

鲤、鲃及草鱼肌肉理化特性的比较研究

李 蕾^{1,2}, 周继术¹, 贺玉良², 杨元昊², 王绿洲², 杨娟宁², 卢 玲²

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省水产研究所, 陕西 西安 710086)

摘要:以杂食性的鲤(*Cyprinus carpio*)、肉食性的鲃(*Silurus asotus*)和草食性的草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)为研究对象,测定了2龄鱼的背部、胸部、腹部和尾部肌肉的pH值、滴水损失、熟肉率、失水率、胶原蛋白含量及剪切值等理化指标,对3种鱼不同部位的肌肉理化特性进行了比较,初步探讨了鱼肉理化特性与食性的关系。结果表明,鲤、鲃及草鱼肌肉的pH值为6.2~6.7,3种鱼肌肉间pH值无显著差异($P > 0.05$);鲤、鲃及草鱼各个部位肌肉之间以及3种鱼之间的肌肉滴水损失率均无显著差异($P > 0.05$);每种鱼各部位肌肉之间的熟肉率无显著差异($P > 0.05$),熟肉率表现为:草鱼 > 鲤 > 鲃 ($P < 0.05$);同一种鱼不同部位肌肉的失水率无显著差异($P > 0.05$),3种鱼之间的失水率表现为:鲃 > 鲤 > 草鱼($P < 0.05$);同一种鱼不同部位肌肉的胶原蛋白差异显著($P < 0.05$),3种鱼之间差异也显著,鲃 > 鲤 > 草鱼($P < 0.05$);同一种鱼不同部位之间的剪切值差异显著($P < 0.05$),3种鱼之间的剪切值表现为:鲃 > 鲤 > 草鱼($P < 0.05$)。综合比较可见,淡水经济鱼类的肌肉理化特性与其食性存在一定的相关性,肉食性鱼的嫩度偏低,剪切值大,胶原蛋白含量高,失水率和滴水损失较大,保水能力也相对较差,且同一种鱼各个部位间的肉质理化特性也存在一定差异。

关键词:鲤;鲃;草鱼;肌肉;理化特性

中图分类号:Q493.99 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2013)01-0082-05

鱼类作为一种营养丰富、高蛋白、低脂肪的美味食品,正受到越来越多消费者的喜爱,人们对鱼肉的关注也从数量转变为对风味、质地、营养和安全性等方面的考量,但水产养殖的放养过密、种质退化、近亲繁殖等问题引起了鱼肉品质的下降(张纹等,2005)。因此,客观评价鱼肉品质是水产学科的一个重要研究内容。肌肉理化特性是反映其品质的重要指标和物质基础,一直以来对鱼肉品质的研究侧重于生化结构和营养成分,对于直接与食用感官功能相关的肌肉品质评价缺乏足够的重视(刘旭,2007)。目前,国内尚无统一的鱼体肌肉品质测定和评价标准(李小勤等,2007)。

鲤(*Cyprinus carpio*)、鲃(*Silurus asotus*)和草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)是我国养殖最广泛的淡水鱼类,分别属于典型的杂食性、肉食性和草食性鱼类。由于高密度养殖、种质退化等因素的影响,造成鱼类肌肉品质下降的现象十分严重。因此,急需开

展改善鱼类肌肉品质、建立肌肉品质评价指标体系等方面的研究工作。本文对鲤、鲃及草鱼3种不同食性的淡水鱼肌肉理化特性进行了研究,探讨不同食性鱼类的肌肉理化特性差异,旨在为淡水鱼类肌肉的理化特性、品质研究及评价提供基础数据,也为其品质改良、品质评价标准制定等方面提供基础研究资料。

1 材料与方 法

1.1 试验鱼

从陕西杨凌康乐市场购买人工池塘养殖的鲤、鲃和草鱼各9尾,均为商品规格的健康食用鱼;其中,草鱼(750 ± 10)g/尾,鲤(450 ± 14)g/尾,鲃(1500 ± 25)g/尾。

1.2 样品采集

实验鱼购回后击打其头部致晕,从每条鱼胸鳍的不分支鳍条处截下2mm左右的薄片,锉磨后用二甲苯处理,并用低倍显微镜或解剖镜观察年轮,鉴定试验鱼为2龄鱼;然后分别剖取其体侧的背部、胸部、腹部及尾部肌肉。对肌肉的pH值和滴水损失等需新鲜肌肉进行测定的指标,取样后即时现场测定;其余指标取样后将其装入组织袋,于-20℃冰箱保存待测。

1.3 指标测定

参照相关文献对试验鱼的肌肉pH值(孙玉明

收稿日期:2012-11-12

基金项目:陕西省科学技术研究发展计划项目(2011K01-13);陕西省水利科技项目(2011-12);现代农业产业技术体系建设专项(CARS-46-52)。

通讯作者:周继术,1972年生,女,博士,副教授。E-mail:zhou-jishu@163.com

作者简介:李蕾,1987年生,女,助理工程师,主要从事水产品营养和种质资源研究。E-mail:lilei02910@163.com

和罗明,1993)、滴水损失(李小勤等,2009)、熟肉率(任泽林和李爱杰,1998)、失水率(李星星,2006)、胶原蛋白含量(曾勇庆和王慧,2000)、剪切值(李池陶等,2008)等理化指标进行测定。用精密 pH 试纸测宰后 45 min 内新鲜肌肉的 pH 值;取宰后 2~3 h 的 1 cm × 2 cm × 4 cm 鱼样肌肉,于 4℃ 冰箱中保存 24 h,以样品重量损失百分比表示其滴水损失;通过测定肌肉在蒸锅中蒸约 30 min 前后的体重变化计算熟肉率;通过肌肉沸水煮前后失水量,计算肌肉样品的失水率;用岛津 UV2501 紫外可见分光光度计在 558 nm 波长下测定羟脯氨酸含量,换算出肌肉中胶原蛋白含量;采用质构仪测定相同大小的肌肉样品的剪切值。每个指标设 9 个重复,取其平均值。

1.4 数据分析

试验结果采用(平均值 ± 标准差)表示;所有统计分析采用 SPSS17.0 软件,用 Duncan's 多重比较分析试验结果的差异性,显著水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 pH 值

由表 1 可知,3 种鱼的肌肉样品($n = 9$)平均 pH 值在 6.2 ~ 6.7。不同品种、不同部位之间 pH 值差异均不显著($P > 0.05$)。

表 1 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的 pH 值

Tab. 1 The pH value of flesh in common *C. carpio*, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	6.2 ± 0.2	6.4 ± 0.2	6.2 ± 0.2
胸部	6.6 ± 0.1	6.4 ± 0.2	6.4 ± 0.2
腹部	6.7 ± 0.1	6.7 ± 0.0	6.7 ± 0.1
尾部	6.5 ± 0.1	6.7 ± 0.1	6.1 ± 0.1
均值	6.5 ± 0.2	6.6 ± 0.2	6.4 ± 0.3

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference($P < 0.05$).

2.2 滴水损失率

由表 2 可知,鲤的背部、胸部、腹部及尾部滴水损失率在 2.71% ~ 3.88%,相互间无显著差异($P > 0.05$);鲇的背部、胸部、腹部及尾部滴水损失率在 3.37% ~ 3.63%,相互间无显著差异($P > 0.05$);草鱼的胸部和腹部滴水损失率(4.14% ~ 4.84%)显著高于其背部滴水损失率(1.62% ± 0.13%)($P < 0.05$),而尾部滴水损失率(3.14% ± 0.16%)居中,与草鱼其它部位的肌肉滴水损失率差异均不显著($P > 0.05$)。不同品种($n = 9$)之间的

滴水损失顺序为:鲇 > 鲤 > 草鱼。

表 2 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的滴水损失率 %

Tab. 2 The drip loss of flesh in common *C. carpio*, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	3.03 ± 1.60	3.57 ± 0.49	1.62 ± 0.13 ^b
胸部	2.71 ± 0.07 ^b	3.40 ± 0.15 ^{ab}	3.84 ± 1.73 ^a
腹部	3.88 ± 1.01	3.37 ± 0.39	4.14 ± 1.14 ^a
尾部	3.47 ± 1.00	3.63 ± 0.22	3.14 ± 0.16 ^{ab}
均值	3.27 ± 0.51	3.49 ± 0.13	3.19 ± 1.12

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference($P < 0.05$).

2.3 熟肉率

由表 3 可知,不同品种中($n = 9$),草鱼肌肉的熟肉率略高,鲇的熟肉率略低,但 3 种鱼各个部位的熟肉率之间无显著差异($P > 0.05$);因此将 3 种鱼各作为一个整体可以看出,肌肉熟肉率草鱼与鲤无显著差异($P > 0.05$),鲤与鲇无显著差异($P > 0.05$),但草鱼肌肉的熟肉率显著高于鲇的熟肉率($P < 0.05$)。

表 3 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的熟肉率 %

Tab. 3 The cooking rate of flesh in common *C. carpio*, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	74.67 ± 1.61	74.76 ± 2.17	79.67 ± 1.85
胸部	75.14 ± 1.91	77.57 ± 4.39	79.94 ± 0.95
腹部	81.60 ± 1.96	78.80 ± 2.02	80.60 ± 2.31
尾部	82.94 ± 0.60	78.82 ± 1.25	80.76 ± 1.71
均值	78.59 ± 4.12 ^{ab}	77.49 ± 2.89 ^b	80.24 ± 1.58 ^a

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference($P < 0.05$).

2.4 失水率

由表 4 可知,背部肌肉失水率顺序为:鲇 > 草鱼 > 鲤,且 3 种鱼之间差异显著($P < 0.05$);胸部和腹部的失水率:鲇 > 鲤 > 草鱼,且 3 种鱼之间差异显著($P < 0.05$);尾部的失水率顺序为:鲤 > 鲇 > 草鱼,且 3 种鱼之间差异显著($P < 0.05$)。平均来看,3 种鱼体间($n = 9$)的肌肉失水率,鲇 > 鲤 > 草鱼。

鲤肌肉各部位失水率顺序为:尾部失水率最高,与胸部差异不显著($P > 0.05$),但显著高于腹部和背部($P < 0.05$);鲇背部、胸部、腹部的失水率之间无显著差异($P > 0.05$),但均显著高于尾部($P < 0.05$);草鱼肌肉各部位失水率顺序为:背部失水率最高,显著高于尾部($P < 0.05$),但与胸部、腹部差异不显著($P > 0.05$)。

表4 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的失水率 %
Tab.4 Theratio of water loss of flesh in common
C. carpio, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	10.56 ± 0.72 ^b	21.06 ± 1.70 ^a	18.43 ± 5.09 ^{ab}
胸部	17.00 ± 2.55 ^{ab}	23.22 ± 1.98 ^a	12.02 ± 1.72 ^b
腹部	12.80 ± 0.89 ^b	20.16 ± 0.65 ^a	11.51 ± 4.80 ^b
尾部	18.29 ± 0.33 ^a	16.67 ± 2.47 ^{ab}	7.98 ± 2.56 ^b
均值	14.66 ± 3.60 ^b	20.28 ± 2.73 ^a	12.49 ± 4.35 ^b

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference ($P < 0.05$).

2.5 胶原蛋白

由表5可知,背部和胸部肌肉胶原蛋白含量顺序为:鲤显著高于鲇 ($P < 0.05$),鲇显著高于草鱼 ($P < 0.05$);腹部和尾部的胶原蛋白顺序为:鲇显著高于草鱼 ($P < 0.05$),草鱼显著高于鲤 ($P < 0.05$)。平均来看,3种鱼体间 ($n = 9$) 的肌肉胶原蛋白为:鲇显著高于鲤 ($P < 0.05$),鲤显著高于草鱼 ($P < 0.05$)。

表5 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的胶原蛋白含量 mg/g
Tab.5 The Collagen content of flesh in common
C. carpio, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	0.67 ± 0.05	0.49 ± 0.07	0.28 ± 0.01
胸部	0.32 ± 0.01	0.27 ± 0.03	0.01 ± 0.02
腹部	0.52 ± 0.04	0.78 ± 0.06	0.56 ± 0.02
尾部	0.29 ± 0.02	0.39 ± 0.03	0.37 ± 0.01
均值	0.45 ± 0.01 ^b	0.48 ± 0.01 ^a	0.33 ± 0.01 ^c

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference ($P < 0.05$).

2.6 剪切值

由表6可知,背部和胸部肌肉失剪切值顺序为:鲇高于鲤,鲤高于草鱼;腹部的剪切值顺序为:鲤高于鲇,鲇高于草鱼;尾部的剪切值顺序为:鲇高于草鱼,草鱼高于鲤。平均来看,3种鱼体间 ($n = 9$) 的肌肉剪切值顺序为:鲇的剪切值高于鲤,但差异不显著 ($P > 0.05$);鲤的剪切值高于草鱼,但差异不显著 ($P > 0.05$);鲇的剪切值显著高于草鱼 ($P < 0.05$)。

鲤肌肉各部位剪切值顺序为:尾部剪切值显著高于腹部、胸部、背部 ($P < 0.05$),腹部、胸部、背部三个部位之间的剪切值差异不显著 ($P > 0.05$);鲇肌肉各部位剪切值顺序为:尾部剪切值显著高于胸部、背部 ($P < 0.05$),但与腹部差异不显著 ($P > 0.05$);草鱼肌肉各部位剪切值顺序为:尾部剪切值显著高于腹部、胸部、背部 ($P < 0.05$),腹部、

胸部、背部三个部位之间的剪切值差异不显著 ($P > 0.05$)。

表6 鲤、鲇及草鱼不同部位肌肉的剪切值 g
Tab.6 The Shear value of flesh in common
C. carpio, *S. asotus* and *C. idellus*

取样部位	鲤	鲇	草鱼
背部	323.43 ± 31.05 ^b	413.05 ± 31.64 ^{bc}	263.29 ± 92.33 ^{ab}
胸部	439.36 ± 241.32 ^b	460.57 ± 82.77 ^{bc}	291.95 ± 179.42 ^{ab}
腹部	460.47 ± 245.02 ^b	722.86 ± 218.27 ^{ab}	147.65 ± 70.13 ^{bc}
尾部	1323.67 ± 518.27 ^a	1272.50 ± 710.20 ^a	621.25 ± 421.09 ^a
均值	635.73 ± 461.90 ^{ab}	717.25 ± 394.44 ^a	331.04 ± 203.28 ^b

注:同列数据右上角不同上标字母代表差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Values with different superscripts in one row mean significant difference ($P < 0.05$).

3 讨论

3.1 不同部位肌肉理化特性的比较

pH值是评定肌肉理化特性的一项重要指标,pH下降的程度对肉色、系水力、可溶性蛋白浓度、货架期长短都有明显影响(张伟力,2002);同时,pH值与系水力和肌肉嫩度呈正相关。本试验pH是在宰后2h内测的,3种淡水鱼各个部位的pH都处于6.2~6.7,差异不大。

滴水损失和失水率都是评价肌肉中水分的保持能力,滴水损失越小,失水率越小,保水能力越强。失水率与系水力呈负相关,滴水损失越大意味着系水力越小。从表2和表4可以看出,草鱼背部保持水的能力最强,其滴水损失仅1.62%,尾部失水率仅7.98%,失水较少;鲇尾部的失水率也低于其他3个部位。但由于3种鱼都是淡水鱼类,其各个部位指标间差异并不是很大。

熟肉率是衡量烹调损失的指标,具有重要的经济意义。结果表明,鲇尾部的熟肉率最高,为82.94%,鲤背部的熟肉率最低,仅为74.67%,比其尾部熟肉率低8.27%;鲇背部熟肉率略低于其他3个部位,其它3个部位差异不大;草鱼4个部位的熟肉率相差不是很大。

羟脯氨酸为胶原蛋白中特有的氨基酸,通过测定胶原蛋白中羟脯氨酸的多少来确定肌肉中结缔组织的含量,并作为衡量肌肉质量的一个指标(郭恒斌和曾庆祝,2007)。羟脯氨酸主要存在于肌肉的结缔组织胶原蛋白中,而且于胶原蛋白中组成恒定(占其总氨基酸的12%~14%)(程波等,2008)。表5可见,草鱼胸部胶原蛋白含量比背部、腹部及尾部偏低,仅达1.01%;3种鱼腹部的胶原蛋白含量略高于其它3个部位。

肌肉的柔嫩与老化主要决定于肌肉结缔组织中胶原蛋白的含量,并且肌肉结缔组织含量越少,肉越细嫩,含量越多则肉越粗老,即肌肉中羟脯氨酸含量与肌肉嫩度之间存在明显的负相关(周磊,2007;伦峰,2006;郭建凤等,2009)。由表6中可知,3种鱼中,尾部的剪切值均较其他3个部位大,同时对照表5中胶原蛋白的数据,可知胶原蛋白含量越高,其肌肉的剪切值越大,肌肉嫩度越小。肌肉嫩度是消费者对食肉口感程度的重要指标。剪切力值是反映肌肉嫩度的最主要的指标之一,其值越低表示肌肉越嫩。

3.2 3种鱼肌肉理化特性的差别

鲤是典型的杂食性鱼类,与其它2种食性的鱼相比,每个指标大小均在草鱼和鲇相应指标之间,并且其各个指标都比较稳定,变化幅度不大。鲇是典型的肉食性鱼类,pH值在6.6左右,其肉质较紧,熟肉率在3种鱼中较小,其失水率和滴水损失偏高,系水能力较差,胶原蛋白含量偏高。草鱼是典型的草食性鱼类,熟肉率在3种鱼中较大,其失水率和滴水损失偏低,胶原蛋白含量也偏低。3种鱼pH值相差并不大,都处于6.2~6.7。综合来讲,草食性草鱼的嫩度较好,剪切值小,胶原蛋白含量少,熟肉率高,且其失水率和滴水损失较少,系水能力较好;而肉食性鲇的嫩度偏低,剪切值大,胶原蛋白含量高,失水率和滴水损失较大,则其保水能力也相对较差,而鲤鱼肌肉品质中各方面指标居中。由于草鱼的肉质较嫩,因此决定了其口感特性优于鲤和鲇,加之草鱼的失水率低,胶原蛋白含量也相对较低,决定了其食用口感较好。

参考文献

- 程波,户业丽,吕中,等.2008.人工养殖鲟鱼鳍中胶原蛋白含量的测定[J].中国食品添加剂,(4):126-127.
- 郭恒斌,曾庆祝.2007.分光光度法测定鱼皮中羟脯氨酸含量[J].现代食品科技,23(7):81-83.
- 郭建凤,王继英,武英,等.2009.长白猪胴体性能及不同部位肌肉品质研究[J].畜牧与兽医,(11):36-38.
- 李池陶,关海红,胡雪松,等.2008.大头鲤、黑龙江鲤、德国镜鲤及其杂种F3肌肉品质的比较[J].水产学报,32(1):46-48.
- 李小勤,胡斌,冷向军,等.2009.VE对草鱼成鱼肌肉品质和抗氧化性能的影响[J].水生生物学报,33(6):1133-1136.
- 李小勤,李星星,冷向军,等.2007.盐度对草鱼生长和肌肉品质的影响[J].水产学报,31(3):343-344.
- 李星星.2006.半咸水暂养罗非鱼、草鱼改善其肉质的研究[D].上海:上海水产大学.
- 刘旭.2007.鱼类肌肉品质综合研究[D].厦门:厦门大学.
- 伦峰.2006.蚕豆脆化草鱼、罗非鱼肉质的研究[D].上海:上海水产大学.
- 任泽林,李爱杰.1998.饲料组成对中国对虾肌肉组织中胶原蛋白、肌原纤维和失水率的影响[J].中国水产科学,5(2):40-44.
- 孙玉明,罗明.1993.禽畜肉品学[M].济南:山东科学技术出版社.
- 曾勇庆,王慧.2000.猪肉中羟脯氨酸的分光光度法测定[J].东北农业大学学报:自然科学版,31(1):79-81.
- 张伟力.2002.猪肉肉色与酸度测定方法[J].养猪,(2):33-34.
- 张纹,苏永全,林燕,等.2005.鱼肉理化特性与品质研究的初探[C].第三届海洋生物高技术论坛,(8):19-20.
- 周磊.2007.不同品种畜禽肉品质参数的比较研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学.

(责任编辑 万月华)

Comparative Study of Muscle Physicochemical Characteristics in Common *Cyprinus carpio*, *Silurus asotus* and *Ctenopharyngodon idellus*

LI Lei^{1,2}, ZHOU Ji-shu¹, HE Yu-liang², YANG Yuan-hao², WANG Lv-zhou², YANG Juan-ning², LU Ling²

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, P. R. China;
2. Shaanxi Fisheries Institute, Xi'an 710086, P. R. China)

Abstract: In this study, the two-year old fish of three kinds of different feeding habits fish of *Cyprinus carpio*, *Silurus asotus* and *Ctenopharyngodon idellus* were investigated, which are omnivorous, carnivorous and herbivorous. Compared the muscle physicochemical characteristics by studied the pH value, drip loss, cooking rate, water holding capacity, collagen content and shear force. Preliminary discussion on the relationship between the fish physicochemical characteristics and feeding habits. The results showed: The pH values of the three species were between 6.2 – 6.7 and there was no significant difference ($P > 0.05$). No significant difference of drip loss were observed between different species and different parts in each specie ($P > 0.05$). The cooking rate were significantly different between the three kinds of fish: *Ctenopharyngodon idellus* > *Cyprinus carpio* > *Silurus asotus* ($P < 0.05$), but there was no significant difference between different parts of muscles in each species ($P > 0.05$). Similar results were also observed in the water holding capacity, but the difference between species were in different orders with the *Silurus asotus* > *Cyprinus carpio* > *Ctenopharyngodon idellus*; The collagen content and the shear values were showed significant difference either in different parts in each species or between different species, with the result of *Silurus asotus* > *Cyprinus carpio* > *Ctenopharyngodon idellus* ($P < 0.05$). In summary, there is a certain correlation between the muscle physicochemical characteristics of the economic freshwater fish and their feeding habits. Carnivorous fish showed lower tenderness, higher shear value, higher collagen content, larger water holding capacity and drip loss, their water retention was relatively poor. the muscle physicochemical characteristics were different in different part of one fish.

Key words: *Cyprinus carpio*; *Silurus asotus*; *Ctenopharyngodon idellus*; muscle; physicochemical characteristics