

蓝圆鲹在不同腌制条件下三甲胺和二甲胺含量变化规律

陈胜军¹, 杨贤庆^{1,*}, 樊丽琴^{1,2}, 李来好¹, 吴燕燕¹, 戚勃¹, 岑剑伟¹, 马海霞¹
(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业部水产品加工重点实验室, 国家水产品加工技术研发中心, 广东 广州 510300; 2. 广东海洋大学食品与科技学院, 广东 湛江 524025)

摘要: 目的: 研究蓝圆鲹在不同腌制条件下三甲胺和二甲胺产生的规律。方法: 以蓝圆鲹腌制过程中产生的三甲胺(TMA)和二甲胺(DMA)为考察指标, 分别考察温度、盐和鱼质量比、食盐种类和腌制时间对 TMA 和 DMA 含量的影响。结果: 25℃腌制时, 随着腌制时间的延长, TMA 和 DMA 的含量不断增加, 盐和鱼质量比越低, TMA 和 DMA 的含量越高; 4℃腌制时, 盐和鱼质量比为 1:3 组产品中 TMA 和 DMA 的含量最低, 盐和鱼质量比 1:5 次之, 盐和鱼质量比 1:8 最高; 粗盐腌制的咸鱼中 TMA 含量较精盐腌制高, DMA 含量较精盐腌制低。结论: 综合分析盐的种类、腌制时间、温度、盐和鱼质量比对蓝圆鲹在腌制过程中 TMA 和 DMA 的变化规律, 结合人的口感对盐的接受度及对市售咸鱼中含盐量的调查, 确定采用精盐在 4℃, 盐和鱼质量比为 1:5 的条件进行腌制。
关键词: 蓝圆鲹; 三甲胺; 二甲胺; 腌制工艺; 变化规律

Change Regularity of Trimethylamine and Dimethylamine Contents in *Decapterus maruadsi* during Salting under Varying Conditions

CHEN Sheng-jun¹, YANG Xian-qing^{1,*}, FAN Li-qin^{1,2}, LI Lai-hao¹, WU Yan-yan¹,
QI Bo¹, CEN Jian-wei¹, MA Hai-xia¹

(1. National R&D Center for Aquatic Product Processing, Key Laboratory of Aquatic Product Processing, Ministry of Agriculture, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China;
2. College of Food Science and Technology, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524025, China)

Abstract: The aim of this study was to optimize different salting conditions for *Decapterus maruadsi* with the aim of developing optimal salting process. The effects of salting time, temperature, amount of added salt and salt type on the contents of trimethylamine (TMA) and dimethylamine (DMA) in salted *Decapterus maruadsi* were studied. The results showed that during salting at 25 °C, the contents of TMA and DMA increased constantly with increasing salting time and with decreasing salt level. The highest contents of TMA and DMA was achieved using a salt-to-fish ratio of 1:8 for salting at 4 °C, followed by 1:5; samples salted at a 1:3 salt-to-fish ratio exhibited the lowest contents of TMA and DMA. A higher TMA content and a lower DMA content was obtained by using crude salt compared to refined salt. In conclusion, based on the above results and according to our surveys of consumer acceptability of salt levels and those of commercial salted fish, using refined salt at a salt-to-fish ratio of 1:5 and a salting temperature of 4 °C was the best salting conditions.

Key words: *Decapterus maruadsi*; trimethylamine; dimethylamine; salting process; change regularity

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)13-0058-04

蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)属鲈形目, 鲹科圆鲹属的一种, 又称池鱼, 巴浪鱼。蓝圆鲹在我国沿海产量巨大, 占捕获量的 7% 以上^[1], 少量供鲜食, 大部分制成腌制品, 即咸鱼。咸鱼是传统的水产品加工食品

之一, 营养丰富, 咸中带香, 保质期长, 是具有独特风味的传统食品, 深受广大消费者的喜爱^[2]。但是在腌制过程中, 亚硝酸盐或氮氧化物与含氮物质(如胺类、氨基酸等)反应生成具有致畸性和致癌性的亚硝胺

收稿日期: 2011-09-26

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(2007TS11)

作者简介: 陈胜军(1973—), 男, 副研究员, 博士, 主要从事水产品加工与质量安全研究。E-mail: chensjun@hotmail.com

* 通信作者: 杨贤庆(1963—), 男, 研究员, 本科, 主要从事水产品加工与质量安全研究。E-mail: yxqgd@163.com

类化合物^[3]。目前,关于腌制食品中亚硝酸盐和硝酸盐研究较多^[4-8],水产品与陆生的动植物产品相比较,蛋白质含量丰富,自身酶类的活性强,蛋白质等组分易于分解,鱼肉在酶和微生物作用下分解会产生氨(NH₃)、甲胺(MA)、二甲胺(DMA)和三甲胺(TMA)等,这些胺类具有挥发性,总称为挥发性盐基氮,是判断鱼类鲜度的主要化学指标之一^[9-11]。食品中DMA能与亚硝酸盐合成致癌性很强的二甲基亚硝胺,研究^[12-15]报道从物理化学的角度对DMA和亚硝酸盐(HNO₂)反应形成二甲胺氮(NDMA)的过程进行了分析,发现胺类物质作为前体物质很容易与亚硝酸盐结合形成亚硝胺类化合物。关于咸鱼在腌制过程中三甲胺和二甲胺的含量变化规律报道很少,因此本研究从不同的温度、不同盐和鱼质量比条件下腌制的咸鱼,在不同的腌制时间条件下咸鱼体内的TMA和DMA含量的变化情况,为生产安全的咸鱼制品提供理论依据,保证消费者的健康。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

冰鲜蓝圆鲹(*Decapterus maruadsi*)、咸鱼样品和精盐(食盐) 广州市华润万家超市;粗盐(海水晒制) 广州市一德路海鲜批发市场。

盐酸TMA、乙酸DMA等试剂(均为分析纯) 广州化学试剂厂。

1.2 仪器与设备

Spectronic Genesys-5 紫外-可见分光光度计 美国 Thermo 公司。

1.3 方法

1.3.1 样品的制备

将鱼洗净、沥干,采用干腌法进行腌制,即将鱼与食盐一起分层放于容器中的腌制方法。在鱼体表面擦盐后,将它们层装在腌制容器内,各层之间还应均匀地撒上食盐,依靠外渗汁液形成盐液,腌制剂在卤水内通过扩散作用向鱼体内部渗透,比较均匀地分布于鱼体内。腌制条件分别按盐和鱼质量比1:3、1:5、1:8将鱼置于容器中,在不同温度(25℃和4℃)条件下用精盐进行腌制^[16]。

1.3.2 指标测定

TMA测定:参考文献[17]的方法测定;DMA测定:参考文献[18]的方法测定;含盐量的测定:参考文献[19]的方法测定。

1.4 统计分析

实验结果为3次平行实验数据的平均值。用统计分析软件SPSS 12.0进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同盐种类对咸鱼中TMA和DMA含量的影响

室温(25℃左右)下,采用干腌法,用精盐和粗盐两种盐腌制时,腌制时间分别在0、12、24、36、48、60、72、96h测定咸鱼中TMA和DMA的含量,结果如图1所示。

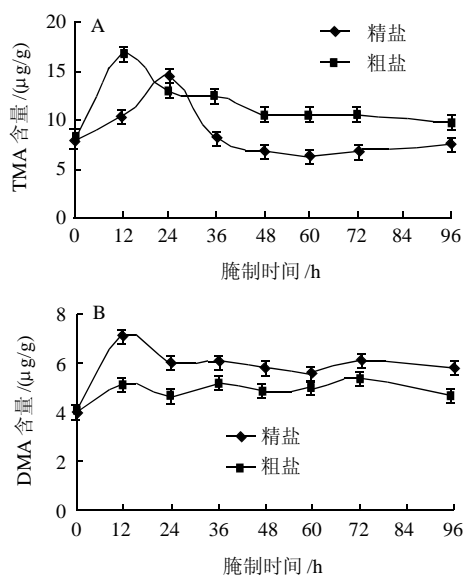


图1 食盐种类对TMA(A)和DMA(B)含量的影响
Fig.1 Effect of salt type on the contents of TMA and DMA

从图1A可以看出,室温条件下不同种类的食盐对TMA含量变化的影响不同。粗盐腌制12h TMA含量达到最大值16.68 μg/g,与腌制前(8.06 μg/g)差异显著($P < 0.05$),之后,TMA含量显著下降;用精盐腌制24h时TMA含量达到最大值14.22 μg/g,与腌制前(8.06 μg/g)差异显著($P < 0.05$),最终TMA含量显著下降($P < 0.05$),并且两峰值差异显著($P < 0.05$)。整体来看,用粗盐腌制时TMA的含量更高,表明粗盐中存在的杂质对TMA的含量有一定的影响,但尚需进一步的实验来确定粗盐成分对腌制变化的影响。

从图1B可以看出,室温下采用干腌法使用不同种类食盐腌制,DMA的含量均在腌制12h达到最大值,分别为7.18 μg/g和5.35 μg/g,与腌制前(4.01 μg/g)差异显著($P < 0.05$),两峰值间也存在显著($P < 0.05$)。说明腌制过程中DMA的含量会显著升高,并且食盐种类不同DMA含量升高的程度不同。之后,两种食盐腌制的咸鱼中DMA的含量均缓慢下降,变化范围不大,并且粗盐腌制下DMA的含量低于精盐腌制下DMA的含量。考虑到盐来源的可控制性,故后续实验采用精盐腌制。

2.2 不同盐和鱼质量比对咸鱼中 TMA 和 DMA 含量的影响

腌制时盐和鱼质量比分别为 1:3、1:5、1:8 此 3 组, 温度控制在 25℃ 腌制, 分别在腌制 0、2、4、6、8、10、12、14、16d 抽样测定咸鱼中 TMA、DMA 的含量。在不同温度下随着腌制时间延长的变化趋势如图 2 所示。

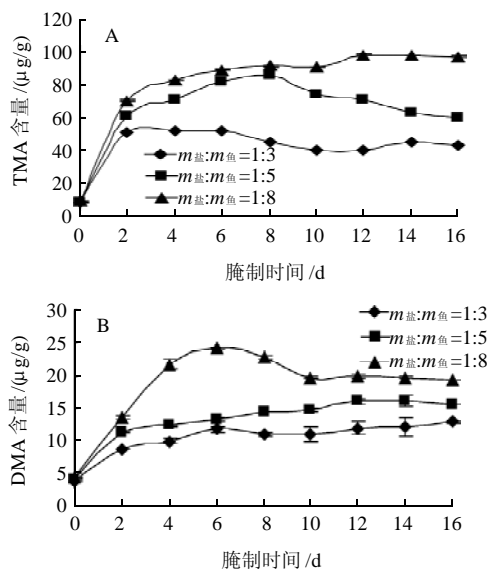


图 2 25℃ 时不同盐和鱼质量比对咸鱼中 TMA(A) 和 DMA(B) 含量的影响

Fig.2 Effect of salt-to-fish ratio on the contents of TMA and DMA

由图 2 可知, TMA 与 DMA 的含量变化呈上升的趋势。在不同盐和鱼质量比条件下腌制时, TMA 与 DMA 的含量随着时间的延长总体呈上升趋势, 且均在腌制 0~2d 时上升速率最快。TMA 与 DMA 的含量随着盐和鱼质量比的升高而降低。盐和鱼质量比对 DMA 与 TMA 的含量影响很明显。盐和鱼质量比为 1:8 时, 样品中 TMA 和 DMA 含量最高, 盐和鱼质量比为 1:5 时次之, 盐和鱼质量比为 1:3 时, 样品中 TMA 和 DMA 含量最低。综合考虑消费者可接受的口感, 在对产品的含盐量检测后以确定适宜的腌制盐和鱼质量比。

2.3 不同腌制温度对咸鱼中 TMA 和 DMA 含量的影响

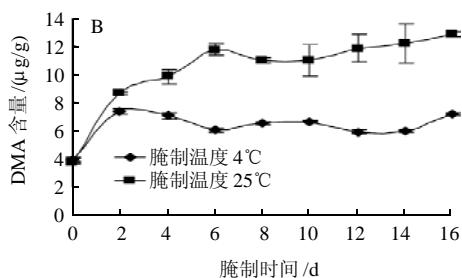
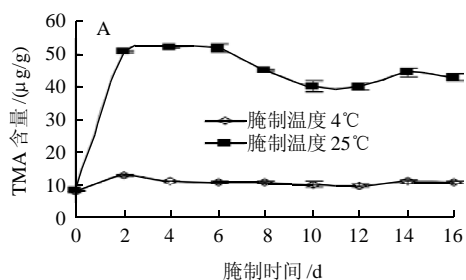


图 3 不同腌制温度对咸鱼中 TMA(A) 和 DMA(B) 含量的影响

Fig.3 Effect of salting temperature on the contents of TMA and DMA

腌制时盐和鱼质量比控制在 1:3, 温度分别为 4℃ 和 25℃ 腌制, 分别在腌制 0、2、4、6、8、10、12、14、16d 抽样测定咸鱼中 TMA、DMA 的含量, 变化趋势如图 3 所示。腌制温度对 TMA 和 DMA 的生成量影响较大。不同温度条件下咸鱼中 TMA 和 DMA 的变化趋势基本相同, 在整个腌制过程中整体上均呈上升趋势, 在腌制 0~4d 内 TMA 和 DMA 的含量增加速率很快, 之后变化趋势平缓。但是在不同温度条件下它们的含量差别很大, 温度为 25℃ 时 TMA 和 DMA 的含量远远大于 4℃ 时的含量, 且高温条件下 TMA 和 DMA 的增长幅度比较大, 生成 TMA 与 DMA 的速率快。已有研究^[20]表明, 在腌制初期, 微生物活动旺盛, 鱼体蛋白质被分解速度快, 使得 TMA 和 DMA 含量增加较快; 腌制后期, 由于食盐的渗透, 鱼体内含盐量升高在一定程度上抑制了微生物的活动, 使得 TMA 和 DMA 含量变化趋势平缓; 高温条件下, 更有利于微生物的生长繁殖, 所以它们的含量较高。

总体来看, 在 25℃ 条件下腌制时 TMA 含量明显高于 4℃ 条件下腌制时 TMA 的含量。鱼体内有一种叫氧化三甲胺(TMAO)的物质, TMA 是 TMAO 的还原产物。绝大多数海水鱼类含有数量不等的 TMAO, 当鱼类死后, 在微生物和酶的作用下, 就把 TMAO 还原为 TMA, 随着鱼类鲜度的下降, TMA 的数量逐渐增加^[21]。25℃ 条件下, 在微生物的作用下, TMAO 不断被还原产生 TMA, 所以导致 TMA 含量不断上升。4℃ 条件下, 在温度和腌制的共同作用下, TMA 在 2d 达到峰值, 之后总体呈下降趋势。

2.4 腌制过程中咸鱼含盐量的变化

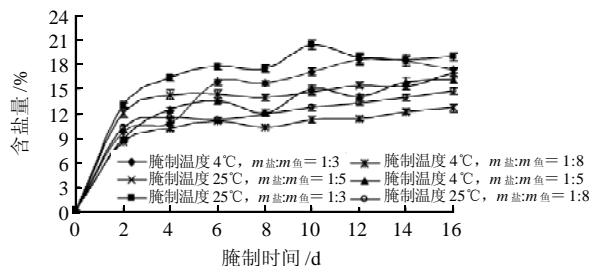


图 4 腌制过程中含盐量的变化

Fig.4 Salt content change during salting

表1 市售咸鱼样品中盐含量
Table 1 Salt contents of different species of commercial salted fish

样品	蓝圆鲹(<i>Decapterus maruadsi</i>)	金线鱼(<i>Nemipterus virgatus</i>)	大黄鱼(<i>Pseudosciaena rocea</i>)	四指马鲛(<i>Eleutheronema tetradactylum</i>)	红鳍笛鲷(<i>Lutianus erythropterus</i> Block)	小黄鱼(<i>Pseudosciaena polyactis</i>)
含盐量/%	15.2 ± 0.32	16.7 ± 0.44	16.3 ± 0.51	15.6 ± 0.29	16.5 ± 0.49	15.0 ± 0.38

由图4可知,腌制温度越高,加盐量越大,鱼肉中的食盐渗透得越快,并且最终含盐量越高,在腌制温度为25℃,盐和鱼质量比为1:3时,最终含盐量为18.9%左右;温度为4℃,盐和鱼质量比为1:8时,最终含盐量为12.6%左右。随着腌制时间的延长,食盐的渗透作用贯穿整个腌制过程。盐含量均在腌制前期(0~2d)时陡然上升,在腌制后期上升缓慢。腌制刚开始时鱼体内外渗透压差值较大,食盐向鱼肉渗透速率较快,之后食盐含量的增加主要是加工过程中鱼体失水引起的^[22]。

腌制温度越高,加盐量越大,鱼肉中的食盐渗透的越快,并且最终含盐量越高,在腌制第14天时,含盐量趋于平衡,盐和鱼质量比为1:3时,温度分别为4℃和25℃条件下,盐含量分别为18.42%和18.63%;盐和鱼质量比为1:5时,温度分别为4℃和25℃条件下,盐含量分别为15.83%和15.33%;盐和鱼质量比为1:8时,温度分别为4℃和25℃条件下,盐含量分别为12.24%和13.94%。样品中盐含量随盐和鱼质量比的增加而增加。

另外,本研究还对市售不同种类的咸鱼制品中含盐量进行测定,并将本实验结果与之对比,以确定腌制过程中盐和鱼质量比。测定结果如表1所示。

测定结果显示,所测定咸鱼样品的盐含量在15.0%~16.7%之间,含盐量相对较高。考虑消费者可接受的口感及市售咸鱼样品中的盐含量,当盐和鱼质量比为1:5时,所腌制得到的样品与市售产品的盐含量相当。因此,确定腌制条件的盐和鱼质量比为1:5。

3 结 论

不同的食盐种类、温度、盐和鱼质量比、腌制时间对TMA和DMA含量的影响:25℃腌制时,随着腌制时间的延长,TMA和DMA的含量不断增加,盐和鱼质量比越低,TMA和DMA的含量越高;4℃腌制时,盐和鱼质量比为1:5时样品中TMA和DMA的含量最低,1:3次之,1:8最高;粗盐腌制的咸鱼中TMA含量较精盐腌制高,DMA含量较精盐腌制低。因此,综合分析盐的种类、腌制时间、温度、盐和鱼质量比对咸鱼中TMA和DMA的变化规律,结合人的口感对盐的接受度及对市售咸鱼中含盐量的调查,确定采用精盐在腌制温度4℃、盐和鱼质量比为1:5的条件进行腌制。

参考文献:

- [1] 董玉莲, 闻克威, 李宝才, 等. 蓝圆鲹酶解物的营养成分分析[J]. 营养学报, 2003, 25(2): 178-180.
- [2] 陈维娟. 咸鱼深加工工艺探讨[J]. 中国水产, 2002(4): 74-75.
- [3] 樊丽琴, 杨贤庆, 陈胜军. 光照及温度对N-二甲基亚硝胺和N-二乙基亚硝胺降解的影响研究[J]. 南方水产, 2009, 5(3): 53-58.
- [4] 吴燕燕, 刘法佳, 李来好, 等. 改良离子色谱法测定咸鱼中亚硝酸盐的研究[J]. 南方水产科学, 2011, 7(6): 1-6.
- [5] 王瑞, 马丽珍, 方长发, 等. 气相色谱法测定熟肉制品中挥发性N-亚硝胺类化合物[J]. 中国食品学报, 2007, 7(2): 124-127.
- [6] 段发森, 陈恺玲, 骆和东. 啤酒、酱油、香肠中N-亚硝基化合物含量的调查分析[J]. 现代预防医学, 2001, 28(1): 27-28.
- [7] PRASAD S, CHETTY A A. Nitrate-N determination in leafy vegetables: study of the effects of cooking and freezing[J]. Food Chemistry, 2008, 106(2): 772-780.
- [8] RYWOTYCKI R. The effect of selected functional additives and heat treatment nitrosamine content in pasteurized pork ham[J]. Meat Science, 2002, 60(4): 335-339.
- [9] 黄卉, 李来好, 杨贤庆, 等. 罗非鱼片贮藏过程中品质变化动力学模型[J]. 南方水产科学, 2011, 7(3): 20-23.
- [10] 马成林, 陈琦昌, 李力权, 等. 应用三甲胺评价鱼类新鲜度与TVBN/TMA比值的研究[J]. 食品科学, 1993, 14(11): 16-19.
- [11] MALLE P, POUMEYROL M. A new chemical criterion for the quality control of fish: trimethylamine /total volatile basic nitrogen(%) [J]. Journal of Food Protection, 1989, 52(6): 419-423.
- [12] 张健斌. 腊肠中亚硝胺的形成及香辛料对其阻断作用[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2008.
- [13] YURCHENKÖS, MOLDER U. Volatile n-nitrosamines in various fish products[J]. Food Chemistry, 2006, 96(2): 325-333.
- [14] OHTA T, SUZUKI J, IWANO Y, et al. Photochemical nitrosation of dimethylamine in aqueous solution containing nitrite[J]. Chemosphere, 1982, 11(8): 797-801.
- [15] PLUMLEE M H, REINHARD M. Photochemical attenuation of n-nitrosodimethylamine (NDMA) and other nitrosamines in surface water [J]. Environment Science Technology, 2007, 41(17): 6170-6176.
- [16] 吴光红. 水产品加工工艺与配方[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2001.
- [17] 广东省质量技术监督局. DB44/T 537—2008 水产品中二甲胺的测定[S]. 广州: 广东省标准化委员会, 2008.
- [18] 广东省质量技术监督局. DB44/T 574—2008 水产品中三甲胺氮的测定[S]. 广州: 广东省标准化委员会, 2008.
- [19] 中华人民共和国水产行业标准. SC/T 3011—2001 水产品中盐分的测定[S]. 北京: 国家标准化管理委员会, 2001.
- [20] 曾令彬, 熊善柏, 王莉. 腊鱼加工过程中微生物及理化特性的变化[J]. 食品科学, 2009, 30(3): 54-57.
- [21] 林洪, 张瑾, 熊正河. 水产品保鲜技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.
- [22] 李乃胜, 薛长湖. 中国海洋水产品现代加工技术与质量安全[M]. 北京: 海洋出版社, 2011.