

红外干燥对即食虾仁品质的影响及品质 评定模型的建立

李心悦¹, 孙剑锋^{1,2}, 崔晓朋¹

(1. 河北农业大学食品科技学院, 河北保定 071000) (2. 河北省农产品加工工程技术研究中心, 河北保定 071000)

摘要: 为研究红外干燥对即食虾仁品质的影响, 以及探究理化指标与感官品质的相互关系, 本文测定和分析研究了经过不同红外干燥时间干燥后即食虾仁的水分含量、水分活度、色泽参数和质构参数等指标, 并进行了即食虾仁感官品质分数与质构、色泽的相关性分析。结果表明: 红外干燥这一处理方法对即食虾仁中水分含量、水分活度、色泽参数和质构参数均有显著影响, 不同的红外干燥时间对各指标的影响也有显著差异; 硬度、弹性、内聚性和红绿参数这四个指标的测量值可以客观代替感官估计感官品质, 并建立了感官品质和质构、色泽参数的回归模型: $Y(\text{感官分数}) = 0.260X_1(\text{硬度}) + 2.800X_2(\text{弹性}) + 5.425X_3(\text{内聚性}) + 0.218X_4(a^*) - 10.744$, $R^2 = 0.972$ 。

关键词: 红外干燥; 质构参数; 色泽参数; 感官品质; 回归模型

文章编号: 1673-9078(2013)12-2980-2985

Effect of Infrared Drying on the Quality of Instant Shrimp and Establishment of Quality Evaluation Model

LI Xin-yue¹, SUN Jian-feng^{1,2}, CUI Xiao-peng¹

(1. College of Food Science of Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, China) (2. Engineering Technology Research Center for Processing of Agricultural Products of Hebei Province, Baoding 071000, China)

Abstract: In order to study the effect of infrared drying on the quality of instant shrimp and investigate the relationship between the physicochemical indexes and sensory quality of instant shrimp, moisture content, water activity, color parameters, texture parameters and sensory evaluation scores of instant shrimp treated by different infrared drying time were measured and analyzed. Also correlation analysis between sensory evaluation scores and texture parameters was carried out. The results showed that infrared drying had a significant influence on the moisture content, water activity, color and texture parameters of the instant shrimp. Hardness, resilience, cohesion and a^* value of color parameter could be objectively used to evaluate the product quality instead of sensory evaluation through a regression model. The regression model between sensory evaluation scores and texture parameters was $Y(\text{sensory evaluation scores}) = 0.260X_1(\text{Hardness}) + 2.800X_2(\text{Resilience}) + 5.425X_3(\text{Cohesion}) + 0.218X_4(a^*) - 10.744$, $R^2 = 0.972$.

Key words: infrared drying; texture parameters; color parameters; sensory quality; regression model

对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 亦称万氏对虾, 是世界养殖虾类产量最高的三大种类之一^[1], 其蛋白质含量高于 90% (干基)、脂肪含量仅为 1% 左右 (干基), 具有防治动脉粥样硬化和冠心病的作用, 并富含多种矿物质^[2]; 其肌纤维比较细, 组织蛋白质的结构松软, 水分含量较多, 肉质细嫩, 容易消化吸收, 味道鲜美, 深受国内外消费者喜爱。近年来, 对即食虾仁的研究

收稿日期: 2013-08-30

基金项目: 国家海洋公益性行业科研专项 (201205031)

作者简介: 李心悦 (1988-), 女, 硕士, 食品加工工程技术

通讯作者: 孙剑锋 (1979-), 男, 博士, 副教授, 食品加工技术与食品加工机械

逐渐增多, 林情员和洪江^[3]研究发现经高温短时热处理再烘烤的虾口感和色泽均得到明显改善, 同时发现产品的水分含量在 17.5~18.5% 为宜时, 在常温下能储藏 9 个月; 谢乐生^[4]研究微波真空干燥对南美白对虾调理食品, 发现在调理虾仁的水分含量为 20.14% 时常温的储藏时间为 5 个月。常温即食食品^[5]具有贮藏方便、可即食、口味好且多样等优点, 但传统的虾仁干制品水分含量通常低于 20%, 与鲜品制品相比, 汁少渣多、质地粗硬、咀嚼性差^[6]。为了解决上述问题, 许多研究者进行了大量的研究, 但目前主要集中在虾仁制作工艺的改进而很少对产品品质进行系统细致的研究, 尤其缺乏对产品色泽、咀嚼度、粘聚性等量化

和客观评价指标的研究^[7]。红外干燥是一种清洁、高效节能的干燥方法, 适合应用于虾仁干制过程。预实验结果表明红外烘烤对即食虾仁品质有显著影响, 因此本文在预实验结果基础上, 通过对虾仁水分活度、水分含量、色泽参数、质构参数和氨基酸含量等指标的测定, 来探究红外干燥以及不同红外干燥时间对虾仁品质的影响, 并对即食虾仁感官品质分数与物性参数的相关性进行分析研究, 建立数学模型。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

南美白对虾、食盐、糖、醋、味精、料酒等均为市售。

乙腈为色谱纯, 浓盐酸, 2,4-二硝基氯苯, 冰乙酸均为分析纯。

1.2 仪器设备

CR-400色彩色差计, 日本美能达公司; 卤素含水率测定仪, 北京卓川电子科技有限公司; HW-3红外烘干箱, 天津市拓普仪器有限公司出品; TMS-Pro专业级食品物性分析仪, 美国FTC公司; 水分活度测定仪, 美国AquLab 公司; DQB-360 W双室真空包装机, 上海青葩食品包装机械有限公司。

1.3 试验方法

即食虾仁制作工艺流程:

原料(南美白对虾) → 挑选 → 去头、去肠线 → 清洗 → 蒸汽

蒸制 → 去壳 → 冷却、沥干 → 调味液浸渍 → 红外烘烤 → 冷却 → 真空包装 → 杀菌 → 成品

1.3.1 红外烘烤时间对产品品质的影响

为了研究红外烘烤时间对产品品质的影响, 将南美白对虾去头剔虾线后蒸汽蒸制 5 min, 调味液浸渍 1.5 h 后, 用红外烘干箱将虾仁干制不同的时间: 0 min、20 min、25 min、30 min、35 min、40 min。其中, 调味液最佳配方: 料水比 1:3, 每 100 g 水中添加食盐 2%、糖 3%、料酒 2%、白醋 0.2%、味精 0.1%。再经 9.0×10^4 Pa 的真空度进行真空包装, 121 °C 杀菌 15 min, 自然冷却得即食虾仁样品。通过对样品的质构、色泽、水分含量、水分活度等参数的测定, 分析研究红外烘烤时间对各个指标的影响。

1.3.2 感官品质与物性参数回归模型的建立

将原料预处理后蒸汽蒸制 5 min, 调味液浸渍 1.5 h 后, 用红外烘干箱对虾仁进行不同时间的干制, 选取的干燥时间为 25 min、30 min、35 min、40 min。其中, 调味液最佳配方: 料水比 1:3, 每 100 g 水中添加食盐 2%、糖 3%、料酒 2%、白醋 0.2%、味精 0.1%。再经 9.0×10^4 Pa 的真空度进行真空包装, 121 °C 杀菌 15 min, 自然冷却, 制得即食虾仁样品, 分别测定样品质构、色泽参数并进行感官评定, 实验重复 3 次, 建立感官品质和质构、色泽参数的回归模型。

1.3.3 样品各项指标测定方法

1.3.3.1 感官评定

感官评定由 20 名(男女各 10 名)具有丰富感官评定经验的人员, 对产品中虾仁的色泽、形态、组织、滋味及气味进行评价。产品感官评定标准见表 1^[8]。

表 1 感官评定表

Table 1 Sensory evaluation standard

项目	分值			权重 /%
	1~4	5~7	8~10	
色泽	红中带黑或者红中有较多的白色, 整体差别很大	红色较深或者较淡, 色泽不太一致	呈现固有的红色, 色泽基本均匀	20
形态	虾仁残缺总量较多, 虾仁明显缩小或者太不透明	有一小部分个体明显缩水或不完整, 虾仁透明度不好	基本完整, 大小均匀, 呈透明状	20
组织	硬度太大或者肉质太软, 无嚼劲	硬度稍硬或者稍软, 稍有弹性	软硬适度, 有一定弹性, 有嚼劲	30
滋味及气味	咸味太重或太淡, 几乎没有什么鲜香味	咸味稍重或稍淡, 鲜香味不足	咸香可口, 滋味鲜美, 具有该产品特有的鲜香味, 无异味	30

1.3.3.2 水分活度的测定

将样品剪碎后平铺于样品盒内, 以完全覆盖样品盒底为标准, 使用 AQUALAB 水分活度测定仪(美国 DECAGON 公司), 在 (25 ± 0.1) °C 下进行测定。平行测定 3 次。

1.3.3.3 水分含量的测定

将卤素含水率测定仪预热 0.5 h。设定加热温度 100 °C, 加热时间 53 min, 取 0.5~1.0 g 研碎的虾仁, 平铺于已去皮的铝箔盘中, 加盖测定。平行 3 次。

1.3.3.4 色泽的测定

用 CR-400 色差计(日本美能达公司)进行测定, 各个样品取样 5 次, 每样从同一部位读数, 取 5 次读

数的平均值。 L^* 值表示明度指数, $L^*=0$ 表示黑色, $L^*=100$ 表示白色, 中间有 100 个等级; a^* 值表示红色度, b^* 表示黄色度, 而 $c^*=[(a^*)^2+(b^*)^2]^{1/2}$ 表示颜色的彩度, $\Delta E^*=[(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 表示两种色调之间的差, 即色差^[9]。

1.3.3.5 质构的测定

采用 TMS-Pro 专业级食品物性分析仪对样品的硬度、咀嚼性、弹性和内聚性进行测试。选用 P/0.5 柱形探头, 检测形变量 50%, 检测速度 30 mm/min。本试验均选取南美白对虾的第 2 腹节进行测试。

硬度是指使样品达到一定变形所需的力, 是食品保持形状的内部结合力; 咀嚼性与硬度、凝聚性和弹性有关, 是指将固体样品咀嚼到可吞咽时的稳定状态所需的能量; 弹性反映了外力作用时变形及去力后的恢复程度, 其反映的是视觉效应; 内聚性(又称凝聚性)表示对食物咀嚼时的抵抗性, 即样品内部黏合力。

1.3.4 数据处理方法

本文实验数据采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 红外干制时间的确定及其对即食虾仁品

质的影响

本研究采用红外干燥技术干制虾仁, 红外干燥加热速度快、效率高, 不会引起物质的化学变化, 加热时间短, 可以减少食品加热过程中营养成分、风味物质的损失, 从而提高产品口味和质量^[10]。浸渍后虾仁经红外干燥, 能减少成品的水分, 改善贮藏过程中蛋白质降解, 降低水分活度, 防止微生物生长, 并改善虾仁的硬度、咀嚼性、弹性和色泽等, 利于产品保藏^[11]。

2.1.1 红外干制时间对即食虾仁色泽参数的影响

表 2 不同干制时间后虾仁色泽特性参数

Table 2 Color characteristic parameters of shrimp with different drying time

干制时间/min	L^*	a^*	b^*	c^*	ΔE^*
0	71.77±0.39 ^a	13.09±2.00 ^a	20.47±2.55 ^a	24.30±3.22 ^a	0.00±0.00 ^a
20	67.99±3.22 ^b	16.67±2.88 ^b	20.51±2.35 ^a	26.47±3.25 ^{ab}	5.83±3.73 ^b
25	66.90±2.19 ^{bc}	15.94±1.03 ^{ab}	21.56±0.91 ^a	26.82±0.96 ^{ab}	5.81±2.35 ^b
30	64.07±0.50 ^{cd}	17.37±0.80 ^b	21.12±1.08 ^a	27.34±1.33 ^{ab}	8.90±0.36 ^{bc}
35	63.31±0.10 ^{de}	17.40±0.53 ^b	22.51±1.13 ^a	28.46±0.83 ^{ab}	9.75±0.32 ^c
40	60.47±0.61 ^f	16.35±2.13 ^{ab}	21.50±0.32 ^a	27.05±1.37 ^b	11.95±0.13 ^c

注: L^* 值表示明度, a^* 值表示红色至绿色的范围, b^* 值表示从蓝色至黄色的范围, c^* 值表示彩度, ΔE^* 为色差综合评定指标。

表中同一列数据上不同上标字母代表显著差异 ($P<0.05$); 每个参数测 5 次, 取平均值, $\bar{x}\pm S$ 。

色泽是评价海产品的一个重要指标, 色泽的改变会影响产品的感官质量^[12]。不同干燥时间是影响原料色泽变化的原因之一。本研究不同红外干制时间后的虾仁色泽参数测定结果见表 2。由表可见, 干燥后的色泽参数 L^* 、 ΔE^* 与干燥前有显著差异, 干燥后的 b^* 、 c^* 均与干燥前差异不显著, L^* 值随干制时间延长逐渐降低, c^* 值则随时间延长, 增大至 35 min 之后减小, 说明在一定范围内, 干制时间越长, 虾仁亮度降低, 彩度加深, 这是由于干制时间越久, 水分含量减少, 色素浓度增大, 彩度值相应增大; 干制时间过长, 高温也相应持续更久, 导致色素等热敏性物质被破坏, 颜色不再加深。说明干燥过程可以显著影响产品色泽。不同干制时间的色泽参数 L^* 、 ΔE^* 均有显著性差异, 即不同的干制时间对产品色泽较大影响。

2.1.2 红外干制时间对即食虾仁水分含量、水分活度和质构参数的影响

不同干制时间对虾仁水分活度、硬度、咀嚼性、弹性和内聚性的影响如表 3 所示。干燥后虾仁的水分

活度、水分含量及其硬度、弹性、咀嚼性均与干燥前有显著差异, 且在干燥过程中的不同干制时间条件下, 虾仁的 A_w 、水分含量和质构参数亦均存在显著差异, 说明干燥过程和干燥时间均对产品的 A_w 、水分含量和质构参数有显著影响。虾仁硬度、咀嚼性和弹性随干制时间延长而增加, 弹性在 30 min 开始减小, 三者 30 min 与 35 min 之间差异不显著。蛋白质^[13]是对产品质构影响较大的因素, 在虾仁加工过程中, 热烫拉伸等加强了酪蛋白形成的网络结构^[14~15], 从而使原料硬度、弹性增大, 进而影响咀嚼性增大, 咀嚼性的适当增加有利于口感的良好形成^[16]。

食品的稳定性与水分活度之间有着密切的联系, A_w 是食品的有效水分, 不仅对食品中化学反应有影响, 也是微生物生长繁殖可利用的游离水部分, 微生物的生长繁殖都要求有最低限度的 A_w , A_w 低于其限度, 微生物的生长繁殖就会受到抑制^[17]。不同干制时间干制后虾仁的水分含量不同, 不仅影响虾仁的感官品质, 也影响着虾仁的 A_w 。 A_w 与水分含量存在一定

线性关系, $R^2=0.9497$, 如图 1 所示。综合以上所述, 红外干制时间在 35~40 min 之间的产品品质较好, 感

官评定较高, 考虑生产周期和成本, 确定最佳红外干制时间为 35 min。

表 3 不同干制时间后虾仁水分活度、水分含量和质构参数

Table 3 Water activity, moisture content and texture parameters of shrimp with different drying time

干制时间/min	水分活度	水分含量	硬度/N	咀嚼性/mj	弹性/mm	内聚性/Ratio
0	0.978±0.006 ^a	73.15±0.27 ^a	11.83±0.25 ^a	13.36±1.85 ^a	2.37±0.13 ^a	0.47±0.04 ^a
20	0.963±0.006 ^b	64.27±1.01 ^b	15.44±0.22 ^b	19.26±0.93 ^b	2.71±0.10 ^b	0.48±0.01 ^a
25	0.955±0.003 ^c	60.47±1.28 ^{bc}	17.18±1.21 ^c	22.77±3.98 ^{bc}	2.73±0.04 ^b	0.50±0.06 ^a
30	0.954±0.002 ^c	57.25±1.44 ^{cd}	19.62±1.22 ^d	25.86±2.60 ^{cd}	2.62±0.05 ^{ab}	0.50±0.26 ^a
35	0.951±0.003 ^c	54.11±1.07 ^{de}	20.54±0.07 ^d	27.71±1.38 ^{cd}	2.67±0.27 ^b	0.52±0.04 ^a
40	0.941±0.001 ^d	52.52±2.44 ^e	25.66±0.07 ^e	31.72±4.03 ^d	2.59±0.12 ^{ab}	0.47±0.05 ^a

注: 表中同一列数据上不同上标字母代表显著差异 ($P<0.05$); A_w 、水分含量和质构参数分别测 3 次取平均值, $\bar{x} \pm s$ 。

2.2 即食虾仁感官品质分数与质构、色泽的相关性分析

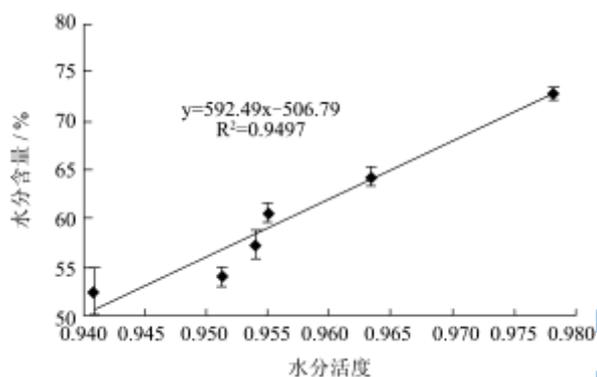


图 1 干燥后虾仁 A_w 与水分含量的关系

Fig.1 The relation between A_w and moisture content of dried shrimp

回归分析是对符合回归理论模型的资料进行统计分析的一种数理统计方法, 通过对大量观察数据的统计分析, 揭示出相关变量间的内在规律; 相关分析是指根据变量的实际数据, 计算出表示自变量和因变量间相关程度和性质的统计量-相关系数, 并进行显著性检验。傅霞萍^[19]等人对苹果糖度与光谱曲线波峰处

对应的吸光度进行多元线性回归分析, 证明了利用近红外光谱技术无损检测苹果糖度等内部品质的可行性。在实验设计中, 通过对试验数据建立的回归模型, 可以预测到更好的因素水平^[20]。许多非线性回归和多项式回归都可以化为多元线性回归来解决。

结合以上分析结果, 产品的硬度、咀嚼性、弹性以及色泽等均可一定程度反应产品的品质, 这些参数可通过仪器测定出来, 所以为确定质构仪、色差计等仪器指标来客观代替即食虾仁感官评价的可行性, 消除质构仪、色度仪测量指标之间的相关性, 利用逐步回归方法来选择影响即食扇贝柱感官品评的主要质构指标和色泽指标。即食虾仁感官分数和质构、颜色的测定结果及其分析如表 4~6 所示。利用 SPSS 软件对表 4 结果进行回归分析, Stepwise 变量选择方法: 进入概率小于 0.05, 移出概率大于 0.1。感官分数(Y)同硬度(X_1)、弹性(X_2)、内聚性 (X_3) 和 a^* (X_4) 相互关系的回归模型:

$$Y(\text{感官分数})=0.260X_1(\text{硬度})+2.800X_2(\text{弹性})+5.425X_3(\text{内聚性})+0.218X_4(a^*)-10.744, R=0.986$$

$$(15.843 \leq X_1 \leq 25.732, 2.27 \leq X_2 \leq 3.25, 0.42 \leq X_3 \leq 0.56, 13.90 \leq X_4 \leq 18.16)$$

表 4 即食虾仁的质构、色泽和感官分数的测定结果

Table 4 Instant shrimp texture, color and sensory score determination results

样品干燥时间/min	硬度/N	咀嚼性/mj	内聚性/Ratio	弹性/mm	L^*	a^*	b^*	c^*	感官评分 实测值	模型预 测值	预测值与实测 值相对误差/%
	15.843	28.08	0.51	2.76	69.27	14.98	20.94	25.75	6.90±0.47	7.13	3.33
25	17.505	23.94	0.50	2.74	66.49	17.03	21.13	27.14	8.00±0.62	7.90	1.25
	18.197	16.30	0.50	2.69	64.94	15.81	22.60	27.58	7.80±0.79	7.68	1.54
	19.866	23.26	0.51	2.63	64.61	18.16	22.32	28.77	8.40±0.45	8.51	1.31
30	18.293	25.86	0.47	2.56	64.00	16.56	20.24	26.15	7.50±0.56	7.34	2.13
	20.691	28.45	0.52	2.66	63.61	17.38	20.79	27.10	8.90±0.72	8.70	2.25
	20.574	27.74	0.52	2.57	63.20	18.00	21.81	28.28	8.60±0.57	8.55	0.58

转下页

接上页

35	20.584	26.32	0.56	2.47	63.39	17.19	23.82	29.37	8.20±0.88	8.31	1.34
	20.454	29.07	0.48	2.98	63.35	17.00	21.91	27.73	9.20±0.61	9.23	0.33
40	25.598	31.16	0.45	2.47	60.79	17.81	21.30	27.76	9.10±0.59	9.15	0.55
	25.732	27.99	0.42	2.59	60.85	17.34	21.87	27.91	9.20±0.32	9.26	0.65
	25.635	36.00	0.52	2.70	59.77	13.90	21.34	25.47	9.40±0.17	9.33	0.74

表5 回归模型的方差分析表

Table 5 Anova of regression model

模型	平方和SS	自由度df	均方MS	F值	Sig.
回归	6.482	4	1.620	61.329	0.000
残差	0.185	7	0.026		
总计	6.667	11			

注：根据回归模型的方差分析表，F值为61.329，显著性概率是0.000，表明回归极显著；预测值Y的标准差可用残差均方估计： $S_d=0.026^{1/2}=\pm 0.16$ 。

表6 逐步回归参数估计表及模型摘要

Table 6 Regression Parameter Estimation and Model Summary

Table				
变量	回归系数	标准误差	t	Sig.
常数	-10.744	2.043	-5.258	0.001
硬度	0.260	0.018	14.854	0.000
弹性	2.800	0.405	6.921	0.000
内聚性	5.425	1.507	3.600	0.009
a*	0.218	0.042	5.168	0.001
模型	R=0.986	R ² =0.972		

分析结果表明，感官评定均与硬度、弹性、内聚性和 a* 值呈正相关关系，t 检验值的绝对值越大，表明该因素越重要，对 Y 值影响就越大。由此可见，四个因素中 X₃（内聚性）对指标 Y 的影响最大，其次是 X₄（a*）和 X₂（弹性），X₁（硬度）最小。除硬度、弹性、内聚性和 a* 参数外，质构特性和色泽的其它参数的 P 值均大于 0.1，因而不能进入模型。回归方程的决定系数为 0.972，回归模型预测值与实测值之间的相对误差最大值仅为 3.33%。因此，可以认为如果要选用质构仪、色差计的测量指标来代替感官评价总分，只需要利用硬度、弹性、内聚性和红绿参数这四个指标的测量值就可以估计感官评价总分。

3 结论

本实验通过对经不同红外干制时间处理后虾仁的水分含量、水分活度、色泽和质构参数等指标的测定和分析研究，结果表明：红外干制这一处理方法对即食虾仁中水分含量、水分活度、色泽参数和质构参数均有显著影响，不同的红外干制时间对水分含量、水分活度、色泽和质构参数的影响也有显著差异。经进

一步研究分析，产品的硬度、咀嚼性、弹性以及色泽等均可一定程度反应产品的品质，对即食虾仁感官品质分数与质构、色泽的相关性进行分析，建立了感官品质和质构、色泽参数的回归模型： Y （感官分数） $=0.260X_1$ （硬度） $+2.800X_2$ （弹性） $+5.425X_3$ （内聚性） $+0.218X_4$ （a*） -10.744 ， $R^2=0.972$ 。证明了硬度、弹性、内聚性和红绿参数这四个指标的测量值可以估计即食虾仁感官品质的可行性。

参考文献

- [1] 吴湘生.后倾销时代国际对虾市场的基本走势[J].内陆水产, 2005,5:4-6
Wu Xiang-sheng. The Basic Trend of Dumping Time International Shrimp Market [J]. Inland Fisheries, 2005, 5: 4-6
- [2] 谢乐生,杨瑞金,朱振乐.熟制对虾虾仁超高压杀菌主要参数探讨[J].水产学报,2007,31(4):525-531
Xie Le-sheng, Yang Rui-jin, Zhu Zhen-le. Sterilization of Pre-cooked Peeled Shrimp Using High Pressure [J]. Journal of Fisheries of China, 2007, 31(4): 525-531
- [3] 林情员,洪江.利用海捕低值虾类加工珍珠烤虾的工艺研究[J].中国水产,1999,11:48-49
Lin Qing-yuan, Hong Jiang. Study on Processing Technology for Grilled Shrimp of which Catching from Sea with Low Value [J]. China Fisheries, 1999, 11: 48-49
- [4] 谢乐生.南美白对虾即食调理食品的研制[D].无锡:江南大学,2007
Xie Le-sheng. Development of Ready-to-eat Penaeus Shrimp [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2007
- [5] 刘言宁.冷藏南美白对虾调理食品的研制[D].无锡:江南大学,2005
Liu Yan-ning. Development of Frozen Ready-to-eat Penaeus Shrimp [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2005
- [6] 罗海波,杨性民,刘青梅,等.水分活度降低剂在虾干加工中的应用研究[J].食品科学,2005,26(8):181-814
Luo Hai-bo, Yang Xing-min, Liu Qing-mei, et al. Study on the Application of Water Activity Lowering Agent in the Production of Dried Prawns [J]. Food Science, 2005, 26(8): 181-814

- [7] 丁国微,胡小松,李瑶,等.杀菌条件对即食醉制虾仁品质的影响[J].中国食物与营养,2012,18(7):58-62
Ding Guo-wei, Hu Xiao-song, Li Yao, et al. Influence of Sterilization conditions on the Quality of Drunken Instant Shrimp [J]. Food and Nutrition in China, 2012, 18(7): 58-62
- [8] 王锭安.美味即食虾仁的研制[J].中国水产,2009,12:59-61
Wang Ding-an. Development of Delicious Instant Shrimp [J]. China Fisheries, 2009, 12: 59-61
- [9] 李里特.食品物性学[M].北京:中国农业出版社,2001
Li Li-te. Physical Properties of Foods [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2001
- [10] 于勇,王俊,胡桂仙.高新技术在我国食品工业中的应用[J].中国食品学报,2003,3(3):86-92
Yu Yong, Wang Jun, Hu Gui-xian. Application of New and High Technology in Chinese Food Industry [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2003, 3(3): 86-92
- [11] 崔宏博,薛勇,宿玮,等.即食南美白对虾贮藏过程中水分状态的变化研究[J].中国食品学报,2012,12(6):198-203
Cui Hong-bo, Xue Yong, Su Wei, et al. Study on Moisture Status Change of Ready-to-eat Shrimp During Storage [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2012, 12(6): 198-203
- [12] Aguilar R P, Ros E M, Lugo-Sanchez M E, et al. Postmortem changes in the adductor muscle of Pacific lions-paw scallop during ice storage [J]. Food Chem., 2008, 106(1): 253-259
- [13] Sallam K I, Ahmed A M, Elgazzar M M, et al. Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 °C [J]. Food Chem., 2007, 102(4): 1061-1070
- [14] Chen A H. Texture analysis of cheese [J]. Dairy Sci., 1979, 62(6): 901-907
- [15] 郭媛,张晓莹,孙文峰,等.不同干酪质构及其影响因素的研究[J].中国奶牛,2009,10:49-51
Guo Yuan, Zhang Xiao-ying, Sun Wen-feng, et al. Study on the Different Cheese Texture and Its Influence Factors [J]. China Dairy Cattle, 2009, 10: 49-51
- [16] 刘兴余,金邦荃,詹巍,等.猪肉质构的仪器测定与感官评定之间的相关性分析[J].食品科学,2007,28(4):245-248
Liu Xing-yu, Jin Bang-quan, Zhan Wei, et al. Relationship Analysis between Instruments Determination and Sensory Evaluation of Pork Texture [J]. Food Science, 2007, 28(4): 245-248
- [17] 阚建全.食品化学[M].北京:中国农业大学出版社,2002
Kan Jian-quan. Food Chemistry [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2002
- [18] 徐为民,匡一峰,徐幸莲,等.风鹅加工过程中蛋白质分解及其对产品风味的影响[J].扬州大学学报,2005,26(2):1-3
Xu Wei-min, Kuang Yi-feng, Xu Xing-lian, et al. Study on the proteolysis of dry cured goose and its influence on flavor in processing period [J]. Journal of Yangzhou University, 2005, 26(2): 1-3
- [19] 傅霞萍,应义斌,刘燕德.苹果糖度近红外光谱检测的初步试验研究[J].中国食品学报,2005,5(2):103-107
Fu Xia-ping, Ying Yi-bin, Liu Yan-de. Primary Study on the Sugar Content Measurement of Apples by near infrared Technique [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2005, 5(2): 103-107
- [20] 刘晓莉.试验设计中多元回归分析方法的研究[J].数理统计与管理,2001,20(4):14-16
Liu Xiao-li. The Research for Method of Regression Analysis on Experiment Design [J]. Application of Statistics and Management, 2001, 20(4): 14-16