

鲈鱼鱼片与鱼糜脱脂方法的筛选研究

欧阳杰, 蔡淑君, 林蔚, 张敬峰, 沈建*

(农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

摘要: 分别采用蒸馏水漂洗(A)、0.3% NaCl 漂洗(B)、0.4% NaHCO₃ 漂洗(C)、脂肪酶(D)(pH8.7~9.2, 温度 32℃, 酶液活度 40U·mL⁻¹, 酶液与底物体积比为 5:1)和蒸馏水漂洗后离心(E)(离心速度 8000r/min, 温度 25℃)五种脱脂方法对鲈鱼鱼片和鱼糜进行脱脂实验, 脱脂时间均为 30min, 用残脂率、蛋白质含量、弹性和白度来衡量脱脂效果。研究表明, 对鱼片, 残脂率为 A>B>E>D>C, 方法 C 脱脂后的残脂率最低, 白度最高, 方法 D 脱脂后的蛋白质含量最高, 五种脱脂法脱脂后的弹性无显著差异; 对鱼糜, 残脂率为 A>B>C>D>E, 方法 E 脱脂后的残脂率最低, 方法 B 和 C 脱脂后的白度最高, 弹性最好, 五种脱脂法脱脂后的蛋白质含量无显著差异。

关键词: 鲈鱼, 脱脂, 残脂率, 弹性, 白度, 蛋白质含量

Filtration on the degreasing method of *Pneumatophorus japonicus* fillet and surimi

OUYANG Jie, CAI Shu-jun, LIN Wei, ZHANG Jing-feng, SHEN Jian*

(Key Laboratory of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture, Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China)

Abstract: Five degreasing methods such as rinsing with distilled water(A), rinsing with 0.3% NaCl(B), rinsing with 0.4% NaHCO₃(C), lipase method D, the pH 8.7~9.2, the temperature 32℃, the activity of lipase 40U·mL⁻¹, the volume proportion of lipase and substrate was 5:1, centrifugation after rinsing with distilled water(method E), the speed 8000r/min, the temperature 25℃ were used for degreasing experiment on *Pneumatophorus japonicus* fillet and surimi. All the degreasing time was 30min. The residual fat rate, protein content, flexibility and whiteness were used to evaluate the degreasing effect. The research results indicated that for fillet, the residual fat rate was A>B>E>D>C, the method C had the lowest residual fat rate, a maximal whiteness. The method D had a maximal protein content, the flexibility degreased with five methods had no distinct difference. For surimi, the residual fat rate was A>B>C>D>E, the method E had the lowest residual fat rate, the method B and C had a maximal whiteness and the best flexibility, the protein content degreased with five methods had no distinct difference.

Key words: *Pneumatophorus japonicus*, degreasing, residual fat rate, flexibility, whiteness, protein content

中图分类号: TS254.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2011)02-0211-04

近年来,海洋资源不断发生变化,中上层鱼类已成为海洋捕捞的主要对象之一。鲈鱼(*Pneumatophorus japonicus*),俗称鲈巴鱼,江浙一带称之为青鲈,是一种暖水性上层集群洄游性鱼类^[1]。它具有食物链较低,生命周期短,繁殖能力强,生长迅速,资源恢复能力强的特点。我国的鲈鱼资源比较丰富,年捕捞量为 60 万 t,占当年捕捞量的 10% 还多,而且目前捕捞的主要是产卵群体,越冬群体远未开发利用,因此开发潜力很大^[2]。鲈鱼营养丰富,其蛋白质组织松软,易被人体消化吸收,消化率达 97% 左右。但是由于鲈鱼是多脂红肉鱼,脂肪含量

高达 27%,其中不饱和脂肪酸的含量又占大多数,极易氧化,不耐储藏,这给鲈鱼的贮藏和加工增加了很大的难度^[3]。因此在加工前必须对鲈鱼鱼肉进行脱脂,有助于降低苦味和腥味,增加产品的稳定性^[4]。目前在水产品加工中常用的脱脂方法有压榨法、漂洗法、萃取法、酶法、碱皂化法等^[5]。压榨法会破坏加工品的原有形状,萃取法的成本较高,同时还得配套回收设备,不利于工业化生产^[2]。漂洗法、碱法和酶法成本较低,适合工业化生产,离心脱脂法是一种新兴的脱脂方法,在乳制品脱脂中应用比较多,在水产品加工中应用的研究尚未见报道。本研究旨在验证离心脱脂法对鲈鱼鱼片和鱼糜的脱脂效果,为鲈鱼的脱脂加工探索新途径;同时对比漂洗法、碱皂化法、酶法和离心法的脱脂效果,以残脂率、蛋白损失率、白度、弹性四个指标来评价脱脂效果,分析实验数据,总结各种脱脂方法的优缺点,筛选出最适合鲈

收稿日期 2009-11-20 * 通讯联系人

作者简介 欧阳杰(1983-)男,硕士,实习研究员,主要从事水产品加工技术的研究。

基金项目 国家 863 项目(2007AA091802)。

鱼鱼片和鱼糜的脱脂方法,为鲑鱼的脱脂加工提供理论依据和技术支撑,为其他多脂红肉鱼类的脱脂加工提供参考和借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

鲑鱼 冷冻保鲜,购自上海市运光菜市场,平均体长 270mm,平均体重 231g,鱼肉水分含量 70%,加冰保鲜运回实验室后马上进行预处理:鱼片:四去(皮、头、内脏、腹肉)→开片→修整;鱼糜:四去鱼片→绞碎→漂洗→脱水;脂肪酶 上海伯奥生物科技有限公司,酶活 $\geq 32\text{U}\cdot\text{mL}^{-1}$;NaCl、NaHCO₃ 均为分析纯。

DJ18-A 强力绞肉机,WSB-2 白度计,UDK152 凯氏定氮仪,SER148/3 索氏抽提器,TG18M 台式高速离心机,灌肠机,EZ-S(100N)台式实验机,DHG-9140A 电热鼓风干燥箱,IKA 磁力搅拌器,TMP-1 电子分析天平,DK-S22 恒温水浴锅,HI4221 型 pH 计,BG363 便携温度计。

1.2 实验方法

1.2.1 脱脂方法 五种脱脂方法见表 1。

表 1 脱脂方法与编号

编号	脱脂方法
A	蒸馏水漂洗脱脂 30min
B	0.3% NaCl 漂洗脱脂 30min ^[6]
C	0.4% NaHCO ₃ 漂洗脱脂 30min ^[6]
D	脂肪酶酶解脱脂 30min ^[1]
E	蒸馏水漂洗 20min 后离心脱脂 10min

1.2.2 测定方法

1.2.2.1 脂肪含量 参照 GB/T 9695.7-2008。

1.2.2.2 蛋白质含量 参照 GB/5009.5-2003。

1.2.2.3 白度 WSB-2 白度计测定,测定三次,取平均值。

1.2.2.4 弹性 采用 EZ-S(100N)台式实验机测定,鱼片用保鲜袋密封后置于水浴锅内 90℃ 加热 30min,流水冷却后进行测定;鱼糜斩拌后用灌肠机灌装成直径为 30mm 的肠,水浴锅 90℃ 加热 30min,流水冷却后切成长 25~30mm 的小段进行测试,选择球形探头,探头直径 5mm,探头压入速度 30mm/min,压入深度 4mm^[7]。

1.2.3 实验中应用的计算公式

残脂率(%) = 脱脂后的含脂率/脱脂前的含脂率 × 100% 式(1)

蛋白质损失率(%) = (原料蛋白质含量 - 脱脂后蛋白质含量) / 原料蛋白质含量 × 100% 式(2)

2 结果与分析

2.1 脱脂方法对鲑鱼鱼片与鱼糜白度的影响

白度是评价鱼片与鱼糜品质好坏的一项重要指标^[8]。由图 1 可以看出,五种脱脂方法都可以显著提高鱼片与鱼糜的白度,这是因为漂洗可以有效除去红色肉中的血红蛋白、部分脂肪和血合肉,从而提高鱼片与鱼糜的白度。方法 C 脱脂后的鱼片与鱼糜白度最大,分别为 35.2 和 36.7,这主要是因为 NaHCO₃ 的加入使溶液呈碱性,可除去一部分脂溶性色素,其次 NaHCO₃ 还具有一定的漂白作用,可使鱼糜的白度

进一步提高。方法 B 脱脂后的白度接近方法 C,这是因为 NaCl 溶液的加入可以去除部分盐溶性的血红蛋白,同时 NaCl 溶液也具有一定的漂白作用所致。方法 D、E 与方法 A 脱脂后的白度无显著差异,这表明脱脂过程中的漂洗环节是影响鱼片和鱼糜白度的主要因素,酶解和离心等其他环节对鱼片和鱼糜的白度没有影响。

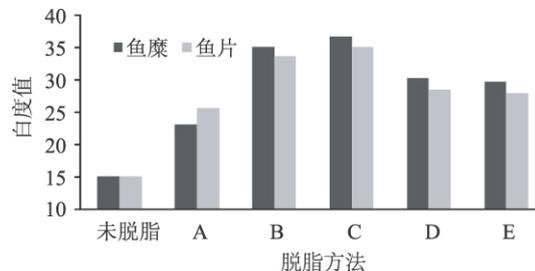


图 1 不同脱脂方法对鲑鱼鱼片与鱼糜白度的影响

对比鱼片与鱼糜,发现鱼糜的白度比鱼片要略高,这可能是因为鱼肉经绞碎后与漂洗液接触更充分,漂洗时去掉的有色物质多的缘故。

2.2 脱脂方法对鲑鱼鱼片与鱼糜弹性的影响

鱼肉弹性与新鲜度密切相关,鱼肉含有丰富的蛋白质,蛋白质及其水化层形成网状结构,有一定的抵抗外力的能力,这种抵抗力即表现为鱼肉的弹性。鱼肉的弹性一方面跟鱼的种类、鱼肉所处的部位有关,另一方面跟鱼肉蛋白质在加工和贮藏中的物理化学性质变化有关。所以鱼的弹性大小,不仅可反映鱼的新鲜程度,也可衡量鱼肉的加工性能的好坏,直接影响着鱼肉制品的组织特性、保水性、粘结性及产品得率等^[9]。

由图 2 可以看出,五种脱脂方法都能适当提高鱼片和鱼糜的弹性,五者无显著差异,这是因为五种脱脂方法都有一个漂洗的过程,漂洗除去了妨碍鱼糜凝胶化的酶和诱发凝胶劣化的活性物质,除去了妨碍蛋白质分子基团亲水作用的金属盐离子,特别是能促进蛋白质变性的 Ca²⁺、Mg²⁺ 等多价金属盐离子^[10],同时漂洗还除去了可溶性蛋白质、脂肪等其他有害成分,也相应提高了对鱼糜凝胶形成起主要作用的盐溶性蛋白质浓度。其中方法 B 和 C 脱脂后的弹性略高于其他三种方法,这是因为盐的添加可使活性蛋白质溶出作用加强,间接地提高了盐溶性蛋白质的含量。

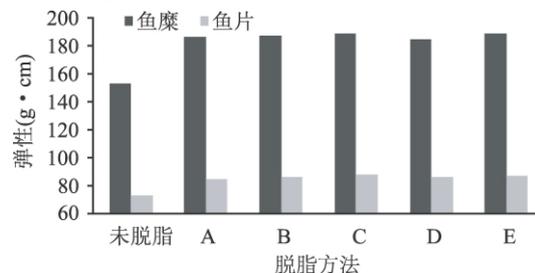


图 2 不同脱脂方法对鲑鱼鱼片与鱼糜弹性的影响

对比鱼片与鱼糜,发现鱼糜的弹性显著高于鱼片的弹性,弹性值要高 100g·cm 以上,产生这种现象的主要原因是鱼糜制作过程中有绞肉和斩拌的环节,肌纤维受到破坏,并产生一定的重组,斩拌过程

促进了鱼肉中盐溶性蛋白(肌球蛋白和肌动蛋白)的溶解,它与水混合发生水化作用而聚合成粘性很强的肌动球蛋白溶胶。肌动球蛋白溶胶经加热凝固收缩成相互连接的网状结构,成为橡皮般的凝胶体,从而富有弹性^[11]。

2.3 各种脱脂方法对鲑鱼鱼片和鱼糜脱脂效果的比较

由图3可以看出,对鲑鱼鱼片,五种脱脂方法脱脂后的残脂率为A>B>E>D>C。方法C对鱼片的脱脂效果最好,残脂率为10.5%,脱脂率达到89.5%。这是因为NaHCO₃呈碱性,碱性溶液能对脂肪起到一定的皂化作用,方法D的脱脂效果接近方法C,残脂率为11.6%,这是因为脂肪酶在适宜的条件下能使脂肪酶解,达到脱脂的目的。

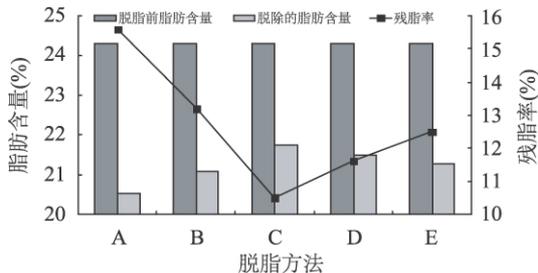


图3 不同脱脂方法对鲑鱼鱼片脂肪含量的影响

注 本文中的脂肪含量、残脂率、蛋白质含量等均均以干基计 图4~图6同。

由图4可以看出,对鲑鱼鱼糜,五种脱脂方法脱脂后的残脂率为A>B>C>D>E。方法E的脱脂效果最好,残脂率仅为4.8%,这可能是因为离心力的作用下,液态的脂肪会从鱼肉中分离出来。离心法对鱼片脱脂时效果没有鱼糜时明显,这是因为鱼片的纤维没有经过破坏,脂肪不容易分离。方法D脱脂后的残脂率为6.6%,也取得了较好的脱脂效果,这是因为鱼糜颗粒可以与脂肪酶充分接触,给酶降解脂肪提供了充分的条件。

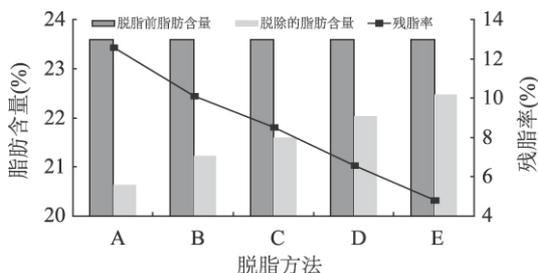


图4 不同脱脂方法对鲑鱼鱼糜脂肪含量的影响

综合对比图3和图4,发现鱼糜的脱脂效果明显好于鱼片,对鱼片脱脂时,五种脱脂方法的残脂率均大于10%,脱脂不太彻底,而对鱼糜脱脂时,离心脱脂法的残脂率能达到5%以下,其他各种脱脂法也能使残脂率低于10%,产生这种现象的主要原因是鱼片体积大,只有表面能与漂洗液或酶接触,而且纤维和细胞没有受到破坏,脂肪不易析出,而鱼糜颗粒比较小,表面积大,与漂洗液或酶接触更充分,脂肪容易析出。

2.4 脱脂方法对鲑鱼鱼片与鱼糜蛋白质含量的影响

蛋白质含量是衡量食品营养含量是否丰富的一

个最重要指标,在加工过程中,由于受溶解、加热等因素的影响,容易造成蛋白质的损失^[12]。由图5可以看出,对鲑鱼鱼片,五种脱脂方法脱脂后的蛋白质损失率均大于20%,这是因为五种脱脂方法都有一个漂洗的过程,造成了水溶性蛋白质的流失,方法B和C脱脂还造成了一定量的盐溶性蛋白质的流失,所以蛋白质损失率最大,方法E脱脂后的蛋白质损失率小于A、B、C三种方法,可能原因是离心脱脂过程中鱼片与漂洗液存在一个局部脱离的过程,因而可溶性蛋白质流失稍少;方法D脱脂后的蛋白质含量最高,损失最小,可能的原因是酶解过程产生的一些物质能抑制水溶性蛋白的溶解所致。

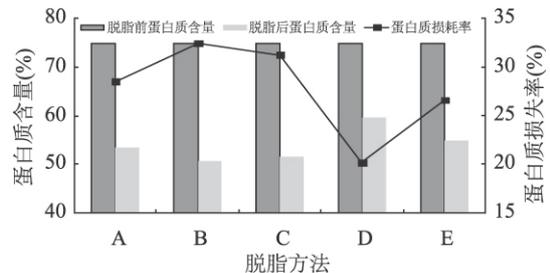


图5 不同脱脂方法对鲑鱼鱼片蛋白质含量的影响

由图6可以看出,对鲑鱼鱼糜,五种脱脂方法脱脂后的蛋白质含量有显著的下降,损失率都在50%左右,五种脱脂方法无显著差异。可能原因是可溶性蛋白质的损失主要发生在鱼糜制作过程的漂洗环节,脱脂时,基本上不会再发生蛋白质的流失。

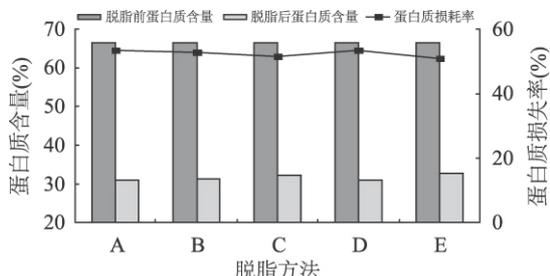


图6 不同脱脂方法对鲑鱼鱼糜蛋白质含量的影响

综合对比图5和图6,发现鱼糜的蛋白损失率比鱼片要高很多,需要在鱼糜制作和脱脂过程中加入蛋白质回收工艺,以减少蛋白质的损失。

3 结论与讨论

对比分析五种脱脂方法对白度、弹性、脂肪含量、蛋白质含量的影响,得到以下结论:

离心脱脂法适用于鲑鱼的脱脂加工,对鱼糜的脱脂效果比鱼片要好;对比各种脱脂方法后发现:对鲑鱼鱼片,采用0.4% NaHCO₃漂洗脱脂的残脂率最低,脱脂效果最好,白度最高,对弹性和蛋白质含量的影响也不大,是鲑鱼鱼片脱脂相对最好的一种方法;对鲑鱼鱼糜,采用离心脱脂法脱脂的残脂率最低,弹性最好,白度和蛋白质损失率也与其他四种脱脂方法无显著差异,是鲑鱼鱼糜脱脂相对最好的一种方法,鱼糜制作过程中的可溶性蛋白质的流失比较严重,需要加入回收工艺进行回收。

本研究采用的漂洗脱脂、酶解脱脂和离心脱脂都是在实验室的条件下进行的,可能与大规模的工

(下转第216页)

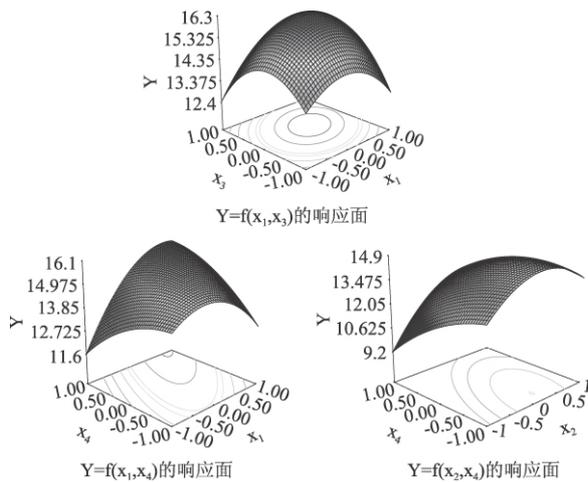


图1 各因素交互作用对黄酮得率的影响规律

黄酮提取时间 162s, 功率 687W, 料液比 1:18, 乙醇浓度 68%, 响应面最优值为 16.33mg/g。在响应面分析法优化的最佳条件下进行 3 次平行实验, 得到大豆胚芽总黄酮得率为 16.16mg/g, 预测值与实际测量值非常接近, 说明响应值的实验值与回归方程预测值吻合良好。

3 结论

通过 Design-Expert7.0 软件采用 Box-Behnken 实验设计法对大豆胚芽黄酮的提取工艺进行了优化。研究表明, 提取功率对大豆胚芽黄酮提取影响最显著, 并且提取时间和料液比、提取时间和乙醇浓度、功率和乙醇浓度之间存在着交互作用。通过 Design-Expert7.0 软件建立了相应的数学模型, 并且得到乙醇提取工艺条件为: 提取时间 162s, 功率 687W, 料液比 1:18, 乙醇浓度 68%。经过验证实验可知在最优提取工艺条件下总黄酮得率可达到 16.16mg/g, 回归模型的预测值与实测值的相对误差 <1%, 为以后的中试以及工业化生产提供理论基础。

参考文献

[1] 李里特. 功能性大豆食品[M]. 中国轻工业出版社, 2002.

[2] 谷利伟, 谷文英. 大豆胚芽组成成分的分析[J]. 中国油脂, 2000, 25(6): 137-140.

[3] H M Ho, R Y Chen, L K Leung, et al. Difference in flavonoid and isoflavone profile between soybean and soy leaf[J]. Biomed Pharmacother 2002, 56: 289-295.

[4] 王玮, 王琳. 黄酮类化合物的研究进展[J]. 沈阳医学院学报 2002, 4(2): 115-119.

[5] Cheng J, Kondo K, Suzuki Y, et al. Inhibitory effects of total flavones of *Hippophae Rhamnoides* L on thrombosis in mouse femoral artery and in vitro platelet aggregation[J]. Life Sciences, 2003, 72: 2262-2271.

[6] Djuric Z, Chen G, Daniel R, et al. Effect of soy isoflavone supplementation on markers of oxidative stress in men and women[J]. Cancer Letters, 2001, 172: 1-6.

[7] Fritz K L, Seppanen C M, Kurzer M S, et al. The in vivo antioxidant activity of soybean isoflavones in human subjects[J]. Nutrition Research 2003, 23: 479-487.

[8] Heneman K M, Chang H C, Prior R L, et al. Soy protein with and without isoflavones fails to substantially increase Postprandial antioxidant capacity[J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2007, 18: 46-53.

[9] Yokozawa T, Chen C P, Dong E, et al. Study on the inhibitory effect of tannins and flavonoids against the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical[J]. Biochemical Pharmacology, 1998, 56: 213-222.

[10] Alain F K W, Philip H C, Dulcie A M, et al. Flavones and isoflavones from the west African fabaceae *erythrina vogelii*[J]. Phytochemistry 2006, 67: 459-463.

[11] Wang J X, Xiao X H, Li G K. Study of vacuum microwave-assisted extraction of polyphenolic compounds and pigment from Chinese herbs[J]. Journal of Chromatography A, 2008, 1198-1199: 45-53.

[12] Proestos C, Komaitis M. Application of microwave-assisted extraction to the fast extraction of plant phenolic compounds[J]. LWT 2008, 41: 652-659.

[13] 何书美, 刘敬兰. 茶叶中总黄酮含量测定方法的研究[J]. 化学分析研究简报 2007, 35(9): 1365-1368.

(上接第 213 页)

工业化生产存在一定的差异, 以后可以结合工业化加工做更进一步的研究; 本研究中的脂肪含量、蛋白质含量都是以干物质为基准进行计算的, 可能存在一定的误差, 以后可以考虑与水分含量相关联, 以湿物质为基准进行计算。

参考文献

[1] 吴汉民, 董明敏, 桑卫国, 等. 日本鲧鱼不同脱脂工艺的比较[J]. 水产学报, 2001, 25(1): 69-73.

[2] 郑毅, 施巧琴, 黄建中, 等. 脂肪酶在鲭鱼鱼片脱脂中的应用[J]. 福建师范大学学报, 1999, 15(1): 86-89.

[3] 桑卫国, 董明敏, 吴汉民. 鲧鱼酶法脱脂技术[J]. 浙江海洋学院学报, 2000, 19(4): 333-336.

[4] 许庆陵, 杜扬, 王雅卿, 等. 鲧肉脱脂及其酶解技术研究[J]. 现代食品科技, 2006(2): 124-127.

[5] 陈培基, 李来好, 李刘冬, 等. 小杂鱼脱脂技术的研究[J].

湛江海洋大学学报, 2003, 23(8): 21-25.

[6] 王雅卿, 郭恒斌, 曾庆祝. 鲤鱼脱脂方法的研究[J]. 水产科学, 2006, 25(6): 297-300.

[7] 蒋予箭, 周雁, 蒋家新. 鱼肉弹性测定方法的研究[J]. 水产科学, 2003, 22(5): 41-44.

[8] 汪之和, 陈明洲, 顾红梅, 等. 漂洗工艺和抗冻剂对几种西非鱼鱼糜凝胶特性和色泽的影响[J]. 中国水产科学, 2001, 8(6): 80-84.

[9] 李振兴, 刘钟栋. 鱼肉弹性与其新鲜度相关性的研究[J]. 郑州工程学院学报, 2003, 24(12): 37-39.

[10] 杨贤庆, 李来好, 周婉君, 等. 提高鲮鱼鱼糜弹性的方法[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(8): 25-29.

[11] 何阳春, 洪咏平. 鱼糜制品弹性与鱼肉凝胶特性研究进展[J]. 水产科学, 2004(6): 41-43.

[12] 赵玉红, 孔宝华, 张立刚. 脂肪抽提对蛋白水解的影响[J]. 食品工业科技, 2003(1): 40-42.