

即食风味草鱼的开发与灭菌

李新 耿胜荣 汪兰 鉏晓艳 廖涛 熊光权

(湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所/湖北省农产品辐照工程技术研究中心 武汉 430064)

摘要 以草鱼为原材料,通过干腌法腌制、热风干燥、调味、真空包装与杀菌工艺,开发一种即食风味鱼产品,比较高温高压杀菌与辐照杀菌对鱼产品颜色、质构、水解氨基酸含量以及微生物的影响。结果表明:添加重量分数2%的盐,干腌法腌制3 h,于50℃温度下热风干燥24 h,得到的产品感官品质较好;辐照杀菌产品的 L^* 值与亨特白度增加,而 a^* 值与 b^* 值较高温高压杀菌的小;辐照杀菌的产品硬度、咀嚼性较好;高温高压杀菌与辐照杀菌的产品水解氨基酸含量均增大,但差异不显著;两种杀菌方式后,产品微生物数量均小于 $10\text{ cfu}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

关键词 草鱼,腌制,干燥,杀菌,辐照

中图分类号 TL99

草鱼是我国四大家鱼之一,分布在各大水系,资源十分丰富,其肉质肥嫩、营养价值高,深受广大消费者喜爱。然而目前草鱼消费主要是鲜食为主,加工率较低,不足10%。淡水鱼肌肉组织细嫩、酶活性高、体表携带有多种微生物,在储藏过程中鱼体会发生一系列生化变化,容易导致鲜度下降、品质变差,甚至腐败变质^[1-2]。近年来淡水鱼养殖业发展迅速,由于储藏、销售等条件限制造成腐败损失率高达30%以上,造成极大的资源浪费,发展淡水鱼加工业成为解决淡水鱼产业链重要环节^[3]。目前淡水鱼加工产品主要为鱼糜类产品、风味鱼产品以及鱼副产物综合利用,加工技术主要涉及盐渗透技术、干燥技术、挤压技术以及杀菌技术等^[4]。其中干燥技术是淡水鱼加工储藏中的关键技术之一,包括日光干燥、热风干燥、冷冻干燥、微波干燥、高温烘干以及真空干燥等,其中热风干燥是目前应用最为广泛的干燥技术,相比其他的干燥技术具有投资较少、干燥效率高优点^[5-6]。杀菌技术通常为传统高温高压杀菌技术,但是高温(115℃以上)对食品风味、质构和营养有不良影响,产品质构被破坏,没有咀嚼性,而且有蒸煮味道,另外包装经高温加热后表面皱缩,外观差,大大影响商品价值^[7]。辐照杀菌是一种冷杀菌技术,对于食品不用加热处

理,可以有效地解决这些问题,达到既能杀菌又不破坏包装外观,同时最大限度地保持食品的营养和风味的目的^[8-9]。本文以草鱼为研究对象,采用低温低盐干腌法腌制,热风干燥,开发即食风味鱼产品,同时比较高温高压杀菌与辐照杀菌技术对鱼产品理化性质影响,为草鱼加工应用提供理论基础与工艺参数。

1 材料与方法

1.1 主要仪器

^{60}Co γ 辐照源(活度: $1.11\times 10^6\text{ Bq}$,湖北辐照实验中心); L-8800 氨基酸分析仪(日立,日本); TA-XTPlus 食品物性测试仪(英国 Stable Micro System 公司); SC-80C 色差计(北京康光仪器有限公司); MJ33 自动水分称量仪(梅特勒-托利多上海有限公司); YS-SQ-500 真空封口机(杭州永创机械有限公司); CS101-1E 电热鼓风干燥箱(重庆四达试验设备厂); AL104 分析天平、PL602-L 分析天平(梅特勒-托利多上海有限公司)。

1.2 试验设计

新鲜草鱼,购自武商量贩超市。去鱼鳞、内脏、

基金项目:农业部公益性行业科研专项(201103007)、湖北省农业科技创新中心项目(2011J10)资助

第一作者:李新,男,1980年出生,2006年于江南大学获硕士学位,研究方向为农产品辐照加工,助理研究员, E-mail: leexin117@yahoo.com.cn

通讯作者:熊光权,男,研究员, E-mail: xiongguangquan@163.com

收稿日期:初稿 2013-09-12,修回 2013-10-12

鱼头、鱼尾与鱼骨刺,清洗,去除鱼体血污,沥干,分割成宽 2 cm 左右鱼块,干腌法腌制(盐浓度分别设定为 2%、3%和 5%),热风干燥(温度分别设定为 40、50 和 60 ℃),冷却,调味,真空包装,高温高压杀菌(121 ℃, 15 min)或辐照杀菌(3 kGy),比较两种杀菌方法对风味鱼产品色度、物性、水解氨基酸含量与微生物指标的影响。

1.3 试验方法

1.3.1 盐渗透传递试验

参照水产品中盐分测定国家标准^[10]。分别腌制 1、3、6、9 和 12 h 后取样,冲洗鱼块表面 NaCl,用滤纸吸干水分,打碎。取 20 g 样品于 250 mL 烧杯中,加入 150 mL 水,煮沸、放冷,将溶液转入 500 mL 容量瓶中,残渣用 50 mL 水冲洗 3 次,合并,稀释至刻度备用。取 50 mL 溶液,加 0.5 mL 10%铬酸钾指示剂,用 0.1 mol·L⁻¹ 硝酸银标准溶液滴定至砖红色终点,同时做空白试验。

1.3.2 干燥试验

腌制完毕后,将鱼块分别于 40 ℃、50 ℃与 60 ℃温度下干燥,分别于 1、2、3、6、9、12、15、18、21 和 24 h 时取样称重,以失水率(R_D , %)表示鱼块在一定干燥时间的干燥速率:

$$R_D = \frac{M_0 - M_t}{M_0 \times \varphi} \times 100\%$$

式中, M_0 为鱼块最初质量; M_t 为鱼块干燥 t 时间后质量; φ 为鱼块初始含水量。

1.3.3 感官评定

参照食品感官描述性检验法^[11],对不同盐浓度腌制、干燥温度、杀菌方式的鱼产品感官质量进行评定,评定标准见表 1。由 10 位感官评定员对鱼产品滋味、风味、质地与色泽进行评定打分,结果取平均值整数。

表 1 鱼产品感官质量评定标准
Table 1 Standard of sensory quality evaluation of fish products

分值 Value	滋味 Taste	风味 Flavor	质地 Texture	色泽 Color
9-10	咸味适中, 滋味柔和 Tasty	鱼香味浓郁, 无腥味 Fragrant, no fishy odour	组织紧密, 咀嚼性好 Moderately chewy	富有光泽, 呈黄褐色 Sheeny, yellowish-brown
7-8	咸味较适中, 有回味 Moderate, slight aftertaste	鱼香味较浓郁, 无腥味 Fragrant, no fishy odour	组织紧密, 咬劲大 Chewier	有光泽, 呈黄色 Sheeny, yellowish
5-6	咸味较重, 回味短 Salty, short aftertaste	鱼香味清淡, 略带腥味 A bit fishy	组织不紧密, 咬劲不足 A bit chewy	暗淡, 呈深褐色 Pale, dark brown
<5	咸味重, 无回味 Saltier, no aftertaste	无鱼香味, 有明显腥味 Strong fishy odour	组织软烂, 无咀嚼性 Soft	暗淡, 呈灰白色 Pale, grayish white

1.3.4 色差分析

根据亨特 Lab 色空间原理利用色差计对杀菌后鱼产品的表面颜色差别进行分析。随机选择辐照杀菌与高温高压杀菌 3 个样品,对每个样品的亨特色空间参数 L^* 、 a^* 和 b^* 值测量 5 次后取平均值。 L^* 值 (Lightness, 亮度) 从 0 到 100 变化, 0 表示黑色, 100 表示白色; a^* 值 (Redness, 红色度) 表示从红到绿: 100 为红色, -80 为绿色。 b^* 值 (Yellowness, 黄色度) 表示从黄色到蓝色的一个值: 100 为黄色, -80 为蓝色。

1.3.5 物性测定

探头: P36R, 模式: TPA, 测试前速度: 2.0 mm·s⁻¹, 测试速度: 1.0 mm·s⁻¹, 测试后速度: 1.0 mm·s⁻¹, 强度: 75%。

1.3.6 水解氨基酸测定

样品的前处理采用盐酸水解法: 将样品于 50 ℃烘干并粉碎,在真空条件下用 6 mol·L⁻¹ 盐酸 110 ℃水解 24 h,超纯水定容后上机分析。

1.3.7 微生物指标

参照食品卫生微生物学检验菌落总数测定与霉菌计数标准^[12-13]。

2 结果与分析

2.1 加工工艺对鱼产品感官质量影响

经感官评定打分,优化后的干燥鱼调味配方为: 黄酒 4%、糖 4%、生姜 1%、剁椒 5%,植物油与天然香辛料(包括桂皮、大茴香、小茴香、草果、甘

草、花椒) 适量。根据产品感官质量评定结果 (表 2), 盐浓度在 3% 与 5% 时, 产品滋味较咸, 所以鱼块腌制时盐浓度确定为 2%。干燥温度对产品的风味、质地、色泽影响较大, 温度过高, 鱼块成红棕色, 质地较硬, 且部分鱼肉糊化, 而温度过低, 干燥速率较慢, 成品含水量较高。高温高压杀菌的产品风味与质地较辐照杀菌的差, 但色泽比辐照杀菌

的好。辐照对食品中的蛋白质与脂肪有较大影响, 蛋白质辐照变化主要表现为肽链断裂、变性 与聚合等, 而脂肪辐照时发生氧化、脱羧与氢化等反应, 这些反应对食品的风味与稳定性有很大影响^[14-15]。辐照杀菌后的产品风味感官上并没有发生变化, 可能与产品中添加香辛料的掩盖作用有关。

表 2 产品感官质量评定结果
Table 2 Results of organoleptic investigation of products

	腌制盐浓度 Salt contents / %			干燥温度 Drying temperature / °C			杀菌方法 Sterilization methods	
	2	3	5	40	50	60	高温高压 High temperature-pressure	辐照 Irradiation
滋味 Taste	9	6	<5	—	—	—	—	—
风味 Flavor	—	—	—	6	8	7	7	8
质地 Texture	—	—	—	5	8	9	6	8
色泽 Color	—	—	—	7	8	6	8	<5

2.2 盐渗透测定

图 1 表明, 在冷藏温度(5 °C)与盐浓度(2%)确定的条件下, 盐浓度随着时间 延长而增大。传质速率 (曲线斜率) 在刚开始腌制 3 h 内最快, 之后传质速率明显下降, 这是因为腌制起始阶段, 鱼块表面盐浓度较高, 所以盐在较高的浓度差情况下能够快速地渗入鱼块中, 随着浓度差变小, 传质速度变慢, 3 h 后, 鱼块盐浓度增长缓慢。由上可以得到, 鱼块腌制 3 h 可以达到比较理想的盐浓度, 而且腌制时间短可以提高工艺效率, 减少腌制时间微生物数量。

品感官品质。而干燥温度较低时, 鱼块脱水速率较慢, 所需干燥时间延长, 不利于产品的微生物指标控制。

2.3 干燥速率测定

新鲜鱼块水分含量较高, 达到 77.88%, 干燥后鱼块水分含量低有利于鱼块储藏, 而且有利于提高产品硬度、咀嚼性等感官品质。由图 2 可以看出, 在不同干燥温度条件下, 鱼块失水率随干燥时间延长而增大, 干燥速率 (曲线斜率) 在最初 3 h 内较高, 随干燥时间减缓, 这是因为干燥过程中, 鱼块中肌肉、鱼皮复杂结构影响水分向表面迁移, 所以随着干燥时间延长, 鱼块干燥速率缓慢。另外随着干燥温度升高, 失水率增大, 干燥 24 h, 50 °C 与 60 °C 失水率达到 90%, 即得到的鱼干水分含量为 10%。干燥温度过高, 会造成鱼块表面肌肉迅速硬化, 不利于鱼块内部水分向外迁移, 而且鱼块外部水分损失过快会造成鱼块体表塌陷。另外干燥温度过高会造成鱼皮与肌肉分离, 鱼块脂肪析出, 从而影响产

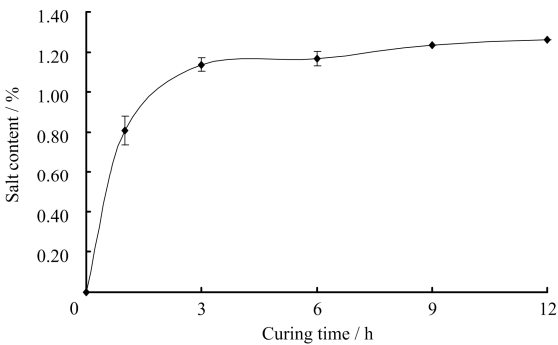


图 1 盐浓度随腌制时间变化曲线
Fig.1 Curve of salt content during curing

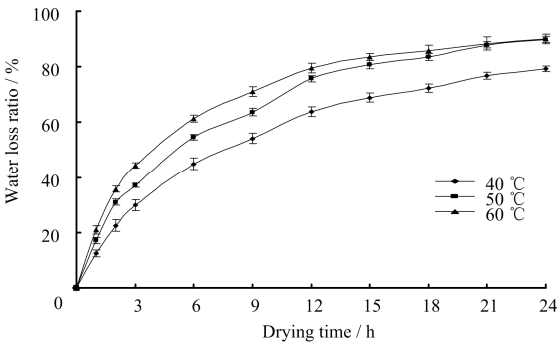


图 2 失水率随干燥时间变化曲线
Fig.2 Curves of water loss ratio during drying

2.4 产品颜色分析

两种杀菌方式得到产品的色度如表 3 所示, 辐照杀菌产品 L^* 值与亨特白度均高于高温高压杀菌产品, 而高温高压杀菌产品 a^* 值与 b^* 值较高。高温高压杀菌产品呈黄褐色或红褐色, 其原因是高温高压杀菌温度较高, 鱼肉中蛋白质氨基酸容易与还原

糖发生美拉德反应, 产生红棕色物质^[16]。而辐照杀菌产品颜色变浅, 白度增加, 这与鱼肉中肌红蛋白与脂肪辐射氧化作用有关^[17-18]。一般而言, 消费者比较亲睐于颜色较深的即食鱼产品, 而辐照杀菌后的产品白度较高, 消费者不太喜欢, 这与实际感官评定结果一致。

表 3 两种杀菌方式产品颜色差别
Table 3 Color differences in products processed by two sterilization methods

亨特色空间参数 Hunter color spatial parameters	高温高压 High temperature-pressure	辐照 Irradiation
L^* 值 L^* value	38.17	40.86
a^* 值 a^* value	14.33	11.55
b^* 值 b^* value	15.93	6.54
亨特白度 Hunter white degree	30.46	33.59

2.5 产品物性分析

从表 4 可以看出, 两种杀菌方式得到的鱼产品硬度、黏性以及咀嚼性差异较大, 其他指标如粘合性、弹性、粘结性与回复性差异不大。辐照杀菌较高温高压杀菌最大的优势是不破坏产品的质构, 使产品具有较好的硬度、黏性与咀嚼性。然而不同的消费者对食品物性有不同的要求, 以风味鱼为例, 儿童与老人比较喜欢较软的产品, 而年轻人与成年人喜欢有一定咀嚼性的产品。

2.6 产品加工过程中微生物指标

鱼在加工中的微生物指标变化见表 5, 新鲜鱼细菌总数较高, 这是因为原料鱼自身携带大量微生物, 加工过程中的二次污染, 导致新鲜鱼的初始菌数较高。腌制过程中, 盐渗透压较高, 使微生物脱水, 不利于细菌存活, 造成细菌总数与霉菌总数下降。热风干燥条件下, 细菌总数下降, 霉菌总数小

于 $10 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ 。高温高压杀菌或辐照杀菌后, 产品细菌总数与霉菌总数均小于 $10 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$ 。以上表明高温高压杀菌与一定剂量辐照杀菌在产品微生物数量控制方面具有相同的效果。

2.7 产品氨基酸含量分析

对两种杀菌方式得到的鱼产品测定其水解氨基酸含量, 同时以新鲜鱼水解氨基酸含量为对照, 结果如表 6 所示。与鲜鱼比较, 鱼经腌制、干燥与杀菌后, 其水解氨基酸含量(包括必需氨基酸、呈味氨基酸)均增加显著, 而高温高压杀菌得到的鱼产品水解氨基酸含量(包括必需氨基酸、呈味氨基酸)较辐照杀菌高, 但差异不大。鱼肉必需氨基酸构成十分理想, 被视为一种平衡健康饮食^[19]。鱼味道鲜美的程度主要由鱼肉中呈味氨基酸(Asp、Ser、Glu、Gly、Ala、Pro)的组成和含量来决定, 其中 Asp、Glu 为呈鲜味的特征氨基酸, Gly、Ala 为呈甘味的特征氨基酸, Ser、Pro 也与甘味有关^[20-21]。

表 4 两种杀菌方式产品物性比较
Table 4 Comparison of texture in products processed by two sterilization methods

	硬度 Hardness	粘合性 Adhesiveness	弹性 Springiness	粘结性 Cohesiveness	黏性 Gumminess	咀嚼性 Chewiness	回复性 Resilience
高温高压 High temperature-pressure	44053.742	-2.5	0.696	0.436	19209.629	13365.826	0.186
辐照 Irradiation	55436.289	-7.046	0.768	0.496	27469.267	21105.347	0.209

表 5 产品加工过程中的微生物指标
Table 5 Microorganism indexes in products during processing

	细菌总数	Total bacterial count /cfu·g ⁻¹	霉菌总数	Total mildew count / cfu·g ⁻¹
新鲜鱼 Fresh fish	268000		300	
腌制鱼 Cured fish	9500		10	
干燥鱼 Dried fish	3000		<10	
高温高压 High temperature-pressure processed fish	<10		<10	
辐照 Irradiation processed fish	<10		<10	

表 6 两种杀菌方式产品的水解氨基酸含量
Table 6 Contents of hydrolyzed amino acid in products processed by two sterilization methods

氨基酸	新鲜鱼	高温高压	辐照
Amino acid /g·(100g) ⁻¹	Fresh fish	High temperature-pressure processed fish	Irradiation processed fish
**天冬氨酸 Asp	4.48	5.62	5.34
*苏氨酸 Thr	1.88	2.41	2.30
**丝氨酸 Ser	1.52	2.23	2.12
**谷氨酸 Glu	6.81	8.88	8.45
**甘氨酸 Gly	1.85	2.66	2.64
**丙氨酸 Ala	2.40	3.48	3.31
胱氨酸 L-Cys	0.29	0.14	0.12
*缬氨酸 Val	2.22	2.50	2.40
*蛋氨酸 Met	1.20	1.20	1.16
*异亮氨酸 Ile	1.93	2.08	1.97
*亮氨酸 Leu	3.66	5.03	4.56
酪氨酸 Tyr	nd	nd	nd
*苯丙氨酸 Phe	1.77	2.32	2.16
*赖氨酸 Lys	4.28	5.16	4.94
**脯氨酸 Pro	1.40	2.97	2.82
*组氨酸 His	0.98	1.48	1.46
*色氨酸 Trp	nd	nd	nd
*精氨酸 Arg	2.58	2.76	2.58
必需氨基酸总和	20.5	24.94	23.53
Total essential amino acids			
呈味氨基酸总和	18.46	25.84	24.68
Total flavor amino acids			
氨基酸总和	39.2	50.9	48.3
Total amino acids			

注：*为必需氨基酸，**为呈味氨基酸。
Note: *symbolizes essential amino acid, and ** symbolizes flavor amino acid.

3 结论

鱼块采用低温 2%盐干腌法腌制 3 h, 50 ℃热风干燥 24 h, 得到的干燥鱼感官品质较好。与高温高压杀菌相比, 辐照杀菌的产品颜色减轻, 但产品硬度、咀嚼性较好, 两种杀菌方式均可提高鱼产品中水解氨基酸含量, 以及有效地杀灭产品中微生物数

量。目前市售的淡水鱼软罐头包装产品主要采用高温高压杀菌工艺延长产品货架期, 然而传统的高温杀菌方式(115 ℃以上)会不同程度地破坏食品原有的风味、质构和营养成分等, 导致产品风味丧失, 没有咀嚼性, 而且含有蒸煮味道, 从而降低产品商业价值, 此外, 热杀菌消耗能量较大。与热处理方法相比, 辐照杀菌技术具有杀菌均匀、高效、低能

耗和不破坏食品天然风味和营养价值等优点。然而目前辐照设备装置投入成本较高,环境审批非常严格,一般中小型食品加工企业难以承担,只能通过物流的方式将产品送至周边的辐照站完成辐照杀菌工艺。随着高能电子加速器技术上的突破以及设备生产成本的降低,辐照杀菌工艺必将受到食品加工企业的青睐。

参考文献

- 1 Ashie I N, Smith J P, Simpson B K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish [J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1996, **36**(1-2): 87-121.
- 2 Gram L, Huss H H. Microbiological spoilage of fish and fish products [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 1996, **33**: 121-137.
- 3 陈奇, 袁木平. 淡水鱼工业化生产的探讨 [J]. *食品机械*, 2005, **21**(1): 40-42.
CHEN Qi, YUAN Muping. The industrialized production of freshwater fish [J]. *Food and Machinery*, 2005, **21**(1): 40-42.
- 4 纪家笙, 黄志斌, 杨运华. 水产品工业手册 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
JI jiasheng, HUANG Zhibin, YANG Yunhua. *Fishery Products Industry Handbook* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1999.
- 5 张国琛, 毛志怀. 水产品干燥技术的研究进展 [J]. *农业工程学报*, 2004, **20**(4): 297-299.
ZHANG Guochen, MAO Zhihuai. Research advances of aquatic product drying technologies [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2004, **20**(4): 297-299.
- 6 张亚琦, 高昕, 许加超, 等. 鲍鱼热风、晾晒干燥的比较试验 [J]. *农业工程学报*, 2008, **24**(1): 296-299.
ZHANG Yaqi, GAO Xin, XU Jiachao, *et al.* Comparative study on natural drying and hot-air drying of abalone [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, **24**(1): 296-299.
- 7 Oh K S. Quality characteristics of salt-fermented anchovy sauce and sandlance sauce [J]. *Journal of the Korean Fisheries Society*, 1999, **32**(3): 252-255.
- 8 Goulas A E, Stahl M, Riganakos K A. Effect of various parameters on detection of irradiated fish and oregano using the ESR and PSL methods [J]. *Food Control*, 2008, **19**(11): 1076-1085.
- 9 WHO (1981). Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee, Technical Report Series 659, Geneva: WHO.
- 10 翟毓秀. 水产品中盐分测定 [S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2001.
ZHAI Yuxiu. Determination of salt in aquatic products [S]. Beijing: Ministry of Agricultural of the People's Republic of China, 2001.
- 11 许安邦, 林维宣. 食品分析 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001.
XU Anbang, LIN Weixuan. *Food Analysis* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2001.
- 12 国家标准化管理委员会. 食品微生物学检验 菌落总数测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
Standardization Administration of the People's Republic of China. Microbiological examination of food hygiene: Aerobic plate count [S]. Beijing: Standard Press of China, 2010.
- 13 国家标准化管理委员会. 食品微生物学检验 霉菌与酵母菌计数 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
Standardization Administration of the People's Republic of China. Microbiological examination of food hygiene -enumeration of molds and Yeasts [S]. Beijing: Standard Press of China, 2010.
- 14 施培新. 食品辐照加工原理与技术 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 356-358.
SHI Peixin. *Food irradiation processing principles and technology* [M]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2004: 356-358.
- 15 汪勋清, 哈益明, 高美须. 食品辐照加工技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
WANG Xunqing, HA Yiming, GAO Meixu. *Food Irradiation Processing Technology* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- 16 Nathak aran akule A, Kraiwan ichkul W, Sopo nonnarit S. Comparative study of different combined superheated-steam drying techniques for chicken meat [J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, **80**(4): 1023-1030.
- 17 Kim B, Song H P, Choe J H, *et al.* Application of

- electron-beam irradiation on the production of salted and seasoned short-necked clam, *Tapes Pilippinarum*, for safe distribution [J]. *Radiation Physics and Chemistry*, 2009, **78**(7-8): 585-587.
- 18 Yagiz Y, Kristinsson H G, Balaban M O. Correlation between astaxanthin amount and a^* value in fresh Atlantic salmon (*Salmo salar*) muscle during different irradiation doses [J]. *Food Chemistry*, 2010, **120**(1): 121-127.
- 19 ZHANG Jinjie, LIU Zhenfeng, HU Yaqin, *et al.* Effect of sucrose on the generation of free amino acids and biogenic amines in Chinese traditional dry-cured fish during processing and storage [J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2011, **48**(1): 69-75.
- 20 Rabie Mohamed, Simon-Sarkadi Livia, Siliha Hassan, *et al.* Changes in free amino acids and biogenic amines of Egyptian salted-fermented fish (Feseekh) during ripening and storage [J]. *Food Chemistry*, 2009, **115**(2): 635-638.
- 21 陈寅山, 戴聪杰. 红罗非鱼肌肉的营养成分分析 [J]. *福建师范大学学报: 自然科学版*, 2003, **19**(4): 62-66.
CHEN Yinshan, DAI Congjie. Evaluation on Nutritional Components of the Muscle in the *Oreochromis niloticus* [J]. *Journal of Fujian Normal University: Natural Science Edition*, 2003, **19**(4): 62-66.

Development and sterilization of instant flavor grass carp

LI Xin GENG Shengrong WAN Lan ZU Xiaoyan LIAO Tao XIONG Guangquan

(*Institute of Farm Products Processing and Nuclear-Agricultural Technology, Hubei Academy of Agricultural Sciences
Hubei Engineering Research Center for Farm Products Irradiation, Wuhan 430064, China*)

ABSTRACT An instant food of flavor grass carp was developed by curing, drying, flavoring, packaging in vacuum, and sterilizing. The influences of high temperature and high pressure sterilization and irradiation sterilization on texture, color, contents of hydrolyzed amino acid, and microorganism counts of product were studied. The quality of fish fillets that were cured by 2% (weight fraction) salt for 3 h, and then dried at 50°C for 24 h, turned to be the best. Compared with those sterilized by high temperature and high pressure, products by irradiation possessed higher L^* value and Hunter whiteness, but lower a^* and b^* value. The products sterilized by irradiation were preferable in hardness and chewiness. After sterilization, the contents of hydrolyzed amino acid increase, but the difference is not significant, and the microorganism counts are less than 10 cfu·g⁻¹.

KEYWORDS Grass carp, Curing, Drying, Sterilization, Irradiation

CLC TL99