

不同养殖模式下罗非鱼养殖水体异味物质的含量及其变化

周梦海¹, 李 慷¹, 张文博¹, 俞雪钧², 湛 嘉², 吴宗文³, 刘利平¹

(1. 上海海洋大学 省部共建水产种质资源发掘与利用教育部重点实验室, 上海 201306; 2. 宁波检验检疫科学技术研究院, 浙江 宁波 315012; 3. 通威股份有限公司, 四川 成都 610041)

摘 要: 为获知不同罗非鱼养殖方式下水体中异味物质组成及含量变化, 于 2013 年 5 月、8 月和 10 月期间对海南文昌 1 座水库和 6 处全投料精养池塘, 以及广东茂名 3 座水库、6 处全投料精养池塘和 6 处立体养殖池塘(罗非鱼和家猪立体养殖)的养殖水体进行采样, 利用吹扫捕集结合气相色谱-质谱联用技术(P&T-GC-MS)对水体主要土腥味物质: 土臭素(geosmin, GSM)和二甲基异茨醇(2-methylisoborneol, 2-MIB)进行定量分析检测。结果发现: 2-MIB 为两地养殖水体中主要致嗅物质, 含量为 0~65.61 $\mu\text{g/L}$; 少量采样点检出 GSM, 含量为 0~11.77 $\mu\text{g/L}$ 。在 3 种养殖模式(水库、精养池塘和鱼猪立体养殖池塘)中, 两种异味物质的分布均为水库最低, 精养池塘次之, 鱼猪立体养殖池塘最高, 且两两之间存在显著差异($P < 0.05$)。不同养殖时间及养殖地区间异味浓度差异不显著。结果表明, 养殖模式会对养殖水体的异味物质含量造成影响, 鱼猪立体池塘养殖模式的异味物质来源复杂, 更易产生严重的土腥味。

关键词: 罗非鱼; 异味; 土臭素; 二甲基异茨醇; 吹扫捕集-气相色谱-质谱联用

中图分类号: S 965.1 **文献标志码:** A

罗非鱼是我国重要的水产养殖品种。由于受到养殖环境和水体微生物活动的影响, 部分罗非鱼产品常会产生严重异味^[1-2]。对异味物质的组成成分^[3-4]、来源^[5-7]和影响^[8]进行研究后, 发现土臭素(geosmin, GSM)和 2-甲基异茨醇(2-methylisoborneol, 2-MIB)是造成土腥味和土霉味的两种关键物质。通过气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)结合多种样品前处理技术可以高效准确地测定这两种化合物^[9-11]。

研究还发现, 以颤藻、鱼腥藻等蓝藻为首的浮游藻类和部分放线菌是造成水体中异味发生的微生物来源, 并且对 GSM 和 2-MIB 的含量及分布造成影响^[12-14]。王赛^[15]认为养殖池塘的底质决定了水质和藻类的变化, 进一步对养殖产品体内的异味含量产生作用。目前以藻类对异味物质影响的研究居于多数, 而比较不同养殖方式与土腥味物质间关系的研究却鲜有报道。因此, 本实验利用吹扫捕集结合气相色谱-质谱联用技术

(P&T-GC-MS)检测罗非鱼池水中 GSM 和 2-MIB 的含量, 比较养殖方式、养殖地区和养殖时间对养殖水体中两种土腥味物质的影响, 为提高我国罗非鱼品质, 改善养殖方式提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验材料

气相色谱-质谱联用仪为 Agilent 6890N Network GC System 和 5975 inert XL Mass Selective Detector (美国 Agilent 公司); 吹扫捕集装置为 P&T Eclipse4660 (美国 O I Analytical 公司)。色谱纯甲醇; 异味标准物质为: 二甲基异茨醇(2-MIB)和土臭味素(GSM)标准品浓度均为 100 $\mu\text{g/mL}$, 溶于甲醇保存(美国 SUPELCO 公司)。

于 2011 年对我国广东茂名及海南文昌地区的 207 家罗非鱼养殖场的养殖状况进行现场采访调查^[16], 并建立数据库。本文通过该数据库, 使用分层随机抽样法, 分别于 2013 年 5 月、8 月

收稿日期: 2015-04-23 修回日期: 2015-08-02

基金项目: 欧盟委员会第七框架合作项目(222889); 四川省科技成果转化项目(2014CC0054)

作者简介: 周梦海(1990—), 男, 硕士研究生, 研究方向为水产养殖。E-mail: menghai_zhou@163.com

通信作者: 刘利平, E-mail: lp-liu@shou.edu.cn

与 10 月期间,在茂名区域随机选择 15 个罗非鱼养殖场进行水样采集,其中包括 3 处水库养殖,6 处立体养殖(罗非鱼和家猪立体养殖)和 6 处精养池塘;海南文昌地区随机选择 7 个,其中包括 1 处水库养殖和 6 处精养池塘。水样采集深度取水面下 0.5 m,采水器采集后盛满在塑料采集瓶里, -20 °C 条件保存,于分析前解冻。

1.2 实验方法

将 2-MIB 和 GSM 两种标准品原溶液等体积混合后,用水稀释得到各浓度的标准贮备液,随后再逐级稀释得到工作贮备液,浓度分别为 1、5、10、50、100 $\mu\text{g/L}$ 。取 5 mL 溶液进入吹扫捕集装置进行吹扫,每组浓度重复进样 6 次,以目标物质浓度为横坐标,峰面积为纵坐标绘制工作曲线。在样品中加入外标 10 $\mu\text{g/L}$,检测实验方法回收率及精密度。样品水样取 5 mL,加入 1 g 氯化钠并完全溶解,利用气密性注射器直接进入吹扫捕集装置进行分析。

1.3 检测仪器设置

吹扫捕集装置采用高纯氮气为吹扫载气(99.9%),捕集阱为 Trap9;25 °C 下吹扫 11 min,吹扫流速 40 mL/min;脱附解析温度为 180 °C,脱附时间 4 min;烘焙温度 200 °C,烘焙时间 20 min,剩余参数参照仪器说明。

GC-MS 分析条件为:色谱柱型号:HP-5 (30 mm \times 0.25 mm \times 0.25 μm , Agilent19091J-433)。不分流进样,进样口温度为 220 °C,起始柱温 40 °C,保持 2 min;之后以 20 °C/min 速率逐渐提升并最终达到 220 °C,持续 15 min。离子源温度 230 °C,

四极杆温度为 150 °C,接口温度 280 °C,载气为高纯氦气(99.999%),流速 1 mL/min;采用质谱选择离子方式,确定 m/z 95 为 2-MIB 定量特征离子,出峰时间 6.48 min; m/z 112 为 GSM 定量特征离子,出峰时间为 8.08 min。

1.4 数据分析

采用 SPSS 18 软件对测得的实验数据进行单因子方差分析,统计结果以平均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm \text{SD}$)的形式表示,设显著性水平为 $P < 0.05$ 。以 Excel 工具制作图表。

2 结果与分析

2.1 2-MIB 和 GSM 标准物质及样品检测结果

表 1 显示了两种检测化合物的部分参数,2-MIB 与 GSM 的工作曲线分别为 $y = 290.84x + 298.89$ 和 $y = 66.108x + 78.78$,相关系数(r)均大于 0.995。回收率范围从 87.3% 至 103.8%;测定了 10 $\mu\text{g/L}$ 浓度下 2-MIB 和 GSM 的相对标准偏差(RSD),分别为 4.7% 和 4.3%,参数结果表明实验方法满足检测需求。

5 月、8 月和 10 月期间 3 种养殖方式的水体中 2-MIB 与 GSM 的含量测定结果见表 2 和表 3。其中文昌水库采样点未检测到 2-MIB 和 GSM,茂名水库采样点在 5 月未检测出 GSM。在检出的样品中,2-MIB 浓度变化为 4.57 ~ 65.61 $\mu\text{g/L}$;检出 GSM 的浓度变化为 2.93 ~ 11.77 $\mu\text{g/L}$ 。由于采样池塘随机分布,其水化性质不同,因此造成组内差异较大。

表 1 PT&GC-MS 系统的参数检验

Tab.1 The selected ions, retention time, linearity, recovery and relative standard deviation for PT & GC-MS system

| 分析物 analyte | 选择离子 selected ions | 保留时间 RT/min | 线性关系 linearity (R) | 回收率 % recovery range | 相对标准偏差 RSD/% (n = 6) |
|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2-MIB | 95 * ,108,135 | 6.48 | 0.9976 | 89.9 ~ 103.8 | 4.7 |
| GSM | 112 * ,125,97 | 8.08 | 0.9972 | 87.3 ~ 98.2 | 4.3 |

注: * 为定量特征离子。

Note: * Target ions for quantitation.

表 2 罗非鱼不同养殖水体中 2-MIB 含量分布

Tab.2 Concentration of 2-MIB in the different tilapia culture waters

| 养殖地 area | 养殖类型 types | 2-MIB 含量/($\mu\text{g/L}$) | | |
|-------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | 五月 May | 八月 August | 十月 October |
| 文昌 Wenchang | 精养 intensive culture | 9.34 \pm 5.02 | 15.17 \pm 7.48 | 14.89 \pm 8.01 |
| 文昌 Wenchang | 水库 reservoir culture | ND | ND | ND |
| 茂名 Maoming | 精养 intensive culture | 16.33 \pm 12.09 | 23.20 \pm 10.92 | 24.84 \pm 12.33 |
| 茂名 Maoming | 水库 reservoir culture | 5.14 \pm 4.77 | 7.56 \pm 3.38 | 6.84 \pm 5.97 |
| 茂名 Maoming | 立体 integrated culture | 29.59 \pm 6.41 | 46.57 \pm 11.34 | 43.69 \pm 16.77 |

注:ND 为未检测到。

Note:ND means no detected.

表3 罗非鱼不同养殖水体中 GSM 含量分布

Tab.3 Concentration of GSM in the different tilapia culture waters

| 养殖地 area | 养殖类型 types | GSM 含量/($\mu\text{g/L}$) GSM content | | |
|-------------|-----------------------|--|-----------------|-----------------|
| | | 五月 May | 八月 August | 十月 October |
| 文昌 Wenchang | 精养 intensive culture | 2.71 ± 2.21 | 3.31 ± 1.92 | 2.86 ± 2.24 |
| 文昌 Wenchang | 水库 reservoir culture | ND | ND | ND |
| 茂名 Maoming | 精养 intensive culture | 3.08 ± 2.57 | 4.64 ± 2.98 | 3.78 ± 2.99 |
| 茂名 Maoming | 水库 reservoir culture | ND | 1.27 ± 2.19 | 2.28 ± 1.99 |
| 茂名 Maoming | 立体 integrated culture | 5.77 ± 3.44 | 7.22 ± 1.80 | 6.28 ± 4.45 |

注:ND 为未检测到。

Note: ND means no detected.

2.2 水体中 2-MIB 含量与养殖模式、时间、养殖地点的关系

对比三类养殖模式水体中的平均 2-MIB 含量发现,同一时期内,水库养殖水中的 2-MIB 含量最低,而立体养殖模式含量最高(图 1),且 3 种模式两两之间均存在显著差异($P < 0.05$)。鱼猪立体养殖池塘水体中 2-MIB 浓度在 8 月及 10 月期间大都高于 $10 \mu\text{g/L}$,超过人类能感受到异味的嗅觉阈值。在比较同一养殖模式下不同时期水中 2-MIB 浓度后发现,5 月份最低,8 月上升,10 月则普遍下降,基本呈现低-高-低的变化趋势。除茂名立体养殖模式的 5 月与 8 月之间存在显著差异($P < 0.05$)外,其他模式内部在不同时间段之间并没有发现明显差异(表 2)。

全投料精养作为两地主要养殖方式,茂名纯投料养殖鱼池的平均 2-MIB 浓度为 $16.33 \sim 24.84 \mu\text{g/L}$,文昌地区 2-MIB 浓度为 $9.343 \sim 15.17 \mu\text{g/L}$,前者均高于后者,但是同时期内二者之间并未发现显著差异(表 2)。

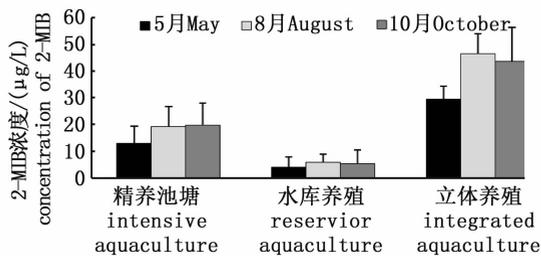


图1 罗非鱼不同养殖模式的水体 2-MIB 浓度变化

Fig.1 Concentration of 2-MIB in three types of tilapia culture waters

2.3 水体中 GSM 含量与养殖模式、时间、养殖地点的关系

不同模式 3 个时期共 66 个样本中,有 56 个鱼池水体中测量到 GSM,占 84.8%,除 5 月的水库采样点未检测到 GSM 存在外,其他时期各类养

殖模式下测量到的 GSM 浓度水平也都较低(图 2),基本低于人类嗅阈值。结果显示,3 种模式之间不存在显著差异;3 个时期的变化为:水体中 5 月平均 GSM 最低,8 月最高,二者间没有显著差异(表 3);同样,同时期文昌与茂名的平均 GSM 含量之间也未发现差异(表 3)。

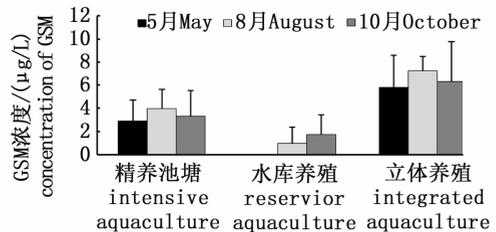


图2 罗非鱼不同养殖模式的水体 GSM 浓度变化

Fig.2 Concentration of GSM in three types of tilapia culture waters

3 讨论

3.1 GSM 与 2-MIB 和养殖模式的关系

水体的富营养化程度与水体异味的产生存在关联^[17-18]。有研究认为,蓝藻的丰度与 2-MIB 呈正相关性,以及“水华”的形成也容易导致异味问题的发生^[2,19-20]。养殖环境中由于各种污染物排入水中,导致水中营养物浓度增大,这为某些浮游藻类和放线菌的大量生长提供了条件,它们能释放导致异味产生的次生化合物^[17-18]。然而,能产生异味的微生物种类却不尽相同,即使是同一种微生物,在不同生长过程中产生的作用也会不同^[1,14,21]。环境因素间互相促进、作用以及掩盖,使得异味物质成分和产源复杂化。因此本实验将养殖环境作为一个整体,比较不同养殖模式下异味物质的变化规律。结果表明,不同时期内各养殖模式之间的平均 2-MIB 浓度均具有显著差异;其中水库养殖最低,鱼猪立体养殖最

高,且超过人类嗅阈值。由于茂名地区有大量鱼猪鱼禽混养池塘,陆地上牲畜或禽类排泄物等直接进入鱼池,会导致水体富营养化加剧,使得水中异味物质浓度上升。因而养殖模式的不同会对养殖水体的 2-MIB 及 GSM 物质含量造成影响。

3.2 GSM 与 2-MIB 和养殖季节的关系

两处地区 5 月期间,2-MIB 和 GSM 浓度水平最低,至 8 月最高,8 至 10 月期间总体上为下降趋势,仅立体养殖模式中水体的 2-MIB 含量在 8 月期间显著提升。除此之外,不同月份间异味含量并没有显著的差异。YAGI^[22]对琵琶湖南部库区异味问题的研究中指出,2-MIB 和 GSM 通常出现在 7 月到 10 月期间。WESTETHOFF 等^[23]对水库的研究也表明,2-MIB 浓度到夏天时有增加的趋势。通常情况下,随着鱼类摄食生长和温度上升,水质环境变差,浮游植物增加,藻类从生长到死亡转换周期短,尤其在夏季时最为明显,而此时也是鱼池里异味最重的时间段。本实验的检测结果符合此类趋势,说明季节变化能够引起异味物质含量的改变。

3.3 GSM 与 2-MIB 和养殖地区的关系

美国学者^[24]早期对美国东南部 4 个州 485 个养鲶池异味物质分析显示:路易斯安那州 2-MIB 存在最普遍,同时阿拉巴马州则是 GSM 最为普遍。徐立蒲等^[25]在对北京淡水鱼池和天津寡盐水鱼池进行了研究对比后发现,北京淡水鱼池中的主要土腥异味物质成分是 GSM,天津寡盐水鱼池水中主要异味物质成分是 2-MIB。不同地区的土腥味物质组成及含量有所差别。本实验检出异味的池塘中,2-MIB 含量基本高于 GSM 含量。故推断文昌和茂名地区罗非鱼养殖池塘水中 2-MIB 为主要土腥物质,这与桂佳对广东 33 座水库的调查结果相符合^[20]。在池塘精养模式下,虽然同时期茂名地区 2-MIB 及 GSM 浓度始终高于文昌地区,但二者间并没有显著差异,故不能仅依据这些数据来证明两地养殖水质存在优劣之分。

不同罗非鱼养殖地区的土质(底泥)、水质和气候等存在差异,这些差异必然使异味物质成分和来源复杂化;环境因素间也能互相促进、作用、抑制甚至掩盖异味物质的形成和变化。通过长期稳定的监测以及科学的统计分析有助于探究环境对异味的影响作用,这有待进一步深入研

究。

参考文献:

- [1] 王国超,李来好,郝淑贤,等.水产品腥味物质形成机理及相关检测分析技术的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(5):401-404,409.
WANG G C, LI L H, HAO S X, et al. Research progress in the mechanism of odor compounds in aquatic product and some relative techniques of detection and analysis [J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(5): 401-404, 409.
- [2] 徐立蒲.鱼池中二甲基异茨醇和土臭味素的含量、来源及产生影响因素的研究[D].武汉:华中农业大学,2009.
XU L P. Concentrations and sources of 2-MIB & geosmin in freshwater fishponds and the influencing factors [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2009.
- [3] GERBER N N, LECHEVALIER H A. Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes [J]. Applied Microbiology, 1965, 13(6): 935-938.
- [4] HOWGATE P. Tainting of farmed fish by geosmin and 2-methyl-iso-borneol: a review of sensory aspects and uptake/depuration [J]. Aquaculture, 2004, 234(1/4): 155-181.
- [5] 殷守仁,徐立蒲.淡水浮游藻类与鱼体异味关系的初步研究[J].大连水产学院学报,2003,18(2):156-157.
YIN S R, XU L P. A preliminary study on the relationship between freshwater algae and the off-flavor in fishes [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2003, 18(2): 156-157.
- [6] BOWMER K H, PADOVAN A, OLIVER R L, et al. Physiology of geosmin production by *Anabaena circinalis* isolated from the Murrumbidgee River, Australia [J]. Water Science and Technology, 1992, 25(2): 259-267.
- [7] COTSARIS E, BRUCHET A, MALLEVIALLE J, et al. The identification of odorous metabolites produced from algal monocultures [J]. Water Science and Technology, 1995, 31(11): 251-258.
- [8] PERSON P E. The source of muddy odor in bream (*Abramis brama*) from the Porvoo Sea area (Gulf of Finland) [J]. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 1979, 36(8): 883-890.
- [9] KRASNER S W, MCGUIRE M J, FERGUSON V B. Tastes and odors: the flavor profile method [J]. Journal American Water Works Association, 1985, 77(3): 34-39.
- [10] 杨玉平,熊光权,程薇,等.水产品异味物质形成机理、检测及去除技术研究进展[J].食品科学,2009,30(23):533-538.
YANG Y P, XIONG G Q, CHEMG W, et al. Review on formation mechanism, analysis and removal technologies of fishy off-odor [J]. Food Science, 2009, 30(23): 533-538.

- [11] 薛勇, 王超, 于刚, 等. 鲮鱼肉中土腥味物质的测定方法[J]. 中国水产科学, 2010, 17(5): 1094-1100.
XUE Y, WANG C, YU G, et al. Determination of earthy-musty odorous compound in bighead carp meat[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2010, 17(5): 1094-1100.
- [12] PARINET J, RODRIGUEZ M J, SÉRODES J. Influence of water quality on the presence of off-flavour compounds (geosmin and 2-methylisoborneol) [J]. Water Research, 2010, 44(20): 5847-5856.
- [13] SCHRADER K K, DAVIDSON J W, SUMMERFELT S T. Evaluation of the impact of nitrate-nitrogen levels in recirculating aquaculture systems on concentrations of the off-flavor compounds geosmin and 2-methylisoborneol in water and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) [J]. Aquacultural Engineering, 2013, 57: 126-130.
- [14] 李林. 淡水水体中藻源异味化合物的分布、动态变化与降解研究[D]. 武汉: 中国科学院研究生院, 2005.
LI L. Distribution, dynamics and degradation of algae-producing odorous compounds in the freshwater bodies [D]. Wuhan: Graduate University of Chinese Academy of Sciences, 2005.
- [15] 王赛. 水质、藻类变化对罗非鱼异味产生的影响及异味去除初步探讨[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2012.
WANG S. The preliminary study on impacts of water quality and algae changes on off-odour generation in tilapia and removal methods [D]. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2012.
- [16] 张宗锋. 以湛江、茂名海南为例探究我国凡纳滨对虾、罗非鱼养殖现状及面临的问题[D]. 上海: 上海海洋大学, 2012.
ZHANG Z F. Take Zhanjiang, Maoming Hainan in China for examples to explore *Litopenaeus vannamei*'s, and tilapia's culture status and faced problems [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2012.
- [17] 徐立蒲, 赵文, 熊邦喜, 等. 淡水鱼池土腥异味物质含量与浮游藻类和放线菌生物量的关系[J]. 生态学报, 2007, 27(7): 2872-2879.
XU L P, ZHAO W, XIONG B X, et al. The relationship between concentration of odorous compounds and biomass of phytoplankton and actinomycetes in freshwater fish ponds of Beijing [J]. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(7): 2872-2879.
- [18] 徐盈, 黎雯, 吴文忠, 等. 东湖富营养水体中藻菌异味性次生代谢产物的研究[J]. 生态学报, 1999, 19(2): 212-216.
XU Y, LI W, WU W Z, et al. Study on aquated off-flavors in eutrophic Donghu Lake [J]. Acta Ecologica Sinica, 1999, 19(2): 212-216.
- [19] 宋立荣, 李林, 陈伟, 等. 水体异味及其藻源次生代谢产物研究进展[J]. 水生生物学报, 2004, 28(4): 434-439.
SONG L R, LI L, CHEN W, et al. Research progress on the off-flavors and secondary metabolites of algae in the aquatic environment [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2004, 28(4): 434-439.
- [20] 桂佳. 广东省部分供水水库典型异味物质的分布与动态 [D]. 广州: 暨南大学, 2010: 1-51.
GUI J. Distribution and dynamics of typical odorous compounds in reservoirs for drinking water supply in Guangdong province [D]. Guangzhou: Jinan University, 2010: 1-51.
- [21] 朱春伟, 张锡辉, 王凌云. 水源藻类和底泥对典型臭味物质的耦合影响[J]. 中国给水排水, 2008, 24(5): 14-17.
ZHU C W, ZHANG X H, WANG L Y. Coupled influence of algae and sediment on typical odor compound in water source [J]. China Water & Wastewater, 2008, 24(5): 14-17.
- [22] YAGI M. 35 years' history of off-flavor problems in the southern basin of Lake Biwa [C]//The 7th IWA symposium on off-flavours in the aquatic environment. Cornwall, Canada: IWA, 2005: 2-7.
- [23] WESTERHOFF P, RODRIGUEZ-HERNANDEZ M, BAKER L, et al. Seasonal occurrence and degradation of 2-methylisoborneol in water supply reservoirs [J]. Water Research, 2005, 39(20): 4899-4912.
- [24] BENANOU D, ACOBAS F, DE ROUBIN M R, et al. Analysis of off-flavors in the aquatic environment by stir bar sorptive extraction-thermal desorption-capillary GC/MS/olfactometry [J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2003, 376(1): 69-77.
- [25] 徐立蒲, 潘勇, 曹欢, 等. 渔业水体中土腥异味物质的研究进展[J]. 大连海洋大学学报, 2010, 25(6): 528-534.
XU L P, PAN Y, CAO H, et al. The current research status of odorous compounds in fishery waters [J]. Journal of Dalian Fisheries University, 2010, 25(6): 528-534.

Concentration and variations of odor substances geosmin and 2-methylisoborneol in different tilapia culture waters in south China

ZHOU Menghai¹, LI Kang¹, ZHANG Wenbo¹, YU Xuejun², ZHAN Jia², WU Zongwen³, LIU Liping¹

(1. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Ningbo Academy of Inspection and Quarantine of the P. R. China, Ningbo 315012, Zhejiang, China; 3. Tongwei Group Co. Ltd, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: Off-flavor in cultured fish has been causing more and more attention. To learn composition and concentration of off-flavor substances in tilapia culture waters under different culture patterns, this paper monitored concentration of geosmin and 2-methylisoborneol, two main odor substances in water by using purge and trap pre-treatment with gas chromatography-mass spectrometry (P&T-GC-MS). 7 farms including one reservoir and 6 intensive culture ponds were sampled in Wenchang, Hainan province, as well as 15 farms including 3 reservoirs, 6 intensive ponds and 6 vertically-integrated ponds (pig and tilapia) in Maoming, Guangdong province in May, August and October, 2013. The results showed that 2-MIB is the main odor substance in the waters, and the concentration in water ranges from 0 – 65.61 $\mu\text{g/L}$, while concentration of GSM in water ranges from 0 – 11.77 $\mu\text{g/L}$. In the three culture patterns, the concentration of the two odor substances in reservoirs is the lowest, followed by intensive ponds, whereas the integrated ponds have the highest. There are significant differences between two culture modes ($P < 0.05$). There is no significant difference among culture months and sites. The results indicate that different culture patterns could affect the odor components in water. Sources of odor substances from vertically-integrated ponds are more complex, which are easy to produce off-flavor.

Key words: tilapia; off-flavor; geosmin; 2-methylisoborneol; P&T-GC-MS