寻求“恰到好处”

控制稻米中砷含量的挑战

（砷含量）限值过高无法保护人体健康，而限值过低又使生产商难以企及。© 145/Steve Outram/Ocean/Corbis

作为全球亿万人主食的稻米，常受到砷的污染，砷是一种天然存在于土壤中的元素，会引发癌症及其它健康问题。尽管其它食物也含砷，但稻特别容易吸取土壤中的该元素；其吸收的砷是其它作物，如小麦所吸收砷的 10 倍之多。加之米粉与大米糖浆常用于包括婴儿食品在内的多种加工食品中，因此砷暴露人群不只限于食用大米者。据估计，欧洲人平均砷摄取量的 95% 来源于食物，其中一半源自稻米和米产品。在井水中砷含量高的地区，饮用水与稻米双重暴露的毒性犹如雪上加霜。

对稻米中砷含量忧虑的日益加剧，激起了人们呼吁通过立法控制砷含量。“我们需要制定严格的稻米中砷含量标准，这对于减少经食物的砷暴露具有重要意义，”爱尔兰贝尔法斯特皇后大学生物科学教授 Andrew Meharg 说。“这对于保护包括几乎所有儿童在内的稻米高消费人群、生活在南亚的人群，以及那些因健康原因，诸如麸质过敏症而食用大量稻米的人群是非常必要的。”

然而，要对如此广泛食用的食物中自然存在的元素进行控制谈何容易。匹兹堡大学环境与职业卫生学教授 Aaron Barchowski 认为，产自不同国家与州的稻米，以及不同稻种间的砷含量可能千差万别。这给如何监控和实施控制标准带来了难题。

评估威胁

美国环境保护署（EPA）目前将砷列为无阈值致癌物，即任何剂量的砷，无论多么少，都有一定的致癌风险。有些科学家不同意这一说法——他们认为低于一定阈值的剂量不会引起癌症，这一争论目前尚无定论。

在另一不确定领域，消费者报告（CR）测试组的食品安全测试主任Michael Crupain指出，科学家们尚未证明在大量食用稻米的国家，膀胱癌和肺癌（往往与井水中砷有关的致命恶性肿瘤）的发病率有所增加。“需要开展精心设计的课题来研究这一问题，”他说。

然而，研究也揭示砷与包括心血管疾病，肺疾病以及认知功能障碍等在内的多种健康影响之间有关联。Barchowski解释道：少量砷给予细胞应激力，使它们易于适应不良反应，长此以往引发疾病。

儿童对低剂量砷似乎尤为敏感。例如，研究人员在孟加拉国和美国的农村地区都发现胎儿砷暴露会引起婴儿期和幼儿期呼吸系统感染与腹泻。此外，孟加拉国和台湾的横断面流行病学研究都表明早期砷暴露与学龄儿童和青少年的神经行为问题有关。

芝加哥大学卫生学研究、医学与人类遗传学教授Habibul Ahsan说，尽管可假定人们的饮用水始终出自同一水井，但要定量摄自食物的砷则要困难得多。饮食效应随砷是有机还是无机（无机砷毒性更大）以及食物中砷的含量而异，他说，而且砷从肠道到血流的吸收也随食物类型而异。

Barchowsky指出稻米与米制品含有多种能够保护机体免遭砷毒性影响的营养物质（例如，B族维生素和硒）。“这极大地复杂化了食用含砷稻米实际风险的评估，而这一点常常没有得到充分的注意，”他说。“食用健康平衡的膳食能够降低风险。”

采取行动，制订标准

美国食品与药品管理局（FDA）耗时多年，试图解决稻米中的砷问题。FDA官员说目前正在进行的健康风险评估，将有助于形成今后监管的科学基础。该机构目前建议父母们考虑他们喂养婴幼儿谷物的多样化，鼓励所有消费者仔细阅读以大米为主要成分的产品标签，并使用多个品种的谷物。

与此同时，由联合国粮食农业组织（FAO）与世界卫生组织（WHO）协调的国际食品法典委员会，制定了国际食品标准，提议精白（或加工）米中无机砷的最高水平为0.2 mg/kg。不过，食品法典委员会的推荐规范并不具备约束力，因为各国可自行决定是否采纳与实施。一些批评人士则说2014年7月宣布的稻米砷标准的提议保护性还不够。

精白米占稻米国际市场的79%，但糙米的最高砷水平在不断刷新。这是由于米粒将砷浓缩在使糙米带颜色的薄薄外层中，去掉这一薄层后得到的便是白米。有机糙米糖浆是一种常用甜味剂，常被商家以优于高果糖玉米糖浆的健康替代品而招徕顾客，业已发现其砷含量与糙米的谷粒相类似。

据日内瓦WHO食品安全部的风险评价与管理协调员Angelika Trischer说，食品法典委员会曾试图制定糙米标准，并提出0.4 mg/kg的值，但由于全球糙米砷含量水平的数据不足，无法达成一致意见。2015年3月举行的下一轮食品污染物法典委员会会议将继续进行该标准的讨论。

寻找平衡之道

EPA和WHO都已采纳饮用水中无机砷含量为10 ug/L的最高限值。然而，大多数国家目前尚未规定稻米中的砷含量。欧盟（为其成员国制定了统一的食品安全标准）已决定赞同食品法典的白米标准，但仍有待法律批准。据Meharg说，欧盟还计划采纳一项针对以稻米为原料婴儿食品中无机砷的0.1 mg/kg限值。

食品法典委员会是根据收集自欧洲、北美和亚洲的10个国家的抽样数据制订的白米标准。目的是制定一个既减少砷暴露，但又不至于低到大多数国家无法达到的限制水平。否则，Tritscher解释道：“限值就会成为假想，而无实用意义。”她说，任何砷含量法规的基本要求是其可执行性。食品法典委员会正在补充指南以帮助生产商达到该标准。

由于提交样品中的最高无机砷水平范围在0.16到1.8 mg/kg间，但平均值均低于0.2 mg/kg。因而，可行性（2%的较低超标率）是选择0.2 mg/kg限值的部分原因。食品法典委员会描述该标准的官方语言如此写道：这是“被认为低至有可能可达到的最高水平。”

其它抽样数据也证实该标准是可以达到的。例如2012年，CR测试了在美国购买的223个米与米产品的样品，发现几乎所有样品的砷含量都低于0.2 mg/kg。第二年，FDA发表了对1300多个样品进行的分析，结论是：“米与米产品样品中的可检测砷含量太低，不至于产生即时或短期不良健康影响。”该机构说，下阶段是进一步了解长期低剂量暴露的影响。

更高标准

与此同时，国际食品法典提议的标准也遭到一些人的抨击，他们认为该标准无健康风险评估基础。例如，Meharg，他支持对所有米产品采用更低的0.1 mg/kg标准值，而对于以婴幼儿为对象的产品的标准值甚至更低，他认为达到0.05 mg/kg是轻而易举的。而CR分管政策与消费者权益的部门，消费者联盟（CU）已请求FDA对精白米与糙米以及米产品都采用0.12 mg/kg的标准。

位于弗吉尼亚阿林顿的美国稻米协会发言人Michael Klein，对于国际食

品法典标准的制订方法表示支持。他说，将标准制定得太低，将“摧毁部分国家的稻米产业。”

但是Meharg不同意这一观点。“标准应当保护人们的生命和健康，但是现在标准并没有做到这一点，”他说。“该标准没有激励人们改革农业实践或加工工艺，而是为安于现状找借口。”

根据Crupain的观点，CU提出的0.12 mg/kg的标准是基于一项健康风险评估，该评估假设砷对于癌症的剂量反应是非阈值性的。“虽然这并非是安全阈值，但是这确实为标准的制订提供了一个合理而可行的出发点，”他说。他还说FDA和CR的数据表明美国几乎90%的白米和28%的糙米能够达到这一标准。

其他解决方案

实现减少来自稻米砷暴露的目标不能采取简单的办法。CR的一项新报告建议人们每周食用1杯（未煮过）产自砷水平较低地区的大米—尤其是印度、巴基斯坦和加利福尼亚生产的印度香米，以及美国生产的寿司大米。对于产自高砷水平地区的大米，CR建议的成人食用量约为半杯，儿童则为四分之一杯。

科学家们还在探索其它解决方案，其中包括在水稻中引入抗砷特性，有些水稻品种比其他品种较少吸收砷，迄今的研究表明这些特性可以成功地杂交到子代中。也可以在土壤中接种微生物以起到减缓根系吸收砷的作用，同样，可以对水稻进行防止砷吸收的基因工程方法，佛罗里达国际大学(Florida International University)细胞生物学与药理学教授Barry Rosen补充道。Rosen最近开发了一种能将无机砷甲基化为毒性较低有机砷的转基因水稻。他说，有商业价值品种的开发仍需几十年时间。

在被问及基因工程是否能提供可接受的解决方案时，Tritscher说，“我们需持开放心态。…我不排斥改善稻米含砷现状的任何合理方法。但首先需要对任何新技术或农业程序的安全性进行评估。”

稻米协会的Klein对此持较怀疑态度。“假如要在[转基因]稻米与含砷稻米间做选择的话，消费者可能会决定拒食任何稻米。”他说。“而我们认为食用稻米的营养价值超过暴露微量砷的风险。”

但是单纯避免食用大米对于世界各地以大米为主食的人们来说是行不通的。减少他们的砷摄入量需要从稻米种植与加工上进行根本性变革——而变革只有在制定标准限值的压力下才会被人们所接受。

Charles W. Schmidt，硕士，来自缅因州波特兰市的一位获奖科普作家，为《探索杂志》（*Discover Magazine*）、《科学》（*Science*）和《自然医学》（*Nature Medicine*）撰稿。

译自*EHP* 123(10:16–A19 (2015)
翻译：王仁礼 审校：李卫华

本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

http://dx.doi.org/10.1289/ehp.123-A16

《环境与健康展望》中文版

《环境与健康展望》（*Environmental Health Perspectives*, 以下简称*EHP*）是由隶属美国卫生与人类服务部（Department of Health and Human Services, DHHS）的国立卫生研究院（National Institute of Health, NIH）下属的环境卫生科学研究所（National Institute of Environmental Health Sciences, NIEHS）出版的专业学术月刊。刊物主要刊登优秀的、经同行评议的学术论文以及最新、最可靠的环境健康新闻，其宗旨是搭建一个探讨环境与人类健康的相互关系的平台。*EHP*的影响因子（Impact Factor）为7.98，在全球公共卫生、职业卫生以及环境健康杂志中排名第一，在环境领域杂志中名列第二。所有*EHP*的内容均可在网上免费浏览和下载。

为了让更多中文读者了解环境健康的信息，*EHP*将其英文版新闻、专家论坛以及评述栏目的部分文章翻译成中文。2001年6月，*EHP*的中文版《环境与健康展望》问世。从2002年开始，中文版以季刊形式出版。*EHP*与上海疾病控制中心于2004年正式合作出版中文版，并增加了页数和内容。随着学术界、政府部门以及大众对环境健康信息需求的急剧增加，*EHP*的中文版从2011年开始改为双月刊，逢双月出版。请浏览*EHP*中文版网页： http://cehp.niehs.nih.gov/

《环境与健康展望》读者服务部