•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202007027

www.dxhx.pku.edu.cn

“鱼”乐圈大揭秘

杨昊语, 杨丽琼, 王宇飞*

云南师范大学化学化工学院, 昆明 650000

摘要: 介绍了化学与生活中养鱼、卖鱼、吃鱼之间的关系, 养鱼以鱼类生存环境入手解释鱼塘中的氮循环过程, 卖鱼以“鱼浮灵”为切入点, 让人们感受食品安全与化学的关联, 吃鱼则从化学角度解释了鱼腥味的来源。对生活现象做出科学解释, 加强人们的化学生活化意识, 帮助人们树立正确的化学科学观, 启发青少年学会综合利用所学知识解释生活现象, 表明生活离不开化学, 化学离不开生活。

关键词: 氮循环; 鱼浮灵; 鱼腥味; 化学与生活

中图分类号: G64; O6

Fish Paradise Secret

Haoyu Yang, Liqiong Yang, Yufei Wang *

School of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming 650000, P. R. China.

Abstract: This article introduces the relationship between chemistry and fish farming, fish selling, and fish food. The nitrogen cycle process in fish ponds is introduced to explain the fish farming. “Yufuling” is used as the entry point to fish selling to connect food safety with chemistry. Fishy smell is explained from a chemical perspective for fish food. This paper aims at making a scientific explanation of life phenomena, deepening the consciousness of chemical life, helping people establish a correct view of chemical science, and inspiring youth to learn to use the knowledge that they have learned to explain life phenomena. This paper also tries to show the youth that life cannot be separated from chemistry, and chemistry cannot be separated from life.

Key Words: Nitrogen cycle; Yufuling; Fishy smell; Chemistry and life

1 氮循环——小鱼儿的探秘之旅

“吱呀”一声, 随着门被轻轻推开的瞬间, 小鱼儿跌跌撞撞地摔进了鱼博士的实验室, 此时鱼博士正在做着反硝化实验, 他立马回头诧异地看着这位实验室的不速之客, 小鱼儿羞红了脸, 支支吾吾着: “那个, 鱼博士, 上次……在学校听过您的讲座之后, 我对您讲到的我们周围的世界……十分好奇, 所以就偷偷跑来了您的实验室……, 对不起, 没经过您同意……”。小鱼儿还想再解释几句, 鱼博士却和蔼地看着这个小孩子说道: “看得出来你是个喜欢探索未知世界的好孩子, 我们生活在这片水域, 周围的一切都是值得探索的, 刚好今天我准备外出取样, 不如你跟着我一起, 我给你讲讲我们生存的这片天地吧。”小鱼儿羞红的脸上放出了异样的光彩, 这是多难能可贵的机会呀。

随后, 小鱼儿便兴高采烈地跟着鱼博士出了门。

收稿: 2020-07-08; 录用: 2020-08-18; 网络发表: 2020-09-04

*通讯作者, Email: 191262538@qq.com

“我们生存的这片河域，可以说是人类给我们安置的一个培养环境，在这个环境里，在渔农的养殖下我们才得以茁壮成长，当然，除了人类会定期给我们播撒的鱼肥之外，我们生存的这个世界还有它本身的水体自净体系，今天刚好我要去这个体系中取样。”鱼博士边走边向身边的小鱼儿解释着，“这一路遇到的一切都十分有趣，我们继续往前吧！”

“原来我生存的这个世界存在着这么神奇的体系呀，难怪周围环境随时都这么干净明亮，鱼博士，这个体系会不会很复杂呢？毕竟这个世界这么大，需要承载的污染可不小呢。”小鱼儿眨巴着眼睛好奇地问道。

“当然会比较复杂啦，要完成一个完整的水体自净大概要 3 个过程，但每个过程涉及到的科学知识可不少呢，这个体系，我们暂且称它为氮循环系统吧^[1]，这个系统由氨化厂、硝化厂、反硝化厂三大工厂合作形成。”鱼博士微笑着看向小鱼儿。小鱼儿眉头紧皱，满脸的不解。鱼博士继续说道：“不明白没事，我们一会儿就会到氨化工厂了，我们亲眼去看看这水体自净的第一步。”

小鱼儿和博士一路往前，不一会儿就来到了氨化工厂，工厂之外远远地就闻到了一股恶臭，小鱼儿正奇怪这个世界怎么还有这么臭的地方，鱼博士便从实验箱里拿出了防护头套戴到了小鱼儿的头上，瞬间这臭味减弱了不少，走进工厂，映入眼帘的是一群带着异养菌工牌的工人正在流水作业，他们将生活的鱼料、水草，甚至是鱼排泄物都奇妙地转化成了氨气。

“怎么样，这些异养菌师傅是不是很神奇？他们作业的这个过程其实就是氨化过程，是水体自净的第一步，我们周围的水草、鱼料以及我们的粪便含有氮有机物，所以异养菌就会将这些物质里的氮元素转化出来，形成 NH_3 或 NH_4^+ (图 1)，这也就成就了氨化过程^[1]。”鱼博士向生产流水线方向指了指。

图 1 氨化过程

小鱼儿惊叹于周围世界的神奇时，不禁觉得有些奇怪：“但我们生存的家园为什么没有氨气的味道呢？这些被异养菌转化的氨有什么用呢？”

鱼博士继续说道：“生活中闻不到这种味道是因为氨化是水体自净的第一步，氨气可是我们第二步的主角，在人类世界，我们是被养殖的一类物种，但在我们生存的这个世界里，太多氨的存在会严重污染我们的家园，所以氨的具体作用呢……，”鱼博士顿了顿指向前方，“你看前面的硝化工厂。”

只见眼前是一个更复杂的流水线，有亚硝酸菌工人也有硝酸菌工人，他们正在逐一将氨气转化。此时鱼博士的声音响起：“你看，他们正在将氨气进行加工转化呢，这儿呢就是氮循环的第二步：硝化作用。幸好我们提前穿好了防护服，不然这个工厂产生的物质对我们身体的危害可不小啊。”

“为什么呢？”小鱼儿眨着眼睛问道。

“在第一个工厂里产生的氨气到了这，会被转化为有毒物质——亚硝酸盐，而能够起到这种作用的就是硝化细菌了，我们看到的亚硝酸菌和硝酸菌工人就属于硝化细菌这个大家族，他俩在这个家族里甚至在这个氮循环过程中缺一不可^[1]，在这些流水线工人手中经过的氨气，会发生如图 2 所示的转化过程。”

图 2 硝化过程

鱼博士继续说道：“从图2可以看出，亚硝酸菌的作用是可以将氨化工厂产生的氨气转化为亚硝酸根，这个酸根会与水里本就有的金属离子结合变成亚硝酸盐，这是一种具有毒性的盐，所以我们穿上防护衣就是为了防止亚硝酸盐接触到我们的身体。

亚硝酸菌也称为氨氧化菌：

硝酸菌也称为亚硝酸氧化菌：

以上就是这个硝化工厂的主要工作，所以亚硝酸根会即时的转化为硝酸根，与金属离子相结合变成盐，硝酸盐是几乎无毒的盐，所以对我们生存的环境也就没有较大的危害了。”

鱼博士说完，小鱼儿惊讶地看着眼前的工作流水线：“原来这个工厂这么神奇，可以将有毒的物质转换成无毒的硝酸盐，那这也是氮循环过程最重要的一步了吧，也是最能体现水体自净化过程的。”

“对，其实这一步至关重要。”

“那怎样才能让氨化作用快速来到硝化作用呢？这中间是不是还需要其他物质去推动呢？”小鱼儿疑惑地看着鱼博士。

“氨化作用到了一定的程度，硝化自然就会生长，只是时间会有长短。为了避免其他菌种成为河域的优势群落，所以需要另外添加硝化菌用来缩短时间。”鱼博士看向小鱼儿，“所以有时候我们生活的河域存在着渔农播撒的硝化菌。”

“啊！我懂了，这就像把水加热到一定的温度，水就会自然沸腾一样！”小鱼儿惊喜地说道。

“对！就是这个意思哦！”鱼博士欣慰地回答。

“那鱼博士，如果这种硝酸盐的含量过多，会不会对我们的环境造成一定影响呢？”

“问的不错，这就涉及到氮循环系统里的第三个工厂了，就是反硝化工厂，这个工厂主要是将硝酸根转化为氮，现有研究中，能将硝酸根转为氮的主要方法是换水，就是将我们生活的环境完全换掉。”鱼博士若有所思地说道。

“换水也是为了缓解水体中氮营养过剩的问题，水体中若每种物质超出了水体可承受的范围，那就会破坏生态平衡。虽然这种方法耗时耗力，但也是最有效的方法了，我今天要采集的刚好就是这样的水样，拿回去研究一下怎样才能在不换水的情况下解决氮过剩问题。”

“哇！鱼博士您真伟大，如果可以的话，我能去您的实验室帮您吗？我觉得这可是改变我们周围世界的一项拥有巨大价值的研究呢！”

“当然可以！我们现在就去采集水样回实验室继续研究吧！”

到此，在鱼博士的解说下，小鱼儿的探秘之旅也就结束了。惊喜之余小鱼儿也深刻地感受到了科学世界的奇妙，原来周围的一切存在着这么多的神奇，小鱼儿暗暗下定决心，一定要多多观察身边的物质，可能身边不起眼的小东西就蕴含着巨大的科学秘密呢！

2 鱼浮灵——揭秘鱼塘界的“兴奋剂”

不一会儿，小鱼儿就跟着鱼博士来到了实验室，正巧电视正在播报一则新闻。

“近日，我台记者走访多个农贸市场看到惊人一幕：鱼贩将一种白色粉末撒进装鱼的水盆里，迅速用手搅拌，并把半死不活的鱼虾倒入其中，鱼虾便奇迹般地开始活蹦乱跳，仿佛打了兴奋剂一般。对于此现象，记者采访了市民王女士。”镜头转向王女士，“在新闻报道之前就在朋友圈看到这样的视频，看完之后，我都不敢再买鱼虾之类的海鲜产品了，这眼看就要死了的鱼，撒一点粉末就像“打鸡血”一样活力十足，让人觉得这东西很可疑，据说啊，这种撒了白色粉末后起死回生的鱼还含有有害物质呢，会致癌！^[2]”，记者继续说道：“这种白色粉末是否真的会如市民所说会致癌呢？敬请关注我台后续报道。”这时电视镜头又转到鱼贩撒白粉的画面。

“唉，这新闻又得上头条了！”鱼博士关上电视，对着小鱼儿叹息道，“下午我还有个记者会要去现场，要不你跟着我一块去吧，这次记者会免不了要解释这些问题了。”

“所以鱼博士，这撒的白色粉末是什么呢？有时候我看到这些突然活蹦乱跳的鱼虾都不敢接近，真像打了兴奋剂一样有点吓人呀！”小鱼儿胆怯地问道。

“这没什么神奇的，其实它就是鱼浮灵，正规的鱼浮灵是没有危害的，鱼确实会像新闻所说那样突然变得活蹦乱跳起来，可这报道确实略夸张了。”

“这真的会致癌吗？”小鱼儿紧接着问道。

鱼博士笑了笑，“一会儿去到记者会现场你就知道答案了。”

鱼博士带着小鱼儿便走进记者座谈会的会议厅，灯光和记者们的问题夹杂在一起，鱼博士清咳了两下，站在了会议厅的讲台前。

“鱼博士，关于最近所报道的撒了鱼浮灵的鱼会使人致癌这一问题，您是怎么看的呢？”

“这是鱼浮灵不可告人的秘密吗？”

“鱼浮灵的存在合法吗？”

.....

记者们七嘴八舌地询问着，博士不禁皱了皱眉头：“大家不要急，记者们的问题我都会一个个解答，请各位记者先就坐。”

这场记者座谈会便井然有序地开始了。

记者甲：“请问鱼博士可以跟我们说一说鱼浮灵到底是什么吗？”

“鱼浮灵其实并没有像大家想得那么糟，早在1986年8月，它就被武汉市科委主持通过了技术鉴定，因为在当时乃至现在鱼类养殖中鱼浮头的现象时有发生，有专家估计，当时的湖北省每年因水体缺氧“泛塘”，鱼类死亡损失就达1000万元，而想要即时抢救鱼浮头现象，就必须得运用增氧机或者给鱼池灌注新水这样成本高、耗能大的方法，这样特别耗时耗力耗财，特别是农村和养鱼专业户大多不具备这个条件，所以才孕育了鱼浮灵，如果要说到鱼浮灵对这个世界的贡献，它的出现不仅为养鱼池调节水质、增加溶氧量开辟了新途径，而且还填补了国内这块儿的空白呢^[3]。当然鱼浮灵的学名是过氧碳酸钠($2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$)，也就是固体双氧水，它在常温下能很快溶于水，并产生人们呼吸所需要的大量氧气^[4]，没错，在新闻中商贩撒的白色粉末就是鱼浮灵。”

“那这样的鱼浮头现象为什么会发生呢？请您解释一下。”记者继续追问道。

“大家应该都在新闻报道里听过许多鱼塘由于断电导致鱼池泛塘死鱼的事，或者就是由于耗电猛增造成跳闸停电，使增氧设备无法工作^[3]，引起了前面说到的“泛塘”现象。我们都知道鱼在鱼塘里是需要氧气的，所以鱼塘一旦缺氧就会带来很大的损失，那么水中溶氧和鱼浮头又是什么呢？他们之间的关系又是什么呢？我们来一起看看，”博士打开了背后的投影仪，“水中溶氧其实主要来源于两方面，一是空气中的氧扩散到水中，二是来源于水生植物(主要是浮游生物)进行光合作用产生的氧气，水中氧的含量会受到水温、气压及水中动植物、微生物活动影响，当水中的氧含量减少时，就会导致鱼吃食减少，生长速度下降，严重的就会导致刚才记者你问到的这个鱼浮头现象，甚至是死鱼，同样地，结果都是带来巨大的经济损失^[5]。所以为了防止这样的现象发生，鱼浮灵才会被用到鱼塘里，作为增氧剂来补救因外在因素导致的水体缺氧的现象。”

记者乙：“那如您所说，鱼浮灵是用来抢救水体缺氧问题，看似为人们特别是鱼贩们带来了很大福祉，那如果使用不当是不是会使人致癌呢？”

“鱼浮灵其实属于过氧化物这个庞大的家族，对于过氧化物，国家是允许在水产养殖及运输中使用的，但也只是用于催氧，销售过程中是不能使用的，并且也没必要使用，如果过量使用的话，不但缺氧现象得不到缓解，反而会导致水产品死亡，鱼浮灵仅用于解决一般性的缺氧，对于快死的鱼是无法将它从死亡线上拉回来的^[3]。过氧化物使用过多也会造成水体污染，所以使用不当也会对环境造成一定的影响。”鱼博士顿了顿说道：“任何的化学品，如果我说没有一点危害那也不可能，

鱼浮灵虽属于化学物质,但是我想让人们知道,它给人类带来的好处远大于对人体的危害,若想短时间内让活体生物吸收鱼浮灵,还是有一定难度,所以水生物体内的营养物质不会因为鱼浮灵的存在发生多大的变化^[3]。这里我还想强调一点,它学名叫过氧碳酸钠,一些原本因缺氧而眼看着就要“不行了”的鱼,由于使用了鱼浮灵,确实会暂时延长寿命。但是在新闻中说到的致癌物质是砷、铅等重金属,经过正规生产的鱼浮灵遇水后产物是碳酸钠和水,碳酸钠就是做面包的纯碱,我们在生产和使用中几乎与铅砷等有毒物质搭不上边,本身安全无毒^[4]。但是我们不能排除的一点是,有些不法商贩可能会使用工业级纯度的原料生产过氧化钙或过氧碳酸钠来替代作为鱼药。在这种情况下确可能有引入重金属等有害成分的风险,这也是不法商贩在生产不合规鱼浮灵时不注意杂质排除的后果。”

记者丙:“前面您说了这么多,请问鱼浮灵存在的科学依据是什么呢?”

鱼博士推了推眼镜说道:“鱼浮灵除了能作快速增氧剂之外,还可以帮助水体杀菌抑藻,防治鱼病,改善水质^[6],前面说过它的主要成分就是过氧碳酸钠 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$,是一种固体的过氧化物,白色或浅黄色的粉末状的颗粒,没啥臭味,与水接触后会快速的发生化学变化,分解产生新生态氧,并进一步转变为分子态氧,可以归纳为如下过程:

“鱼浮灵”+水→新生氧→分子态氧^[6]

会发生以下反应:

鱼浮灵被撒进鱼塘后,会迅速产生双氧水(H_2O_2),双氧水不稳定,会产生氧气和水。反应最终的碳酸钠(Na_2CO_3),干燥时为白色粉末或颗粒,无气味,是一种碱性的盐,俗称苏打,食用对人体并无太大危害,也并不产生铅、砷等重金属。”

记者丁:“那对于现在市民间广泛传播使用鱼浮灵会致癌的担忧,您想说点什么吗?”

“关于鱼浮灵的使用我在前面已经讲过,市民们不必太过担心,若想把正常鱼与使用过鱼浮灵的区域区分开来,你可以观察鱼的眼睛,正常鲜活的鱼眼睛是清亮的,受过污染的鱼,眼睛比较浑浊;其次,正常的活鱼,鳞片完整有光泽,而受过污染的鱼鳞片无光泽也不完整,也可能会多处出血^[7]。

“鱼浮灵”事件所引起的市民恐慌其实是具有代表性的,近年来,很多食品安全问题给广大市民带来了许多烦恼,所以鱼浮灵被推到风口浪尖时,少不了人们谈虎色变,自然也会夸大其危害^[7]。但我在这里也要提醒各位鱼贩,虽然在销售过程中保持海鲜产品的鲜活度是有必要的,但一定要注意以确保食品安全为前提进行售卖。谢谢各位记者今天的提问,也希望新闻媒体能够如实向市民们传达这份安心,谢谢。”鱼博士起身鞠躬便走下了讲台。

此时食品安全局的负责人来到讲台前:“谢谢鱼博士今天的回答,市民们对食品安全关注度的提高这是我们想看到的,但是对于一些生活中看似“奇怪”的现象,我们同样希望市民朋友能够用科学的眼睛去判断对错,分清好坏。生活中很多食品都会有添加剂的存在,合理的使用添加剂对人体健康以及食品都是有益无害的,我们食品安全局也一定会精准测定每一份食品的安全指标,给市民们打造一个食品安全保障王国。谢谢各位记者的到来,今天的记者座谈会到此结束。”

说罢,小鱼儿跟着鼓起掌来,这场记者会便到此结束了。小鱼儿跟着鱼博士走在回实验室的路上,“鱼博士,今天谢谢您,让我重新认识了生活中的这些怪现象,原来那些看似神奇的现象都是有科学依据的,今后我再也不迷信随大流了,凡事都会将科学依据放第一位。”

“不错哦小鱼儿,其实科学真理的存在给我们的生活带来很多大的好处,能让我们健康生活,也让我们更加理智,我们确实要在面对科学问题时保持一个清醒的头脑去判断正误,这样吧,现在回实验室还有一段距离,不如我给你讲一个故事,也是和我们息息相关的哦。”

“好呀,是什么故事呢?”小鱼儿期待地看着鱼博士。

3 神奇的水煮鱼大餐

鱼博士笑了笑看向小鱼儿，说道：“这个故事与我们身上的气味有关。”

“噢！我知道，鱼腥味！”小鱼儿眨巴着眼睛。

“嗯，传说在很久以前，鱼乐国迎来了鱼乐国王六十大寿的生日，这可是举国同庆的节日，自从建国以来，每年国王的生日都会有各方使者敬献生日大礼，而鱼乐国王最喜欢吃鱼，他认为鱼象征着聪明与智慧，所以全国上下在国王生日这一天，餐桌上都会有一道菜——水煮鱼。

生日当天会有各国的使者为国王敬献礼物，今天就来了一位特别的使者，只见他手捧一盘菜肴，菜肴已被盖子盖住，不禁增加了一些神秘感，使者端着这道菜走进宫殿，“亲爱的国王，今天是您六十大寿生日，我为您特别烧制了这道美味，那就是您爱吃的水煮鱼！”

“哦？你的这道菜这么神秘，你可别欺骗本王，我国可是渔业大国，对鱼再熟悉不过了，你的这道菜可不像我之前看过的，之前的水煮鱼可是在宫殿门外就能闻到鱼腥味了，你的这道菜可是一点鱼腥味都没有哦，你确定你烧制的是水煮鱼吗？”国王不敢相信地问道。

“这就是您爱吃的水煮鱼，”使者随即揭开盖子，在场的大臣们不禁唏嘘，大家都没想到这道没有鱼腥味的菜肴真的就是水煮鱼。“就像国王您说的，这道菜不仅神秘而且还很神奇，神奇之处就在于它没有鱼腥味。”使者自豪地说着。

“快给本王尝尝。”鱼乐国王兴奋地夹起鱼肉塞进嘴里。“这道菜确实很神奇，没有鱼腥味，但口感却有着鱼肉的鲜嫩，这真是一道神奇的菜肴。”

“亲爱的使者，你送我的这道菜实在太独特了，这条鱼没有鱼腥味，它是怎么做出来的呢？我想让我的厨师也会做这道菜，你能略讲一二么？”国王激动地说道。

“尊敬的陛下，感谢您喜欢我的手艺！众所周知，鱼乐国是渔业大国，鱼类是含有优质蛋白质的一类物种，是人体必须氨基酸的良好供体，营养较为均衡，容易被人吸收，鱼类在为人提供营养物质的同时还会提供各种微量元素和各类活性物质^[8]，EPA (eicosapentaenoic acid)与 DHA (docosahexaenoic acid)就是鱼身上能够预防心血管疾病的物质(图 3)。

图 3 EPA 与 DHA 结构式

虽然这鱼肉看似给人们带来不少营养价值，但是刚才国王您说到的鱼腥味，会对鱼制品行业的发展有一定的影响，所以近年来，对腥味进行脱除是鱼制品研究的主要方向。”

“所以现在有去除鱼腥味的方法了吗？”小鱼儿好奇地问道。

“当然有了，我们继续听听这位使者是怎么说的吧。”鱼博士便继续讲着故事。

宫殿里此时聚集了很多大臣与厨师，都想要来听一听这鱼腥味到底是怎么去除的。

“如果要除去鱼腥味，那我们就得知道这味道是怎么来的，首先，腥味物质不是指某一单一的物质，它是由很多物质共同构成的，主要来源于养殖环境和鱼体的代谢反应。我们都知道，鱼类生活的环境含有大量的藻类和细菌产生的腥味代谢物，鱼死后在它体内的氧化三甲胺就会分解为三甲胺等物质(图 4)^[8]。

图 4 氧化三甲胺分解为三甲胺

这就是鱼类腥味的根本来源，还有一种就是脂肪酸的氧化也会产生腥味物质，如果鱼儿太肥，脂肪氧化的程度就越大，那么腥味也就会越重了。”

场内各位来宾都纷纷赞赏着这位使者的解说。

“那你是如何去除这难闻的鱼腥味的呢？”国王继续问道。

“尊敬的陛下，我在做这条鱼之前，查阅了大量资料，发现去除鱼制品腥味的方法有生物法、物理法、化学法等。我也将这些方法进行了整理，制成了一份除腥小妙招，您可以看看。”使者顺势将图纸展示于大厅中央，来宾纷纷聚拢观看。

鱼博士此时也向小鱼儿展示了一份图纸(表 1)。

表 1 鱼制品脱腥方法^[9]

鱼制品腥味脱除方法	具体措施	除腥原理
感官掩蔽法	—	在煮鱼时通过香辛料等调味物质来掩盖腥味，香辛料里的有机成分会与腥味物质发生反应，从而达到去腥的目的
化学法	酸碱法	利用有机酸与腥味物质发生化学反应，同时对脂肪、腥臭物质进行溶解萃取
	抗氧化剂法	利用茶叶里的茶多酚、黄酮类化合物等几茶类化合物的作用，去除腥味成分
	臭氧法	利用臭氧本身携带的负电荷可与腥味物质所携带的正电荷相结合的原理，让腥味物质的结构直接改变，使其转化为行为阈值更大的物质，从而达到脱除鱼制品腥味的目的
物理法	盐溶法	利用蛋白质的盐析作用和晶体渗透压的作用带出腥味物质
	包埋法	利用笼型分子对分子质量较低的挥发性物质的包埋作用进行脱腥，常用的包埋物主要是 β -环状糊精
	吸附法	利用吸附剂的吸附作用，吸附剂的多孔结构和内部特殊的分析表面，具有很强的吸附作用。常见吸附剂有活性炭、分子筛等物理吸附剂和离子交换树脂等化学吸附剂
	辐照法	利用高能电磁波照射物质分子，使之因为电离作用而改变结构
生物法	—	利用微生物的发酵技术去除鱼制品腥味，比如酵母和某些细菌

使者分别将不同的去腥味方法所应用的原理给在场的各位来宾解释了一遍，“不同的鱼除去其腥味有不同的方法，在科研界对鱼腥味去除的实验中，专家学者做过很多实验，并且也达到了除腥的目的，今天我给国王敬献的鱼呢是金枪鱼，利用的就是抗氧化法^[10]。”

在场的来宾纷纷鼓掌对这位使者的解说表示赞同，国王也对使者投去赞赏的目光：“希望我的厨师们可以在平时对这份除腥妙招多加研究，做出更美味的鱼，这才能让我们的渔业大国一直兴盛不衰。”

说完，这场生日宴便又回到了一片欢声笑语中。

“这就是关于这场神奇的水煮鱼大餐的故事，怎么样，这道水煮鱼是不是很神奇？”鱼博士问。

“是啊，本来国王之前吃的鱼都是有鱼腥味的，没想到这位使者做出了这道没有鱼腥味的水煮鱼，不过听完这故事我终于知道我们身上的鱼腥味是从哪里来的了，当然也知道要怎样去除啦！”

“虽说是故事，但这个故事也让我知道原来小到我身上的气味有着这么神奇的科学解释，看来今后我一定要好好学习科学知识，争取发现更多身边的神奇！”小鱼儿自信地说着。

参 考 文 献

- [1] 有用! 养鱼需要补充的化学知识. [2020-07-06]. https://mp.weixin.qq.com/s/UyzYSWQvH08_hWh50rLG6A.
- [2] “活泼乱跳”的鱼虾含致癌鱼浮灵? 到底能不能吃, 真相在这里. [2020-06-29]. <https://baike.so.com/doc/6224450-6437762.htmlURL>.
- [3] 精细化工信息, **1987**, No. 1, 36.
- [4] 农家参谋, **2016**, No. 2, 34.
- [5] 吴佩琰. 渔业致富指南, **2002**, No. 14, 15.
- [6] 何法章. 北京水产, **1994**, No. 2, 19.
- [7] 刘少伟, 阮赞林. 质量与标准化, **2014**, No. 8, 24.
- [8] 鱼类的化学组成与营养价值. [2020-08-31].
https://sa.sogou.com/sgsearch/sgs_tc_news.php?tencentdocid=20180812A1DME200&req=o7UeCTT1ag1gOPIoERdegB7X7g65YkoagFAUCA5p oX0=&user_type=1.
- [9] 王晓谦. 现代食品, **2020**, No. 1, 8.
- [10] 陈漪, 庄晶晶, 尚艳丽, 杨金生, 夏松养. 粮油食品科技, **2012**, 20 (6), 76.