

用阳光、盐和酸橙净化饮用水

阳光、盐和酸橙汁听上去可能是度假时饮用的玛格瑞塔酒的配料，最近的研究表明，它们也可以用来净化饮用水，既方便又便宜，发展中国家数以百万计的人需要这种解决方法。全球大约有7.8亿人口还不能稳定地获得安全饮用水。让他们用上安全饮用水则取决于是否有承受得起、且技术上可行的解决方法。

饮用水阳光消毒法，或称为SODIS法，就是这样一种解决方法，现在非洲、亚洲和拉丁美洲24个国家的5百多万人口正在使用这一方法。将水倒入透明或蓝色的聚酯水瓶（也可用玻璃瓶），暴露在阳光下至少6小时，或在多云天气下达到48小时。阳光中的热量和紫外线辐射会杀死细菌和原虫类寄生虫，并灭活各种病毒。据报道，这种方法能显著地减少罹患腹泻（一些研究表明达到70%）和霍乱（约86%）的儿童人数。虽然有关加热塑料瓶会析出塑化剂和其它激活活性化学物的问题已经被提出，但是迄今为止，研究显示SODIS法并未给饮用水带来内分泌干扰物这种不常见的问题。

然而，如果倒入瓶中的水非常浑浊，这种方法就会失效，因为水中的土壤颗粒会遮挡微生物，让它们躲避消毒光线。装瓶前对水进行过滤能解决这一问题，但是人们可能没有所需的额外设备。

然而，新的研究表明，在浑浊的水中加入微量的盐能使悬浮的黏土颗粒絮凝并沉淀到瓶子底部，这样就能将清水轻轻倒出进行SODIS法消毒。研究人员使用蒸馏水调配浑浊度分别为50、100、200浊度单位（NTU）的膨润土、高岭土和伊利土（热带地区的典型黏土）悬浮液各1升。然后，他们将不同量的盐加入其中，以确定需要多少浓度才可将浑浊度减少到30 NTU以下（SODIS



在喀麦隆雅温得 (Yaoundé) 的贫民窟，超过5万人——包括图中的爷爷和他的孙子——每天使用SODIS法处理他们的饮用水。

法起效的最高限值)。

每瓶中加入1250 mg的盐（大约四分之一汤匙），1小时内3瓶浊度为50 NTU的悬浮液全部降到限值以下。膨润土溶液越浑浊，比其它黏土更容易絮凝，达到相同效果所需的盐（1000 mg/L）就越少；黏土颗粒相互间距离越近，絮凝就越容易。越浑浊的高岭土和伊利土悬浮液就需要加入“助推剂”膨润土，以使浊度降到SODIS的限值以下。在研究中，加盐样本中没有一个盐的浓度低于256 mg/L的味觉限值，但是有几个样本残留的盐浓度低于普通的运动饮料。

研究小组组长、密歇根科技大学 (Michigan Technological University) 材料学和工程学系副教授Joshua Pearce指出，如果你能辨认放置在一瓶水下报纸的标题，你已经将浑浊度降低到30 NTU的限值以下。他指出，“这就为实验室以外的人员提供了一种易于理解的标识，让他们知道水是否已经足够澄清，可以进行SODIS法消毒。”

近期的另一项研究显示，酸橙汁能够加速SODIS法消毒的功率。酸橙中含有大量的补骨脂素。在阳光下，这些分子会形成DNA链间的共价交联，这一作用能防止DNA的复制。研究小组准备了2升塑料瓶装的自来水，在水中掺入酸橙汁30 mL或将整果剁碎、搅匀、离心制成的酸橙“浆”60 mL。然后，

他们要么加入大肠杆菌 (*Escherichia coli*)、MS2噬菌体（许多人类病毒的替代品）菌群，要么加入鼠诺如病毒（缩写MNV，一种人类诺如病毒的替代品），并将瓶装水暴露于阳光下长达6小时。

结合SODIS法的使用，酸橙浆和普通的酸橙汁都在短短的30分钟内使大肠杆菌减少了约1百万倍，而单独使用SODIS的效果只有前者的四分之一。在阳光照射2.5小时后对MS2的减少量进行测量，使用酸橙浆和酸橙汁活性病毒颗粒分别减少了约10000和100倍，而单独使用SODIS法则减少25倍。以上任意一种方法对MNV病毒只能产生些许影响。

第一作者、约翰·霍普金斯大学医学院的医学生Alexander Harding表示，“由于许多使用SODIS法的地方都有酸橙，酸橙汁能用来作为一种加快消毒过程的有效方法。”然而，酸橙并不是随处可见，而且并不是所有柑橘类水果都有如此高浓度的补骨脂素，这意味着其它柑橘或许不能用来替代酸橙。

非政府组织水援助 (WaterAid) 伦敦办事处的技术支持经理Vincent Casey表示，“这些研究发现是有用的，有可能会改进SODIS法的效率。”但是，他指出，没有什么一劳永逸的方案能够解决所有的水质问题。相反，为了保证足够的水质并预防疾病，就需要结合各种方法。不管怎样，对于许多社区，这些新的SODIS相关技术可能是迈向正确方向的一步。

Adrian Burton，居住在西班牙的生物学家，他还定期为《柳叶刀-肿瘤学》(The Lancet Oncology)、《柳叶刀-神经学》(The Lancet Neurology) 以及《生态学与环境前沿》(Frontiers in Ecology and the Environment) 撰稿。

译自EHP 120(8):A305 (2012)

翻译：徐瑾真

*本文参考文献请游览英文原文

[原文链接](#)

<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.120-a305>