L	XL
潜江	硬度	893.81±27.10 ^{aA}	339.24±73.59 ^{bA}	703.63±59.12 ^{aA}	539.23±41.81 ^{bA}
	弹性	76.08±7.65 ^{aA}	79.18±5.81 ^{aA}	80.01±7.85 ^{aA}	89.63±8.32 ^{aA}
	胶黏性	478.64±60.69 ^{aA}	164.97±7.38 ^{dA}	366.14±23.61 ^{bA}	278.40±35.55 ^{cA}
	咀嚼性	385.28±32.41 ^{aA}	130.08±11.98 ^{cA}	165.21±23.94 ^{cA}	256.68±22.29 ^{bA}
洪湖	硬度	413.97±40.83 ^{aB}	471.08±42.28 ^{aA}	415.08±38.52 ^{aB}	430.23±28.82 ^{aB}
	弹性	80.85±6.07 ^{aA}	83.58±4.34 ^{aA}	84.15±4.66 ^{aA}	82.65±8.52 ^{aA}
	胶黏性	227.21±17.25 ^{aB}	135.82±13.18 ^{bB}	226.36±3.31 ^{aB}	241.47±21.09 ^{aA}
	咀嚼性	170.81±4.47 ^{aB}	160.13±47.18 ^{aA}	184.50±6.17 ^{aA}	206.41±20.71 ^{aB}

表5 小龙虾虾肉蒸煮损失率(%)

Table 5 Cooking loss rate of the crayfish meat(%)

产地/规格	S	M	L	XL
潜江	13.26±1.99 ^{aA}	7.48±1.25 ^{cB}	10.57±0.64 ^{bA}	8.18±1.26 ^{bcB}
洪湖	12.62±0.69 ^{aA}	12.26±1.71 ^{aA}	11.74±0.46 ^{aA}	10.95±0.16 ^{aA}

表6 小龙虾虾肉加压失水率(%)

Table 6 Pressurized water loss rate of the crayfish meat(%)

产地/规格	S	M	L	XL
潜江	20.40±2.58 ^{aA}	15.77±1.17 ^{bA}	17.02±1.71 ^{abA}	11.24±0.45 ^{cB}
洪湖	11.31±2.86 ^{bb}	11.72±1.80 ^{bb}	15.11±0.19 ^{aA}	13.63±0.72 ^{abA}

3.2.5 不同规格小龙虾加压失水率

潜江小龙虾虾肉加压失水率范围为 11.24%~20.40%，XL 规格小龙虾加压失水率最低($P<0.05$)。洪湖小龙虾加压失水率范围为 11.31%~15.11%，S、M 规格小龙虾加压失水率较低。潜江 S、M、XL 规格小龙虾加压失水率较洪湖小龙虾差异显著($P<0.05$)。加压失水率是评价虾肉持水性重要指标，而持水性与虾肉制品嫩度、弹性直接相关，加压失水率越低，虾肉持水性越高^[15]。由表 6 加压失水率数据分析得到，XL 规格小龙虾加压失水率较低。

4 结论

淡水小龙虾水分、蛋白质含量较高，基本营养成分：水分含量 74.35%~79.57%，粗蛋白 17.68%~20.17%，盐溶蛋白 9.99%~14.25%，水溶蛋白 2.97%~4.36，脂肪 0.38%~1.54%，灰分 1.43%~1.75%。小龙虾虾肉 pH 值呈中性，pH 值范围 7.05~7.44。S 规格小龙虾色泽、质构特性较好，M 规格小龙虾蒸煮损失率较低，XL 加压失水率较低。表明 S、M 规格小龙虾适合生产蒸煮虾仁、虾尾制品，而 L、XL 规格小龙虾适合开发整虾调理食品。小龙虾原料营养成分与品质特性与产地、虾体规格存在差异，但并无显著相关性。在下一步实验中，研究不同养殖时间(春节、夏季)、养殖方式(饲料饲养、混合饲养)对小龙虾原料加工特性研究。

参考文献

- [1] 余磊. 小龙虾的生物学特性及其主要养殖模式[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(17): 75-78.
She L. The biological characteristics of red swamp crayfish and its main breeding mode [J]. Hubei Agric Sci, 2018, 57(17): 75-78.
- [2] 农业农村部渔业渔政管理局. 中国小龙虾产业发展报告[Z]. 2018. Bureau of Fisheries and Fisheries Law Enforcement, Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. Report on the development of crayfish industry in China [Z]. 2018.
- [3] 王文倩, 王琦, 叶路漫, 等. 小龙虾各部位磷脂分布、种类及其脂肪酸组成特性分析[J]. 食品科技, 2018, 43(319): 152-157.

Wang WQ, Wang Q, Ye LM, *et al.* Characteristics analysis of distribution, class and fatty acid composition of phospholipids in different parts of crayfish [J]. Food Sci Technol, 2018, 43(319): 152-157.

- [4] GB 5009.3-2016 食品安全国家标准 食品中水分的测定[S]. GB 5009.3-2016 National food safety standard-Determination of moisture in food [S].
- [5] GB 5009.5-2016 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定[S]. GB 5009.5-2016 National food safety standard-Determination of protein in food [S].
- [6] Tadpitchayangkoon P, Park JW, Wayer SG, *et al.* Structural changes and dynamic rheological properties of sarcoplasmic proteins subjected of pH-shift method [J]. J Agric Food Chem, 2010, 58(7): 4241-4249.
- [7] GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定[S]. GB 5009.6-2016 National food safety standard-Determination of fat in food [S].
- [8] GB 5009.4-2016 食品安全国家标准 食品中灰分的测定[S]. GB 5009.4-2016 National food safety standard-Determination of ash in food [S].
- [9] Tomberg E. Effect of heat on meat protein-Implications on structure and quality of meat products [J]. Meat Sci, 2005, 70(3): 493-508.
- [10] Helene G, Martine M, Grethe H, *et al.* Contribution of cathepsins B, L and D to muscle protein profiles correlated with texture in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Food Chem, 2009, 113(4): 889-896.
- [11] Peterman MA, Clined J, Hanson TR, *et al.* Coloration characteristics of mechanically processed channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fillets held in refrigerated storage for seven days [J]. J Appl Aquacul, 2013, 25(3): 239-247.
- [12] 胡雅馨, 惠伯棣, 李阳. 食用虾中虾青素类化合物的含量和组成[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 389-392.
Hu YX, Hui BD, Li Y. Content and composition of astaxanthin related compounds in shrimp [J]. Food Sci, 2007, 28(8): 389-392.
- [13] 荣建华, 张亮子, 谢淑丽, 等. 冷冻对脆肉鲩和草鱼肉微观结构和质构特性的影响[J]. 食品科学, 2015, 36(12): 243-248.
Rong JH, Zhang LZ, Xie SL, *et al.* Effects of freeze on the microstructure and texture of crisp grass carp and grass carp muscle [J]. Food Sci, 2015, 36(12): 243-248.
- [14] 叶日英, 孙力军, 王雅玲, 等. 冷藏凡纳滨对虾色差值与若干典型质量

性状的灰色关联分析[J]. 中国食品学报, 2018, 18(3): 205-210.

Ye RY, Sun LJ, Wang YL, et al. Grey relational analysis between chromatism and some representative qualitative Traits of *Litopenaers vannamei* in refrigeration [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2018, 18(3): 205-210.

[15] 阙婷婷, 郑家闻, 陈士国, 等. 微冻保鲜与冻藏保鲜对乌鳢品质的影响 [J]. 中国食品学报, 2015, 15(6): 136-147.

Que TT, Zheng JW, Chen SG, et al. Effect of super-chilling and frozen on the meat quality of snakehead [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2015, 15(6): 136-147.

(责任编辑: 武英华)

作者简介



陈东清, 硕士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为水产品保鲜与加工。
E-mail: 351609901@qq.com



李 新, 硕士, 副研究员, 主要研究方向为水产品保鲜与加工。
E-mail: leexin117@163.com



“农副产品综合利用” 专题征稿函

在农业生产过程中, 除了可被食用的部分, 还产生了大量的不可食用的产物, 这些产物如果不能被合理利用, 将会产生大量的废弃物, 造成资源的浪费, 同时增加垃圾处理的负担。如果能够将农副产品进行有效利用, 将会带来巨大的经济效益和环境效益。

鉴于此, 本刊特别策划了“农副产品综合利用”专题。专题将围绕果蔬副产物 (皮、渣、籽、壳、叶、茎、根、花等)、粮油副产物 (麸皮、胚芽、米糠、饼粕、玉米芯、皮壳、皂脚等)、畜、禽、水产副产物 (毛、皮、骨、内脏、腺体、血液等)以及有一定商业价值的小宗农产品 (芳香植物、南瓜等)等各类农副产品资源的综合利用技术展开。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 2019 年 6 月出版。

本刊主编国家风险评估中心吴永宁研究员和本专题主编四川大学何强教授特邀请有关食品领域研究人员为本专题撰写稿件, 综述、研究论文和研究简报均可。请在 2019 年 5 月 10 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。

投稿方式(注明专题): 农副产品综合利用

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部

编辑: 韩晓红

13516230537

010-57175223