

传播第三世界国家发展农业所需的技术

IAEA 塞伯斯多夫实验室农业实验室的做法简介

J. I. Richards

为了填补许多国家长期存在的粮食缺口，必须大大提高农业产量。(来源：M. Lutzky, FAO)

赖施舍的心理。

使情况更糟的是，过去二三年内，最不发达国家及其它低收入的缺粮国家获得的粮食援助份额在逐渐减少。这是由于作为粮食捐助大国的工业化国家，在牺牲对第三世界国家的援助的情况下，把它们的总量不变或已压缩了的粮食援助计划转向了东欧和前苏联国家。

为了弥补基本的口粮供应方面的这个缺口，据计算，非洲粮食产量的年增长率必须达到按最近十年平均的年增长率 1.7% 的两倍多。专家们认为，实现此指标有困难，因此可以预计，撒哈拉以南非洲的粮食供应状况在 90 年代内将变得更糟，2000 年时该地区的大多数国家有可能成为缺粮国。

1990 年 12 月，联合国大会为努力解决

联 联合国世界粮食理事会最近的一份报告得出结论，世界上某些地区的饥荒和营养不良状况在继续恶化。由于自然灾害（主要是旱灾和水灾）和连绵不断的社会与政治动荡（内乱和内战），饥荒正威胁着 3000 多万人的生命。

尽管不是一眼就能看出但仍然悲惨的情况是经常性的营养不良。它存在于 50 个最穷的国家中，大体上是世界上每 5 个人中就有一人如此。几乎有 2 亿 5 岁以下的儿童摄入的蛋白质和热量不足，这些儿童中，每天死于营养不良的有 4 万名之多。

十分不协调的是，尽管有这种情况，发展中国家的总人口仍在快速增长。许多（特别是非洲的）发展中国家控制人口增长的工作并不比过去好。非洲地区的年人口增长率仍然高于 3%。

这一点的后果真是太明显了：土地资源承受的压力愈来愈大；耕地休闲期愈来愈短；负担过重的牧场日益衰败；森林因农田扩大和薪材采集量增多而被蚕食；生态平衡遭到破坏；土壤逐渐退化，水源渐渐干涸或受到污染；产量下降；收入减少，失业增加；以及农村不毛之地不断增加。

结果是国内粮食供应量和快速增长的需求之间的缺口不可避免地扩大。尽管国际援助一直在缓解这些后果，但显然不是长久之计。今天，它只起一种微不足道的缓解药的作用，并可能只是助长人们永远依



Richards 博士是 IAEA 塞伯斯多夫实验室农业实验室主任。感兴趣的读者可向作者索取参考资料和了解情况。

这一日益不景气的情况,通过了一项题为《国际发展战略》的决议,其目的是通过推动人力资源的开发来缓和饥饿与贫穷。同样,1992年6月召开的联合国环境与发展大会宣告,“各国应当携起手来,通过交流科技知识以提高科学水平,并通过加强各种工艺技术(包括新的和革新性的工艺技术)的开发、改造、推广和转让活动,为可持续发展增强自身的能力。”

国际原子能机构(IAEA)的一个中期规划(1993—1998年)的三个主要目标之一,就是“加强向发展中国家的核技术和核诀窍的转让”。在这方面,粮食和农业组织(FAO)/IAEA核技术用于粮食和农业联合处正在执行500多项研究合同,并给得到技术合作司支助的250个农业项目中的IAEA技术转让活动提供技术指导。通过这些途径,发展中国家科研人员的能力正在提高,以致他们更有能力找出和解决影响农业生产率的许多问题。

这方面的活动是由IAEA的塞伯斯多夫实验室农业实验室与联合处共同进行的。涉及的专业有:土壤肥力,灌溉和农作物生产,植物突变育种,农药的分析和配制,昆虫与虫害防治,以及家畜的生产和疾病诊断。

农业实验室有70多名高水平的和经验丰富的国际专家,每年的经常预算超过400万美元。不过,它并不妄想拥有可与某些国家的或国际的实验室相媲美的设施或人员,它所从事的工作也与研究实验室的不同。更正确地说,在联合国(UN)系统内,它的使命是很明确的:为发展中国家的对口单位提供3项基础性服务,努力确保行之有效地传播适用于农业研究的核及相关技术。这些服务涉及研究与开发、培训和技术支助三个方面。

研究与开发服务的主要组成部分

由塞伯斯多夫实验室提供的研究与开发服务,包括4大部分:

● **确定需要提供技术的问题。**对任何

特定的国家来说,首先要清楚地确定问题的类型和范围,然后才能选用或开发适用的技术。在IAEA支助的农业项目中,本实验室与发展中国家的科研对口单位和FAO/IAEA联合处的技术和项目官员保持着紧密的合作关系,这些人员掌握着有关该国情况和正在研究的农业问题的第一手资料。他们也熟悉需要这些技术的那些人员的技术水平,当地已有的基础设施(实验室、电源和水源的质量、可供使用的电力和空调),仪器的维修/保养能力以及当地的环境因素(气候、灰尘和雷暴雨等)。

农业实验室就是在这些背景材料的基础上,集中精力帮助对口科学家处理了以下5个领域的重点研究课题:

土壤科学:通过植物选种和创造最佳的作物—细菌条件,使作物和树木最大限度地利用大气氮;以及最充分地利用氮肥、磷肥及水,以取得最大的生产率和效益,同时将它们对环境的不利影响减至最小。(见第13页方框。)

植物育种:培育生产率特性得到改善和抗病/耐病力强的作物品种。(见第25页开始的文章。)

农药:研制目标专一、长效且环境影响最小的农药新剂型。(见第12页方框。)

昆虫学:通过研制和推广环境适宜且目标专一的技术——昆虫不育技术(SIT)——减少不加选择地使用杀虫剂防治农业重要虫害的现象。(见第16页方框。)

家畜生产:在家畜饲养和配种方面提出新的管理战略以提高家畜生产率;限制主要家畜疾病的发病率与流行规模,以及监视接种疫苗或其它的防治/根除疾病运动的效果。(见第34页开始的文章。)

● **适用技术的挑选、修改和标准化。**本实验室挑选适用技术的准则,与国际上最近制定的许多实施细则中的规定是一致的:(1)应当利用简单明了和用户容易掌握的技术来促进农业的可持续发展;和(2)IAEA应当只推广在发展中国家的条件下明显地优于其它技术的核技术。

已有的可利用技术(设备、基本方法、

化学制品、生物制品)可根据这些实施细则加以挑选,必要时加以修改,随后使其标准化——与国际或 IAEA 的规范一致。

●“定制”技术的开发和标准化。经常遇到的情况是,适用技术并不是现成的,必须“定制”或开发。开发的方式有多种。方式之一是依靠与国家、国际或商业性实验室或组织的积极协作,把某些部分或全部技术开发工作(生物制品、设备、基本方法)包出去。本农业实验室目前与世界各地 40 多个这样的组织建立了联系。方式之二是依靠本农业实验室的科学家同其它学科(如化学和物理学实验室的科学家)以及机械和仪表车间的能工巧匠开发适用技术。在这两种情况下,开发的技术都必须符合国际或 IAEA 的规范。

正在本实验室中研究与开发的技术实例有:

土壤科学:用于研究牧草和粒用豆类的固氮微生物生态学的基本方法(DNA 探针、GUS 基因等分子生物技术);研制分析氮-15 和碳-13 用的发射光谱仪和质谱仪,以便找出具有优良的养分摄取/利用性状的植物基因型。

植物育种:开发利用电离辐射(γ 辐射和快中子)和化学诱变剂的突变育种技术,以诱发遗传变异和为挑选生产性状得到改良的植物提供更多的机会;开发离体繁殖技术,以便有利于经处理植物的大量生产和加速新基因型(芭蕉、香蕉、木薯、薯蓣等)的遗传巩固和农艺学评价。

农药:开发在水生系统中缓慢(受控)释放的除草剂剂型;研制浸渍了杀虫剂的筛网,用于防治采采蝇;配制和在模拟环境条件下试验能有效杀死螺旋蝇的杀虫剂和俗称“鸡尾酒”的引诱剂;开发农药及其残留物的分析方法。

昆虫学:开发防治/根除采采蝇和地中海果蝇用的 SIT(昆虫的大量饲养、装运和释放);开发遗传学和分子生物学、昆虫营养学和饮食学方面的先进技术,使 SIT 能以较低费用在较大面积上适用于防治更多的虫害。

家畜生产:开发利用放射免疫分析法测定家畜繁殖激素和代谢激素用的试剂盒技术;开发利用比色技术测定限制家养动物生产率的营养代谢物的方法;开发利用酶联免疫吸附分析法(ELISA)诊断家畜传染病的技术。

●**确证和现场试验:**任何一项技术在传授给参与 IAEA 支助的项目的对口单位之前,都需经选定的现场实验室核对和确证。请这些实验室试用此项新技术(或在情况合适时与已有技术相比较),并就此项技术的性能(灵敏度、准确度和已产生资料的相关性)、是否“娇气”、是否容易掌握等填写详细的问卷调查表。此项技术将根据他们的反馈意见作进一步的修改,并最终进入可向发展中国家科学家推广的“绿灯”技术行列。

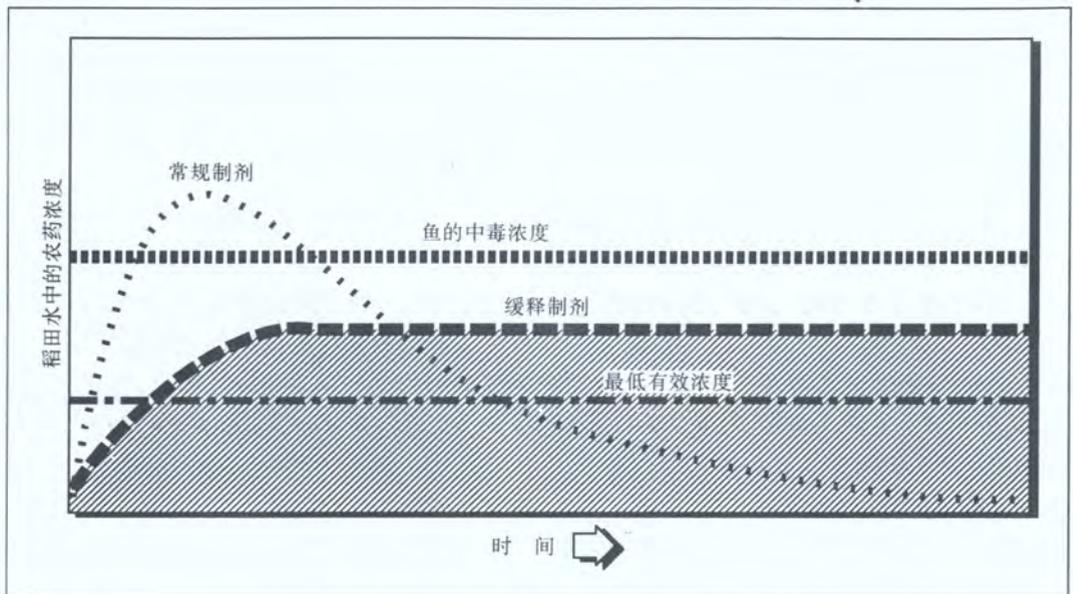
现场试验——和随后的技术传播——中很容易被遗忘的一个方面,与新技术的实际分发方式有关。有些技术也许只要一次就交待完了,但更常见的情况是整个技术传播过程是细水长流式的。这就要求既要满足固有的、也是必要的行政管理渠道的要求,又要满足经常产生问题的、费时的并且不断改变的条例和程序方面的要求,如管辖包装方式、包装材料及放射性材料的国际空运和海运管理条例,以及各国政府的进口条例和结关程序。鉴于这方面的事由 IAEA 的有关部门帮助处理,因此本农业实验室只负责确保迅速、安全和合法地提供由它开发的技术。

科学培训的形式

显然,提供技术但又不教他们如何正确使用这一技术的做法是不可取的。必须让接受方知道如何使用、处理和维持这些新技术,如何评价其工作质量,和如何解释他们所产生的数据。因此,培训科学家和技术辅助人员是技术转让的重要(某些人认为是主要)组成部分。

每年由塞伯斯多夫实验室培训的人员,约占以 IAEA 技术合作项目名义支助的

农用化学品： 经改良的制剂



杂草是不受欢迎的植物，几乎所有栽培作物中都长有杂草。它们和栽培作物争夺养料、阳光、水和空间，因而使作物减产和降低土地生产率。为了提高作物产量，农夫们用手、机器拔掉野草，或施用除草剂控制其生长。

IAEA 塞伯斯多夫实验室的科学家正在制备除草剂的缓释制剂。

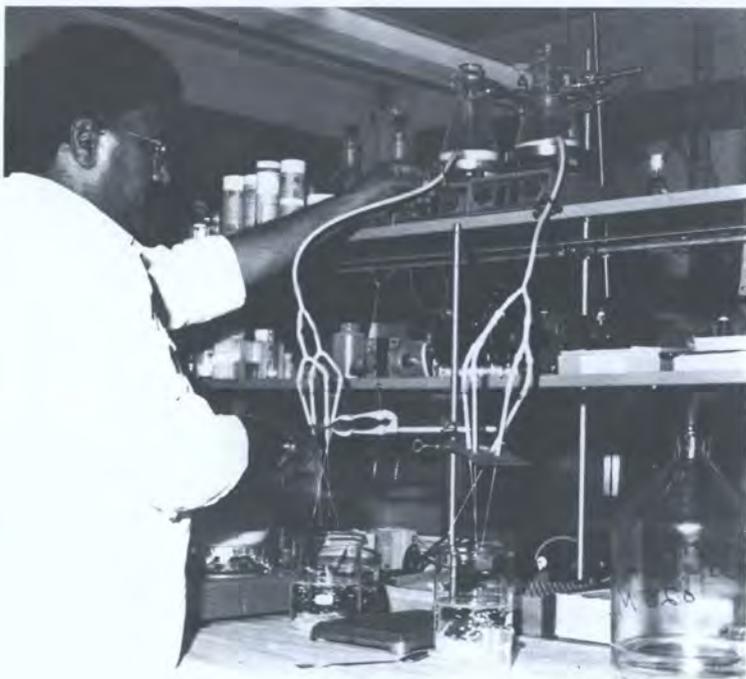
然而，当对作物施用除草剂（象其他农药一样）时，大量除草剂会在施用期间和施用后不久损失掉。有些除草剂会在施用期间被风刮出靶区，沉

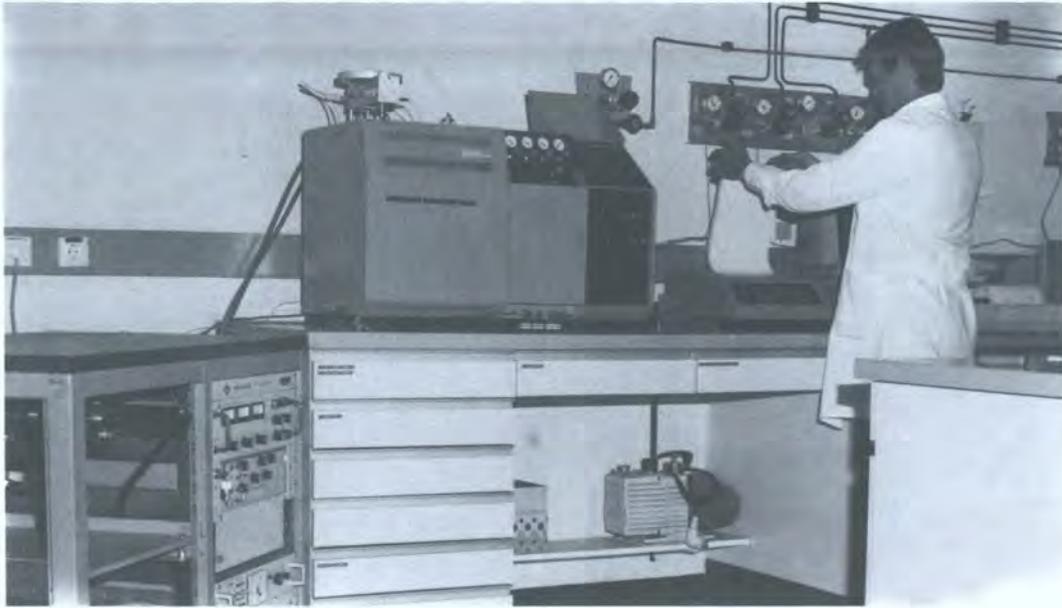
积在土里或作物上的有些除莠剂会被雨水冲走；有些则被环境中的光和氧破坏掉。因此，所施的除草剂只有一小部分留下来保护作物。

由于预料到会有这些损失，故而施用除草剂时加大剂量，以确保除草剂的活度足够。但是，初始时的大剂量会伤害鱼、鸟等非目标动物。此外，由于除草剂会受到环境效应的影响而降解，其效力不能持续多久，因而必须反复施用。

这些问题可以靠使用缓释制剂来解决。在这类制剂中，除草剂被束缚于惰性基质中，释放速率受到控制，使释放量稍稍高于除草剂的最低有效量。这就可以防止除草剂因水、光及其他环境效应的影响而损失掉，使其效力持续较长的时间。具体持续时间可以通过选用合适的惰性基质和剂型设计加以控制。

IAEA 塞伯斯多夫实验室已制成若干种缓释除草剂制剂。其中某些制剂含有用放射性同位素标记的除草剂，以研究除草剂从这种制剂中释放出的速率。已根据这些数据挑选了几种剂型，供在温室和在一些协作国家内进行生物试验使用。在水稻以及水稻—鱼和水稻—虾的混合生态系统中，试验了一些缓释制剂和常规制剂的除草效力和环境安全性。试验表明，缓释制剂与常规制剂相比，能更有效地控制杂草，对水稻植株的毒性更小。同样，针对红萍（东南亚地区常见的一种与水稻共生的水生蕨类植物）的试验表明，与常规制剂相比，施用缓释除草剂能更有效地控制杂草的生长，而红萍的中毒效应则相对较小。——农业实验室农用化学品股股长 Manzoor Hussain 博士供稿。





土壤科学：重点是粒用豆类

塞伯斯多夫实验室土壤科学股的科学家正在分析植物样品。

粒用豆类，如菜豆、大豆、豌豆、豇豆和花生，属于世界上最重要的作物之列，是农业实验室土壤科学股特别重视的一项工作。

这类作物的营养价值特高——富含蛋白质、矿物质和维生素——它们在人类食物中占的比例很大。豆科牧草(苜蓿、三叶草等)和乔木豆科植物(包括银合欢属、毒鼠属、金合欢属和含羞草属)之类的其他豆科植物，对于发展中国家中可持续的个体农户牲畜饲养也有非常重要的作用。豆科作物在可生成根瘤的根瘤细菌的帮助下，能从大气中摄取氮以合成组织蛋白质。这种称为生物固氮的过程能提供作物生长所需的氮，因而能减少氮肥需要量及相关的能源费用。这样生成的氮有些在作物收割后还留在土壤中，因而能提高土壤肥力。固氮作用在今后为减少过多施用氮肥、减少与硝酸盐有关的地下水环境污染和与氮的氧化物有关的大气环境污染的努力中，将具有更大的意义。

不同的豆科植物或根瘤细菌，其固定空气氮的效率是不同的。实验证明，氮-15 同位素技术是定量研究温室和田间条件下的生物固氮过程的最可靠方法。这项技术主要是由塞伯斯多夫农业实验室开发的，现已传授给大多数发展中国家。FAO/IAEA 在增强生物固氮能力方面的许多技术项目正在采用此技术，效果是节省了氮肥用量和大量外汇。

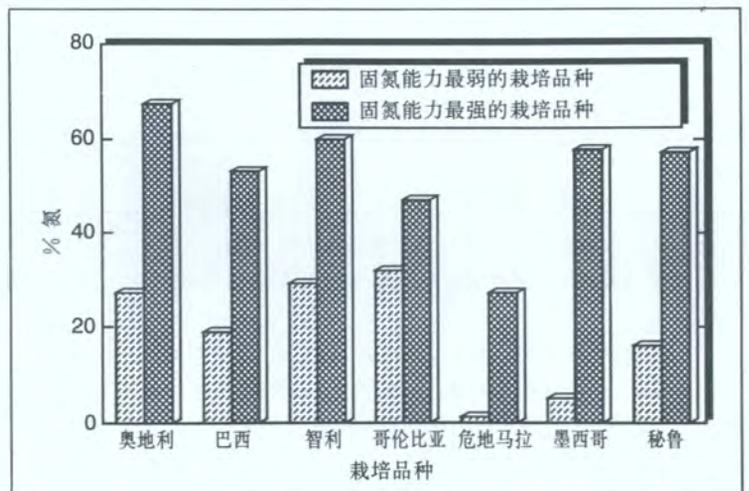
目前的研究工作主要侧重于通过多学科的研究方案提高粒用豆类的产量和固氮能力。此外，还正在研究如何测量农田林网系统常用固氮树种的固氮能力和影响固氮量的各种因素，为土壤肥力

的恢复/维持、水土保持和薪材生产作贡献。

为支助参与 FAO/IAEA 国际网和区域网的 100 多个研究合同承包者，土壤科学股每年要分析约 15 000 个样品，主要是测定氮同位素的比率。它还给接受 IAEA 技术援助但又缺乏相应分析设备的发展中成员国提供分析服务。在开发新的同位素测量技术和设备，以及改进这些技术和设备使之适合于例行测量方面，该股起牵头作用。

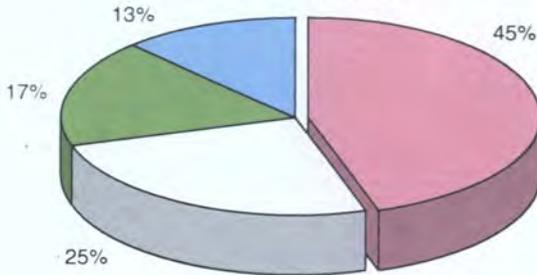
它还计划在今后两年内向成员国提供质量保证服务；这将使科学家更有信心地正常使用已转让的技术，并使利用氮-15 技术产生的科学数据及相关结论得到国际的认可。——农业实验室土壤科学股股长 Felipe Zapata 博士供稿。

菜豆栽培品种从大气中摄取的氮的百分率

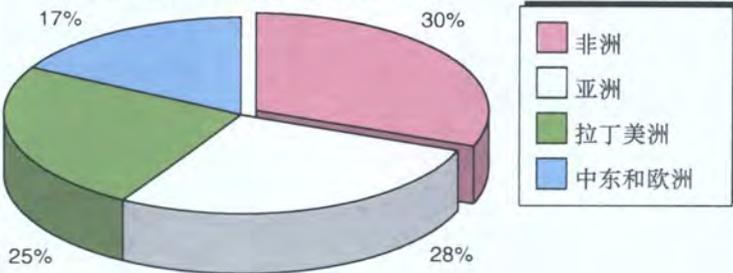


塞伯斯多夫农业实验室的科学培训, 1985—1992 年

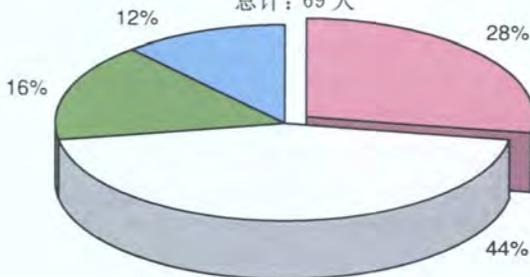
进修金培训
进修人员总计: 262 人



跨区域培训班
总计: 培训班 21 期, 参加者 411 人



科学访问
总计: 69 人



农业方面的科学培训活动

农业实验室是在 IAEA 的项目和计划名下提供科学培训的主要场所之一。

从总体上看, 向 IAEA 成员国的合格申请者提供与核和相关技术在农业方面的应用有关的培训的形式有三种。它们是:

- 进修金培训(给初级科研人员和技术辅助人员提供的“实习”性培训);
- 培训班(给初级科研人员提供的“长见识”性培训);
- 科学访问(给高级科研人员提供的“长见识”性培训)。

过去 7 年内, 来自发展中国家的 700 多名科研人员参加了 IAEA 的这些有关农业发展的培训计划。—— IAEA 塞伯斯多夫实验室培训官员 M. E. Ruhm 女士供稿。

全部受训人员的 13%。(见方框和附图。)总的来说, 培训形式有以下两类, 每一类又根据高级、初级科技人员及技术辅助人员不同需要作出相应的安排:

● “实习”性技术培训。农业实验室提供针对特定技术的“实习”性培训。这种培训的时间为 2 至 6 个月, 究竟多长取决于技术复杂程度和学员能力。培训期间受本实验室的一名科学家领导, 并接受项目技术官员的指导。其他有能力组织培训工作的组织, 很少会向学员提供这样具体和直接与项目挂钩的培训, 学员们往往只能跟着实验室的正常研究工作转。

● 研究和“长见识”性培训。农业实验室还给科学家提供基础研究和应用研究方面的培训。对于来自拥有完善研究基础设施的国家的科学家, 虽然很少教他们如何进行研究工作, 但一般都有一名从事科研工作的导师负责指导。对于来自许多发展中国家的科学家, 做法就很不同, 需要给他们提供如何确定研究课题、制定实验计划、确定样品个数和取样频率、分析和解释数据, 以及如何发表研究结果和结论等方面的培训。如情况合适, 这种培训将按本实验室“技术培训”的做法进行。培训时间一般为 6 至 12 个月, 学员在此期间参加一个直接与其国内由 IAEA 支助的某个项目有关的研究项目。

“长见识”性培训有两种形式。一种是跨区域培训班。农业实验室每年主办 2—4 期这种培训班, 每期的时间为 5—8 周。这种培训班非常适合于需要熟悉农业方面某一领域当前可利用的技术和现状的年青专业科学家。每期培训班招收 16—20 名学员, 学员的挑选一般是很严格的, 约有 80% 的申请者落选。

“长见识”性培训的第二种非常重要的形式是请高级专业科学家访问塞伯斯多夫实验室, 时间最多为一周。主要是让他们熟悉核及相关技术的新发展, 收集在国内往往找不到的科学文献, 与研究人員讨论新的科学研究方向。这类访问还往往导致在塞伯斯多夫实验室和发展中国家实验室之

间建立协作关系。这反过来又能加速科技的发展,并加深人员间的友谊和了解。

支助性服务和反馈

在技术转让过程的这一阶段,人们通常认为,技术已经给了,工作人员也已接受过基本训练,因而或许会问,还能帮助做些什么呢。遗憾的是,这阶段在设备或方法方面定会出现许多问题。与此同时,IAEA 和当地的用户也会向项目参加者施加很大的压力,要求他们证实结果的可靠性。

因此,支助性服务和反馈是整个技术转让过程中非常重要的一环。必须使科技对口部门得到这样的保证,即 IAEA 将提供有关如何使用这一新转让技术的指导和支助,以便他们能够信心十足地执行该项目的规划。

农业实验室可以提供有助于建立这种信心的两种服务:

- **分析支助和质量保证。**当已转让的技术临时不能使用时,农业实验室的分析支助服务部门将承担样品分析工作。这就可以使工作中断的时间减少,并使已投入到常常是很费钱的农业项目中的本来就不多的经费不会受到损失。

- **质量保证。**第二种服务是质量保证,这可能是农业实验室提供的支助中直到前不久仍最不为人重视的一个方面。质量保证的主要内容是提供指导或化学/生物材料。这些东西能使本项目的科技对口部门对设备、定量和定性分析程序及利用已转让技术产生的数据充满信心。

在理想的情况下,这种可信度应该符合国际标准。因此,可以利用这些数据确定某项农产品能否进入国际市场;可将这些数据交给编者以便在国际农业研究杂志上发表;可以据此将该实验室定为进行有关分析的国家参照实验室。农业实验室提供的东西包括国际参考材料、外部质量保证小组、标准化的操作规程,以及对口单位应当如何得出和评价内部质量保证参数的指导性意见。要求受援方参与外部质量保证

活动。其数据不在规定范围内的实验室将得到如何改进他们对这一技术的利用的资料和指点。农业实验室现正在全力处理其许多支助服务领域中的质量保证问题。这项努力旨在改进现场项目的执行情况。

报告和反馈。农业实验室只有听到终端用户的意见才能改进其服务,不管这种意见是正面的还是反面的,是直接提出的还是通过项目技术官员提出的。成功的技术转让实验室决不可能是一个孤岛。

尽管有些人相信对口单位不来信一般表示他们满意此项技术,但“没有消息就是好消息”的说法在这里也许不行。因此,农业实验室经常要求人们通过各种渠道反馈信息,包括本文这样的文章。

技术传播的影响

已传播的核及相关技术,已在许多领域对第三世界国家的农业发展产生了重要影响。

比如在土壤科学方面,测量氮-15 的技术使科学家能开发最佳的施肥技术,以提高不同农业生态系统的作物生产率。

在植物育种方面,诱发植物突变的辐照方法已在世界范围内帮助人们推出了 1500 多个作物新品种。放射性同位素方法一直被用于研制经改良的、在环境中稳定的杀虫剂和除草剂新剂型,如防治采果蝇的杀虫剂(deltamethrin)和除去水稻—鱼生态系统中杂草的缓释除草剂(如去草胺)。

在昆虫学方面,昆虫不育技术一直成功地用于根除墨西哥的地中海果蝇和日本的瓜蝇,最近又在根除北非新大陆螺旋蝇中立了功。

在动物健康方面,用来对接种牛瘟疫苗的牲畜进行血清学监测的 ELISA 技术,对于非洲近几年牛瘟未曾大流行作出了贡献。

计划的改进

鉴于已取得这些成就,IAEA 准备对其技术传播的传统方法和程序进行一次审

查,以保证有更多的计划得到高质量的实施。机构已选择人力资源的开发、质量控制服务和核仪器仪表的维护,作为这一新战略中需要更多地注意的三个方面。此外,机构或许会考虑将思路更宽、更加一体化的项目设计方法,作为促进人们采用涉及更多学科的办法去找出和解决影响农业生产的问题的一条途径。

FAO 总干事最近在为非洲举行的一个区域性会议上发言时,呼吁相互间增加理解。他说,“我们总是根据实际情况自动调整与特定国家的关系。”他还说,“但是我竭诚地和热切地要求,我们在使用这一方法解决非洲问题时应当小心、灵活和周到。”

一些双边的和组织的组织,往往过于

自大地推行一种“我们知道什么东西对你最适合”的做法,而不是真诚地听取受援者对他们的倡议的评价。与此相似的是,还常常搞一些荣誉性的活动,授于一些国家的行政部门或支助单位荣誉称号,而不是解决人民的真正需要。

显然,在计划执行前必须更加重视同当事国的对话。这涉及到成立多学科的但又是一体化的小组,具体负责评价这些计划对农产品的产量和生产率,以及对该国及其居民的价值和影响。

这将需要联合国和其他组织之间进行更多的协作,使国际社会可以同心协力地解决发展中国家所面临的饥荒、营养不良和贫穷等大问题。 □

昆虫学:昆虫不育技术(SIT)与虫害防治

农业实验室昆虫学股的首要研究与开发活动,是要使 SIT 更加可靠、效率更高和更适合于发展中国家的虫害防治。

这项将近 40 年前首次进行试验的技术,使虫害防治发生了巨大的变化,当它与综合性虫害管理方案中的其他方法结合起来使用时,有可能大面积彻底根除某些虫害。这是一种环境适宜的防治技术。它的针对性很强,因此治理区内的其他生物不会受到影响。

尽管 SIT 的技术原理(即大量饲养和释放不育雄性,它与野生雌性交配后使后者不育)比较简单,但要求有一套复杂的运营机制,包括不断开展支持性的研究与开发。昆虫学股一直在给由机构组织的消灭墨西哥及中美洲的地中海果蝇和非洲的采采蝇与螺旋蝇的计划提供此类支助。



标准的、评价不育雄性采采蝇与能育雄性采采蝇交配竞争能力的实验室试验。

举例来说,采采蝇的繁殖能力较弱,只需往害虫聚居地释放相对来说较少的不育蝇,便能在数量上超过天然的能育雄蝇。昆虫学股经常向 IAEA 在非洲的项目和 IAEA 成员国的协作科学家提供大量的采采蝇蛹。

至于地中海果蝇,每周必须生产数亿只高活力的果蝇,供释放之用。通过设计和开发可利用当地劳力及材料的设备及饲料,生产成本已经下降。该股的遗传学家最近已开发出这种果蝇的新品系,其中的雌蝇具有可由温度变化触发的致死特性。由于不育雄性是 SIT 计划的关键部分,因而雌性不是必需的甚至是不需要的。若能在胚胎阶段消灭雌性,就可节省 40% 的饲养和释放费用。不育雌性释放后仍试图产卵,从而破坏水果。此外,不育雌性的存在不利于不育雄性寻找野生雌性交配。

经过进一步的研究,现已开发出一些遗传选择雌雄(GS)的果蝇新品系。它们的遗传稳定性比原来的好得多。由于这些新品系具有极大的温度敏感性(温度对胚胎阶段之后的各个发育阶段也有影响),人们曾不得不拟订专用的操作步骤以保证连贯和可靠地生产这些群体。在大笼子里进行的行为研究和在野外对已释放果蝇的行为进行的研究表明,最新的 GS 品系不仅十分稳定,而且在自然条件下能象普通野蝇一样生存和活动;这些特性对于 SIT 虫害防治计划的成功是至关重要的。——农业实验室昆虫学股股长 R. Gingrich 博士供稿。关于在北非成功地使用 SIT 的情况,参看后面的一篇文章。