

不同冻藏条件下养殖大黄鱼鱼肉质构变化的研究*

戴志远, 崔雁娜, 王宏海

(浙江工商大学水产品加工研究所, 浙江 杭州, 310035)

摘 要 采用质构分析仪对 -18°C 和 -50°C 贮藏条件下的养殖大黄鱼进行 TPA(质地多面剖析)模式测试。随着冷冻贮藏期的延长, 养殖大黄鱼的各个参数都在下降; -50°C 冷冻贮藏条件下大黄鱼的硬度、弹性、咀嚼性、黏黏性、凝聚性和恢复性这些参数均高于 -18°C 冷冻贮藏条件下的大黄鱼, -50°C 冷冻贮藏条件下大黄鱼的黏附性低于 -18°C 冷冻贮藏条件下的大黄鱼。结果表明: 随着冷冻贮藏时间的延长, 养殖大黄鱼的质构在下降, -18°C 冷冻贮藏条件下的大黄鱼质构下降更加明显。

关键词 养殖大黄鱼, 冷冻贮藏, TPA, 质构

近几年来, 国外的一些学者分别使用质构仪研究了 TPA 模式下不同温度、不同物质对鱼肉质构的影响及鱼肉不同部位质构的差异^[1~6]。国内, 蒋予箭等人用质构仪对鱼类弹性的测定方法进行了研究; 宋广磊等人研究了磷酸盐对鱼糜的质构的影响^[7,8]。

本文研究了 -18°C 和 -50°C 冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼 TPA 模式下各参数的变化。为进一步改善冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼的质构以及产品的口感提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

大黄鱼, 购于市场, 符合国家一级鲜度标准。每尾重 330~400 g, 长约 35 cm。大黄鱼运至实验室后即去鳞、去鳃、去内脏、用流动自来水清洗干净, 然后分别真空包装于冷冻包装袋(39 cm×22 cm)中, 放入 -18°C 和 -50°C 的冰箱中。

1.2 主要仪器

Forma-86 超低温冰箱, Thermo Fisher 公司; BC/BD-225SA 卧式双层门冷藏冷冻专柜, 青岛海尔电冰柜有限公司; TA-XT2i 质构分析仪, Stable Micro System 公司等。

1.3 方 法

1.3.1 取样方法

取鱼中线以上靠近头部的样品, 去皮, 切成厚 10 mm, 长 30 mm, 宽 20 mm 的方块(如图 1)。

1.3.2 测试条件

第一作者: 学士, 教授级高工。

* 国家 863 项目(2007AA091803), 浙江省重大科技攻关项目(2005C12014), 浙江省海洋开发管理项目(04-09)资助
收稿日期: 2008-04-01, 改回日期: 2008-06-11

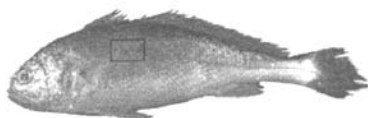


图 1 大黄鱼取样部位示意

采用 TA-XT2i 质构分析仪, 使用平底柱形探头 p/5(5 mm 直径), 采用模拟人牙齿咀嚼食物, 对试样进行 2 次压缩质构仪质地多面剖析(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 1 mm/s, 压缩程度 50%, 停留间隔时间 5 s, 负重探头类型: Auto-5g, 数据收集率: 200, 环境温度: $12\sim 16^{\circ}\text{C}$ 。每次测 3 个样品, 每个样品测 6 次, 取平均值。

测试前速率指从测试开始到探头接触到样品并感应到 5g 力时质构仪测试臂移动的速度; 测试速率指从探头感应到 5g 力到 2 次穿刺样品达到一定变形阶段测试臂移动的速度; 测试后速率指质构仪测试完毕自动返回到起始位置的速度。取点数是单位时间内仪器自动采集数据的数目, 取点数越多, 越接近样品的实际变化。

1.3.3 数据处理

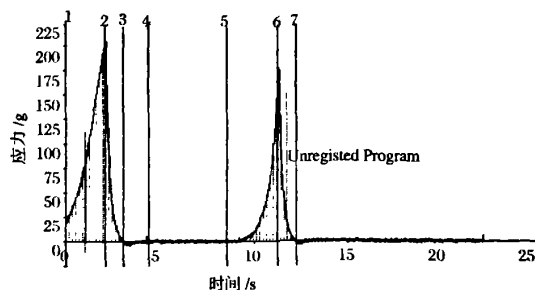


图 2 养殖大黄鱼 2 次压缩质构仪质地多面剖析(TPA)模式图谱

质构仪测试数据通过相关软件分析得出。图 2 为对养殖大黄鱼进行 TPA 测试后得到的典型图谱。

TPA 参数及其定义见表 1^[9]。

表 1 TPA 参数及其定义

参 数	定 义
硬 度/g	是第 1 次压缩时的最大峰值,多数样品的硬度值出现在最大变形处。
黏附性/g·s	第 1 次压缩曲线达到零点到第 2 次压缩曲线开始之间的曲线的负面积(图 2 中 3 与 4 之间曲线与横轴之间的面积)。
弹 性	变形样品在去除压力后恢复到变形前的高度比率,用第二次压缩与第一次压缩的高度比值表示(图 2 中 1 与 2 之间的距离/5 与 6 之间的距离)。
咀嚼性/g	数值上用胶黏性和弹性的乘积表示。
胶黏性/g	只用于描述固态测试样品的黏性特性,数值上用硬度和凝聚性的乘积表示,即硬度×凝聚性。
凝聚性	表示测试样品经过第 1 次压缩变形后所表现出来的对第 2 次压缩的相对抵抗能力,在曲线上表现为两次压缩所做正功之比(5 与 7 之间阴影部分面积/1 与 3 之间阴影部分的面积)。
恢复性	表示样品在第一次压缩过程中回弹的能力,是第一次压缩循环过程中返回样品所释放的弹性能与压缩时探头的耗能之比(图 2 中 2 与 3 之间阴影部分面积/1 与 2 之间阴影部分面积)。

2 结果与讨论

2.1 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼硬度的变化

硬度(hardness/firmness)表现为人体的触觉-柔软或坚硬,使食品达到一定变形所需要的力,食品保持形状的内部结合力^[10]。由图 3 可以看出:在冷冻贮藏期间,−18℃和−50℃条件下养殖大黄鱼的硬度都逐渐下降。这和 Duun 等人^[5]对 −1.4℃ 和 −3.6℃ 贮藏条件下大西洋鲑鱼的研究结果相同。不过 −50℃ 条件下的大黄鱼硬度值始终大于 −18℃ 条件下的大黄鱼。这主要因为 −18℃ 条件下的大黄鱼中的 ATP 酶活性下降更加快,导致肌动球蛋白变性更加严重^[3]。并且冻结过程中鱼肌肉中的游离水成为冰结晶会对肌细胞造成机械损伤,另一方面会致使肌肉组织冻结浓缩与体积膨胀,冻结浓缩产生盐析作用促使肌肉蛋白质变性;体积膨胀产生内压会使肌肉纤维变形甚至局部断裂,使蛋白质立体结构发生变化,有可能次级键被断裂,内侧的一些疏水基团暴露在外侧,相对降低了蛋白质表面的有效电荷,也就是降低了蛋白质的亲水性与盐溶性,肌肉纤维的变形与蛋白质的凝聚促使肌肉蛋白丝从 Z 线与 M 线上脱离,从而造成肌肉硬度的下降^[11]。

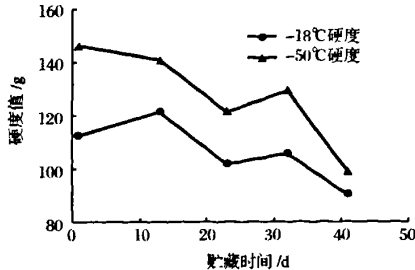


图 3 养殖大黄鱼冷冻贮藏期间硬度随时间的变化

2.2 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼黏附性变化

黏附性(adhesiveness)是下压一次后将探头从试样中拔出所需能量大小,反映了在咀嚼鱼肉时,食品表面与其物体(舌、齿、腭等)粘在一起的力。黏附性参数能够反映鱼肉细胞间结合力大小,细胞间结合力减小,则粘着性值增大^[12]。从图 4 可以看出,随着冷冻贮藏时间的延长,2 种不同温度下的养殖大黄鱼的黏附性都在下降,−18℃ 条件下的大黄鱼黏附性始终高于 −50℃ 条件下的大黄鱼黏附性。这说明在冷冻贮藏期间,养殖大黄鱼细胞间的结合力增加。这可能是由于蛋白质发生了冷冻变性,二硫键被破坏,吸水性下降^[13]。−18℃ 条件下的大黄鱼结合力始终低于 −50℃ 条件下的大黄鱼。这正好和图 3 中 −18℃ 条件下的大黄鱼的硬度始终小于 −50℃ 条件下的大黄鱼的硬度的研究结果相吻合。

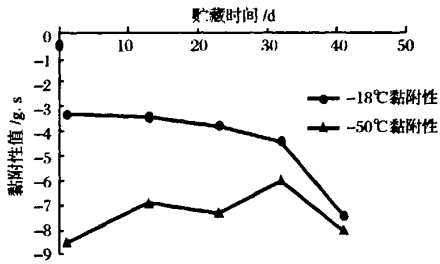


图 4 养殖大黄鱼冷冻贮藏期间黏附性随时间的变化

2.3 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼弹性的变化

弹性(springiness)反映了外力作用时变形及去力后的恢复程度^[10]。由图 5 可以看出:−18℃ 和 −50℃ 贮藏条件下大黄鱼的弹性都是在急剧下降一段时间后变化开始缓慢。并且 −50℃ 贮藏条件下大黄鱼的弹性始终高于 −18℃ 贮藏条件下大黄鱼。这可能与 −50℃ 贮藏条件下大黄鱼 ATP 酶活性相对较高,肌动球蛋白变性少,肌肉间的结合力较大有关。

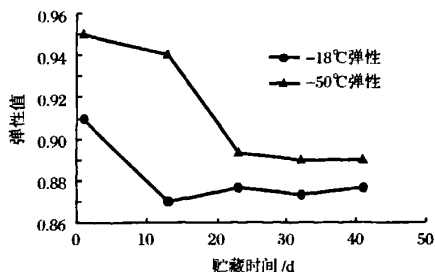


图5 冷冻贮藏期间养殖大黄鱼弹性随时间的变化

2.4 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼咀嚼性变化

咀嚼性(chewiness)就是所说的咬劲。由表1的定义可知,咀嚼性是一项质地综合评价参数。它是肌肉硬度降低,肌肉细胞间凝聚力降低,肌肉弹性减小等综合作用的结果。从图6可以看出,随着贮藏时间的延长,-18℃和-50℃贮藏条件下的养殖大黄鱼咀嚼性都有不同程度的下降。不过,在冷冻贮藏期间,-50℃下的大黄鱼咀嚼性始终高于-18℃的。这同样说明随着贮藏时间的延长,2种条件下的养殖大黄鱼口感都在下降,但-50℃贮藏条件下的大黄鱼质构要好于-18℃贮藏条件下的大黄鱼。

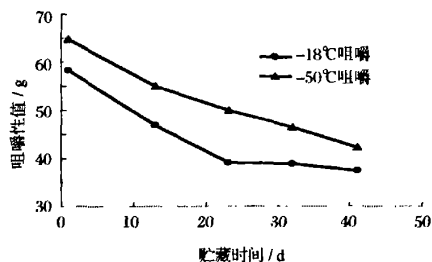


图6 冷冻贮藏期间养殖大黄鱼咀嚼性随时间的变化

2.5 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼胶黏性变化

胶黏性(gumminess)是用来描述半固态食品在一定力作用下流动性的参数^[10]。从图7可以看出,它可以由硬度和凝聚性的乘积来表示,也是一项质地综合评价参数。从图7可以看出,在冷冻贮藏期间内,-50℃贮藏条件下大黄鱼的胶黏性缓慢下降,-18℃贮藏条件下的大黄鱼迅速下降到一定程度后基本不变。但-50℃贮藏条件下大黄鱼的胶黏性始终高于-18℃贮藏条件下的大黄鱼。这可能是因为冷冻贮藏过程中肌原纤维蛋白发生了降解,-18℃贮藏条件下的大黄鱼降解的更加严重,其肌原纤维密度要低于-50℃贮藏条件下大黄鱼^[14,15]。结果表明,-50℃贮藏条件下的大黄鱼质构要好于-18℃贮藏条件下的大黄鱼。

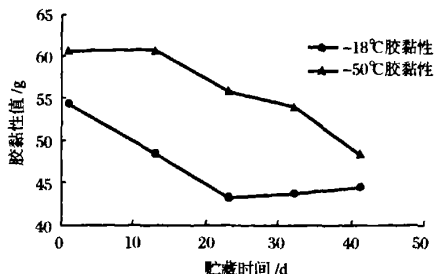


图7 冷冻贮藏期间养殖大黄鱼胶黏性随时间的变化

2.6 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼凝聚性变化

凝聚性(cohesiveness)反映的是咀嚼鱼肉时,鱼肉抵抗受损并紧密连接使其保持完整的性质,它同样反映了细胞间结合力的大小,但与黏附性反映的鱼肉的性质恰好相反^[12]。由图8可以看出,在冷冻贮藏期间,大黄鱼肌肉的凝聚性都在下降,但-50℃贮藏条件下大黄鱼的凝聚性始终比-18℃贮藏条件下大黄鱼的凝聚性高。说明-18℃贮藏条件下大黄鱼的结合力始终小于-50℃贮藏条件下的大黄鱼。可以推断大黄鱼肌肉细胞间结合力随贮藏时间的延长在下降,以致肌肉组织变得疏松,使其口感质量降低。另一方面,可能由于在冷冻贮藏期间,蛋白质发生了变性,暴露出较多的非极性疏水基团,从而导致凝聚性的下降。但-50℃贮藏条件下的大黄鱼要比-18℃贮藏条件下大黄鱼质构好些。

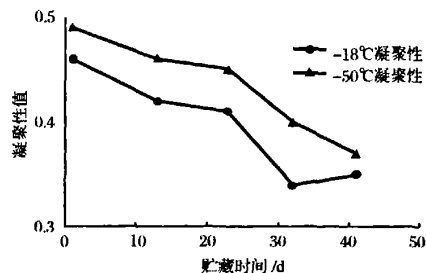


图8 冷冻贮藏期间养殖大黄鱼凝聚性随时间的变化

2.7 不同冷冻贮藏条件下养殖大黄鱼恢复性变化

恢复性(resilience)反映的是鱼肉在受压状态下快速恢复变形的能力,而弹性表示鱼肉在一定时间内恢复变形的能力,二者都可以反映鱼肉的生物体弹性,区别在于恢复变形的一个时间过程^[12]。由图9可以看出,-50℃贮藏条件下的大黄鱼恢复性缓慢下降到一定程度保持不变,-18℃贮藏条件下的大黄鱼一直保持缓慢下降。-50℃贮藏条件下的大黄鱼恢复性始终高于-18℃贮藏条件下的大黄鱼。同样表明:在冷冻贮藏期间内,-50℃贮藏条件下的大黄鱼质构要比-18℃贮藏条件下的大黄鱼好。