

## 鳙鱼的形体指标及其质构特性

姜启兴, 王丹, 余达威, 许艳顺, 夏文水\*

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 以鳙鱼为研究对象, 研究了不同体质量鳙鱼的形体指标, 并比较了不同体质量、不同部位鱼肉的 TPA、剪切力的差异, 为后续研究原料的选取提供了依据。结果表明: 随着鱼体质量的增大, 鳙鱼的体长、体高、背厚、头宽等均呈相应增长趋势, 但鱼体各部位所占的质量分数基本类似, 鱼肉最高, 大约占 45%; 鱼头其次, 占到 35%; 内脏、鱼皮、鱼鳍和鱼鳞所占质量分数较低, 分别在 6.5%、4.0%、2.2% 和 1.5% 左右。随着鱼体的增大, 整体而言, 其硬度、咀嚼性、凝胶性、弹性、凝聚性、回复性、剪切力等均呈增大趋势, 1.5 kg 的鱼肉各部位间的 TPA、剪切力波动较大; 2.0 kg、2.5 kg 的鱼肉各部位间的 TPA 差异较小, 1、5 部位的值略低于中间部位; 剪切力 1、5 部位明显较大, 2、3、4 部位之间差异不大。

**关键词:** 鳙鱼; 形体指标; 质构; 剪切力

**中图分类号:** TS 254; S 98 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2016)010—1061—05

## Study on Shape Indexes and Texture Properties of Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*)

JIANG Qixing, WANG Dan, YU Dawei, XU Yanshun, XIA Wenshui\*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** The shape indexes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) were investigated using bighead carp of different weights. The texture properties from bighead carp of different weights and different parts were studied including TPA and shear stress. This study provided a theoretical foundation for the raw material selection in the following research. The results showed increases of the body length, body height, thickness of back, and the width of head with the increase of the body weight accordingly. The percentages of each part in the whole fish were quite similar. The fish muscle presented the highest percentage of 45%, followed by the head of 35%, while the internal organs, skin, fins and scales were in lower proportions, about 6.5%, 4%, 2.2% and 1.5%, respectively. Overall, the hardness, chewiness, gelation, elasticity, cohesiveness, resilience, and shear stress of the fish increased with the increase of fish body. Fluctuations were observed for TPA and shear stress of various parts from fish of 1.5 kg. Slight changes were observed for those from fish of 2.0 kg and 2.5 kg, where the values of TPA from part 1 and part 5 were smaller than those in the middle, and few

收稿日期: 2015-01-27

基金项目: 国家大宗淡水鱼产业技术体系项目(CARS-46), 江苏省前瞻性研究项目(BE2013336)。

作者简介: 姜启兴(1977—), 男, 山东龙口人, 工学博士, 副教授, 主要从事食品加工与保藏研究。E-mail: qixingj@163.com

\* 通信作者: 夏文水(1958—), 男, 江苏高淳人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事水产品加工研究。E-mail: Xiaws@jiangnan.edu.cn

differences were observed for part 2, part 3 and part 4.

**Keywords:** bighead carp (*Aristichthys nobilis*), shape indexes, texture, shear stress

鳊鱼(*Aristichthys nobilis*)俗称胖头鱼、花鲢、黑鲢、鲢鳊等,主要分布于长江流域下游和珠江流域,东北、华北也有养殖,是我国主要的淡水经济鱼类之一。据2013年《中国渔业统计年鉴》显示,鳊鱼养殖产量达285.14万t<sup>[1]</sup>,仅次于草鱼、鲢鱼和鲤鱼。但是鳊鱼目前主要还是以鲜销为主,加工比率仅10%左右,往往出现卖鱼难的问题,迫切需要开发鳊鱼的系列加工产品。用鳊鱼头制作的砂锅鱼头是江浙一带的特色菜肴,并且已有工业化的产品在销售,但是鱼中段和尾段基本未加利用,对这些部分进行加工利用也势在必行。对鳊鱼增值加工的关键是充分利用原料的特性,提高其利用价值,提高原料利用率和经济效益。了解原料的基本理化及营养特性,特别是针对不同部位的特性,对于合理利用原料,合理设计实验具有重要的意义<sup>[2-4]</sup>。在实验研究过程中,往往涉及原料的利用率,测定肉的质构、剪切力等问题,而这些指标往往因原料的大小、部位的不同而不同,因此主要对不同大小、不同部位鳊鱼的形体、质构、剪切力等指标进行系统研究,以确定原料间的差异,进而为后续研究提供依据,以减少后续研究中因原料问题而导致的系统误差,从而提高研究结果的可信度。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

鳊鱼,购于无锡市滨湖区华润万家超市,质量分别为(1.5±0.2) kg、(2.0±0.1) kg、(2.5±0.1) kg,宰杀去除鱼鳞、鱼鳍、鱼头、内脏、骨和皮后,储藏于4℃下备用。

浓硫酸、氢氧化钠、硼酸、三氯醋酸、浓硝酸、溴甲酚氯等试剂均为国产分析纯。

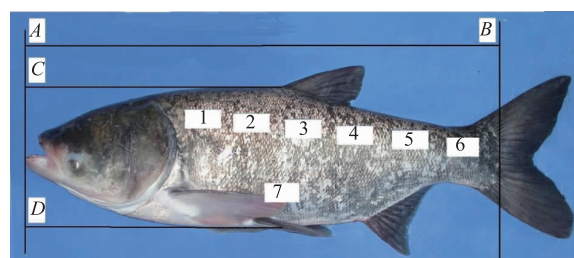
### 1.2 仪器与设备

101-3-BS 电热恒温鼓风干燥箱,上海跃进医疗器械厂制造;精密电子天平,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司制造;TA.XTPlus 物性测定仪,英国SMS公司制造。

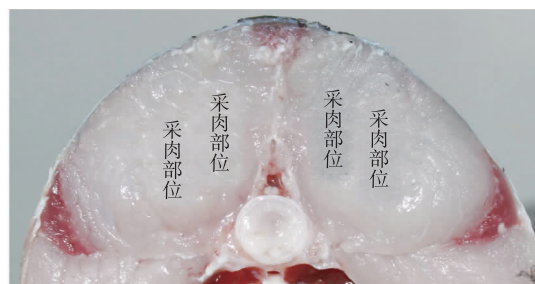
### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 鳊鱼形体指标的测量及样品制备

外形及取肉位置如图1所示。鳊鱼体长(A~B)及体高(C~D)如图进行测量,背厚按双侧侧线间最厚处进行测量。对鳊鱼背部肌肉沿着从头到尾部的顺序按照图1(a)依次进行编号,分别编为1、2、3、4、5、6、7,切成长、宽、厚为(3±0.1) cm×(2±0.1) cm×(1±0.1) cm的肉块,用于进行不同部位肌肉及剪切力分析<sup>[5-7]</sup>,采肉时尽量避免采集靠近鱼皮5 mm左右肌间刺较多的部位,剔除个别肌间刺太多的鱼块。



(a) 鳊鱼外形及纵切面采肉位置



(b) 鳊鱼背部横切面采肉位置

图1 鳊鱼外形及采肉位置

Fig. 1 Shape and sampling locations of Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*)

**1.3.2 质地多面剖析** 分别选用如图1所示的1、2、3、4、5等5个部位的鱼肉,进行质地剖面(TPA)测试。TPA测试条件:采用TA.XTPlus物性测试仪,使用P25型(直径25 mm)平底柱形探头,对试样进行两次压缩TPA模式测试。测试条件如下:测试前速率3 mm/s,测试速率1 mm/s,测试后速率5 mm/s,压缩程度50%,间隔停留时间5 s,负重探头类型Auto-5g,数据收集率200 pps;每组样品至少测6次,取平均值。参考Siriporn、Duun、Keisuke等<sup>[8-10]</sup>。

**1.3.3 剪切力测试** 分别选用如图1所示的1、2、3、4、5等5个部位的鱼肉,进行剪切力测试。剪切力(SFV)测试条件:采用TA.XTPlus物性测试仪,选用

燕尾刀片,所有样品各测定 6 次,取平均值并计算标准偏差。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同体质量鳙鱼的形体参数

分别对不同体质量(约 1.5 kg、2.0 kg 和 2.5 kg)的鳙鱼的体长、体宽和体厚等形体指标进行测量,结果见表 1。可以看出,随着鳙鱼体质量的增加,其体长、体高和体厚均呈增加的趋势。

表 1 不同体质量的鳙鱼体参数

Table 1 Body parameters of Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*) of different weights

| 大小编号 | 质量/g     | 体长/cm    | 体高/cm    | 背厚/cm   | 头宽/cm   |
|------|----------|----------|----------|---------|---------|
| 1    | 1513±158 | 45.3±2.3 | 12.5±0.4 | 6.2±0.2 | 7.3±0.1 |
| 2    | 2024±126 | 48.3±2.0 | 13.4±1.0 | 6.7±0.3 | 7.7±0.4 |
| 3    | 2479±112 | 51.2±1.7 | 14.2±1.0 | 7.2±0.3 | 8.2±0.3 |

注:所有鱼均为 4—6 月份捕捞。

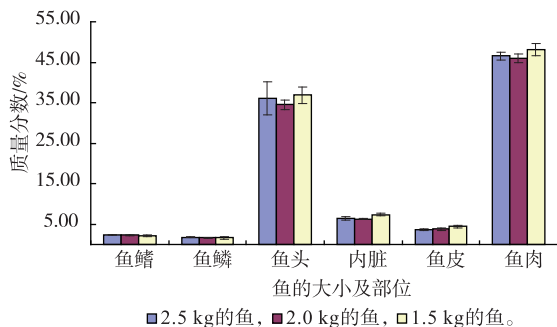


图 2 鱼体各部分质量分数

Fig. 2 Percentages in weight of different parts of Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*)

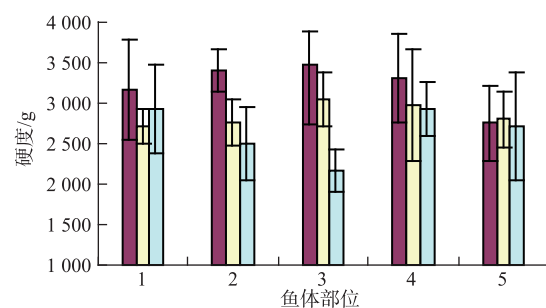
### 2.2 鳙鱼不同部位肉的质构特性分析

鱼体的不同部位由于组成及结构不同会导致其质构的差异,选取不同体质量(约 1.5 kg、2.0 kg 和 2.5 kg)鳙鱼的不同部位(1、2、3、4、5)的肉进行 TPA 分析,结果见图 3。从图 3(a)可见,不同大小的鱼其硬度存在一定的差异,整体而言,各个部位的硬度随着鱼体的变小呈轻微下降的趋势。对于鱼体质量 2.5 kg 左右的鱼而言,各部位之间略有差异,中间部位硬度略大于两侧。对于质量 2.0 kg 的鱼,硬度各部位差异不大。而对于质量 1.5 kg 左右的鱼,其不同部位硬度波动较大,特别是在靠近头部的 1 部位以及尾部的 4 部位较大,这可能是由于鱼体较小,样品采样相对困难,而肉中肌间刺较多,从

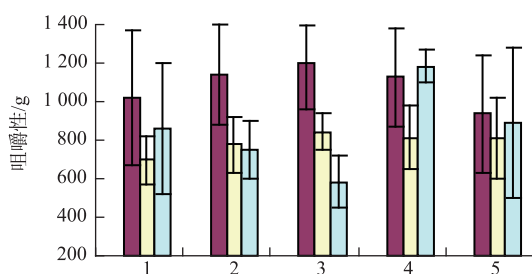
### 2.2 鳙鱼各部分质量分数

分别对不同体质量(约 1.5 kg、2.0 kg 和 2.5 kg)鳙鱼各部分的质量分数进行测量,结果见图 2。整体而言,鱼鳞、鱼鳍、鱼头、内脏、鱼皮和鱼肉等部位占的比率在 3 组不同质量的鳙鱼之间,没有显著差异。不同鳙鱼鱼体各部位中鱼肉占的质量分数最高,达到 45% 以上,其次是鱼头,大约占 35%,这符合鳙鱼头大的特征,也与杨京梅等<sup>[6,11]</sup>的报道接近。鳙鱼各部位中,内脏、鱼皮、鱼鳍和鱼鳞所占质量分数较低,分别在 6.5%、4.0%、2.2% 和 1.5% 左右。

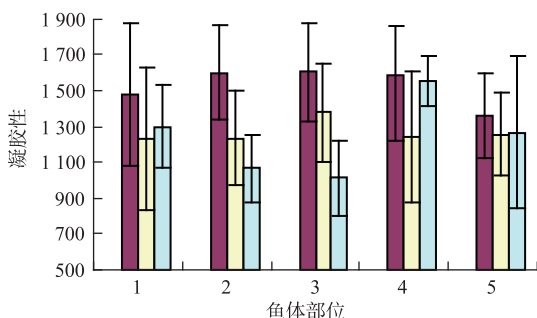
而导致数据偏大。另外从图 3(b)(c)(d)中也可以看出,咀嚼性与凝胶性、弹性呈现几乎类似的趋势。这与 S. Sigurgisladottir 等<sup>[12]</sup>研究大西洋鲑鱼时的报道类似,他们发现鱼体中部肉的硬度之间差异不大;但是发现靠近头尾的硬度偏高,这与本研究的结果正好相反,可能是淡水鱼类与海鱼肉质的差异所致。因此建议后续采肉时尽量选用中部位置的肉,以保证原料本身差异对实验结果的影响。从图 3(e)(f)可见,不同鱼体大小、不同部位的凝聚性和回复性的变化趋势类似,对于鱼体质量 2.5、2.0 kg 的鱼,整体而言各部位之间差异不大;对于鱼体质量 1.5 kg 的鱼,其部位 1、2 的数值略小于 2.0 kg 的鱼,而 3、4 部位的均大于 2.0 kg 的,特别是 4 部位的,还略高于 2.5 kg 的鱼。对于黏结性而言,不同鱼体大小、不同部位的差异较大,整体来说,鱼体中间部位(2、3、4)的数值略小于两侧。整体而言,随着鱼体大小的增大,相关质构指标呈增大趋势,大多数情况下相关指标 2.5 kg 的鱼大于 2.0 kg 的;2.5、2.0 kg 的鱼不同部位之间质构指标差异较小,1、5 部位略低于中间部位;1.5 kg 的数据波动较大,个别指标甚至超过 2.0 kg 和 2.5 kg 的,这可能是由于鱼体变小,取肉困难,肉块形状不规则,甚至鱼肉中夹杂鱼刺所致。因此,应尽量采用 2.0 kg 以上的鱼,以减少原料引起的误差。



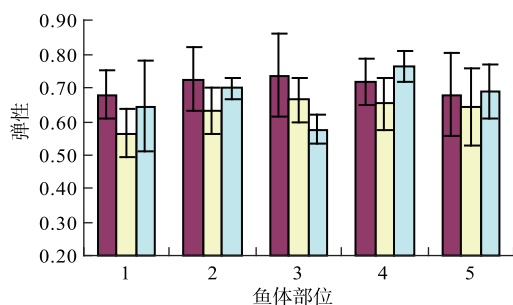
(a)不同部位鳙鱼肉的硬度



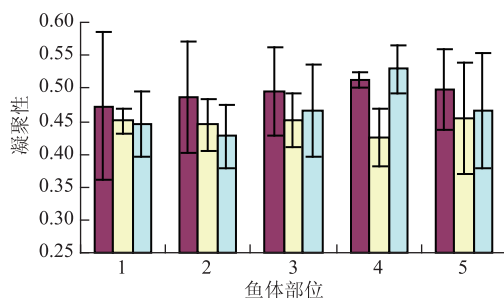
(b)不同部位鳙鱼肉的咀嚼性



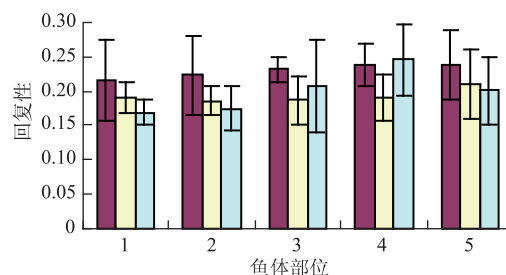
(c)不同部位鳙鱼肉的凝胶性



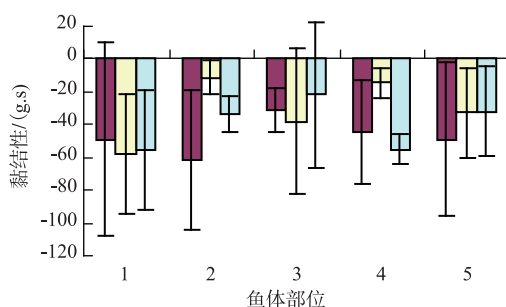
(d)不同部位鳙鱼肉的弹性



(e)不同部位鳙鱼肉的凝聚性



(f)不同部位鳙鱼肉的回复性



(g)不同部位鳙鱼肉的黏结性

■ 2.5 kg 的鱼, □ 2.0 kg 的鱼, □ 1.5 kg 的鱼。

图3 鳙鱼不同部位鱼肉的 TPA 分析

Fig. 3 TPA analysis of different parts from Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*)

## 2.4 剪切力

从图4可见,对于不同质量的鱼,整体而言,针对相同部位,随着鱼体的增大,鱼肉的剪切力增大,这与上述TPA分析中硬度、咀嚼性等指标随着鱼体的增大而增大的趋势类似,这可能是随着鱼体的增大,鱼肉中的结缔组织增多,鱼肉肌纤维交联增强,肉质变老的原因。从3种大小的鱼的不同部位之间的分析可见,整体来说2、3、4部位的剪切力差异不大,而1、5部位偏大,特别是1.5 kg鱼的1部位的剪切力以及2.5 kg鱼1、5部位的剪切力。导致这些特异变化的主要原因,可能是尾部肌间刺较多,在取肉时很难保证肉中不含肌间刺,从而导致剪切力增大;另外,尾部胶原等结缔组织含量较高,这也可能是导致剪切力增大的原因。而在之前的预实验中,也发现随着鱼体的变小,采肉时肌间刺很难去除,往往导致剪切力异常的大,甚至可以达到30~40 N的水平,而对于TPA而言,由于探头不是直接作用于肌间刺,所以肌间刺的存在对结果的影响相对较小。因此,对于肌间刺较多的淡水鱼类,采用硬度(压缩法)较剪切力能更好地反映鱼肉的品质特性。

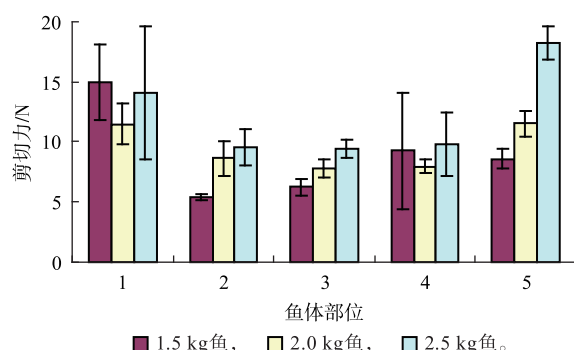


图 4 不同部位鳙鱼肉的剪切力分析

Fig. 4 SFV analysis of different parts from Bighead Carp (*Aristichthys nobilis*)

综合图 3、图 4 的结果可见,对于鳙鱼而言,如果鱼体太小,取肉比较困难,因此宜选用体质量较大的鱼,考虑到鱼体本身部位的差异,应尽量避免选太靠近头尾的部位,宜选取接近鱼背部中间的部位。

### 3 结 语

鳙鱼的大小对鳙鱼的形体指标影响,随着鱼体

质量的增大,鱼体的体长、体高、背厚、头宽等均呈相应增长趋势,但鱼体各部位所占的质量分数基本类似,鱼肉最高,大约占 45%;鱼头其次,占到 35%;内脏、鱼皮、鱼鳍和鱼鳞所占质量分数较低,分别在 6.5%、4.0%、2.2%和 1.5%左右。随着鱼体的增大,整体而言,其硬度、咀嚼性、凝胶性、弹性、凝聚性、回复性、剪切力等均呈增大趋势;1.5 kg 的鱼肉各部位间的 TPA、剪切力波动较大;2.0、2.5 kg 的鱼肉各部位间的 TPA 差异较小,1、5 部位的值略低于中间部位的;剪切力 1、5 部位明显较大,2、3、4 部位之间差异不大。因此,在选择鳙鱼原料时,为避免因鱼体大小以及采肉部位不同而引起质构等指标的差异,应尽量选择鱼体质量在 2.0 kg 以上的鱼,采肉部位应尽量选择靠近背鳍附近中部的鱼肉;应尽量避免采集靠近鱼皮 5 mm 附近肌间刺较多的部位,剔除个别肌间刺较多的肉块。另外,对于肌间刺较多的淡水鱼类,采用硬度(压缩法,TPA)较剪切力能更好地反映鱼肉的品质特性。

### 参考文献:

- [1] 中国农业部渔业局. 2013 年中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
- [2] HUI H, LUO Y K, ZHOU Z Y, et al. Effects of low concentration of salt and sucrose on the quality of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fillets stored at 4 °C[J]. **Food Chemistry**, 2012, 133: 102-107.
- [3] HUI H, LUO Y K, ZHOU Z Y, et al. Effects of different freezing treatments on the biogenic amine and quality changes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads during ice storage[J]. **Food Chem**, 2013, 138: 1476-1482.
- [4] 戈贤平. 我国大宗淡水鱼养殖现状及产业技术体系建设[J]. 中国水产, 2010(5): 5-9.  
GE Xianping. The current status of aquaculture and construction of industrial technological system of conventional [J]. **Freshwater Fish in China**, 2010(5): 5-9. (in Chinese)
- [5] BOZKURT H, ICIER F. Electrical conductivity changes of minced beef-fat blends during ohmic cooking [J]. **Journal of Food Engineering**, 2010, 96: 86-92.
- [6] 杨京梅. 大宗淡水鱼原料特性研究[D]. 无锡:江南大学 食品学院, 2011: 10-13.
- [7] KONG Fanbin, TANG Juming, Barbara Rasco, et al. Kinetics of salmon quality changes during thermal processing [J]. **Science Direct**, 2007, 83: 510-520.
- [8] SIRIPORN R, SOOTTAWAT B, WONNOP V. Properties and acceptability of Som-fug, a Thai fermented fish mince, inoculated with lactic acid bacteria starters[J]. **LWT**, 2008, 41: 569-580.
- [9] DUUN A S, RUSTAD T. Quality of superchilled vacuum packed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets stored at -1.4 and -3.6 °C [J]. **Food Chemistry**, 2008, 106: 122-131.
- [10] KEISUKE S, MICHIO Y, JUMPEI Y, et al. Beef texture characterization using internationally established texture vocabularies in ISO5492:1992: Differences among four different end-point temperatures in three muscles of Holstein steers[J]. **Meat Science**, 2010, 86: 422-429.
- [11] 杨京梅, 夏文水. 大宗淡水鱼类原料特性比较分析[J]. 食品科学, 2012, 33(7): 51-54.  
YANG Jingmei, XIA Wenshui. Comparison of material characteristics among conventional freshwater fish species [J]. **Food Science**, 2012, 33(7): 51-54. (in Chinese)
- [12] SIGURGISLADOTTIR S, HAFSTEINSSON H, JONSSON A. Textural properties of raw salmon fillets as related to sampling method[J]. **Journal of Food Science**, 1999, 64(1): 99-104.