

## 冰鲜和解冻鲫鱼的导电特性

沈慧星<sup>1</sup> 张连娣<sup>1</sup> 戴允玢<sup>1</sup> 贾贵儒<sup>1</sup> 丁吉宗<sup>2</sup> 刘斌<sup>2</sup> 陈俊新<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学 理学院,北京 100083; 2. 威海出入境检验检疫局,山东 威海 264200)

**摘要** 运用伏安法测定了不同频率下冰鲜和解冻鲫鱼的阻抗,分析了其阻抗随频率变化的特点。结果表明:冰鲜和解冻鲫鱼的阻抗均随频率增大而减小,频率从 1 kHz 增大到 16 kHz 时,冰鲜 1,3,10 d 鲫鱼的阻抗相对变化值为 51%,48.5%和 33.9%,冷冻 1,3,10 d 后的解冻鲫鱼的阻抗相对变化值为 16.0%,14.3%和 14.4%;冰鲜鲫鱼的阻抗相对变化值明显大于解冻鲫鱼。依据阻抗相对变化值 > 20%或 < 20%可以区分冰鲜和解冻鲫鱼。

**关键词** 冰鲜;解冻鲫鱼;频率;阻抗相对变化值

中图分类号 S 985.11

文章编号 1007-4333(2004)05-0042-03

文献标识码 A

## Electric conduction property of unfrozen and frozen-thawed crucian carp

Shen Huixing<sup>1</sup>, Zhang Liandi<sup>1</sup>, Dai Yunbin<sup>1</sup>, Jia Guiru<sup>1</sup>, Ding Jizong<sup>2</sup>, Liu Bin<sup>2</sup>, Chen Junxin<sup>2</sup>

(1. College of Science, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. Weihai Exit and Entry Inspect and Quarantine Bureau, Weihai 264200, China)

**Abstract** Property of impedances of unfrozen and frozen-thawed crucian carp was measured under different frequencies. Although impedances of both unfrozen and frozen-thawed crucian carp decreased as frequencies increased, change value of impedance of unfrozen crucian carp was evidently more than that of frozen-thawed ones. Therefore, it is feasible to differentiate unfrozen and frozen-thawed crucian carp using change value of their impedances.

**Key words** unfrozen crucian carp; frozen-thawed crucian carp; frequency; change ratio of impedances

新鲜鱼直接贮藏于 0~4℃ 为冰鲜鱼;直接贮藏于 -20℃ 环境中,经一段时间后再解冻为解冻鱼。冷藏或冷冻后鱼体生物学特性会发生变化,对鱼肉的风味会有影响。冰鲜鱼的风味优于解冻鱼,价格也高于解冻鱼,故一些企业为了追求利润,将解冻鱼作为冰鲜鱼销售,严重损害了消费者的利益。关于冰鲜鱼和解冻鱼的检测,目前国内尚未见相关报道,国外已有一些研究。Kitamikado<sup>[1]</sup>(1990)指出,采用荧光法测定鲤鱼红细胞中 P-N 乙酰氨基葡萄糖酶活性,20 min 内可区分冰鲜和解冻鲤鱼;Hoz<sup>[2]</sup>(1992)的研究表明,冰鲜和解冻的日本对虾中,-羟基辅酶 A 脱氢酶有较大的差异,经冷冻再解冻的对虾中,酶的活性明显高于冷藏对虾。尽管国外对冰鲜和解冻鱼的分辨方法进行了较多的研究<sup>[3~6]</sup>,但

均为利用化学手段,方法复杂,费用高,不适于实际检测。为有效、快速、无损伤地检测冰鲜鱼和解冻鱼,根据二者生物学特性的不同,笔者对其导电特性进行了研究,提出一种新的检测方法——伏安法。

### 1 试验材料与方法

试验用鲫鱼购自北京市某农贸市场,个体质量(250±25)g。解冻鱼,将鲜活鲫鱼击打致死后置于一20℃的冰箱内分别冷冻 1,3 和 10 d,再在 0~4℃ 环境中解冻;冰鲜鱼,鲜活鲫鱼击打致死后再在 4℃ 环境中分别贮藏 1,3 和 10 d。

采用伏安法进行鱼体阻抗的测量,选用 DCY-3A 型功率函数信号发生器作为信号源。采用外接法将 TH1911 型数字交流毫伏表并联在 BZ-3 型标

收稿日期:2004-06-14

基金项目:山东省出入境检验检疫局(SK12.1-2003)

作者简介:沈慧星,实验师,主要从事物理学应用研究。

准电阻(10 Ω)上测量流过鱼体的电流  $I$ , 将 TH1911 型数字交流毫伏表并联在待测鱼两端测量鱼体的电压差  $U$ , 由欧姆定律  $Z = U / I$  即可求出鱼体阻抗。

选用 3, 6, 9 V 电压, 分别测定交流电频率  $f$  为 1~16 kHz 时冰鲜和解冻鲫鱼头部以下 7 cm 鱼通体的阻抗。阻抗相对变化值  $Q = (Z_1 - Z_h) / Z_h$ ,  $Z_1$  和  $Z_h$  分别是  $f$  为 1 和 16 kHz 时的阻抗。

## 2 结果与讨论

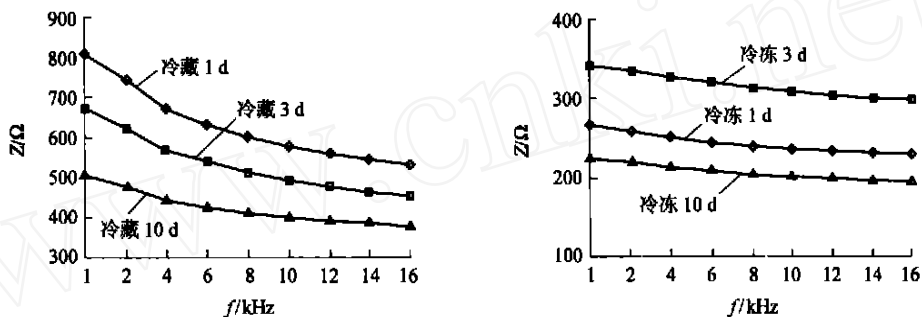
### 2.1 贮藏时间与鲫鱼阻抗的关系

相同频率下阻抗不随电压改变, 在一定条件下电阻相对稳定, 由  $X_C = 1 / 2\pi fC$  可知, 容抗随频率和电容的增大而减小。

1) 冰鲜鲫鱼。由图 1(a) 可以看出, 随着贮藏时间的延长, 冰鲜鲫鱼阻抗明显减小。尽管随着频率的变化冰鲜鲫鱼的阻抗均发生变化, 但冷藏时间不

同, 鱼体阻抗随频率变化的幅度各不相同, 冷藏时间越短, 鱼体阻抗变化幅度越大。阻抗的变化幅度也体现了鱼体电容值的大小, 变化幅度越小, 电容值越大。由图 1(a) 可以看出, 随着冷藏时间的延长, 鱼体电容增大, 由于测量阻抗比测量电容值容易得多, 因而采用阻抗相对变化值  $Q$  体现曲线的变化。冷藏 1, 3, 10 d 的冰鲜鲫鱼其  $Q$  值分别为 51.3%, 48.5% 和 33.9%, 可见冷藏时间越短, 鲫鱼越新鲜, 其  $Q$  值也越大。

2) 解冻鲫鱼。图 1(b) 示出解冻鲫鱼阻抗与频率的关系, 可以看出, 其阻抗随频率变化的总趋势与冰鲜鲫鱼相似, 即随着频率的增大, 其阻抗减小。试验频段内, 解冻鲫鱼阻抗的变化幅度明显小于冰鲜鲫鱼, 冷冻 1, 3, 10 d 后的解冻鲫鱼, 其  $Q$  值分别为 16.0%, 14.3% 和 14.4%。



(a) 冰鲜鲫鱼

(b) 解冻鲫鱼

图 1 冰鲜和解冻鲫鱼的阻抗与频率的关系

Fig. 1 Relationship of impedance and frequency about unfrozen and frozen-thawed crucian carp

### 2.2 冰鲜和解冻鲫鱼的阻抗及其相对变化值

图 1 示出冰鲜和解冻鲫鱼的阻抗与频率的关系。可以看出, 冰鲜鲫鱼的阻抗明显大于解冻鲫鱼, 解冻鲫鱼的电容远大于冰鲜鲫鱼, 其阻抗相对变化值  $Q$  明显小于冰鲜鲫鱼, 且与冷冻时间无关。解冻和冰鲜鲫鱼的这种显著特点, 是由于贮藏过程中鱼体的电介质发生了明显的变化。当然有机体的结构是复杂多变的, 其物理模型的建立还有待进一步的研究和探讨。

图 2 示出冰鲜鲫鱼阻抗相对变化值  $Q$  随冷藏时间的变化情况。可以看出,  $Q$  随冷藏时间的延长而减小, 但冷藏 10 d 后, 其  $Q$  值仍大于 30%, 此时鱼体已发生明显的变化; 而冰冻 1 d 的解冻鲫鱼其  $Q$  值已小于 20%。可见冰鲜鲫鱼和解冻鲫鱼的  $Q$  值有着明显的差异, 利用  $Q$  值的这一变化特点, 即

以  $Q > 20\%$  或  $Q < 20\%$  可以区分冰鲜鲫鱼和解冻鲫鱼。

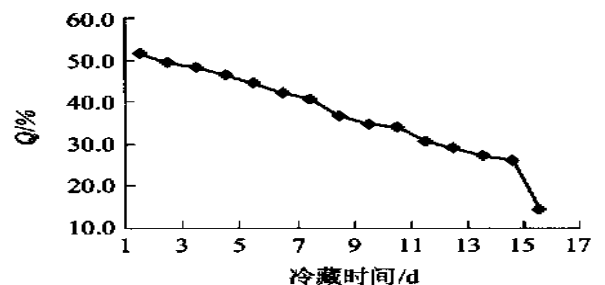


图 2 冷藏时间与冰鲜鲫鱼阻抗相对变化值  $Q$  的关系

Fig. 2 Effect of storage time on change ratio of impedances ( $Q$ ) of unfrozen carp

## 3 结论

1) 随着贮藏时间的延长, 冰鲜鲫鱼阻抗变小, 电

容增大,阻抗相对变化值  $Q$  下降;

2) 冷冻鲫鱼解冻后其  $Q$  值 ( $< 20\%$ ) 明显低于冰鲜鲫鱼 ( $Q > 20\%$ );

3) 利用伏安法测定鱼体  $Q$  值,可方便、有效地区别冰鲜和解冻鲫鱼。

### 参 考 文 献

- [1] Kitamikado M, Yuan C S, Ueno R. An enzymatic method designed to differentiate between fresh and frozen-thawed fish[J]. J Food Sci, 1990, 55:74~76
- [2] Hoz L, Yustes C, Camara J M, et al.  $\alpha$ -Hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase (HADH) differentiates unfrozen from frozen-thawed crawfish (*Procambarus clarkii*) and trout (*Salmo gairdneri*) meat [J]. Int J Food Sci Technol, 1992, 27:133~136
- [3] Barbagli C, Crescenzi S. Influence of freezing and thawing on the release of cytochrome oxidase from chicken's liver and from beef and trout muscle[J]. J Food Sci, 1981, 46:491~496
- [4] Kim J B, Murata M, Sagakuchi M. A method for the differentiation of frozen-thawed from unfrozen fish fillets by a combination of torryster readings and K values[J]. Nippon Suisan Gakkaishi, 1987, 53:159~164
- [5] Fernandez M, Mano S, Garcia de Fernando G D, et al. Use of  $\alpha$ -hydroxyacyl-CoA-dehydrogenase (HADH) activity to differentiate frozen from unfrozen fish and shellfish[J]. Eur Food Res Technol, 1999, 209:205~208
- [6] Guillaume D, Bruno L F, Veronique M, et al. Comparison of methods of differentiating between fresh and frozen-thawed fish or fillets[J]. J Sci Food Agric, 2002, 82:1341~1345

(上接第 11 页)

### 参 考 文 献

- [1] 汪维云,朱金华,吴守一. 纤维素科学及纤维素酶的研究进展[J]. 江苏理工大学学报, 1998, 19(3):20~28
- [2] 崔宗均,李美丹,朴哲,等. 一组高效稳定纤维素分解菌复合系 MC1 的筛选及功能[J]. 环境科学, 2002, 23(3):36~39
- [3] Haruta S, Cui Z, Huang Z, et al, Construction of a stable microbial community with high cellulose-degradation ability [J]. Apply Microbiology Biotechnology, 2002, 59:529~534
- [4] 朴哲,崔宗均,苏宝林,等. 一组高效稳定纤维素分解菌复合系 MC1 的酶活特性[J]. 中国农业大学学报, 2003, 8(1):59~61
- [5] Updegraff D M. Semimicro Determination of Cellulose in Biological Materials[J]. Analytical Biochemistry, 1969, 32:420~424
- [6] 刘洁. 天然纤维素生物降解机制和外切纤维素酶合成机制的研究[D]. 济南:山东大学, 1996
- [7] 山田秀明,别府辉彦,深田俊夫编. 微生物の机能开登[M]. 东京:学会出版・センター, 1998. 3~12
- [8] Johnson E A, Sakajoh M, Halliwell G, et al, Saccharification of complex cellulosic substrates by the cellulase system from Clostridium thermocellum[J]. Appl Environ Microbiol, 1982, 43:1125~1132
- [9] 单谷,罗廉,余世袁. pH 值对纤维素酶制备的影响[J]. 南京林业大学学报, 1999, 23(3):60~62
- [10] Schwarz W H. The cellulosome and cellulose degradation by anaerobic bacteria [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 2001, 56:634~649