

发展中国家的食品辐照:实用的替代办法

有益健康和经济效益是越来越多的国家密切注视

该技术的商业应用的主要原因

Paisan Loaharanu

在现有的食品保藏技术中,食品辐照被认为是一种安全而有效的方法,适用于范围广泛的多种特定应用。使用这一技术以后,食物损失和食物传播疾病可以减少,也有利于扩大许多食物品种的贸易范围。

1983年,食品规范委员会通过了有关食品辐照的世界性标准。该委员会是在联合国粮农组织(FAO)与世界卫生组织(WHO)有关食品标准的一项联合计划名下设立的。制定此项标准的目的是使各国政府和消费者相信该技术是安全和有效的。结果是,38个国家已核准利用辐照技术处理一种以上的食品,而且这一数字正在不断增加。目前有27个国家——其中一半属于发展中国家——正在利用此技术处理商用食品。(见第33页方框。)

鉴于这些发展,国际原子能机构(IAEA)已经制订了一项在发展中国家中实际利用食品辐照的行动计划。此计划是根据印度大使于1992年提出的一项动议制订的。它现在已有了详细的项目建议,以便通过适当的技术合作渠道,在包括FAO、WHO和国际贸易中心在内的联合国其他组织配合下,将商业规模的食品辐照引入发展中国家。这一建议已得到IAEA理事会的核准,并随后于1993年9月得到IAEA大会的赞同。

Loaharanu先生是FAO/IAEA核技术用于粮食和农业联合处食品保藏科科长。

这一计划包括要进行几项经济可行性研究。智利、中国、墨西哥和摩洛哥等4国应邀与IAEA合作进行这些研究。除智利外,其他国家的研究均已完成。

中国政府以其自己的研究为基础,决定拨款近110万美元用于在北京设计建造一台商用食品辐照装置,主要处理大米、大蒜和其它几种食物,供应国内市场。它请求IAEA提供钴-60源、专家服务、质量控制设备和运行人员的进修培训。

有关墨西哥的可行性研究报告说,也许需要建几台商用辐照装置,以满足国内市场和出口的需要。建议第一个这样的商用工厂建在墨西哥的中部地区,处理香料、干食物、水果、蔬菜以及医疗制品,预计潜在的收益较高。

另一方面,有关摩洛哥的研究认为,引入商业规模食品辐照所需的基础设施显然尚不完善。IAEA的专家组建议,在从事商业规模的应用之前首先要加强研究与开发工作。

本文探讨越来越多的国家,特别是发展中国家之所以对食品辐照技术的商业应用感兴趣的几个主要原因。

健康和经济因素

食物的收获后损失。尽管现有的食品加工技术很多,但发展中国家食物的收获后损失仍然相当可观。鱼和海鲜、水果和蔬菜、肉和家禽之类的易腐食物,在到达消费

者之前的生产期间,由各种腐败因素造成的损失最高达到 50%。举例来说,亚洲国家的收获后损失,对谷物来说为 30%,水果蔬菜为 20%到 40%,鱼高达 50%。在非洲,据保守的估计,粮食收获后的损失至少达到总产量的 20%,水果、蔬菜和鱼之类易腐食物的损失甚至超过 50%。1985 年,美国国家科学院估计,发展中国家收获后损失的粮食至少超过 1 亿吨,价值超过 100 亿美元。

许多损失是由虫害引起的。为解决谷物、豆类等仓储农产品的虫害问题,发展中国家往往用二溴化乙烯、溴甲烷或环氧乙烷之类的化学品进行熏蒸,但这些药品必须从发达国家进口。这些熏蒸剂的使用已经在健康、环境和工人安全方面产生了一些问题。由于这些原因,自 80 年代中期起已禁止用二溴化乙烯熏蒸粮食。最近有报道说,最广泛地用于熏蒸粮食防止虫害的化学品——溴甲烷——有较强的耗尽臭氧特性。根据 1989 年大多数国家为保护环境而通过的《蒙特利尔议定书》的条款,损害臭氧层的化学物质必须于 2000 年前停止使用。

食物传播的疾病。食物传播疾病继续在多数国家(尤其是发展中国家)中影响居民的健康和生产率。食物——尤其是畜产品——被微生物,特别是致病无芽孢细菌污染以及被寄生肠虫和原生虫感染,是重要的公共卫生问题和人类得病与营养不良的根源。据 WHO 的统计,传染病和寄生虫病是 1990 年全世界频度最高的死因(35%),且这类死亡大多发生在发展中国家。此类疾病包括疟疾、腹泻、结核病、麻疹、百日咳和血吸虫病。腹泻类疾病在发展中国家中引起的死亡约占全部死亡的 25%。据估计,在可能高达 70%的病例中,食物是传播腹泻类疾病的媒介。

此外,在最近 2 年中,据报道拉丁美洲的 15 个国家发现了约 40 万例霍乱,死亡人数超过 4000 人。传染此种疾病的最重要原因是饮用和食用了已被污染的水和食物。



在其他地方,如泰国东北部各省的 700 万人,大韩民国的 300 万人和中国的数百万人,因生食淡水鱼而感染上肝吸虫。据估计,这些国家中,此类疾病造成的经济损失每年达数亿美元。

食物贸易。即使不说发展中国家之间必然会遇到的争夺食物出口市场问题,它们也必须满足进口大国越来越严格的质量和检疫标准。它们习惯于出口未加工的农业和粮食商品,诸如香料和调味品,水果和蔬菜,谷类和豆类,以及咖啡豆和可可豆之类的饮料作物,这些商品都很容易受到微生物的污染和昆虫的侵害。每年都有大量的此类产品因质量和卫生欠佳而被进口国拒收。因拒收而造成的经济损失很大。

发展中国家生产的许多水果,由于受到虫害特别是实蝇族果蝇的感染而被拒绝进入美国、日本、澳大利亚等国有利可图的市场。此类商品必须在向这些国家出口之前用化学熏蒸剂、热水或蒸汽处理,或在接近 0℃的环境下冷冻。此问题由于多数热带水果和蔬菜经不起较高或较低温度的处理而变得更加棘手。鉴于出口到有严格检疫法规国家的水果蔬菜数量和价值巨大,如

在许多国家中,消费者已可以选购经辐照处理的食物。(来源:CEA)

果找不到有效的替代处理办法,发展中国家就会蒙受巨大的损失。

即将来临的禁用溴甲烷,对发达国家和发展中国家都会造成巨大的经济损失。例如,每年进入美国的大约 30 万吨水果蔬菜要求使用溴甲烷熏蒸法防治虫害。这些进口物品中大部分是智利出口的葡萄(将近 20 万吨每年)。辐照可能是现有的最好替代处理方法。根据美国农业部的分析,只要对美国目前进口的 4 种商品进行辐照,就能在 5 年中产生 6.5—11 亿美元的经济效益。

当前,发展中国家能毫无限制地向欧共体的多数国家出口新鲜水果和蔬菜。由于某些欧洲和地中海国家已开始增加热带水果(如芒果和木瓜)的上市量,欧洲和地中海植物保护组织(Eppo)正在评价植物卫生法规,以适应货物在欧共体内自由流动的需要。这些国家这样做的目的是为了它们免遭外来的检疫虫害。Eppo 的这一行动将会严重影响来自发展中国家的粮食和农产品的贸易。包括 Eppo 在内的地区植物保护组织已承认,食品辐照是解决这一问题的有效检疫处理方法。

受致病微生物(例如沙门氏菌)污染的食品方面的贸易,会产生生产厂责任问题,尤其是速食食品生产厂。前不久,即 1993 年下半年,德国发生了一起快餐食品事件,这种快餐使用的辣椒粉是被沙门氏菌污染的。由于取消订货和销毁产品,该生产厂蒙受了 3000—4000 万德国马克的损失。这种辣椒粉是从某个发展中国家进口的,不清楚在用于制作快餐之前是否作过任何处理。如果辣椒粉经过辐照就可避免此类污染问题的发生。

对食品辐照的兴趣

食物损失。辐照作为一种减少许多种食物的收获后损失的办法是有效的,但需使用不同的吸收剂量。低剂量辐照(0.05—0.15 kGy)对于抑制发芽是有效的。发芽是马铃薯、洋葱、大蒜和薯蓣之类作物变质的

最重要原因。辐照是化学发芽抑制剂的重要替代者,后者在热带的气候条件下并不总是有效的。举例来说,它是控制薯蓣储存期间的发芽损失的唯一有效方法。它还能减少利用冷藏法储存这些粮食的必要性,因为辐照过的产品可以在室温或寒冷条件(10—15℃)下储存,而不是必须在低温(0—2℃)下储存才能减少腐败微生物引起的损失。

食物腐败。芒果、木瓜、蘑菇和芦笋之类的水果和蔬菜的熟化,可以用 1 kGy 左右的低剂量辐照推迟,因而延长了它们的货架期。如果将辐照和中温热处理(例如在 50℃ 热水中浸渍 5 分钟)结合起来使用,可实现芒果、木瓜之类水果的推迟熟化和控制疾病。

肉、鱼和海鲜中的多数腐败微生物对低剂量辐照比较敏感。因此,在妥善包装以后用 1—5 kGy 的剂量照射这些产品,能使腐败微生物大大减少。加上在冷藏条件下妥善储存,这些产品的货架期可以明显延长。

灭虫。对于灭虫来说,辐照是用于谷物、鱼干、果干和木本坚果的化学灭虫剂的有吸引力的替代者。0.25—0.5 kGy 的剂量对于控制几乎所有昆虫对仓储产品的侵扰是有效的。正如坐落在乌克兰敖德萨港的两台大型电子辐照器所证明的,辐照在经济上是有吸引力的。它们每年处理大约 40 万吨谷物。

对于非洲和亚洲的许多发展中国家中的居民来说,干咸鱼是一种重要的动物蛋白来源。这些产品在阳光下晒干和储存期间,通常受到若干种昆虫的侵染。在有几个国家中,仍在使用杀虫剂控制此类产品的虫害。妥善包装好的干鱼用 0.5 kGy 的剂量辐照,对于控制这些产品的虫害来说,是化学方法的有吸引力和无残留物的替代者。

安全和卫生。香料和干的蔬菜调味品,在将它们加入香肠、罐头肉、汤菜、调味汁和调味色拉油之类加工过的食品之前,必须进行处理以满足食品生产者提出的微生

世界各地的辐照设施

全世界有 27 个国家已拥有可供大规模食品辐照的设施；另有 6 个国家正在建造或计划建造此类设施。以下是按国家分列的清单，用黑体表示的国家正在辐照商用食品：

阿尔及利亚：穆阿斯凯尔的设施正在建造，准备处理马铃薯。

阿根廷：布宜诺斯艾利斯的一个设施 1986 年开始辐照香料、菠菜和可可粉。

孟加拉国：吉大港的一个设施 1986 年开始辐照马铃薯、洋葱、鱼干和豆类。

比利时：弗勒吕斯的一个设施 1981 年开始辐照香料、脱水蔬菜和深冻食品。

巴西：圣保罗的一个设施 1985 年开始辐照香料和脱水蔬菜。

加拿大：拉瓦勒的一个设施 1989 年开始辐照香料。

智利：圣地亚哥的一个设施 1983 年开始辐照香料、脱水蔬菜、洋葱、马铃薯和家禽肉。

中国：成都的设施自 1978 年起辐照香料、蔬菜调味品、中国香肠和大蒜；上海的设施自 1986 年起辐照苹果、马铃薯、洋葱、大蒜和脱水蔬菜；郑州的设施自 1986 年起辐照大蒜、调味品和水果罐头；南京的设施自 1987 年起辐照西红柿。此外，济南（自 1987 年起）、兰州（自 1988 年起）、北京（自 1988 年起）、天津（自 1988 年起）、大庆（自 1988 年起）和建瓯（自 1991 年起）也有辐照设施，辐照品种不详。

科特迪瓦：阿比让的设施正在建造，准备辐照薯蓣、可可和菜豆。

克罗地亚：萨格勒布的一个设施 1985 年开始辐照香料、大米和各种食品辅料。

古巴：哈瓦那的一个设施 1987 年开始辐照马铃薯、洋葱、菜豆和可可粉。

丹麦：里瑟的一个设施 1986 年开始辐照香料。

芬兰：伊洛曼齐的一个设施 1986 年开始辐照香料。

法国：里昂的设施自 1982 年起辐照香料；巴黎的设施自 1982 年起辐照香料和蔬菜调味品；尼斯的设施自 1986 年起辐照香料；瓦讷的设施自 1987 年起辐照家禽（冷冻去骨鸡）；马赛的设施自 1989 年起辐照香料、蔬菜调味品、果干、冻蛙腿和小虾；普佐日和奥斯曼维尔的设施自 1991 年起开始辐照，品种不详；萨尔特河畔萨布莱的设施自 1992 年起辐照卡门培尔干酪。

匈牙利：布达佩斯的一个设施 1982 年开始辐照香料、洋葱、酒瓶塞子和酶。

印度：准备建在孟买的设施计划辐照香料，建在纳西克的设施计划辐照洋葱。

印度尼西亚：帕索朱迈特的设施自 1988 年和芝巴都的设施自 1992 年开始辐照香料。

伊朗：德黑兰的一个设施 1991 年开始辐照香料。

以色列：亚夫内的一个设施 1986 年开始辐照香料、辛辣调味品和干食品辅料。

日本：北海道的一个设施 1973 年开始辐照马铃薯。

大韩民国：汉城的一个设施 1986 年开始辐照大蒜粉、香

料、辛辣调味品和食品辅料。

墨西哥：墨西哥城的一个设施 1988 年开始辐照香料和干食品辅料。

荷兰：埃德的一个设施 1981 年开始辐照香料、冷冻产品、家禽、脱水蔬菜、大米、蛋粉和包装材料。

挪威：凯勒的一个设施 1982 年开始辐照香料。

菲律宾：奎松城的一个设施 1989 年开始辐照，品种不详。

波兰：华沙的设施自 1984 年、弗沃切的设施自 1991 年和罗兹的设施自 1984 年起辐照某些产品。

南非：比勒陀利亚的设施分别自 1971、1978 和 1980 年开始辐照马铃薯、洋葱、水果、香料、肉、鱼和鸡；察嫩设施自 1981 年起辐照洋葱、马铃薯和加工好的产品；肯普顿帕克自 1981 年起辐照水果、香料和马铃薯，以及米尔纳顿 1986 年开始辐照水果和香料。

泰国：曼谷的一个设施 1971 年开始辐照洋葱，巴吞他尼的设施自 1989 年开始辐照发酵猪肉香肠、酶和香料。

乌克兰：敖得萨的一个设施 1983 年开始辐照谷物。

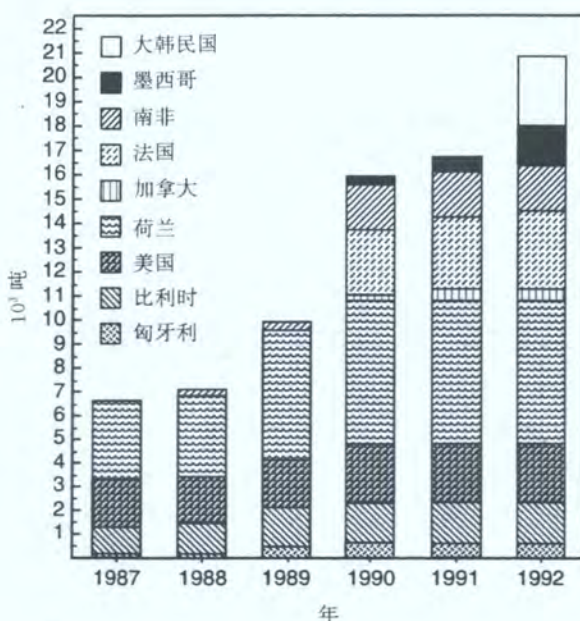
联合王国：斯温敦的一个设施 1991 年开始辐照香料。

美国：新泽西州罗卡韦的设施自 1986 年起、新泽西州惠帕尼的设施自 1984 年起、加利福尼亚州欧文的设施自 1984 年起辐照香料；依阿华州埃姆斯的设施自 1993 年起开始辐照，品种不详；佛罗里达州马尔伯里的设施自 1992 年起辐照水果和蔬菜。此外，佛罗里达州盖恩斯维尔的设施正在建造。

越南：河内的一个设施 1991 年开始辐照洋葱、马铃薯、海鲜、香料、大米和干烟草叶。

南斯拉夫：贝尔格莱德的一个设施 1986 年开始辐照香料。

不同国家中商业辐照香料和蔬菜调味品的情况



国 家	辐照食品	试销年份	调查结果
阿根廷	洋葱,大蒜,大蒜粉	1985--1988	消费者能接受辐照食品。95%的消费者喜欢购买辐照洋葱。
孟加拉国	马铃薯,洋葱,鱼干,豆类	1984--1992	消费者更喜爱辐照食品。
中国	红薯酒,香肠,苹果,马铃薯,红辣椒及其制品,柑桔,梨	1984--1993	消费者能接受辐照食品。
古巴	马铃薯,洋葱,大蒜	1988--1992	消费者能接受辐照食品。
法国	草莓 卡门培尔干酪	1987--1988 1991--1992	消费者能接受辐照食品。
印度尼西亚	鱼干	1986--1988	消费者能接受辐照食品。
巴基斯坦	马铃薯,洋葱,水果干	1984--1992	消费者能接受辐照食品。
菲律宾	洋葱,大蒜	1984--1987	消费者能接受辐照食品。
波兰	洋葱,马铃薯	1986--1988	90--95%的消费者更喜爱辐照食品。
泰国	发酵猪肉香肠,洋葱,大蒜	1986--1992	95%的消费者更喜爱辐照发酵猪肉香肠。消费者能接受辐照洋葱和大蒜。
美国	芒果,木瓜,苹果 草莓,柑桔,葡萄,水果,西红柿,洋葱和蘑菇	1986--1988 1992--1993	消费者更喜爱辐照芒果和苹果。辐照木瓜与未辐照木瓜的销售比例是11:1。 辐照草莓与非辐照草莓的销售比例是20:1。消费者能接受其他的辐照食品。
南斯拉夫	草本植物汁	1984--1985	消费者能接受辐照产品。

辐照食品的市场 试销调查(1984— 1993年)

物学技术要求。

但是,出于健康和安全的原因,一度获得广泛应用的环氧乙烷熏蒸法正在受到挑战。辐照正在缓慢地取而代之,尤其是在欧洲共同体(1991年已禁用环氧乙烷熏蒸法)及其贸易伙伴国内。为了确保香料的卫生

质量是可接受的而采用辐照的这种做法,近几年来已明显增加,从1990年以前的每年不到1万吨到1993年超过2万吨。(见方框。)香料和蔬菜调味品的商业辐照大多是在发达国家中进行的,诸如荷兰、法国、比利时、美国和南非。生产和出口这些产品的发展中国家,如能开始用辐照处理这些产品,定能获益。

食物贸易。尽管发展中国家生产的水果蔬菜数量巨大、品种繁多,但只有几种热带水果(诸如芒果、木瓜和杨桃)被出口到发达国家。包括美国、澳大利亚、日本和新西兰在内的某些发达国家,都有严格的植物保护和检疫法规,禁止从流行检疫虫害,特别是流行实蝇族果蝇的国家进口水果蔬菜。来自这些国家的新鲜商品必须在进口之前用经核准的方法处理过。

辐照(最小量为0.15 kGy)是能满足检疫法规要求的最有效的处理方法。不大的剂量就能有效地提供检疫可靠性,除去各种果蝇,多数情况下又不伤害水果和蔬菜的质量。一些地区性的植物保护组织已经赞成将辐照作为一种适用于新鲜水果和蔬菜的检疫处理手段。此类组织包括此类植物保护组织、欧洲植物保护组织和亚太地区植物保护组织。

冷藏费用。现代的冷冻技术不但有利于用于扩大易腐食物(特别是畜产品)的贸易,而且还能使食物保持它们的大部分新鲜度。但根据《蒙特利尔议定书》,用得最广泛的制冷剂氟氯烃(CFC)将在2000年以前在制冷工业中停止使用。虽然有可替代的制冷剂,但CFC的禁用将导致制冷费用更高,达到多数发展中国家越来越难以承受的地步。

发展中国家将不得不考虑适用的替代办法,以及能从根本上减少对制冷的依赖的那些技术。如将辐照与其他食品保藏技术结合起来使用,对于许多种食品来说,提供了少用制冷法的极大可能性。最近几年,法国开发出了几种半干的水果制品,它们具有极佳的口感,并已成功地打开销路。辐照过的鱼干已在某些亚洲国家成功

的试销。美国陆军内蒂克实验室早已开发出经辐射灭菌的肉、家禽肉和海鲜，它们自 70 年代初期起就已广泛地供宇航员食用。

利用包括经辐射处理的产品在内的耐储食品，对发展中国家来说是非常宝贵的，特别是无力对销售过程的冷藏连锁进行投资的那些国家。

消费者对辐照食品的认可

食品工业界、消费者组织甚至政府似乎都有一种感觉，即消费者不愿意购买和消费辐照食品。事实上，许多组织做过大量的消费者调查，特别是在 80 年代，当时有几个西方国家正在制订允许使用食品辐照的法规，调查结果似乎支持此种体会。

但应该指出的是，消费者在过去 10 年中一直受到使人误入歧途的宣传材料的侵扰，它们来自反对采用食品辐照的自封的“消费者团体”。他们那些蛊惑人心的关于辐照食品的“消极效应”的种种断言，常常被传播媒介进一步夸大。1986 年切尔诺贝利事故之后，公众更加弄不懂食物链中食物被放射性核素所污染和为了保藏目的而进行的食品辐照之间的差别。

幸运的是，自 80 年代中期开始，在发达国家和发展中国家中都进行了辐照食品的试销。此类试销连同有关辐照食品信息的正确宣传，有助于使消费者对此项技术的安全性、好处和局限性产生好得多的理解。各种各样的辐照食品——包括洋葱、马铃薯、大蒜、芒果、木瓜、草莓、鱼干和发酵猪肉香肠——开始销售，并标明经辐照处理，旁边则摆着未经辐照的同样食品。

试销获得了令人印象深刻的成效；消费者不仅愿意购买辐照食品，而且常常以绝对优势的劲头超过非辐食品。促使消费者较多地购买辐照食品的主要因素似乎是质量或者说安全性。因此，一旦正确地向消费者介绍了有关辐照食品的信息，他们是愿意购买的。（见第 34 页表。）

商业应用

利用辐照处理商用食品的国家数一直在稳步增加，从 1987 年的 19 个增至目前的 27 个。最近几年增加的多半是发展中国家，有的为了满足国内市场对辐照产品的需求，有的则把它看作开拓海外市场的机会。

在政府、食品工业界和传播媒介之间建立起共识的最有意义的事件，是 1992 年美国第一台商用食品辐照装置的投产。该装置位于佛罗里达州坦帕附近的马尔伯里。该设施一直在处理草莓、其他水果和几种蔬菜以控制腐败，并向迈阿密和芝加哥地区供应产品，获得很大成功。辐照过的草莓比未经辐照过的卖得快，根据销售时间的不同，其销售比例为 10:1 到 20:1。消费者明显地被辐照草莓的高质量吸引住了，与他们平时能买到的八成熟的非辐照草莓相比，辐照草莓就象“田间刚成熟”的那样鲜艳。其他辐照食品，如洋葱、蘑菇和桔柑的销售与草莓一样获得成功。负责销售的零售商还说费用明显减少。腐败损失大大减少，辐照草莓只损失 2% 左右，而非辐照草莓要损失 10%。

自 1993 年 9 月以来，美国还成功地销售了有限数量的辐照家禽肉。在过去 5 年中，包括中国、法国、南非和泰国在内的其他国家的零售商也成功地一直在出售贴有标签的辐照食品。

切实可行的选择

食品辐照技术能给发展中国家提供与食物大量损失和食物传播疾病作斗争的补充武器，并能为各种食物商品拓宽贸易市场。发达国家中日益增加的商业应用，对于发展中国家更加大规模地实际利用食品辐照是一个积极的信号。

随着世界人口的增长和加在农业资源上的压力进一步增加，不管是从健康角度还是从经济角度，可用于安全处理和保藏食物的一切技术都会有用武之地。对于发展中国家来说，辐照在许多情况下都可能成为一种切实可行的选择。 □