

唐 森,李军生,胡金鑫,等. 应用挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值评价大菱鲆的新鲜程度[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):297-301.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.098

应用挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值 评价大菱鲆的新鲜程度

唐 森¹, 李军生¹, 胡金鑫^{1,2}, 阎柳娟¹, 黄国霞¹

(1. 广西科技大学生物与化学工程学院/广西糖资源绿色加工重点实验室/广西高校糖资源加工重点实验室, 广西柳州 545006;

2. 国家轻工业食品质量监督检测天津站, 天津 300451)

摘要:为了有效而简便地对鱼类等水产品进行新鲜程度的评价,提出通过挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值对大菱鲆的新鲜程度进行测定,验证此比值作为评价大菱鲆新鲜度指标的可行性。结果表明,单一的三甲胺(TMA)和氧化三甲胺(TMAO)很难准确地评价大菱鲆的新鲜程度;二甲胺(DMA)和甲醛(FA)是大菱鲆冻藏阶段的腐败产物,因而不能对各个贮藏阶段下的大菱鲆进行品质评价;挥发性盐基氮(TVB-N)在评价冷冻鱼品质时敏感度变差;菌落总数(TVC)很难反映冷冻贮藏样品的真实鲜度;参照感官评定,在3个贮藏条件下,当挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值大于0.81时,大菱鲆就超出了安全食用范围。

关键词:大菱鲆;新鲜度;挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值;挥发性盐基氮;菌落总数

中图分类号:S984.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)09-0297-05

随着物质生活水平的不断提高,人们对水产品的消费逐渐趋向于新鲜、卫生、安全。目前,我国的水产品大多以鲜活销售、冷藏或冷冻形式储藏。在常温和冷藏条件下,微生物通常是鱼体腐败的主要因素,TMAO通过微生物中的氧化三甲胺还原酶的作用还原为TMA^[1],除此之外,鱼体中的卵磷脂也可转变为TMA^[2]。低温冷冻是一种常见的保藏方法,通常用来控制或减缓鱼肉的腐败进程。冷冻条件下,除了极少部分微生物作用于鱼产品外,TMAO还会被TMAOase分解为等量的DMA和FA^[3],这就造成了冷冻条件下鱼产品不同于冷藏条件的腐败机制,然而如何有效而快速地评价水产品的鲜程度是目前迫切需要解决的问题,沿用传统的评价方法不一定能准确而快速的判断其真正的新鲜程度。无论在何种贮藏条件下,鱼体中具有鲜味特征的TMAO均在鱼体死亡后转变为具有腐败特征的挥发胺,有研究提出将鱼体中具有腐败特征的挥发胺与鲜味特征的TMAO构成比例来对鱼产品进行新鲜程度的评价^[4-5]。

大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)属于鲈形目鲆科,在中国称“多宝鱼”,原产于欧洲大西洋海域,是名贵的低温经济鱼类。应用挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值对大菱鲆进行鲜度检测还未见报道,本研究以大菱鲆作为试验对象,分别将0、5℃作为冷藏条件,30℃作为常温条件,-18℃作为冷冻条件,分别模拟冷藏、常温和冷冻贮藏过程,将挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值分成TMA/TMAO摩尔比值和(TMA+DMA)/TMAO

摩尔比值2种形式,分别对冷藏常温贮藏条件下的样品和冷冻保藏的样品进行品质评价,研究鱼肉中TMA/TMAO摩尔比值和(TMA+DMA)/TMAO摩尔比值在贮藏过程中的变化规律;同时对样品中的TMAO、TMA、DMA、FA、TVB-N和TVC进行检测,分析各指标作为大菱鲆鲜度评价指标的可行性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大菱鲆采购于本地农贸市场,尾质量为(0.5±0.2) kg。

1.2 贮藏试验

将样品活鱼用冰水致休克后,再击头致死。根据贮藏条件的不同将样品鱼分成4组,第1组将样品鱼放入带有漏水孔的泡沫箱中,泡沫箱中为层鱼层冰结构,再将泡沫箱放入3℃的培养箱中,适时换冰,此为0℃;第2组放入5℃冰箱冷藏室中;第3组放置在温度为30℃的恒温培养箱内,作为常温条件;最后1组将样品放入-18℃的冰箱冷冻室内中贮藏,作为冷冻环境。

1.3 样品处理

按照SC/T 3016—2004《水产品抽样方法》中方法^[6]取样,除去鱼鳞、鱼皮,取背部和腹部肌肉,将鱼肉绞碎后,称量并分装进经杀菌后的自封袋中,定时取出,对样品中的各项指标进行测定。留出整鱼进行感官评定。每次检测做3个平行试验,取其平均值。

1.4 试验仪器与设备

DF-101S集热式恒温加热磁力搅拌器(河南巩义市予华仪器公司);LD4-2型低速离心机(北京医用离心机厂);PHS-25CW微型型pH/mV;UV-2012PC型紫外可见分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司];SPX-250B-Z型生化培养箱(上海博迅实业有限公司医疗设备厂);LRH-250A生

收稿日期:2014-09-19

作者简介:唐 森(1990—),男,安徽阜阳人,硕士研究生,研究方向为食品生物化学。E-mail:ts540998577@163.com。

通信作者:李军生,博士,教授,硕士生导师,主要从事生物分子的化学修饰与功能、食品生物化学研究及食品添加剂的研制与开发工作。E-mail:junshenglee63@yahoo.com.cn。

化培养箱(广东省医疗器械厂);ZFD-A5040A 型全自动新型鼓风干燥箱(上海智城分析仪器制造有限公司);JJ200 型电子天平(江苏省常熟市双杰测试仪器厂);半微量凯氏定氮蒸馏器;冰箱。

1.5 测定方法

表 1 冷藏和常温鱼类感官评价标准

指标	一级新鲜(E)	二级新鲜(A)	货架期(B)	腐败中期(C)
体表	黏液透明,体色鲜艳	黏液乳白色,体色轻微消失	黏液稍发暗,体表无光泽	黏液不透明,体色消失很严重
气味	较强的海腥味,蒸后有明显清香味	很弱的海腥味,蒸后有轻微清香味	轻微的酸臭和腐败味,蒸后有轻微异味	很重的酸臭和腐臭味,蒸后有明显的异味
鳃	鲜红色,没有异味,鳃丝完全分离	暗红色,没有异味,鳃丝黏附在一起	稍白色,鱼腥气,鳃丝粘附在一起	黄灰色,较强的氨臭味,鳃丝完全粘附
肌肉	处于僵硬期或其部分消失,蒸后肉质紧致白嫩	坚硬,有弹性,压痕完全迅速消失,蒸后肉质弹性稍差	弹性显著减弱,有机机械印痕,然后肉有糜感,肉色较暗	由于外力影响有较重的形变,蒸后肉质松软糜烂,色泽偏黄
肉味	较强的海腥味	很弱的海腥味	轻微的酸和腐臭味	较重的酸和腐臭味

表 2 冷冻鱼类感官评定标准

指标	一级新鲜(E)	二级新鲜(A)	货架期(B)	腐败中期(C)
体表	具有鲜鱼固有的鲜明本色与光泽,黏液透明,鳞片完整、不易脱落,腹部正常	黏液透明,体色轻微变暗,鳞片完整、不易脱落	体表黏液增加,不透明,鳞光泽稍差并易脱落	鱼鳞暗淡无光且易与外皮脱离,表面附有污秽黏液,腹部膨胀或下陷
肌肉	解冻后肌肉坚实有弹性,以手指压后凹陷立即消失,肌肉的横断面有光泽	解冻后有弹性,压痕完全迅速消失,蒸后肉质弹性稍差	解冻后弹性显著减弱,蒸后肉质口感变差	解冻后手指压后凹陷不消失,肌肉易与骨刺分离蒸后肉质硬化
眼睛	眼球饱满凸出,角膜透明,洁净无污物	鱼眼球稍显干瘪,角膜出现污浊感	眼角膜起皱并稍变混浊,有时由于内溢血而发红	眼球平坦或稍陷,角膜混浊发白
鳃	鱼鳃部横条清晰可辨,呈褐色或暗红色	鳃盖不紧,容易打开,鳃片淡红、紫色或暗红	鳃盖较松,呈暗红	鱼鳃部横条模糊,呈灰红色
气味	很强的海腥味,蒸后有明显清香味	较强的海腥味,蒸后有轻微清香味	很弱的海腥味,蒸后清香味消失	轻微的腐败味,蒸后有轻微异味

1.5.2 TVB-N 值的测定 参照水产行业标准 SC/T 3032—2007《水产品中挥发性盐基氮的测定》。

1.5.3 菌落总数的测定 参照 GB 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定》。

1.5.4 TMA/TMAO 摩尔比值的测定 应用苦味酸比色法对大菱鲆鱼肉中的 TMA 和 TMAO 同时进行测定,该方法依靠 Fe-EDTA 将样品中的 TMAO 全部还原成 TMA,此时,被还原的样品中包含固有的 TMA 和 TMAO 还原的 TMA 两部分,样品中 TMAO 含量是由 TMA 总量与样品中原有的 TMA 的量的差值换算得出。因此,该方法在测定样品 TMAO 的同时也将 TMA 含量同时测出。具体方法参照李丰所用方法^[9]并稍作修改。本研究提出的 TMA/TMAO 摩尔比值表达式如下: TMA/TMAO 摩尔比值 = n(TMA)/n(TMAO)。式中: n(TMA) 为 1 g 样品中所含三甲胺物质的量,单位为 mol; n(TMAO) 为 1 g 样品中所含氧化三甲胺物质的量,单位为 mol。

1.5.5 (TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值的测定 采用比色法对大菱鲆鱼肉中的 DMA 含量进行测定,本研究提出的 (TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值公式表达式为: (TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值 = [n(TMA) + n(DMA)]/n(TMAO)。式中: n(TMA) 为 1 g 样品中所含三甲胺物质的量,单位为 mol; n(DMA) 为 1 g 样品中所含二甲胺物质的量,

1.5.1 感官评价 由 7 名感官评定人员进行感官评价试验,冷藏和常温条件下的感官评定方法参照崔正翠等的感官评定标准^[7]并稍作修改,具体的评定标准见表 1;冷冻条件下,样品从 -18 ℃ 冷冻环境中取出,立即放入 5 ℃ 的冷藏环境中解冻后,再进行感官评定,感官评分标准见表 2^[8]。

单位为 mol; n(TMAO) 为 1 g 样品中所含氧化三甲胺物质的量,单位为 mol。

2 结果与分析

2.1 冷藏和常温条件下大菱鲆各项指标的分析

2.1.1 冷藏和常温条件下大菱鲆随贮藏时间的感官变化 由表 3 可知,新鲜的大菱鲆鱼体僵直、完整、无破肚,具有鲜鱼固有色泽并且肉质紧密。大菱鲆在 0 ℃ 和 5 ℃ 贮藏条件下,分别在贮藏 192、48 h 到达二级新鲜,影响感官评价的因素主要是鱼鳃的颜色和气味的变化;分别在贮藏 288、120 h 时开始腐败,此时为大菱鲆的货架期,从此时起 2 个贮藏温度下的样品腐败速度加快;分别在贮藏 336、144 h 时进入腐败中期。崔正翠等也曾对大菱鲆贮藏过程中的感官变化进行评价,得出鱼鳃为感官评价走低的主因^[7]。

较高的贮藏温度有利于微生物的繁殖与生长,造成生鲜鱼类在常温条件下迅速发生腐败。由表 4 可知,在常温条件下,大菱鲆初始阶段感官评定为一级新鲜;大菱鲆贮存 6 h 到达二级新鲜,鱼体开始出现腐败的气味;贮存 10 h 时到达货架期,到达货架期时的大菱鲆出现较明显的腐败气味。

2.1.2 冷藏和常温条件下大菱鲆 TMA 和 TMAO 随贮藏时间的变化 从图 1 可以看出,在 3 个温度条件下 TMA 含量在贮藏过程中整体上呈持续上升的趋势。鲜活的大菱鲆鱼肉中

表 3 冷藏条件下大菱鲆的感官评价结果

评价项目	5 ℃							0 ℃			
	0 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	144 h	192 h	240 h	288 h	336 h
体表	E	E	A	A	A	B	C	A	A	B	C
气味	E	A	A	A	B	B	C	A	A	B	C
鳃	E	A	A	B	B	B	C	A	B	B	C
肌肉	E	E	A	A	A	B	C	A	B	B	C
肉味	E	A	A	A	B	B	C	A	A	B	C

表 4 常温条件下大菱鲆的感官评价结果

评价项目	评价结果						
	0 h	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	12 h
体表	E	E	A	A	B	B	C
气味	E	A	A	A	B	B	C
鳃	E	E	A	A	B	B	C
肌肉	E	E	E	A	A	B	C
肉味	E	A	A	A	B	B	C

TMA 含量为 0。感官评价 0、5、30 ℃ 贮藏条件下大菱鲆达到二级新鲜终点时 TMA 含量分别达到 0.018、0.044、0.050 mg/g；感官评价 0、5、30 ℃ 贮藏条件下大菱鲆达到货架期时 TMA 含量分别达到 0.057、0.082、0.069 mg/g。因此可利用 TMA 稳定变化的趋势对大菱鲆进行腐败程度的评价，但是仅凭单一的 TMA 指标只能了解到大菱鲆的腐败趋势，而不能确切地知道大菱鲆在任意时刻的新鲜程度。

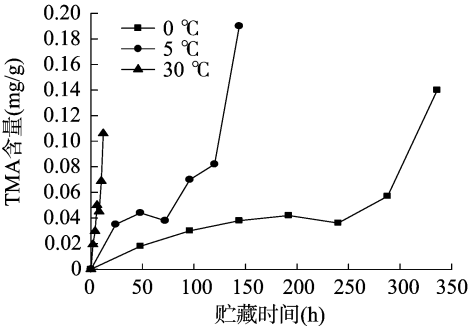


图1 冷藏和常温条件大菱鲆 TMA 含量变化

由图 2 所示，随着贮藏时间延长，30 ℃ 贮藏条件下的 TMAO 比 0、5 ℃ 条件下分解速度快，这是因为某些微生物的活性随贮藏温度的降低而被抑制，从而导致较低温度下 TMAO 的分解代谢速度下降。在 3 个贮藏温度下，TMAO 含量下降的过程中分别也出现了回升的现象，这可能是因为大菱鲆的体内同样存在着一条 TMAO 合成路径。感官评价 0、5、30 ℃ 贮藏条件下大菱鲆达到二级新鲜终点时 TMAO 含量分别达到 0.076、0.072、0.110 mg/g；感官评价 0、5、30 ℃ 贮藏条件下大菱鲆达到货架期时 TMAO 含量分别达到 0.050、0.070、0.078 mg/g。因为不同温度条件下的货架期时测得的 TMAO 含量变化范围较大，因此可以看出仅由 TMAO 测定值的大小很难对大菱鲆进行鲜度评价。

2.1.3 冷藏和常温条件下大菱鲆 TMA/TMAO 摩尔比值随贮藏时间的变化 大菱鲆在 0、5、30 ℃ 贮藏条件下，随着贮藏时间延长，TMA/TMAO 摩尔比值呈持续的上升状态（图 3）；TMA/TMAO 摩尔比值分别在 0.70、0.77、0.58 时，感官评价为到达二级新鲜；比值分别在 1.14、1.48、1.12 时，感官评价

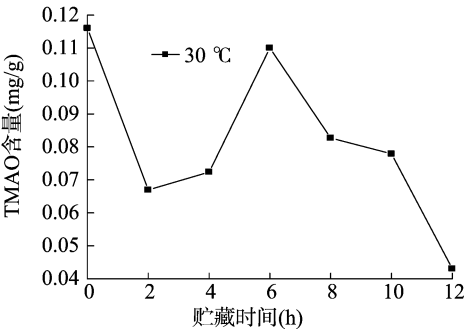
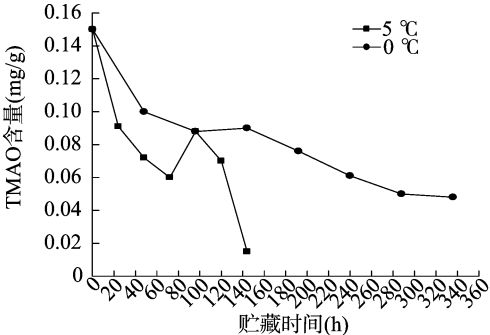


图2 冷藏和常温条件下大菱鲆 TMAO 含量变化

到达货架期，这 3 个点为贮藏过程中比值的拐点。比值在货架期所测得的数值均大于 1.12，由此可以看出在常温 and 冷藏条件下，当大菱鲆中比值小于 1.12 的时候为安全食用范围，并且其比值越小，大菱鲆就越新鲜。

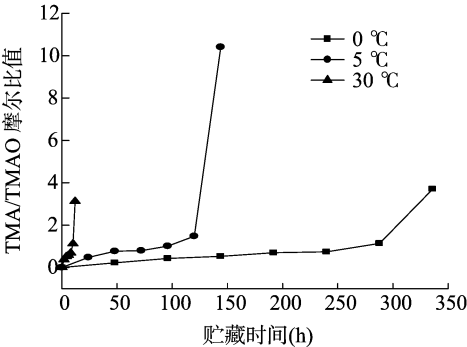


图3 冷藏和常温条件大菱鲆 TMA/TMAO 摩尔比值的变化

2.1.4 冷藏和常温条件下大菱鲆 TVB-N 测定值的分析 在 0、5 ℃ 温度条件下，贮藏前期 TVB-N 含量呈平稳上升趋势。因此，TVB-N 常作为评价鱼产品的腐败指标^[10]。由图 4 所示，在 0、5、30 ℃ 贮藏条件下，大菱鲆二级新鲜时的 TVB-N 分别是 16.42、16.53、14.69 mg/100 g，货架期时的 TVB-N 含量分别为 20.47、20.07、25.99 mg/100 g。根据 GB/T 18108—2008《鲜海水鱼》，海水鱼类的 TVB-N 值不得超过

30 mg/100 g,本试验所得货架期终点 TVB-N 结果未超出界限值,并且此判定结果与感官评定结果相一致。

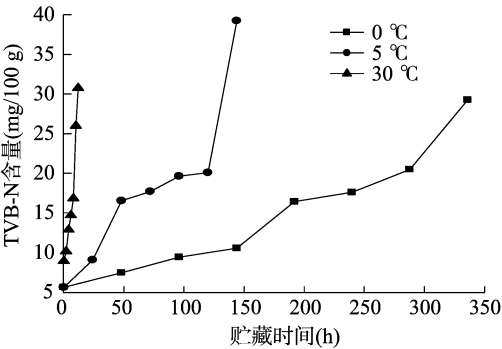


图4 冷藏和常温条件大菱鲆 TVB-N 值的变化

2.1.5 冷藏和常温条件下大菱鲆 TVC 测定值的分析 通常冷藏温度下贮藏水产品腐败由微生物的污染引起,而温度和贮藏时间又是影响腐败微生物生长的主要因素。因此,菌落总数(TVC)常被用来判定食品被污染程度,是食品卫生指示性指标。如图 5 所示,在 5、30 °C 贮藏条件下,微生物的生长没有明显的延滞期,而是直接进入了对数期,这是因为较高的温度可以促进细菌生长繁殖。2 个贮藏条件下的初始菌落总数不同,这是由鱼类的生存环境和捕捞方式的差异造成的。由冷藏和常温条件下 TVC 的稳定变化趋势可知,TVC 可以表征该条件下大菱鲆被微生物污染的程度。

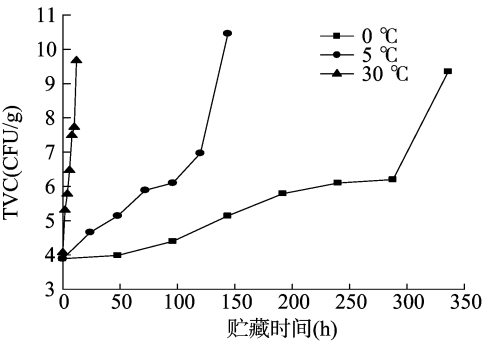


图5 冷藏和常温条件大菱鲆 TVC 的变化

2.2 冷冻条件下大菱鲆各项指标的分析

2.2.1 冷冻条件下大菱鲆随贮藏时间的感官变化 与常温和冷藏保存阶段不同,肌肉品质是样品冷冻阶段发生品质变化的主要因素,鲜活状态的大菱鲆鱼肉柔韧有弹性,随着冷冻时间延长,鱼肉品质逐渐下降,鱼肉弹性下降,肉质出现糜感,鱼肉出现脱水现象,这是由多方面原因引起的:首先,冷冻状况下鱼肉中的水分形成冰晶,分布在鱼肉组织的细胞内或细胞间,冰晶的存在造成了细胞壁的物理性损伤,导致细胞原生质外溢,细胞变形,从而造成鱼肉肌肉品质的下降;其次,冰晶的形成破坏了结合水和蛋白质分子的结合态,并且冰晶间的相互挤压破坏了部分化学键,部分化学键又发生重组,因此蛋白质分子内的化学键的断裂与重组导致蛋白变性^[11-14];最后,鱼类体内所存在的 TMAOase 催化 TMAO 生成 DMA 与 FA,醛化引起的蛋白质分子的交联作用也可引起蛋白质变性。同冷藏和常温贮藏条件一样,冷冻条件下大菱鲆鱼鳃变化最为明显,颜色逐渐加深。当样品贮存到 7 d 时,感官评定为二级新鲜;贮藏到 105 d 时,感官评定为货架期;当大菱鲆

贮藏期为 165 d 时,感官评定为腐败中期(表 5)。

表 5 冷冻条件下大菱鲆的感官评价结果

评价	感官评价结果											
指标	0 d	4 d	7 d	14 d	21 d	28 d	45 d	75 d	105 d	135 d	165 d	
体表	E	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	
肌肉	E	E	A	A	A	A	B	B	B	C	C	
眼睛	E	E	A	A	A	A	A	A	B	C	C	
鳃	E	A	A	A	A	B	B	B	B	C	C	
气味	E	E	A	A	A	A	A	B	B	B	C	

2.2.2 冷冻条件下大菱鲆 TMA 随贮藏时间的变化 大菱鲆在冷冻条件下 TMA 含量水平变化幅度较冷藏和常温下变化幅度变小,贮藏初期 TMA 的增长速度较快;之后 TMA 含量变化缓慢,并且该条件下货架期时所测得的 TMA 含量为 0.033 mg/g(图 6),这与冷藏条件下的测得值相比差别较大。由于冷冻条件下肌肉品质等其他因素主导着鱼类的品质,使 TMA 作为冷冻大菱鲆的腐败指标较不灵敏,因此在冷冻条件下 TMA 很难对大菱鲆的品质做出评价。

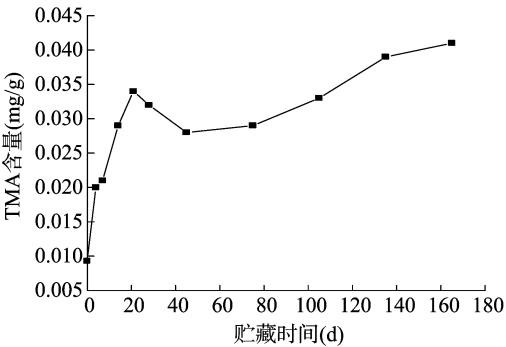


图6 冷冻条件下大菱鲆 TMA 含量的变化

2.2.3 冷冻条件下大菱鲆 TMAO、DMA 和 FA 随贮藏时间的变化 在冷冻过程中,大菱鲆 TMAO 含量水平整体呈下降趋势(图 7),与常温和冷藏条件相同,在大菱鲆冷冻条件下 TMAO 在下降的过程中同样出现了回升的现象。因此单一应用 TMAO 指标很难对大菱鲆进行鲜度评价。由图 7 还可以看出,FA 和 DMA 存在着相类似的变化趋势,冷冻条件下大菱鲆的 FA 和 DMA 含量大体上呈上升趋势,可以作为评价冷冻大菱鲆腐败程度的指标。但是,FA 和 DMA 是冷冻条件下的腐败成分,这就决定了应用 FA 和 DMA 作为大菱鲆新鲜程度的局限性。

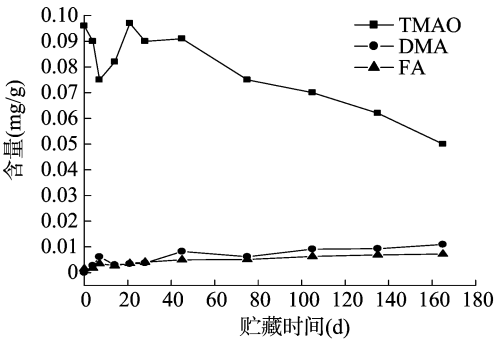


图7 冷冻条件下大菱鲆 TMAO、DMA 和 FA 含量的变化

2.2.4 冷冻条件下大菱鲆(TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值随贮藏时间的变化 同样的,和冷藏贮藏条件比较,冷冻贮藏

条件下大菱鲆没有在腐败中期出现明显的拐点,这是因为低温条件下样品的腐败过程变得更加缓慢。(TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值在前 20 d 内增长较为快速(图 8),比值为 0.49 时,感官评价为二级新鲜;比值为 1.02 时,感官评价到达货架期;比值在 1.40 时,感官评价为腐败中期。冷冻大菱鲆的(TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值随贮藏时间延长逐渐增大,在货架期所测得的比值为 0.81,因此当比值小于 0.81 时为安全食用范围,并且在安全食用范围之内比值越小,大菱鲆就越新鲜。

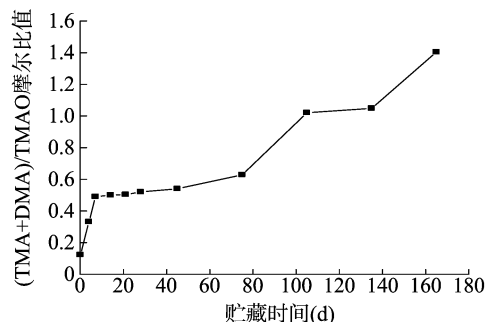


图8 冷冻条件下大菱鲆(TMA+DMA)/TMAO的变化

2.2.5 冷冻条件下大菱鲆 TVB - N 测定值的分析 冷冻条件下大菱鲆中的 TVB - N 含量随时间延长逐渐增加并且 30 d 后 TVB - N 变化趋于平稳(图 9)。与较高温度条件下贮藏样品产生恶臭而达到腐败中期不同,冷冻条件下鱼肉品质的变化不明显,本试验在腐败中期时所测得的大菱鲆中的 TVB - N 含量为 21.14 mg/100 g,其仍然在 GB 2733—2005《鲜、冻动物性水产品卫生标准》所划定的 30 mg/100 g 的安全范围之内,由此可看出应用 TVB - N 对于冷冻大菱鲆的新鲜程度评价有一定的局限性。

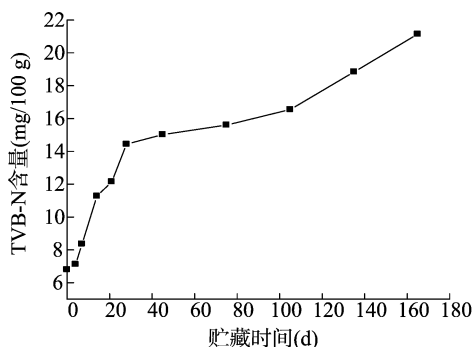


图9 冷冻条件下大菱鲆 TVB-N 含量的变化

2.2.6 冷冻条件下大菱鲆 TVC 测定值的分析 冷冻条件下大菱鲆 TVC 值整体上呈下降趋势(图 10),长时间的冷冻环境不能使样品达到完全灭菌效果,只是抑制了微生物的生理机能,并且冷冻之前新鲜状态的样品的 TVC 值比贮藏之后的要高。由此可以看出冷冻大菱鲆的新鲜程度绝大程度取决于冷冻之前,经过长时间冷冻样品的 TVC 值不能指示鱼类的真实鲜度。

3 结论

大菱鲆中 TMA 和 TMAO 受到贮藏条件和样品差异性的影响,使不同贮藏条件下货架期时 TMA 和 TMAO 含量产生较大差异。如 0、5、30 ℃贮藏条件下大菱鲆达到货架期时 TMA

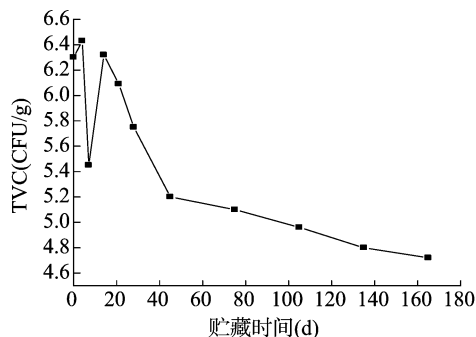


图10 冷冻条件下大菱鲆 TVC 值的变化

的含量分别达到 0.057、0.082、0.069 mg/g,而冷冻条件下 TMA 的含量为 0.033 mg/g;0、5、30 ℃贮藏条件下大菱鲆达到货架期时 TMAO 的含量分别达到 0.05、0.07、0.078 mg/g,而冷冻条件下 TMAO 含量为 0.07 mg/g,所以单一的 TMA 和 TMAO 很难准确评价大菱鲆的新鲜程度。由于 DMA 和 FA 是大菱鲆冻藏阶段的腐败产物,因此其不能为各个贮藏阶段下的大菱鲆进行品质评价。

大菱鲆冷藏和常温条件下的 TMA/TMAO 摩尔比值和冷冻(TMA + DMA)/TMAO 摩尔比值在贮藏过程中变化稳定,挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值可以反映出样品中腐败成分 TMA、DMA 与鲜味成分 TMAO 物质的量的比例关系,从而避免了单一的 TMAO、DMA 和 TMA 只能对样品进行腐败趋势分析的局限性。在 3 个贮藏条件下,挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值在货架期所测得的数值大于 0.81,因此当大菱鲆中挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值小于 0.81 时在安全食用范围,并且在安全食用范围之内摩尔比值越小,大菱鲆就越新鲜。

在冷藏和常温条件下大菱鲆鱼肉中的 TVB - N 和 TVC 变化趋势稳定,因此 TVB - N 和 TVC 适用于该条件下的品质评价;但是在冷冻条件下 TVB - N 的变化较为缓慢,以至于 TVB - N 在评价冷冻鱼品质时敏感度变差,同时 TVC 在贮藏过程中逐渐减少,导致 TVC 很难反映冷冻贮藏样品的真实鲜度。

分析以上结果可知,挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值可以作为判定大菱鲆新鲜度的指标。但是,要使挥发胺/氧化三甲胺摩尔比值能够作为检测大菱鲆以至于更多种水产品的鲜度指标,还需要大批量的、多种温度条件下的试验。

参考文献:

- [1] 朱军莉. 秘鲁鲈鱼内源性甲醛生成机理及其控制技术研究[D]. 杭州:浙江工商大学,2009:11-18.
- [2] Aren V W. Biochemistry of non-protein nitrogenous compounds in fish including the use of amino acid for anaerobic energy production[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 1988, 91(2): 207-228.
- [3] Amano K, Yamada K. A biological formation of FA in the muscle tissue of gadoid fish[J]. Journal of Shellfish Research, 1964, 30: 430-435.
- [4] 宋丽丽, 邵海燕, 葛林梅, 等. 提高冻藏鲷鱼片解冻品质的研究[J]. 浙江农业学报, 2010, 22(1): 105-108.
- [5] Rehbein H, Schreiber W. TMAOase activity in tissues of fish species from Northeast Atlantic[J]. Comparative Biochemistry and Physiology, 1984, 79(3): 447-452.