

# 生命的种子

## 荒地如何变沃土

事实上，不毛之地能够借助土壤科学家所说的“生物盐农业”这种新的耕种方法恢复生机。一些国家正在利用同位素手段证明这一方法。IAEA的一个跨地区项目正在传播好消息——一次改造一公顷。

Bill Wallin 和 Jorge Morales Pedraza

虽然地球的绝大部分被水覆盖着，但是极具讽刺意味的是，大部分的水是咸水，而不是淡水。一直在淡水条件下发展进化的植物、动物和微生物不能利用海水生存。此外，世界许多国家在耕作上缺乏淡水，多处有潜在生产能力的土地仍然没有收成。但是一项创新的技术，“生物盐农业”，正在通过栽培用盐水供给养分的耐盐作物、树木和牧草，使这些沉睡的土地产生活力。

落在地上的雨水和雪，大约三分之二流入了海洋，只留下三分之一的非盐水可用来维持陆地生命。此外，由于保留下来的水地理上分布不均，形成了湿地、旱地和干旱地区，随着气候在自然和人为作用下的不断变化，这些模式也在不断地变化。当然，由于人口增加，对淡水的需要增加，并且目前的淡水需求已超过供应。

虽然人类在水充沛期间驯化了一些野生植物，但

他们选择和培育的植物种依靠淡水生长。因此，随着使农业生产进入较干旱地区的压力的出现，淡水灌溉系统变得必不可少。

许多植物配水技术效率低、费用高。但是起初，农业产出显著增加。然而，用含盐水进行的不适当灌溉，已导致土壤“盐化”，而且由于盐在土壤中的不断积聚，这种情况日益恶化。由于土壤内的蒸发蒸腾毛细管作用和水运动，盐被浓集和重新分布。

在肥沃的灌溉区，对盐化采取工程解决办法，包括排水和浸出，可能势在必行。但是目前，几个问题超出了许多国家的经济和技术能力。此外，这些国家对非常大的盐性干旱和半干旱区重视不够，在这些地区，有含盐地下水，可以用来种植耐盐植物种。尽管存在这些问题，压力继续迫使农业扩展到边际土地中，以满足日益增长的人口需要。

除农业生态系统之外，人类其他需要和景观中其



**摩洛哥：**示范田涉及当地的农场主和社区。在2002年期间，政府批准了含有确保该项目的可持续性行动的战略文件。目的是将示范田推广到新的地区。

**阿尔及利亚：**已经选定三个示范田，每个10公顷，反映不同的生态带。在2002年初对这些示范田进行了表征、处理和种植。4个农场主在从事该项目，预期2003年提出战略文件。

**突尼斯：**该技术正迅速扩展到该地区更多田地。除引入耐盐植物之外，还利用中子和 $\gamma$ 测量来研究地下水的盐分来源和灌溉管理。在覆盖32公顷的5个示范田取得成功后，已建议在受干旱和盐分影响的其他几个省份启动新的示范田。正在制订利用含盐水和荒地的国家战略。对耐盐植物种的种子的需求已增加，已经和许多农场主联系，把适用生物盐技术作为他们农田的理想选择。

**埃及：**建立了两个25公顷的示范田。一个位于西奈的一个农场主的田间。好几百种耐盐植物现长势良好。现在已得到一个10公顷的地区，准备用于建立生物盐农业站。埃及原子能管理局和粮食部已批准将该项目推广。

他生态系统对水的需求也在日益增加。在许多国家，由于淡水资源有限，农业进一步向以前未用于淡水灌溉农业的边际土地中扩展是不可能的。

在许多旱地和干旱地区，土壤和地下水含有盐，不能栽培传统的作物。幸运的是，陆地植物在海洋边缘和在含盐沙漠中演变期间，形成了几百个物种，它们有时甚至用高含盐量水灌溉也能茁壮成长。

这些植物被称为耐盐植物，代表着各种各样的植物科和形态，包括草、灌木和树木——其中很多有巨大的发展潜力。在过去的30年中，随着淡水短缺变得明显，人们更希望把它们驯化成作物植物。已经评价了好几百种耐盐植物作为粮食、饲料、燃料、粪肥或工业原料植物发展的经济潜力。

另外，科学家正在努力将耐盐性引入到栽培的作物种中。几十年来，人们对生物盐农业的概念有了越来越多的了解。虽然在利用含盐土地和地表水进行耐盐植物的农业生产方面已取得了技术进步，但是将科

学变成更大规模的实践的工作有待完成。通过在一些农场和当地示范，将生物盐技术引入到农业已取得了一定成功。地方当局、农业负责人和农场主已看到为其直接使用或出售而种植的产品。

## 含盐量问题

世界总陆地表面的几乎10%被各种盐渍土壤覆盖着，没有哪个大陆不受影响。盐渍土壤指所有这样的土壤层，其中水溶性盐超过一定限值，从而对土壤的物理、化学和生物特性产生不利影响。因此，这类土壤的生产力降低。

盐化是一个越来越严重的问题。灌溉区的不适当利用、乱砍滥伐、过度放牧以及其他人为行动，导致了所谓的“二次盐化”，尤其是在亚洲、非洲和拉丁美洲的发展中国家干旱和半干旱地区。

据联合国粮食和农业组织（FAO）估计，有7700万公顷的土地受到人诱发盐化的影响。其中，4500万

# 国家耕作

**约旦：**已选择两个示范田，总面积大约为8公顷，涉及17个不同的耐盐植物种。粮食部和约旦流域管理局支持该项目，全国委员会已为利用含盐地下水和荒地制订了一系列战略。向新地区推广的战略文件已得到批准。

**叙利亚：**两个示范田证明了生物盐农业的可行性，并且农场主对种植耐盐植物产生了浓厚兴趣，这项工作主要是通过代尔祖尔进行的（见方框：“叙利亚的咸水工作队”）。

**伊朗：**示范田面积达30多公顷，有足够的种子进一步推广。在不同地区的15个农场主已经实践了该技术，种植若干植物种，包括淡黄绿色植物。重新命名的亚兹德“盐分研究中心”是一个处理土壤和水的研究单位，它正在与原子能组织合作。政府已批准将该工作推广到该国其他地区。为支持该项目的第一期，政府已经拨款30万美元，用于将该项目推广到三个省8000公顷的田地。

**阿拉伯联合酋长国：**在确定16个耐盐饲料和树种方面，证明利用高盐分灌溉水是可行的。为进行示范、研究和开发活动，已经在国际生物盐农业中心（ICBA）实验站拨出一个35公顷的示范田。这个实验站被阿拉伯联合酋长国指定为该项目的代表。在2002年期间，还启动了地下水监测。粮食部与ICBA合作，确定了农场主的田地，并为今后的田间活动进行了初步调查。

**巴基斯坦：**约200个农场主——该项目最大参与群体——现在种植一些耐盐物种。2002年，政府批准推广项目成果，并批准下一个阶段。该阶段将涉及3万公顷的面积，并可能增至大约480600公顷。为这一阶段分配的资源是5年300万美元（见方框：“巴基斯坦最优秀者的贡献”）。

公顷在灌溉区，3200万公顷在非灌溉区。

为控制含盐量所做出的努力，几乎全部是通过使用以工程为基础的排水概念完成的。这种办法在可获得淡水的情况下非常有效。但是在含盐地下水是唯一水源的干旱和半干旱地区，该怎么办呢？这些地区需要一种不同的解决办法，IAEA已带头推动寻找可持续的解决办法。

## 应用同位素技术管理农业用水中的盐

核技术在确定所建议的方法的长期效应和可持续性中起着关键作用。引入植物时，需要根据种子的需要来灌溉，以避免盐在上层土壤积累。在这种方法中使用了好几个核技术：

- 为保持田间的水量平衡，已开发了土壤湿度中子探针。使用时，将一些通道管永久安放在土壤上层2米中。每7—10天测定一次土壤湿度分布。土壤湿度与盐数据，给出有关蒸发蒸腾、渗入土壤的灌溉水量

以及根区下面的水和浸出盐量的信息。这些资料对于很好地监测土壤储水和随后安排土壤灌溉是必不可少的。

- 利用同位素技术可以研究水、土壤和植物的相互作用。用同位素作为示踪剂能够更好地跟踪盐在土壤中的移运以及盐在植物中的吸收和分布。

- 在田间监测中，利用 $\gamma$ 射线反散射测定土壤松密度非常重要。所使用的探针装有一个密封的铯源。它像中子探针一样通过同样的通道管加以使用，并允许人们对不同深度的土壤松密度进行无损测定。根据测定结果，计算土壤孔隙度。耐盐植物根部生长对结构差的盐渍土壤的影响，可以得到准确判定。

- 利用环境同位素可以评价蓄水层在水质、贮存容量、补给量和补给源以及动态特性的特征。为此，分析地面水、雨水和地表水中的氘、氧-18、氦、碳-13和碳-14，可以有助于蓄水层的管理。

根据这些结果，可以推断地下水起源和补给情况。

在取样网络允许收集所有必要的信息时，可以计算水量平衡。氚在探测新补给中特别有用。由于氚的半衰期短，因此只在有几十年年龄的水体中才能测到。碳-14也广泛被用来测定地下水年龄。

总之，同位素为研究地下水系统的状况和发展变化提供一个工具。一些特定的同位素技术可以提供更坚实的结果，它们已经被广泛用于地下水系统的多学科调查中。此外，同位素还提供了其他的独特信息，例如蓄水层系统中水的年龄分布、水源的示踪，并且作为概念和数字模型的评价工具，可以在数量或质量受到不可逆的损坏时，起到“及早警报系统”指示器的作用（见第36页方框：脚下的大湖）。这是很重要的，因为长期使用盐水灌溉可能在一定条件下引起盐分在土壤中的严重积累。

## 播种种子：跨地区努力

1997年，IAEA在埃及、伊朗、摩洛哥、巴基斯坦、叙利亚和突尼斯6个国家开始实施名为“可持续地利用含盐地下水和荒地进行植物生产”的跨地区项目。在项目后期，阿尔及利亚、约旦和阿拉伯联合酋长国3个国家也参加进来，使参加国数目增加到9个。

项目的主要目标是：

- 在一个用含盐地下水灌溉的10公顷示范田中引入一些已知的耐盐植物，然后选择存活和经济性上有比较优势的植物；

- 使用核及其他技术管理灌溉，以减少盐分在土壤表面的积累；

- 通过化学和同位素分析监测地下水的变化，以估计补给的质量和可能的数量；

- 将该技术传递给最终用户以获得经济效益。

该项目的实施分为两个阶段。第一阶段为期两年，有数目有限的农场主参加，确定能够展示技术和方法潜力的示范田。2002年，即第二阶段结束时，争取使大多数参加国至少有一个10公顷或以上的示范田，并以此确定经济上可以在荒地用含盐地下水种植有用的

耐盐植物。已在所有参加国的确定示范田种植了大约63个植物种。

## 收 获

植物种的选择主要根据它们的饲料和营养价值，以及能否用作土壤稳定剂和改善土壤和环境的有机质。这些物种大多数是参加国的当地种，因此很适应于当地条件。然而，要不是灌溉，它们几乎不能成活。通过浇水，即使是含盐水，同样的物种也能开始茁壮成长，并且生产多得多的生物量。

大多数场合，种下这些物种并且用含盐地下水灌溉就已足够，无需任何其他投入，包括施肥，因为选择的大多数木本种类是固氮植物。已初步确定该技术是可行的，并且成本低。该项目活动的一个关键方面在于，人们一直相信植物种有着各种巨大的能力，并且以最佳的方式开发利用这些物种。目前可以通过施用就地产生的有机质和采取其他措施，提高每公顷的产量。

迄今为止，该项目的总的结果表明：

- 在所有参加国中，可以利用含盐水在荒地上栽培经济上有用的植物种。

- 科学界、政府官员和最终用户已经更多地认识到，生物盐农业有可能是解决有含盐地下水和荒地的特定干旱地区的问题的一种可行和低成本方案。

- 几乎所有国家正在考虑将该项目内的成果推广到其他地区，其办法包括制订一项国家计划或扩大该跨地区项目的范围。巴基斯坦是做出这种决定的第一个国家，伊朗也同意这样做。埃及、约旦和阿拉伯联合酋长国也正在效仿。

- 总计，已经建立了20个示范田，涵盖441公顷荒地，251个农场主正在致力于该项目，在其582公顷的田地上利用该技术。

- 通过在示范田2—10公里半径内进行定期监测（化学和同位素分析），得到了有关地下水的数量、质量和可持续性的信息。这种信息很有利于支持今后与



这些地区经济发展有关的活动。

- 已根据 IAEA 2001 年和 2002 年外派工作组的建议制订了有关未来措施的若干战略文件。埃及、伊朗、约旦、摩洛哥、突尼斯和阿拉伯联合酋长国已核准这些文件。叙利亚正在考虑战略文件。

- 所有参加国的工作人员和现场人员都已受到培训。

- IAEA 根据参加国的需要和获得的资金情况,向大多数参加国家提供了基础设备及其他器材。

- IAEA 已向参加国提供了建立植物苗圃所需的资源。它还安排了在合作国家之间进行种子转让。这推动了这些植物种向其他国家的引入,以及发展中国家间的技术合作。

## 扎 根

随着时间的推移,会有更多干旱土地在核技术和良好合作的帮助下茂盛起来。迄今为止,起码有5个国家正在拟订国家项目,作为该项目的下一个扩展阶段。这些国家项目将包括数以千计公顷准备适用生物盐技术的土地。

以所获得的成果为起点,IAEA 为 2003—2004 年周期核准了一个新的跨地区项目,以支持亚洲、非洲和拉丁美洲的 10 个国家的努力。这些国家正在探索各种耐盐并且能够在极端恶劣条件下高产的新作物。

农业发展是 IAEA 的技术合作计划的一个重要部分,它在示范边际土地保持和农业生产的创新方法方面处于领先地位。通过用核技术解决农业难题,IAEA 及其伙伴相信会有一个更有生机和更富饶的田园景观。

---

Bill Wallin 是 IAEA 核科学和应用司物理化学处同位素水文学科技术官员。电子信箱: [b.wallin@iaea.org](mailto:b.wallin@iaea.org)。

Jorge Morales 是 IAEA 技术合作司欧洲、拉丁美洲和西亚处跨地区项目经理。电子信箱: [j.morales@iaea.org](mailto:j.morales@iaea.org)。

---

## 巴基斯坦： 最优秀者的贡献

“使生命和土地受益的潜力巨大”

IAEA 跨地区项目经理 Jorge Morales 先生说：“最初几乎不可能相信能在这种荒地种东西”。他还说，“在这些土地上已耕种数百年的当地居民起先也是不敢相信”。见证干透的牧场变成兴旺富饶的农田,让他们敬畏。巴基斯坦打算采用“生物盐农业”技术,使 100 多万英亩荒地变成农田。

在这个干旱国家,耕种用水缺乏,每天几乎有 2000 平方米的农田变成沙漠,从而加剧了贫穷——因

为人们失去了他们以前耕种、现在被侵蚀的土地。但是核科学技术的创新使用正在扭转这一局面。通过生物盐农业,同位素技术有助于栽培用苦盐水供给养分的耐盐作物、树木和牧草。它正在从根本上将荒芜田地变成经济上宝贵的田园。

种植耐盐植物种的示范农田探索了这一科学奥秘。Morales 先生说：“当邻近农场主看到这些成果时,他们很快开始种植这些种子”。该计划现在已推广到 4 个省的 8 个地区。

数百个巴基斯坦农场主已获得收益。“它给当地人带来了收入,” Morales 先生说,“他们现在能种植作物或草来饲养家畜,有时因植物的种植,土壤不再受到侵蚀”。

IAEA 的一项计划是支持 9 个国家在恶劣地带用含盐地下水种植经济上有用的植物和耐盐植物,巴基斯坦政府的承诺是该计划的一部分。IAEA 的援助范围从找出和开发用于灌溉植物的盐水源,到为在该地区种植的植物种出谋划策和帮助栽培并提供种子。

正在种植的耐盐作物有大麦、野橄榄树和小麦。“在我们所知道的许多耐盐植物种中,正在使用的只有百分之二。” Morales 先生说,“使生命和土地受益的潜力巨大”。由于这种低成本技术,当地许多农场主和他们的家庭生活条件得到了改善。

——基于 IAEA 新闻处 Kirstie Hansen 的报告。该报告初见于 IAEA 网址 [www.iaea.org](http://www.iaea.org)。



# 叙利亚的

## 团队精神和核科学 使荒地恢复生机

虽然土地干旱灼热，但农场主们却充满了决心和自豪。他们徒步、骑自行车、摩托车、骡子来耕种一度废弃的田地，使它们恢复生机。在核科学技术的帮助下，他们一次成功地种植一种作物。叙利亚代尔祖尔附近的盐水工作队正在向其他农场主展示，荒地如果耕种得当，能够给社区带来生产收获。他们的辛苦正在帮助决定该国农业的未来。

从大马士革到代尔祖尔和其他地区，叙利亚的1500万人都依靠着经营幼发拉底河灌溉流域的农场主。幼发拉底河是该国的生命线。但是部分土地因为土壤含盐太多而不能被用来种植粮食作物。问题要追溯到20世纪60年代，那时棉花作为一种丰产作物被引入，没有采取措施控制土壤含盐量。今天，棉田已成过去，但是盐却成为阻碍农业发展的遗产。所有可耕地中，大约40%含盐量高得不能维持植物生长，每年数千公顷由于含盐量高而被放弃。

情况正在改变。在IAEA通过一个跨地区技术合作项目的支持下，叙利亚原子能委员会(AECS)正在与该国灌溉部及其他部门一道，帮助农场主开垦干旱和干巴巴的盐地。他们不仅在国内相互合作，而且与面临类似农业问题、参加该IAEA项目的其他国家的同行合作。工作的重点是种植耐含盐土壤和含盐水的作物，这些作物在多数情况下，如果耕种和管理得当，能够茁壮成长。

AECS的科学家Khalaf Haji Khleifeh博士说：“像我们这样的国家需要走这条路”。他在帮助协调叙利亚对该跨地区项目的参与。他说，“缺水和含盐土壤扩大，是阻碍农业发展的主要障碍”。

叙利亚的主要示范田在代尔祖尔郊外800公顷的“四·七”农场。代尔祖尔是幼发拉底河畔的一座城市，离大马士革大约500公里。在那里，Farhan Habbas先生和他的12名成员工作队耕种着大约15公顷的含盐田地。他回忆说，这些田地一



Jamal Al-Howeish (中间)和盐水工作队其他成员站在绿色的田野前，通过窗户望着代尔祖尔农舍。



叙利亚经济扎根于农田，如帕尔迈拉古绿洲城市附近和幼发拉底河西岸的那些农田。





# 咸水工作队

度白花花的，像盖着雪。

今天，与一座新泵和新井相连的条条水管蜿蜒穿过一排排绿色的田野。来自地下水流域的含盐水和来自幼发拉底河附近灌溉渠的河水混合浇灌着作物。一些以核为基础的技术加入到生态平衡中。例如，同位素正被用作示踪剂来描绘水源的特征，例如，利用被称作中子探针的仪器，可以帮助科学家监测土壤湿度和作物状况。它们为排灌优化提供了宝贵的反馈数据，使盐被滤除，而不再沉积在根附近阻碍植物生长。

这些成果为盐水工作队的田间工作提供了指导。他们用手和机器播种种子，耕种灌溉渠附近的田地，并且收获作物，包括大麦、桉属树木、洋槐灌木和喂养羊、山羊和骡子的饲料食物，例如Kallar草、滨藜和田菁。从巴基斯坦引入的新系小麦，正准备播种和试验。

Khalaf 博士说：“农场主笑了，尤其是看着大麦笑了”。他指出，大麦主要用做动物饲料和当地啤酒厂的原料。

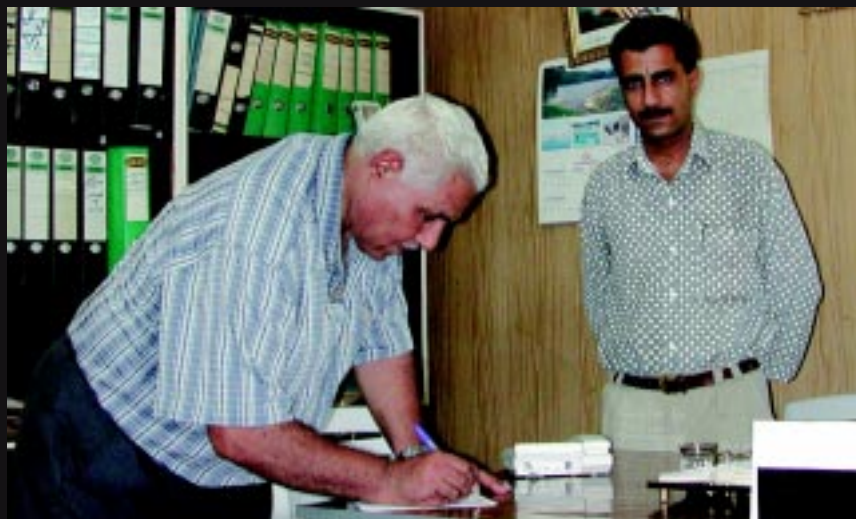
代尔祖尔的工作为更好的耕种与环境未来指明了道路。该示范田已成为当地农场主与技术工人的培训中心——和吸引久违的野生动物（例如鸟、蛇、兔和狐狸）的新的庇护地。它们还明显表明，把这种新的方法推广到农业发展中确实给当地社区带来了实惠。

现在计划进行更大规模的投资，在代尔祖尔发展一个国家生物盐农业中心。根据IAEA提出的战略，该中心将支持政府改造该国其他地区的荒地——这将给该国数百万农村家庭带来更多欢笑。

—— IAEA 新闻处 Lothar Wedekind。

(照片来源：Wedekind/IAEA)

有关该 IAEA 跨地区项目——INT/5/144 “可持续利用含盐地下水和荒地进行植物生产”的更多信息可通过 IAEA 技术合作司获取。



“四·七”农场示范田的经理Radad Al-Oweid 工程师与Khalaf 博士会晤。



Khalaf 博士和Farban Habbas 先生检查灌溉耐盐植物的水管。



在代尔祖尔考察劳动果实，那里农田一度成为不毛之地。