

水产品 及 水体中的 土腥异味

Shuichanpin Ji Shuiti Zhongde Tuxing Yiwei

潘 勇 徐立蒲 殷守仁 贾 丽 主编



中国农业出版社

水产品及水体中的 土 腥 异 味

潘 勇 徐立蒲 主 编
殷守仁 贾 丽

中国 农业 出版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

水产品及水体中的土腥异味 / 潘勇等主编. —北京:
中国农业出版社, 2010. 12

ISBN 978-7-109-15260-1

I. ①水… II. ①潘… III. ①水产品—质量管理
IV. ①TS254.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 240440 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 张 志

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 3

字数: 60 千字

定价: 20.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 潘 勇 徐立蒲

殷守仁 贾 丽

编 者 曹 欢 王小亮

王静波 刘 帅

目 录

第一章 概论	1
第一节 什么是异味	1
一、异味的概念	1
二、异味在水产品及水体中存在情况	3
三、异味对水产品及水体的影响	6
第二节 异味的种类	8
一、水体异味种类	8
二、水产品异味种类	9
第三节 异味产生的原因	12
一、异味的来源	12
二、引起异味的化学物质	15
三、异味进入水体、水产品的途径	18
第二章 土腥异味	20
第一节 土腥异味在水产品及 水体中存在情况	20
第二节 引起土腥异味的主要化学物质	22

第三节 土腥异味的来源	22
一、藻类	24
二、放线菌	28
第四节 环境对土腥异味化合物产生的影响 ...	33
一、水温对土腥异味化合物产生的影响	33
二、水深对土腥异味化合物产生的影响	33
三、水体富营养化对土腥异味化合物产生的影响	34
四、溶氧对土腥异味化合物产生的影响	35
五、水体的酸碱度对土腥异味化合物产生的影响 ...	36
六、水体的盐度对土腥异味化合物产生的影响	37
七、环境中碳源对土腥异味化合物产生的影响	37
八、微量元素与金属离子对土腥异味化合物 产生的影响	38
相关研究	39
第三章 土腥异味的检测技术	42
第一节 水体土腥异味的检测方法	42
一、感官检测方法	43
二、仪器分析法	45
三、酶联免疫法	50
第二节 水产品土腥异味的检测方法	51
一、感官检测方法	51
二、仪器分析方法	54

第四章 土腥异味物质在我国养殖水体	
中存在现状	56
第一节 土腥异味物质在我国鱼池中	
存在情况	56
一、北京地区鱼池中土腥异味物质存在情况	56
二、天津地区鱼池中土腥异味物质存在情况	60
第二节 土腥异味物质在我国水库中	
存在情况	65
第三节 土腥异味物质在我国湖泊中	
存在情况	66
第五章 土腥异味的消除技术	68
第一节 水体土腥异味的消除	69
一、水体异味的控制	69
二、水体异味处理消除	70
第二节 水产品土腥异味的消除	78
参考文献	80

第一章 概 论

第一节 什么是异味

一、异味的概念

异味是指人体的感觉器官（鼻、口和舌）所感知的异常或令人讨厌的气味。异味广泛存在于各种物质或介质中，如空气、水、食品等。异味有很多种，包括人的口腔可感知的酸甜苦咸辣等味道，人的鼻腔可感知的土霉味、鱼腥味、油脂味、草木味、烂菜味、氯化物味、化学品味、药味等等。目前的科技水平虽然还不能确定异味对人类健康的危害程度，但首先它对人的感官产生刺激，使人不愉快，其次随着人们对自身健康的关注，人们对所处环境尤其对入口食物安全性要求日益提升，对于不确定的异味人们往往趋于认为其有害。

一个典型的例子就是当人们发现饮用水有土霉味或其他异味时，往往会停止饮用有异味的水源，投诉自来水厂或转向其他水源。日常生活中其他各种异味

问题也非常普遍，且日益受到关注。早在 1850 年，美国大众就开始关注水体异味。20 世纪初，澳大利亚鱼中的异味问题开始引发民众的广泛关注。至 20 世纪 80 年代初，已有 20 多个国家先后报道了异味问题。此后各国陆续开始关注异味的产源、去除等方面的研究。

目前，人们对异味的来源、机制、消除技术等方面了解还很有限，尤其是消除技术方面，其中土腥异味是最难消除的异味之一。土腥异味常出现于水体和水产品中，尤其是养殖的水产品普遍存在土腥异味，严重影响水产品的品质，降低水产品鲜度，是人们较关注的异味。由于异味问题的普遍性、来源的不确定性、去除的紧迫性，目前国际上对于异味问题的研究方兴未艾，已有一些专门的国际研讨会等定期进行研究交流进展。

世界理论与应用湖沼协会（STAL）与水污染研究与控制国际协会（IAWPRC）于 1982 年 6 月 14～18 日在芬兰联合发起并举办了第一届国际水环境异味学术和专题讨论会，与会者来自数十个国家。自第一届专题讨论会后，每隔三至五年举办一次，至今已举办了 6 届。会议论文分别收集在 1983、1988、1992、1995、1999 和 2004 年的《Water Science and Technology》上以专刊发表。从文献报道来看，几十

年来有关水体异味在分析技术体系、生物学机制和控制方法等方面的研究都取得了一定的进展。

二、异味在水产品及水体中存在情况

1. 异味在水体中的存在情况

水体存在异味问题在全世界范围内广泛存在，尤其是饮用水异味问题。饮用水的感官品质（色、臭和味）是消费者和供水机构最关心的水质指标，因为消费者是首先根据饮用水的感官品质（色、臭和味）来判断水质是否安全可用的。调查表明，一旦感觉到饮用水有异味，绝大多数消费者都会认为水有毒而不会使用。世界各国供水机构受到消费者关于饮用水质量的投诉也大多数是因为饮用水有异味。

澳大利亚调查显示，27%的澳大利亚人对饮用水的水质不满意，不满意者中的 60%指出是因为饮用水有异味问题（Clery, 2003）。70 年代末，众所周知的北欧挪威的 Mjosa 湖中大量的颤藻“水华”所引起的难闻的霉味影响了 20 万居民的供水。加拿大 Alberta 省会 Edmonton 市水厂原水异味问题，也有过较多报道。

我国台湾地区水体异味问题也很严重。据报道，台湾地区约有一半的水库水中有异味，其中以土臭

味、鱼腥味及氯味最为常见，尤其是以南台湾地区如澄清湖、东港溪及凤山水库为严重。根据研究，鱼腥味主要于冬天出现，而土臭味则常见于夏天发生。

我国各其他省市地区饮用水存在异味的报道也很多，如北京地区的饮用水源密云水库被报道亦存在严重异味问题，其 2-甲基异莰醇（2-MIB）含量达到近 30ng/L。经试用各种水处理办法，常规处理工艺对其去除效果差，采用高锰酸盐及其复合药剂等方法去除率也不高。

黑龙江省绥芬河市饮用水源天长山水库也报道，其原水嗅味达到 5 级。原水经常规工艺处理烧开后，嗅味仍很严重，无法饮用。

各类异味在我国各湖泊中存在情况更是不容乐观。据近年报道，我国湖泊中普遍存在着水体异味问题，尤其是滇池、太湖、巢湖、东湖等富营养化湖泊的异味问题已成为影响其景观、生态环境、饮用安全等各个方面的主要问题。

对于世界各国各种水体引起化学异味的化学物质，目前研究表明，各国各水体引起异味的化学物质主要为土味素（geosmin）、2-异丙基-3-甲基吡嗪（IPMP）、2-甲基异-2-莰醇（MIB）、2-异丁基-3-甲氧基吡嗪（IBMP）、2,3,6 三氯苯甲醚（TCA）。我国各水体引起异味物质及检测出的主要为土味素、

2-甲基异 2-茨醇 (MIB), 不同地区不同水体中引起异味的主要物质不尽相同, 含量也不同。如高雄地区的澄清湖、凤山水库以及金门地区的荣湖、红山水库所含的二甲基异茨醇 (2-MIB) 最多。高雄地区的凤山水库采样到的原水中, 2-MIB 达到 95ng/L, 经水厂处理之后还有 78ng/L, 仍大大超过可感受臭味浓度。而金门地区的荣湖、太湖水库原水中 2-MIB 都超过可感受臭味浓度的十倍以上, 荣湖水库的 2-MIB 达 135ng/L, 即使是经处理后的自来水, 2-MIB 仍有 14ng/L, 还是闻得到土霉味和鱼腥味。据检测, 我国武汉东湖水体中土味素含量为 0~3.3ng/L, 2-MIB 含量为 10~317ng/L, 2-异丙基-3-甲基吡嗪 (IPMP) 含量为 0~3.5ng/L, 2-异丁基-3-甲氧基吡嗪 (IBMP) 含量为 0~21.9ng/L, 2, 3, 6-三氯苯甲醚 (TCA) 含量为 0~28.5ng/L。

2. 异味在水产品中的存在情况

有关鱼类土腥异味研究的最早报道是 1936 年 Thaysen A C 等发现苏格兰河流捕获的鱼有异味的现象, 此后世界各国对于水产品中发现异味的报道逐渐增多。1969 年秋, 在芬兰 Oulu 海域, 由于鱼产生难闻的霉味导致了当地居民失去了经济收入。由于水产品异味而影响渔业经济与人民消费的问题日益被人们

意识到并逐步引起重视。美国池塘养殖的鲶经常有土腥味出现，尤其是美国东南部池塘养殖鲶异味问题较严重，以致养殖的鱼类由于出现土腥味而不能及时捕捞出售。据美国农业部估计，仅因鲶 *Ictalurus punctatus* 土腥异味问题，养殖者每年要损失收入 1.5~2.3 千万美元。在我国，尤其是北京、天津等池塘精养区域，鱼有土腥味已经是一个普遍存在的问题，这已成为影响养殖鱼类销售及养殖效益的重要制约因素之一。综合现有资料，除鲶外，鲤 *Cyprinus carpio*、鲫 *Carrassius auratus*、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、鲢 *Hypophthalmichthys molitrix*、团头鲂 *Megalobrama amblycephala* 等我国重要养殖鱼类均存在因土腥异味影响生产消费问题。目前在世界范围内以美国对鲶的异味问题研究最多。

三、异味对水产品 & 水体的影响

水体异味问题所造成的危害是严重的、多方面的，这包括：使饮用水水质下降，水处理耗费增加，居民用水成本增加，大大减少人类消遣和旅游地区美学价值等等。

当饮用水中存在异味时，很多消费者会为了用水安全，转向求购安全水源，如桶装饮用水。美国水务

协会 (AWWA) 调查表明, 超过 20% 的居民因自来水的异味而改变用瓶装水或在水龙头上安装小型家用净水装置 (Manwaring *et al.*, 1988); 28% 的澳大利亚人也使用家用净水装置或者瓶装水作为饮用水源 (Clery, 2003)。在我国一些大城市, 如上海、广州饮用矿泉水或者纯净水的人越来越多。据统计, 我国瓶装水总销量 1999 年已达 29 亿千克, 居亚洲第二位, 在 1995—1999 年中, 我国瓶装水平均每年增长率已经超过 20% (CCTV, 2001)。而这种桶装水来源不外两个, 一是天然水源, 一是经进一步处理的水。处理过的水制水成本必然增加, 而大量饮用天人水源对于我国这样一个严重缺水的国家来说并非长久之计。对于政府部门或供水单位而言, 当水体存在异嗅和味问题时, 为保证出水水质, 必然加大运行资金、药剂投入量。美国水处理工业平均要耗费 4.5%~10% 的总收入来控制饮用水的异味问题。在目前全球水资源紧缺、城市水源性与水质性缺水并存的形式下, 饮用水异味问题对水处理工业的重大危害和对人们生活严重影响就显得更加突出。

水产品异味所造成的影响也非常严重。一方面, 在生活方面会影响人民的生活质量, 因异味问题影响到水产品的食用口感, 广大消费者吃不到鲜美的水产品; 另一方面, 对渔业的影响也不可忽视, 其已限制

了渔业生产的进一步发展,尤其是人工养殖业,异味问题尤其是严重的土腥味问题,已成为水产养殖业的一个瓶颈,严重影响到养殖或捕捞的效益。据美国农业部估计,仅因鲶 *Ictalurus punctatus* 异味问题,养殖者每年要损失收入即达到 1.5~2.3 千万美元。因此,控制并消除水产品异味已经成为渔业生产领域中的一个重要研究方向。

第二节 异味的种类

一、水体异味种类

人的嗅觉觉可感知多种异味,引起各种异味的物质种类更是繁多,而且许多物质可以产生同一种异味,同一种化学物质在水中浓度不同时也会产生不同类型的臭味。目前,对于水体异味和异味物质的分类,国内外比较一致的看法是将水体异味分为 3 类 13 种,即嗅觉异味 8 种、味觉异味 4 种和口/鼻异感 1 种。由舌头感觉味觉异味分为酸、甜、苦、咸 4 种,由鼻子闻到的嗅觉异味最为常见共 8 种,分别为土霉味 (Earthy/Musty/Moldy)、果蔬味 (Fragrant: Vegetable/Fruity/Flowery)、草木味 (Grassy/Hay/Straw/Woody)、鱼腥味 (Fishy)、腐败味 (Swampy/Sulfu-

rous/Decaying Vegetation/Septic)、化学品味 (Chemical/Hydrocarbons)、药味 (Miscellaneous)、氯化物味 (chlorinous/ Ozonous) (Suffet et al., 1999)。其中土霉味是淡水水体中存在最广泛且最难闻的异味,因为在日常生活中老百姓常将土霉味叫做土腥味,故本书所指土腥味即学术上所说的土霉味。

二、水产品异味种类

人所感知的水产品异味的种类也很多,不同学者有不同的描述,概括起来有以下几种:

1. 石油味和类黑莓味

最早报道水产品有石油味是在 20 世纪 50 年代末 60 年代初,从白令海和太平洋北部海域捕获的大马哈鱼有 5%测出有石油味;由冰冻大马哈鱼制成的罐头制品亦有此味。经气相色谱法分析,石油味由二甲基硫化物引起。二甲基硫化物在水中有异味的临界值为 0.33ng/ml,在罐装大马哈鱼中测到这种化合物的浓度为 8.4 μ g/g。

加拿大拉布拉多地区鳕肉中最早被报道出现类黑莓异味。Sipos J C 和 Ackman R G (1964) 指出,此种味道是由某些海藻 (如帚状多管藻 *Polysiphonla*

fastiglata、微黑多管藻 *P. nigrescens*) 产生二甲基硫化物所出现的气味。鳕胃的内含物中二甲基硫化物含量为 $1\mu\text{g/g}$ ，此外有少量毛鳞鱼和大量的甲壳类、贝类也存在此味。据此推断，海藻是类黑霉味的根源，甲壳类、贝类等食海藻，鱼类再食无脊椎动物，异味即通过食物链而传递给鱼类。

2. 蒜味

澳大利亚的三种深海虾经常会出现大蒜异味，尤其是澳大利亚东海岸捕获的虾蒜味最严重。Whitfield F B 等 (1981) 用气相色谱法分析引起蒜味的物质是二甲硫基甲烷 ($\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{SCH}_3$)。Sloot D 和 Harkes P D (1975) 进一步指出此物质在水中引起有味的临界值是 0.3ng/ml ，虾体中此物质平均浓度 $4\sim 10\text{ng/g}$ 。异味集中在虾头部，去掉虾头部后烹调可有效降低异味。至于异味物质是被摄食还是在动物消化系统中代谢形成目前仍不清楚。

3. 碘味

海产鱼虾最常见的异味是碘味，澳大利亚西海岸与加拿大东海岸捕获的水产动物中最常见。Whitfield F B 等 (1988) 认为二溴苯酚是引起此味的物质，此物质在水中呈现味的临界值是 $5\times 10^{-4}\text{ng/ml}$ ，异味