

不同放血方法对鳙鱼鱼肉品质的影响

黄 天^{1,2}, 沈 建², 欧阳杰², 马田田², 马靖松²

(1 广东海洋大学食品科技学院, 广东 湛江, 524088;

2 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

摘要:为探究不同放血方法对鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)放血效果及鱼肉品质的影响,采用了敲头致晕(对照组)、切鳃、断脊和切尾 4 种操作方式对鳙鱼进行放血处理,以操作时间、色泽、血红蛋白(Hb)含量、肌红蛋白(Mb)和高铁肌红蛋白(met-Mb)含量等指标评价放血效果;在 4℃ 贮藏条件下,以硫代巴比妥酸(TBA)、挥发性盐基氮(TVB-N)、pH 和离心损失率等指标评价鱼肉品质。结果显示:与其他放血方法相比,切尾放血操作更简便,亮度(L)和白度值显著提高,且 Hb 和 Mb 含量低;断脊与切尾放血可延缓 TBA 与离心损失率增长速度;不同放血方法对鱼肉 TVB-N 无太大影响;与其他试验组相比,断脊放血与切尾放血的鱼肉 pH 较高。研究表明,依据放血效果及鱼肉品质指标,切尾放血处理的鳙鱼获得了更好的放血效果,鱼肉品质也得到了改善,可为未来鳙鱼的机械放血提供理论依据。

关键词:鳙鱼;放血方法;放血效果;鱼肉品质

中图分类号:S985.1

文献标志码:A

文章编号:1007-9580-(2024)02-0085-008

鳙鱼(*Aristichthys nobilis*)又称胖头鱼、花鲢和黑鲢,属硬骨鱼纲鲤形目鲤科鳙属^[1],原产于中国,食用历史悠久,是中国四大家鱼之一,也是重要的淡水经济鱼之一。2023 年《中国渔业统计年鉴》^[2]数据显示,2022 年全国鳙鱼养殖产量达 326.851 万 t,较 2021 年增长 2.88%。鳙鱼营养丰富^[3],蛋白质含量高,其中背、腹部蛋白质含量分别达 18.04% 和 17.37%,肌肉中氨基酸比值均衡且高达 40% 以上,利于人体消化吸收。目前许多水产预制菜企业将产量高、价格适宜和营养丰富的鳙鱼作为水产预制菜的主要原料之一。当前国内预制菜市场规模正在快速增长,并有研究^[4]预测在 2026 年市场规模可达到 2 576 亿元,这说明鳙鱼的生产加工行业前景广阔。

Atanasova 等^[5]、Maestre 等^[6]研究表明,亚洲鲤鱼的血液中蛋白质含量为 2.75%,血糖水平为 65%,而鱼肉中残留的血液是脂质氧化和细菌生长的促进剂。Sternia 等^[7]研究表明,在加工鲤鱼时进行放血,有助于提高鱼片质量,并延长其保质期。Tadashi 等^[8]、Terayama 等^[9]研究表明对鲤鱼进行机械放血能够改善鱼肉品质。

目前,鱼类的放血方法^[10-11]主要有切鳃、割喉、刺心脏、切尾和断脊放血。Ando 等^[12]研究表明切鳃放血有助于去除鱼体血量并软化肌肉组织。Ahimbisibn 等^[13]研究表明断脊放血对改善鳙鱼和红鲟鱼的鱼肉品质有积极影响。Maqsood 等^[14]研究表明切尾放血可以减少鲈鱼肉中腥味物质的产生以及延长保质期。但目前国内外针对鱼类放血的研究主要集中于海洋鱼类,对于淡水鱼尤其是鳙鱼的研究涉及较少,并且不同品种的鱼在放血效果上有巨大差异。

本研究以鲜活鳙鱼为原料,探究不同放血方式对鳙鱼放血效果以及鱼肉品质的影响,找出较优的放血方法,为未来鳙鱼的机械放血加工提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

鲜活鳙鱼,体质量 1.50 ± 0.07 kg,购于上海市杨浦区盒马鲜生曲阳商务中心店,鲜活运输至实验室,水池断食暂养 24 h 后用于放血试验。

收稿日期:2023-11-28

基金项目:国家重点研发计划项目(2023YFD2401403)

作者简介:黄天(1998—),男,硕士研究生,研究方向:水产品加工。E-mail:912164809@qq.com

通信作者:沈建(1971—),男,研究员,研究方向:水产加工技术与装备。E-mail:shenjian@fmiri.ac.cn

试验试剂:氧化镁、三氯乙酸、硫代巴比妥酸、盐酸、Tris 试剂、溴甲酚绿、甲基红、硼酸、氢氧化钠、磷酸氢二钠、95%乙醇等均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验仪器与设备

NR60CP 色差仪,深圳三恩时科技有限公司;DK-S22 恒温水浴锅,上海精宏实验设备有限公司;ACS-JC221 电子秤,广东香山衡器集团;XS-105 梅特勒电子天平,梅特勒-托利多国际贸易有限公司;H1-16K 高速冷冻离心机(转速 0~15 000 r/min),湖南可成仪器设备有限公司;LRH-70 培养箱,上海齐欣科学仪器有限公司;FSH-2A 高速匀浆机,江苏创睿仪器有限公司;KDN-1 自动凯氏定氮仪,上海仪电科学仪器股份有限公司;UV-2204PC 紫外可见分光光度计,上海精密仪器有限公司。

1.3 鳙鱼的放血试验

对照组:使用重物击打鳙鱼头部致晕。立即进行去鳞、去脏、去头、去皮和去骨处理,纯水清洗鱼肉表面,用厨房纸吸取鱼肉表面水分后装入自封袋,置于 4℃箱保存。

切鳃组:使用重物击打鳙鱼头部致晕,在鳙鱼鳃盖切断单侧鳙鱼鳃弓,随后将鱼体置于放血槽中放血 10 min,放血后处理及储存方法同对照组。

断脊组:使用重物击打鳙鱼头部致晕,在鳙鱼两侧鳃盖上方后 1 cm 正中央位置,向下横切 5 cm 切断背主动脉以及脊柱,随后将鱼体置于放血槽中放血 10 min,放血后处理及储存方法同对照组。

切尾组:使用重物击打鳙鱼头部致晕,在尾鳍至尾部 5 cm 处切开尾部放血,随后将鱼体置于放血槽中放血 10 min,放血后处理及储存方法同对照组。

1.4 鳙鱼放血效果指标测定

1.4.1 操作时间测定

选用 30 条鳙鱼并分为切鳃组、断脊组和切尾组 3 个试验组,每组各 10 条鱼。每组往复传递进行放血操作,以切口产生时间记为 1 次操作时间,一组 10 次重复操作的时间记为总耗时,每组重复操作 3 次。

1.4.2 色泽测定

参考姜启兴等^[15]的方法并稍作修改:使用色差仪在室温下测定不同放血方法处理后的鱼肉块,并记录色差仪获取的 L (亮度)、 a (红度)、 b

(黄度),每组样品平行测定 5 次,取平均值。按下式计算其白度:

$$W = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + a^2 + b^2} \quad (1)$$

式中: W 为白度; L 为颜色的亮度; a 为颜色的红度; b 为颜色的黄度。

1.4.3 Hb 含量测定

参考 Gomez 等^[16]、Sajid 等^[14]的提取方法稍作修改,称取 2 g 绞碎鱼肉与 20 mL 预冷 0.04 mol/L 磷酸盐缓冲液(pH 6.8)混合,匀浆约 10 s,冰浴提取 0.5 h,4℃、15 000 × g 条件下冷冻离心 10 min(离心半径为 6 cm,下同),过滤后取上清液,测定其在 525 nm 的吸光值,每组样品平行测定 3 次。Hb 含量计算公式参考 Thiansilakul^[17]的描述进行列式如下:

$$c = \frac{A}{7.6 \times 10^{-3}} \quad (2)$$

式中: c 为 Hb 浓度含量,mg/100 g; A 为上清液在 525 nm 处的吸光值; 7.6×10^{-3} 为 Hb 的摩尔吸光系数。

1.4.4 肌红蛋白(Mb)和高铁肌红蛋白(met-Mb)含量测定

参考郝淑贤等^[18]的方法,稍加修改:称取 2 g 绞碎鱼肉与 14 mL 预冷 0.05 mol/L Tris-HCl 缓冲液(pH 8.4)混合,匀浆约 10 s,冰浴提取 0.5 h,4℃、15 000 × g 条件下冷冻离心 10 min(离心半径为 6 cm),过滤后取上清液,测定其在 525、572、700 nm 的吸光值,提取过程均在冰浴条件下进行,每组样品平行测定 3 次。可提取总 Mb 含量和 met-Mb 比例计算公式如下:

$$M_1 = (A_{525} - A_{700}) \times 2.303 \times n \quad (3)$$

$$M_2 = \{1.395 - [(A_{572} - A_{700}) / (A_{525} - A_{700})]\} \times 100\% \quad (4)$$

式中: n 为稀释倍数; A_{525} 、 A_{572} 和 A_{700} 分别表示上清液在 525、572、700 nm 处的吸光值; M_1 表示 Mb,mg/g, M_2 表示 met-Mb,%。

1.5 鳙鱼肉品质指标测定

1.5.1 硫代巴比妥酸(TBA)含量测定

参照金枝等^[19]的方法并稍作修改。称取 5 g 绞碎鱼肉与 20 mL 预冷的体积分数 5% 的三氯乙酸混合,10 000 r/min 均质 1 min,然后在冷冻

离心机上以 5 000 r/min 离心 5 min(离心半径为 6 cm),过滤上清液,吸取 5 mL 滤液于比色管中,随即再加 5 mL 0.02 mol/L 的硫代巴比妥酸试剂并充分混匀,于沸水中反应 30 min 取出,流动水冷却到室温(约 15 min)。以蒸馏水为参照,在 532 nm 处测定溶液的吸光值,每组样品平行测定 3 次。有下列公式计算 TBA 值:

$$T_{TBA} = D \times 7.8 \tag{5}$$

式中: T_{TBA} 为硫代巴比妥酸值,mg MDA/kg(每 kg 样品中丙二醛含量); D 为溶液在 532 nm 处的吸光值;7.8 为常数。

1.5.2 挥发性盐基氮(TVB-N)含量和 pH 测定
依据 GB 5009.228—2016《食品中挥发性盐基氮的测定》^[20] 中的方法进行测定,使用自动凯氏定氮法。参照 GB 5009.237—2016《食品 pH 的测定》^[21] 中规定的方法测定。

1.5.3 离心损失率测定
参考胡维杰等^[22] 的方法并稍作修改,称取 2 g 鱼肉用滤纸包裹后放入离心管中。3 000 g 离心 5 min(离心半径为 6 cm)后称量鱼肉质量,每组样品平行测定 3 次。离心损失率按照下列公式进行计算:

$$L = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \tag{6}$$

式中: L 表示离心损失率,%; m_1 表示离心前鱼肉质量,g; m_2 表示离心后鱼肉质量,g。

1.6 数据分析

试验所得数据采用 Excel 2016 和 Origin 2018 软件进行处理,结果均以“平均值±标准差”表示,采用 SPSS 27 软件对数据进行单因素方差分析,显著性差异检测限为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同放血方法对鳙鱼放血效果的影响

2.1.1 不同部位放血对操作时间的影响

在对鳙鱼放血时,放血部位的不同会对放血操作以及操作时间产生影响,操作越简便,操作时间越短,放血效率越高。不同部位放血的操作时间分别为切鳃组 32.00±0.00^a s、断脊组 30.67±1.53^{ab} s 和切尾组 29.00±1.73^b s,由此可知,断脊组在操作总耗时与单尾耗时上与切鳃组和切尾组相比无显著差异($P>0.05$),切尾组则显著低于切鳃组($P<0.05$),这可能是因为在切鳃时需要找到并打开鳃盖,才能对鳃弓进行切割,而切尾时只需要在臀鳍与尾鳍之间的区域进行切割即可,操作简便并提升了放血效率。因此,鳙鱼在进行放血处理时选择切尾放血,有助于提升放血效率。

2.1.2 不同放血方法对鳙鱼肉色泽的影响

鱼肉色泽影响消费者购买意愿,是评价鱼肉品质的重要指标,通常以 L 、 a 、 b 和白度值等指标表示^[23]。本试验采用不同放血方法对鳙鱼进行处理,分析放血处理对鱼肉色泽的影响,结果如表 1 所示。

表 1 放血方法对鳙鱼肉色泽的影响
Tab.1 The effect of bloodletting method on the color of bighead carp meat

放血方法	L 值	a 值	b 值	白度值
对照组	37.65±0.20 ^c	3.48±0.20 ^b	7.26±0.28 ^b	37.15±0.17 ^c
切鳃组	38.10±0.17 ^b	5.25±0.22 ^a	6.12±0.30 ^c	37.58±0.20 ^b
断脊组	38.23±0.19 ^b	3.33±0.42 ^b	6.51±0.50 ^c	37.80±0.22 ^b
切尾组	39.15±0.48 ^a	3.59±0.14 ^b	8.07±0.23 ^a	38.52±0.46 ^a

由表 1 可知,切尾组 L 值、 b 值和白度值显著高于其他三组($P<0.05$),切鳃组与断脊组之间无显著差异($P>0.05$),但这两组的 b 值都显著低于于对照组($P<0.05$)。切鳃组 a 值显著高于其他三组($P<0.05$),断脊组、切尾组和对照组之间无显著差异($P>0.05$)。

试验结果总体上与唐春江等^[24] 研究结果相似。而李温蓉等^[25] 研究表明, L 值与白度值的增

加使鱼肉色泽更鲜亮。综上所述,3 种放血方法均能提升鳙鱼肉色泽,其中切尾放血效果最为显著。

2.1.3 不同放血方法对鳙鱼肉 Hb、Mb 和 met-Mb 的影响

鱼肉的顏色主要取决于 Hb 和 Mb 等呈色物质,当鱼类放血过后,Hb 的大量减少使得 Mb 和 met-Mb 的含量对鱼肉的色泽具有重要影响,有研

究表明^[26] met-Mb 的生成会导致肉质劣变, 形成令人不悦的灰褐色。本试验使用不同放血方法对

鳊鱼进行处理, 分析鱼肉中 Hb、Mb 和 met-Mb 的含量, 结果如表 2 所示。

表 2 放血方法对鳊鱼肉 Hb、Mb 和 met-Mb 的影响
Tab. 2 Effect of bloodletting method on Hb, Mb and met-Mb in bighead carp meat

指标	对照组	切鳃组	断脊组	切尾组
Hb/[Mb/(mg/g)]	13.46±0.30 ^d	11.23±0.08 ^e	9.91±0.20 ^b	9.39±0.20 ^a
Mb/[Mb/(mg/g)]	1.19±0.04 ^a	0.87±0.01 ^b	0.87±0.03 ^b	0.77±0.01 ^c
met-Mb/%	63.26±2.49 ^c	71.19±0.38 ^a	63.57±1.60 ^{ch}	67.49±1.01 ^b

由表 2 可知, 放血组 Hb 含量均显著低于对照组 ($P<0.05$), 其中切尾组 Hb 含量显著低于其他放血试验组 (切尾组 < 断脊组 < 切鳃组, $P<0.05$), 这说明切尾处理有利于降低鳊鱼肉中 Hb 含量, 这与 Sakai 等^[8] 研究结果相似。经过放血处理, 各试验组 Mb 含量都显著低于对照组 ($P<0.05$), 其中切尾组 Mb 含量最低。对照组 Mb 含量过高可能是由于未经过放血处理, 且 Mb 的测定方法与 Hb 相似^[18], 鱼肉残留的 Hb 可能会影响 Mb 测定结果; 切鳃组 met-Mb 显著高于其他试验组 ($P<0.05$), 陈景宜^[27] 研究表明, 氧分压的升高会导致氧化速率加快, 促使 met-Mb 的形成。这说明切鳃放血会导致鱼肉中氧分压的上升, 从而加速 met-Mb 的产生。综上所述, 3 种放血方法中切尾放血能显著降低鱼肉中 Hb、Mb 含量, 而切鳃放血则会导致鱼肉中 met-Mb 含量的增加。

通过对操作时间、色泽、Hb、Mb 和 met-Mb 等指标比较分析, 可以确定切尾放血操作最简便, 有助于提升放血效率; 放血处理能有效提升鱼肉色泽, 其中切尾放血能有效提升鱼肉的 L 值和白度值, 这有助于使鱼肉色泽更鲜亮; 切尾放血能有效减少 Hb 在鱼肉中的残留, 这有助于提升鱼肉色泽, 降低 Mb 的含量则有助于减少后续 met-Mb 的产生。综上所述, 切尾放血对于鳊鱼的放血效果最明显。

2.2 不同放血方法对鳊鱼肉品质的影响

2.2.1 不同放血方法对鳊鱼肉 TBA 的影响

TBA 的大小可以用来评价肉制品和水产品氧化酸败程度, TBA 越大, 氧化酸败程度越严重。本试验使用不同放血方法对鳊鱼进行处理, 分析鱼肉在 4℃ 条件下贮藏期间 TBA 的变化, 结果如图 1 所示。

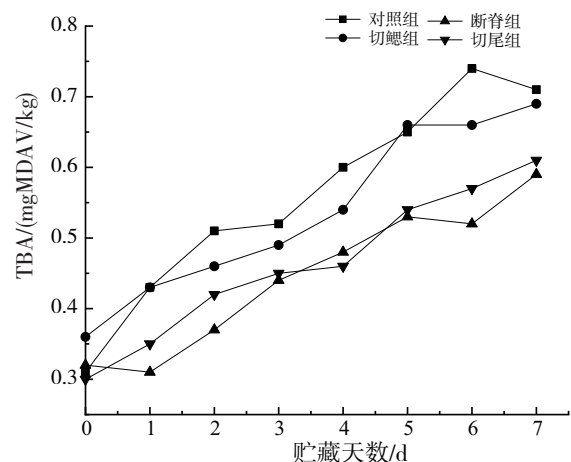


图 1 鳊鱼鱼肉在 4℃ 贮藏期内 TBA 含量的变化

Fig. 1 Changes in TBA content of bighead carp meat during storage at 4℃

由图 1 可知, 各试验组鱼肉的 TBA 随着时间的推移而升高, 各试验组初始 TBA 在 0.30~0.36 mg MDA/kg, 脂肪氧化程度较低。相较于其他试验组, 对照组 TBA 增长最快, 切鳃组次之, 断脊组和切尾组 TBA 增长较慢。这与 Sajid 等^[14] 研究结果相似, 即未经放血处理的鱼肉 TBA 表现出更高速率的增长趋势。综上所述, 放血处理可一定程度延缓鳊鱼肉脂质氧化速度, 其中断脊和切尾放血效果较好。

2.2.2 不同放血方法对鳊鱼鱼肉 TVB-N 的影响

鱼类死亡之后, 蛋白质或其他含氮类化合物受到自身内源酶和微生物的影响, 降解生成氨或胺类等碱性含氮挥发性物质, 这类物质称为总挥发性盐基氮 (TVB-N), TVB-N 的大小可以评价鱼肉鲜度感官, TVB-N 越大, 氨基酸受到破坏程度就越大, 鱼肉的营养价值也会随之下降^[28-29]。本试验使用不同放血方法对鳊鱼进行处理, 并分析其鱼肉在 4℃ 条件下贮藏期间 TVB-N 的变化, 结果如图 2 所示。

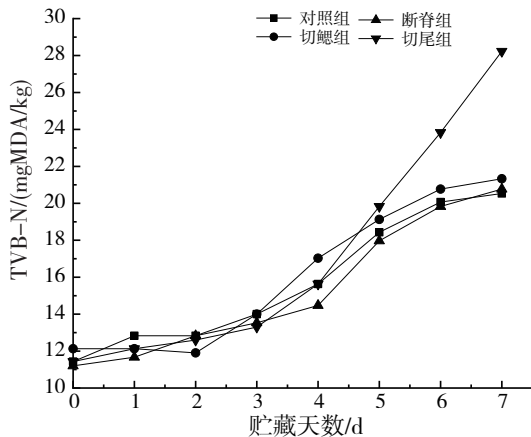


图2 鳊鱼鱼肉在4℃贮藏期内TVB-N含量的变化

Fig. 2 Changes in TVB-N content of bighead carp meat during storage at 4 °C

由图2可知,各试验组初始TVB-N均在11.20~12.13 mg/100g,根据相关标准规定^[30-32],鳊鱼等淡水鱼鱼肉一级品的TVB-N应 ≤ 13 mg/100 g,二级品应 ≤ 20 mg/100 g,因此各试验组TVB-N在第0天时均满足一级品的要求。在0~3 d各组TVB-N增长相对缓慢,这可能是由于鱼肉微生物尚未大量繁殖,内源酶活性未完全活化。第3天后各试验组TVB-N增长速率加快,并且在第3天时各组TVB-N超过一级品限值。第6天后各组TVB-N大于20 mg/100g,这时候可以判断鱼肉品质已经超出可接受范围。方静等^[33]在研究中指出,TVB-N的增长速率加快,可能是由于细菌的繁殖和蛋白质的降解速度的增加。在6~7 d时,切尾组TVB-N显著高于其他试验组($P < 0.05$),这一异常结果可能是贮藏环境和取样过程受到污染有关,其余试验组未受影响是因为它们之间有独立的贮藏环境,以及独立取样设备。综上所述,放血方法是否不同对鳊鱼肉TVB-N的增长趋势并无太大影响。

2.2.3 不同放血方法对鳊鱼鱼肉pH的影响

pH的变化对水产品的生物和化学变化具有重要影响,因此pH的大小可以评价鱼肉新鲜程度^[34]。本试验使用不同放血方法对鳊鱼进行放血处理,并分析其鱼肉在4℃条件下贮藏期间pH的变化,如图3所示。

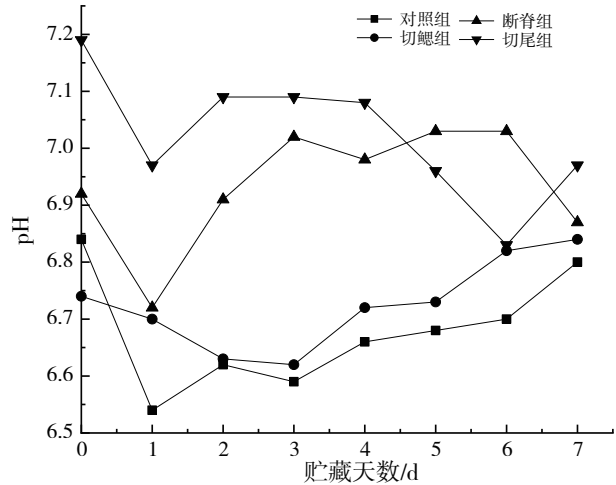


图3 鳊鱼鱼肉在4℃贮藏期内pH含量的变化

Fig. 3 Changes in pH content of bighead carp meat during storage at 4 °C

由图3可知,第0天时,各试验组pH由大到小对应的处理方式依次是切尾、断脊、对照、切鳃。各试验组pH随贮藏时间增长而呈现先下降后上升的趋势。至第1天时开始,对照组、断脊组和切尾组pH达到最低点。第3天时,切鳃组pH达到最低点。在贮藏2~7 d期间,断脊组与切尾组pH保持在一个较高水平,对照组与切鳃组pH则在6~7 d由略微的回升随后上升,这与Ayhan等^[35]研究结果相似,他们认为这与内源和细菌酶将含氮化合物转化为碱性化合物有关。牛宝卫^[36]研究结果表明,贮藏期间鱼肉的最低pH保持在较高水平有助于延缓蛋白质变性时间。这说明断脊组和切尾组能较好保存蛋白质。陈名帅等^[37]研究结果表明,鱼类在宰杀前受到的应激性越大,鱼肉pH的初始值越低,且宰后肌肉pH快速降低,这是因为糖原酵解和乳酸的生成。这说明对照组鳊鱼在宰前应激性较大,导致pH快速下降并保持在一个较低水平,而在宰杀前进行放血可以减小应激。Richards等^[38]研究表明,pH在6.3时比7.4时脂质氧化的速度更快。综上所述,对鳊鱼进行放血处理能使鱼肉pH初期保持在一个较高水平,这有利于延缓脂质氧化和蛋白质氧化的速度,其中切尾放血效果最好,断脊放血次之。

2.2.4 不同放血方法对鳊鱼鱼肉离心损失率的影响

持水力指鱼肉本身保持水分的能力,并且水分和鱼肉的结合可直接影响鱼肉的感官质量以及加

工储藏,是衡量水产品加工质量的重要指标^[39-40]。鱼肉的持水力通过离心损失率反映,离心损失率越高,说明鱼肉的持水力越低。本试验使用不同放血方法对鳙鱼进行放血处理,并分析其鱼肉在 4℃ 条件下贮藏期间持水力的变化,见图 4。由图 4 可知,各试验组离心损失率均随贮藏时间的增长而增加,这与许艳顺等^[41]研究结果相似。窦川林^[30]认为随着冷藏时间的延长,鱼肉本身发生的生化反应以及微生物生长繁殖,都会导致蛋白质结构和肌纤维被破坏,从而导致持水能力降低。第 0 天时,断脊组离心损失率显著低于其他试验组 ($P < 0.05$),说明断脊放血可以使鳙鱼肉离心损失率在早期维持一个较低水平,有利于初期保鲜。在第 7 天时,断脊组与切尾组离心损失率均显著低于对照组与切鳃组 ($P < 0.05$),并且在 1~4 d 时断脊组与切尾组离心损失率变化趋势平稳,这有利于鱼肉中水分和各种营养成分的保留。综合说明,对鳙鱼进行放血处理能使鱼肉离心损失率降低,其中断脊和切尾放血效果较好,这对鱼肉感官质量以及加工储藏具有重要意义。

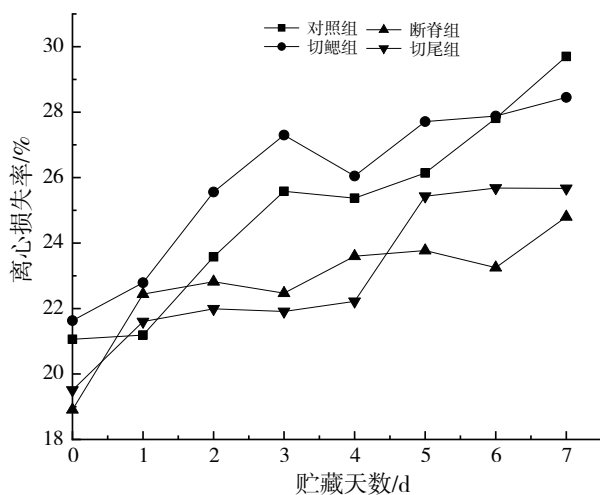


图 4 鳙鱼鱼肉在 4℃ 贮藏期内离心损失率的变化

Fig. 4 Changes in centrifugal loss rate of bighead carp meat during storage at 4℃

通过对 TBA、TVB-N、pH 和离心损失率等指标在 4℃ 条件下贮藏,比较分析其在 7 d 内变化趋势,可以确定断脊放血和切尾放血可以有效降低 TBA 的增长趋势,延缓脂质氧化程度,有研究^[17,42]表明 Hb 比 Mb 具有更强的氧化性,能加速诱导 TBA 等脂质氧化物的产生。Hb 与 Mb 的

测定结果也表明 TBA、Hb 和 Mb 存在一定相关性,Sternia 等^[7]也指出血红素含量与 TBA 之间存在正相关,并证实了放血可以延缓脂质氧化的速率。放血方法的不同对鱼肉 TVB-N 增长趋势并无影响。Javed 等^[43]研究表明,Hb 在酸性条件下明显促进了银鲤的脂质和蛋白质的氧化,而切尾放血的最低 pH 高于其他试验组,并在贮藏期间都保持较高的水平,这能有效延缓鱼肉氧化速度。断脊放血和切尾放血能有效降低鱼肉在贮藏期间的离心损失率,这能有效保持鱼肉的水分及营养成分。综上所述,鱼肉品质在切尾放血后能得到有效改善。

因此,结合放血效果与鱼肉品质结果,可以确定对鳙鱼进行放血处理有积极影响,并且切尾放血效果显著,在鳙鱼初加工时加入切尾放血工序具有可行性。

3 结论

本试验使用不同放血方法处理鳙鱼,通过操作时间、色泽、Hb、Mb 和 met-Mb 这 5 个指标探究其对放血效果的影响;通过在 4℃ 贮藏条件下,分析 TBA、TVB-N、pH 以及离心损失率 4 个指标的变化规律,探究其对鱼肉品质的影响。结果显示,切尾操作耗时最少,操作最简便。切尾放血能有效提升鱼肉 L 值和白度值,这使鱼肉色泽更鲜亮;切尾放血能极大降低鱼肉的 Hb 和 Mb 含量,这有利于提升鱼肉色泽以及延缓 met-Mb 的产生。断脊放血和切尾放血的鱼肉(与对照组相比),在贮藏期间 TBA 值与离心损失率上升速率均有所减缓,pH 保持在 7.0 左右。不同放血方法对鱼肉 TVB-N 变化趋势无太大影响。综上所述,切尾放血对鳙鱼的放血效果以及改善鱼肉品质表现最好,这为未来鳙鱼机械加工放血提供了理论依据。

□

参考文献

- [1] 刘月月,洪惠,李大鹏,等. 鳙鱼各部位成分组成及营养功能评价[J]. 科学养鱼,2020(11):73-74.
- [2] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会. 2023 中国渔业统计年鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2023:17-25.
- [3] 姜启兴,吴佳芮,许艳顺,等. 鳙鱼不同部位的成分分析及营

- 养评价[J]. 食品科学, 2014, 35(5): 183-187.
- [4] 红餐产业研究院. 中国水产预制菜研究报告[R]. 广东: 红餐产业研究院, 2023.
- [5] ATANASOVA R, HADJINIKOLOVA L, NIKOLOVA L. Investigations on biochemical composition of carp fish (*Cyprinidae*) blood serum at conditions of organic aquaculture [J]. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2008, 14(2): 117-120.
- [6] MAESTRE R, PAZOS M, MEDINA I. Involvement of methemoglobin (MetHb) formation and heme loss in the pro-oxidant activity of fish hemoglobins [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, 57(15): 7013-7021.
- [7] STERNIA M, DVOAK P, LUNDA R et al. Bleeding of common carp (*Cyprinus Carpio*) improves sensory quality of fillets and slows oxidative and microbiological changes during refrigerated aerobic storage running title: common carp bleeding improves fillet quality [J]. Food Technology & Biotechnology, 2018, 56(4): 524-532.
- [8] SAKAI T, OHTSUBO S, MINAMI T, et al. Effect of bleeding on hemoglobin contents and lipid oxidation in the skipjack muscle [J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2006, 70(4): 1006-1008.
- [9] TERAYAMA M, OHSHIMA T, USHIO H, et al. Effects of instant killing and bleeding machine on quality of spindle-shape fish [J]. Fisheries Science, 2011, 68(2): 1651-1652.
- [10] OLSEN S H, JOENSEN S, TOBIASSEN T, et al. Quality consequences of bleeding fish after capture [J]. Fisheries Research, 2014, 153: 103-107.
- [11] ROBB D H F, PHILLIPS A J, KESTIN S C. Evaluation of methods for determining the prevalence of blood spots in smoked Atlantic salmon and the effect of exsanguination method on prevalence of blood spots [J]. Aquaculture, 2003, 217(1): 125-138.
- [12] ANDO M, NISHIYABU A, TSUKAMASA Y, et al. Post - Mortem softening of fish muscle during chilled storage as affected by bleeding [J]. Journal of Food Science, 2010, 64(3): 423-428.
- [13] AHIMBISIBWE J B, INOUE K, SHIBATA T, et al. Effect of bleeding on the quality of amberjack *Seriola dumerili* and red sea bream *Pagrus major* muscle tissues during iced storage [J]. Fisheries Science, 2010, 76(2): 389-394.
- [14] MAQSOOD S, BENJAKUL S. Effect of bleeding on lipid oxidation and quality changes of Asian seabass (*Lates calcarifer*) muscle during iced storage [J]. Food Chemistry, 2011, 124(2): 459-467.
- [15] 姜启兴, 申丽丽, 汤风雨, 等. 加热温度对鲮鱼肉色泽和质构的影响研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(17): 67-70.
- [16] GOMEZ-BASAURI J V, REGENSTEIN J M. Vacuum packaging, ascorbic acid and frozen storage effects on heme and nonheme iron content of mackerel [J]. Journal of Food Science, 2010, 57(6): 1337-1339.
- [17] THIANSILAKUL Y, BENJAKUL S, PARK S Y, et al. Characteristics of myoglobin and haemoglobin-mediated lipid oxidation in washed mince from bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) [J]. Food Chemistry, 2012, 132(2): 892-900.
- [18] 郝淑贤, 何俊燕, 李来好, 等. 放血对罗非鱼片色泽的影响 [J]. 食品工业科技, 2011(12): 149-154.
- [19] 金枝, 关志强, 李敏. 复合保鲜剂对冰温罗非鱼片的保鲜效果 [J]. 广东海洋大学学报, 2019, 39(6): 115-123.
- [20] GB/T 5009. 228—2016 食品中挥发性盐基氮的测定[S].
- [21] GB/T 5009. 237—2016 食品中 pH 的测定[S].
- [22] 胡维杰, 沈韞韬, 马良, 等. 不同预处理方式对鲢鱼肉冷藏品质的影响及其机制 [J]. 食品科学, 2019, 40(23): 220-226.
- [23] 邓祎, 陈方雪, 杜柳, 等. 不同风干工艺处理的武昌鱼鱼肉品质和风味的变化 [J]. 现代食品科技, 2023, 39(4): 263-270.
- [24] 唐春江, 邓放明. 不同放血方式对斑点叉尾鲷鱼鱼肉品质影响的研究 [J]. 农产品加工 (学刊), 2009(7): 44-46.
- [25] 李温蓉, 田明礼, 安玥琦, 等. 池塘养殖和大湖养殖对"华海 1 号"团头鲂鱼肉品质的影响 [J]. 水产学报, 2022, 46(7): 1220-1234.
- [26] 刘越. 不同理化因素对牛肉肌红蛋白稳定性影响的研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2017.
- [27] 陈景宜. 冷却牛肉褪色的生化因素分析及肉色稳定性研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [28] 刘大松. 草鱼肉在微冻和冰藏保鲜中的品质变化及其机理 [D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- [29] 沈月新. 水产食品学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 71-74.
- [30] 窦川林. 鼠尾草提取物对鲢鱼肉保鲜效果的研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2019: 83.
- [31] 熊善柏. 水产品保鲜贮运与检验 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2007: 166-172.
- [32] GB 2733—2015 鲜、冻动物性水产品[S].
- [33] 方静, 黄卉, 李来好, 等. 不同致死方式对罗非鱼鱼片品质的影响 [J]. 南方水产科学, 2013, 9(5): 13-18.
- [34] SONGSAENG S, SOPHANODRA P, KAEWSRITHONG J, et al. Quality changes in oyster (*Crassostrea belcheri*) during frozen storage as affected by freezing and antioxidant [J]. Food Chemistry, 2010, 123(2): 286-290.
- [35] DURAN A, ERDEMLI U, KARAKAYA M, et al. Effects of slaughter methods on physical, biochemical and microbiological quality of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and mirror carp *Cyprinus carpio* filleted in pre-, in- or post-rigor periods [J]. Fisheries Science, 2008, 74(5): 1146-1156.
- [36] 牛宝卫. 大菱鲆冰温气调保鲜技术研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2009: 39.
- [37] 陈名帅, 范兴, 陆玉芹, 等. 宰前二氧化碳麻醉对罗非鱼肉品质影响的研究 [J]. 现代食品科技, 2014, 30(4): 226-244.
- [38] RICHARDS M P, NELSON N M, KRISTINSSON H G, et al. Effects of fish heme protein structure and lipid substrate composition on hemoglobin-mediated lipid oxidation [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(9): 3643-3654.
- [39] MOHAN C O, RAVISHANKAR C N, LALITHA K V, et al. Effect of chitosan edible coating on the quality of double filleted Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) during chilled storage [J]. Food Hydrocolloids, 2012, 26(1): 167-174.
- [40] 卢涵. 鲮鱼肉低温贮藏过程中蛋白氧化、组织蛋白酶活性与

- 品质变化规律的研究[D].北京:中国农业大学,2017.
- [41] 许艳顺,葛黎红,王丹,等.腌制对低温保鲜草鱼片品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(24):311-328.
- [42] RICHARDS M P,MODRA A M,LI R. Role of deoxyhemoglobin in lipid oxidation of washed cod muscle mediated by trout,poultry and beef hemoglobins[J]. Meat Science,2002,62(2):157-163.
- [43] JAVED M,YU W,YANG H,et al. Characteristics of hemoglobin and its pro-oxidative activity in washed silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) mince as affected by pH[J]. Journal of Food Processing and Preservation,2021,45(6):1-12.

The effect of different blood letting methods on the blood letting effect and meat quality of bighead carp

HUANG Tian^{1,2}, SHEN Jian², OUYANG Jie², MA Tiantian², MA Jingsong²

(1 College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, Guangdong, China;

2 Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China)

Abstract: The main purpose of this study was to explore the effects of different bleeding methods on the bleeding effect and fish quality of silver carp. Silver carp is one of the important farmed fish species in China, with efficient filter feeding and a rapid growth rate. The bleeding treatment of silver carp is a key factor affecting its fish quality and freshness. Different bleeding methods will lead to different bleeding effects and fish meat quality. In this study, four bleeding methods were used to treat silver carp, namely head knocking (control group), gill cutting, spine breaking, and tail cutting. This study evaluated the bloodletting effect and fish quality of silver carp after bleeding. The evaluation indicators of the bloodletting effect include operation time, color, hemoglobin (Hb) content, myoglobin (Mb), and metmyoglobin (met-Mb) content. The evaluation indicators of fish quality include thiobarbituric acid (TBA), volatile basic nitrogen (TVB-N), pH and centrifugal water loss rate under 4°C storage conditions. The results show that compared with the control group and other bleeding methods, the operation of silver carp with tail cutting and bleeding is more convenient and faster, and the bleeding time is the shortest; in terms of color, the silver carp meat with tail cutting and bleeding has significantly higher brightness (*L*) and whiteness, indicating that its color is brighter; in terms of blood components, the content of Hb and Mb in the meat of silver carp with cut tail and bleeding is the lowest, indicating that its bleeding effect is the best; in terms of fish quality, the cut back and tail cut silver carp have the lowest content. Bleeding silver carp can reduce the growth rate of TBA and centrifugal water loss rate, indicating that it has strong antioxidant and water retention capacity; different bleeding methods have little effect on TVB-N of silver carp, indicating that it has no spoilage degree of fish meat. Significant difference: the pH value of silver carp meat with tail cutting and bleeding is more convenient and faster, and the bleeding time is the shortest; in terms of color, the silver carp meat with tail cutting and bleeding has significantly higher brightness (*L*) and whiteness, indicating that its color is brighter; in terms of blood components, the content of Hb and Mb in the meat of silver carp with cut tail and bleeding is the lowest, indicating that its bleeding effect is the best; in terms of fish quality, the cut back and tail cut silver carp have the lowest content. Bleeding silver carp can reduce the growth rate of TBA and centrifugal water loss rate, indicating that it has strong antioxidant capacity and water retention capacity; different bleeding methods have little effect on TVB-N of silver carp, indicating that it has no spoilage degree of fish meat. Significant difference: the pH value of silver carp meat with broken spine and tail cut and bleeding was higher, indicating that the freshness of the fish meat was higher. This study shows that according to the bleeding effect and fish quality indicators, silver carp with tail cut and blood bleeding have better bleeding effects and improved fish quality, which provides a theoretical basis for mechanical bleeding of silver carp in the future.

Key words: bighead carp; blood letting method; bleeding effect; fish quality