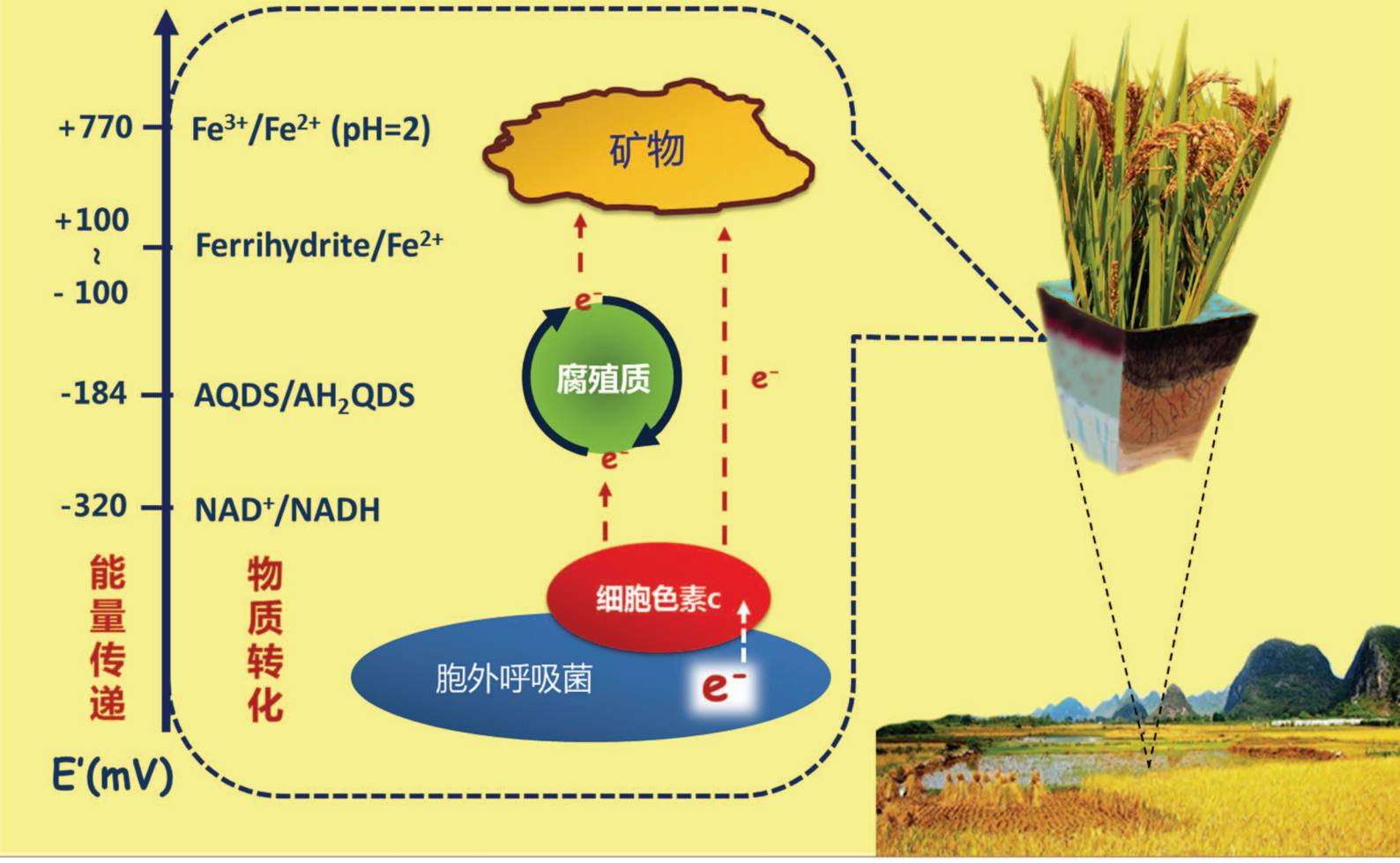
ISSN 0564-3929

Acta Pedologica Sinica 土壤学报

Turang Xuebao



中国土壤学会 主办
科学出版社 出版

2016
第53卷 第2期
Vol.53 No.2

土 壤 学 报

（Turang Xuebao）

第 53 卷　第 2 期　　2016 年 3 月

目　　次

综述与评论

土壤微生物—腐殖质—矿物间的胞外电子传递机制研究进展…… 吴云当　李芳柏　刘同旭（277）

长期施肥对农田土壤氮素关键转化过程的影响…… 王　敬　程　谊　蔡祖聪等（292）

新视角与前沿

土壤学不应忽视对作物土传病原微生物的研究…… 蔡祖聪　黄新琦（305）

研究论文

西安少陵塬黄土—古土壤序列S_3剖面元素迁移及古气候意义 …… 楚纯洁　赵景波（311）

基于盲源分离的稀疏植被区土壤含盐量反演…… 刘　娅　潘贤章　石荣杰等（322）

基于地类分层的土壤有机质光谱反演校正样本集的构建…… 刘艳芳　卢延年　郭　龙等（332）

基于多分辨率遥感数据与随机森林算法的土壤有机质预测研究…… 王茵茵　齐雁冰　陈　洋等（342）

鄂东南崩岗剖面土壤水分特征曲线及模拟…… 邓羽松　丁树文　蔡崇法等（355）

放水冲刷对红壤坡面侵蚀过程及溶质迁移特征的影响…… 马美景　王军光　郭忠录等（365）

汶川震区滑坡堆积体坡面土壤侵蚀率及水动力学参数研究…… 王仁新　何丙辉　李天阳等（375）

咸水冻融灌溉对重度盐渍土壤水盐分布的影响……张　越　杨劲松　姚荣江（388）

基于不同估算方法的贵州省土壤温度状况…… 陆晓辉　董宇博　涂成龙（401）

拉萨灌丛草甸区土壤温度变化特征…… 巩玉玲　王兆锋　张镱锂等（411）

砂土和黏土的颗粒差异对土壤斥水性的影响…… 杨　松　吴珺华　董红艳等（421）

AQDS加速红壤性水稻土中DDT厌氧脱氯效应研究 …… 刘翠英　王　壮　徐向华等（427）

激发式秸秆深还对土壤养分和冬小麦产量的影响…… 赵金花　张丛志　张佳宝（438）

臭氧污染对麦田土壤不同活性有机碳库的影响…… 寇太记　程相涵　张东亮等（450）

黑土区水稻土有机氮组分及其对可矿化氮的贡献…… 丛耀辉　张玉玲　张玉龙等（457）

水土保持措施对红壤缓坡地土壤活性有机碳及酶活性的影响…… 黄尚书　成艳红　钟义军等（468）

祁连山青海云杉林叶片—枯落物—土壤的碳氮磷生态化学计量特征… 赵维俊　刘贤德　金　铭等（477）

基于核酸DNA/RNA同位素示踪技术的水稻土甲烷氧化微生物研究 …… 郑　燕　贾仲君（490）

适应玉米的溶磷细菌筛选及其对玉米生长的影响…… 梅新兰　闪安琪　蒋　益等（502）

旱地红壤线虫群落对不同耕作年限的响应及指示意义…… 王明伟　刘雨迪　陈小云等（510）

西藏“玉米田养鹅”模式下养分吸收与养分平衡特征…… 沙志鹏　张宇阳　王　超等（523）

加工番茄连作对土壤理化性状及微生物量的影响…… 康亚龙　景　峰　孙文庆等（533）

研究简报

CTMAB对BS-12修饰膨润土的复配修饰模式 …… 余　璐　孟昭福　李文斌等（543）

不同机械改土方式对白浆土物理特性及酶活性的影响…… 孟庆英　张春峰　贾会彬等（552）

信息

《土壤学报》2015年度审稿专家名录 ……（560）

封面图片：微生物胞外电子传递：能量传递与物质转化（由吴云当、李芳柏、刘同旭提供）

DOI：10.11766/trxb201511190489

土壤学不应忽视对作物土传病原微生物的研究*

蔡祖聪[1, 2]　黄新琦[1, 2]

（1 南京师范大学地理科学学院，南京　210023）

（2 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心，南京　210023）

摘　要　随着集约化种植程度的提高，管理不善、单一作物连续种植、秸秆还田等因素导致的土传病害日益严重，使作物高产对农药的依赖程度不断提高，对我国农业可持续发展、环境和农产品安全构成了很大的威胁。但是，我国当前土壤学几乎忽视了这一土壤学范畴的研究领域。土传植物病原微生物功能明确，是研究土壤微生物区系和生物多样性与功能、土壤微生物与植物生长、土传病原微生物与拮抗微生物等关系的理想研究对象。土壤学在揭示土传病原微生物的生长规律、控制土传病原微生物数量、发挥拮抗微生物的作用、防治作物土传病害等方面具有独特的优势。深入认识土传病原微生物适宜生长的土壤环境是防控作物土传病原微生物生长，实现农药使用量零增长的基础。解决当前严重的作物土传病害不仅是土壤学的责任和义务，而且可以极大地推动土壤学的发展。

关键词　土传病；土传病原微生物；土壤生物多样性；土壤拮抗微生物

中图分类号　S154　　**文献标识码**　A

农药的使用对减少病虫害导致的作物减产做出了极其重要的贡献，使用农药仍然是我国目前保障粮食安全和蔬菜、瓜果供应不可或缺的措施。但是，农药大量使用也对我国的农产品安全、环境安全和生态安全构成了极大的威胁，引起了全社会的高度重视。农业部为此推出了《到2020年农药使用量零增长行动方案》[1]。土传病害是最主要的作物病害，土传病害的漫延是我国农药使用量持续增加的重要动因。实现到2020年农药使用量零增长目标，首先必须使防控作物土传病害的农药使用量零增长，甚至负增长。土传病害的病原微生物生长于土壤，是土壤生物组成成分，属于土壤学研究范畴。因此，土壤科学工作者有责任，也有能力为防控作物土传病害，为实现到2020年农药使用量零增长做出贡献。土传病原微生物的研究也将促进土壤学的发展。

1　土传病害——一个被土壤学严重忽视了的领域

作物土传病是由生活于土壤中的植物病原性真菌、细菌、病毒和线虫侵染植物根、茎部而发生的病害。作物土传病害极其普遍，如大宗作物水稻、小麦、玉米的纹枯病，马铃薯黄萎病，大豆根腐病，棉花立枯病、黄萎病，甘薯根腐病，烟草猝倒病等，土传病在果树、蔬菜上的发病率更高。近年来，我国作物土传病发病率不断上升，已经严重地威胁作物的高产、稳产和农产品品质，所以，有关土传病害的研究也日益受到重视。在“百链”网上，以“土传病害”为检索词，可以检出3386篇中文期刊论文，585篇学位论文，129篇报纸文章。期刊论文的数量逐年增加，2005年以后增幅更加显著（图1），其中2014年发表论文数达360篇，

* 国家自然科学基金项目（NO. 41301335）和江苏高校优势学科建设工程资助 Supported by the National Natural Science Foundation of China（41301335）and the Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions

作者简介：蔡祖聪（1958—），男，浙江余姚人，教授，主要从事土壤氮素循环和退化土壤修复研究。E-mail：zccai@njnu.edu.cn

收稿日期：2015-11-19；收到修改稿日期：2015-12-04

2015年至10月1日已经发表232篇。

令人意外的是，在这3386篇中文期刊文章中，以学科分类，仅63篇归入到土壤学，占发表论文总数的份额不足2%；以期刊分类，发表在土壤学类中文期刊中的论文更少（图2），在《土壤学报》、《土壤通报》、《植物营养与肥料学报》、《土壤》和《中国土壤与肥料》5 个期刊发表的有关土传病害的论文合计仅30篇，不足发表论文总数的1%。土传病害的病原微生物生活在土壤中，或其生命周期的其中一个阶段生活在土壤中，是土壤微生物的组成部分，土壤微生物更是当前的研究热点，与生产实际密切相关的土传病原微生物研究在土壤学中被忽视到如此的程度令人不可思议。我国当前土壤学研究与生产实际严重脱离的现状，由此也可窥一斑。

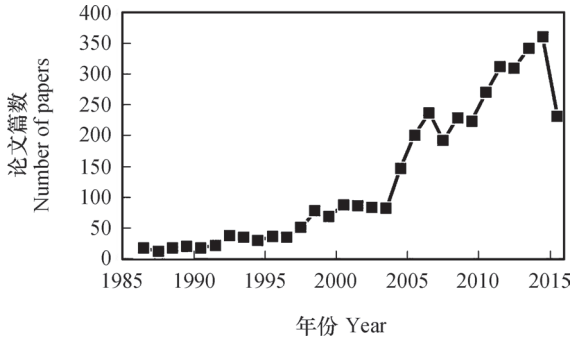


图1 以“土传病害”为检索词，百链网中1986—2015年记录的逐年中文期刊论文数

Fig. 1 Number of papers published in Chinese Journals recorded in BaiLian Website from 1986 to 2015，using soil-borne diseases as key words for search

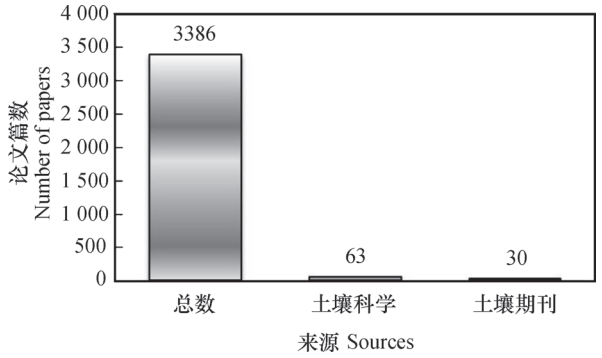


图2 以“土传病害”为检索词，百链网中记录的中文期刊论文总数，其中土壤科学类和在土壤学中文期刊中发表的论文数

Fig. 2 Numbers of papers published in Chinese Journals recorded in BaiLian Website，using soil-borne diseases as key words for search，and those were grouped into soil sciences and published in soil science journals

2 土传病害发病率不断上升的原因分析

近年来，作物土传病害发生率逐年上升，大宗作物、瓜果、蔬菜生产者为了减少作物土传病害导致的产量损失，不断地加大农药的投入，增加农药使用频次。据笔者对种植户的了解，蔬菜等作物用药频次达到每周一次，严重时达到一周二次。农产品农药残留而导致的农药中毒事件时有发生。无论是发病面积还是相对比例，我国是目前世界上作物土传病害发生率最高和最严重的国家。造成我国作物土传病害发生率升高的原因众多，其中以下几个因素可能是最主要的。

2.1 秸秆还田

随着农村燃料、饲料构成、建筑材料等的改变，曾经是农村重要生活和生产资源的作物秸秆成了废弃物。为减少秸秆焚烧对空气的污染，秸秆还田成为主要的处理方式。在全球变化成为全球热点的大背景下，为提高农田土壤的固碳量，秸秆还田也成为科学工作者大力提倡的处理方式。但是，秸秆还田与农药、化肥等的使用相同，均具有二面性。秸秆还田增加土壤有机碳贮量，提高土壤微生物活性，部分归还作物养分，但同时，秸秆携带的大量植物病原菌和虫卵，增加了土传病原微生物的数量和作物发病率[2-4]。遗憾的是，在大力提倡作物秸秆还田的大背景下，科学工作者对秸秆还田不利因素的研究极其有限。

2.2 作物种植强度和种植制度

作物是土传病原微生物的寄主，作物的生长促进土传病原微生物的繁殖；作物收获后，失去了寄主的病原微生物数量将逐渐下降。如图3所示，在传统的种植模式下，作物产量较低，在作物生长过程中，病原微生物的生长繁殖比较缓慢。作物收获后，经过休闲期或非寄主作物生长期，病原微生物数量逐渐下降到原有水平。所以，即使长期种植，病原微生物数量始终维持在作物发病的临界水平以下，作物土传病害发生的可能性较小。在现代种植模式下，作物产量大幅度提高，作物生长期病原微生物的生长和繁殖速率远高于传统种植模式。虽然在休闲期或非寄主作物生长期，病原微生物的数量也将下降，但很难回复到原有水平。随着寄主作物种植时间的延长，病原微生物数量最终超过发病临界值，发生作物土传病害。同一作物连续种植时，因无病原微生物数量的自然衰减过程，在更短的种

植时间内，土传病原微生物的数量即可达到使作物致病的临界水平。所以，单一作物连续种植最容易导致发生作物土传病害[5]。作物土传病害是连作障碍最主要的表现形式。

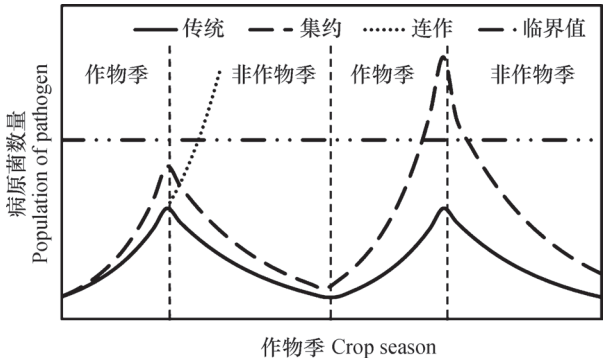


图3　病原微生物数量与寄主作物生长、集约程度及种植制度的关系示意

Fig. 3　Schematics of the effects of traditional and intensive cultivation and monoculture on the population of soil-borne pathogens

目前，我国瓜果、蔬菜种植户中有相当大部分是短期土地租用者，他们往往只掌握一种或有限的几种作物种植技术，为了追求最大经济收益，在租用期内种植同一作物是他们的必然选择。当租用期满时，被租用土地的土壤病原微生物数量往往已经超过发病的临界水平，不适宜于继续种植该种作物。

2.3　土壤退化

在瓜果、蔬菜的大棚种植中，大量施用酸性或生理酸性肥料，土壤酸化、次生盐渍化、养分供应失衡现象极为突出[6]。土壤理化性质退化胁迫作物生长，导致作物生长缓慢、抗病、抗虫能力下降，感染土传病原微生物的机率增加[7]。

2.4　缺乏集约化种植制度下防止土传病原菌传播和扩散的知识

近年来，大棚种植迅速发展，习惯于大田作物种植的农户大量转向大棚种植，但是，他们往往对大棚种植中防止土传病原微生物传播和扩散的重要性认识不足。带病的作物残体随意丢弃现象极为普遍。在传统种植中，水分循环利用是提高水分利用率和流失到地表水体中的养分再利用的有效手段，但在大棚生产中，水分循环利用可能成为土传病原微生物传播、扩散的重要途径。如笔者的调查发现，云南一花卉种植户，将大棚的径流水贮蓄于大棚附近的池塘中，再以该池塘的水作为灌溉水，灌溉水成了重要的病原菌传播源。种植花卉仅仅4年，约13 hm^2大棚全部被病原菌侵染，且池塘淤泥与大棚土壤中的病原菌数量相当。

3　土壤学应该在防治土传病害中发挥主导作用

土传植物病原微生物生活在土壤中或其生命中的某一阶段生活在土壤中。当土传病原微生物侵染作物，进入到作物维管束时，一般的用药方式很难使农药进入维管束杀灭病原微生物。所以，作物一旦发生土传病害几乎很难控制。目前常用的防控作物土传病害的方法[8]：一是土壤灭菌，在作物种植之前，将土传病原微生物数量降低到安全水平；二是在土壤中接种有益微生物，抑制土传病原微生物的活性，甚至杀灭土传病原微生物；三是大量施用有机肥或作物促生素，提高作物抵抗土传病原微生物侵染的能力；四是嫁接或选育抗病品种，抵御土传病原菌的侵害。

土壤灭菌方法包括物理方法、化学方法和强还原方法。物理方法如高温闷棚、蒸汽灭菌、太阳辐射灭菌等[9-11]。蒸汽灭菌较彻底，但需要较高的成本。高温闷棚和太阳辐射灭菌的成本较低，但效果较差，处理的持续时间长。化学灭菌是目前广泛采用的方法。在作物种植之前，使用农药熏蒸土壤，杀灭土传病原微生物，包括病原真菌、细菌和线虫，灭菌效果因使用的农药而异。溴甲烷是高效的土壤熏蒸灭菌农药，但由于其破坏大气臭氧层而被《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》列入禁止使用的农药[12]。强还原土壤灭菌是替代农药熏蒸灭菌而发展起来的方法。该方法不仅具有杀灭病原真菌、细菌和线虫的作用，而且改善土壤理化性质，提高土壤肥力，抑制杂草生长等的作用[13-14]。

根据相生相克原理，在理论上，存在着抑制甚至杀灭每一种病原微生物的拮抗微生物。随着研究的深入，登记注册的拮抗微生物数量日益增加。针对土壤中特定的病原微生物，接种抑制该病原微生物活性，甚至杀灭该病原微生物的拮抗微生物，或使用从拮抗微生物中提取的抗生物质防控作物土传病害是目前研究最为广泛，并寄于很大期望的生物学防控土传病害方法[15-17]。在我国的市场上也

已经出现了大量以有机肥为基质，接种拮抗微生物的商品化生物有机肥。在实际应用中，生物抑菌或灭菌的最大挑战是拮抗微生物在土壤中的存活和繁殖，只有当拮抗微生物在土壤中的数量达到一定水平后，它们才有可能真正发挥抑制甚至杀灭土传病原微生物的作用。

大量使用有机肥、作物生长调节剂或能引起作物系统免疫的微生物[18]，促进作物的生长，增强作物的抗病性，在一定程度上可以减少土传病害造成的损失。这一方法相当于人类的保健措施，可以称之为作物的保健方法。在土传病原微生物数量还不是很大时，这一方法往往能起到较好的防病作用，但在病原微生物严重侵染的土壤中，增施有机肥、作物生长调节剂或能引起作物系统免疫的微生物不足以消除作物土传病害。

在短期内，通过嫁接和培育抗病性强的作物品种可以很好地抵御土传病害，一个成功的案例是西瓜。以南瓜、葫芦等为砧木，嫁接后的西瓜可以大大提高抵抗土传病害的能力[19]。当前，防控香蕉枯萎病主要也依赖于不断培育出的抗病性强的新品种[20]。

综观上述4种方法，在思路上可以分成二类。一是土壤灭菌和接种拮抗微生物，降低土传病原菌数量或活性；二是作物保健和嫁接、培育抗病性强的品种提高作物抵御土传病原微生物侵害的能力。显然，前者在根本上防控作物土传病害，后者在短期内可以取得很好的效果，但存在极为严重的远期风险。病原微生物数量随着寄主作物生长而增长是客观自然规律（图3）。仅仅依靠提高作物的抗病性而抵御土传病原微生物的侵害，当土传病原微生物数量增长到一定程度时，最终必然会出现最强抗病性的作物品种和嫁接作物均无法抵御土传病原微生物侵害的那一天，到那时土传病害的危害将是毁灭性的。事实上，长期种植西瓜的田块，已经出现了嫁接苗均无法抵御土传病害的现象。解决土传病害的根本出路在于将土壤中病原微生物数量控制在对作物安全的范围内。对于土传病原微生物和拮抗微生物赖以生长、繁殖的土壤环境认识不足是当前防控土传病原微生物效果不很理想的最主要原因。为此，必须充分认识土传病原微生物和拮抗微生物的生长、繁殖规律及其需要的土壤环境条件。这是土壤学范畴内的研究领域，土壤科学有责任和义务去揭示土传病原微生物的生长规律及其适宜生长的土壤环境条件，探索通过改变土壤环境条件控制土传病原微生物数量的途径。在土壤环境背景下研究土传病原微生物的生长规律和生长条件，利用改变土壤特性控制土传病原微生物数量，土壤学具有独特的优势。

4 研究土传病原微生物是发展土壤学的契机

土壤学虽然是农业科学中的基础科学，但本质上仍是一门应用科学。在人类社会发展进程中，不断出现与土壤学有关的农业生产、环境保护和生态安全问题，土壤科学工作者在解决这些问题的同时，推动了土壤学的发展。集约化种植中出现的土传病害已经严重地威胁到我国农业生产的可持续性发展。解决集约化种植中的土传病害问题，不仅可以极大地发展适应于集约化农业生产的现代土壤学，特别是现代土壤生物学，而且可以为我国农业的可持续发展，为实现到2020年我国农药使用量零增长目标做出重大贡献。

4.1 土壤微生物多样性与功能的关系

现代生物学技术的快速发展为土壤生物学的研究提供了有效的分析手段，在基因水平上研究土壤微生物多样性成为了现实。由于土壤微生物的同一功能常常有多种微生物参与，所以，研究土壤微生物多样性与功能的关系面临着很大的挑战。例如，即使如土壤的硝化过程，参与的土壤微生物（硝化细菌和硝化古菌）相对比较单一，但仍然难以确定特定条件下参与硝化过程的具体硝化菌种类及其相对贡献[21]。以功能明确的特定土传病原菌为研究对象，将有可能揭示土壤微生物多样性与病原菌侵害作物的关系，进而推进土壤微生物多样性与功能关系的研究。

4.2 土传病原微生物与寄主植物的关系

土传病原菌大多有明确且专一性很强的寄主作物，是土壤微生物与植物相互关系的理想研究对象[22]。当前关于寄主植物与病原菌关系的研究，主要关注：（1）寄主植物根分泌物对土传病原微生物的营养作用；（2）分离鉴定根分泌物中促进病原微生物生长的成分；（3）病原微生物对寄主的侵染途径和过程。显然，寄主植物不仅为土传病原微生物创造营养环境，而且也为土传病原微生物创造适宜生长的土壤物理和化学环境。以土壤学为

背景，可以更加深入、全面地认识寄主植物与病原微生物的相互关系。

4.3　病原微生物与拮抗微生物的关系

几乎每一种土传病原微生物都有与之相克的拮抗微生物，是土壤微生物相生相克的理想研究对象[17]。当前，拮抗微生物抑制土传病原微生物的研究主要集中于筛选拮抗微生物及分离拮抗微生物抑制病原微生物生长的抗生物质方面，这些研究已经取得了长足的进展。但是生产中的应用效果远没有实验室中的那么显著。只有在明确拮抗微生物生长的土壤物理、化学、生物和营养环境的基础上，为接种到土壤的拮抗微生物创造适宜生长的土壤环境条件，它们才有可能在接种的土壤中存活、繁殖，并发挥其抑制甚至杀灭病原微生物的功能。

可以预期，以土传病原微生物为研究对象，土壤学不仅可以为防控作物土传病害、减少农药使用、保障农产品安全和生态环境安全发挥不可替代的作用，对土传病原微生物的深入研究也将极大地促进土壤科学，特别是土壤生物学的发展。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国农业部. 农业部关于印发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》和《到2020年农药使用量零增长行动方案》的通知. http：//www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201503/t20150318_4444765.htm
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China. Notices on action plan of zero increase in fertilizers consumption by 2020 and on action plan of zero increase in pesticide consumption by 2020（In Chinese）. http：//www.moa.gov.cn/zwllm/tzgg/tz/201503/t20150318_4444765.htm

[2] 刘凤艳，龚振平，马先树，等. 秸秆还田对水稻病虫害发生的影响. 黑龙江农业科学，2010（8）：75—78
Liu F Y，Gong Z P，Ma X S，et al. Effect of rice stalks back to field on the occurrence of disease（In Chinese）. Heilongjiang Agricultural Sciences，2010（8）：75—78

[3] 夏艳涛，吴亚晶. 秸秆还田对水稻病虫害及产量影响研究. 北方水稻，2013，43（6）：37—39
Xia Y T，Wu Y J. Research on effect of straws back into field on pests and diseases and yield（In Chinese）. North Rice，2013，43（6）：37—39

[4] 杨丽娟，魏锋，李江伟，等. 秸秆还田对小麦病虫害的影响及防治. 种业导刊，2013（7）：24—25
Yang L J，Wei F，Li J W，et al. The effect of straws back into field on wheat pests and diseases and countermeasures（In Chinese）. Journal of Seed Industry Guide，2013（7）：24—25

[5] Smiley R W，Ingham R E，Uddin W，et al. Crop sequences for managing cereal cyst nematode and fungal pathogens of winter wheat. Plant Disease，1994，78：1142—1149

[6] Cao Z H，Huang J F，Zhang C S，et al. Soil quality evolution after land use change from paddy soil to vegetable land. Environmental Geochemistry and Health，2004，26（2）：97—103

[7] Perez-Brandan C，Huidobro J，Grumberg B，et al. Soybean fungal soil-borne diseases：A parameter for measuring the effect of agricultural intensification on soil health. Canadian Journal of Microbiology，2014，60：73—84

[8] Colla P，Gilardi G，Gullino M L. A review and critical analysis of the European situation of soil borne disease management in the vegetable sector. Phytoparasitica，2012，40：515—523

[9] Gamliel A，Austerweil M，Kritzman G. Non-chemical approach to soilborne pest management-organic amendments. Crop Protection，2010，19：847—853

[10] Katan J. Physical and cultural methods for the management of soil-borne pathogens. Crop Protection，2010，19：725—731

[11] Runia W T，Molendijk L P G. Physical methods for soil disinfestation in intensive agriculture：Old methods and new approaches. Acta Horticulturae，2010，883：249—258

[12] Pizano M，Besri M，Marcotte M，et al. Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer// United Nations Environment Programme（UNEP）2010 report of the Methyl Bromide Technical Potions Committee. 2010 Assessment. 2011. http：//ozone.unep.org/teap/Reports/MBTOC/MBTOC-Assesment-Report-2010.pdf

[13] Momma N，Kobara Y，Uematsu S，et al. Development of biological soil disinfestations in Japan. Applied Microbiology and Biotechnology，2013，97（9）：3801—3809

[14] 蔡祖聪，张金波，黄新琦，等. 强还原土壤灭菌防控作物土传病害的应用研究. 土壤学报，2015，52（3）：469—476
Cai Z C，Zhang J B，Huang X Q，et al. Application of reductive soil disinfestation to suppress soil-borne pathogens（In Chinese）. Acta Pedologica Sinica，2015，52（3）：469—476

[15] Huang X Q，Chen L H，Ran W，et al. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer

could control *Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. Applied Microbiology and Biotechnology, 2011, 91 (3): 741—755

[16] Hol W H G, Bezemer T M, Biere A. Getting the ecology into interactions between plants and the plant growth-promoting bacterium *Pseudomonas fluorescens*. Frontiers in Plant Science, 2013, 4: Art No. 81, DOI: 10.3389/fpls.2013.00081

[17] Daguerre Y, Siegel K, Edel-Hermann V, et al. Fungal proteins and genes associated with biocontrol mechanisms of soil-borne pathogens: A review. Fungal Biology Reviews, 2014, 28: 97—125

[18] Cardinale F, Ferraris L, Valentino D, et al. Induction of systemic resistance by a hypovirulent *Rhizoctonia solani* isolate in tomato. Physiological and Molecular Plant Pathology, 2006, 69: 160—171

[19] Miguel A, Maroto J V, San Bautista A, et al. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of Fusarium wilt. Scientia Horticulturae, 2004, 103 (1): 9—17

[20] Butler D. Fungus threatens top banana. Nature, 2013, 504 (7479): 195—196

[21] Wang B Z, Zhao J, Guo Z Y, et al. Differential contributions of ammonia oxidizers and nitrite oxidizers to nitrification in four paddy soils. ISME Journal, 2015, 9 (5): 1062—1075

[22] Sarma B K, Yadav S K, Singh S, et al. Microbial consortium-mediated plant defense against phytopathogens: Readdressing for enhancing efficacy. Soil Biology & Biochemistry, 2015, 87: 25—33

Soil-borne Pathogens Should not Be Ignored by Soil Science

CAI Zucong[1, 2] HUANG Xinqi[1, 2]

(1 *School of Geography Sciences*, *Nanjing Normal University*, *Nanjing* 210023, *China*)

(2 *Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application*, *Nanjing* 210023, *China*)

Abstract With the rapid development of intensive cultivation, soil-borne diseases of crops are very common and severe in China due to inappropriate management, consecutive monoculture, direct incorporation of crop residues into soil etc. The issue has become one of the main drives of continuous increase in pesticides consumption in order to achieve high crop yields and threatened the sustainable production, food quality, environment and ecosystems safety. However, soil scientists almost ignore the research on soil-borne pathogens. Since the functions of soil-borne pathogens are known, they are ideal objects to explore the influences of soil microbial biodiversity on soil microbial functions, the relationships between host plants and pathogens, between pathogen and antagonistic microbes, and influences of soil physic-chemical properties on the activities of soil microbes. Soil science owns special advantages to understand the growth, production, and functions of soil-borne pathogens because there are components of soil. The understandings of soil environments for the survival and growth of soil-borne pathogens are the basis to control the soil-borne diseases caused by soil-borne pathogens and to realize the zero increase target of pesticide consumption by 2020 in China. Therefore, soil science takes an unavoidable responsibility to control the populations of soil-borne pathogen. Meanwhile, soil science itself will develop greatly with the deep insight into the soil-borne pathogens and solution of crop diseases caused by soil-borne pathogens.

Key words Soil-borne diseases; soil-borne pathogens; soil biodiversity; soil antagonistic microbe

(责任编辑：陈德明)

ACTA PEDOLOGICA SINICA Vol. 53 No. 2 Mar., 2016

CONTENTS

Reviews and Comments
Mechanism of Extracellular Electron Transfer among Microbe-Humic–Mineral in Soils: A Review ····· WU Yundang, LI Fangbai, LIU Tongxu (290)
Effects of Long-term Fertilization on Key Processes of Soil Nitrogen Cycling in Agricultural Soil: A Review ····· WANG Jing, CHENG Yi, CAI Zucong, et al. (303)
Insights and Perspectives
Soil-borne Pathogens Should not Be Ignored by Soil Science ····· CAI Zucong, HUANG Xinqi (310)
Research Articles
Element Migration in S_3 Profile of the Shaolingyuan Loess-Paleosol Sequence in Xi'an and Its Paleoclimatic Implication ····· CHU Chunjie, ZHAO Jingbo (320)
Estimation of Soil Salt Content over Partially Vegetated Areas Based on Blind Source Separation ····· LIU Ya, PAN Xianzhang, SHI Rongjie, et al. (330)
Construction of Calibration Set based on the Land Use Types in Visible and Near-InfRared (VIS-NIR) Model for Soil Organic Matter Estimation ····· LIU Yanfang, LU Yannian, GUO Long, et al. (340)
Prediction of Soil Organic Matter based on Multi-resolution Remote Sensing Data and Random Forest Algorithm ····· WANG Yinyin, QI Yanbing, CHEN Yang, et al. (353)
Characteristic Curves and Model Analysis of Soil Moisture in Collapse Mound Profiles in Southeast Hubei ····· DENG Yusong, DING Shuwen, CAI Chongfa, et al. (363)
Research on Sediment and Solute Transport on Red Soil Slope under Simultaneous Influence of Scouring Flow ····· MA Meijing, WANG Junguang, GUO Zhonglu, et al. (373)
Research on Soil Erosion Rate and Hydrodynamic Parameters of Landslide Accumulation Slope in Wenchuan Earthquake Area ····· WANG Renxin, HE Binghui, LI Tianyang, et al. (386)
Effects of Saline Ice Water Irrigation on Distribution of Moisture and Salt Content in Coastal Saline Soil ····· ZHANG Yue, YANG Jingsong, YAO Rongjiang (399)
Soil Temperature Regime in Guizhou Province Relative to Assessment Method ····· LU Xiaohui, DONG Yubo, TU Chenglong (409)
Characteristics of Variation of Soil Temperature in Shrub Meadow Area of Lhasa ····· GONG Yuling, WANG Zhaofeng, ZHANG Yili, et al. (419)
Soil Water Repellency of Sands and Clay as Affected by Particle Size ····· YANG Song, WU Junhua, DONG Hongyan, et al. (426)
Effect of AQDS Accelerating Anaerobic Dechlorination of DDT in Hydragric Acrisols ····· LIU Cuiying, WANG Zhuang, XU Xianghua, et al. (436)
Effect of Straw Returning via Deep Burial Coupled with Application of Fertilizer as Primer on Soil Nutrients and Winter Wheat Yield ····· ZHAO Jinhua, ZHANG Congzhi, ZHANG Jiabao (448)
Effects of Ozone Pollution on Different Active Organic Carbon Stocks in Wheat Farmland Soil ····· KOU Taiji, CHENG Xianghan, ZHANG Dongliang, et al. (455)
Soil Organic Nitrogen Components and Their Contributions to Mineralizable Nitrogen in Paddy Soil of the Black Soil Region ····· CONG Yaohui, ZHANG Yuling, ZHANG Yulong, et al. (466)
Effects of Soil and Water Conservation Measures on Soil Labile Organic Carbon and Soil Enzyme Activity in Gentle Slope Land of Red Soil ····· HUANG Shangshu, CHENG Yanhong, ZHONG Yijun, et al. (475)
Ecological Stoichiometric Characteristics of Carbon, Nitrogen and Phosphorus in Leaf-Litter-Soil System of *Picea Crassifolia* Forest in the Qilian Mountains ····· ZHAO Weijun, LIU Xiande, JIN Ming, et al. (488)
The Application of Biomarker Genes for DNA/RNA-Stable Isotope Probing of Active Methanotrophs Responsible for Aerobic Methane Oxidation in Six Paddy Soils ····· ZHENG Yan, JIA Zhongjun (500)
Screening of Phosphate-solubilizing Bacteria Adaptable to Corn and Effects of the Bacteria on the Growth of Corn ····· MEI Xinlan, SHAN Anqi, JIANG Yi, et al. (508)
Response of Soil Nematode Community to Cultivation in Upland Red Soil Relative to Cultivation History and Its Significance as Indicator ····· WANG Mingwei, LIU Yudi, CHEN Xiaoyun, et al. (521)
Nutrient Absorption and Nutrient Balance in an Agro-pastoral Compound Production Pattern of "Raising Geese in Corn Fields" in Tibet ····· SHA Zhipeng, ZHANG Yuyang, WANG Chao, et al. (531)
Effects of Continuous Cropping of Processing Tomato on Physical-chemical Properties of and Microbial Biomass in the Soil ····· KANG Yalong, JING Feng, SUN Wenqing, et al. (542)
Research Notes
Mechanism of CTMAB Modifying BS-12 Modified Bentonite ····· YU Lu, MENG Zhaofu, LI Wenbin, et al. (550)
Effects of Mechanical Soil Amelioration Method on Physical Properties of and Enzyme Activity in Planosol ····· MENG Qingying, ZHANG Chunfeng, JIA Huibin, et al. (559)

Cover Picture: Microbial Extracellular Electron Transfer: Energy Transfer and Substance Transformation (by WU Yundang, LI Fangbai, LIU Tongxu)

《土壤学报》编辑委员会

主　　编： 史学正

执行编委：（按姓氏笔画为序）

丁维新　巨晓棠　王敬国　王朝辉　史　舟　宇万太　朱永官
李永涛　李芳柏　李保国　李　航　吴金水　沈其荣　张玉龙
张甘霖　张福锁　陈德明　邵明安　杨劲松　杨明义　杨林章
林先贵　依艳丽　周东美　周健民　金继运　逄焕成　胡　锋
施卫明　骆永明　赵小敏　贾仲君　徐国华　徐明岗　徐建明
崔中利　常志州　黄巧云　章明奎　蒋　新　彭新华　雷　梅
窦　森　廖宗文　蔡祖聪　蔡崇法　潘根兴　魏朝富

编辑部主任： 陈德明

责任编辑： 卢　萍　檀满枝　陈荣府

土　壤　学　报

Turang Xuebao

（双月刊，1948年创刊）

第 53 卷　第 2 期　2016 年 3 月

ACTA PEDOLOGICA SINICA

（Bimonthly，Started in 1948）

Vol. 53　No. 2　Mar.，2016

编　　辑	《土壤学报》编辑委员会 地址：南京市北京东路 71 号　邮政编码：210008 电话：025－86881237 E-mail：actapedo@ issas. ac. cn	Edited by	Editorial Board of Acta Pedologica Sinica Add：71 East Beijing Road，Nanjing 210008，China Tel：025－86881237 E-mail：actapedo@ issas. ac. cn
主　　编	史　学　正	Editor-in-Chief	Shi Xuezheng
主　　管	中　国　科　学　院	Superintended by	Chinese Academy of Sciences
主　　办	中　国　土　壤　学　会	Sponsored by	Soil Science Society of China
承　　办	中国科学院南京土壤研究所	Undertaken by	Institute of Soil Science， Chinese Academy of Sciences
出　　版	科　学　出　版　社 地址：北京东黄城根北街 16 号 邮政编码：100717	Published by	Science Press Add：16 Donghuangchenggen North Street， Beijing 100717，China
印刷装订	北京中科印刷有限公司	Printed by	Beijing Zhongke Printing Limited Company
总 发 行	科　学　出　版　社 地址：北京东黄城根北街 16 号 邮政编码：100717 电话：010－64017032 E-mail：journal@ mail. sciencep. com	Distributed by	Science Press Add：16 Donghuangchenggen North Street， Beijing 100717，China Tel：010－64017032 E-mail：journal@ mail. sciencep. com
国 外 发 行	中国国际图书贸易总公司 地址：北京 399 信箱　邮政编码：100044	Oversea distributed by	China International Book Trading Corporation Add：P. O. Box 399，Beijing 100044，China

国内统一连续出版物号：CN 32-1119/P　　国内邮发代号：2-560　　国外发行代号：BM45　　定价：60.00 元

国　内　外　公　开　发　行

ISSN 0564-3929