联合国 A/70/298*

大 会

Distr.: General
6 August 2015
Chinese
Original: English

第七十届会议

临时议程** 项目 20

可持续发展

农业技术促进发展

秘书长的报告

摘要

广义的农业包括作物、牲畜、渔业和森林产品，它是可持续发展一项重大的挑战，也是潜在的解决办法。土地退化和土壤健康、土地和水资源的稀缺和竞争、粮食的损失和浪费、农用化学品对环境的影响、生物多样性的丧失、气候变化和自然灾害，所有这些都影响了生产者以环境、经济和社会可持续的方式确保粮食安全的能力。本报告审查了有可能克服这些挑战并使生产者能够过渡到更可持续的农业系统的技术趋势。

* 由于技术原因于 2015 年 9 月 9 日重发。

** A/70/150。

15-13114* (C) 090915 090915

一. 概述

1. 本报告是根据大会题为“农业技术促进发展”的第 68/209 号决议的要求而编写的，大会在该决议中请秘书长向大会第七十届会议提出关于该决议执行情况的报告。

2. 随着关于通过 2015 年后发展议程的联合国首脑会议的成果文件“改变我们的世界：2030 年可持续发展议程”即将通过，迫切需要从谈判转为行动，从设想迈向实施。

3. 我们有办法转变粮食系统。但是，这些解决办法的实施需要加强政治意愿。发达国家由于补贴的支持以及社会和环境成本的外部化，生产的粮食大量剩余，粮食浪费十分严重，因此，以可持续的方式生产所需要的粮食同时又尽量减少浪费，应该成为优先事项。发展中国家生产不足，需要激励以可持续的方式扩大生产，重点是具有多样性、文化上适宜和有营养的食物的当地生产。这反过来又会创造地方财富，减少农村向城市的移徙，改善人口的营养状况，并为公平的可持续发展创造有利的环境。此外，必须避免发达国家补贴的商品造成的不公平竞争。

4. 农业和粮食系统的必要转型需要国际研究机构进行重大的改革。研究和开发必须与时俱进，以应对一系列更为复杂的挑战。仅投资于气候智能型农业还不够。只有对粮食系统采取综合、整体和有活力的方法，才能带来实现可持续发展所需的成果。

5. 为实现这一转变，需要按照农业知识、科学和技术促进发展国际评估综合报告的建议，在国家、区域和全球各级进行彻底评估。[1] 综合评估将提高决策者制定、实施以及跟踪和审查政策和战略进展的能力，以实现可持续发展的目标。联合国可持续发展大会题为“我们希望的未来”的成果文件第 115 段授权世界粮食安全委员会制定此类可持续粮食生产和粮食安全国家评估的准则，并将在 2015 年 10 月结合关于执行 2015 年后发展议程的拟议工作流程对这一主题进行讨论。

6. 本报告审查了农业技术的现状和趋势，并提出向可持续农业系统过渡的建议。

二. 对可持续生产的挑战

A. 土地退化和土壤健康

7. 健康的土壤是粮食安全和营养的基础。据联合国粮食及农业组织(粮农组织)称，我们的粮食约 95%是直接或间接地在土壤上生产的。[2] 然而，由于侵蚀、盐

[1] “Beverly D. McIntyre, ed., Agriculture at a Crossroads, International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (Washington, D. C., Island Press, 2009)。”

[2] 粮农组织，“土壤的健康是健康粮食生产的基础”，2015 年 8 月 25 日查阅。可查询：www.fao.org/3/a-i4405e.pdf。

碱化、压实、酸化和化学污染，世界 33%的土壤已经中度到严重退化。[3] 不可持续的农耕方式，包括传统农业、单作物制和深耕，大大加快了发达国家和发展中国家的土壤流失和损失的速度。[4]

8. 人们日益认识到农业作为粮食安全的来源和环境服务的来源的双重作用。因为土壤是土地利用的基本资源，因此它是可持续土地管理的关键。迅速推进对全球碳和气候模型[4] 等领域内土壤过程的科学了解至关重要，因为土壤碳与土壤质量直接相关，并有助于解决碳排放问题。[5] 据政府间气候变化专门委员会称，到 2030 年碳固存将占全球农业减排潜力的 90%。但是，在采用技术进步来改善碳固存方面进展缓慢，在发展中世界中尤其如此。[5]

B. 土地竞争

9. 粮农组织一份新的报告指出，近年来“许多国家政府都……限制土地转让，修订评估项目建议书的程序，并让地方社区和个人参加参与性土地利用规划。[6] 然而，虽然可持续土地管理的投资可以使最不发达国家大大受益，但他们的法律和政策往往不一致，体制能力也有限。”[6]

10. 鉴于对土地产品和服务的需求日益增加、低租金和土地供应减少，大规模土地投资或土地投机预计将产生高额回报。[6] 城市增长进一步加大了对生产性土地的压力。在非洲，预计城市化不仅将使更多的耕地转变为城市和工业区域，而且同时将由于城市对粮食需求的增加而增加对耕地的需求。[7]

C. 粮食的损耗和浪费

11. 据估计，每年损耗或浪费了 30%的谷物、40%至 50%的根茎作物、水果和蔬菜、20%的油菜籽、肉类和乳制品以及 35%的鱼类，折合金额每年约 1 万亿美元。在全球一级，三分之一为人类消费而生产的粮食(卡路里数的四分之一)遭损耗或浪费。粮食损耗和浪费减少粮食供应、获得粮食及其营养成分的机会，对自然资

---

[3] 粮农组织，“土壤是不可再生资源”，2015 年 8 月 25 日查阅。可查询：www.fao.org/3/a-i4373e.pdf。

[4] Ronald Amundson and others, “Soil and human security in the 21st century”, Science, vol. 348, No. 6235 (8 May 2015). 可查询：www.sciencemag.org/content/348/6235/1261071.figures-only。

[5] 世界银行，“农业土壤中的碳固存”，第 67395-GLB 号报告。可查询：https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/11868/673950REVISED000CarbonSeq0Web0final.pdf?sequence=1。

[6] 加斯帕·卡尔松，“发展中国家农业促进可持续发展外国投资的挑战和机遇”，粮农组织商品和贸易政策研究工作文件第 48 号(2014 年，罗马，粮农组织)。可查询：Available from www.fao.org/3/a-i4074e.pdf。

[7] T.S.Jayne and others,“Land pressures, the evolution of farming systems, and development strategies in Africa: a synthesis”, Food Policy, vol. 48(October 2014)。

源产生不可持续的后果，从而对粮食安全带来威胁。粮食损耗和浪费还大大加快气候变化。谷物、肉类和蔬菜占每个区域粮食浪费产生的碳足迹的 60%以上。[8]

D. 农用化学品对环境的影响

12. 新烟碱类杀虫剂等杀虫剂的使用多年来日益受到质疑，最近的研究强调了它们对生态系统和生态系统服务微妙而致命的影响。在使用新烟碱类杀虫剂的地方，11%至 24%的花粉和 17%至 65%的花蜜被这些杀虫剂所污染。蜜蜂的健康和存活受到单一作物被污染的花粉的威胁，被污染的花粉削弱了它们的免疫系统，导致它们感染更多的病毒性疾病。[9]

13. 此外，在过去几年中，对除草剂和杀虫剂的抗药性不断增强。美国截至 2012 年草甘膦抗性的扩大已经影响到 2 500 万公顷土地。多项研究[10] 表明，杂草草甘膦抗性的原因是转基因耐除草剂作物的广泛使用。有一些植物已经能抵抗 5 种以上的除草剂。[11]

14. 使用除草剂可能产生的不利影响包括生物多样性丧失和土壤质量下降。[11] 地表水中的除草剂残留对区域的生物多样性产生不利影响。杀虫剂和除草剂还影响水环境的质量，促使鱼类种群减少。研究表明，在地表水或沉积物测出的 11 300 项杀虫剂浓度中，50%以上超过安全水平。[12] 例如，荷兰的农田鸟类减少与杀虫剂的使用有关。[13]

15. 新的研究有助于量化生物多样性丧失对粮食安全和营养的负面影响。例如，估计有 10 万种昆虫以及鸟类和哺乳动物负责为人类三分之二的粮食作物授粉，占全世界作物生产的 35%。仅 40 种作物就提供了 95%的人类粮食能源需求，五

---

[8] 粮农组织，“可持续粮食系统背景下粮食损失与浪费：高级别专家组的报告”。可查询：www.fao.org/3/a-i3901e.pdf。

[9] Francisco Sanchez-Bayo, “The trouble with neonicotinoids”, Science, vol. 346, No.6211 (14 November 2014)。

[10] Jorge Fernandez-Cornejo and others, Pesticide Use in U.S.Agriculture:21 Selected Crops,1960-2008, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, Economic Information Bulletin No.(EIB-124)(May 2014). 可查询：www.ers.usda.gov/publications/eib-economic-information-bulletin/eib124.aspx。

[11] “A growing problem”, Nature, vol. 510, Issue 7504(11 June 2014)。可查询：www.nature.com/news/a-growing-problem-1.15382。

[12] Sebastian Stehle and Ralf Schulz, “Agricultural insecticides threaten surface waters at the global scale”, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 112. No. 18 (13 March 2015)。可查询：www.pnas.org/content/112/18/5750.full。

[13] Caspar A. Hallmann and others, "Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations”, Nature (9 July 2014). 可查询： www.nature.com/nature/journal/vaop/ncurrent/full/nature13531.html。

种谷类作物就提供了 60%的全球能源摄入量，因此生态系统服务和生物多样性对于实现人人享有粮食安全至关重要。[14] 然而，物种继续减少，从而降低了个人和社区提供维持生活的基本服务的能力。[15]

E. 水资源利用和管理

16. 据世界粮食安全委员会高级别专家组称，按照经济合作与发展组织对常规情形的假设，到 2050 年将出现水的使用和管理方面的多重挑战。首先，全球水的需求将增加 55%。其次，全球 40%居住在河流流域的人口将缺水。第三，家庭用水量将增加 130%。因此，增加灌溉的能力将受到限制。[16]

17. 虽然地下水是一个重要的水源，其中包括 40%的灌溉用水，但大部分地下水不可再生，而补充缓慢的水库则会迅速枯竭。[16] 靠雨水灌溉的农业继续对全球的粮食生产作出重要贡献，而如何在没有灌溉的情况下缩小产量差距是一项关键挑战。除了作物管理，牲畜供水也需要改进，因为牲畜的饮用水有限往往限制了草地和牧场的使用，提供可用的水资源可提高对可用的生物量的可持续利用。[16]

F. 气候变化

18. 2010 年，农业的温室气体排放量占人为排放总量的 10%，几乎达到森林和土地使用的总和(11%)。此外，在过去 20 年中农业的排放量增加了约 1%。在 2001 年至 2011 年期间，农业的三个主要排放源依次是肠道发酵(40%)、留在牧场的粪肥(16%)和合成肥料(13%)。农业排放到 2030 年很可能增加 18%，到 2050 年增加 30%，[17] 除非上文建议的向可持续农业过渡能成为现实。

19. 农业还受到气候变化极大的影响。对作物产量(主要是小麦和玉米)的负面影响比积极影响(主要是在高纬度地区)更为常见。[18] 它们包括虫害以及水和受热过度的新挑战。

H. 区域政策环境

20. 支持家庭农户和女农民的创新系统必须超越提高产量的单一重点，实现一系列复杂的目标，包括保护自然资源和提高农村收入。[19] 必须增加对研究、开发和推广服务的公共投资，以及与私营部门发展相联系、以市场为基础的投资。

---

[14] Biodiversity for food security and nutrition”, The World We Want, No. 5 (July 2013)。

[15] 世卫组织和生物多样性公约秘书处，《连接全球优先事项：生物多样性与人类健康》(世卫组织出版社，2015 年，瑞士日内瓦)。可查询：www.cbd.int/health/SOK-biodiversity-en.pdf。

[16] 粮农组织，“水资源与粮食安全和营养：高级别专家组的报告”。可查询：www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-9_EN.pdf。

[17] Francesco Nicola Tubiello and others, “The contribution of agriculture, forestry and other land use activities to global warming, 1990- 2012”, Global Change Biology, vol. 21, Issue 7 (July 2015)。

[18] 政府间气候变化专门委员会，《2014 年气候变化：综合报告》(2015 年，日内瓦)。可查询：www.ipcc.ch/report/ar5/syr/。

21. 必须强调存在巨大的区域差异，与亚洲和非洲相比，拉丁美洲家庭农户和女农民的比例较低。因此，创新需要考虑他们的农业生态和社会经济条件以及政府的部门政策目标。发展中国家对农业的长期资助在应对投资水平低和资金波动大的挑战方面极为重要。此外，低收入国家研究和开发支出的波动是高收入国家的近两倍。[20] 极度依赖捐助者的撒哈拉以南非洲[19] 波动也最大。这导致投资水平仍远远低于维持农业研究和开发所需的水平。

22. 据热带农业平台称，必须解决不同的区域挑战，以建立有效的国家农业创新制度。在非洲，这些挑战包括获得资源的机会有限、环境的挑战以及缺乏增值产品的市场准入。在中美洲，提议的创新未被采纳，原因是提议被认为不适合当地的条件。在亚洲，缺乏支持能力发展的政策是最严重的制约因素。[19]

三. 发展中国家的农业技术趋势

A. 农业技术趋势

23. 应对可持续粮食系统面临的挑战有一系列的农业技术选择。对该专题的一项研究评估了 11 项至少已证明具有一定的增产潜力和广泛的地域应用的农业技术：免耕法、综合土壤肥力管理、精准农业、有机农业、氮素利用效率、雨水集蓄、滴灌、喷灌、使用改良的抗旱品种、使用改良的耐热品种和作物保护。[21] 据国际粮食政策研究所称，通过可持续集约化，这些选定的技术和做法可以增加玉米、大米和小麦的产量。[22]

24. 根据气候变化模型和国际农业商品与贸易政策分析模型，北美和南亚提高产量最有前途的技术是使用耐热品种；拉丁美洲和加勒比、中东和北非以及撒哈拉以南非洲是使用抗旱品种；东欧、南亚和撒哈拉以南非洲是作物保护。此外，采用灌溉技术预计将扩大和补充这些技术的应用。[22]

25. 国际粮食政策研究所得出结论认为，解决气候变化和粮食安全问题，需要增加对作物生产率、灌溉技术以及资源管理和保护的投资。[22]

26. 与该研究所可持续集约化的重点不同，联合国贸易和发展会议(贸发会议)根据农业知识、科学和技术促进发展国际评估的报告，呼吁实行从注重产量最大化

[19] 粮农组织，“粮食及农业状况：家庭农业中的创新”。可查询：www.fao.org/3/a-i404e.pdf。

[20] Nienke M.Beintema and others,ASTI Global Assessment of Agricultural R&D Spending:Developing Countries Accelerate Investment(Washington,D.C.,International Food Policy Research Institute, 2012)。

[21] Mark W. Rosegrant and others, Food Security in a World of Natural Resource Scarcity (Washington, D.C., International Food Policy Research Institute, 2014)。

[22] 粮农组织，“气候智能型农业原始资料手册”，2013 年。可查询：www.fao.org/3/a-i3325e.pdf。

的绿色革命到“生态集约化”[23] 方式的范式转变。这一方式包括增加农业产出(粮食、纤维、农业燃料和环境服务)，同时减少对外部投入(农用化学品、燃料和塑料)的使用和需要，利用农业生态系统中支持和调节初级生产力的生态进程。[24]

27. 贸发会议的建议包括各项农业技术，这些技术有助于建立可持续、再生性生产系统的多样性，又能够大大提高小农的生产力。农业转型的关键包括增加土壤碳含量，更好地整合作物和畜牧生产，增加树木(复合农林业)和野生植物的结合；减少畜牧生产直接和间接的(即通过饲养链)的温室气体排放；通过可持续的泥炭地、森林和草原管理，减少由于土地使用变化产生的间接的温室气体排放；优化有机和无机肥料的使用，包括在农业中采用封闭的养分循环；减少整个粮食链的浪费；改变饮食模式，实现气候友好型的粮食消费；改革粮食和农产品的国际贸易制度。[23]

28. 联合国环境规划署的绿色经济模式表明，与常规和传统农业的基线假想相比较，每年对可持续农业投资全球国内生产总值(国内总产值)的 0.16%(2011 年至 2050 年之间 1 980 亿美元)将提供丰厚的回报。将投资平均分配给免耕或低耕、防止收割前损耗、防止收获后损耗等各种无害环境的做法以及土壤科学、适应气候变化和改进能源和水利用效率的研究和开发，除了提高国内总产值的增长和增加就业、改善营养以及减少能源消耗和二氧化碳排放，还可以实现土壤质量提高、农业产量增加以及对土地和水资源的需求减少。

29. 鉴于目前发展中国家的低产量，在发展中国家中采用有机农业等可持续农业做法可以大幅度提高产量，尽管仍缺乏可靠的长期研究。一项研究发现发展中国家有机农业的产量平均提高 80%，但该研究受到批评，原因是双重计算和没有与无机物投入进行对照。[25] 之后的整合研究采用限制条件更加严格的样本，在计算中有效地剔除了小麦、玉米和大米，得出较低的估计数。一项同类研究比较了高投入的常规农业与有机农业，声称不能排除有机农业增加发展中国家小农农业产量的可能性。[26] 一项关于可持续集约化的综述强调有必要从根本上重新思考粮食生产，以大幅度减少对环境的影响，[27] 因为在某些地方和在某些情况下，有必要减少产量，以确保可持续性，加强生态系统。

---

[23] 贸发会议，《2013 年贸易与环境评论：在为时已晚前觉醒》，UNCTAD/DITC/TED/2012/3 号文件，2013 年。

[24] Pablo Tittonell and Ken E. Giller, “When yield gaps are poverty traps: the paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture”, Field Crops Research, vol. 143 (1 March 2013)。

[25] Catherine Badgley and others, “Organic agriculture and the global food supply”, Renewable Agriculture and Food Systems, vol. 22, No.2 (June 2007)。

[26] Verena Seufert, Navin Ramankutty and Jonathan A. Foley, “Comparing the yields of organic and conventional agriculture”, Nature, vol. 485, Issue 7397 (10 May 2012)。

[27] T. Garnett and others, “Sustainable intensification in agriculture: premises and policies”, Science, vol. 341, No. 6141 (5 July 2013)。

30. 有机农业研究所瑞士办事处正在印度(棉花)、肯尼亚(玉米、马铃薯和大豆)和玻利维亚(可可)进行长期的系统比较试验。印度的产量和利润的初步结果显示，转型之后有机农业的毛利高于传统农业。[28] 一项对五大洲 55 种作物的整合分析证明了这一影响，该分析显示适用价格溢价后有机农业比传统农业的利润高 22%至 35%。[29]

31. 虽然认证有机农业继续表现出显著的年度增长，现已占全球耕地的 1%，但由于发展中国家以出口为重点，有机农业对营养的直接贡献有限，尽管存在中国等一些例外情况。有一项运动力图通过国际有机农业运动联合会的参与性保障制度等途径，超越认证有机农业，该保障制度的目的是通过减少 70%至 90%的认证费用来提高国内和区域的生产。

32. 解决营养无保障问题将需要超越几种全球主食，使生产和农民的战略多样化，以提高其应对气候变化的能力。自秘书长最近关于农业技术促进发展的报告(A/68/308)以来，农业生态出现强劲发展势头，成为应对这些挑战的一套做法。在第一次国际粮食安全与营养农业生态研讨会上，粮农组织总干事指出，农业生态提供能够提高生产力、加强复原力和更有效地利用自然资源的双赢解决办法。[30] 采用知识密集的方式，农业生态系统最大限度地减少对能源密集型(外部)投入的依赖，加强生物量的循环利用，优化养分的供应；对环境的不利影响最小，对大气层、土壤、地表水或地下水释放的有毒或有害物质数额微不足道；最大限度地减少温室气体的产生，有助于减缓气候变化，包括通过提高有管理的系统存储固定碳的能力；有助于重视和保护野生和养殖的动植物的生物和遗传多样性；有助于以文化上适宜的方式消除饥饿和实现粮食安全；努力保证每个人获得足够食物的权利。

33. 以下各节概述各项具体的农业技术和做法，这些技术和做法的目标不仅是应对当前的挑战，而且还要实现长期的粮食安全以及社会和经济发展。

B. 解决粮食安全问题

34. 最近一项研究认为，非洲小农无法从目前植物基因改良带来的增产中受益，原因是在没有足够的养料和有机质投入的情况下持续的耕作导致局部但广泛的土壤退化，使许多土壤丧失生产力。[24]

---

[28] Dionys Forster and others, “Yield and economic performance of organic and conventional cotton-based farming systems – results from a field trial in India”, PLoS ONE, vol. 8, No.12 (4 December 2014)。

[29] David W. Crowder and John P. Reganold, ”Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale”, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol.112, No. 24 (1 May 2015)。

[30] 粮农组织，《国际粮食安全与营养农业生态研讨会最后报告》(2015 年，罗马)。

35. 改善土壤健康意味着超越单一地应用无机化肥。至少，综合土壤肥力管理涉及使用当地现有的资源，综合利用有机资源和化肥，并更有效地使用两种投入。土壤养分已被开采的土地需要更精细的干预措施，如底土耕作或使用大量优质的粪肥或石灰。间种木豆或豇豆等固氮豆科植物和金合欢等固氮树可以增加有机肥料的供应。一项关于养护性农业的整合研究发现，虽然免耕法减少产量，但通过采用保留残留和轮作，可以减轻产量减少的程度。因此，该研究建议，南亚或撒哈拉以南非洲仅在已经采用保留残留和轮作的地区推广养护性农业。[31] 从历史上看，资本有限的发展中国家由于较难获得额外的除草剂投入和免耕播种设备，采用免耕农业的进展缓慢。

36. 在生物多样性丧失方面，一项整合分析发现，与传统农业相比，有机农业对物种丰富性有重大的积极影响。[32] 该分析侧重于发达国家的数据，强调了应对投入密集型的单一作物制构成的挑战的潜力，并说明在发展中国家进行长期系统比较时需要超越以产量作为唯一标准的做法。最近对 1 000 多项观察资料进行的整合分析发现，多作物种植和作物轮作不仅有益于生态系统，而且还成功地将有机农业和传统农业之间的产量差距分别从 19.2%减少至 9%和 8%。[33] 在马拉维的另一项研究发现，将社区营养教育活动纳入豆科植物多样化项目不仅提高了产量，而且在采取干预措施后多年大幅度提高了 2 岁以下儿童的体重。[34]

37. 可持续的作物集约化在促进粮食安全方面显示了希望。它是一种知识密集型方法，将早期种植健康的植物与降低作物密度相结合，从而利用有机质提高土壤肥力，并有系统地运用水资源支持植物根系和土壤微生物的生长。由于印度的水稻和小麦产量增加 70%以上，埃塞俄比亚的画眉草产量增加 70%，这一农业生态技术已引起决策者的注意，现已被用于许多其他作物，包括穆子、甘蔗、豆类和蔬菜。[35]

38. 虫害和杂草综合管理特别能够惠及边缘化群体和妇女(见下文方框)。

---

[31] Cameron M. Pittelkow and others, “Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture”, Nature, vol. 517, Issue 7534 (15 January 2015)。

[32] Sean L. Tuck and others, “Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis”, Journal of Applied Ecology, vol. 51, Issue 3 (June 2014)。

[33] Lauren C. Ponisio and others, “Diversification practices reduce organic to conventional yield gap”, Proceedings of the Royal Society B (10 December 2014)。

[34] Rachel Bezner Kerr and others, “Farmer-led climate change adaptation strategies to improve food security, nutrition and soil health: policy recommendations”，提交适应气候变化政策研讨会的论文，2014 年 3 月 4 日。

[35] Binju Abraham and others, “The system of crop intensification: reports from the field on improving agricultural production, food security, and resilience to climate change for multiple crops,” Agriculture & Food Security, vol. 3, No. 1(25 February 2014)。

“推拉”——知识密集型的解决办法

设在内罗毕的国际昆虫生理学和生态学中心开发的“推拉”技术有效地控制虫害并改善土壤肥力。“推拉”技术提供农业生态的解决办法应对撒哈拉以南非洲小农面临的一些最常见的挑战：影响谷类生产的蛀茎虫、独脚金和土壤肥力低下。该技术的依据是国际中心和洛桑研究所对植物和昆虫产生的影响行为的化学物的研究。

该技术包括在玉米中间种山蚂蝗等驱避植物，种植象草等诱集植物作为外围作物。蛀茎蛾被象草的挥发性化合物所吸引，卵孵化后，幼虫被困在象草产生的粘性物质中。象草也是一种碳水化合物丰富的有价值的牲畜饲料。另一方面，山蚂蝗是一种多年生覆盖作物，其挥发性化合物驱赶幼蛾、抑制独脚金、固化氮元素、保持土壤水分、增进节肢动物的丰富性和多样性，并增加土壤的有机质。

“推拉”技术在提供虫害管理解决方案的同时，还使谷物耕作制度有抵御气候变化的能力。这种技术的最新版本包括抗旱的山蚂蝗、作为诱集作物的臂形草以及高粱。此外，它促进畜牧业的整合，通过奶产品增加家庭营养，并使收入来源多元化，让小农进入商品经济。由于使用当地植物品种，这种技术与撒哈拉以南非洲传统的混合耕作制度很好地结合起来。

就其影响而言，“推拉”技术迄今为止已经被东非近 100 000 个小农所采用，并成功地和可持续地将玉米产量提高一倍甚至二倍。

39. 如果没有私人资金参与，很难实现知识密集型农业生态技术的普遍采用，原因是公共推广和咨询服务非常薄弱。农民田间学校解决了解和采用知识密集型做法所需的技术问题和当地情况，有助于扩大技术和惠及边缘化群体。在一项西非区域方案中，农民田间学校为 30 000 名农民引进综合虫害管理，使杀虫剂的使用平均减少 75%，产量增加 23%，净利润增加 41%。此外，建设农民的能力，使他们成为培训人员，可以扩大成功试点项目的影响范围。[36]

40. 收获前的损耗对农村社区的粮食安全有重大的影响。因此，需要新技术来减少粮食损耗和浪费。粮农组织减少粮食损耗和浪费全球举措帮助制定区域方案，并支持各国对区域方案的落实，包括通过试行和实施减少粮食损耗战略的项目。沿食物链确定的主要行动领域包括根据市场的需要改进生产规划；促进节约资源的生产和加工方法；改进保存和包装技术；改善运输和物流管理；提高对采购和消费习惯的认识；确保所有食物链行为者，包括妇女和小生产者，得到一份公平的惠益。即使在资金紧张时，小农也需要获得新技术和创新技术。最近在六个非

[36] 粮农组织，《粮食安全投资》(2009 年)。可查询：http://www.fao.org/fileadmin/templates/ag_portal/docs/i1230e00.pdf。

洲国家进行的一项整合分析发现，大多数创新解决小农环境的储存虫害问题，只有少数创新解决装卸、运输和加工的问题。[37] 除了需要对储存之外各领域进行研究，国家一级的案例研究和以社区为基础的解决办法至关重要，并应包括与生产者组织进行合作，实施仓储通知单系统。此外，必须用公共资金支持地方的创新，例如蒸发冷却存储系统，它不需要能源投入，并能够消除发展中国家农村地区粮食损耗的一个主要原因。

C. 解决社会和经济发展问题

41. 提供市场准入是社会和经济发展的关键。通过超越面向出口市场的认证有机农业，引进参与性保障制度可以使边缘化农业人口进入区域市场，为日益扩大的中产阶级消费者基础进行产生。2015 年的一项研究发现，有机作物的平均有机溢价为 32%，而传统农民相应需要的盈亏平衡平均溢价只有 5%。[29] 由于在低投入环境下有机耕作的农民有可能获得高得多的产量，即使计入转换为有机方法所耗费的时间，这些较低价格的激励仍很现实。传统市场的公共投资、农民对市场力量的了解以及生产者组织对其他作物也是至关重要的。一个成功的例子是高营养的土著蔬菜，也叫“孤儿作物”，这些作物长期以来一直被忽视，但在非洲市场由于强劲的消费者需求又在流行，它们不仅惠及种植的女农民，还增加了家庭的营养。[38]

42. 通过提供更多获得水资源的机会、提供减少薪材消耗的技术以及用于食品加工或田间作业的小型设备，农户的经济可以得到改善，对妇女而言尤其如此。在集体一级，有必要进行投资，促进可持续景观管理，改善获得金融服务的机会。然而，仅仅提供信贷机会是不够的。必须调整金融服务，以鼓励农民进行经营创新。因为采用这些创新往往要在长期中才产生惠益，所以不仅必须支持农民获得可持续供资服务，而且必须加强其土地保有权的保障。

43. 2012 年世界粮食安全委员会第三十八届(特别)会议认可的《国家粮食安全范围内土地、渔业及森林权属负责任治理自愿准则》和 2014 年粮农组织渔业委员会第三十一届会议认可的《关于在粮食安全和消除贫穷的范围内确保可持续小规模渔业的自愿准则》承认有保障的保有权的重要性。

44. 增加对公路和电力等公益物的投资以及改善获得信息和通信技术的机会也很重要。在中国，对通信每投资 1 美元，农村国内总产值就增加将近 7 美元，农业国内总产值增加 1.91 美元。[39] 提供获得农业经济信息方面创新的信息和通信技术的机会可以产生重大的惠益。

---

[37] Hippolyte Affognon and others, “Unpacking postharvest losses in sub-Saharan Africa: a meta-analysis”, World Development, vol. 66 (February 2015)。

[38] Rachel Cernansky, “The rise of Africa’s super vegetables”, Nature, vol. 9, Issue 7555 (9 June 2015)。

[39] 粮农组织，“投资小农农业，促进粮食安全：粮食安全和营养高级别专家组的报告”。可查询：www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-6_Investing_in_ smallholder_agriculture.pdf。

D. 应对气候变化

45. 除了碳固存，农业生产制度的转型能够成功地减少或抑制二氧化碳的排放量。据罗代尔研究所称，农作制度和牧场的试验得出的结果显示，通过向有机的可持续管理做法转型，目前每年二氧化碳的排放量可固存 100%以上。[40] 通过永久性的地面植被、多年生作物以及免耕或低耕，固存可得到加强；通过减少使用合成肥料和杀虫剂，可以减少化石燃料的使用。提高牲畜的资源利用效率既能增强粮食安全，又能减少温室气体排放的强度。

46. 已经确定了各种经过验证的低技术要求的知识密集型适应气候变化的做法，包括改进种植日期、综合虫害管理、间种和轮作、氮固化、复合农林业、堆肥、多年生作物、覆盖作物、绿色肥料、零耕或少耕、微滴灌溉等。[41] 在结构层面上，社会资本、治理和安全网十分重要。

47. 虽然培育耐旱或耐热的植物品种很有希望，但仍然存在的挑战是，创造的品种不仅在应力条件下要比其他品种产量高，而且在应力有限的条件下也能保持竞争力。迄今为止，包括非洲耐旱玉米项目在内的常规育种努力的业绩优于涉及转基因品种的努力，[42] 从而重新强调在适应气候变化方面需要遗传多样性。然而，提高产量或加强应对气候变化能力的可能性仍然依赖于含有丰富营养和水储存有机质的健康土壤。

48. 2014 年的一项研究发现生态集约化——该案例包括固氮树——是增加产量的一种可行选择，因为在气候变化可能造成的条件下，只要这些条件未超过水和温度的临界阈值，它就能改善水的渗透率和土壤的蓄水能力。[43] 通过以混合种植、复合农林业系统以及作物-牲畜混合系统为形式的农业生态系统多样化，加上有机土壤管理、水的养护和收集以及普遍加强农业生物多样性，农业生态提供了加强农民及其农村社区复原力的做法。“米奇”飓风后在中美洲的实地观察表明，农业生态管理下的土地表土增加 20%至 40%，土壤水分提高，土壤流失减少，遭受的经济损失低于相邻的传统土地。[44]

---

[40] Rodale Institute, “Regenerative organic agriculture and climate change: a down-to-earth solution to global warming” (Kutztown, Pennsylvania, 2014). 可查询：http://rodaleinstitute.org/assets/WhitePaper.pdf。

[41] Benjamin E. Graeub, Samuel Ledermann and Hans R. Herren, “Knowledge and technological requirements to adapt to climate change”, in Global Environmental Change, Bill Freedman, ed. (Springer Netherlands, 2014)。

[42] Natasha Gilbert, “Cross-bred crops get fit faster” Nature, vol.513, Issue 7518 (16 September 2014)。

[43] Christian Folberth and others, “Effects of ecological and conventional agricultural intensification practices on maize yields in sub-Saharan Africa under potential climate change”, Environmental Research Letters, vol. 9, No. 4 (April 2014)。

[44] Eric Holt-Giménez, “Measuring farmers’ agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring”, Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 93 (2002)。

49. 为改善粮食安全和建设应对气候变化的能力，必须超越田地一级，解决景观一级的问题。世界粮食计划署(粮食计划署)在厄瓜多尔、埃塞俄比亚和肯尼亚进行的案例研究说明，在社区一级具有复原力的景观管理已经非常成功。实施的做法包括通过开展禁渔区、水分收集和增加生物量，或通过梯形堤岸、集水池或岩石集水区收集雨水，实现环境复原和生态修复。[45] 一系列成功的技术，包括其费用和益处，已汇编入《世界水土保持方法和技术概览》数据库并作为实地指南出版。[46]

四. 农业技术在 2015 年后发展议程中的作用

50. 各国元首和政府首脑将于 2015 年 9 月通过的题为“改变我们的世界：2030 年可持续发展议程”的 2015 年后发展议程包括可持续发展目标及其消除饥饿、实现粮食安全与营养以及向可持续农业和粮食系统转型的指标。目标 2“消除饥饿，实现粮食安全，改善营养和促进可持续农业”及其指标规定了详细的具体目标。

51. 下列各项目标也包含了涉及同样的挑战的指标：目标 3(健康)、目标 5(性别平等)、目标 6(水)、目标 7(能源)、目标 8(经济增长)、目标 11(可持续城市)、目标 12(可持续消费和生产)、目标 13(气候变化)、目标 14(海洋)、目标 15(生态系统和生物多样性)和目标 17(实施手段)。

52. 农业技术在成功地实现 2015 年后发展议程与粮食安全、营养与可持续农业相关的指标中将发挥重要的作用。这些指标包括目标 2 的指标以及其他目标领域中相互联系的指标，如指标 3.9(减少危险化学品以及空气、水和土壤污染导致的死亡人数和患病人数)、指标 6.4(提高用水效率和减少水资源短缺)、指标 12.3(全球的粮食损失和浪费减半)、指标 14.b(向小规模个体渔民提供海洋资源和市场准入机会)以及指标 15.3(恢复退化的土地和土壤，并努力建立一个不再出现土地退化的世界)。

53. 农业生态、有机农业和再生农业能为实现指标 2.3、2.4、3.9 和 15.3 作出重大贡献。这些做法还有可能促进实现指标 2.1、2.2 和 6.4。对小农户高效率储存解决方案的投资有助于实现指标 2.1、2.3、2.4 和 12.3。生物虫害和杂草管理或可持续作物集约化等可持续的农业技术可能有助于实现指标 2.1、2.2、2.3、2.4、3.9、6.4 和 15.3。具有抗灾能力和可持续的景观管理有助于实现指标 6.4 和 15.3，从长远来看有助于实现指标 2.1 至 2.4，而复合农林业可以特别有助于实现指标 2.2(减

[45] Louise E. Buck and Ian D. Bailey, Managing for Resilience: Framing an Integrated Landscape Approach for Overcoming Chronic and Acute Food Insecurity (Washington, D. C., EcoAgriculture Partners, 2014)。可查询：http://ecoagriculture.org/documents/files/doc_699.pdf。

[46] Hanspeter Liniger 等，《实践中的可持续土地管理：撒哈拉以南非洲的准则和最佳做法》(非洲土地行动计划、世界水土保持方法和技术概览以及粮农组织，2011 年)。

少营养不良)。投资于改进的监测农业技术有效性的系统将进一步支持实现这些目标。避免使用除草剂的免耕或低耕农业可能有助于指标 2.1、2.3 和 2.4。

54. 农业生态提供了实现“零饥饿挑战”所有要素所需的各种解决办法。此外，它具有使农业和粮食系统更可持续和更具有复原力所需的所有要素，因此有助于向可持续农业过渡，帮助各国实现粮食和营养安全，同时保护和加强作为农业基础的自然资源。2014 年粮农组织国际粮食安全与营养农业生态研讨会是促进交流和推动向再生、生态、可持续的农业和粮食系统转型的一个重要步骤。国际研讨会召开之后，拉丁美洲、非洲和亚洲在 2015 年举行了区域研讨会。

55. 已有几项旨在促进区域和国家各级农业生态的做法和解决方案的举措。例如，2011 年非洲联盟发起的非洲生态有机农业倡议力求到 2025 年将生态有机农业纳入国家农业系统的主流。法国农业部 2015 年发起的一项粮食安全和气候的土壤问题倡议力求通过农业土壤中的碳固存每年提高土壤肥力 4%，从而减少温室气体排放。巴西、法国、巴拉圭和印度哈里亚纳邦等几个国家和地区已将农业生态和可持续农业纳入各自的国家和国家以下各级的战略和行动计划。这些区域和国家倡议得到世界所有区域地方一级许多农业生态方案的补充。

56. 可持续农业技术的传播必须辅以国际合作、农业基础设施、农业研究和推广服务、技术开发以及植物和牲畜基因库方面更多的投资，以增强发展中国家，特别是最不发达国家的农业生产能力。利用公共领域知识、包括土著人民以及其他农业和牧民社区的传统知识的技术，都极为有用。

57. 总部设在罗马的机构，即粮农组织、国际农业发展基金(农发基金)和粮食署，估计到 2030 年消除饥饿将需要每年对农村和城市地区以及社会保护增加投资估计 2 670 亿美元。可能增加投资的领域包括农业研究和开发、专业教育和推广服务以及可持续的农业做法，这些做法将保护土壤和水资源、改善灌溉系统、提高用水效率、维护生物多样性以及促进农业、渔业和林业中的基因改良。总部设在罗马的机构提议在农村地区对运输基础设施、电力和通信以及获得信贷和理财知识的途径进行投资。还可能需要机械化来提高农业生产力，需要对农产加工经营的投资，以减少粮食损耗和浪费。此外，提供保障所有权的服务也是必不可少的。[47]

58. 公共投资在农业中发挥关键的作用，因为所需服务是公益物，投资的规模可能相当可观，其服务构成自然垄断(例如灌溉系统)，而且实现回报所需的时间对私人投资者没有吸引力。[47] 公共投资还应针对信息传播和交流。第三次发展筹资问题国际会议亚的斯亚贝巴行动议程呼吁增加这些关键领域的公共投资(见大会第 69/313 号决议)。

[47] 粮农组织、农发基金和粮食署，《实现零饥饿：投资在社会保护和农业中的关键作用》(2015 年，罗马，粮农组织)。可查询：http://www.fao.org/3/a-i4777e.pdf。

59. 有利的环境在粮食安全、营养和可持续农业等领域中特别重要。可持续发展指标 2.b(纠正和防止世界农业市场上的贸易限制和扭曲)和 2.c(确保粮食商品市场发挥正常功能)以及《亚的斯亚贝巴行动议程》第 83 段和 108 段所载各项规定概述了解决国际贸易和金融制度中结构性赤字的不同措施。农产品市场信息系统等技术必须在填补农业商品市场的信息差距中发挥重要的作用。

60. 将于 2015 年 9 月举行的 2015 年后可持续发展议程首脑会议将启动有助于落实可持续发展目标的技术便利化机制。科学、技术和创新促进可持续发展目标多利益攸关方论坛将提供一个场所，以便利互动、牵线搭桥以及建立相关利益攸关方和多利益攸关方伙伴关系网络，以发现和检查技术需求和差距，包括在科学合作、创新和能力建设方面的需求和差距。

五. 下一步行动

61. 鉴于绿色革命模式已达到极限，同时世界面临着这样一种局面，即全球生产的卡路里是养活全球人口所需数量的近两倍，但最需要的地方却并非总是拥有营养食品，同时大量的卡路里损失或浪费，因此需要采取新的方法来处理粮食、营养和气候的挑战。

62. 过度使用杀虫剂(例如新烟碱和草甘磷)造成的问题以及杂草对除草剂的抗药性越来越强，表明迫切需要利用现有的替代办法，促进植物和动物健康新办法的开发。这些办法应解决问题的根源而非症状，并提供持久的生态解决办法。替代办法包括从单作物制转变为提高农场一级的多样性和农业生态做法，因为提高生产的多样性不仅有利于通过营养安全增进人类健康，而且有利于生物复原力(虫害控制)和非生物复原力(气候)。

63. 至关重要的是，要引进超越提高产量的农业做法，增加土壤中的有机质。这将大大有助于减缓气候变化，同时减少土壤流失，增进土壤肥力和土壤健康。

64. 正如农业知识、科学和技术促进发展国际评估报告所指出，农业生态以及有机和再生做法通过作物、动物和系统多样化、轮作、永久性植被和重要的地下碳储存提供更强的复原力。

65. 向小农户和家庭农户，特别是妇女和青年提供支持，不仅将改善他们获得知识密集型技术和生产资源的机会，而且将通过小规模农业适当的机械化提高他们的劳动生产率，从而使务农不那么繁重，对青年和妇女更具吸引力。

66. 增强妇女的权能将获得巨大的红利，因为她们承担了家庭制作食物时间的 85-90%。[48]

[48] Brian Lipinski and others, “Reducing food loss and waste”, working paper, instalment 2 of “Creating a sustainable food future”(Washington, D. C., World Resources Institute, 2013)。可查询：www.wri.org/sites/default/files/reducing_food_loss_and_waste.pdf。

67. 对减少收获前后损耗的投资应比增加生产更加优先。

68. 需要建设家庭农户、渔民、养鱼户、森林居民和农村生产者，特别是妇女的能力，使他们能够获得资源、技术和服务，并有效地参与决策过程和政策对话。这可以包括加强参与性研究、提供更切实的农民培训(重点是妇女和青年)和生产范围以外的就业教育，包括农场和价值链管理。需要对研究和开发以及农民教育机构进行投资，以弥补发展中国家农业的低生产力，建设农业生态和再生性农业的能力。研究、教育和推广服务要尊重当地的制约因素才能取得成功。

69. 侧重于系统性办法以及可持续农业和粮食系统的研究和开发需要公共支持，因此需要增加公共投资和有利的政策环境，包括允许所有生产者获得创新农业技术的规定。

70. 除了增加对农业研究的公共投资，在短期和中期奖励拨款比较困难情况下，必须通过提供激励来提高私营部门的作用。同样，为技术投资提供可持续的筹资机制将为早期采用技术者提供支持。鉴于一些关键技术的知识密集的性质，推广服务必须得到加强，包括通过社区推广服务提供者和利用信息和通信技术的有创意的新办法。

71. 虽然对不同来源的筹资需要进行高明的组合，但必须铭记的是，对于粮食安全、营养和可持续农业来说，私人资金不能取代而只能补充公共资金。旨在消除农业中的性别差距的性别平衡投资应得到鼓励。

72. 世界各地的决策者和利益攸关方必须确保农业技术在执行 2015 年后发展议程以及将在巴黎举行的第二十一次联合国气候变化框架公约缔约方大会将确定的新的气候变化议程中能够充分发挥潜力。国家发起的多利益攸关方评估可以帮助确定用于农业研究、推广服务、农村基础设施、技术开发和创新等公共服务的公共资金分配的优先次序。在全球一级，世界粮食安全委员会作为最具包容性的国际和政府间粮食安全和营养平台在落实可持续发展目标 2 和其他目标所含各项与粮食安全、营养和可持续农业有关的指标中将发挥关键的作用。

73. 健全的机构，特别是在农村地区，是提供参与性研究框架和激励措施的关键。各机构也可以制定关于土地保有权、土地使用和财产权的透明和包容性的法律框架，这些框架对公平地使用农业技术是必要的。

74. 监测系统虽然成本很高，但对于评估技术对粮食安全的影响是必要的。但是，避免额外支出产生的节余以及最终废弃无效的农业技术和政策可以抵消监测的费用。[21] 对更好的数据收集和信息系统的投资将是监测 2015 年后发展议程执行进展情况的关键。