

· 专刊导读 ·

土壤管理与可持续利用 ——献给 2015 国际土壤年及《中国农业科学》创刊 55 周年

Soil Management and Sustainable Use of Soils —Celebration for 2015 International Year of Soil and the 55th Anniversary of *Scientia Agricultura Sinica*

武雪萍¹, 徐明岗¹, 潘根兴²

(¹中国农业科学院农业资源与农业区划研究所/耕地培育技术国家工程实验室, 北京 100081; ²南京农业大学农业资源与生态环境研究所, 南京 210095)

土壤是地球自然体, 是地球上所有生态系统的自然支撑和生物屏障, 调节着地球表层系统过程, 并为全人类提供生态系统服务。人类首先利用土壤于农业生产, “民以食为天, 食以土为本”, 自古以来认定土壤是农业生产的基石, 是粮食安全的保障。土壤管理是保障农业可持续发展的重要基础措施^[1], 而可持续土壤管理是通过良好土地利用方式和培育管理措施定向提升土壤质量, 进而保障和提高土壤的生产能力——作物产量和质量, 并改善生态系统服务, 促进环境和生态安全。

我国耕地质量整体偏低^[2-5], 根据农业部 2014 年发布的《全国耕地质量等级情况公报》和 2013 年发布的第二次全国土地调查数据, 耕地基础地力对粮食产量的贡献率为 50%左右, 低于欧美等国 20—30 个百分点。中低产田占 2/3, 坡耕地约占 40%, 土壤养分失衡比较普遍。从复种指数看, 我国耕地利用强度是美国的 2.2 倍、印度的 3.3 倍。长期过度开发和不合理的土壤管理方式导致严重的土壤退化, 如西北地区水土流失及次生盐渍化, 东北地区黑土层变薄、土壤有机质下降, 南方红壤酸化, 设施菜地土壤盐渍化和连作障碍等退化问题日益突出; 部分耕地已经受到重金属中、重度污染不宜种粮食作物^[2], 严重影响到农田可持续利用, 威胁国家粮食安全、食品安全、水安

全和生态环境安全^[6]。因此, 农业土壤的可持续管理不但是我国重大的现实需求, 也是我国社会可持续发展的长远任务。

2004 年以来的历次中央一号文件中, 有 9 次将耕地质量提到国家治理的首要任务高度。特别是 2015 年中央一号文件头条提出了“加强耕地质量保护与提升”。国务院总理在相关会议报告中强调“通过实施深松耕地、秸秆还田、施用有机肥等措施, 恢复并提升地力”; 2015 年 7 月 11 日在“土壤与生态环境安全”高层论坛上, 农业部领导明确提出, 将“稳产量、强产能、可持续”和实现“三个安全”, 即粮食及主要农产品有效供给安全、农产品质量安全、农产品产地资源环境安全作为我国农业的核心目标任务, 强调提高综合生产能力和可持续发展能力, 做到“藏粮于土”^[2]。中国科学院南京土壤研究所赵其国院士建议^[3], 应以“人地和谐, 地力常新, 安全健康, 永续利用”为土壤保护的出发点, 构建具有我国特色的“土-水-气-生-人”一体化的土壤圈研究体系, 全面实施土壤保护战略。因此, 采取合理的土壤管理措施, 培育农田地力, 实现农田可持续利用意义重大。

长期以来, 我国政府始终把提升耕地质量作为保证国家粮食安全的战略任务, 高度重视农田地力培育和土壤质量提升。近年来国家持续加大投入, 实施新

收稿日期: 2015-10-16; 接受日期: 2015-11-20

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201203030)

联系方式: 武雪萍, E-mail: wuxueping@caas.cn. 通信作者徐明岗, E-mail: xuminggang@caas.cn; 通信作者潘根兴, E-mail: pangengxing@aliyun.com

增千亿斤粮食生产能力规划和科技创新工程, 加强高标准农田建设, 为粮食十一年连增发挥了重要作用。土壤研究领域针对区域土壤有机质下降快, 有机肥与无机肥施用比例失调, 耕层土壤物理性状变劣, 养分非均衡化等问题, 开展了大量的土壤肥力培育技术研究, 为提升土壤质量和粮食高产稳产发挥了重要的科技支撑作用。当前, “十八届五中全会”将生态文明思想进一步提高到绿色发展的高度, 我国土壤的可持续管理不但事关农业生产的可持续发展, 而且事关“绿水青山就是金山银山”的生态和环境可持续发展。我国的土壤管理在已取得成效的基础上, 在提升耕地质量、在治理污染保障环境安全上以及在防治退化、促进生态安全等方面任重道远。

土壤管理与农田地力培育: 主要致力于土壤地力培肥、土壤改良、平衡施肥、精准施肥等基础研究与应用技术, 围绕施肥措施(有机肥、秸秆还田、平衡施肥)、耕作栽培措施(少免耕覆盖、轮作、间作套种等)、生物改良措施(种植耐旱植物、牧草、绿肥等)以及化学改良措施(保水剂、水肥调理剂等), 开展了有机质和养分快速提升技术^[7-9]、旱地耕层快速熟化技术、保护性耕作及覆盖保水技术^[10-11]等研究。在土壤地力演变、土壤培育培肥、中低产田改良、土壤肥料信息系统与养分精确管理、保护性耕作与水肥资源高效利用等方面积累了大量的基础理论和科研成果, 形成了一大批成熟技术。

土壤管理与退化防治: 针对我国生态脆弱区存在的土壤早薄化、沙化、盐渍化与酸化、结构与生物功能退化等问题, 开展了土壤水肥调节^[12-13]、土壤结构改善^[14]、土壤酸化防治、土体构建与培肥、盐碱改良^[15]等研究, 研发了表土控蚀的覆盖固土制剂与技术; 土壤早薄化阻控制剂与水肥等功能调控技术; 土壤酸化阻控制剂与生物-化学调节技术; 新土体构建组配技术等, 形成了一批规范化土壤退化阻控关键技术体系, 达到构建新土体、增加土壤生物活性、保水保肥, 调节土壤水、肥、气、热状况的目的, 综合提升了我国生态脆弱地区土体稳定性, 增强了土壤生态服务功能与土地生产能力。

土壤管理与环境质量保护: 以区域土壤污染物减量化、资源化、无害化为原则, 从资源高效利用与土壤环境质量保护的角度出发, 重点针对土壤残留农药、有机农膜、重金属与化肥污染等问题, 开展了农田土壤污染元素迁移、转化与修复等研究^[16-18]; 土壤修复剂与调理剂等环保生物和化学新材料技术

等研究^[19-20]; 通过采用生物、水、肥、耕作等管理调控技术进行污染阻断, 强化了土壤环境系统自身抗污净化功能, 提高了系统自然修复机制, 促进了农业生态系统水-土-生物-大气圈层营养物良性循环。

随着全球人口不断增长, 水土资源日益短缺和全球环境变化日益严峻, 服务于农业和生态环境可持续发展的土壤科学也面临新挑战^[21-23]。我国粮食安全基础不牢, 靠天吃饭的局面没有根本改变, 土壤退化问题直接威胁粮食安全。土壤有机质是土壤结构的关键物质, 是土壤的最关键属性, 是土壤质量的核心^[24]。我国土壤肥料长期定位试验结果表明, 有机肥和无机肥配合施用, 土壤有机质增加明显, 15年后增加1倍以上^[25]。因此, 采取合理的措施, 实现可持续土壤固碳和农田有机质提升。改良和培肥土壤、稳定土体结构、加厚土壤耕作层、保持土壤地力、提高土壤质量是土壤持续利用和农业可持续发展的战略性重要工作^[26-27], 今后应重点加强耕地质量提升、土壤退化防治和现代土壤管理技术等研究, 全面提升我国农业生产综合能力, 确保国家粮食安全。

2015年是第68届联合国大会确定的“国际土壤年(International Year of Soils)”, 目的是呼吁全球社会关注世界土壤退化和保障土壤安全。国际土壤年的口号是“健康土壤带来健康生活”, 期望全社会充分认识到土壤对粮食安全与营养、气候变化适应和减缓、生态系统服务、减贫和可持续发展等方面所发挥的突出作用, 并推动可持续土壤资源管理和保护方面的有效政策和行动。2015年也是《中国农业科学》创刊55周年。土、肥、水是农业的重要资源, 其研究一直是农业科学的重要基础性内容。《中国农业科学》一直将土壤及其养分和水的相关研究列为一个重要的栏目, 每年发表的文章占到期刊1/6左右版面, 为中国农业发展起到了显著的科学支撑和信息传播作用。

为了让全社会了解和深刻认识土壤管理在我国农业生产及粮食安全与社会可持续发展中的重大作用, 由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所和南京农业大学等单位牵头策划, 组织全国科研院所和大专院校, 出版了“土壤管理与可持续利用”专刊, 以此献给联合国2015国际土壤年和《中国农业科学》创刊55周年。

本专刊介绍了土壤可持续管理的科学认知和国际动态, 提出了土壤管理与社会可持续发展关系的重要认识; 通过长期施肥与土壤质量及生产力变化、土壤

地力演变与土壤生物、化学和物理质量变化与土壤环境质量变化等相关主题的一系列论文, 分别讨论了土壤管理及其与农业和环境可持续性的关系, 并分析了合理施肥和养分等管理技术改善土壤质量和环境安全的效应等, 提出了分析评价土壤可持续管理的科学方法。这些论文代表了我国土壤学界特别是农业资源与环境科学领域对于土壤质量及其演变的研究, 期望这些论文能为我国土壤管理及可持续利用起到积极的指导和推动作用。同时, 也希望能引起我国科学界、社会和管理部门对土壤资源及质量的关注, 支持和推进我国土壤可持续利用与管理研究和技术发展, 共同构筑我国社会发展的绿色文明基石。

References

- [1] Powelson D S, Gregory P J, Whalley W R, Quinton J N, Hopkins J N, Whitmore A P, Hirsch P R, Gouling K W T. Soil management in relation to sustainable agriculture and ecosystem services. *Food Policy*, 2011, 36: S72-S87.
- [2] 张桃林. 加强土壤和产地环境管理促进农业可持续发展. 中国科学院院刊, 2015, 30(4): 435-443.
Zhang T L. Strengthening soil and environment management of agricultural producing area, promoting sustainable development of agriculture in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2015, 30(4): 435-443. (in Chinese)
- [3] 赵其国, 骆永明. 论我国土壤保护宏观战略. 中国科学院院刊, 2015, 30(4): 452-458.
Zhao Q G, Luo Y M. The macro strategy of soil protection in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2015, 30(4): 452-458. (in Chinese)
- [4] 周健民. 浅谈我国土壤质量变化与耕地资源可持续利用. 中国科学院院刊, 2015, 30(4): 459-467.
Zhou J M. Evolution of soil quality and sustainable use of soil resources in China. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2015, 30(4): 459-467. (in Chinese)
- [5] 陈印军, 杨俊彦, 方琳娜. 我国耕地土壤环境质量状况分析. 中国农业科技导报, 2014, 16(2): 14-18.
Chen Y J, Yang J Y, Fang L N. Analysis of soil environmental quality status of arable land in China. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2014, 16(2): 14-18. (in Chinese)
- [6] 张维理, 徐爱国, 张认连, 冀宏杰. 中国耕地保育技术创新不足已危及粮食安全与环境安全. 中国农业科学, 2015, 48(12): 2374-2378.
Zhang W L, Xu A G, Zhang R L, Ji H J. Shortage of innovative technology for arable land fertility management endangered food security and environmental safety in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 2015, 48(12): 2374-2378. (in Chinese)
- [7] Tian J, Lu S H, Fan M S, Li X L, Kuzyakov Y. Integrated management systems and N fertilization: Effect on soil organic matter in rice-rapeseed rotation. *Plant Soil*, 2013, 372: 53-63.
- [8] Dong W Y, Zhang X Y, Dai X Q, Fu X L, Yang F T, Liu X Y, Sun X M, Wen X F, Schaeffer S. Changes in soil microbial community composition in response to fertilization of paddy soils in subtropical China. *Applied Soil Ecology*, 2014, 84: 140-147.
- [9] He Y T, Zhang W J, Xu M G, Tong X G, Sun F X, Wang J Z, Huang S M, Zhu P, He X H. Long-term combined chemical and manure fertilizations increase soil organic carbon and total nitrogen in aggregate fractions at three typical cropland soils in China. *Science of the Total Environment Journal*, 2015, 532: 635-644.
- [10] Chen R R, Blagodatskaya E, Senbayram M, Blagodatsky S, Myachinah O, Dittert K, Kuzyakov Y. Decomposition of biogas residues in soil and their effects on microbial growth kinetics and enzyme activities. *Biomass and Bioenergy*, 2012, 45: 221-229.
- [11] Lou Y L, Liang W J, Xu M G, He X H, Wang Y D, Zhao K. Straw coverage alleviates seasonal variability of the topsoil microbial biomass and activity. *Catena*, 2011, 86: 117-120.
- [12] Lou Y L, Xu M G, Wang W, Sun X L, Zhao K. Return rate of straw residue affects soil organic C sequestration by chemical fertilization. *Soil & Tillage Research*, 2011, 113: 70-73.
- [13] Meng L, Ding W X, Cai Z C. Long-term application of organic manure and nitrogen fertilizer on N₂O emissions, soil quality and crop production in a sandy loam soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 2005, 37: 2037-2045.
- [14] Zhang X K, Wu X, Zhang S X, Xing Y H, Wang R, Liang W J. Organic amendment effects on aggregate-associated organic C, microbial biomass C and glomalin in agricultural soils. *Catena*, 2014, 123: 188-194.
- [15] Hu W G, Jiao Z F, Wu F S, Liu Y J, Dong M X, Ma X J, Fan T L, An L Z, Feng H Y. Long-term effects of fertilizer on soil enzymatic activity of wheat field soil in Loess Plateau, China. *Ecotoxicology*, 2014, 23: 2069-2080.
- [16] Wu G, Kang H B, Zhang X Y, Shao H B, Chu L Y, Ruan C J. A critical review on the bio-removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: Issues, progress, eco-environmental concerns and opportunities. *Journal of Hazardous Materials*, 2010, 174: 1-8.
- [17] Wei B G, Yang L S. A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China.

- Microchemical Journal*, 2010, 94: 99-107.
- [18] Zhao Y F, Shi X Z, Huang B, Yu D S, Wang H J, Sun W X, Oboern I, Blomback K. Spatial distribution of heavy metals in agricultural soils of an industry-based peri-urban area in Wuxi, China. *Pedosphere*, 2007, 17: 44-51.
- [19] Liu W, Luo Y, Teng Y, Li Z G, Ma L Q. Bioremediation of oily sludge contaminated soil by stimulating indigenous microbes. *Environmental Geochemistry and Health*, 2010, 32: 23-29.
- [20] Zhang Z Z, Su S M, Luo Y J, Lu M. Improvement of natural microbial remediation of petroleum-polluted soil using graminaceous plants. *Water Science & Technology*, 2009, 59: 1025-1035.
- [21] Lin H, Horn R. International Year of Soils: United Nations highlights soil crisis. *Nature*, 2015, 517(7536): 553.
- [22] Bindraban P S, van der Velde M, Ye L M, van den Berg M, Materechera S, Kiba D I, Tamene L, Ragnarsdóttir K V, Jongschaap R, Hoogmoed M, Hoogmoed W, van Beek C, van Lynden G. Assessing the impact of soil degradation on food production. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2012, 4(5): 478-488.
- [23] Chen J, Chen J Z, Tan M Z, Gong Z T. Soil degradation: A global problem endangering sustainable development. *Journal of Geographical Sciences*, 2002, 12(2): 243-252.
- [24] 潘根兴, 陆海飞, 李恋卿, 郑聚锋, 张旭辉, 程琨, 刘晓雨, 卞荣军, 郑金伟. 土壤碳固定与生物活性: 面向可持续土壤管理的新前沿, *地球科学进展*, 2015, 30(8): 940-950.
- Pan G X, Lu H F, Li L Q, Zheng J F, Zhang X H, Cheng K, Liu X Y, Bian R J, Zheng J W. Soil carbon sequestration with bioactivity: A new emerging frontier for sustainable soil management. *Advance in Earth Sciences*, 2015, 30(8): 940-950. (in Chinese)
- [25] 徐明岗, 张文菊, 黄绍敏. 中国土壤肥力演变. 第二版. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015.
- Xu M G, Zhang W J, Huang S M. *The Evolution of Soil Fertility in China. 2nd Edition*. Beijing: Chinese Agriculture Science and Technology Press, 2015. (in Chinese)
- [26] 赵其国. 21 世纪土壤科学展望. *地球科学进展*, 2010, 16(5): 704-709.
- Zhao Q G. Prospects of soil science in the 21st century. *Advance in Earth Sciences*, 2010, 16(5): 704-709. (in Chinese)
- [27] 赵其国, 周生路, 吴绍华, 任奎. 中国耕地资源变化及其可持续利用与保护对策. *土壤学报*, 2006, 43(4): 662-672.
- Zhao Q G, Zhou S L, Wu S H, Ren K. Cultivated land resources and strategies for its sustainable utilization and protection in China. *Acta Pedologica Sinica*, 2006, 43(4): 662-672. (in Chinese)