

低温速冻处理对养殖大黄鱼冻藏品质的影响

屠冰心 娄永江* 刘永固

(宁波大学海洋学院, 315211)

摘 要 研究了养殖大黄鱼分别用 -20°C 空气冻结和 -65°C 低温速冻处理后,在 -18°C 冻藏过程中肌肉蛋白质生化特性、质构特性以及组织结构的变化情况。结果表明,无论是 -20°C 空气冻结还是 -65°C 低温速冻,随着贮藏时间的延长,养殖大黄鱼的盐溶性蛋白含量、 Ca^{2+} -ATPase 活性、硬度均呈下降趋势,pH 值先下降后上升。低温速冻处理冻结速率快,组织细胞产生的冰晶小且均匀,细胞形态基本保持完整,对盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性影响极显著($P < 0.01$),低温速冻更有利于保持养殖大黄鱼的品质。

关键词 养殖大黄鱼;冻藏;低温速冻;品质

中图分类号 S984.1 文献标志码 A 文章编号 1000-7075(2014)01-0055-05

Sharp freezing effects on the quality of frozen stored *Larimichthys crocea*

TU Bing-xin LOU Yong-jiang* LIU Yong-gu

(School of Marine Science, Ningbo University, 315211)

ABSTRACT Variations of biochemical properties, texture and tissue structure of *Larimichthys crocea* during the frozen storage at -18°C after -20°C air freezing or -65°C liquid freezing were investigated. The results showed that the content of salt-soluble protein, Ca^{2+} -ATPase activity and hardness decreased with the prolonging of frozen storage time, while pH value decreased first, then increased. With the increase of freezing speed, the ice crystals became smaller and more uniform, which was helpful to keep the integrity of cell structure, to reduce the loss of salt-soluble protein and Ca^{2+} -ATPase activity. The sharp freezing method may enhance the *L. crocea* quality during frozen storage.

KEY WORDS *Larimichthys crocea*; Frozen storage; Sharp freezing; Quality

大黄鱼 *Larimichthys crocea* 肉质细嫩鲜美、营养价值高,一直深受海内外消费者的喜爱。二十世纪 90 年代,由于人类的掠夺式捕捞,野生大黄鱼产量急剧下降,已近枯竭。为拯救大黄鱼资源,大黄鱼养殖兴起。1985 年福建宁德开展大黄鱼人工育苗研究并获得成功。随着大黄鱼人工育苗技术成熟,大黄鱼网箱养殖面积迅速扩大。目前我国大黄鱼养殖业发展迅猛(沈锦玉等 2008),网箱约 50 万个,年产量约 7 万 t(王燕平 2012)。

国家星火计划项目(S2011C220050)资助

* 通讯作者。E-mail:louyongjiang@nbu.edu.cn

收稿日期:2012-12-03;接受日期:2013-01-09

作者简介:屠冰心(1987-),女,硕士研究生,主要从事水产品加工与贮藏研究。E-mail:tubingx@163.com, Tel:13586827513

市售以冰鲜品和冻品为主,冰鲜品能较好地保持原有品质,冻品保质期长。但是冰鲜品保鲜期短(杨文鸽等 2007),冻品多以气体为冷媒,品质较差,已满足不了现代消费者的需求。目前关于冷冻对养殖大黄鱼品质影响的研究甚少。本研究采用 -20°C 空气冻结和 -65°C 液体低温冻结的方法,考察大黄鱼在 -18°C 冻藏过程中蛋白生化特性、质构及组织结构方面的变化情况,以期找到更好的冻结方法,为大黄鱼冷冻加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

养殖大黄鱼为闽粤东族,条重(350~400)g,2011年11月养殖网箱起捕后迅速填冰运回实验室备用。

DC低温液体速冻机(上海方瑞仪器有限公司),DeltaTRAK20205电子温度记录仪(美国DeltaTRAK有限公司),TA-XT2i型质构仪(英国Stable Micro Systems公司),CM1900低温恒冷冰冻切片机(德国莱卡),Olympus BX51光学显微镜(日本Olympus)。

1.2 方法

1.2.1 冻结处理

将大黄鱼真空包装后,分别置于 -20°C 冷库和 -65°C 液体速冻机内进行冻结,冻结至中心温度 -18°C 后取出,迅速放入 -18°C 冻藏。

1.2.2 冻结曲线的测定

在大黄鱼鱼体中心位置插入DeltaTRAK电子温度记录仪探头后,置于不同冻结条件下冻结,并实时监测鱼体中心温度。

1.2.3 pH的测定

参照侯温甫等(2006)的方法进行。

1.2.4 肌原纤维蛋白的制备

参照蒙健宗等(2007)的方法进行。

1.2.5 盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase活性的测定

蛋白浓度测定方法参照双缩脲法(万建荣等 1993), Ca^{2+} -ATPase活性测定参照钼酸铵法(万建荣等 1993)。

1.2.6 质构的测定

采用压力测试模式中的TPA测试,选用P50圆柱形探头对样品进行测定。测定参数:测试前、中、后速率分别为2、1、1mm/s,压缩程度50%,停留间隔时间5s,负重探头类型:Auto-5g,数据收集率:200。

1.2.7 组织结构观察

通过冷冻切片,将样品切成 $6\text{mm}\times 6\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的小块,采用Van Gieson染色法(杨建雄 2002),显微摄影观察组织结构变化。

1.3 数据处理

测定和分析结果采用SPSS 17.0和Excel进行处理,结果采取均值±标准差形式。指标的比较采用最小显著差异法, $P<0.01$ 。

2 结果与讨论

2.1 冻结曲线分析

在冻结过程中,冻结速率对冻品品质有重要影响,它与冰晶的大小以及水分的迁移有着密切关系。由图1可见,低温速冻组和普通空气冻结组通过最大冰晶生成带($-1\sim -5^{\circ}\text{C}$)、中心温度达到 -18°C 的时间分别为

4.5、269min 和 21.7、502min。低温速冻组通过最大冰晶生成带的时间远远小于普通空气冻结组,其原因可能是液体速冻时,冻品与冷媒的热量交换更加迅速,从而提高了分子热交换量,提高了分子内势能即温差。低温速冻的冻结速率远远快于普通空气冻结的速率。

冻结温度低,冻结速率快,样品中心温度通过最大冰晶生成带达到 -18°C 所需时间短,则形成的冰晶体小、分布均匀,对组织结构的破坏小(Zhu *et al.*

2005)。因此,冻结速率的快慢将直接影响鱼肉的品质。

2.2 养殖大黄鱼肌肉组织结构的变化

鱼的肌肉组织是由紧密连接的、平行的肌肉纤维构成的,这些肌肉纤维由不同数量的呈空隙的结缔组织相结合(张廷序 1981)。对图2中肌纤维和冰晶留下的空隙进行计算和分析,普通空气冻结和低温液体冻结形成的冰晶直径分别为 $(203.56 \pm 90.47)\mu\text{m}$ 和 $(31.33 \pm 9.34)\mu\text{m}$ 。普通空气冻结后肌肉纤维排列无序,产生的冰晶大而杂乱;而低温液体冻结后肌肉纤维排列有序,结构比较紧密,产生的冰晶小而均匀。这是由于在低温速冻时,鱼肉纤维内的水分大多细胞膜内冻结,因而肌肉纤维间形成的冰晶体积较小,间距亦小。同时,纤维不致受到较大冰晶体的挤压,可以较好地保持纤维的完整性。在普通空气冻结时,鱼肉纤维内的水分被分离出来,在纤维膜外逐渐冻结,而留在纤维内的水分也多聚集于边缘,致使纤维内的原生质呈现不均匀的现象。纤维之间形成大的冰晶体后,挤压附近的纤维,使之发生不同程度的歪曲,改变其原有形状或造成裂口。可见冻结速率对肌肉组织有重要影响,这与汪之和等(2001)对鲢鱼、Tironi 等(2010)对鲈鱼的研究结果一致。但并非速冻温度越低,组织结构被破坏程度越小。Boonsumrej 等(2007)在对虾的研究中发现,冻结温度为 -70°C 时冻结效果最佳,当温度低于 -100°C ,组织出现大面积断裂现象。因此,一定速冻速率有利于冻鱼的品质。

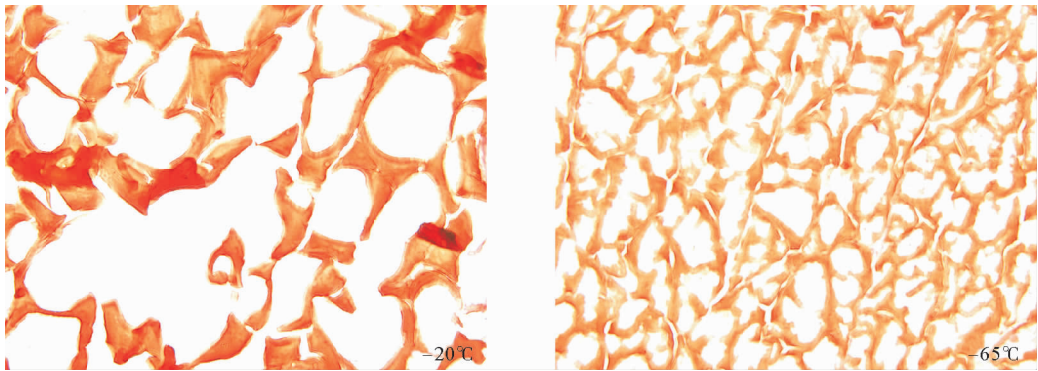


图2 养殖大黄鱼冻藏7d的肌肉组织结构比较

Fig. 2 Muscle structure of *L. crocea* after being frozen-stored for 7 d

2.3 养殖大黄鱼肌肉硬度的变化

质构是鱼类等水产品的一个非常重要的评价指标,其中以硬度值最为可信(Hyldig *et al.* 2001)。由图3可知,在冻藏期间,大黄鱼的硬度随着时间而下降,这与戴志远等(2008)对大黄鱼、刘铁玲等(2010)对鲤鱼、鲢鱼的研究结果一致。造成硬度下降的原因可能是在冻藏过程中冰晶形成使组织结构破坏,非水相组分被浓缩使蛋白质变性,造成鱼肉质变软(阮征等 2008)。与新鲜样品比,冻藏75d后,低温速冻组硬度降低了25.20%,而普通空气冻结组硬度降低了52.82%。可见低温速冻有利于保持冻品品质。

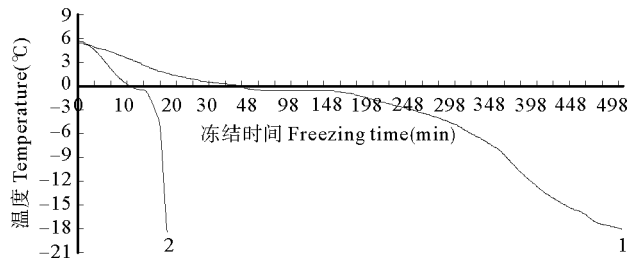


图1 不同冻结温度下大黄鱼中心部位冻结曲线

Fig. 1 Freezing curve of the central part of *L. crocea* at different freezing temperature

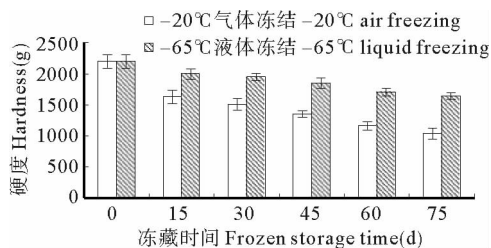


图 3 养殖大黄鱼在冻藏过程中硬度的变化

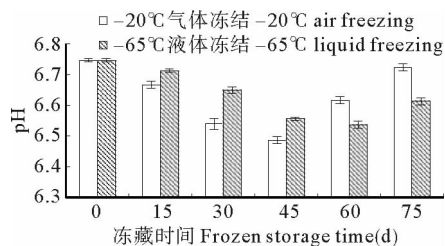
Fig. 3 Change of hardness of *L. crocea* during frozen storage

图 4 养殖大黄鱼在冻藏过程中 pH 值的变化

Fig. 4 Change of pH value of *L. crocea* during frozen storage

2.4 养殖大黄鱼肌肉 pH 值的变化

pH 值是评价水产品鲜度变化的一项重要参考指标。从图 4 可见,在冻藏期间,大黄鱼的 pH 值先下降后上升。这是由于水产动物停止呼吸时,体内的糖原开始分解,产生乳酸,导致 pH 值下降,当 pH 值降到最低时,达到僵直期高峰;随着时间的推移,微生物作用、脂肪氧化、蛋白质分解等产生碱性物质,使 pH 值又回升,进入解僵期(李 辉等 2011)。与普通空气冻结组相比,低温速冻组僵直期时间较长,进入解僵期时间较晚,这有利于保持冻鱼品质。

2.5 肌原纤维盐溶性蛋白和 Ca^{2+} -ATPase 活性的变化

蛋白质的功能特性主要由肌原纤维蛋白决定,蛋白质变性后肌原纤维蛋白的溶解度降低,盐溶性蛋白含量减少。因此测定盐溶性蛋白在一定程度上反映了蛋白质的变性情况(曾名勇等 2003)。由图 3、图 4 可见,与新鲜样品相比,冻藏后的样品盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性都有所降低,与 Benjakul 等(2003)对热带鱼、Leelapongwattana 等(2005)对蛇鲭的研究结果一致。低温速冻组的盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性都极明显高于普通空气冻结组($P < 0.01$)。

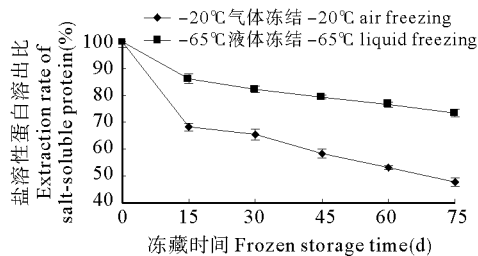
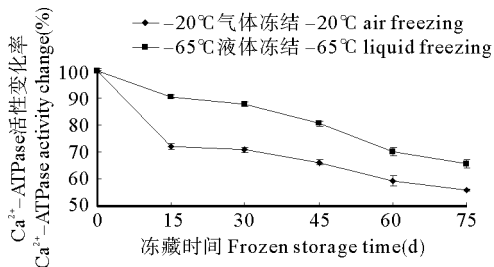


图 5 养殖大黄鱼在冻藏过程中盐溶性蛋白的变化

Fig. 5 Change of salt-soluble protein of *L. crocea* during frozen storage图 6 养殖大黄鱼在冻藏过程中 Ca^{2+} -ATPase 活性的变化Fig. 6 Change of Ca^{2+} -ATPase activity of *L. crocea* during frozen storage

引起冻藏过程中肌原纤维盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性下降的因素有多种。一般认为,冻藏过程中,细胞液浓缩及冰晶形成、pH 值下降、巯基氧化等致使蛋白质变性,造成了盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性的下降。

3 总结

无论是 -20°C 空气冻结还是 -65°C 液体冻结,在冻藏过程中肌原纤维的空间结构均发生改变,养殖大黄鱼的硬度降低,盐溶性蛋白含量减少, Ca^{2+} -ATPase 活性下降,pH 值先下降后上升。在冻藏过程中,冰晶的长大

也对冻鱼的品质有着重要影响。低温速冻处理冻结速率快,产生的冰晶细小均匀,对组织结构破坏小,盐溶性蛋白含量和对蛋白质变性和 Ca^{2+} -ATPase 活性降低率低,对盐溶性蛋白含量和 Ca^{2+} -ATPase 活性影响极显著($P < 0.01$),更有利于保持养殖大黄鱼的品质。

参 考 文 献

- 万建荣,洪玉清,奚印慈,吴光红. 1993. 水产食品化学分析手册. 上海:上海科学技术出版社
- 王燕平. 2012. 野生大黄鱼身价上千元 人工养殖仅二三十元. 钱江晚报, 7月25日第6版
- 刘铁玲,何新益,李 昀. 2010. 冻藏对鲢鱼、鲤鱼鱼肉质构影响的比较研究. 食品与机械, 26(2): 13-15
- 阮 征,李泮生,朱志伟,蒙名燕. 2008. 不同冻结速率对脆肉鲩鱼片冻结特性的影响研究. 农业工程学报, 24(2): 250-254
- 张廷序. 1981. 鱼在冷冻冷藏中肌肉组织学的变化. 海洋水产研究, 2: 57-68
- 李 辉,刘莲凤,杨博峰,韩 芳,许加超,高 昕. 2011. 冰温保鲜条件下牙鲆的鲜度及质构变化. 渔业科学进展, 32(3): 63-68
- 杨文鸽,薛长湖,徐大伦,竺巧玲,楼乔明. 2007. 大黄鱼冰藏期间 ATP 关联物含量变化及其鲜度评价. 农业工程学报, 23(6): 217-222
- 杨建雄. 2002. 生物化学与分子生物学实验技术教程. 北京:科学出版社, 33-34
- 汪之和,王 髓,苏得福. 2001. 冻结速率和冻藏温度对鲢鱼肉蛋白质冷冻变性的影响. 水产学报, 25(6): 564-569
- 沈锦玉,余旭平,潘晓艺,许文军,尹文林,曹 铮. 2008. 网箱养殖大黄鱼假单胞菌病原的分离与鉴定. 海洋水产研究, 29(1): 1-6
- 侯温甫,薛长湖,杨文鸽,高 昕. 2006. 低温速冻处理对鲷鱼冻藏生化特性的影响. 海洋水产研究, 27(3): 73-77
- 曾名勇,黄 海,李八方. 2003. 鲮肌肉蛋白质生化特性在冻藏过程中的变化. 水产学报, 27(5): 480-485
- 蒙健宗,秦小明,赵文报,宁恩创,韦 璐. 2007. 海藻糖对冷冻罗非鱼片蛋白质变性作用的影响. 食品工业科技, 28(2): 214-216
- 戴志远,张志广,王宏海,叶 婧. 2009. 不同介质低温速冻对养殖大黄鱼冻藏生化指标的影响. 食品与发酵工业, 35(11): 160-163
- Benjakul S, Visessanguan W, Thongkaew C and 1 other. 2003. Comparative study on physicochemical changes of muscle proteins from some tropical fish during frozen storage. Food Res Int 36(8): 787-795
- Boonsumrej S, Chaiwanichsiria S, Tantratian S and 2 others. 2007. Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. J Food Eng 80(1): 292-299
- Hyldig G, Nielsen D. 2001. A review of sensory and instrumental methods used to evaluate the texture of fish muscle. J Texture Stud 32(3): 219-242
- Leelapongwattana K, Benjakul S, Visessanguan W and 1 other. 2005. Physicochemical and biochemical changes during frozen storage of minced flesh of lizardfish (*Saurida micropectoralis*). Food Chem 90(1-2): 141-150
- Tironi V, de Lamballerie M, Le-Bail A. 2010. Quality changes during the frozen storage of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) muscle after pressure shift freezing and pressure assisted thawing. Innov Food Sci Emerg Technol 11(4): 565-573
- Zhu S, Ramaswamy HS, Bail AL. 2005. Ice-crystal formation in gelatin gel during pressure shift versus conventional freezing. J Food Eng 66(1): 69-76