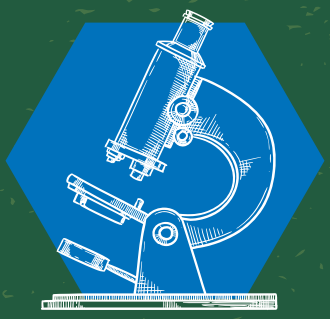
IAEA BULLETIN

国 际 原 子 能 机 构 通 报

国际原子能机构旗舰出版物 | 2024年9月 | www.iaea.org/bulletin



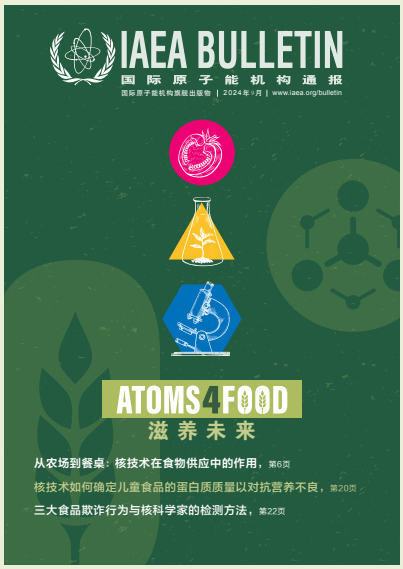
ATOMS4FOOD

滋 养 未 来

从农场到餐桌：核技术在食物供应中的作用，第6页

核技术如何确定儿童食品的蛋白质质量以对抗营养不良，第20页

三大食品欺诈行为与核科学家的检测方法，第22页



《国际原子能机构通报》

主办单位

国际原子能机构

新闻和宣传办公室

地　　址：维也纳国际中心
PO Box 100 1400 Vienna Austria

电　　话：(43-1) 2600-0

电子信箱：iaeabulletin@iaea.org

编　　辑：Kirstie Gregorich Hansen

执行编辑：Patricia Puhm

设计制作：Ritu Kenn

《国际原子能机构通报》可通过以下网址在线获得：

www.iaea.org/bulletin

《国际原子能机构通报》所载的原子能机构资料摘录可在别处自由使用，但使用时必须注明出处。非原子能机构工作人员的作品，必须征得作者或创作单位许可方能翻印，用于评论目的的除外。

《国际原子能机构通报》任何署名文章中表达的观点不一定代表原子能机构的观点，原子能机构不对其承担责任。

封　　面：国际原子能机构

请关注我们

IAEA Atoms for Peace and Development

国际原子能机构（原子能机构）的使命是防止核武器扩散和帮助所有国家特别是发展中国家从核科学技术的和平、安全和可靠利用中受益。

1957年作为联合国下的一个自治机构成立的原子能机构是联合国系统内唯一拥有核技术专门知识的组织。原子能机构独特的专业实验室帮助向原子能机构成员国传播人体健康、粮食、水、工业和环境等领域的知识和专门技术。

原子能机构还作为加强核安保的全球平台。原子能机构编制了有关核安保的国际协商一致导则出版物《核安保丛书》。原子能机构的工作还侧重于协助最大限度地减少核材料和其他放射性物质落入恐怖分子和犯罪分子手中或核设施遭受恶意行为的风险。

原子能机构安全标准提供确保核安全的基本安全原则、要求和建议，并反映国际社会就构成保护人和环境免受电离辐射有害影响所需的高度安全达成的协商一致。这些原子能机构安全标准的制定针对服务于和平目的的各种核设施和核活动，以及减少现有辐射风险的防护行动。

原子能机构还通过其视察体系核查成员国根据《不扩散核武器条约》以及其他防扩散协定履行其将核材料和核设施仅用于和平目的的承诺情况。

原子能机构的工作具有多面性，涉及国家、地区和国际各个层面的广泛伙伴的参与。原子能机构的计划和预算通过其决策机关——由35名理事组成的理事会和由所有成员国组成的大会——的决定来制订。

原子能机构总部设在维也纳国际中心。外地办事处和联络处设在日内瓦、纽约、东京和多伦多。原子能机构在摩纳哥、塞伯斯多夫和维也纳运营着科学实验室。此外，原子能机构还向设在意大利的里雅斯特的阿布杜斯·萨拉姆国际理论物理中心提供支持和资金。

用核科学战胜饥饿

文/国际原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西

我们必须增产粮食，并且要做得更出色。我们需要的粮食不仅要营养丰富，还要能在恶劣环境中生长，更能抵御极端气候，人类食用更加安全。

全球各地，每晚都有数百万人饿着肚子入睡。自2020年以来，面临严重粮食不安全的人数翻了一番多。极端气候可能会增加农作物歉收的风险，使得满足全球日益增长的需求变得更加艰难。

但我们拥有改变这一现状的工具。核科学就是这样一种工具，它能帮助我们培育出更强健、更健康、更安全、更富营养的作物。

原子能机构和联合国粮食及农业组织（粮农组织）正通过粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心开发这些工具，并帮助最需要的人学习如何应用这些工具。

我们的“原子用于粮食”（Atoms4Food）汇集了我们数十年来在帮助各国充分利用土壤、作物和海岸线资源以养活不断增长的人口方面的知识和经验。

“原子用于粮食”倡议于2023年启动，旨在帮助各国加强粮食安全，解决饥饿问题。它为各国提供量身定制的解决方案，以提高农业生产力、减少粮食损失、确保食品安全、改善营养状况，并适应气候变化。

“原子用于粮食”倡议的核心是核科学。在粮食生产领域，种子、天气和土壤等众多不可预测的变量常常导致难以获得稳定可靠的结果。

通过核辐照技术诱发植物自然突变，我们可以培育出能够抵御异常降雨、土壤盐碱化或害虫侵袭的新品种。原子能机构和粮农组织甚至将种子送入太空，帮助科学家更深入地了解植物变异。

利用同位素水文学追踪水和肥料在地下和植物体内的流动，我们可以发现最有效的方法，帮助农民更好地种植特定作物。利用聚合酶链式反应测试等核技术监测动物疾病，使我们能在疾病暴发前就发现它们。利用辐照技术可以消灭果蝇等害虫，而无需使用化学药品。利用氚稀释分析技术等方法，通过揭示人体营养水平，我们可以改善人体健康，而利用放射性示踪剂可以检查食品是否受到污染。

正如本期《通报》中的文章所述，世界各地的许多群体已经在采用这些创新方法，还有更多的群体希望采用。许多国家的科学家被派往原子能机构接受培训，并在掌握如何在当地应用这些技术所需的知识和技能后回国，将这些知识和技能传授给农民和其他食品生产者。

农民并不需要物理学学位来应用这些精准的方法。原子能机构和粮农组织以及我们在世界各地的国家合作伙伴在将这些创新技术从实验室转移到田间地头再到餐桌上方面拥有丰富的经验。

几十年来，肯尼亚、秘鲁、孟加拉国和其他几十个国家的儿童上学和就寝时都得到了更好的营养，这得益于核科学给他们国家的粮食生产方式带来的创新。

通过“原子用于粮食”倡议，我们可以共同进一步推广这些创新，为全球政策制定者、科学家和食品生产者提供科学所能提供的最佳工具，以确保最基本的生活需要：足够可靠、营养和安全的食品。

“我们的‘原子用于粮食’（Atoms4Food）倡议汇集了我们数十年来在帮助各国充分利用土壤、作物和海岸线资源以养活不断增长的人口方面的知识和经验。”

—国际原子能机构总干事拉斐尔·马里亚诺·格罗西

目 录

1 用核科学战胜饥饿

4 应对当今挑战的最先进解决方案：
原子如何助力减少饥饿与贫困

6 从农场到餐桌
核技术在食物供应中的作用

10 孟加拉国积极应对极端气候，确保粮食生产

12 核与气候智能型农业解决方案如何帮助减缓气候变化

14 国际原子能机构成功开展田间试验
香蕉镰刀菌枯萎病防治有望取得突破

16 巴基斯坦利用核技术加强绿豆和鹰嘴豆种植

18 获奖漫画：太空种子

20 核技术如何确定儿童食品的蛋白质质量以对抗营养不良

22 三大食品欺诈行为与核科学家的检测方法

24 提高出口成功率
哥斯达黎加对食品安全的承诺

26 肯尼亚气候智能型农业助力更多人获得食物

28 越南利用核科学改善食品安全，提高农业生产力和可持续性

30 核技术如何助力“蓝色食品”安全

32 利用昆虫不育技术防治拉丁美洲新大陆螺旋蝇

国际原子能机构最新动态

34 新闻

36 出版物

应对当今挑战的最先进解决方案

原子如何助力减少饥饿与贫困

联合国粮食及农业组织总干事屈冬玉

60年来，联合国粮食及农业组织（粮农组织）和国际原子能机构在粮农核技术开发和应用方面成功开展了合作。“原子用于粮食”是一项新的联合倡议，旨在扩大这些创新性研发工作，以助力解决饥饿和贫困问题。

屈冬玉
粮农组织总干事

农粮系统必须在环境退化、生物多样性丧失、污染和气候危机等持续的全球压力（所有这些压力都是由农粮系统本身造成的）下，同时考虑到营养需求、持续贫困和冲突等社会经济因素的影响，为不断增长的人口提供粮食。2023年，全球有7.13亿至7.55亿人遭受饥饿。此外，还有数十亿人无法负担健康饮食。

为了应对当今的复杂挑战，粮农组织和原子能机构正在通过加强伙伴关系，帮助各国采用核技术、同位素技术和相关技术，使农粮系统更加高效、包容、有韧性和可持续，以实现更高的目标。这些创新方法能够提高农业和畜牧业的生产力，加强自然资源管理，减少粮食损失和浪费，确保粮食安全和食品安全，改善营养状况，并帮助脆弱的粮食生产群体适应气候危机的影响。

增加吸收

自1964年粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心成立以来，核技术在农业中的应用显著增加，为全球带来了广泛的好处。

通过同位素技术优化植物对水分和养分的吸收，以及利用辐射育种技术培育出产量更高、抗逆性更强、品质更优的作物品种，作物产量得到了显著提升。这种突变育种技术已经在数百万公顷的土地上得到应用，每年为农民带来数十亿美元的收益，同时也保护了土壤和环境。

通过释放绝育昆虫来控制和管理害虫种群，这种方法在控制果蝇、飞蛾、采采蝇和螺旋蝇等害虫方面取得了显著成效。从南美到中东，已经成功建立了无果蝇区或害虫低发区。这不仅减少了生产损失，节省了数亿美元，还提高了食品质量，增加了出口、就业和收入。

利用同位素技术最大限度地减少土地退化和水污染，提高土壤肥力，从而保护环境。这些技术被用于确定关键因素，比如最佳的肥料施用位置

“原子用于粮食”倡议制定了一项全面战略，包括国家评价和强有力的行动计划，通过粮农组织的“四个更好”帮助各国迈向更加美好的未来：

更好的生产 · 更好的营养 · 更好的环境 · 更好的生活

(Photo: Adobe Stock)

和时间。每年通过节省化肥所获得的经济效益至少达到60亿美元。

从通过辐照疫苗和分子技术快速识别病原体来提高动物健康和生产力，到利用食品辐照技术消灭细菌、害虫和其他生物来提高食品安全，所有这些创新都为人类、动物、植物和整个生态系统带来了社会经济和环境效益。

加速变革

粮农组织/原子能机构的合作伙伴关系在促进各项倡议的资助和实施方面发挥了重要作用。这种基于科学验证的独特研发伙伴关系，对农粮系统的转型产生了积极的影响。然而，为了应对当今复杂且相互交织的挑战，我们必须加快合作行动。因此，粮农组织和原子能机构在2023年10月启动了“原子用于粮食”倡议。该倡议的目标是为各国提供量身定制的突破性解决方案，以满足它们特定的需求。它旨在提供更多获取科学证据和能力的机会，以便为决策提供信息支持，加强研发工作，扩大技术应用和标准化，提升技术和管理能力，并促进知识交流与合作。

该伙伴关系的指导原则包括：确保小规模农户和其他代表性不足的群体能够公平地获得和利用创新技术；实现性别平等；尊重国家自主权；与“同一个健康”方案保持一致；共享有关新技术的风险和益处的信息。创新只有在其附加值得到确认、核应用被证明是有益的、具有高度地区或全球适用性之后才会被采用。

“原子用于粮食”倡议制定了一项全面战略，包括国家评价和强有力的行动计划，通过粮农组织的“四个更好”——更好的生产、更好的营养、更好的环境和更好的生活，帮助各国迈向更加美好的未来，不让任何人掉队。

FAO & IAEA
ATOMS4FOOD
GROWING FOOD SECURITY

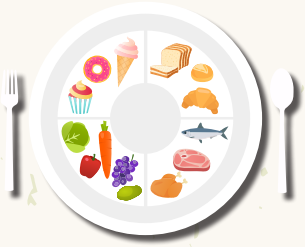
“原子用于粮食”倡议汲取了原子能机构和联合国粮食及农业组织（粮农组织）近60年在支持各国应用核技术和同位素技术解决方案方面的共同经验。粮农组织/原子能机构联合中心致力于推动和支持在粮食和农业领域安全、适当地使用核技术和相关技术，并提供以下服务：

1. **评价服务：** 负责识别粮食安全需求，并定制计划以应对粮食安全挑战。
2. **作物品种改良服务：** 利用核植物突变育种方法，制定作物改良计划，培育更强健、营养价值更高的作物品种。
3. **水土管理和作物营养服务：** 利用核科学和同位素科学的精准性，收集土壤肥力、主要作物及其平均产量、肥料和灌溉系统的可用性等信息。
4. **动物生产和健康服务：** 科学评估动物疾病的流行趋势，采取预防、诊断和控制措施，并提升实验室和其他兽医服务的能力。
5. **害虫防治服务：** 应用核昆虫不育技术，解决影响农业生产的害虫问题。
6. **食品安全与控制服务：** 评估实验室能力、监测食品危害的能力、食品的真实性和辐照应用。
7. **公众健康营养服务：** 利用稳定同位素技术提供的关于食品营养价值和饮食质量的证据，为制定有影响力的营养计划提供科学依据。

从农场到餐桌
核技术在食物供应中的作用

你是否知道核技术在确保食物供应中发挥着至关重要的作用？从提高作物产量到确保食品安全，核科学是可持续农业不可或缺的一部分。

本视觉指南探讨核技术如何保护我们的食品供应，并确保我们所食用的每一口食物既安全又富含营养。



植物育种

原子能机构通过其与粮农组织合作的粮农核技术联合中心（粮农组织/原子能机构联合中心），利用核技术，建设各国植物育种能力，以培育更耐疾病、抗虫害和更能适应环境压力的作物品种。

利用辐射诱发突变，科学家们培育出新品种，这些品种不仅能改善产品质量、稳定增量，还能更好地抵御气候变化和环境压力，从而促进更稳健和可持续的粮食供应。

粮农组织／原子能机构突变品种数据库是一个收集利用突变育种技术培育的植物品种信息的数据库。

它包含来自 75 个国家、超过 238 种不同作物类型的 3433 个作物品种信息。

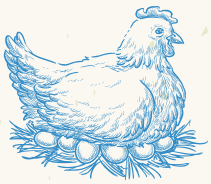
虫害防治

原子能机构通过粮农组织/原子能机构联合中心，领导全球努力实施和进一步发展昆虫不育技术。这种技术通过辐射使雄性害虫不育。

不育的雄性害虫被释放到野外与野生雌虫交配，不产生后代，从而有效减少害虫数量。这种生态友好型方法不仅可以控制农业害虫，还能够减少化学杀虫剂的使用，保护作物和环境。

全球高达 40% 的作物产量因植物病虫害而损失。

动物健康



原子能机构通过粮农组织/原子能机构联合中心，利用核技术及相关技术进行动物疾病的监测与控制，提升牲畜的健康水平，增强其生产率。

通过这些措施，各国能够确保稳定供应安全和营养丰富的动物源性食品，促进可持续农业实践的实施，并通过早期疾病检测和疫苗接种计划，保护公众健康。

兽医诊断实验室网由原子能机构支持和协调，包括非洲的46个兽医实验室和亚洲的19个兽医实验室。

该网络通过采购实验室试剂和设备以及提供培训课程来提供支持，以加强指定国家兽医实验室在进行跨界动物疾病和人畜共患疾病的诊断检测以及疫苗质量保证方面的专业能力。

气候智能型农业

气候智能型农业是一套可用于可持续提高农业生产力的农业实践和技术。原子能机构加强各国利用核技术和同位素技术的能力，以可持续地提高农业生产力，使农业和粮食安全系统适应气候变化并增强其韧性，减少农业温室气体排放。

146个国家与原子能机构合作，开展旨在适应气候变化的**技术合作项目**。

水土管理

核技术通过追踪水土流动，促进优化水土管理。原子能机构协助各国开发和应用可持续耕作方法，提高用水效率，防治土壤退化，从而在保护自然资源的同时，促进全球农业增产和强化粮食安全。

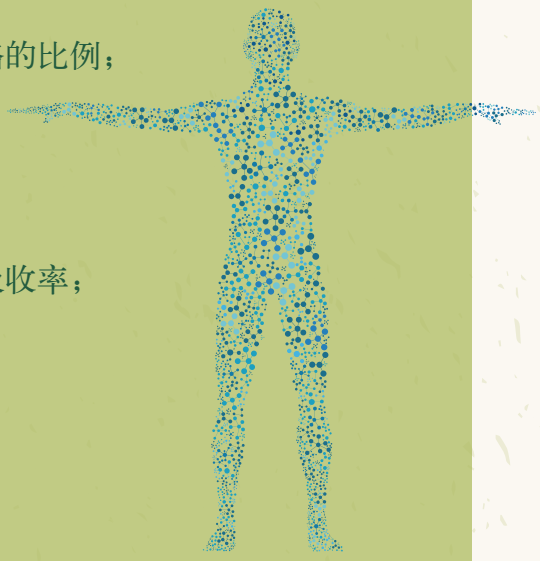
农业用水占全球用水量的70%以上，主要用于灌溉，但用水效率却不到40%。

营养

适当的营养是维持健康的基础。原子能机构向各国提供必要的设备和培训，以利用核技术了解营养问题，使营养和保健专业人员能够制定和评价旨在消除各种营养不良问题的营养行动。

核技术可以用于评估：

- 人体中脂肪、水分、肌肉或骨骼的比例；
- 婴儿摄入的母乳量；
- 我们日常活动消耗的能量；
- 体内储存的维生素 A 量；
- 人体对不同食物中营养物质的吸收率；
- 食物中蛋白质的真正营养价值；
- 骨密度和骨骼健康状况。

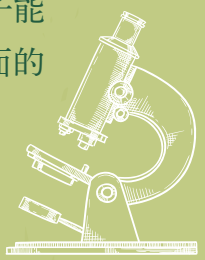


食品安全

原子能机构通过粮农组织/原子能机构联合中心，协助各国采用核方法检测食品中的污染物和残留物，核实食品的来源和真实性，并达到国际标准。

原子能机构还支持各国利用电离辐射技术。辐照等技术通过消除食品中的有害细菌和害虫，不仅能够延长食品的保质期，还能减少食品浪费。这些措施确保了食品的安全性和营养价值，同时也促进了国际贸易的发展。

2023 年，来自 43 个国家的 417 名科学家接受了原子能机构在这些技术和方法方面的专业培训。



（图片来源：Adobe Stock）

孟加拉国积极应对极端气候，确保粮食生产

文/Melissa Evans 和 Sinead Harvey

由于气候危机，孟加拉国极易受到洪水、飓风、风暴和干旱的影响，其农业部门面临着重大挑战。由于盐碱地条件和土壤退化，沿海地区超过100万公顷的土地不适合耕种。

为了使粮食生产适应气候变化，原子能机构一直与孟加拉国合作，培育能够抵御极端条件的优质高产作物品种。

开发适应气候变化的水稻新品种

水稻是孟加拉国特别重要的作物，但极端天气事件或植物病害的爆发会毁掉整个收成。农民迫切需要在极端条件下仍能种植的新作物品种。

自1971年以来，原子能机构和联合国粮食及农业组织（粮农组织）一直通过粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心与孟加拉国合作，通过培训班、进修、专家访问和提供设备来提高实验室能力，应对农业挑战。2023年，原子能机构和粮农组织发起了“原子用于粮食”倡议，以扩大其在农业方面的联合工作，帮助确保粮食安全。

孟加拉国核农业研究所（BINA）与原子能机构合作，成功培育出85个农作物品种。其中之一是“Binadhan-14号”，一种利用核技术培育的改良水稻品种，仅用了4年时间，不到传统植物育种过程（通常需要8至12年）时间的一半。

这个水稻新品种可以承受更高的温度，生长期也从通常的140～150天缩短到 110～120 天。这为种植其他作物和蔬菜创造了更多的时间。新品种产量每公顷可达到近7吨水稻，比全球平均产量高出近75%。

孟加拉国核农业研究所还利用植物突变育种技术培育出耐盐碱水稻品种，为受盐碱地条件和土壤退化影响的沿海农民带来了希望。目前已有两个耐盐碱品种，40%～50%的休耕地现在可以耕种，提高了粮食安全和农民收入。

原子能机构技术合作部亚太司司长邓戈表示，“原子能机构正在整个亚太地区开展工作，支持各国应用核技术来解决不断变化的气候条件所带来的问题。通过核科学技术，原子能机构能够支持孟加拉国提高作物产量，帮助确保粮食安全。”

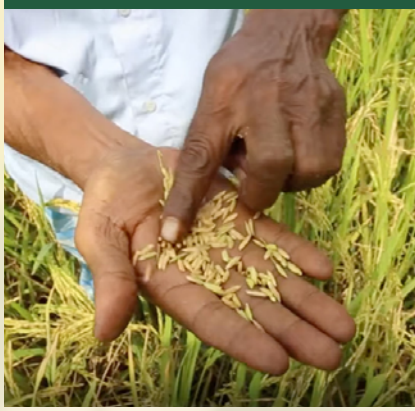
植物突变育种是一种核技术，它利用伽马等射线对植物种子、插条或叶子进行照射，加速作物的自然突变过程。然后将经过辐照的材料进行培育，直至其长成小植株。接着对这些植物进行繁殖，并检查其是否具有有利的性状。

在孟加拉国1.65亿人中，近三分之一的人缺乏粮食安全，新品种为孟加拉国提供了粮食保障。这些新品种还使该国得以保持其世界第四大水稻生产国和消费国的地位。

“突变育种为孟加拉国的农民带来了巨大希望。这些新品种确保了营养安全、收入和生计。”来自孟加拉国纳托尔地区的Abdus Salam表示。

原子能机构促进采用核技术解决方案来保护和恢复环境，应对与气候有关的天气事件和灾害。这包括减少温室气体排放、适应气候变化影响和监测其不利影响。

借助植物育种，孟加拉国的水稻产量自20世纪70年代以来增加了两倍。



图/国际原子能机构

核与气候智能型农业解决方案如何帮助减缓气候变化

文/Emma Midgley

由于气候变化，全球粮食安全正面临越来越大的压力。在世界各地，由于干旱和恶劣天气事件的加剧，以及人类活动导致土地和土壤退化，农业粮食系统正面临巨大挑战。目前，农业产生的温室气体排放量约占全球的四分之一左右，而全球对粮食的需求却在不断增长。

核科学及相关技术在帮助农民采用气候智能型农业方面发挥着重要作用。气候智能型农业是一种通过采用农业实践和技术来管理农业粮食系统的综合方法，可用于可持续地提高农业生产力和收入、适应气候变化和增强抵御气候变化的能力以及减少温室气体排放。

原子能机构通过粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心，支持核科学和核技术在全球农业粮食系统中的发展、转让和应用，以促进动物营养和动物健康；通过植物营养和养分循环提高作物生产力和农场生态系统服务；最大限度地减少土壤侵蚀和土地退化；改善土壤健康；增加生物多样性和作物产量；最大限度地提高用水效率；追踪农业和工业污染物并评估它们对作物生产和环境可持续性构成的威胁。

原子能机构水土管理和作物营养专家Mohammad Zaman表示：“为了减少饥饿和营养不良，原子能机构提供气候智能型田间试验研究和数据，并创建模型，为适应不同受影响地区的耕作制度提出建议。”

通过提高农田作物产量，农民可以养活更多的人，同时避免森林砍伐、温室气体排放增加以及土壤和水资源枯竭。一种解决方案是利用氮-15稳定同位素技术测量植物吸收氮的情况，氮是植物实现最佳生长的主要养分之一。这样，农民就能更有针对性、更高效地使用少量的氮肥，从而减少温室气体排放，提高作物产量。

在原子能机构最近的一个项目中，布隆迪、中非共和国、加纳、尼日利亚、卢旺达、津巴布韦和老挝人民民主共和国的农民通过采用气候智能型农业实践，将木薯产量提高了一倍至两倍。

“每个来我农场参观的人，看到我种植和生产木薯的方式，都会感到兴奋。”2016年开始使用核科学强化方法种植木薯的布隆迪农民 Theogene Ntakarutimana说，“我以前的产量很低，每公顷大约11吨，但由于采用了强化方法，产量增加到了每公顷30吨，有时甚至达到33吨。”

通过参与该项目，农民们接受了如何使用氮-15（一种稳定的氮同位素）测量木薯作物对施用氮肥的吸收情况并跟踪氮肥吸收量的培训。同时，他们还学习了利用同位素技术精准确定木薯作物水分需求，以及病虫害管理和土壤改良技术。

气候智能型农业涉及监测土壤湿度，并提供了应对这一挑战的解决方案。湿度传感器可为农民提供重要信息，帮助他们更好地管理用水。在最近的埃塞俄比亚项目中，人们利用宇宙射线中子传感器测量土壤湿度。传感器可收集射入的宇宙射线，提供可供农民使用的数据。在纳米比亚，原子能机构一直帮助农民应用精确的滴灌技术，将用水效率提高了80%，同时继续提高作物产量。

谷物产量

通过比较不同地区的每公顷谷物产量，可以明显看出更好的农业生产方式的潜在影响：

非洲（每公顷1.5 吨）

拉丁美洲和南亚（每公顷 3 吨）

中国（每公顷 5 吨）

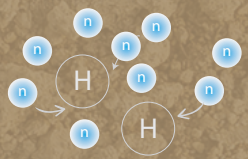
北美、欧洲和日本（每公顷 10 吨以上）

原子能机构技术合作项目正在帮助146个国家通过在植物育种、动物生产、 食品安全、健康和虫害防治方面应用核技术，解决适应气候变化的问题。

（图片来源：Adobe Stock）

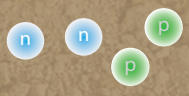
科学
宇宙射线中子传感器是如何工作的？

❶ 宇宙射线与地球大气相互作用，产生快速且高能的中子。



❷ 这些中子在穿透土壤的过程中，通过与土壤中的原子，尤其是土壤湿度产生的氢原子发生碰撞而失去能量。

❸ 低能中子随后可以被靠近土壤表面的探测器在大面积范围内测量。



❹ 宇宙射线中子探测器可提供实时、精确的土壤湿度数据，有助于在景观尺度上更有效地进行农业用水管理。

国际原子能机构成功开展田间试验

香蕉镰刀菌枯萎病防治有望取得突破

文/Wolfgang Picot

由尖孢镰刀菌引起的镰刀菌枯萎病对全世界的香蕉种植构成了重大威胁。这种病原体对香蕉有害。由于香蕉种植对全球粮食安全起着至关重要的作用，因此应对这一挑战至关重要。值得注意的是，原子能机构已经完成一项田间试验，并取得了可喜的成果，这标志着在防治这一毁灭性病害的斗争中迈出了关键一步。

香蕉是全球生产、贸易和消费最多的水果之一。香蕉有1000多个品种，为生产国和进口国的人口提供着重要的营养。贸易量最大的品种是卡文迪什香蕉，将近占全球产量的一半，估计年产量达5000万吨。香蕉对一些最不发达国家和低收入缺粮国家尤为重要，在这些国家，香蕉作为一种经济作物，不仅有助于家庭粮食安全，还有助于创收。

镰刀菌枯萎病的威胁

镰刀菌枯萎病并不是一个新问题。曾一度主导全球市场的大米歇尔香蕉品种在20世纪中叶因这种病而严重减产。为此，人们培育出了对镰刀菌枯萎病原始菌株具有抗性的卡文迪什品种。然而，该病原体不断进化，镰刀菌的最新变种，新热带种族4号（TR4），现在威胁着卡文迪什品种。

粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心的主要研究员Pooja Mathur阐述了这一情况的严重性：“目前已确认TR4已蔓延到21个香蕉生产国，可能会对香蕉生产造成破坏性影响，进而影响粮食安全。”

在所有报告的病例中发现，一旦一块农田受到TR4的污染，对这种疾病的防治极具挑战性，而且成本高昂。这凸显了开发抗病香蕉品种以保护香蕉产业的紧迫性。

虽然卡文迪什香蕉因作为甜品或水果食用而广为人知，但还有许多其他香蕉品种被当作主食，特别是在发展中国家。这些被称为“烹饪香蕉”的品种是数百万人日常饮食中不可或缺的一部分。例如，东非二倍体品种“Mchare”型香蕉是坦桑尼亚和乌干达最受欢迎的烹饪香蕉。然而，这些烹饪香蕉也面临镰刀菌枯萎病的威胁，从而使这些地区的粮食安全受到严重威胁。

充满希望的突破

原子能机构与国际热带农业研究所合作，最近完成了一项为期18个月的田间试验，取得了充满希望的成果。这项试验在坦桑尼亚的一个地区进行，该地区是已知的尖孢镰刀菌古巴专化型种族1号高发区。试验测试了通过核技术突变育种开发的“Mchare”型烹饪香蕉。

“对我们来说，主要目标是在非洲培育出抗镰刀菌枯萎病的香蕉品种，这对数百万人的粮食安全和经济收入至关重要。”斯泰伦博斯大学镰刀菌枯萎病专家Altus Viljoen表示，“这项研究至关重要，因为这种病对香蕉作物构成了巨大威胁，尤其是在香蕉作为主食和主要收入来源的地区。”“Mchare”型香蕉是卡文迪什香蕉的亲本之一，改善其遗传特性对于香蕉改良具有巨大的潜力。

由尖孢镰刀菌引起的镰刀菌枯萎病对全世界的香蕉种植构成了重大威胁。

经过18个月，试验结果清晰显示：
大部分“Mchare”型香蕉表现出对尖孢镰刀菌枯萎病的完全抗性。

（图/国际原子能机构H. Mduma）

粮农组织/原子能机构联合中心的研究与创新

几十年来，粮农组织/原子能机构联合中心一直在防治镰刀菌枯萎病的前沿。它开发了突变育种的工具和技术，目的是增强香蕉的抗病性。最初的研究重点是针对镰刀菌枯萎病种族1号，现在已经扩展到种族4号（TR4）。这次田间试验包括在坦桑尼亚一个镰刀菌枯萎病高发区域种植了3000个“Mchare”型香蕉突变品种。原子能机构通过不断向田间引入镰刀菌，确保了病害压力始终居高不下。为了准确评估抗性，突变品系与野生型对照和易感品种一起种植。

经过18个月，试验结果清晰显示：大部分“Mchare”型香蕉表现出对尖孢镰刀菌枯萎病的完全抗性，而易感对照品种受到严重影响。

“这项研究对于粮食安全和香蕉种植的未来都至关重要。”Pooja Mathur表示，“提高‘Mchare’型等亲本品系的抗性，是朝着培育能够抵御TR4的健壮卡文迪什香蕉迈出的重要一步。”

下一阶段涉及在莫桑比克的尖孢镰刀菌古巴专化型种族1号和热带种族4号多地点高发区域进一步评估抗性品系。这些步骤将确保抗性品系在各种环境条件下的耐久性和有效性。

未来之路

田间试验的成功标志着在防治镰刀菌枯萎病方面取得了重大突破。粮农组织/原子能机构联合中心以通过突变育种进行亲本改良为重点，正在为应对镰刀菌枯萎病的威胁制定可持续和持久的解决方案，以帮助保护全球的香蕉种植。

巴基斯坦利用核技术加强绿豆和鹰嘴豆种植

文/Bernadette Hogg

鹰嘴豆、绿豆和扁豆等豆类是巴基斯坦的主食。虽然许多国家依赖进口豆类，但巴基斯坦通过核科学技术的应用，实现了绿豆生产的自给自足，一些农民的绿豆产量甚至翻了一番。

绿豆富含蛋白质，有助于消除营养不良。巴基斯坦农民种植的绿豆品种大多由巴基斯坦农业和生物核研究所（NIAB）与粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心合作培育。这些新品种提高了作物产量、增强了对疾病的抵抗力，增加了营养含量。2021年推出的“NIAB绿豆2021”（NM-2021）和“Abbas绿豆”两个品种，种植面积约占当年巴基斯坦绿豆种植总面积的70%，为该国的粮食安全和经济发展做出了重大贡献。

“Abbas绿豆”是一种中等粒径的品种，以烹饪品质而闻名，而“NM-2021”则是一种大粒品种，营养质量更高。旁遮普省农民Hakim Ishfaq Mohy ud Din Chisti对“NM-2021”品种赞不绝口：“我的作物产量很高。NIAB未来必须继续努力开发这样的品种。”由于“NIAB 绿豆 2021”品种的每公顷产量是以前品种的两倍多，它们有望将绿豆产量提高一倍，帮助满足巴基斯坦的粮食和营养需求。

突变育种核技术自20世纪30年代开始应用，目的是加快开发和选育具有优良农艺性状的品种的过程。这项技术利用植物自身的基因构成，模拟自发突变的自然过程。突变过程产生随机基因变异，从而产生具有新的有用性状的突变植物。

2022年，严重的洪水淹没了200万英亩农田，严重影响了旁遮普省的绿豆作物收成，造成了供应短缺。但巴基斯坦农业和生物核研究所植物育种和遗传部绿豆研究团队首席科学家Muhammad Jawad Asghar对巴基斯坦绿豆作物的未来充满希望：“这不是结束，而是保持自给自足和实现充足生产的双重机会。”

提高鹰嘴豆产量和抗虫害能力

除了绿豆，鹰嘴豆也是巴基斯坦众多菜肴中的主要配料。虽然在2021年，巴基斯坦以产量计成为世界第七大鹰嘴豆生产国，但与种植面积相比，该国农民的鹰嘴豆产量相对较低。

巴基斯坦农业和生物核研究所的鹰嘴豆研究团队一直在研究Desi和 Kabuli 两种类型的鹰嘴豆。Desi型鹰嘴豆通常味道鲜美，受到农民的偏爱，而Kabuli型鹰嘴豆个头较大，颜色较浅，更受年轻一代的欢迎，许多人将其作为早餐的配料。在对这两个鹰嘴豆新品种进行为期两年的评估研究后，旁遮普省种子委员会即将推出这两个品种供种植。

巴基斯坦农业和生物核研究所参与了原子能机构正在进行的一个协调研究项目，该项目利用突变育种技术——一种加速植物自然进化过程的核技术——来提高豆类作物对病虫害等生物胁迫的耐受性。鹰嘴豆研究团队的首席科学家Azeem Asad表示，该研究项目“为开发抗豆荚螟的鹰嘴豆品种提供了宝贵的投入和经验，这些是通过与粮农组织/原子能机构联合中心以及全球参与者的深入合作实现的”。豆荚螟，又称棉铃虫，是一种严重的鹰嘴豆害虫，会钻入正在生长的豆荚中造成严重破坏。

粮农组织/原子能机构联合中心植物育种和遗传学实验室的植物育种家和遗传学家Anupama J. Hingane指出：“正在进行的协调研究项目的成果为利用核技术提高豆类作物的抗虫性提供了前景。这一突破有望为防治害虫和保护豆类作物产量提供一种可持续的解决方案，为彻底改变豆类作物的种植带来了机遇。”

持续合作与改进

2023 年 3 月，旁遮普省种子委员会批准了 PRI-NIAB Mung 这一成熟更快的新型多用途绿豆品种的商业化种植。巴基斯坦农业和生物核研究所希望今后进一步提高绿豆对除草剂和昆虫的耐受性。鹰嘴豆研究团队的工作重点已转向提高耐热性。鉴于2023年2月的气温已接近夏季气温，开发耐热品种变得越来越重要。同年，巴基斯坦农业和生物核研究所部署了种子跟踪和追踪系统，这将使得研究所工作的真正影响在未来几年更加显著。

巴基斯坦正在利用核技术和相关技术，不断加强和提高其开发气候智能型作物、提高动物生产力以及管理土壤、水和养分资源的能力。自2022年以来，原子能机构已规划并组织了50多项活动，以支持巴基斯坦的这些目标。

科学

辐照植物材料

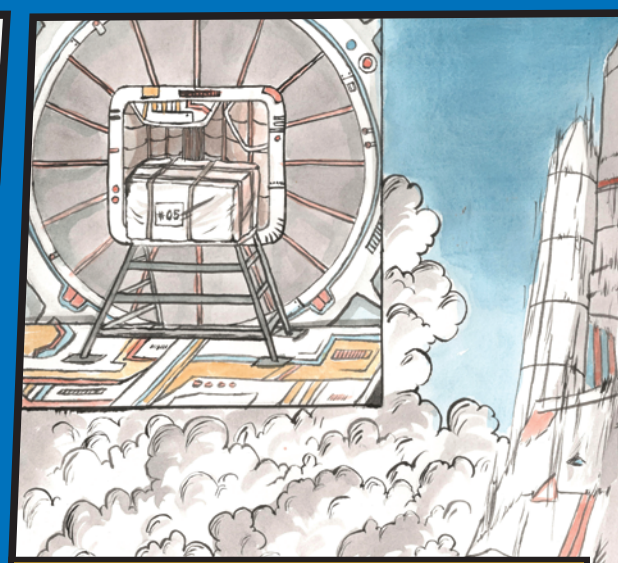
植物育种于20世纪30年代开始应用，指将植物种子、插条或其他种植材料暴露于X 射线或伽马射线等辐射之下，以创造遗传多样性/变异的过程。诱导辐照会导致DNA发生变化，从而模拟植物自发遗传适应环境变化的自然过程。表现出所需性状的单株植物经过培育和繁殖，可以分发给农民。

迄今为止，75个国家已利用辐射诱发基因变异和突变育种技术培育出230多种植物的3400多个新品种，其中包括农民使用的许多粮食作物、观赏植物和树木。

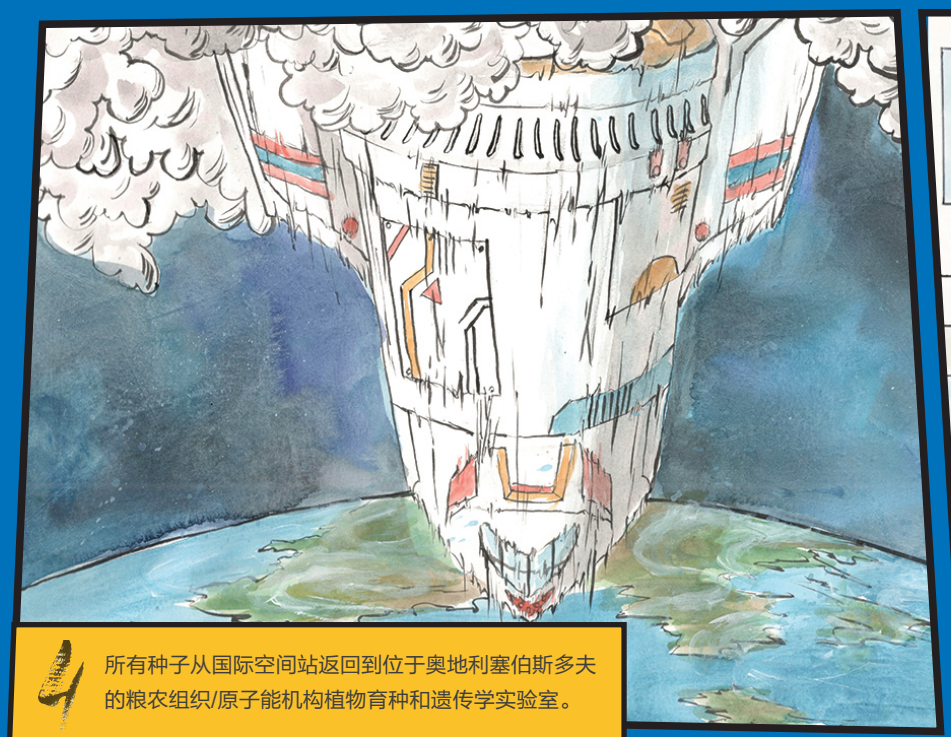
太空种子

60年来，位于奥地利的粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心（联合中心）一直在实验室中利用伽马辐射来加速植物的自然基因适应过程，以培育出更具适应性的作物品种，支持全球粮食安全。

1 2022年，联合中心对宇宙射线、微重力和极端温度的影响进行了新的研究，准备并包装了将送入太空的种子。



2 种子搭乘太空船进入太空，并安全停靠在国际空间站上。



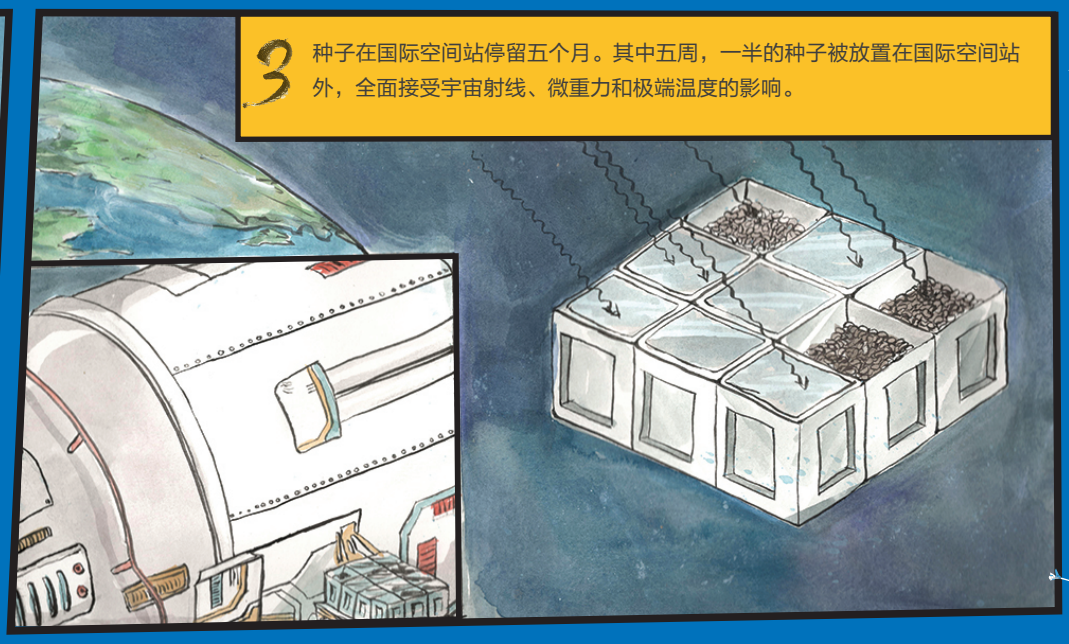
4 所有种子从国际空间站返回到位于奥地利塞伯斯多夫的粮农组织/原子能机构植物育种和遗传学实验室。

配图：SEEMAB FATIMA

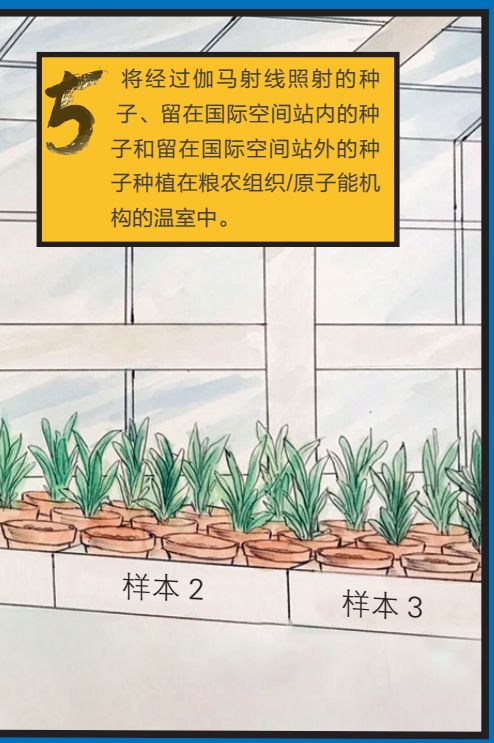
2023年，全球超过70位青年艺术家参加合举办的“太空种子”漫画大赛，大赛的目Fatima成为大赛获奖者，她的水墨和水彩作品恶劣的太空条件如何助力培育更优良的作物，

随着气候变化的加剧，农民越来越难以生产足够的粮食，对这些急需的作物品种的需求也变得日益迫切。2022年，联合中心的科学家们开始探索可能进一步加快作物育种速度的新研究途径。

他们考虑的方法之一是将种子送入太空……

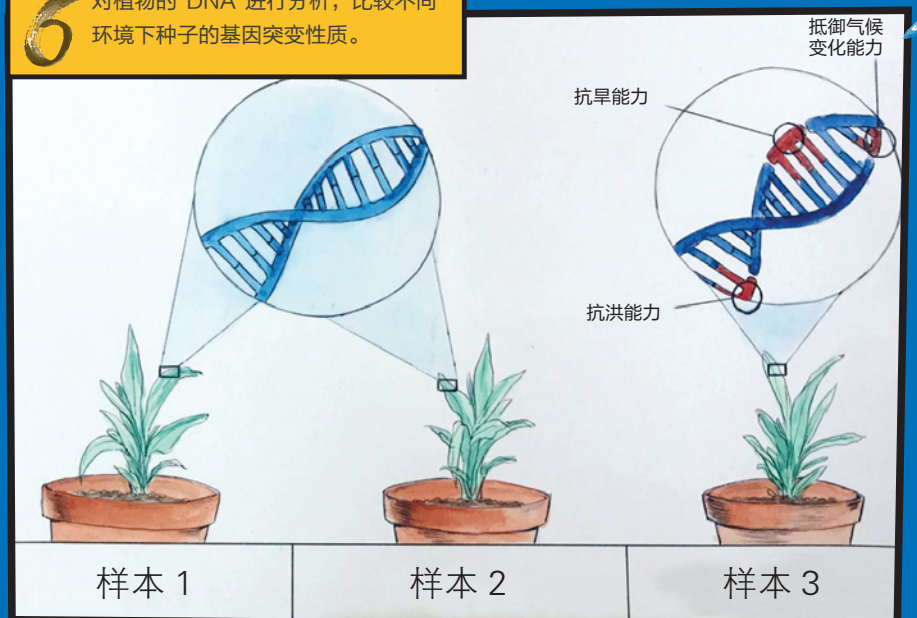


3 种子在国际空间站停留五个月。其中五周，一半的种子被放置在国际空间站外，全面接受宇宙射线、微重力和极端温度的影响。



5 将经过伽马射线照射的种子、留在国际空间站内的种子和留在国际空间站外的种子种植在粮农组织/原子能机构的温室中。

6 对植物的 DNA 进行分析，比较不同环境下种子的基因突变性质。



在对这些植物进行连续几代的种植和培育中，筛选出具有理想性状的植物，包括耐旱和耐热性。这些比较将有助于我们了解宇宙射线和其他太空条件是否对培育更具抗性的作物品种有独特的宝贵影响。

加了由原子能机构和联合国粮食及农业组织（粮农组织）联
的是激励下一代核科学技术专家。来自巴基斯坦的Seemab
品将启发一本漫画书的创作，这本漫画书将展示宇宙射线和
进而为保障地球上的粮食安全作出贡献。

进一步了解
太空种子

核技术如何确定儿童食品的蛋白质质量以对抗营养不良

文/ Victor Owino

在气候变化等因素的驱动下，全球农业粮食系统正在发生迅速变化。这些变化可能会对营养食品的获取和供应产生不利影响。主要粮食作物中蛋白质等必需营养素含量低是气候变化破坏营养安全的一种方式，营养安全问题在婴幼儿等世界上最脆弱的人群中尤为严重。

印度仍然首当其冲地承受着营养不良的双重负担。根据《2022年全球营养报告》，在所有5岁以下儿童中，35%的儿童发育迟缓，表现为身高相对于其年龄过于矮小，而17%的儿童消瘦，表现为身高相对于其体重过于瘦弱。

世界卫生组织和联合国儿童基金会推荐，婴儿在六个月大之前应完全以母乳喂养，除处方药外，不添加任何其他食物或液体。

6个月至23个月大的儿童最容易受到缺乏必需营养素食物的影响，因为这个时期恰好是在母乳之外添加辅食的时期。在印度，约80%的辅食由谷物（包括谷类和豆类）构成，而来自肉类、鱼类、家禽和蛋类等动物源性食物的辅食不足20%。这些植物性食物往往难以提供均衡的营养，尤其是对于快速成长中的婴幼儿所需的必需氨基酸。

通过提升对婴幼儿食品中蛋白质质量的精确测量能力，就有可能通过循证数据和改进蛋白质摄入量的膳食建议，解决营养不良问题。鉴于动物源性食品对环境可能产生的影响，确定植物性食品中的蛋白质质量变得尤为重要。

蛋白质质量是指摄入的蛋白质或氨基酸在人体内被吸收和利用的比例。目前测量人体蛋白质质量的方法较为有限，传统方法通常涉及侵入性的肠道插管，以收集摄入食物在肠道中消化时的样品，然后对样品进行分

通过提升对婴幼儿食品中蛋白质质量的精确测量能力，就有可能通过循证数据和改进蛋白质摄入量的膳食建议，解决营养不良问题。

析，测定餐后一段时间后游离氨基酸的浓度。2014年，联合国粮食及农业组织（粮农组织）召开的专家顾问会议推荐了一些新方法，包括基于稳定同位素的方法，根据新推荐的指标，即可消化必需氨基酸评分来衡量蛋白质质量。双同位素示踪技术是这些推荐方法之一，它在原子能机构支持的七国协调研究项目范围内得到了开发、测试和优化。

在印度班加罗尔的圣约翰国家健康科学院，一个研究小组应用双同位素示踪技术测量了大米、小米和绿豆等常用婴儿食品中的蛋白质和必需氨基酸的消化情况，并将其与鸡蛋进行了比较。鸡蛋含有一种非常容易消化的蛋白质，通常被用作参考蛋白质。

这项技术包括使用氧化氘“浇灌”作物，氧化氘的物理和化学性质与普通水相似，但密度略高。作物收割后，用于制备试验膳食，并在其中添加碳-13 标记的标准氨基酸。然后，含有两种同位素（氘和碳-13）的试验餐被喂食给 6个月至24 个月大的儿童。

圣约翰国家健康科学院的首席研究员兼项目发起人Nirupama Shivakumar说：“蛋白质质量与儿童的生长发育密切相关。”

“双同位素法是一种微创方法，非常适合儿童。我们发现，与其他蛋白质来源相比，鸡蛋的蛋白质消化率最高，这并不令人意外，而且这再次说明了动物源蛋白质质量的重要性。鉴于儿童营养指标改善缓慢，在儿童的日常饮食中加入动物源蛋白质，尤其是在粮食不安全的人群中，可能会有利于儿童的生长发育。”

使用同位素比质谱仪测量血液和呼气中的同位素浓度。通过比较血液/呼气中同位素富集度与试餐中同位素富集度，计算出每种必需氨基酸的消化率。结果表明，与鸡蛋相比，大米、小米和绿豆中必需氨基酸（包括蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、赖氨酸、亮氨酸、异亮氨酸和缬氨酸）的消化率明显较低。此外，研究还表明，可消化必需氨基酸评分越低，发育迟缓的风险就越高。

原子能机构营养与健康相关环境研究处处长Cornelia Loechl强调：“这些研究结果对于制定印度及其他国家的膳食蛋白质摄入量指南至关重要。”

由原子能机构支持的这项研究的成果已在印度用于指导开发新的补充食品配方，以实现必需氨基酸的均衡摄入。

儿童发展计划现已纳入印度多个邦的政府政策，从而确保为学前教育机构和政府开办的学校中的幼儿和学龄儿童提供牛奶和鸡蛋。

此外，这些数据将被纳入未来的粮农组织-原子能机构人类食物蛋白质消化率联合数据库，为未来关于不同年龄和生理群体的蛋白质需求讨论提供数据支持。新数据库目前正在开发中。

（图片来源：Adobe Stock）

三大食品欺诈行为与核科学家的检测方法

文/Monika Shifotoka

你是否知道，你厨房里的食物可能并非看上去那样或与标签所述不符?

欺诈者已经悄然进入利润丰厚的全球食品市场，并开发出一系列欺诈手段来欺骗消费者以牟取利润。这些方法包括：模仿某些食谱或品牌生产假冒食品；在食品中添加未声明的材料；一系列欺诈手段来欺骗消费者以牟取利润；隐瞒劣质成分；以及贴错标签。食品欺诈不仅影响消费者的钱包，损害国际贸易，还可能危害公众健康和安全。

食品欺诈可以定义为任何为了经济利益而在食品产品的身份、质量和成分方面欺骗消费者的行为。鉴于这些行为的秘密性质，计算这种欺诈对全球食品产业造成的确切成本是具有挑战性的，但据估计每年使生产者损失约300亿至500亿美元。

原子能机构通过其研究和技术合作计划以及与联合国粮食及农业组织（粮农组织）的共同努力，支持各国利用核技术和相关技术，通过追踪食品来源、验证食品真伪和检测掺假成分，来解决食品欺诈问题。食品真实性和可追溯性方法，如稳定同位素分析，有助于识别和防止食品欺诈行为，保护公众健康。

核科学家如何帮助检测食品欺诈行为?

每种元素都有一个由其原子组成定义的化学特性，原子组成包括中子、质子和电子。具有相同质子数但中子数不同的原子称为同位素。稳定同位素是原子的非放射性形式，其独

1

橄榄油可能被掺杂比较廉价的替代油。

（图片来源：Adobe Stock）

特属性使它们能够广泛应用于包括食品法证和食品欺诈检测在内的多个领域。通过比较稳定同位素比率，科学家可以区分真假食品，包括识别食品地理来源的错误标签和对生产过程的虚假声明。使用同位素比质谱法测量稳定同位素，可以检测到重同位素和轻同位素比率的微小差异。这些比率就像是大自然在食物上留下的“指纹”或签名。这种隐藏的证据可以用来确定我们购买的食品是否含有标签上标明的成分，或者是否经过伪造。

英国副政府化学家兼食品真实性网络执行董事 Selvarani Elahi 强调了该网络为防止食品欺诈而做出的协作努力：“通过利用这个全球网络提供的免费信息、培训和工具，各国可以提高检测食品欺诈的能力并减轻其因遭受欺诈而受到的影响。食品真实性网络促进了科学家、食品行业、政府机构和学术界之间的合作。

橄榄油、蜂蜜和海产品：欺诈者的目标

受食品欺诈影响最大的食品包括橄榄油（因其有益心脏健康而受到重视）、海产品（含有人体必需的欧米加-3脂肪酸而备受追捧）和蜂蜜（因其天然的甜味和增进健康的特性而备受珍视。

橄榄油可能被掺杂比较廉价的替代油，如葵花籽油、菜籽油甚至榛子油，这对那些对替代油过敏的人来说存在健康风险。这种做法对食品安全也有着重大影响，因为掺假的油可能含有其他有毒或有害的化合物。

利用稳定同位素分析，科学家可以有效地追踪食品的地理来源，区分有机食品和传统加工食品，并通过识别预期同位素特征的不一致性来检测掺假情况。

快速筛选方法也可用于检测欺诈行为，验证食品的真实性和产地。

利用近红外光谱技术，粮农组织/原子能机构粮农联合中心的科学家能够以94%的灵敏度和86%的特异性区分斯洛文尼亚和其他国家的特级初榨橄榄油。

粮农组织/原子能机构联合中心食品安全和控制实验室主任Christina Vlachou说：“红外光谱和其他技术，例如顶空气相色谱-离子迁移谱，可用于在实验室或直接在现场分析样品。这些技术样品处理量大，操作成本低，因为它们几乎不需要样品制备，也不需要化学品或专门的实验室设施。”

蜂蜜欺诈同样普遍存在，高果糖玉米糖浆等较廉价的甜味剂被添加到天然蜂蜜中。稳定同位素分析和快速筛查工具可帮助检测蜂蜜掺假情况，验证有关花香或地理来源的声明，并区分价格高昂的正宗麦卢卡蜂蜜和假冒蜂蜜。

在海产品方面，欺诈行为通常以错误标签的形式出现，把较便宜的品种作为较昂贵的鱼类或海产品出售。这种做法不仅欺骗了消费者，还破坏了旨在防止过度捕捞濒危种群的保护工作。在海产品欺诈方面，稳定同位素分析使科学家能够验证产品标签是否正确，甚至可以区分养殖鱼类和野生鱼类。

国际原子能机构支持全球食品安全和质量，并通过“原子用于粮食”倡议建立合作伙伴关系，共同打击食品欺诈行为；“原子用于粮食”是去年发起的一项旗舰倡议。

蜂蜜欺诈同样普遍存在，高果糖玉米糖浆等较廉价的甜味剂被添加到天然蜂蜜中。

2

3

在海产品方面，欺诈行为通常是把较便宜的品种作为较昂贵的鱼类或海产品出售。

提高出口成功率

哥斯达黎加对食品安全的承诺

文/ Sinead Harvey

在哥斯达黎加首都圣何塞以西的阿拉胡埃拉地区奥罗蒂纳，Alberto José Salas Jiménez经营着一个广阔的农场，那里的牛群在该国丰饶的自然风光中茁壮成长。得益于哥斯达黎加肥沃的火山土壤和热带气候，Salas Jiménez饲养的牛主要面向国际市场。

近年来，向海外市场出口的本地产品种类日益增多，但这些产品在从农场到餐桌的流转过程中，必须确保其安全性。这涉及到对肉类产品进行严格的污染物检测，确保它们可安全用于国内消费或国外出口。

像Salas Jiménez这样的农场主被允许使用疫苗和兽药来防治动物疾病，同样也可以使用杀虫剂来管理牲畜放牧区域的杂草。这些化学品的残留物会在肉类中持续存在，有可能进入人类食物链。因此，实施强有力的食品安全监督对保护公众健康至关重要。

隶属于农业和畜牧业部的哥斯达黎加国家动物卫生局负责确保动物产品达到国家和国际标准，以保护公众健康和促进出口市场。此前，为了满足全球食品安全标准，动物卫生局不得不将食品样品送往国外进行检测，由生产者承担费用。这一过程不仅增加了成本，也导致了出口审批的延迟。

自2014年以来，原子能机构通过技术合作计划和粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心，协助动物卫生

局升级其国家兽医服务实验室，为其配备利用核技术检测食品安全的专业设备，并提供相应培训。兽医服务实验室现已能够利用同位素技术来检测和量化诸如杀虫剂、兽药残留、化学品和重金属等痕量有害污染物，确保肉类产品的食用安全。

“生产者不再需要将样品送往国外检测，节省了时间和成本。”动物卫生局局长Luis Matamoros解释说，“这项合作提升了动物卫生局的业务能力，确保了消费者食品安全，同时在不增加检测费用的情况下为生产者开拓了新的市场机会，增强了他们的市场竞争力。”

据兽医服务实验室食品安全负责人Yajaira Salazar Chacón介绍，到 2024 年，实验室能够检测的化合物种类已从2014年的54种增加到410种。“目前，我们实验室将近98%的检测工作都能自主完成，只有约2%的检测任务需要委托外部实验室。由于动物卫生局不再向生产者收取食品检测费用，大大减轻了他们的经济负担，使他们更容易满足出口要求。”

兽医服务实验室现已成为国际公认的食品安全领域内的地区领导者，并向该地区其他实验室提供培训。Salazar Chacón补充说：“这一进步使我们能够协助其他地区的实验室进行食品安全分析，提升整体的质量和安全水平。”

强化后的兽医服务实验室综合实验室检测服务极大地增强了哥斯达黎加的出口实力。这些努力使得哥斯达黎加的畜牧业产品能够继续进入国际市场，并有助于它们进入新的市场。

Matamoros补充说：“在短短五年内，中国已成为哥斯达黎加最重要的动物产品出口市场。”

肉类出口的增长使Salas Jiménez等生产者得以维持并扩大了生计。

Salas Jiménez说：“我相信，我们哥斯达黎加的产品不仅食用安全，而且在国内外都符合很高的安全标准。”

通过原子能机构的支持，兽医服务实验室现已能够利用同位素技术来检测和量化诸如杀虫剂、兽药残留、化学品和重金属等痕量有害污染物，确保肉类产品的食用安全。

（图/国际原子能机构S. Harvey）

肯尼亚气候智能型农业助力更多人获得食物

文/ Katy Laffan

肯尼亚的科学家们正在利用核科学技术帮助农民在不断变化的气候模式中实现种植方式的现代化。

“肯尼亚和许多非洲国家一样，正在努力种植能够应对气候变化的作物。没有完美的解决方案。”原子能机构技术合作部非洲司司长Shaukat Abdulrazak解释说，“但是核技术正在帮助肯尼亚的科学家和农民获得所需的精确信息和工具，从而最大限度地利用这片美丽土地上的每一滴水和每一寸土地的生长条件。”

这项工作始于实验室，许多科学家都接受过原子能机构和粮农组织的培训或支持，他们致力于识别在缺水条件下农民可以采用的最佳种植和灌溉技术。

通过使用核技术和同位素技术，科学家们能够跟踪碳、水和养分在土壤和作物中的流动，以验证不同的水土管理方法是否有效。

“核科学帮助农民适应气候变化。原子能机构和粮农组织正在与肯尼亚及世界各地的科学家合作，以提高作物产量、保护水源和为更多人提供食物。”原子能机构核科学和应用部部长纳贾待·莫克塔说。

更好地了解作物

例如，在位于内罗毕的肯尼亚农业和畜牧业研究组织，水土科学家们管理着一个实验室，该实验室拥有自己的原型农场，并得到原子能机构的培训和设备支持。

Jane Akoth是肯尼亚农业和畜牧业研究组织的一名博士生，也是学习农业核技术的下一代科学家之一。她解释说：“我们正在利用核技术来评估不同农民可以采用的不同植物技术。”

为了研究不同植物如何对不同的灌溉和施肥条件的反应，科学家们测试了滴灌等技术的成功性，因为滴灌的用水量远少于传统灌溉技术。

从实验室到农场

一旦科学家确定了每种作物的最佳方法，他们就会直接与农业社区分享这些信息。这种农业资源管理的转变使农业更加高效、适应性更强。

肯尼亚农业和畜牧业研究组织的Kizito Kwena博士与该地区数百所“农民田间学校”紧密合作，在这些学校里，小规模农民合作社聚集在一起，共同耕种土地，学习气候智能型技术，并将这些技术应用到自己的土地上。

Kwena博士指出：“尽管土壤肥力不足和水资源短缺的挑战，但这些技术已经帮助肯尼亚成千上万的农民提高了20%的作物产量，并节省了20%的化肥成本。”

他补充说：“湿度计的使用至关重要，因为它能够告诉农民何时进行灌溉，何时避免灌溉，从而帮助他们更好地管理他们拥有的少量水资源。”

在马查科斯参加田间学校的农民Eunice Francis表示，这些新方法已经帮助她种植了更多的粮食来养家糊口。“自从我开始使用这些技术进行耕作，我的作物产量有了显著提升，水的利用效率也大幅提高。”

原子能机构与粮农组织合作，致力于加强各国利用核技术和同位素技术的能力，从而帮助它们提高农业适应性和应对气候变化的能力。

肯尼亚各地的农业从业者，例如这位来自Rombo的马赛香蕉种植者，正在受益于核技术和同位素技术，以改善水资源和其他资源的管理。

“尽管土壤肥力不足和水资源短缺，但这些技术已经帮助肯尼亚成千上万的农民将作物产量提高了20%，并节省了20%的化肥成本。”

（图/国际原子能机构K. Laffan）

越南利用核科学改善食品安全，提高农业生产力和可持续性

文/ Melissa Evans 和 Sinead Harvey

随着气候的变化，害虫的活动范围在不断扩大，一些原本不适宜害虫繁殖的地区现在也变得适合它们生存。入侵性害虫不仅会破坏环境，还会对农业生产造成严重损害。为了有效控制害虫的传播，必须采取严格的防治措施，包括对新鲜水果和蔬菜的贸易进行适当的限制。

在越南，农业不仅占据了国内生产总值的四分之一，还为60%的人口提供了生活来源，因此，在促进与其他国家贸易的同时防止害虫的传播，对越南这样的国家来说至关重要。

随着气温的不断升高，食源性感染和毒素变得更加普遍，真菌的生长和腐败也更加猖獗。在原子能机构的支持下，越南通过其技术合作计划，利用核技术来提高食品安全，增强农业生产的生产力和可持续性。

通过使用电子束、X射线或伽马射线辐照食品，越南可以确保其进口和出口的新鲜水果和蔬菜不受害虫的侵害，通过预防食源性疾病来提高食品安全，并延长食品的保质期，避免因细菌和真菌的生长而导致食品变质。

什么是食品辐照?

食品辐照是利用高能光束或射线照射食品的过程，这种照射可以导致化学键断裂，也称为“电离辐射”。通过这种方式，辐照能够有效地传递能量而不显著增加食品的温度。这种方法可以用于预包装食品，以防止害虫繁殖、杀死腐败生物、消除导致食物中毒的微生物，同时还能延缓成熟。

根据不同的辐照剂量，食品辐照可以达到多种效果：确保水果和根茎类蔬菜不会发芽或过早成熟；杀死寄生虫并消除香料中的污染；消灭如沙门氏菌等引起食物中毒的微生物；消除可能使肉类、家禽和海产品变质的真菌；使食品运输符合必要的国际贸易规定，防止对植物和环境有害的病虫害传播。

原子能机构帮助越南加强食品安全和贸易

原子能机构自1999年以来一直支持越南在食品辐照领域的工作，提供了一台伽马辐照装置和一台电子束辐照装置，并提供了相应的使用培训。最近，原子能机构还支持了越南原子能研究所辐射技术研发中心人员的培训，该中心负责辐照处理。

粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心食品安全和控制处代理处长James Sasanya指出：“辐照技术可以应用于多种食品，既可以使用放射性钴-60或铯-137产生的伽马射线，也可以越来越多地使用机器产生的电子束和 X 射线。辐照处理能够在健康、质量和经济方面带来许多好处，其他成员国在向越南等经验丰富的国家学习的同时，也能获得这些好处。”

越南的食品辐照历史已超过50年。最初，辐照技术主要用于利润较

科学

食品辐照是利用高能光束或射线照射食品的过程，这种照射可以导致化学键断裂。

这种核技术可以用于预包装食品，以防止害虫繁殖、杀死腐败生物、消除导致食物中毒的微生物，同时还能延缓成熟。

辐照技术不会影响食品质量，因为辐照过程不会提升食品的温度，不会使食品变得具有放射性，也不会在食品中留下任何化学残留。

越南胡志明市的市场。

高的香料产品，但现在辐照食品的市场已经扩展到其他领域。越南每年辐照处理的食品超过12万吨，确保了食品的食用安全。

越南的热带水果，如火龙果和芒果，是特别受欢迎的出口产品。根据亚洲开发银行的数据，2012年至2019年期间，随着美国、欧盟和中国的需求不断增长，越南的水果和蔬菜贸易额增长了350%。

“我深感自豪地指出，核科学在提升食品安全和增强农业生产力方面发挥了革命性的作用。通过国家、地区和跨地区技术合作项目，原子能机构赋予了我们利用这些先进技术的能力。这种合作不仅推动了可持续农业实践的发展，而且为我们国家的总体健康和福祉作出了贡献。”

核技术如何助力“蓝色食品”安全

文/Ellie McDonald、Marc Metian 和 Jana Friedrich

人类自诞生以来，就依赖海洋作为食物来源。目前，全球有超过30亿人依赖海产品和海洋产品，这些产品被称为”蓝色食品”。为了保障粮食安全，这些人群需要稳定且健康的海产品供应。然而，海洋食品的安全性和可持续性依赖于健康的海洋生态系统和有效的海洋管理。

海洋受到气候变化、污染和生物多样性丧失的严重影响。工业和农业活动释放的污染物、过量碳排放导致的海洋酸化、海洋变暖和微塑料污染等因素对海洋生态系统构成了巨大压力。这些压力因素不仅影响海产品的安全和供应，而且它们相互作用可能造成更大的破坏。小岛屿发展中国家尤其容易受到这些影响，因为它们的经济严重依赖海洋来保障粮食安全和就业。此外，海洋对它们的文化和生活方式也至关重要。缺乏应对多种压力因素所构成威胁的资源和机构能力加剧了这种脆弱性。

为了支持各国，特别是小岛屿发展中国家应对沿海和海洋污染问题，原子能机构的摩纳哥海洋环境实验室应用了先进的核技术和同位素技术，使各国能够准确监测污染，最大限度地减少污染事件的影响，减轻气候变化对当地人口的影响。原子能机构利用这些技术，提供关于对海洋和人类健康潜在影响的数据，并传播制定缓解方法所需的知识。原子能机构“核技术用于控制塑料污染”倡议从两方面应对塑料污染的全球挑战：一是在源头引入新技术来改善塑料回收；二是识别、追踪和监测海洋中的塑料，海洋是大部分塑料废物的最终归宿。

核技术通过同时评估多种压力因素，补充了传统科学技术，这对科学能力较弱的国家来说是一个关键优势。

了解海洋压力因素

关于多种海洋压力因素对海洋生物、生态系统功能和整体海洋健康的

影响，仍然存在许多未知之处。了解多种压力因素之间的相互作用对于有效减轻它们的负面影响至关重要。只有这样，才有可能支持能够有效抵消这些影响的预防、缓解和适应策略。

原子能机构通过其海洋酸化国际协调中心，协调有关海洋酸化和其他压力因素的合作研究。海洋酸化国际协调中心为进入多重压力因素领域的早期职业科学家提供培训，帮助他们深入理解关键概念，并通过各种渠道支持小岛屿发展中国家的研究。瑞典哥德堡大学研究员Sam Dupont指出：“海洋酸化国际协调中心和原子能机构在为小岛屿发展中国家的科学家提供研究多重压力因素及其可能对各自海洋环境影响所需的资源和能力方面发挥着重要作用。”

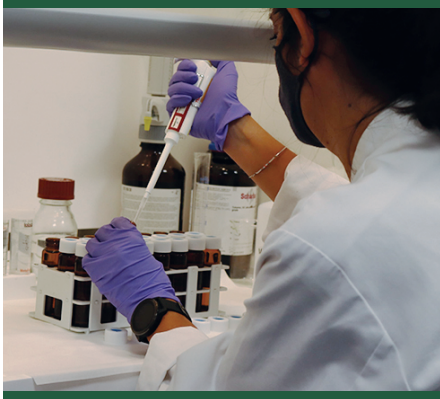
此外，原子能机构还提供有关潜在有毒化学品路径的专业知识。这使得科学家能够研究工业、农业和市政径流中的重金属或放射性同位素的最终去向，例如它们被释放到河流和地下水中，然后进入海洋。在某些情况下，这些毒素会进入海底，被蛤蜊和扁平鱼等底栖生物摄入。原子能机构的科学家研究这些毒素如何在海洋食物链中循环。

原子能机构研究化学品对某些物种的生物影响，以及生物体内的物质如何在食物链顶端出现浓度越来越高的现象，这一过程被称为生物放大作用。

“小岛屿发展中国家特别容易受到海洋变化的影响，需要得到更多的关注和支持，以有效应对和减轻人类活动的影响。”原子能机构海洋环境实验室主任Florence Descroix-Comanducci表示，“原子能机构海洋环境实验室正在利用核同位素工具和技术，为研究过去的海洋变化和应对未来影响所需的工具提供重要支持。”

最近，原子能机构开发了实验室方法，重点研究多种压力因素对蓝色食品的影响，并向本国无法获得核技术和同位素技术的科学家提供支持。这样，他们就可以在原子能机构专家的帮助下，利用核技术评估多种压力因素对本国海洋环境的影响。例如，原子能机构海洋环境实验室对科学家进行分析方法培训，包括使用放射性配体受体结合测定法，这是一种识别有害藻华的特定分析程序。

原子能机构为来自世界各地机构的进修人员提供培训，以提高他们的个人能力，并支持他们将知识传播到本国机构。



“海洋酸化国际协调中心和原子能机构在为小岛屿发展中国家的科学家提供研究多重压力因素及其可能对各自海洋环境影响所需的资源和能力方面发挥着重要作用。”

图/国际原子能机构

利用昆虫不育技术防治拉丁美洲新大陆螺旋蝇

文/Rosalia Fraga Pazos

中美洲地区目前正面临新大陆螺旋蝇（Cochliomyia hominivorax）的再次侵袭，并且这种寄生虫已经在南美洲流行。新大陆螺旋蝇是一种寄生蝇幼虫，以温血动物（包括人类）的肉为食。蝇蛆病是由这种蝇的幼虫在动物组织中孵化后引起的感染，在一些加勒比岛屿和大多数南美国家流行。该疾病对畜牧业生产具有严重的破坏性，不仅增加了动物的死亡率，还导致牛奶和肉类产量下降。在哥斯达黎加于2023年7月报告首例牛感染病例之前，包括哥斯达黎加在内的整个中美洲地区都没有发生过这种疾病。

粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心正在为拉丁美洲的14个国家提供支持，通过应用昆虫不育技术来保护牲畜和农民的生计。昆虫不育技术是一种环境友好型的害虫防治方法，已成功用于解决危害牲畜的害虫问题 60 多年。

昆虫不育技术通过使用电离辐射对数百万雄性昆虫进行绝育，然后将其释放到野外与野生雌性昆虫交配。由于不会产生后代，昆虫不育技术可大幅减少疾病携带者的野生数量，同时最大限度地减少杀虫剂的使用。

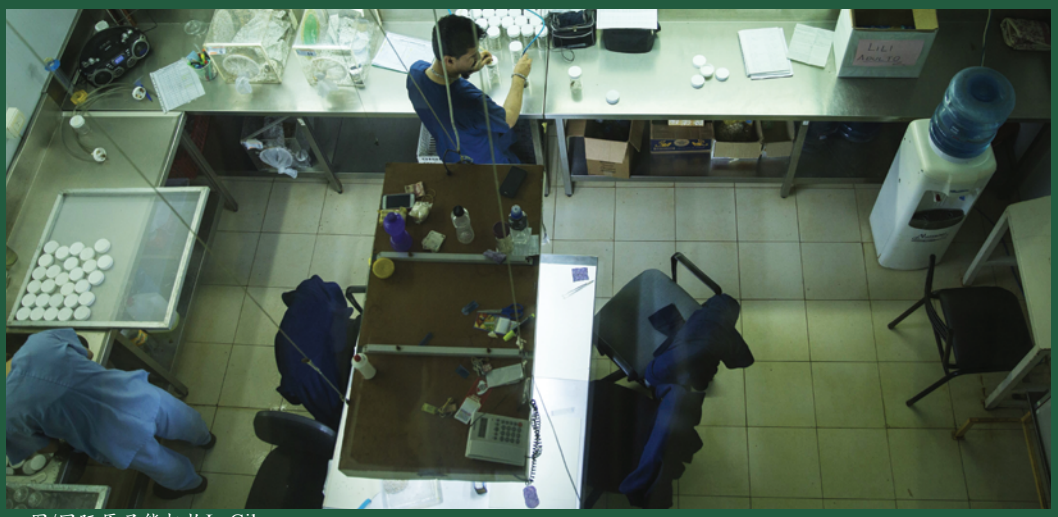
作为这一方法的一部分，原子能机构除了提供知识转让和培训外，还在提供昆虫不育技术方面的专门培训。此外，原子能机构的一个地区技术合作项目正在支持技术设备和用品的采购。

新大陆螺旋蝇的再次出现，威胁到该地区的牲畜和粮食安全，哥斯达黎加于2024年2月7日宣布进入卫生紧急状态，以控制这种寄生虫的传播。

“这项法令的主要目的是提供必要的投入，防止这种疾病在国内蔓延，”隶属于农业部的哥斯达黎加国家动物卫生局局长Luis Matamoros说，“原子能机构对转让核技术以应用昆虫不育技术的支持对于预防、控制和根除这种疾病至关重要。”

2024年3月，原子能机构与哥斯达黎加国家动物卫生局、联合国粮食及农业组织、美洲农业合作研究所、国际植物保护和动物卫生区域组织以及美国-巴拿马根除和预防新大陆螺旋蝇委员会合作，在哥斯达黎加举办了一次地区应急响应讲习班。

（图片来源：Adobe Stock）



图/国际原子能机构L. Gil

粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心正在为拉丁美洲共14个国家提供支持，通过应用昆虫不育技术保护牲畜和农民的生计。

图/ 哥斯达黎加国家动物卫生局F. Chaverri

2024年3月在哥斯达黎加举行的新大陆螺旋蝇疫情应急响应地区讲习班的参加者。

“这次讲习班绝对至关重要。”粮农组织/原子能机构联合中心的昆虫学家Walther Enkerlin强调，“来自该地区各国动物卫生部门的参加者分享了知识、战略和资源。我们的目标是建立一个强大的系统，用于早期检测、治疗方法和快速响应，以控制新大陆螺旋蝇的侵扰，并促进使用昆虫不育技术根除这种虫害。”

来自洪都拉斯的参加者MariaGabriela Mejia表示：“由于参加了原子能机构技术合作计划支持的这次培训班，我现在对诊断成虫和幼虫阶段的新大陆螺旋蝇以及应用有效的根除方法充满信心。”

原子能机构继续与拉丁美洲各国的动物卫生部门密切合作，促进昆虫不育技术的实施。原子能机构正在分享关于虫害综合防治的专门知识，并提供实验室设备和用品。此外，原子能机构正在协助编写技术文件，助力国家当局作出关于将昆虫不育技术作为大范围虫害综合防治方法的一部分加以应用的决策。

佛罗里达州利用昆虫不育技术抑制蚊虫病媒

准备在佛罗里达州李县卡普蒂瓦岛释放的桶内不育雄性埃及伊蚊。（图/美国李县蚊虫防治区）。

在美国佛罗里达州迈尔斯堡，正在进行一项试点项目，使用昆虫不育技术来抑制对杀虫剂产生抗药性的蚊虫。该项目得到了国际原子能机构（原子能机构）和联合国粮食及农业组织（粮农组织）专家的支持，目的是减少在佛罗里达州广泛传播疾病的埃及伊蚊数量。

埃及伊蚊很难用传统的昆虫防治技术来防治，因为它们昼伏夜出，有隐蔽的繁殖栖息地，很难发现和清除它们的幼虫。此外，这些蚊虫对杀虫剂的抗药性不断增强。佛罗里达州西南部的李县蚊虫防治区自1958年成立以来，一直在努力减轻这些蚊虫对公众健康的威胁。随着城市化进程的加快和杀虫剂抗药性的增加，埃及伊蚊在该县变得几乎无处不在，迫使李县蚊虫防治区寻找其他方法来对付这种具有挑战性的蚊虫。

迈尔斯堡正在开展一个新的试点项目，采用昆虫不育技术来抑制病媒蚊虫的数量。昆虫不育技术是一种环境友好型的害虫控制方法，利用辐射使雄性昆虫绝育，然后将它们释放到野外与野生雌性交配，减少或消除后代。该项目得到了原子能机构“和平利用倡议”提供的预算外资金支持。

粮农组织/原子能机构粮农核技术联合中心虫害防治处处长Rui Cardoso Pereira提到，“由美国通过‘和平利用倡议’捐助的预算外资金帮助在研发基础上改进了针对伊蚊的昆虫不育技术包，并将其应用于成员国的试点项目。”埃及伊蚊可传播基孔肯雅病、登革热、黄热病和塞卡病

等疾病，对公众健康构成重大威胁，影响实现“可持续发展目标3”（良好的健康和福祉）。

昆虫不育技术试点项目在沿海城市迈尔斯堡启动，在2020年至2022年的一个成功试点项目中，已经在约30英里外的佛罗里达州卡普蒂瓦岛进行了测试。雄蚊经过大规模饲养和绝育后被释放出来与野生雌蚊交配。在释放高峰期，卡普蒂瓦岛每周释放约40 万只不育雄蚊。释放后的第一年，即2020年，种群数量大幅减少，2021年和2022年则得到完全抑制。科学家们对萨尼贝尔岛（对照区）和卡普蒂瓦岛的生态指数进行了比较。李县蚊虫防治区应用科学技术部负责人Rachel Morreale指出，“看到我们释放的雄性不育雄蚊对卡普蒂瓦岛上埃及伊蚊数量的影响，真是太了不起了。”

2022年9月，飓风“伊恩”彻底摧毁了卡普蒂瓦岛和萨尼贝尔岛，导致汽车无法进入，试点项目也宣告结束。由于造成的破坏非常严重，李县蚊虫防治区决定最好的办法是将释放计划转移到大陆上的一个新区域。利用普蒂瓦岛试点项目中获得的经验教训，李县蚊虫防治区收集了基线数据，以便更好地为2024年2月在迈尔斯堡开始的不育雄性埃及伊蚊释放项目提供依据。虽然迁移到新地区的时间比原计划提前，但卡普蒂瓦岛试点项目已使李县蚊虫防治区验证了昆虫不育技术作为综合蚊虫防治行动的一部分的有效性。李县蚊虫防治区希望利用从规模饲养、释放和现场工作中获得的知识，在迈尔斯堡复制这一成功，为当地居民提供缓解和保护。

李县蚊虫防治区执行主任David Hoel强调：“该计划的独特之处，以及原子能机构为我们提供的专业技术知识，使李县蚊虫防治区在抑制这种蚊虫方面打下了坚实的基础，相比之下，传统的蚊虫防治技术只能控制而不能完全抑制蚊虫，这为佛罗里达州李县未来预防蚊虫传播的疾病带来了巨大希望。”

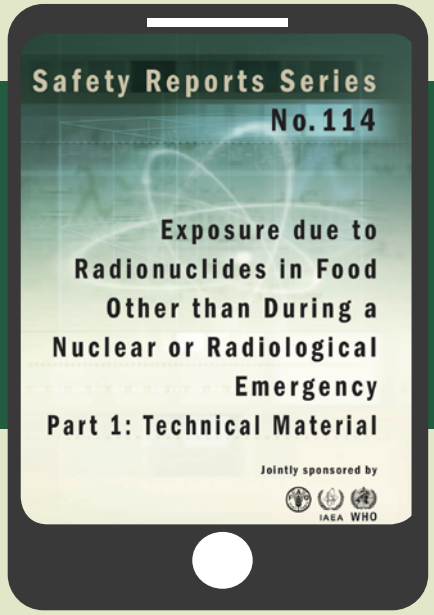
文/Emma Midgley

正在卡普蒂瓦岛释放不育蚊虫。（图/美国李县蚊虫防治区）

你是否知道

放射性核素会转移到人类食用的动植物体内？这会导致身体受到电离辐射照射并造成内照射剂量。

了解更多，请扫描



浏览所有国际原子能机构出版物

免费在线

www.iaea.org/publications

欲订购图书，请致函：

sales.publications@iaea.org

国际原子能机构出版物

部长级会议

核科学技术应用与技术合作计划

2024 年 11 月 26–28 日
奥地利维也纳

IAEA
国际原子能机构
原子用于和平与发展

CN-328

24-00125E

与我们合作

共创美好未来

国际原子能机构欢迎

成员国、业界、金融机构和其他利益相关方

与我们合作开展我们的旗舰倡议并贡献

其专业知识、建模工具、行业知识、宣传和财政资源。

人体健康

IAEA PIACT

IAEA RAYS OF HOPE
CANCER CARE FOR ALL

核领域中的女性

IAEA Lise Meitner PROGRAMME

IAEA Marie Skłodowska-Curie FELLOWSHIP PROGRAMME

能源

IAEA ATOMS 4 NET ZERO

IAEA NHSI NUCLEAR HARMONIZATION & STANDARDIZATION INITIATIVE

环境

IAEA NUTEC PLASTICS

粮食和农业

FAO & IAEA ATOMS4FOOD
GROWING FOOD SECURITY

进一步了解国际原子能机构的旗舰倡议

IAEA
Atoms for Peace and Development

ISSN 1101-257X
24-02733