



## 生物多样性公约

Distr.  
GENERAL

CBD/SBSTTA/24/7  
8 May 2020

CHINESE  
ORIGINAL: ENGLISH

科学、技术和工艺咨询附属机构  
第二十四次会议  
2020 年 8 月 17 日至 22 日，加拿大蒙特利尔  
临时议程\*项目 7

### 保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议执行情况审查 与更新的行动计划

执行秘书的说明

#### 引言

1. 缔约方大会第 [14/30](#) 号决定第 24 (b) 段请执行秘书在全球土壤伙伴关系框架内与联合国粮食及农业组织（粮农组织）和其他有关合作伙伴协商，审查保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议的执行情况，并提交一份更新的行动计划草案，供科学、技术和工艺咨询附属机构在缔约方大会第十五届会议之前举行的一次会议上审议。
2. 根据这些要求，本文件载有对保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议执行情况的审查和一份更新的行动计划。
3. 本文件第一节回顾倡议的三个目标，对国家报告和国家生物多样性战略和行动计划（NBSAP）进行分析。第二节主要讨论土壤生物多样性对可持续发展的贡献以及 2020 年后全球生物多样性框架的机会。保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划草案载于下文附件二。
4. 缔约方大会第 14/30 号决定第 23 段邀请粮农组织与其他组织合作，在资源允许的情况下考虑编写一份涵盖当前状况、挑战和潜力的土壤生物多样性知识现状报告，供科学、技术和工艺咨询附属机构审议。粮农组织与全球土壤伙伴关系政府间土壤技术小组、全球土壤生物多样性倡议、欧洲联盟委员会、生物多样性公约秘书处合作编写的关于土壤生物

\* CBD/SBSTTA/24/1。

多样性知识状况的报告载于一份资料文件。<sup>1</sup> 下文附件一载有土壤生物多样性知识状况报告的决策者摘要。

## 5. 第三节载有拟议建议。

# 一. 保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议执行情况审查

## A. 背景

6. 缔约方大会第 [VI/5](#) 号决定订立了保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议，邀请粮农组织和其他相关组织促进和协调这一倡议。缔约方大会第 [VIII/23](#) 号决定通过了倡议的行动框架。

7. 科学、技术和工艺咨询附属机构第十三次会议[深入审查了农业生物多样性工作方案的执行情况](#)，并对保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议进行了审查。其后第 [IX/1](#) 号决定请执行秘书继续支持缔约方、国家政府、土著人民和地方社区、农牧民以及其他利益攸关方执行倡议。

8. 2012 年粮农组织建立了全球土壤伙伴关系，<sup>2</sup> 以其为机制发展包括土地使用者到决策者在内的所有利益攸关方之间的强有力的互动伙伴关系，加强土壤工作的协作和协同作用。2013 年粮农组织还成立了政府间土壤技术小组，<sup>3</sup> 就全球土壤问题向全球土壤伙伴关系提供科技咨询和指导。2018 年粮农组织提供了关于倡议执行情况的扩大进度报告。<sup>4</sup>

9. 为进行本次审查，秘书处于 2019 年发出通知<sup>5</sup>，邀请缔约方和其他国家政府填写在线调查。同时粮农组织邀请其成员国参加此次调查（调查 2019 年 8 月 2 日至 9 月 8 日开放）。调查收到了缔约方和其他国家级机构以及学术界的 70 多份答复。调查包括 16 个问题，分为五个部分：（一）一般信息；（二）评估；（二）研究、能力建设和提高认识；（四）主流化（政策、法规和政府框架）；（五）差距分析和机会。本文件 B 节审视土壤生物多样性状况调查的结果。

10. 此外还进行了一项分析，检查将保护和可持续利用土壤生物多样性的措施纳入 NBSAP 以及相关政策、计划和方案的程度。分析包括对 170 项 NBSAP 的案头审查以及对第六次国家报告的审查。审查的主题包括土壤保持、恢复、污染、侵蚀、有机物、生态系统服务、生物多样性、教育、可持续管理。

---

<sup>1</sup> CBD/SBSTTA/24/INF/8。

<sup>2</sup> 农业委员会第 23 次会议的报告（见 <http://www.fao.org/3/me654e/me654e.pdf>）。

<sup>3</sup> 全球土壤伙伴关系的职权范围（见 <http://www.fao.org/3/a-az891e.pdf>）。

<sup>4</sup> CBD/COP/14/INF/42。

<sup>5</sup> <https://www.cbd.int/doc/notifications/2019/ntf-2019-065-agriculture-en.pdf>。

## **B. 审查保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议**

11. 本节按倡议的三个目标列出调查答复的主要结果：（a）分享知识和信息，提高认识；（b）能力建设促进开发和转让知识；（c）加强行为方和机构间的协作和主流化。

12. 总的说来，本领域的专家认识到，土壤生物多样性及其提供的服务对于实现更广泛的生物多样性目标和维持不断增长的人口至关重要。例如加强利用土壤生物多样性如固氮细菌，促进了粮食产量和营养。土壤生物多样性提供的重要生态系统服务的其他例子包括养分循环、碳固存、提高农业生产力和经济利润以及人类健康等。

13. 关于目标 1，分享知识和信息，提高认识，参与者的答复表明，有许多政府、研究方案和倡议支持制定和执行可持续土壤管理做法，但并不具体针对土壤生物多样性。同样，在国家和地方层面通过学校、博物馆和地方社团开展了提高认识活动，但是这些活动并不专门针对保护和可持续利用土壤生物多样性，而是涉及其他相关主题，如控制侵蚀和减少径流。

14. 发达国家大都提到许多新的和正在出现的研究举措，涉及真菌、DNA 条形码和一般土壤生物多样性主题。一些欧洲国家强调参与性提高认识方案包括培训农民和专家的重要性。在拉丁美洲和加勒比，国家开展土壤和土壤生物多样性研究常常受到财务资源的限制，现有研究和新知识大都来自学术机构。虽然有些国家报告了一些项目，包括恢复退化的土地和土壤、农林牧综合系统、免耕、增加有机物、促进固氮等，但很少国家提到其提高认识的能力；农民被认为在这方面有重要作用。大多数参与调查的亚洲国家在列举许多政府和学术举措的同时，重申需要进行更多的研究。各国强调应提高公众认识，通过减少化学品使用量和增加有机物来保护或改善土壤生物多样性。

15. 关于目标二，能力建设促进开发和转让土壤生物多样性和生态系统管理知识，很少国家提出评论。然而有一个普遍看法，这就是向农民、专家和实地利益攸关方转让知识十分重要。在北美，人们对缺少分类学家和培训分类学家的国家机构表示关切。

16. 关于目标三，加强行为方和机构间的协作，将土壤生物多样性纳入国家政策和方案的主流，很少有国家表示有专门针对土壤生物多样性和可持续土壤管理的法律或政策。常见的法律法规设有更广泛的环境或生物多样性保护目标，在这些情况下，土壤生物多样性问题专家尝试把这些法律法规用于土壤生物群。

17. 专家们认识到将土壤生物多样性纳入不同部门主流的重要性。但决策者和公众缺少这一认识。因此列有土壤生物多样性的部门和跨部门政策为数不多，且往往由非政府组织主导，在社区层面执行，或通过采取某些与农业有关的政策间接执行。此外即使订了关于土壤生物多样性和可持续土壤管理的法律或政策，仍然在执行和资源调动上面临挑战。

18. 在拉丁美洲和加勒比，关于农业或生物多样性政策的国家法律法规通常包括广义上的土壤可持续管理，但很少考虑土壤生物多样性的监管、保护或可持续利用。欧洲、非洲和亚洲地区的格局相同，尽管订了国家框架，但土壤生物多样性没有受到应有的重视。一些非洲国家表示，它们没有将土壤生物多样性纳入主流可能是由于其他优先事项的原因，例如土地政策。

19. 许多国家报告说，它们采纳了粮农组织的《[世界土壤宪章](#)》和《[可持续土壤管理自愿准则](#)》并将其列入国家政策和方案，这有助于使不同区域的主流化水平更加一致。

20. 很少国家专门评估过土壤生物多样性，有些评估间接涉及土壤生物群。尽管一些国家设有土壤信息系统，或者是独立系统，或者是更大生物多样性信息系统的一部分，但在大多数情况下，由于缺少技术人员和资源，这些系统不包括土壤生物多样性信息。一些国家报告称对农民在土壤生物多样性方面的创新和做法进行了评估，一些国家对科学知识以及土著和传统知识进行了评估。

21. 有几个地方层面监测土壤生物多样性活动的例子。但国家层面系统监测计划的例子很少。总的来说，也许由于缺少资源，没有用于评估土壤生物多样性的全国性指标。而现有的指标都是地方性或其他层面性的，涵盖土壤肥力管理、土壤碳固存、土壤侵蚀以及病虫害生物防治等。

22. 总体而言，信息缺失、政策和体制上的局限以及能力和资源上的限制被视为更好执行土壤生物多样性管理战略的主要障碍，三者之间存在相互联系。缺少土壤生物多样性的信息和知识是由多种原因造成的，包括缺少资源，这往往导致不能把土壤生物多样性问题纳入政策之中。其他障碍包括缺乏宣传土壤生物多样性重要性的政治兴趣，缺乏国家层面的部门协调。

23. 鲜有国家作出安排确保土壤生物多样性的保护和可持续利用得到考虑并纳入国家规划和部门决策。可把 NBSAP 作为一种机制，确保把保护和可持续利用土壤生物多样性纳入国家规划。

24. 参与调查者认为以下行动可为促进土壤生物多样性知识和保护创造机会：

(a) 描述自然和农业生态系统条件下的土壤生物群，评估脆弱性程度，利用分子遗传学方法进行新一轮土壤微生物研究；

(b) 开发恢复土壤生物群的方法和技术；

(c) 开发土壤生物多样性信息系统，建立国家土壤质量标准；

(d) 土壤生物学教育机构的现代化，包括现代设备和技术设施；

(e) 为土壤微生物学和动物学专业人员组办培训活动；

(f) 编写和出版土壤生物多样性培训和信息资料；

(g) 与农民和地方社区举办研讨会和圆桌会议，提高社会对土壤生物多样性和生态系统服务的重视。

25. 除调查之外还进行了一项分析，检查保护和可持续利用土壤生物多样性的相关措施纳入 NBSAP 及相关政策、计划和方案的程度。

26. 共检查了 170 个 NBSAP，其中 120 个缔约方采取了改善土壤质量的行动或举措。这 120 个缔约方中，有 23 个确认保护土壤生物多样性的重要性并执行了专门针对土壤生物多样性的行动，有 28 个将土壤保持列为行动计划的优先事项，有 20 个执行了土壤恢复计划。

27. 只有 10 个缔约方考虑通过促进可持续农业管理做法（包括作物轮作、作物多样化、使用有机肥料）来保护土壤生物多样性，而将保护土壤生物多样性作为优先事项以保持土壤健康和肥力的缔约方更少，只有 6 个。然而有 34 个缔约方实施了减少土壤侵蚀计划或目标，特别是通过增加植被覆盖或采用农林复合做法，这两种做法都有利于土壤生物多样性。也有缔约方报告说 NBSAP 中列有减少土壤污染的内容，有 21 个缔约方优先考虑减少使用合成肥料和农药，以改善土壤质量。

28. 一些缔约方把收集土壤质量和污染数据作为一项目标，以便更好了解土壤状况。10 个缔约方旨在监测土壤污染水平和来源，以便建立国家土壤污染数据库；有同样多的国家计划建立系统以监测重要土壤指标，例如肥力。

29. 许多缔约方提到 NBSAP 中列有促进可持续土壤管理的内容。共有 43 个缔约方旨在促进可持续土壤管理做法，特别是在农业系统中。在分析过的国家中，7 个缔约方旨在实施融资计划或经济激励措施以鼓励采用可持续土壤管理做法，3 个缔约方具体计划实行土壤生态系统服务付费。此外 5 个缔约方设了具体目标增加使用综合土壤肥力管理的农民人数，2 个缔约方制定了具体土壤保持指南。

30. 许多缔约方还报告说其 NBSAP 列有提高对可持续土壤管理重要性的教育和认识的内容。在这方面，15 个缔约方计划对农民和其他利益攸关方进行最佳土壤管理做法教育，23 个缔约方旨在支持与以下土壤主题有关的研究和创建多学科网络：保护土壤生物多样性、了解土壤生物的功能、保护土壤、农林业对土壤的好处。

31. 此外，还对收到的第六次国家报告中的 83 份报告进行了分析，其中 76 个缔约方提到至少执行了一项改善土壤质量或生物多样性的行动，24 个缔约方把提高土壤肥力和质量列为优先事项，33 个缔约方将土壤保持列为优先事项。总体而言，改善和保护土壤也被视为创收和减贫的手段，因为许多人依靠土壤为生。

32. 许多缔约方提到在农业系统中促进土壤可持续利用和管理。58 个缔约方作了此种规定。这包括推广保护性农业、作物多样化、免耕农业、化肥和虫害综合管理、减少侵蚀的灌溉技术、作物轮作和农林业等做法。在这方面，许多缔约方推出了奖励或补偿计划，抵消这些可持续做法产生的额外费用。一些缔约方还对鼓励使用有害农业的化学品的补贴进行了改革。

33. 缔约方还指出由于缺少专门知识和工具而难以识别微型和大型土壤动物群落。由于缺乏资金而导致培训和能力建设上的困难也被认为是需要克服的挑战。缺乏资金和技术资源（例如测试土壤样本的实验室和设备）也妨碍缔约方监测其措施的有效性（例如土壤中的农药含量是否下降），致使一些缔约方无法确认其措施是否有效。一些缔约方还指出，由于可持续农业做法导致利润减少，在推广方面存在挑战。16 个缔约方提到为改进知识付出了努力，11 个缔约方确认传统知识在土壤管理方面的重要性并强调其惠益。



## 二. 土壤生物多样性对可持续发展的贡献和 2020 年后全球生物多样性框架的机会

34. 土壤生物多样性是实现可持续性的关键，也是实现《2030 年可持续发展议程》和可持续发展目标<sup>6</sup>的关键。证据表明保护和可持续利用土壤生物多样性与实现可持续发展目标之间有着重要联系，需要采取统筹执行办法。土壤生物多样性将有助于确保自然对人类的贡献，有助于成功执行 2020 年后全球生物多样性框架。下文描述其中的一些联系。

35. 土壤生物多样性、粮食安全和可持续农业与可持续发展目标 2 之间的联系。土壤生物多样性是众多生态系统功能的基础，而这些生态系统功能对于维持粮食生产和管理农业生态系统的外部影响至关重要。健康的土壤对可持续农业至关重要。作物的数量和营养质量在很大程度上取决于它们生长的土壤。作物产量和土壤质量之间的联系广为人知。自给农往往无法获得工业投入，因此严重依赖土壤生物群及其提供的生态系统服务来维持生产。同样，土壤生物群在高投入农业系统中发挥着重要作用。例如土壤生物在养分循环中发挥着关键作用，包括将养分转化为植物多少可以获得的形式（例如铵转化为硝酸盐），更容易沥滤到水道中（例如硝酸盐），或转化为温室气体（例如一氧化二氮）。土壤生物群在土壤碳循环中也发挥着关键作用，包括增加土壤碳，帮助减缓气候变化，同时改善土壤结构，保持水分，减少土壤侵蚀风险。此外，能够共生固氮的土壤生物群可以与植物形成有益的联系，吸收并向植物输送营养物质，包括磷、锌、氮。土壤生物群在调控导致作物大量损失的害虫和病原体方面发挥着重要作用。同样，土壤生物群（尤其是丛枝菌根真菌和植物促生细菌）可以加强植物的抗病能力；它们还能增加植物对干旱、盐和重金属毒性的耐受性，刺激生长所需的光合作用和植物激素，提高植物的整体生产力。<sup>7</sup> 研究显示，植物生产力的提高会增加授粉，<sup>8</sup> 导致更好的果实和更高的产量。在某些情况下，土壤生物多样性可增加农业生态系统抗干扰的韧性，这意味着关键的土壤功能得以保留。<sup>9</sup> 考虑到气候变化对作物产量和粮食安全的威胁，这一点尤其重要。

36. 土壤生物多样性和健康与可持续发展目标 3 之间的联系。土壤通过粮食和水的数量、质量和安全性，作为基本药物的来源，以及通过个人直接暴露于土壤，影响人类健康。据世界卫生组织称，土壤传播的蠕虫感染是最常见的感染之一，危及最贫穷和最脆弱的社区。土壤生物多样性也影响养分循环和人类营养。新的研究表明，土壤生物多样性增加食物的营养成分，保护我们免受食源性疾病的侵害，调节我们的免疫反应，对我们的健康有着更直接的影响。植物组——植物根部周围的区域，包括非生物结构、微型动物群和

---

<sup>6</sup> 2015 年 9 月 25 日联合国大会第 70/1 号决议，题为“变革我们的世界：2030 年可持续发展议程”，附件。

<sup>7</sup> Chen, M., Arato, M., Borghi, L., Nouri, E. 和 Reinhardt, D., 2018, 丛枝菌根真菌的有益服务—从生态学到应用, 《植物科学前沿》, 9。

<sup>8</sup> Gange, A.C. 和 Smith, A.K., 2005, 丛枝菌根真菌影响授粉昆虫的访问率, 《生态昆虫学》 30, 600-606。

<sup>9</sup> Bryan S. Griffiths, Laurent Philippot, 对土壤微生物群落的抗性和恢复力的见解, 《FEMS 微生物学评论》, Volume 37, Issue 2, March 2013, Pages 112–129, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2012.00343.x>。

大型动物群——影响植物的产量和营养，进而影响人类的健康和营养。<sup>10</sup> 微生物的丰度和分布因植物生境和植物基因型而异，但一个一致的发现是它们在植物组中的多样性加速植物生长，增加植物产量，并增加植物营养密度。此外据报道土壤对空气质量起着重要作用，土壤微生物有助于净化空气。<sup>11</sup> 还值得注意的是，在某些情况下，土壤微生物和土壤动物群有助于将土壤颗粒结合在一起，改善土壤结构，减少风蚀的风险，从而有助于减少空气中的灰尘含量，提高空气质量。

37. 土壤生物多样性和水质与可持续发展目标 6 之间的联系。土壤生物多样性对水的动态和质量的影响往往很复杂且因环境而异，但土壤在储存水和向植物、大气、地下水、湖泊和河流输送水中发挥关键作用。微生物的影响通常是间接的，由它们对土壤有机质动态的影响而产生，而土壤有机质动态又反过来影响土壤团聚体和土壤孔隙度动态以及土壤溶液的质量（例如溶解的有机碳和矿物质的量）。土壤生物群在调节水流经土壤的运动以及养分循环方面发挥着重要作用。同样，一些土壤微生物发挥重要作用，帮助植物获取养分和水分，从而降低养分淋洗的风险。<sup>12</sup> 大型土壤动物群可在不同观测尺度和对抗过程影响土壤水文特性。在小范围内，粘土和土壤有机质含量以及土壤孔隙度的任何变化都可能影响持水力和斥水力。在中范围内，与土壤表面相连的密集觅食廊道网络的产生通常会改善水的渗透。土壤不仅能储水和供水，还过滤水，起着生物反应器的作用。土壤含有带电的表面，可以发生交换反应，例如细菌、真菌和土壤动物处理营养物和污染物，充当支持植物生长的介质，形成营养物和水在生态系统中的循环。

38. 土壤生物多样性和气候行动与可持续发展目标 13 之间的联系。土壤生物负责分解，其活动导致土壤吸收或向大气排放温室气体。土壤生物包括植物根系的呼吸和其他土壤微生物活动产生二氧化碳和一氧化二氮排入大气。同时土壤生物通过支持植物生长和光合作用，结合植物凋落物和其他微生物过程，在土壤中储存土壤有机碳，将有机碳以不同的分解和稳定状态结合进土壤有机物质中，形成重要的碳固存。耕作时，增加的氧气会刺激生物活动并释放二氧化碳，从而导致气候变化。此外，某些土壤微生物在厌氧条件下（例如淹水或非常潮湿的土壤）可将硝酸盐转化为一氧化二氮，这是一种强力温室气体。同样，其他土壤微生物能从土壤中释放甲烷，这也会导致气候变化。

39. 土壤也有巨大固碳潜力。据估计，全球土壤有机碳固存技术潜力为每年 14.5-34.4 亿吨碳（53-126 亿吨二氧化碳）。<sup>13</sup> 2017 年，土壤有机碳固存占全球能源工业排放量的 38-91%，占全球交通运输部门排放量的 67-100%，<sup>14</sup> 占全球所有部门总排放量（530 亿吨二

<sup>10</sup> Leach JE, Triplett LR, Argueso CT, Trivedi P. (2017), 植物组中的交流, 《细胞》169(4):587-596. doi:10.1016/j.cell.2017.04.025.

<sup>11</sup> Gholamreza Khaksar, Chairat Treesuntorn, Paitip Thiravetyan. (2016), 内生蜡样芽孢杆菌 ERBP-阴蒂相互作用: 增强去除气态甲醛的潜力, 《环境和实验植物学》, Volume 126. Pages 10-20.

<sup>12</sup> Cavagnaro, T., Bender, S., Asghari, H. 和 Heijden, M. (2015), 丛枝菌根在减少土壤养分流失中的作用, 《植物科学趋势》, 20(5), 283-290.

<sup>13</sup> Lal, R. 2018, 深入挖掘: 农业生态系统中影响土壤有机碳固存因素的整体视角, 《全球变化生物学》, 1-17.

<sup>14</sup> Muntean, M., Guizzardi, D., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., Olivier, J.G.J. 和 Vignati, E. 2018, 世界各国化石二氧化碳排放量, 2018, 欧洲联盟出版处, 卢森堡。

氧化碳)的 9-23%。<sup>15</sup> 维持现有的土壤有机碳储量,通过维持富含碳的土壤(泥炭地、黑土、永久冻土等)来加强土壤有机碳的固存,在具有固碳潜力的土壤(农田和退化土壤)中固存更多碳,是抵消全球排放的可行办法,同时还能对环境、人类和经济带来多重惠益。

40. 土壤生物多样性、沿海和海洋生态系统与可持续发展目标 14 之间的联系。土壤生物多样性提高养分的固定和植物养分的吸收,减少沥滤,限制陆地活动对沿海和海洋生态系统的一些负面影响。陆上人类活动造成的废弃物和营养物污染可随渗入地下水或排入支流的农业活动化学和营养径流进入淡水、沿海和海洋生态系统。养分污染,主要是来自农田径流的氮和磷化合物、过量的肥料和粪便、未经处理的污水和生活废水中的洗涤剂,导致淡水、沿海和海洋生态系统的富营养化和有害藻类大量繁殖。土壤生物群,包括丛枝菌根真菌和中型动物群,可以显著减少土壤中的养分沥滤,将养分固定在其组织中,增加植物对养分的吸收,并拦截土壤中的养分。通过减少养分沥滤,它们可以防止富营养化,减少海洋系统的污染。<sup>16</sup> 此外,土壤微生物(如植物促生细菌和共生固氮菌)可以将多种有毒金属(如重金属)转化为毒性较低的形式,或者把它们积累在自己的组织中而将其从土壤中去掉。因此,土壤生物多样性有助于污染土壤的修复,防止有毒金属渗入水体。<sup>17</sup>

41. 土壤生物多样性和陆地生态系统与可持续发展目标 15 之间的联系。人们越来越清楚地认识到,地上群落和地下群落紧密相联,一个群落的变化会影响另一个群落。例如,地下多样性的减少会减少地上多样性,<sup>18</sup> 而地上植被的变化会改变地下群落。最近的数据表明,减少耕作、种植覆盖作物或增加作物轮作有助于形成有益菌根群落(植物根系和土壤真菌共生),改善植物的养分捕捉。<sup>19</sup> 土壤动物群,包括线虫、跳虫和螨类,已证明能增加植物多样性。<sup>20</sup> 此外,增加土壤动物和微生物多样性可提高土壤肥力,因为不同的物种专门矿化不同的养分,形成互补性。<sup>21</sup>

---

<sup>15</sup> 全球土壤伙伴关系,2019,全球土壤的再碳化:一个支持实施科罗尼维亚农业联合工作的工具。联合国粮食及农业组织(粮农组织), <http://www.fao.org/3/ca6522en/CA6522EN.pdf>。

<sup>16</sup> S. F. B., 和 M. G. A. Heijden, 2015, 土壤生物群通过提高作物产量、养分吸收和减少氮淋失来增强农业可持续性, 52:228-239。

<sup>17</sup> Khan, Mohammad Saghir, Almas Zaidi, Parvaze Ahmad Wani, 和 Mohammad Oves, “植物生长促进根际细菌在修复金属污染土壤中的作用” 《环境化学快报》7, No. 1 (2009): 1-19。

<sup>18</sup> van der Heijden, M. G. A., J. N. Klironomos, M. Ursic, P. Moutoglou, R. Streitwolf-Engel, T. Boller, A. Wiemken, 和 I. R. Sanders, 1998, 菌根真菌多样性决定植物的生物多样性、生态系统的可变性和生产力, 《自然》396: 69-72。

<sup>19</sup> Bowles, T., Jackson, L., Loeher, M. 和 Cavagnaro, T. 2017, 生态强化和丛枝菌根: 耕作和覆盖作物效应的荟萃分析, 《应用生态学杂志》, 54(6), 1785-1793。

<sup>20</sup> Deyn, G.B. 和 Raaijmakers, Ciska 和 Zoomer, H. 和 Berg, Matty 和 Ruiter, Peter 和 Verhoef, Herman 和 Bezemer, T.m 和 Putten, Wim. 2003. 土壤无脊椎动物增强草原演替和多样性, 《自然》422. 711-713. 10.1038/nature01548。

<sup>21</sup> Bhatnagar, J.M., Peay, K.G. 和 Treseder, K.K. (2018), 凋落物化学通过特定微生物功能团的活性影响分解。《生态学专论》, 88: 429-444. doi:10.1002/ecm.1303。



42. 保护和可持续利用土壤生物多样性可在界定 2020 年后全球生物多样性框架可持续土地利用选项方面发挥重要作用。土壤生物多样性可稳定土壤，调节养分循环，增加土壤有机质含量，影响水的渗透和质量，维持地上和地下生物多样性，在避免、减少和扭转土地退化方面发挥核心作用。越来越多的证据表明，土壤生物多样性的增加与土壤功能的增加（包括提高植物生长、抗病原体入侵和养分利用率的能力）成正比。单独考虑特定土壤生物群体的多样性例如细菌多样性时，这种格局很明显，而把所有土壤群体生物多样性放到一起考虑时，这种格局也很明显。这表明，生物多样性总体下降可能对土壤功能和生态系统服务的提供产生负面影响。

43. 实现保护和加强农业和其他受控生态系统中生物多样性的可持续利用以支持其生产力、可持续性和复原力的未来目标，与土壤生物多样性的可持续管理和确保土壤健康密切相关。同样，通过实施可持续的农业和土壤管理做法，可以增强土壤生物多样性，从而促进土壤健康。农业用地的变化几乎不可避免地导致土壤有机质的损失和温室气体的排放。然而由于几乎所有的农作土壤都失去了大部垦前有机碳，这为碳固存提供了机会。农业土壤碳库是直接管理的最大碳库，是减缓气候变化的重要杠杆。<sup>22</sup> 对于 2020 年后全球生物多样性框架，这有助于实现一个在生态系统中储存碳和避免排放趋势的潜在目标。鉴于全球农田面积广阔，即使每公顷土壤有机碳含量略有增加，也意味着可通过采用旨在增加土壤有机碳含量的农业管理做法而生成巨大碳汇容量。<sup>23</sup> 现有许多已确立的和新出现的土壤有机碳管理实践，<sup>24</sup> 利用土壤生物多样性活动把碳固存和保持在土壤中，例如采用农林业、增加作物轮作多样性、覆盖和间作、保留作物残留物、减少耕作、多年生作物和豆类、多样性和根系特征选择等。

44. 更好地了解土壤生物多样性和土壤生物的作用是修复土壤的关键，应纳入生态系统恢复计划。必须更全面地了解陆地生物多样性和生态系统功能之间的关系，以便在生态系统建模中将地上和地下参数联系起来，更好地预测生物多样性变化和丧失的后果。需要制定有针对性的政策和城市规划战略来统筹可持续土壤管理和土壤恢复，减少对土壤生物多样性的威胁。

45. 土著人民和地方社区的传统知识有助于土壤生物多样性的保护和恢复。缔约方大会第 [XIII/3](#) 号决定第 27 段确认土著人民和地方社区的重要贡献，特别是作为农业多样性起源中心的管理者，以及他们在管理和恢复重要生态系统、生态轮作和农林业方面的作用。例如“印第安黑土”是一种按照亚马逊地区土著人民的传统知识制造肥沃土壤的技术。<sup>25</sup>

46. 保护和可持续利用土壤生物多样性需要所有利益攸关方采取行动，承认妇女、土著人民和地方社区在实施可持续土壤管理做法中的作用。根据粮农组织的数据，妇女约占全

---

<sup>22</sup> Kallenbach, C.M., Wallenstein, M.D., Schipanski, M.E. 和 Grandy, A.S. (2019), 管理农业生态系统以提高土壤微生物碳利用效率：生态未知因素、潜在结果和前进道路，《微生物学前沿》，10。

<sup>23</sup> Zomer, R.J., Bossio, D.A., Sommer, R. 等，农田土壤有机碳增多而形成的全球固碳潜力，《科学报告》7, 15554 (2017), <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15794-8>。

<sup>24</sup> 全球土壤伙伴关系, 2019, 全球土壤的再碳化：一个支持实施科罗尼维亚农业联合工作的工具。粮食及农业组织(粮农组织), <http://www.fao.org/3/ca6522en/CA6522EN.pdf>。

<sup>25</sup> 详情见 [https://www.researchgate.net/publication/225244563\\_Indigenous\\_knowledge\\_about\\_Terra\\_Preta\\_formation](https://www.researchgate.net/publication/225244563_Indigenous_knowledge_about_Terra_Preta_formation)。

球农业劳动力的 43%，占亚非许多国家劳动力的一半或更高。妇女是主要土地管理者和种子收集者并充当许多其他角色，她们拥有的知识及其对生物多样性和生态系统管理的贡献，意味着她们可作为土壤生物多样性的监护人发挥重要作用。确保妇女平等享有土地、继承和自然资源权利是一项重要措施，使妇女能够促进可持续农业和土地管理做法，包括土壤保持。享有对土地和自然资源的权利、控制和获取可激励自给农（其中许多是妇女）进行长期投资。来自卢旺达的证据显示，改革土地保有权减少了所有权的性别障碍，导致堤岸、梯田和谷坊等结构的土壤保持投资大幅增加，尤其是女户主家庭。<sup>26</sup> 在许多地方，由于男性移民离家，女性在农业中的责任越来越大，解决土地保有权的改革措施特别重要。

<sup>27</sup>

47. 土著人民和地方社区通过其传统农业技术，在确保保护和可持续利用土壤生物多样性方面发挥着重要作用。这些技术能适应气候变化，有助于气候变化的缓解以及作物和种子的多样性。此外，土著人民和地方社区常常以符合或扶持生物多样性保护的方式管理陆地景观和海洋景观，用人为资产“伴随”自然过程。<sup>28</sup> 土著对陆地景观和海洋景观的管理保护了生物和文化多样性。

### 三. 拟议建议

48. 科学、技术和工艺咨询附属机构不妨通过一项措辞大致如下的建议：

科学、技术和工艺咨询附属机构，

审议了执行秘书的说明，<sup>29</sup>

1. 欢迎本建议附件二所载保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划草案；

2. 又欢迎联合国粮食及农业组织与全球土壤伙伴关系政府间土壤技术小组、全球土壤生物多样性倡议、欧洲联盟委员会、生物多样性公约合作编写的《土壤生物多样性状况：现状、挑战和潜力》报告<sup>30</sup> 以及本建议附件一所载的报告决策者摘要；

3. 建议缔约方大会第十五届会议通过一项措辞大致如下的决定：

缔约方大会，

---

<sup>26</sup> Ayalew Ali, D., Deininger, K. 和 M. Goldstein, 2014, 非洲土地保有权正规化的环境和性别影响：来自卢旺达的试点证据，《发展经济学杂志》，110, 262-275。

<sup>27</sup> 生物多样性公约秘书处。未注明日期。生物多样性与 2030 年可持续发展议程：技术说明。

<sup>28</sup> IPBES (2019), 生物多样性和生态系统服务政府间科学-政策平台生物多样性和生态系统服务全球评估报告, E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, 和 H. T. Ngo (editors). IPBES 秘书处, 德国波恩。

<sup>29</sup> CBD/SBSTTA/24/7。

<sup>30</sup> CBD/SBSTTA/24/INF/8。

回顾第 [VI/5](#) 号、第 [VIII/23](#) 号和第 [X/34](#) 号决定，

注意到土壤生物多样性在支持陆地生态系统的运作以及由此提供的大部分服务方面的重要性，

确认促进保护和可持续利用土壤生物多样性服务的活动是实现更具持续性的粮食系统、人人享有粮食安全和促进实现可持续发展目标的关键，

1. 通过本决定附件二所载保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划草案，作为支持执行 2020 年后全球生物多样性框架的手段；

2. 欢迎联合国粮食及农业组织与全球土壤伙伴关系政府间土壤技术小组、全球土壤生物多样性倡议、欧洲联盟委员会、生物多样性公约合作编写的《土壤生物多样性知识状况：现状、挑战和潜力》报告；

3. 鼓励缔约方、其他国家政府和相关组织支持执行保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划，除其他外，将适当措施纳入国家生物多样性战略和行动计划、可持续土壤管理和相关农业政策、计划、方案和做法；

4. 敦促缔约方解决土壤生物多样性丧失和土地退化的驱动因素；

5. 邀请缔约方将保护和可持续利用土壤生物多样性纳入农业系统以及土地和土壤管理政策；

6. 鼓励学术和研究机构以及相关国际组织和网络促进进一步研究，以弥补行动计划中认定的差距；

7. 邀请联合国粮食及农业组织按照上一个行动计划的成功做法，为执行新行动计划提供便利；

8. 邀请全球环境基金和其他捐助方和供资机构为旨在执行保护和可持续利用土壤生物多样性行动计划的国家和区域项目提供财务援助；

9. 邀请缔约方根据 2020 年后全球生物多样性框架监测框架，在自愿的基础上通报执行行动计划的活动和结果，请执行秘书汇编提交的材料，供科学、技术和工艺咨询附属机构在缔约方大会第十六届会议之前举行的一次会议上审议；

10. 请执行秘书提请联合国粮食及农业组织和联合国防治荒漠化公约注意本建议。

## 附件一

## 土壤生物多样性知识状况：现状、挑战和潜力

## 决策者摘要

## 导言

1. 自 2002 年订立保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议，2012 年建立全球土壤伙伴关系，2016 年出版《世界土壤资源状况》报告和《全球土壤生物多样性地图集》以来，已经发布了大量关于土壤生物多样性的新的科技和其他类型的知识。
2. 这一新的研究浪潮标志着科学界在研究土壤生物的方法上取得了突飞猛进。这项研究将土壤生物多样性置于国际政策框架包括可持续发展目标的中心。此外，土壤生物多样性和生态系统服务对于最近宣布的联合国生态系统恢复十年（2021-2030 年）的成功至关重要。
3. 本决策者摘要摘录联合国粮食及农业组织（粮农组织）和全球土壤伙伴关系及其政府间土壤技术小组编写的《土壤生物多样性知识状况：现状、挑战和潜力》<sup>31</sup> 报告中的关键信息。报告代表了世界各地土壤科学家和土壤生物多样性专家的工作成果，提出了关于土壤生物群及其生态系统功能和服务的现有最佳知识。

## 关键信息

土壤生物驱动着生产粮食、净化土壤和水、保护人类福祉和生物圈健康的过程。

## 什么是土壤生物多样性？

4. 土壤生物多样性可以定义为土壤生物的不同形式，从基因到群落，以及它们所属的生态复合体。土壤生物多样性包括地下的各种生物。土壤是全球生物多样性的主要储存库之一，陆地生态系统中高达 90% 的生物在其生命周期中与地下生境相关联。土壤生物的两个主要群体是土壤微生物和较大的土壤动物；后者的范围从无脊椎动物如昆虫幼虫、蚯蚓到哺乳动物、爬行动物和两栖动物，它们一生中很长时间在地下度过。
5. 在本摘要中，土壤生物多样性、土壤生物学、土壤生物群、地下生物多样性、土壤生物作同义词用，它们包括土壤微生物和土壤动物。同样，微生物多样性、土壤微生物、土壤微生物组作同义词用，用于描述土壤微生物多样性。

## 土壤生物多样性的贡献

---

<sup>31</sup> CBD/SBSTTA/24/INF/8。

6. 土壤生物的贡献可分为三大类。第一，一些土壤生物（主要是土壤微生物）通过一系列异常复杂的生化过程改变有机和无机化合物的化学性质。这些转变对提供植物生长所需的养分、土壤有机质循环、空气/水/土壤中污染物的降解等生态系统服务至关重要。

7. 第二，土壤生物是一个巨大食物网的一部分，这个食物网将能量和营养从微观形式循环到较大的土壤动物，最终到达生活在土壤上的生物。食物网的一个重要部分由中型生物如线虫、跳虫和螨虫完成，它们降解土壤中的有机残留物，捕食较小的土壤生物。

8. 第三，许多较大的土壤动物，如蚯蚓、蚂蚁、白蚁和一些哺乳动物，充当生态系统工程师，在土壤中制造孔隙空间，作为运输水和气体的管道，并将土壤颗粒结合成稳定的团聚体，把土壤保持在原位，从而抵抗土壤侵蚀。

#### 土壤生物多样性与农业

9. 土壤生物既是植物生长的养分来源，又驱动养分的转化，使植物可以利用它们。所有土壤细菌细胞的总碳含量与地球上所有植物的碳含量相当，它们的氮和磷的总含量远远高于所有植物，使这些微生物成为生命不可缺少的营养物质的主要来源。

10. 植物固定大气中的碳，但它们需要一定比例的多种化学物质，如氮、磷、钾，来形成生物量并转移营养和能量。在生化水平上，土壤微生物驱动这些转化过程。

11. 较大的土壤生物对植物残体的物理分解起着关键作用，使土壤微生物释放植物残体中含有的养分和能量。

12. 土壤生物在农业中的许多有益作用超出植物产量本身。例如土壤微生物群落，如丛枝菌根真菌和固氮细菌，可以最大限度地降低农业成本和对化学氮肥的依赖，提高土壤肥力和环境可持续性（空气、土壤、水），包括减少能源密集型氮肥生产的温室气体排放。

#### 土壤生物多样性与气候变化

13. 土壤生物多样性在应对全球气候变化中的作用不可低估：土壤群落的活动可导致温室气体排放，也可导致土壤从大气中吸收碳。土壤中有地球上最大的碳储量，估计碳总量至少为 15,000 亿吨。

14. 碳要么是固定的，要么从土壤中释放出来，取决于土壤生物的活动和土壤条件。碳通过植物和动物碎屑的转化而固定在土壤中，一些细菌和古菌也可以利用大气中的二氧化碳作为能源来固定碳。除了在碳循环中的直接作用，土壤生物对于减少农业温室气体排放也至关重要。从全球来看，农业生态系统占温室气体直接人为年排放总量的 10% 至 12%，其中约 38% 来自土壤一氧化二氮排放，11% 来自水稻种植中的甲烷排放。产生这些温室气体的氮、碳转化的每一个环节都有土壤微生物的参与，因此管理土壤环境，最大限度地减少排放，是可持续土壤管理的一个关键目标。

#### 土壤生物多样性与人类健康



15. 土壤生物多样性通过疾病管控和粮食生产直接支持人类健康。
16. 二十世纪初，科学家们初次在土壤中发现抗生物质，这些物质可以对抗特定的微生物感染，或者更普遍地调节人类免疫反应。从那以后，土壤生物提供了许多药物和疫苗，从著名的抗生素青霉素到抗癌药物博来霉素和治真菌感染药物两性霉素。
17. 土壤生物多样性和健康土壤有助于提高植物抵御机会性感染的能力，从而降低食源性疾病的风险。例如，在许多农业土壤中发现了低浓度的非常有害的细菌单核细胞增生性李斯特菌，但其致病性取决于土壤微生物群落的丰富性和多样性。
18. 植物根系和土壤生物多样性之间的关系使植物能够制造出抗氧化剂等化学物质，保护它们免受害虫和其他压力源的侵害。当我们食用这些植物时，这些抗氧化剂会刺激我们的免疫系统，协助调节激素，使我们受益。

#### 土壤生物多样性与环境保护

19. 保护土壤生物多样性对于维持和加强地上生物多样性的重要性已获广泛确认。复杂的食物网是地球生命的核心，将养分和能量从土壤中的有机物质通过土壤中的生物传递给鸟类、哺乳动物、爬行动物和两栖动物。
20. 土壤生物多样性可减轻生态系统服务面临的威胁，例如通过净化渗透土壤的水而防止营养物质渗入地下水和饮用水，通过帮助植物捕获营养物质防止富营养化。
21. 较大的土壤生物，如蚯蚓、白蚁和蚂蚁在控制土壤结构方面发挥着重要作用。优良土壤团聚体天生就能抵抗风和水对土壤的侵蚀，因此健康的土壤是抗侵蚀的土壤。

我们已把目前对土壤生物在植物生长和污染物转化中的作用的用于提高农业生产和恢复退化的土壤。

#### 农业部门

22. 刺激营养循环的常用生物包括菌根真菌和共生固氮细菌。在巴西和其他拉丁美洲国家，为大豆接种选定的缓生根瘤菌菌株是一个非常成功的例子。2018 年巴西大豆种植面积约为 3,500 万公顷。在巴西大豆生产中，接种选定的缓生根瘤菌菌株完全取代了矿质氮肥料，每年节省数十亿美元。除了巨大的经济优势外，缓生固氮菌空气生物固氮是一种避免氮化合物气体损失的清洁生物技术。
23. 土壤生物目前也用于农业生物控制。生物控制的基本概念是促进自然生态系统抵消害虫的潜力，普遍增加生物多样性和生态系统功能。
24. 世界上最成功的商业生物控制剂无疑是苏云金芽孢杆菌，一种从土壤中分离出来的普通细菌。苏云金芽孢杆菌是一种生物控制剂，对一系列不同的昆虫具有杀虫活性，不同的菌株和市售产品用于不同的目标生物。

25. 土壤生物的使用和农业生产之间也会出现负反馈。农作物和牲畜使用的抗生素有很大一部分最终进入土壤，影响土壤生物多样性，并在土壤生物体内产生抗微生物药物耐药性。

#### 环境修复

26. 生物修复技术可导致目标污染物降解至无害状态或低于监管机构规定的浓度限值。土壤生物还被直接用于生物修复，将有毒化合物转化为良性形式。许多土壤细菌可以转化不同的污染物，例如饱和烃和芳香烃（如石油、合成化学品和杀虫剂）。土壤细菌和真菌可在石油泄漏后减少 85% 的石油烃。

#### 土壤生物利用的挑战

27. 许多微生物生物肥料、生物农药和其他相关产品，在实验室和温室条件下测试时显示出很好的效果，但在田间条件下不能产生可重复的结果。一个原因是某些生物在高度竞争的环境中难以生存。

28. 除了短暂和环境依赖效应外，生物产品的高成本也限制了农民特别是购买力低和无法获得贷款的小农户采用这些产品。

29. 针对这些局限性，一些经过适当培训的农民尝试繁殖本地土壤微生物菌群，以组合生物肥料、生物控制和生物刺激农场投入物。为此农民依靠的是相对简单、快速和负担得起的技术。

过去十年来，实验室和分析技术的进步使我们能够超越对单个物种的研究，进而研究整个生物群落，从而开发解决粮食安全和环境保护问题的新办法。

30. 随着新方法的出现，研究人员现在能够超越对单个物种的关注。科学家们开始发现极其多样的土壤微生物群落如何与病原体控制、植物健康、提高产量和克服非生物压力的能力联系在一起。

31. 特别是在过去的十年里，包括分子测序技术和“大数据”分析工具在内的方法进步已在帮助人们识别生活在土壤及其群落中的物种。人工智能在集合数据和集合来自多个数据库的信息方面具有巨大的潜力。新的宏基因组学为同时研究土壤中所有基于 DNA 的信息，包括所有土壤生物群和功能基因信息提供了一种有希望的方法。

#### 农业

32. 人们使用下一代分子测序新分子技术能够更好地了解土壤中的生物，了解这些生物可能对相关农作系统产生的影响。这些知识为我们了解土壤系统如何对气候因素、新系统和土壤管理的变化做出反应提供了预测能力。还可用这些工具确定土壤中存在哪些菌根真菌和固氮细菌，帮助实地工作者评估这些生物的功效。

33. 已经发现土壤微生物群对所收获作物的质量和寿命有正面影响（通过有益的微生物相互作用），也有负面影响（通过植物病原体）。因此，相关生物群筛选方法的应用——

例如通过下一代测序——以及随后的必要干预在收获后流程中将具有价值。有可能增强整个农业价值链的可持续性。

### 食品业

34. 有几种土壤细菌和真菌传统上用于生产酱油、奶酪、葡萄酒和其他发酵食品和饮料。从泥浆和污泥样品中发现了乳酸菌，乳酸菌有可能用来生产吸收重金属（镉和铅）的益生菌产品。土壤为属于乳杆菌属、乳球菌属和其他种类的各种乳酸菌提供了生境，为从土壤中分离出用于食品发酵或其他过程的益生菌提供了可能性。

### 生态系统恢复

35. 在生态系统恢复的相关规模（即公顷）上进行的实地研究表明，代表整个土壤生物多样性的全土壤接种方法是恢复陆地生态系统的有力工具。

### 制药业

36. 土壤生物多样性的丧失可能会限制我们开发新抗生素和应对传染病的能力。虽然大多数生物制药研究都集中在确定可开发成生物治疗剂的独特微生物，但新技术使研究环境样本中的宏基因组（或集体基因组）成为可能，这引发了人们对探索土壤和其他室内和室外环境中复杂微生物群落如何通过皮肤、肠道和肺影响人类免疫和神经反应的兴趣。

**土壤生物的主要贡献受到土壤退化做法的威胁。尽量减少土壤退化和保护土壤生物多样性的政策应成为各级生物多样性保护的一个组成部分。**

37. 土壤生物多样性在生态系统运行和生态系统服务运送中的重要作用可能受到人类活动和自然灾害的威胁，尽管后者也可能受到人为变化的影响。这包括毁林、城市化、农业集约化、土壤有机质/碳流失、土壤压实、表面密封、土壤酸化、养分失衡、污染、盐碱化、固化、荒漠化、火、侵蚀和滑坡。森林砍伐和林火尤其对土壤生物多样性有非常负面的影响，旨在控制和理想地减少森林砍伐和林火的政策将对土壤生物多样性产生非常有益的影响。

### 外来入侵物种

38. 我们对土壤入侵物种的了解大都涉及农业害虫，其中许多在全球造成巨大的经济损失。外来入侵物种威胁本地土壤生物多样性的完整性。非本地土壤无脊椎动物会对本地植物、微生物群落和其他土壤动物产生巨大的负面影响：从病毒和微生物（细菌和真菌）到植物、无脊椎动物和哺乳动物，任何级别的生物组织都可能出现陆地入侵物种。

### 农业集约化

39. 农业集约化带来的负面影响会妨碍土壤动物发挥的特定功能，包括土壤结构的形成和生态系统工程、通过捕食调节种群、以真菌菌丝为食等。众所周知，人类对农业用地和其他土壤的管理会显著改变土壤生物多样性：

耕作：土壤耕作导致较大土壤动物的损失和土壤食物链的破坏。

滥用化肥：合成肥料可能对微生物群落和动物有负面影响。已经观察到合成氮肥对微生物生物量、丛枝菌根真菌和动物多样性的负面影响。氮肥也能大量增加土壤螨虫的捕食群，从而破坏微生物群落。

施用石灰校正酸碱度：大多数热带雨林土壤天然是酸性的，砍伐森林后，通常会施用大量石灰来中和酸碱度，密集种植制度建立后这种做法愈甚。酸碱度的巨大变化给天然微生物带来压力，影响它们的生长，降低生态系统对干扰的适应能力。

滥用杀虫剂：杀虫剂可能通过食物链造成抗药性和生物累积。使用杀虫剂会对土壤生物产生意想不到的影响，因为不同的生物群体对各种化学物质的反应不同。

单一栽培：单一栽培限制有益细菌、真菌和昆虫的存在，导致生态系统退化。由于许多土壤细菌和真菌以及它们所吸引的较大土壤动物的宿主特异性，大规模单一种植也降低土壤生物多样性，促成土传疾病的传播和表达。

#### 评估土壤生物多样性

40. 世界许多地区的土壤生物多样性状况和土壤生物分布情况基本上仍是未知的。各国以不同方式评估了土壤生物多样性的现状和趋势，包括科学知识、农民的创新和实践、土著和传统知识以及制图。总体而言，迫切需要对全球土壤生物多样性评估进行协调和投资。

#### 制定政策

41. 虽然人们大都熟悉地上生物多样性，并根据国家和全球法律法规对其进行保护管理，但类似保护活动很少涉及土壤生物多样性。保护地上生物多样性常常不足以保护土壤生物多样性。地上生物多样性和地下生物多样性由不同的环境驱动因素形成，不一定相互关联。它们需要量身定制的保护、养护和恢复，因为它们相互关联但同时又截然不同。

42. 为了进一步促进土壤生物多样性的保护和可持续利用，需要制定长期监测和标准化取样和分析规程。在全球合作之下，这将有助于整编大型数据集，积累土壤生物多样性的定量和功能意义的科学证据。

43. 虽然一些国家建立了土壤生物多样性指标和监测工具，但多数国家缺少知识、能力和资源来实施土壤健康原则，采用最佳做法增强土壤生物多样性。

44. 报告提出如下一些主要建议：

(a) 土壤生物多样性需要反映在国家报告及国家生物多样性战略和行动计划中；

(b) 农民和土地使用者应采用可持续的土壤管理做法，防止和尽量减少土壤生物多样性的丧失；

(c) 土壤修复和生态系统恢复计划需要考虑土壤健康和土壤生物多样性；

(d) 需要促进必要转变，从使用土壤健康传统物理和化学指标到包括生物指标；

(e) 需要建立全球标准化采样和分析规程以便整编大型数据集；

(f) 加强部门间和机构间合作，探索协同作用，避免重复或分散，因为土壤政策可能由不同部委负责；

(g) 需要通过政策和城市规划将土壤生物多样性纳入可持续土壤管理和生态系统恢复计划，减少城市对土壤生物多样性的威胁，保证人们拥有健康的土壤。这可以通过增强不同物种的生境并让生物量自然分解来实现。



附件二

保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划草案

一. 导言

45. 自保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议发起以来，已经发布大量有关土壤及其生物多样性的新的科技和其他类型的知识。

46. 保护和可持续利用土壤生物多样性国际倡议 2020-2030 年行动计划是参考倡议的审查结果、《世界土壤资源状况》报告<sup>32</sup> 以及联合国粮食及农业组织（粮农组织）和政府间土壤技术小组编写的《土壤生物多样性知识状况：现状、挑战和潜力》报告<sup>33</sup> 的初步结论编写的。

47. 改善土壤及其生物多样性管理，可为所有依赖土壤的部门包括林业和农业提供解决办法，同时还能增加碳储存，改善水和养分循环，减轻污染。土壤生物多样性取决于气候、矿质土壤和植被类型，反过来，这种生物多样性也对土壤有影响。为了保持土壤的生物多样性，必须保持或恢复其物理或化学性质。土壤生物多样性是改善土壤质量和功能的重要杠杆，研究、监测和管理工作的重点是提高土壤生物多样性，而不仅仅是土壤质量。土壤生物多样性不仅对改善土壤健康至关重要，<sup>34</sup> 而且对植物、动物和人类健康也至关重要。

48. 然而面对气候变化、土地退化、生物多样性丧失、对水和粮食生产的需求增加、城市化和工业发展，土壤是世界上最脆弱的资源之一。因此为了保护土壤和景观，必须防止土地利用变化相关人为驱动因素造成的土壤生物多样性丧失，如火、单一作物种植、<sup>35</sup> 不当和过度使用农用化学品、土壤污染、土壤封闭、土壤压实、集约耕作、毁林和引入入侵物种。

49. 本行动计划提出了全球优先事项，支持将土壤生物多样性因素纳入 2020 年后全球生物多样性框架，纳入各生产部门内和各生产部门间。

50. 本行动计划的要素确认将土壤生物多样性纳入各部门主流的重要性，并确认需要采取综合办法，更好地处理保护和可持续利用土壤生物多样性通常所涉经济、环境、文化、社会因素间复杂的相互作用。本行动计划体现的另一个要素是重视实地执行，适当考虑当地情况和特点，而提高认识、分享知识、能力建设和研究仍然是确保更好了解土壤生物多样性对可持续性的作用的关键。

---

<sup>32</sup> 联合国粮食及农业组织和政府间土壤技术小组(2015)，《[世界土壤资源状况——主要报告](#)》，罗马。

<sup>33</sup> CBD/SBSTTA/24/INF/8。

<sup>34</sup> 土壤健康的定义是：“土壤作为一个生命系统发挥作用的能力。健康的土壤维持着一个多样化的土壤生物群落，有助于控制植物疾病、昆虫和杂草害虫，与植物根系形成有益的共生关系，循环利用必要的植物养分，改善土壤结构，对土壤水分和养分保持能力产生积极影响，最终提高作物产量”。粮农组织，2011，《节约与增支：小农作物生产可持续集约化决策者指南》，ISBN 978-92-5-106871-7112。

<sup>35</sup> McDaniel, M.D., Tiemann, L.K. 和Grandy, A.S. (2014)，农作物多样性是否提高土壤微生物生物量和有机质动态？荟萃分析，《生态应用》，24, 560-570。

51. 本行动计划是根据第 [14/30](#) 号决定，由粮农组织、全球土壤伙伴关系秘书处和生物多样性公约秘书处协商其他伙伴和相关专家后共同编写的。

## 二. 目的和目标

52. 《世界土壤资源状况》报告认定土壤功能面临 10 种严重威胁，土壤生物多样性的丧失被认定为其中之一，报告强烈建议就此采取行动。《可持续土壤管理自愿准则》<sup>36</sup> 为采取政策、研究和实地行动扭转土壤多样性丧失提供了一个框架。

53. 本行动计划的目的是支持缔约方、其他国家政府、土著人民和地方社区、相关组织和倡议加快和扩大努力，保护和可持续利用土壤生物多样性，评估和监测土壤生物，以促进土壤生物的保护、可持续利用和/或恢复，应对威胁土壤生物多样性以及所有陆地生态系统的挑战。

54. 本行动计划的总体目标是将土壤生物多样性科学、知识和了解纳入各级政策的主流，促进协调一致的行动，以保障和促进对维系地球生命至关重要的土壤生物多样性及其生态系统功能和服务的保护和可持续利用。实现这一目标将确保土壤生物多样性得到恢复，继续提供全方位的功能。还将正式促进可持续的土壤管理做法，既增强土壤生物多样性，又提高受控生态系统的生产力。

55. 本行动计划的具体目标是帮助缔约方、相关组织和倡议：

(a) 在地方、次国家、国家、区域和全球各级执行一致和全面的土壤生物多样性保护和可持续利用政策，将这些政策纳入部门和跨部门计划、方案和战略的主流，包括农业和粮食安全、环境、气候变化、污染、土地退化、生态系统恢复、植物、动物和人类健康、城市规划；

(b) 鼓励使用可持续的土壤管理做法和现有工具、指南和框架来维护土壤生物多样性，鼓励知识转让，使妇女、土著人民和地方社区以及所有利益攸关方，包括农民、林业人员、土地管理人员和城市社区能够利用土壤生物多样性为其生计带来的好处，同时考虑到国情、土地利用类型、地理区域和边缘化社区的脆弱性；

(c) 促进公共和私营部门对土壤生物多样性多重惠益和用途的教育、认识和发展能力，分享知识和改进决策工具，通过协作、土著人民和地方社区传统知识的代际传承、伙伴关系等方式促进参与，采取切实可行的行动来避免、减少或扭转土壤生物多样性的丧失；

(d) 制定标准规程用于评估土壤生物多样性的现状和趋势，监测所有区域的活动，填补知识空白，促进相关研究。

56. 本行动计划有助于实现可持续发展目标，特别是目标 2、3、6、13、14、15；2020 年后全球生物多样性框架；2050 年生物多样性愿景；《粮农组织农业各部门生物多样性主

---

<sup>36</sup> <http://www.fao.org/documents/card/en/c/5544358d-f11f-4e9f-90ef-a37c3bf52db7/>。

流化战略》；<sup>37</sup> 其他公约和多边环境协定下的目标、承诺和倡议，包括三项里约公约、《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》，《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》和《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》。

### 三. 范围和原则

57. 本行动计划的范围侧重于农业景观和其他受控生态系统——包括森林、草原、农田、湿地、热带草原、沿海地区以及城市和近郊区环境——中的土壤。这一范围广泛而深远，依情况而定，以确保符合具体情况和农民类型，根据国家目标和直接受益者的需求确定行动的优先次序。

58. 秘书处、粮农组织及其全球土壤伙伴关系与政府间土壤技术小组、全球土壤生物多样性倡议、联合国防治荒漠化公约科学与政策联系平台、学术和研究机构、捐助机构、私营部门以及相关组织、土地所有者和土地管理者、农民、土著人民和地方社区以及民间社会合作，继续将本倡议作为《公约》的一项跨领域倡议加以执行。

59. 本行动计划与 2020 年后全球生物多样性框架、联合国生态系统恢复十年、《2030 年可持续发展议程》及其可持续发展目标、《巴黎协定》<sup>38</sup> 和土地退化零增长目标挂钩，可以实现旨在改进可持续土地使用制度和做法的土壤生物多样性进程的多重共同惠益。

60. 本行动计划遵循生态系统办法的原则，<sup>39</sup> 这些原则旨在提供与可持续和生产性生态系统相关的更好的生物、物理、经济和人类互动。

61. 本行动计划的重点是改善生计，执行适合当地情况的统筹和整体解决办法，发展协同作用，更好地研究、监测和评估土壤生物多样性，同时确保多利益攸关方的参与。

62. 粮农组织将协助执行本行动计划，并打算将土壤生物多样性活动与粮农组织的其他相关活动以及区域和国家办事处更密切结合起来，以便创造协同作用，提供更大支持。本行动计划在国家和区域层面的充分执行将取决于资源的可得性。

### 四. 优先全球行动

63. 为支持在所有层面执行一致和全面的土壤生物多样性保护和可持续利用政策，特确定以下优先全球行动：

(a) 制定规程，遵循标准方法、手段和工具，确保在世界各地更准确地收集土壤生物多样性数据；

---

<sup>37</sup> <http://www.fao.org/3/ca7175en/ca7175en.pdf>。

<sup>38</sup> 联合国，《条约汇编》，登记号 I-54113。

<sup>39</sup> 第 V/6 号决定。

(b) 将土壤生物多样性列为土壤描述调查的一个重要组成部分，动用各种工具包括最先进的方法和技术而为之；

(c) 建立监测网络，评估和跟踪多种土壤分类群或单元的丰度和多样性以及土壤生物多样性及其功能的变化；

(d) 根据从所有区域实地评估中获得的信息汇编编写土壤生物多样性全球评估；

(e) 在“一体健康”概念框架下实施与提供关键生态系统服务相关的土壤生物多样性可行指标；<sup>40</sup>

(f) 促进土壤生物多样性，将其作为一种基于生态系统的办法，以应对诸多挑战，如改善土壤有机碳固存，防控和抑制土传疾病，增强土壤养分，加强粮食安全和保障，减轻污染；

(g) 与联合国国际生态系统恢复十年合作，努力恢复退化的土壤及其多功能性，包括利用恢复后的密封区和退化的农业区进行粮食生产，在可行情况下避免向自然区扩展；

(h) 通过粮农组织和全球土壤伙伴关系等区域和全球平台提供的可加以利用的现有渠道，鼓励提高对土壤生物多样性及其功能和服务的重要性的认识。

## 五. 主要要素和活动

64. 本行动计划包括缔约方和其他国家政府与相关组织合作在自愿基础上酌情采取的四项主要要素：

- (a) 政策一致性和主流化；
- (b) 鼓励使用可持续的土壤管理做法；
- (c) 提高认识、分享知识、能力建设；
- (d) 研究、监测、评估。

### 要素 1：政策一致性和主流化

#### 基本原理

土壤生物多样性的丧失是一个跨领域问题，设计政策时不仅要考虑到可持续农业的背景，还要考虑到跨部门的因素。需要制定适当和一致的国家政策，以提供有效和有利的环境，支持土著人民和地方社区以及所有相关利益攸关方的活动，包括土地使用者、农民、小农和农家、土地管理者、林业人员、私营部门、民间社会和其他相关利益攸关方。包容

---

<sup>40</sup> <https://www.who.int/features/qa/one-health/en/>。

性政策如能考虑到土壤生物多样性，将农业、粮食生产、林业、人类健康、文化、精神和环境政策联系起来，可以提供多种惠益。

## 活动

**1.1** 将土壤生物多样性的保护、可持续利用和管理纳入农业、林业和其他相关部门的主流，支持在地方、次国家、国家、区域和全球各层面制定和执行一致和全面的土壤生物多样性保护、可持续利用和恢复政策；

**1.2** 促进维护和倡导土壤生物多样性重要性及其实际应用的活动，将这些活动纳入更广泛的粮食安全、生态系统恢复、适应和减缓气候变化以及可持续发展的政策议程，包括2020年后全球生物多样性框架和可持续发展目标；

**1.3** 促进实施可持续土壤管理，<sup>41</sup> 以此作为促进统筹和整体解决办法的手段，承认地上一地下生物多样性相互作用和地方社区及其知识和做法的关键作用，考虑当地情况和参与性的综合土地使用规划；

**1.4** 采用综合生态系统办法，保护和可持续利用土壤生物多样性，加强农业生态系统功能，同时酌情考虑传统农业做法；

**1.5** 制定政策和行动，把土壤生物多样性置于所有陆地生态系统和受控系统包括保护区的核心，作为恢复包括城市土壤在内的退化生态系统土壤多功能性的重要资产；

**1.6** 制定政策，为实施促进或增加土壤生物多样性的做法的生产者或财产所有者提供经济激励；

**1.7** 探讨土壤生物多样性与人类健康、营养膳食、污染物暴露（包括农药和兽药）以及提供粮食生产以外的生态系统功能和服务之间的联系；

**1.8** 加强科学证据、保护做法、农民—研究界做法以及土著人民和地方社区传统知识之间的协同作用，更好地支持政策和行动；

**1.9** 推广各种方式方法，克服障碍，将可持续土壤管理与土地保有权、土地用户权利（特别是妇女权利）、土著人民的集体权利、水权、性别平等、获得金融服务和教育方案挂钩，同时承认土著人民和地方社区及其知识和做法的重要贡献；

**1.10** 倡导在国家、区域和全球层面使用和实施现有工具和指南，如粮农组织《可持续土壤管理自愿准则》、<sup>42</sup> 粮农组织《修订版世界土壤宪章》、<sup>43</sup> 《农药管理行为守则》<sup>44</sup> 和《肥

---

<sup>41</sup> <http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>。

<sup>42</sup> <http://www.fao.org/3/a-bl813e.pdf>。

<sup>43</sup> <http://www.fao.org/documents/card/en/c/e60df30b-0269-4247-a15f-db564161fee0/>。

<sup>44</sup> <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/pests/code/en/>。



料可持续使用和管理国际行为规范》；<sup>45</sup>《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》；<sup>46</sup>

**1.11** 确保土壤生物多样性在国家报告及国家生物多样性战略和行动计划中得到适当反映。

## **要素 2：鼓励使用可持续的土壤管理做法**

### **基本原理**

农民、林业人员、土地管理者、土著人民、地方社区和所有相关利益攸关方采取的管理做法和土地使用决定影响生态过程，包括土壤-水-植物的相互作用。人们越来越认识到，农业、传统农业和其他管理系统的可持续性取决于现有自然资源包括土壤生物多样性的最佳利用。要提高可持续性，就要优化利用和管理土壤肥力和土壤物理性质，而土壤肥力和土壤物理性质部分取决于土壤生物过程和土壤生物多样性。需要在实地解决土壤生物多样性丧失的直接和间接驱动因素，并需要在农场和林业层面以及整个生态系统中给予特别关注。

### **活动**

**2.1** 促进改善土壤健康和提高土壤生物的丰度和多样性，同时通过可持续的做法改善其食物、水和生境条件，例如保持足够的土壤有机质含量和土壤微生物生物量，提供足够的植被覆盖，使用有机肥，尽量减少土壤扰动和耕作、尽量减少使用导致有毒产品积累和影响土壤微生物群落的除草剂，恢复退化的土壤以增加景观连接和生产区；

**2.2** 定期制定、加强和实施基于科学的风险评估程序，考虑到兽药（如抗生素<sup>47</sup>）、农药和农药包衣种子、污染物、杀生物剂和其他污染物的实地实际暴露和长期影响，为风险管理决策提供信息，限制或尽量减少污染，促进明智地使用兽药、化肥和农药（如杀线虫剂、杀真菌剂、杀虫剂和除草剂），加强土壤生物多样性的保护、人类健康和福祉；

**2.3** 确保所有相关利益攸关方能够获得政策、工具和有利条件，例如获得技术、创新和资金以及在实地促进土壤生物多样性保护和可持续利用的传统做法，同时考虑到妇女、青年、土著人民、地方社区和利益攸关方在执行本倡议中的充分和有效参与；

**2.4** 鼓励田间轮作、间作、覆盖作物、混合作物、添加粪肥、生物炭或生物固体等有机物、保护田边和生物多样性保护区的多年生植物；

---

<sup>45</sup> <http://www.fao.org/3/ca5253en/ca5253en.pdf>。

<sup>46</sup> <http://www.fao.org/3/i2801e/i2801e.pdf>。

<sup>47</sup> 例如牲畜用的抗生素能渗入土壤。

**2.5** 促进特定地点受污染土壤的修复；<sup>48</sup> 选用对生物多样性风险较小的办法，同时探索使用地方性微生物的生物修复战略；

**2.6** 防止外来入侵物种的引入和传播，尽量减少其对土壤生物多样性造成的直接和间接风险，监测已建群物种的扩散情况；

**2.7** 采用可持续的土壤管理做法，保护和养护提供重要生态系统服务的土壤，特别是那些具有高度生物多样性或农业适宜性的土壤；

**2.8** 推广有助于保持和促进富碳土壤（如泥炭地、黑土和永久冻土）的复原力的可持续的土壤、水和土地管理做法；

**2.9** 推广有助于实现土地退化零增长的可持续的土壤、水和土地管理做法；

**2.10** 推广基于生态系统的办法，避免导致土壤侵蚀、地表覆盖物消失以及土壤水分和碳流失的土地利用变化，实施缓解措施以缓和退化；

**2.11** 推广基于生态系统的办法，保护和恢复具有高土壤固碳潜力的生态系统和有助于适应气候变化和减少灾害风险的生态系统（如河岸植被缓冲带、分水岭、流域盆地和洪泛平原、湿地和沿海地区）的土壤生物多样性并避免发生退化；

**2.12** 推广基于生态系统的办法，保护和恢复能够复原长期碳汇容量的生态系统的土壤生物多样性并避免退化，最大限度地发挥边缘和退化土地的固碳潜力。

### **要素 3：提高认识、分享知识、能力建设**

#### **基本原理**

提高认识和了解，对于开发推广保护和可持续利用土壤生物多样性和生态系统管理的改良做法至关重要。需要进行协作，确保广大利益攸关方，包括妇女、青年、小农、土著人民和地方社区以及相关机构和组织的充分有效参与和反馈，形成有效的行动和协作机制。需要加强能力促进综合和多学科办法，确保保护、可持续利用和加强土壤生物多样性。这将进一步改善信息流动和行为者之间的合作，确定最佳做法，促进知识和信息共享。

#### **活动**

**3.1** 提高对土壤生物多样性在农业、林业和其他受控系统中的作用以及对土地管理做法、生态系统和环境健康的影响的认识；

**3.2** 提高对特定农业生态系统和自然环境中土壤生物多样性下降的后果的认识，让农民、牧场主、推广工作者、林业工作者、非政府组织、学校、大众媒体、消费者组织等主要利益攸关受众群体了解土壤生物多样性对健康、福祉和生计的价值；

---

<sup>48</sup> 应认识到特殊土壤为特定土壤生物群创造环境的重要性(例如天然极端酸性或碱性土壤、天然高盐土壤、含有大量稀有元素的天然土壤)。虽然它们不一定是高产或高生物多样性的土壤，但它们充当了重要群落的宿主，等于储备了无数基因，其中可能含有未知的、适应的生物体，在未来可能有用，因此值得保护。

**3.3** 加强对土地使用和土壤管理做法的影响的了解，将其作为农业和可持续生计战略的一个组成部分，包括其经济估值，并制定模式，将土壤生物多样性纳入农业和粮食生产的真正成本核算；

**3.4** 利用工具和数字技术促进提高认识和分享知识，促进能力建设和相互学习，包括在地方和实地层面开展同行互教互学等合作活动，推广所有土地管理活动土壤生物多样性最佳评估、管理和监测做法；

**3.5** 更新专业人员的经济学、农学、兽医学、分类学、微生物学、动物学等教育课程，编制和分发土壤生物多样性培训和信息材料，加强对土壤生物多样性及其生态系统功能和服务的教育和知识；

**3.6** 支持公民科学运动和活动，让相关利益攸关方参与土壤生物多样性的保护和可持续利用活动，包括 2014 年联合国大会设立的 12 月 5 日世界土壤日庆祝活动；<sup>49</sup>

**3.7** 酌情建设和加强农民、牧场主、林业人员、土地所有者、土地管理者、私营部门、科学家、土著人民和地方社区以及弱势社区的能力，以设计和实施可持续土壤管理做法和可持续土壤生物多样性应用，最终促进数据收集；

**3.8** 保护、维护和促进土著人民和地方社区在维持土壤生物多样性、土壤肥力和可持续土壤管理方面的传统知识、创新和可持续做法，促进传统农业知识和科学知识之间的工作机制，根据当地农业生态、社会经济背景和需求实施可持续农业做法；

**3.9** 发展伙伴关系和联盟，支持多学科办法，促进协同作用，确保多方利益攸关方参与可持续土壤管理。

## 要素 4：研究、监测、评估

### 基本原理

评估和监测土壤生物多样性的状况和趋势、土壤生物多样性的保护和可持续利用措施以及这些措施的成果，对于指导适应性管理，保证所有陆地生态系统的运作，包括农业土壤的长期生产力，是至关重要的。评估和监测数据需要在全全球范围内进行协调和统一，以便进行有效报告，更好地指导决策进程，尤其是目前缺乏数据的区域。应鼓励学术和研究机构以及相关国际组织和网络开展进一步研究，同时考虑到土壤生物多样性功能、区域土壤多样性和相关传统知识，以弥补知识空白，扩大研究，支持全球、区域、国家、次国家和地方协调一致的监测努力。

### 活动

**4.1** 提高分类能力，满足不同区域的分类评估需求，设计有针对性的战略以弥补现有的空白；

---

<sup>49</sup> 见 2014 年 2 月 7 日联合国大会关于世界土壤日和国际土壤年的第 [68/232](#) 号决议。

**4.2** 促进进一步研究，以确定将土壤生物多样性应用纳入农作系统的方法，将其作为提高产量和促进统一研究、数据收集、管理和分析、样品储存管理规程的努力的一部分；

**4.3** 促进进一步研究，以确定气候变化和潜在适应措施及减缓工具土壤对生物多样性的风险，包括关键物种及其生境的潜在损失，以及土壤生物群在更广泛的生态系统复原力和恢复中的作用，支持制定气候变化、生物多样性保护、粮食安全、基于自然的解决办法、土壤和水处理以及公共卫生等相关领域的公共政策计划；

**4.4** 促进对虫害管理的进一步研究和分析，因为虫害管理与土壤生物多样性提供的功能和服务直接相互作用，同时考虑到农药对土壤生物的负面影响，支持开发更可行和可持续的替代品；

**4.5** 在可行的情况下量化农业和其他受控生态系统中的土壤生物多样性缺陷，采用一致和可比的规程来支持决策，确定最有效的干预措施；

**4.6** 促进研究、信息管理和传播、数据收集和处理、知识和技术转让，包括现代地理空间技术和联网；

**4.7** 动员有针对性的参与性的研究和开发，确保性别平等、增强妇女权能、青年和性别敏感的办法，保证土著人民和地方社区充分有效地参与研究和开发的所有阶段；

**4.8** 开发和应用各种工具，评估所有区域的土壤生物多样性状况，利用一系列现有工具，从传统的大生物和土壤动物群观察、国家统计、土壤调查，到尖端方法和新技术，例如用于快速物种识别的 DNA 技术和卫星图像，弥补各级知识的空白；

**4.9** 通过监测进程建立区域、国家、次国家和地方视觉图、地理参考信息系统和数据库，生成国家和区域两级的土壤生物多样性、土壤多样性和土壤退化数据集，显示土壤生物多样性和作物特有脆弱性的现状和趋势，为决策提供支持；

**4.10** 根据《生物多样性公约》第 8 (j) 条和第 8 (h) 条，采取跨学科方法，促进信息和数据的传播和交流，确保所有决策者和利益攸关方都能获得可靠和最新的信息；

**4.11** 鼓励制定标准基线和指标，组织国家层面的土壤生物多样性监测活动，监测从微生物到动物的广泛土壤生物，也监测实地土壤管理干预措施的有效性；

**4.12** 鼓励和支持开发可在世界各地直接得到的基于社区的监测和信息系统或简化评估方法和工具，用于测量土壤生物多样性；

**4.13** 汇编、综合和分享从实践和案例研究中得到的在农业中实施对土壤可持续性有积极影响的可持续土壤管理做法的经验教训。

## **六. 保护和可持续利用土壤生物多样性方面的辅助指南、工具、组织和倡议**

65. 《公约》下开发的相关指南和工具，以及伙伴和相关组织及倡议开发的指南和工具，如粮农组织编写的《可持续土壤管理自愿准则》和《世界土壤宪章》等，将刊登在信息交换所机制。

---