

食品辐照：尊重事实，摒弃杜撰

有关辐照食品的某些说法看来是骗人的

Paisan Loaharanu

在 当今世界上，人们目睹了许多领域的技术进步，有的进步已使许多人能够遨游太空，甚至登上月球。经电离辐射处理的食物，自 70 年代初期成为美国宇航员和苏联宇航员食物的一部分以来，就一直用于这种旅行生活。对此，许多人表示惊讶。鉴于这个星球上的人对辐照食品的担心和激动实在太多，也许有人忖度这些太空人会不会这么说：“我们整天都在吃这个，也不知道地上的人在嚷嚷什么！”

几乎没有哪一种食品加工技术像食品辐照那样经历过这么多的科学评价、公众监督、政治争论和新闻媒介的注意。在它的整个发展过程中，支持者和反对者的争论，使得人们在许多方面难以辨别食品辐照是科学还是杜撰。

支持者经常声称，该技术是解决世界饥荒的一种手段。但与此同时，反对者却经常宣称该技术是危险的，因为食用辐照食品——甚至生活在辐照设施附近——可以致癌。他们还认为人们会滥用该技术，使本来不卫生的食物看起来新鲜。遗憾的是，这两种说法都是言过其实的。食品辐照的好处和局限性，在支持这些见解的科学记录中都有充分的文件可以作证。简单地说，科学记录表明，该技术能够帮助解决食品供应和安全性问题，而不会危及环境或人类健康。

食用辐照食品安全吗？

消费者团体、新闻媒介，甚至政府的有些代表提出的最主要问题是辐照食品的安全性。这个问题涉及

Loaharanu 先生是设在维也纳总部的联合国粮食和农业组织/国际原子能机构核技术应用于粮食和农业联合处食品保藏科科长。

到的技术科目范围相当广，包括自由基、辐解产物、诱发突变和致癌物质、多倍体、维生素损失、危险性细菌和毒素等。

在这一方面，科学家已经做了许多研究：

● **自由基和辐解产物。**正像其它食品加工工艺（例如加热或干燥）一样，当食品受辐照时，也发生化学变化。用来处理食品的辐射都具有足够高的能量，当它穿过介质时能在介质中引起电子发射。这一过程称为电离。主要在电离辐射通过食品时形成的离子和自由基，大都是不稳定的。它们能够相互作用，或与食品的各组分发生反应，生成一些称为“辐解产物”的化合物。重要的是要知道，这些化合物与用其它技术处理过或甚至未经处理的食物中存在的化合物是完全相同或类似的。还没有证据说明，食用这些化合物是危险的。至今尚未发现食品辐照会产生独特的化合物。

● **诱发突变或致癌特性。**一些国际科学家团体评价了从辐照食品安全性研究中得到的大量资料，认为担心是没有根据的。这些研究包括分析辐照食品中哪怕是很小的化学变化和它们会不会给人类带来长期毒性。在这些研究中，对许多辐照食品进行了大量的动物喂养试验。用实践中可能使用的剂量和比这高得多的剂量对这些食品进行了处理。在这类研究中，使用了一些比较灵敏的试验方法，包括基质传递分析、细胞遗传分析、小核试验，和用大小白鼠、狗、猴及其它动物所做的多代长期喂养研究等。其中许多研究是在 1971 - 1981 年期间，使用以德意志联邦共和国卡尔斯鲁厄为基地的“国际食品辐照计划”的名义实施或协调的。1976 年和 1980 年，联合国粮农组织 (FAO)、国际原子能机构 (IAEA) 和世界卫生组织 (WHO) 指派的毒理学、微生物学、营养学和化学方面的权威专家，评价了这些研究所得的数据。

1980年,人们获得了大量可供评价的有关动物喂养试验和辐射化学方面的新数据。根据这些数据,FAO、IAEA和WHO的食品辐照联合专家委员会(JECFI)得出结论:“任何食物商品受到总体平均剂量不超过10千戈瑞(kGy)的辐照时,都没有毒理学危险;因此,不再需要对经过这样处理的食物进行毒理学检验”。委员会还发现,不超过这个剂量水平的辐照“不会带来任何特殊的营养学问题或微生物学问题”。

自1980年以来,澳大利亚、加拿大、丹麦、法国、荷兰、联合王国和美国等国政府都指定了一些国家级的科学委员会来评价辐照食品的安全性。所有这些委员会都独立地作出了与JECFI的结论基本上相同的结论。1983年,FAO和WHO的食品规范委员会又采纳了JECFI的推荐意见,把它作为《辐照食品的通用法典标准》和《推荐的有关处理食品用辐照设施的运行的国际性实施法规》。

●**营养。**任何食品处理(例如加热、冰冻、干燥甚至冷藏)都在一定程度上引起维生素损失。辐照也不例外。食品的主要成分,例如蛋白质、脂肪和糖类,都比较耐辐照。一些维生素,例如A、E和K,对辐照是比较敏感的。辐照引起的维生素损失相当于或往往小于出于同一目的的其他食品加工工艺所引起的维生素损失。抑制土豆和洋葱发芽以及除去谷物、新鲜热带水果和干果中害虫所需的低辐照剂量,不会使维生素大量损失。例如,为抑制发芽而经0.1 kGy辐照并在15-20℃下贮存的土豆,比起为抑制发芽而在4-5℃下冷藏的未经辐照土豆,保有较多的维生素C。

应当指出,食品的各组分,例如氨基酸、维生素或糖单独受到辐照时,甚至对较低的辐照剂量也可能是敏感的。然而,当它们以化合物形式存在于食品的复杂基体中时,它们就比较耐辐照。环境因素,例如温度和氧气氛,对这类化合物的辐射敏感性也有重要影响。这种现象可以用来解释在已发表的关于辐照对各种食品成分的影响的报告中为什么存在着差异。

●**多倍体。**关于辐照食品的安全问题,没有什么比“多倍体”问题更耸人听闻了,据说这是由于食用了刚辐照过的小麦所致。多倍体系指可能意味着变异的染色体的多倍组合。人体细胞通常有46个染色体。如果它们是多倍体,那么它们可能有92个甚至138个染色体。多倍体细胞的发生率因人而异。人体

中多倍体细胞的生物学意义还不清楚。

在70年代中期,印度国家营养研究所(NIN)的一个科学家小组发表了一些报告,声称大鼠、小鼠、猴子甚至营养不良的儿童由于食用了刚辐照过的小麦食品,而使其多倍体细胞的发生率增加。但是,在这种经辐照的小麦贮存12周以后再食用的情况下,没有发现多倍体增加。印度和其它国家的一些研究单位根据它们所得到的资料,已设法重复了NIN所进行的研究,但没有一个研究单位得到类似于NIN所发现的结果。

鉴于人们对这个问题的争论,印度政府成立了一个独立的研究委员会。该委员会在其1976年的报告中得出结论:现有的资料还不能证明经辐照的小麦有任何诱发突变的可能性。NIN所长参加的1976年JECFI会议也审议了全部现有资料,并且得出了对辐照过的小麦可以不必担心的结论;建议“无条件地接受”为除去害虫而受到不超过1 kGy剂量辐照的小麦。加拿大、丹麦、法国、联合王国和美国的一些国家级科学委员会也评价了所传的引发多倍体问题;它们全都得出不必担心食用经辐照小麦的结论。

此外,在80年代初期,中国用志愿人员进行了8项进食研究,研究中使用了好几种辐照食品,包括刚辐照过的小麦。有400多人在受控制的条件下用7至15周的时间食用了辐照食品。在8项实验中有7项涉及在382人中研究染色体畸变。在任何一项实验中,都没有发现对照组和试验组的染色体畸变数目之间有明显的差别。食用非辐照食品的人和食用辐照样品的人的多倍体发生率,都在参加者多倍体细胞总平均值的正常范围以内。

●**微生物和毒素。**一切打算用物理方法(巴氏杀菌、罐装、冰冻、脱水或辐照)加工的食品都应当是优质的和经过适当处理的。这些技术大多数不能消灭所有微生物及其毒素。因此,这些加工技术既不能代替良好的生产实践(GMP),也不能用于一切食品。像谷物、肉或鱼之类可能被某些致病微生物污染的食品,在用任何技术加工之前、期间和之后,都必须严格按照有关的GMP规则操作,例如冷藏时要确保含水量低、要妥善地加以包装与贮存。一般说来,食品工业界不仅清楚地知道怎样处理食品,而且还知道在处理不当时会发生什么问题。

尽管GMP很重要,但仅靠GMP并不能保证一些食品,例如冷藏和冰冻的家禽、猪肉和牛羊肉、

对 辐 照 食 品 的 市 场 调 查

叫得最凶的食品辐照反对者想要使人们相信, 消费者将会彻底抵制这项技术。这是十分错误的。1984年以来在14个国家进行的市场调查发现, 只要有机会, 消费者不仅购买辐照食品, 并且在许多情况下, 他们确实很喜爱辐照产品。早年在加拿大(1966年, 1967年)、匈牙利(1980-1984年)、意大利(1976年)和南非(1978年, 1979年)进行的市场调查, 从消费者那里得到的答复同样是肯定的。

辐照食品	数量(吨)	调查日期	地 点	调 查 结 果	
阿根廷	洋葱	55	1985-1988	布宜诺斯艾利斯和 布兰卡港	消费者喜欢辐照洋葱。 95%的消费者说, 他们希望再次购买。
	大蒜	1	1985-1986	布宜诺斯艾利斯和 布兰卡港	消费者表示不反对辐照产品。
	大蒜粉	2.3	1987-1988	布宜诺斯艾利斯	消费者表示不反对辐照产品。
孟加拉国	马铃薯	60	1985-1988	达卡和吉大港	由于质量较好, 70%以上的消费者更喜欢辐照产品。
	洋葱	85	1984-1988	达卡和吉大港	由于质量较好, 70%以上的消费者更喜欢辐照产品。
	鱼干	3.5	1985-1988	达卡和吉大港	由于质量较好, 消费者更喜欢辐照产品。
	豆类	8	1986	达卡	由于质量较好, 消费者更喜欢辐照产品。
中国	甜薯酒	12 478	1984-1989	四川, 北京, 兰 州, 拉萨等	消费者表示不反对辐照产品。
	香肠	200	1984-1986	四川, 广州, 北京 等	消费者表示不反对辐照产品。
	苹果	500	1984-1988	上海, 天津	消费者更喜欢辐照苹果。
	马铃薯	800	1984-1989	上海, 河南	消费者表示不反对辐照产品。
	洋葱	1250	1984-1989	上海, 天津	消费者表示不反对辐照产品。
	大蒜	4200	1984-1989	郑州, 上海	消费者表示不反对辐照产品。
	红辣椒及其 制品	200	1984-1989	四川	消费者表示不反对辐照产品。
	柑桔	35	1984-1988	北京	消费者表示不反对辐照产品。
	梨	5	1985-1987	山东	消费者表示不反对辐照产品。
古巴	马铃薯	82.3	1988	哈瓦那	消费者表示不反对辐照产品。
	洋葱	16.2	1988	哈瓦那	消费者表示不反对辐照产品。
	大蒜	10.5	1988	哈瓦那	消费者表示不反对辐照产品。
法国	草莓	3	1987	里昂	尽管售价较高, 消费者还是更喜欢辐照草莓。
		10	1988		
民主德国	香料	1	1985	莱比锡	消费者表示不反对辐照产品。
	鸡肉	10	1987	舍内贝克	消费者表示不反对辐照产品。
印度尼西亚	鱼干	1.4	1986-1988	雅加达	消费者表示不反对辐照产品。
巴基斯坦	马铃薯	8	1984	白沙瓦	消费者表示不反对辐照产品。
	洋葱	12	1986-1987	白沙瓦	消费者表示不反对辐照产品。
菲律宾	洋葱	7	1984-1986	达沃和马尼拉	消费者表示不反对辐照产品。
	大蒜	6	1985-1987	马尼拉	消费者表示不反对辐照产品。
波兰	洋葱	6.5	1986-1988	波兹南和华沙	95%的消费者说, 他们希望再次购买。
	马铃薯	2.5	1987	波兹南	90%以上的消费者更喜欢辐照土豆。
		5.7	1988	波兹南和华沙	消费者更喜欢辐照土豆。
泰国	Nham (经发酵的 猪肉香肠)	29	1986-1988	曼谷	尽管售价较高, 更喜欢辐照产品的与喜欢非辐照产品的 消费者比例为10:1。
	洋葱	800	1986-1987	曼谷	95%的消费者说, 他们希望再次购买。
	大蒜	0.4	1986-1987	曼谷	因为质量好, 消费者更喜欢辐照洋葱和辐照大蒜。
美国	芒果	2	1986	佛罗里达州迈阿密	由于质量较好, 消费者喜欢售价相同或较高的辐照芒 果。
	番木瓜	0.068	1987	加利福尼亚州欧文 和阿纳海姆	喜欢辐照番木瓜的与喜欢非辐照番木瓜的消费者比例 为11:1; 69%的消费者说, 他们希望再次购买。
	苹果	0.270	1988	密苏里	由于质量较好, 尽管售价较高, 辐照苹果仍更受欢迎。
南斯拉夫	草本植物汁	0.250	1984-1985	贝尔格莱德	消费者表示不反对辐照产品。

某些海鲜产品以及香料的卫生质量。这类食品在为消费作准备时会把致病微生物和腐败微生物的污染传给其它食品，而且其中的有些食品（如水果和蔬菜）是生食的。此外，对其中的某些食物品种，尤其是在国际贸易中，在微生物方面都有严格的规定。特别是，在大多数食品中都要求不能有沙门氏菌之类的致病微生物。

为什么要利用食品辐照技术？

为什么要利用食品辐照技术呢？理由是关心公众健康和保证食品质量。食品辐照的应用范围包括：

- **香料和植物性调味品。**早在 1986 年，各国际香料公司就认识到，“辐照技术是控制害虫滋生和微生物污染的一种独特方法”，这是 1986 年在新德里举行的国际香料集团第一次会议上表达的观点。该集团的结论是，应当鼓励把辐照用于处理香料，以消除腐败、致病微生物和害虫。自此之后，鉴于一些主要的香料进口国禁止和限制使用化学熏蒸剂（二溴乙烷），各香料贸易公司在使用辐照技术方面的兴趣就大大地增加了。为确保香料的卫生质量，目前已有 17 个国家正在使用辐照技术。

- **家禽及其产品。**虽然许多家禽生产者不愿意承认他们出售的新鲜的或冰冻的家禽肉部有沙门氏菌和有关的微生物污染，但这个问题在世界上是确实存在的。世界各地市场上正在销售的家禽肉中，有 30—40% 是被这些生物所污染的。这个问题不是家禽肉所特有的，因为新鲜的和冰冻的牛羊肉也受到同样的污染，只不过污染程度可能轻一些罢了。

许多专家都认为，像沙门氏菌、弯曲杆菌、可能还有利斯特氏菌这样一些生物污染某些源于动物（尤其是家禽和猪）的食品的情况，如果在这些产品的生产、加工和管理中不采取费用特别高的措施而仅仅使用流行的 GMP，那是不可避免的。他们深信，在这样一些食品对食物致病的流行病十分重要的场合，必须认真地把辐照当作能有效地控制病原体的一种方法。关于对家禽肉进行辐照的种种理由，在苏格兰地方当局会议对欧洲共同体委员会（CEC）发布的《建议的控制食品辐照的指令》的意见中有很好的提法：“本会议坚决支持家禽肉的辐照，因为家禽加工业已发现，它不可能生产出不被有毒生物污染的产品。会议认为，对家禽肉进行辐照的要求，很可能像 1983 年在苏格兰强行要求对牛奶进行消毒一样有

效，当时曾立即使得由牛奶引起的食物中毒大为减少。”

在美国，食品和药物管理局（FDA）估计，美国每年发生的由食物引起的腹泻病多达 8100 万例。估计仅由沙门氏杆菌引起的经济损失每年就可能高达 23 亿美元。相比之下，加拿大和德意志联邦共和国由沙门氏杆菌引起的经济损失，估计每年仅分别为将近 8500 万美元和 1.1 亿美元。针对这类可预防的食物中毒疾病的一切有效处理方法，不仅要予以鼓励，还要加以实施。

1987 年，美国农业部（USDA）的食品安全和检验事务局请求 FDA 批准对家禽肉进行辐照，现在已经得到了 FDA 的批准。商业应用可能会随之而来。目前，比利时、法国和荷兰对家禽和家禽产品已进行商业规模的辐照。

- **牛羊肉和水产品。**虽然牛羊肉的沙门氏菌和弯曲杆菌的污染事件可能不象家禽肉那么多，但牛羊肉中的毛线虫、绦虫和毒浆虫所造成的寄生性传染，却在许多国家时有发生。这类侵染已使某些牛羊肉菜肴（例如调味用牛肉酱）变成很危险的菜肴。在这种肉类销售之前，针对这些寄生虫进行兽医检验的作法并不是十分安全的。例如，在泰国，辐照就是为了解决当地一种称为 Nham 的精美食物的食用安全而被应用的。Nham 是一种经发酵的猪肉香肠，通常不经烹调就食用。

蛙腿也是适宜辐照的一种食品。蛙类具有在不卫生环境中生活的习性，从而受到致病微生物的污染。加工时依靠普通的 GMP 不能消除这些微生物的全部污染。因此，在过去几年中，比利时、法国和荷兰已辐照了不说几千吨也有几百吨的冰冻蛙腿。

海鲜产品通常不会受到致病微生物的污染，除非它们在加工时多次被人触及。经常受到致病微生物污染的一项产品是烹煮过的去皮冻虾。这种烹煮后手工去皮并被冰冻的虾，通常作为一种无需再烹调的现成菜肴食用。对于这种菜肴，比利时和荷兰是使用辐照方法来保证其卫生质量的。鱼，尤其是淡水鱼，体内能够窝藏许多寄生虫。在远东，居民有吃生鱼的习惯，数以百万计的人受到各种寄生虫的传染，其中最普通的是肝吸虫。仅就泰国而言，东北部各省就有多达 700 万人传染上了这种寄生虫，每年能造成高达 6 亿美元的经济损失。

- **热带水果。**热带和亚热带水果天然地受到几种果蝇的传染，这就妨碍了这些水果出口到有严格的植

辐照设施的管理

在国际一级，代表着 137 国政府的世界卫生组织 (WHO) 和联合国粮农组织 (FAO) 的食品规范委员会，已经颁布了一些管理辐照设施的规定。

在促进遵守这些规定方面已经作了那些努力呢？

FAO、IAEA 和 WHO 的联合团体国际食品辐照顾问组 (ICGFI) 和 FAO/IAEA 核技术应用于粮食和农业联合处，已经开创了許多活动。这些活动包括：

- 领有许可证的食品辐照设施的国际注册。也就是将达到 ICGFI 运行标准的食品辐照设施登记造册。它由 FAO/IAEA 联合处保存和更新。可应各国政府的请求提供资料。

- 食品辐照工艺控制专修班 (FIPCOS)。ICGFI 为经营者、辐照厂管理人员、辐照设施的

技术负责人，以及食品管理官员举办培训班。

- 处理证书。《法典标准》要求辐照过的食品，不论事先有无包装，均应附有有关的装箱单，标明该食品是由何人、何时和在何处进行辐照的。ICGFI 现在正计划制订和推荐一种标准的证书供食品贸易使用，它将包括所有这些信息。

- 检测。许多国家的主管部门已经提出，希望用检测方法鉴别食品是否做过辐照处理，以及如果做过辐照处理则鉴别其是否按照规章要求进行的。几个国家最近完成的研究表明，有几种方法——诸如化学释光或热释光法，以及电子自旋共振光谱法——对于鉴别某些受过辐照的香料和带骨食品也许是合适的。FAO/IAEA 联合处和欧洲委员会正在组织这一领域的研究工作，以便开发更多的检测方法，供检验国际贸易的辐照食品使用。

物检疫法规的国家，如澳大利亚、日本和美国等国。二溴化乙烯曾是一种广泛用于防止果蝇传染的熏蒸剂，但大多数国家现已禁用。为解决这一问题，迫切需要有一种有效的替代处理方法。在几种可用的替代方法中，辐照看来是最有希望的，因为它对大多数水果都有效。一些水果出口国，例如智利、墨西哥、菲律宾和泰国，都对使用辐照表现出了极大的兴趣。USDA 最近准许对来自夏威夷的番木瓜进行辐照处理，以克服果蝇传染问题。FAO 在其《国际植物检疫处理手册》中早已推荐把辐照作为一种检疫处理手段使用。

开展食品辐照的国家

现有 24 个国家正在对从商用角度考虑指定的食品或食品配料进行辐照。本文附表包括一些欧洲国家。德意志联邦共和国虽然禁止在本国销售辐照食品，但正在辐照大批的香料供出口。其它欧洲国家，包括芬兰、德意志民主共和国、匈牙利、挪威、苏联和南斯拉夫，也在对不同种类的商用食品进行辐照。

用辐照处理某些食品的国家正在增多，经处理的食品数量也在增加。有三个国家（孟加拉国、科特迪瓦和越南）打算在它们的辐照设施建成后使用食品辐

照技术。其它一些国家，包括阿尔及利亚、印度、马来西亚、巴基斯坦、秘鲁、菲律宾和联合王国，也有了严密的商用食品辐照计划。

目前，世界各地正在使用的多用途辐照装置大约有 160 台，大多用于一次性的医疗用品消毒，约 50 台也用部分时间处理食品。到 90 年代末，估计可能约有 40 个国家的 80 台设施用于辐照商用食品或食品配料。

食品辐照的商业利用虽然规模尚小，但意义深远，足以代表扩散辐照技术的新方向。一些国家组织和国际组织正着重解决诸如各种法规的协调、贸易管制、工艺检验证书和辐照注册等问题。这种技术的安全性和有效性已在国际上得到确认。

要在政策上作出抉择

食品辐照正处于需要在政策上作出抉择的重要关头。一方面，食品辐照安全性方面的大量科学证据和对经济与健康的许多好处，正在推动食品辐照前进。另一方面，有关安全性和有效性的错误判断却可能使食品辐照误入歧途。人们在解决严重的食品问题方面，究竟是最终从辐照应用中受益，还是将该技术束之高阁，这将取决于人们在辨别食品辐照的科学性方面能取得多大的成功。