

世界农业经济研究

RESEARCH ON WORLD AGRICULTURAL ECONOMY



2020年12月1卷1期 · ISSN 2737-4858(Print) 2737-4866(Online)

宗旨

传播国际农业发展理论；研究推广国际农业先进成果；展示国际农业领域杰出人才风采；探讨新时代国际农业发展途径；共建科技创新资源共享平台，促进“经济农业”发展；为构建人类公共卫生健康共同体，提高人类生活质量服务。

主要栏目

- 农业经济学研究
- 农业经济理论研究
- 土壤生态修复
- 粮食安全
- 前沿技术与推广
- 环境保护与治理
- 能源安全与技术
- 国际农业发展瞭望
- 农业先进产品与技术

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.

Add.: 12 Eu Tong Sen Street, #07-169, Singapore 059819

Email: rwae@nassg.org

Tel.: +65-65881289

Web: <http://ojs.nassg.org>



世界农业经济研究

Research on World Agricultural Economy

主 编

Editor-in-Chief

孙 成

Cheng Sun

世界生产率科联中国分会执行主席

Executive Chairman, World Confederation of Productivity Science China Center

联合国国际信息发展组织学术委员会首席科学家

Chief Scientist, International Development Information Organization, UN ECOSOC

国际院士联合体执委会主席

Executive Committee Chairman, International Association of Academicians

编委会顾问

Editorial Consultants

印遇龙 中国工程院院士

Yulong Yin Academician, Chinese Academy of Engineering

匡廷云 中国科学院院士

Tingyun Kuang Academician, Chinese Academy of Sciences

编 委

Editorial Board

张正斌 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心

Zhengbin Zhang Agricultural Resources Research Center, Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences

王治国 中国科学技术协会

Zhiguo Wang China Association for Science and Technology

章力建 中国农业科学院

Lijian Zhang Chinese Academy of Agricultural Sciences

黄晓勇 中国社会科学院国际能源安全研究中心

Xiaoyong Huang Research Center for International Energy Security, Chinese Academy of Social Sciences

梅汝鸿 中国农业大学

Ruhong Mei China Agricultural University

黄治中 山东高端科技工程研究院

Zhizhong Huang Shandong High-end Technology Engineering Research Institute

李云彪 吉林省科技信息研究所; 吉林大学

Yunbiao Li Jilin Province Science and Technology Information Research Institute; Jilin University

梁鸣早 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所

Mingzao Liang Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regional Planning

申 琳 中国农业大学

Lin Shen China Agricultural University

张建平 商务部国际贸易经济合作研究院

Jianping Zhang Institute of International Trade and Economic Cooperation, Ministry of Commerce

张秀菊 湖南省农业科学院农业环境生态研究所

Xiuju Zhang Institute of Agricultural Environmental Ecology, Hunan Academy of Agricultural Sciences

总 编 辑: 李 青

学术编辑: 安梦飞

责任编辑: 江 艳

封面设计: 酒序婷

排 版: 姚 科

官网二维码:



邮箱: rwae@nassg.org

热线: +65 65881289

地址: 12 Eu Tong Sen Street

#07 - 169 Singapore 059819

- 1 国际农业经济学的发展历史及趋势
/ 孙成 李云彪
- 5 为什么在异常天气下作物容易表现缺钙
/ 梁鸣早 张淑香
- 12 DCD 对提高氮素利用率的作用机理及其在缓释肥料生产上的应用
/ 孙成
- 17 SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程技术概要
/ 孙洪峰 栾红伟
- 21 植物源活性成分对有机磷农药的降解效果研究
/ 孙军 张同心
- 25 农业保险的推广受到程序延误和规范的限制：关于印度卡纳塔克邦北部的思考
/ Nayanatara S. Nayak Narayan Billava Ashalata K.V.
- 35 气候智能型农业中农民社交网络的作用——以肯尼亚尼耶利县园艺农民为例
/ Joram Ngugi Kamau Ibrahim Nyariki Kiprop Geoffrey Kosgei Kipruto
- 39 验证氧茛青霉素 / 苏云金杆菌对抑制切花月季中红蜘蛛螨（二斑叶螨）的功效
/ Kidist Teferra Yimame Fikre Dubale Betree
- 42 孟加拉国农场中影响保护性农业技术的因素
/ M. A. Monayem Miah¹ M. Enamul Haque Richard W. Bell M. A. Rouf Sarkar M. Abdur Rashid
- 1 The Development History and Trend of International Agricultural Economics
/ Cheng Sun Yunbiao Li
- 5 Why Are Crops Prone to Show Symptoms of Calcium Deficiency in Abnormal Weather
/ Mingzao Liang Shuxiang Zhang
- 12 DCD on Mechanism of Improving Nitrogen Utilization and Application in Production of Slow-Release Fertilizers
/ Cheng Sun
- 17 Summary of SC TCM Agricultural Soil Ecological Restoration Major Scientific and Technological Innovation Engineering Technology
/ Hongfeng Sun Hongwei Luan
- 21 Study on the Degradation Effect of Plant-Derived Active Ingredients on Organophosphorus Pesticides
/ Jun Sun Tongxin Zhang
- 25 Agriculture Insurance's Outreach Constrained by Procedural Delays and Norms: Reflections from North Karnataka, India
/ Nayanatara S. Nayak Narayan Billava Ashalata K.V.
- 35 The Role of Farmers' Social Networks in Adopting Climate Smart Agriculture: Case of Horticultural Farmers in Nyeri County, Kenya
/ Joram Ngugi Kamau Ibrahim Nyariki Kiprop Geoffrey Kosgei Kipruto
- 39 Verification of Efficacy of Bitoxybacillin/ *Bacillus thuringiensis* on Red Spider Mite, *Tetranychusurticae* on Cut Roses
/ Kidist Teferra Yimame Fikre Dubale Betree
- 42 Factors Affecting Conservation Agriculture Technologies at Farm Level in Bangladesh
/ M. A. Monayem Miah M. Enamul Haque Richard W. Bell M. A. Rouf Sarkar M. Abdur Rashid

The Development History and Trend of International Agricultural Economics

Cheng Sun¹ Yunbiao Li^{2*}

1. World Academy of Productivity Science (WAPS), Beijing, 102600, China

2. School of Management, Jilin University, Jilin, Heilongjiang, 130022, China

Abstract

Agricultural economics is a science that studies the relations of production and the laws of productivity in agriculture. International agricultural economics is to study the agricultural production relations and the laws of productivity in different regions of the world, countries with different systems, and different historical stages, especially the history and future development trends of agricultural economic development under different social systems in the East and the West, in order to learn from each other. The development of agricultural economic theory and practical experience, promote the integration of global agricultural economy, improve the status quo of global chemical agriculture, develop global modern ecological agriculture, ensure global food and food safety, and improve the health of human life.

Keywords

agricultural economics; development history; trend

国际农业经济学的发展历史及趋势

孙成¹ 李云彪^{2*}

1. 世界生产率科学院 (WAPS), 中国·北京 102600

2. 吉林大学管理学院, 中国·黑龙江 吉林 130022

摘 要

农业经济学是研究农业中生产关系和生产力运行规律的科学。国际农业经济学是研究世界不同的地域, 不同制度的国家、不同历史阶段的农业生产关系和生产力运行规律, 特别是研究东西方不同社会制度下农业经济发展历史和未来发展趋势, 以求相互借鉴农业经济理论发展和实践经验, 促进全球农业经济一体化, 改善全球化学农业现状, 发展全球现代生态农业, 保障全球粮食、食品安全, 提高全人类生活健康水平。

关键词

农业经济学; 发展历史; 趋势

1 国际农业经济学的定义及内涵

农业经济学是研究农业中生产关系和生产力运行规律的科学。国际农业经济学是研究世界上不同地域、不同制度的国家、不同历史阶段的农业生产关系和生产力运行规律的科学。农业经济学是研究农业生产及其相联系的交换、分配和消费等经济活动和经济关系的学科。其内涵丰富, 包括农业中生产关系发展变化、生产力诸要素的合理组织和开发利用的规律和应用。

生产关系运行规律的研究, 主要包括对农业中的生产资料的所有制、人们在生产关系中所处的地位和相互关系以及

农产品的流通和分配等问题的探索; 生产力运行规律的研究则主要涉及农业生产力诸要素资源的组织、配置、通讯技术创新、科技进步, 农业劳动生产率、农机生产率、肥料利用率、有机资源利用率、土地产出率等全要素生产率的创新提升, 产生最大化的经济效益、社会效益和生态效益。

在不同的地域, 不同的国家, 不同的政治制度和体制中, 农业中生产关系和生产力运行规律和方法是不同的, 有着显著的区别。生产资料的所有制形式, 决定着生产关系, 生产关系决定了生产力, 生产力影响着全要素生产率。

通过围绕中国和世界各国农业全要素生产率的测算与国际比较, 包括时间维和空间维, 研究收入与生产率国际比较的历史演进, 总结丰富农业经济学理论内涵和农业生产实践经验。

【通讯作者】李云彪, 吉林大学管理学院, 中国·黑龙江 吉林 130022 邮箱: 810427415@qq.com

农业经济学的研究中,国际间生产率水平的实证研究比较分析,为不同区域、不同社会制度的国家,根据本国国情,制定农业经济发展计划提供了借鉴和参考,促进全球农业全要素生产率(TFP)水平提高。

国际农业经济比较研究提供了一个基础数据库和一个新的科学视角,对推动全球农业经济一体化,推动全球生态农业发展,保障粮食安全,改善全球所有公民的生活质量和健康水平,将做出贡献。

2 国际农业经济学的发展历史

国际农业经济学的研究历史悠久。对于农业中的经济活动和经济关系进行研究,最早起源于奴隶社会时期,奴隶主管理庄园经济的需要,在封建社会时期又有所发展。

中国古代的农业经济思想,在宏观方面主要强调富国安民,要“以农为本,重农抑商”和减轻农民的租税负担;在微观上,主要强调发展农业生产,要善于利用天时、地利,改良农业技术,并精心管理。阐述这些思想的代表著作有战国末期的《管子》和《吕氏春秋》,后魏时的《齐民要术》。中国春秋时期的孔子和孟子的著作中就有多处论及农业经济、土地制度和农业经济、安定民生的问题。战国初李悝“创平籴之法”、汉代董仲舒“限民名(占)田,以贍不足”的主张以及宋代王安石推行的青苗、均输、市易、免役、农田水利政策等,都是中国奴隶社会、封建社会时期农业经济思想的代表。

近代农业经济学约起源于20世纪20年代的中国,国际有许多的经济学家和学者就十分关注和研究,如陶孟和的《中国农村生活》、O·E·贝壳的《农业与中国的将来》、F·B·泰勒的《中国农村经济研究》。30年代以后,农业经济学的研究和讲授先后在中央研究院社会科学研究所、南开大学以及金陵大学、浙江大学、中央大学等机构中展开,许璇、梁庆春、吴文辉、章植等先后发表了不少有关农业经济学概念、土地问题、佃农问题等论著。毛泽东的《中国社会各阶级分析》《湖南农民运动考察报告》等著作的发表,为中国农村经济问题展开了新的一页。

1949年中华人民共和国成立后,早期的研究主要受前苏联农业经济学的影响。1980年以后,由于更多地结合了中国农村经济改革和农业发展实践,社会主义农业经济学的研究有了新进展。

欧洲西方国家古代农业经济思想大体上和中国古代类似。其代表著作有罗马时代大加图的《论农业》和瓦罗的《论农业》等。

但是农业经济作为一个专门学科,则是随着资本主义在农业中的发展而逐步形成的。18世纪中期,在英国首先出现了研究农业经济问题的专门著作,主要是对新兴的资本主义农业生产的状况进行描述以及对农业中大生产的优越性及生产要素的合理配置进行分析,其代表作有英国的《农业经济》等。

19世纪中期以后,德国出现了用抽象方法研究农业经营和农业生产的区位配置的农业经济学著作,这把农业经济学的研究向理论概况方面大大推进了一步,其代表作有屠能的《孤立国与农业和国民经济的关系》。19世纪中期以后,资本主义国家的农业经济学转向研究农业经营形态问题,注重探讨农业生产经营的合理集约度和合理的部门结构。20世纪20年代以后,美国对农业经济学的研究趋于活跃,它主要研究资本主义条件下,农场主如何以最少投资获得最大的利润的原理、原则和方法,同时也更加重视对农产品运销和农业金融问题的研究。

30年代以后,由于资本主义的经济危机加深,农业日益陷于市场剧烈波动的威胁之中,农业经济学的研究又着重向农产品的市场预测以及国家对农业生产的干预与调控方法方面发展。20世纪50年代以后,资本主义的农业经济学更强调定量分析,除了更加广泛运用统计法外,又进一步运用了数学模型的方法。

农业经济学在其发展过程中,又逐渐分解为许多分支学科的趋势。50年代以来,农业经济学已经逐渐分解为农场管理学、农业生产经济学、农产运销学、农业金融学、土地经济学、农工商联合企业管理学、农业政策等更加专业的学科。

中国在社会主义制度条件下,农业经济学的研究和应用,对于系统阐明社会主义农业制度的发生、发展规律,以便正确地进行农业的社会主义改造和社会主义建设。对于合理利用农业资源和科学技术成果,提高农业全要素生产率,由粗放型的传统农业向高质量发展的节约环保型现代生态农业发展,具有重要意义。

3 国际农业经济学的发展趋势

18世纪以来,人类社会经历了三次技术革命,即18世

纪60年代兴起的以机械为主导的第一次技术革命,19世纪70年代兴起的以电力为主导的第二次技术革命,20世纪40年代兴起的以信息为主导的第三次技术革命。三次科学技术革命在造就了现代工业体系的同时,也推动着中国逐步告别原始农业时代,进入以机械化、化肥农药施用等代表的传统农业时代并向现代农业迈进。

进入21世纪以来,全球已进入空前的创新密集和产业振兴时代。虽然地域不同、国家政治社会制度不同,生产资料所有制形式不一样,构成生产关系与生产力关系运动规律也有显著区别。但是,随着全球经济一体化的加速,全球农业经济一体化,已进入提高全要素生产率新时代,科技是第一生产力的理念,已成为国际农业经济研究的核心,如何提高农业劳动生产率、农业机械化生产率、肥料利用率、有机资源利用率、土地产出率、农业经济贡献率等已成为全球各国农业经济研究计划的重点。

21世纪,以生物技术、信息技术、新材料技术、新能源技术等为重点的高新技术快速发展,战略性新兴产业不断产生,已成为各国占领科技和竞争的制高点,是在国际竞争中取得优势地位的重要支撑。与此同时,高新技术在农业中的应用,逐步成为支撑世界农业发展的基石和提升传统农业竞争力的关键,加速传统农业向现代农业的转变,随之而来的现代生态农业、有机绿色农业、精准农业、数字农业、互联网农业、中医农业等等,都不断相继出现。

当前,随着世界科学技术的高速发展,作为一种知识富集、技术富集的先导技术,农业高新技术也被赋予了新的内涵,它体现了人类社会对自然的高级能动关系,具有强大的生产力功能和社会功能,是能够为社会带来巨大经济、社会和生态效益,促进农业持续发展的主导因素。国际农业经济学的研究,未来趋势具体的主要表现在以下几点。

(1) 深度研究全要素生产率科学技术理论方向、发展途径、操作方法;研究探索符合中国新时代创新、协调、绿色、开放共享发展理念的新型质量管理体系和质量统计评价体系;研究通过技术进步、科技创新实现生产效率的提高;研究通过农业生产要素的创新组合,实现配置效率的提高。

诺贝尔经济学奖得主、被誉为“世界生产率科学之父”的美国著名科学家 Tor Dahl and Associates 与国际院士联合体及中国北京世科盟生产率科技研发中心共同研究的战略性国际科技创新合作课题项目《引进世界先进全要素生产率科学

技术建立中国特色全要素生产率科学应用体系的国际合作研究》,为中国提出的“促进中国经济发展质量变革、效益变革、动力变革,提高全要素生产率”,提供了科学理论指导和实践参考及操作方法、发展途径。

(2) 以农业生物基因组、功能基因组和蛋白质组等为代表的国际农业经济基础研究更加深入,技术手段不断创新并呈现出日新月异的趋势,已成为动植物育种的最有效途径。

农业生物技术,是定向和有目的地进行农业生物遗传改良和创新、生物制造等的系列高新技术。这方面,国际上已经有成功案例。比较有代表性的植物有中国工程院院士袁隆平的“超级杂交水稻”,中国农业大学植物生态研究所和国际院士联合体基本粒子生态专业委员会《“酸模”综合开发产业研究》对世界上含有 SOD 和蛋白质高的牧草植物“酸模”的种植、加工做了系统性的研究,酸模 SOD 已处于国际领先地位。在动物基因和功能基因研究方面,中国有代表性的中国山东科龙畜牧产业有限公司的“鲁西黄牛育种”“乌骨羊”的远缘杂交育种等。

近年来,美国已相继启动了大豆、小麦、玉米等作物分子育种计划,国际水稻研究所(IRRI)、国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)分别组织实施了水稻、玉米、小麦等作物的分子育种计划。2006年,转基因羊也获得了欧洲批准,标志着转基因动物育种已开始进入应用阶段。生物技术发展及其所带来的改变,正日益为世界各国所接受并逐步走向实际应用。

(3) 农业生物技术的应用已经成为现代农业发展新的经济增长点。近年来,微生物肥料、微生物农药的研发能力不断提升,并在世界各国逐步得到推广应用。据有关资料显示,目前全球生物源农药的活性成分已经超过200种,登记注册产品超过11000个,产品销售额达到近30亿美元。微生物肥料更是不断创新,许多品种广泛应用于农业。特别是生物技术在低产田改良与污染土壤修复等方面发挥了十分重要的作用。具有代表性的产品是中国农业上广泛普及应用的“世纪田王”生物有机肥,被中国农民誉为“神肥”,为提高农作物产量、保障食品安全,修复污染土壤,控制农业污染做出了巨大贡献。

1) 农业信息化、数字化、智能化正在改变农业生产方式。

20世纪90年代开始,欧美等发达国家通过采取数字农业技术,提高了农业信息化水平,彻底改变了传统农业粗放

生产的经营方式。近些年,随着全球定位系统(GPS)、(北斗)、地理信息系统(GIS)、连续数据采集传感器(CDS)、遥感(RS)、变速自理设备(VRT)、和决策支持系统(DSS)等技术的发展在农业上的应用致使农事操作更加标准化、精致化、高效化和工厂化与可控化,一种被称为“精准农业”(Precision Agriculture)的新型农业模式近年在发达国家逐渐兴起,并逐步改变着农业生产和经营的方式。数字农业技术的不断发展和应用,极大地推动了农业装备的自动化、信息化与智能化技术发展,提高了农业全要素生产率。

2) 农产品的深加工和海洋农业高新技术的集成与突破,大幅度提高了农产品的附加值,产生巨大经济效益。

近年来,中国农产品加工技术飞速发展,转化效率大幅度提高,产品质量得到改善。农产品加工业在农业总产值所占比例逐年增长。2010年达到6.31万亿元,超过美国成为全球第一大食品制造业,2011年达到7.81万亿元,超过全国农林牧副渔业总产值,2012年总产值为8.97万亿元,占同年GDP约5.8%。农产品加工已成为农村经济的重要增长点。

3) 新型材料技术在农业中的逐步广泛应用,是提高农业资源利用率和土壤修复的有效途径。

近年来,新材料技术不断得到突破,在农业中心的应

用范围不断拓展,特别是在低产田障碍因子修复,盐碱地改良、重金属污染耕地修复,显示出新材料具有十分广阔的应用前景。

纳米材料是超微粒材料,被称为“21世纪新材料,具有许多特异功能”。利用纳米材料修复土壤和修复污染水体被认为是一种有效的方法。如中国广泛应用的“世纪田王”土壤专用纳米修复材料,就是十分具有代表性的农业物资,它对提升土壤有机质、改变土壤团粒结构、去除土壤有害重金属、降解化学农药残留、提高作物产量和品质等诸多方面都有显著效果。在盐碱地改良上,“世纪田王”纳米新材料项目,列为中国山东省重点研发计划(重大科技创新工程)项目。

总之,国际农业经济学未来研究发展趋势,要紧紧围绕“生态、安全、节约、环保、有机、无公害”进行深度研究和创新,这是农业发展的新的重大战略趋势。

参考文献

- [1] 曾希柏,李永涛,林启美等.《低产田改良新技术及其发展趋势》[M].北京:中国科学出版社,2017.
- [2] 中国国家科技部农村与社会发展司.《新型缓释肥料技术与应用》[M].北京:中国台海出版社,2006.
- [3] 朱道华.《农业经济学》[M].北京:中国农业出版社,2001.

Why Are Crops Prone to Show Symptoms of Calcium Deficiency in Abnormal Weather

Mingzao Liang* Shuxiang Zhang

Institute of Agricultural Resources and Agricultural Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing, 100081, China

Abstract

Calcium is an essential element for crops and requires a large amount. The calcium absorbed by plants plays a variety of roles in their bodies, such as promoting the development of cell walls, reducing the extravasation of nutrients in the body, inhibiting the infection of pathogens, and improving the resistance of plants. Disease, eliminate the harm of excessive organic acids in the body, and promote various metabolic processes in the body. Once the crop is deficient in calcium, its metabolism in the body will be blocked, and various symptoms of calcium deficiency will occur. The paper introduces the symptoms of crop calcium deficiency and preventive measures.

Keywords

crops; calcium deficiency; abnormal weather

为什么在异常天气下作物容易表现缺钙

梁鸣早* 张淑香

中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 中国·北京 100081

摘 要

钙是农作物的必需元素, 需要大量的钙。植物吸收的钙在植物体内起着促进细胞壁发育、减少营养物质在体内外渗、抑制病原菌侵染、提高植物抗病性等多种作用。疾病, 消除体内过量有机酸的危害, 促进体内各种代谢过程。作物一旦缺钙, 其在体内的代谢就会受阻, 出现各种缺钙症状。论文介绍了作物缺钙的症状及防治措施。

关键词

作物; 钙缺; 异常天气

1 近年来在异常天气下作物会表现缺钙的原因

近年来的异常天气比较多, 专家估计从现在起到本世纪末, 由于全球气候变化所引起的异常天气现象将会频发, 对农业来讲, 未来几十年, 风调雨顺的年景会变得稀缺, 而异常天气会变为常态, 如何应对日益常态化的异常天气, 将成为农业界人士共同关心的话题。人们发现, 近年来在春季低温冷害、夏季高温多雨等异常天气下, 很多作物表现出缺钙症状, 这一现象在大田作物、果树和蔬菜上都普遍存在(见图 1 ~ 3)。下面分析一下作物缺钙症状、原因及对人类健

康的影响。



图 1 2018 年的苹果经受春季低温刚摘袋表面就出现由缺钙引

【通讯作者】梁鸣早, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 中国·北京 100081 邮箱: lmz@nassg.org

起的苦痘病

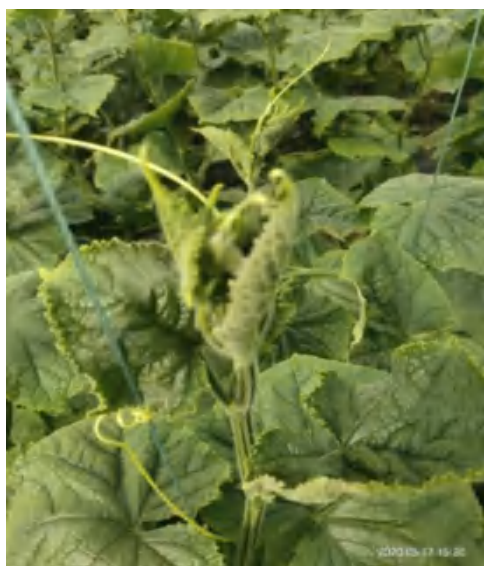


图2 2020年5月山东大棚黄瓜出现芯叶弯曲呈杯状缺钙症



图3 河南冬小麦在2020年5月孕穗到成熟期普遍出现芯叶皱缩卷曲的缺钙症

1.1 农作物缺钙的表现

钙是植物必需的中量营养元素，目前中国作物缺钙十分普遍^[1]，表现在：1) 土壤缺钙，在砂质土壤和南方酸性土壤中普遍缺钙。2) 生理缺钙，由于钙在植物体内是随着蒸腾水流而运输的，果树和蔬菜果菜类的果实及包心叶菜类的蒸腾强度远小于叶片，对钙的竞争也远小于叶片。钙在植物体内不能移动和再度被利用。缺钙造成顶芽和根系顶端不发育，呈“断脖”症状。幼叶失绿、变形、出现弯钩状。缺钙严重时生长点坏死，叶尖和生长点呈果胶状。缺钙时根常常变黑腐烂。一般果实和储藏器官供钙极差。水果和蔬菜常由储藏组织变形判断缺钙。禾谷类作物幼叶卷曲、干枯，功能叶的叶间及叶缘黄萎。植株未老先衰。结实少，秕粒多^[2]（见图4~16）。

小麦缺钙顶端生长受阻，幼叶卷曲干枯，功能叶叶间及叶缘黄萎。植株未老先衰。结实少秕粒多。小麦缺钙的另一特征根尖分泌球状的透明粘液，如图4所示。



图4 小麦缺钙

水稻钙不足时幼嫩器官首先受到影响，生长点受损，新根长出后不久即坏死变褐，如图5所示。



图5 水稻缺钙

玉米缺钙叶缘出现白色斑纹，常现锯齿状不规则横向开裂，顶部叶片卷下弯呈“弓”状，相邻叶片常粘连，不能正常伸展，如图6所示。



图6 玉米缺钙

马铃薯缺钙叶片呈杯状上卷、失绿、出现褐斑。块茎表

面及内部维管束细胞常坏死，如图 7 所示。



图 7 马铃薯缺钙

棉花缺钙生长点受抑，呈弯钩状。严重缺钙会导致老叶叶柄下垂并溃烂，如图 8 所示。



图 8 棉花缺钙

西瓜缺钙幼果期果实顶端枯萎。西瓜缺钙新叶皱缩卷曲，如图 9 所示。



图 9 西瓜缺钙

番茄缺钙，叶缘失绿坏死，叶缘卷曲，易患脐腐病，最初果顶脐部附近果肉出现水渍状坏死，病部组织崩溃，继而黑化、干缩、下陷，一般不落果，如图 10 所示。



图 10 番茄缺钙

花生需钙量大受土壤缺钙影响大，花生果针（或荚果）直接吸收钙。花生缺钙叶面出现棕色斑枯，胚芽变黑，通常结果空壳不正常。如图 11 所示。



图 11 花生缺钙

花椰菜缺钙，幼叶叶缘干枯内卷。如图 12 所示。



图 12 花椰菜缺钙

油菜缺钙结荚期花序顶端弯曲，生长点受损直至坏死，呈“断脖”症状。根尖和顶芽生长停滞。如图 13 所示。



图 13 油菜缺钙

柑橘缺钙，新生叶叶尖焦枯，叶片上卷。如图 14 所示。



图 14 柑橘缺钙

大豆缺钙新叶不伸展，老叶灰白色斑点。叶脉棕色，叶柄柔软下垂。根暗褐色、脆弱，呈粘糊状，叶柄与叶片交接处呈暗褐色，严重时茎顶卷曲呈钩状枯死。如图 15 所示。



图 15 大豆缺钙

桃缺钙果实缝合线部位软化，其果皮和果肉组织含钙量低。桃树缺钙叶片有斑枯，缺钙果实易出现软腐病。如图 16 所示。



图 16 桃缺钙

1.2 农作物缺钙的原因分析

大多数生产者尚不知，钙是土壤和作物都需要的元素，作物对钙的需要量是磷的 2.5 倍，钙还是土壤中有胶体与无机胶体的搭桥物质，和其他二价阳离子一起成为形成土壤的团粒结构。不知道作物对钙的吸收很困难，需要靠根尖吸收靠蒸腾拉动，异常天气下作物蒸腾受到影响，作物对钙的吸收容易出现障碍。更不知道钙是植物细胞代谢的总调节者，钙能稳定细胞膜抵抗非生物胁迫带来的自由基攻击，钙最终影响籽粒的形成。

我国连续 40 多年的化学农业，生产中基本上用的是土壤储备钙，土壤钙已经不能满足作物和土壤的双重需要了。目前都没有把补充钙提到日程。反而还有不少生产者依然离不开高浓度速效氮磷钾肥，磷钾过量又对钙镁形成拮抗，增加了农作物获得钙的难度，使农作物长期处于钙的隐性饥饿中。农资市场很难买到类似钙镁磷肥等物资，一些高档次的液体钙相对价格比较高，农民买来只能救急，不能从根本上解决问题。因此一旦出现病虫害侵扰和异常天气，作物需要大量钙来应对逆境，一时筹集不到那么多钙，缺钙就表现出来了。

1.3 作物缺钙影响到人类健康

2015 年中国疾病预防控制中心发布^[1]，中国成年女性每日膳食摄入量达标率的调查报告。此跟踪调查在 2000 年、2004 年、2009 年和 2011 年，针对辽宁、黑龙江、山东、河南、湖北、湖南、江苏、贵州、广西九省市 14,000 多个 25 ~ 45 岁育龄妇女，调查其中一项是钙摄入达标率，统计结果平均仅 3% 很令人震惊。说明了我国的化学农业确实出了问题。大家知道，人类 95% 的食物来自于土壤，土壤缺钙导致农作物缺钙，农作物缺钙引起食物链效应影响到人群的缺钙，世界卫生组织（WHO）宣布全球统计的 135 种基础疾病中，有

106种与缺钙有关,基础病包括,骨质疏松、骨质增生、高血压、动脉硬化和心脑血管疾病、老年痴呆症、糖尿病、各种结石病、各种过敏性疾病、肝脏病变、肾病综合症、性功能障碍、经前综合症、癌症。

总之,缺钙影响作物生长与产量,农产品缺钙问题影响到人类的健康,这一问题应引起全社会的关注^[4]。

2 钙是植物细胞代谢的总调节者

钙在植物体内功能很强,调节细胞壁的稳定性和保持膜结构完整性和通透性、促进酶的活化,作为第二信使,负责逆境信号的响应和传递,因此被称为植物细胞代谢的总调节者。

2.1 钙的生理功能

钙在植物体内主要构成果胶酸钙、钙调素蛋白、种子中含有肌醇六磷酸钙镁等,在液泡中有大量的有机酸钙,主要是草酸钙、柠檬酸钙、苹果酸钙,可调节 pH 值,稳定细胞内环境。钙是细胞壁的果胶质结构成分,维持细胞壁的结构和功能。钙对植株挺立和茎秆硬度起到关键作用。它对细胞和细胞壁的作用是调节碳水化合物的转运。细胞壁果胶酸钙的多少与真菌侵染组织的敏感性和果实成熟早晚有关,钙可使果品在储藏期间降低病害感染。钙能够增强植物的抗病力,缺钙时,中胶层中钙与果胶的粘结性受到影响,植物组织易受病菌的侵害。钙增加农产品的耐储藏性和耐运输性,且不易腐烂。钙促进硝态氮的吸收,减少植物中的硝酸盐的积累。钙可提高植物的耐盐性。固氮菌需要大量钙。

2.2 钙对细胞膜的作用

钙在细胞膜中是物质间联结的纽带。钙是细胞伸长所必需的物质,保护了细胞膜结构的完整性,受损的膜系统必然导致细胞能量转化效率降低。保护细胞的膜系统就是保护农作物。低温使植物体内产生大量自由基,引起膜系统损伤。钙能提高超氧化物歧化酶(SOD)的活性,减缓过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)在植物体内的降低速度,这三种酶是植物体内的重要保护酶,在清除自由基中起重要作用,钙能有效地提高植物的抗寒性。钙也能通过调节生物膜系统 Ca^{2+} -ATP酶的活性,提高植物的抗旱性和保水能力。

2.3 钙在信号转导上占有中心位置

钙在细胞信号转导上占有中心位置。逆境的胁迫引起细

胞质内钙离子剧增,钙来自细胞壁和细胞内的钙库,即液泡和内质网。钙是各种逆境反应的第二信使,当逆境信号由乙烯发出后,钙离子(Ca^{2+})从一些细胞器中释放出来,进而激活某种特定的化学反应,质膜上的钙离子(Ca^{2+})通道被打开,细胞外的钙离子(Ca^{2+})进入细胞内, Ca^{2+} 与特殊的钙调蛋白结合,在一系列级联反应中钙调蛋白复合物又激活第三信使脱落酸。传给第二信使钙离子激活转录因子,使抗逆基因表达。钙信号再通过其下游的钙结合蛋白(CaM)进行感受和转导,进而在细胞内引起一系列的生物化学反应以适应或抵制各种逆境胁迫。

2.4 作物吸收钙不容易

作物对钙需要量是对磷需要量的2.5倍,但植物吸收钙并不容易,靠蒸腾拉动植物以二价钙离子的形式吸收钙。虽然钙在土壤中含量有时比钾大10倍,但植物对钙的吸收量却远远小于钾,因为钙只能被植物根系内皮层细胞壁尚未栓化的幼嫩根尖吸收,所以植物吸收钙的能力有限。钙向上移动的速度在很大程度上受蒸腾强度的影响。蒸腾速率大的老叶运输的钙就多。植物新生的嫩枝顶端和果实部位虽然蒸腾速率低,但由于能合成生长素(吲哚乙酸)可刺激质子泵增加新的阳离子交换点,促使钙向果实移动,使钙在果实中积累。增加微量元素,并在作物幼果期及时在果面喷液体钙是不错的补救措施。

3 补钙时要考虑土壤对钙的需要

地壳中含钙量约为3.64%,土壤钙的来源是钙长石、辉石和闪石等矿物在土壤中很常见,另外还有方解石、白云石、石膏、黑云母、绿帘石、磷灰石、钠长石等矿物中也含钙。我国土壤的含钙量差异大,湿润地区土壤钙含量低、砂质土壤含钙量低,石灰性土壤含钙量高。钙的淋失量比钠还多。钙是渗漏水、泉水、河水、湖水中最多的离子。湿热地区的酸性土壤中,溶于水的碳酸氢钙易随水流淋失,所以湿热地区的土壤容易缺钙土壤呈酸性。干旱地区碱性土壤含钙相对多一些。

3.1 土壤中钙不足是土壤板结的成因

农田种植环境中土壤溶液的交换性钙损失的途径,随排水流失、被作物携带出农田、被土壤中粘土颗粒吸附成为形成土壤团粒结构的搭桥物质(如图17所示)、与钾离子拮抗再次沉淀。

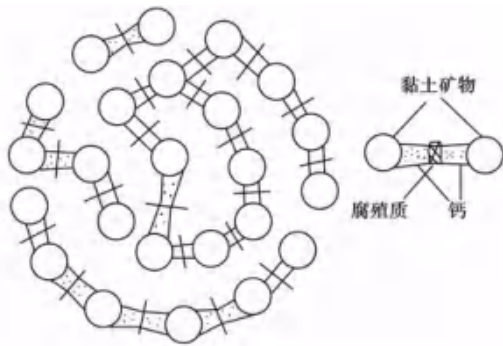


图 17 钙是二价阳离子是土壤结构搭桥物质

土壤形成团粒结构是土壤健康的标志,土壤的团粒结构的形成离不开二价阳离子的搭桥作用。成土母质中的黏土矿物带有阴电荷也被称为无机胶体,土壤中的腐殖质带有阴阳两种电荷也被称为有机胶体。土壤形成有机胶体和无机胶体的结合,需要二价矿物阳离子来搭桥。研究表明有团粒结构的土壤有下列三种结合方式,即 G_1 , 黏土矿物 - 钙镁二价阳离子 - 腐殖质, G_2 , 黏土矿物 - 二价铁锰阳离子 - 腐殖质, G_3 , 黏土矿物 - 腐殖质 (如图 18 所示)。

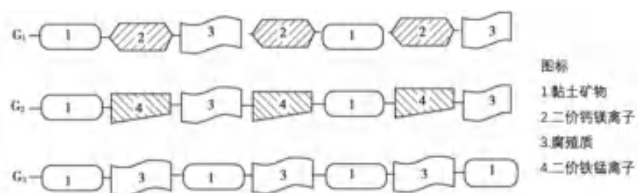


图 18 黏土矿物 - 二价阳离子 - 腐殖质的结合模式图

连年的种植,收获的作物从农田携带出了大量的矿物质,特别是钙,使得土壤矿物质的原始积累受到破坏。化学农业使土壤板结的原因是,因为土壤中原有起到有机胶体和无机胶体的搭桥作用的钙镁铁锰二价阳离子,被化肥中的化学性质更活跃的一价阳离子置换掉了 (如图 19 所示)。当土壤中钾离子、铵离子中的任一种占土壤盐基代换量的 12 ~ 15% 时土壤结构中的二价阳离子被置换掉,土壤结构就被破坏了^[5]。

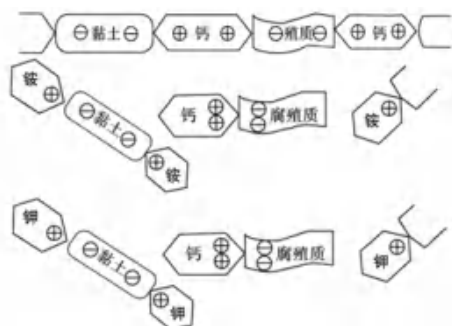


图 19 由于土壤中一价阳离子过剩导致的土壤结构破坏的示意图

3.2 补钙要考虑钙镁钾的比例

在施肥中既要考虑作物和土壤对钙、镁的需要,给土壤补充矿物质时不仅依靠作物移走量,还要考虑土壤矿物质的有效性,一般土壤有效钾 (K) 的临界值 80mg / kg,有效镁 (Mg) 的临界值 120mg / kg,有效钙 (Ca) 的临界值是 400mg / kg,土壤有效磷 (P) 的临界值是 12mg / kg。土壤中的有效镁与有效钾的比例是一个重要的土壤属性标志。研究表明,土壤中的 Mg/K 比在 3.7 ~ 15:1 比较合适,土壤中有有效 Ca / Mg 比在 2.4 ~ 7 左右比较合适。从上述数据可以看出,土壤中需要的有效钙和有效镁的值应该远远大于有效钾的值。给土壤补充钙 - 镁 - 钾的比例大约为 5:2:1 更合理。

4 农业上如何补钙是一个重要话题

因此,农业生产上如何补钙依然是一个重要话题。钙镁磷肥有国家标准,钙镁磷肥可以补充作物对钙镁磷以及微量元素等的需要,从作物需求来看,钙镁磷肥是中微量元素搭配较为合理的肥料,理应成为广大农业生产者在重施底肥时的首选。市场上专门的钙肥不多,酸性土壤可选用石灰做钙肥,碱性土壤可选用石膏做钙肥,石膏改良盐碱土的原理是,钙置换出土壤粘粒上的钠,与硫结合形成硫酸钠随水排出,可使土壤絮凝、透水性更好。钙肥中还有过磷酸钙和重过磷酸钙。硝酸钙肥是一种既含氮又含钙的肥料,溶解性好,可叶面喷施,缺点是吸湿性较大。新型的螯合钙或海洋活性钙肥也可以作为钙源的补充。

总之,上述钙肥对农作物来说都是急需物资,为了让作物长势好产量高,请重视补充钙,建议在底肥中重施钙肥。在作物幼果期及时在果面喷液体钙也是补救措施。

参考文献

- [1] 周卫,李书田,林葆.作物硫钙营养研究回顾与展望[J].中国农业科学,2007(41):250-255.
- [2] S. L. 蒂斯代尔.《土壤肥力与肥料》[M].金继运,刘荣乐,等译.北京:中国农业出版社,1998.
- [3] 杜文娟,王惠君,陈少洁.中国9省(区)2000-2011年成年女性膳食营养素摄入变化趋势[J].中华流行病学杂志,2015(36):715-719.
- [4] 赵方杰,谢婉莹,汪鹏.土壤与人体健康[J].土壤学报,2020

(01):1-10.

- [5] 梁鸣早,路森,张淑香.《中国生态农业高产优质栽培体系》[M].北京:中国农业大学出版社,2017.

作者简介

梁鸣早,中国农业科学院农业资源与农业区划所副研究员(退休)。从事植物营养和生理,作物高产优质栽培、植物次生代谢在农业上的应用等研究。曾获 2 个国家科技进步奖、2 个省部级科技进步奖。发表学术论文 50 多篇。编制 20 种

作物营养失衡挂图、2 部国家星火计划丛书任主编。

张淑香,中国农业科学院农业资源与农业区划所研究员,博士生导师。从事土壤肥力演变、土壤生态修复、作物连作和生态农业技术等研究。主持和参加完成 20 多项国家自然科学基金、国家基础性工作、国家 863 计划课题、农业部行业专项和省(部)级项目;获省(部)级奖励 8 项;发表论文 90 多篇(SCI 20 余篇)、作为主编、副主编编写专著 8 部,软件著作权和专利 8 项,培养研究生 20 余名。

DCD on Mechanism of Improving Nitrogen Utilization and Application in Production of Slow-Release Fertilizers

Cheng Sun *

Academician Studio of the Rural Education Development Center, World Academy of Productivity Sciences, Beijing, 102600, China

Abstract

This paper introduces the composition, properties and uses of DCD, the effect of DCD on various crop, summaries the fertilizer effect test of fertilizer Nano slow release agent, analyzes the economic benefit analysis of fertilizer Nano slow release agent.

Keywords

DCD; mechanism; slow-release fertilizer

DCD 对提高氮素利用率的作用机理及其在缓释肥料生产上的应用

孙成 *

世界生产率科学院农村教育发展中心院士工作室, 中国 · 北京 102600

摘 要

论文介绍了 DCD 的组成, 性质和用途, DCD 对各种农作物的影响, 总结了肥料纳米缓释剂的肥效试验, 分析了肥料纳米缓释剂的经济效益分析。

关键词

DCD; 机制; 缓释肥料

1 DCD 的组成、性质及用途

DCD 分子式为 $C_2H_4H_4$, 结构式为 $(NH_2)_2CNCN$, 分子量 84.08, 白色晶体, 味微苦, 不挥发, 不吸潮。易溶于水、乙醇、丙酮、液氨、氨水等。每 100ml 水中 (约溶解 4g, 100ml 乙醇约溶解 1.7g, 100ml 丙酮约溶解 0.7g, 100ml 液氨约溶解 4-8g。与酸反应能生成胍类物质, 与碱反应能生成三聚氰胺。

DCD 是一种较理想的硝化抑制剂, 它能有效地抑制土壤中硝态氮的形成, 抑制亚硝化细菌的活性, 使 NH_4 被氧化成 NO_3 速率减慢或延缓。 NO_3 可直接被作物吸收利用, 但易淋溶和产生反硝化作用, 形成 NO_2 , 造成环境污染^[1]。试验结果证明: 不加 DCD 的氮肥, 在 32 天时即形成硝态氮高峰, 而加入 DCD 的氮肥硝态氮高峰峰期在 62 天左右出现, 向后推

迟了 30 天。

DCD 具有氨稳定作用。氮素化肥主要有三种形态, 即为酰胺态氮、铵态氮和硝态氮, 在农田施用中普遍存在着 NH_3 挥发损失, 一般在水田损失比例占氮损失总量的 50% 以上, 在旱田 NH_3 挥发损失占氮损失总量的 30% 以上。这种挥发损失, 在不同氮肥品种上表现出不同挥发特点和不同进程。尿素和硫酸铵这种挥发损失要在与土壤作用一段时间后发生。尿素和硫酸铵施入农田初期, 初始挥发量远远低于碳铵, 而碳铵由于分子活泼, 直接产生分解, 因此 NO_3 浓度高, 初始挥发量大。DCD 具有显著的氨稳定作用, 将 DCD 按比例混拌到碳铵, 在 43℃ 条件下与普通碳铵同时做氨挥发速率对比实验, 测定其两者的挥发量, 挥发到 1% 剩余量时, 碳铵用了 10 天, 加 DCD 碳铵用了 12 天, 时间上延长了 1.2 倍; 挥发损失量在 3、4、5、6、7、8 天, 每天减少挥发损失量分别在 9、12、16、14、12、9 个百分点。DCD 的这种氨稳定作用, 在室内

【通讯作者】孙成, 世界生产率科学院农村教育发展中心院士工作室, 中国 · 北京 102600 邮箱: sc@nassg.org

模拟培养实验结果表现为增加土壤里有效氮储存率 12.5%。

据实践研究结果显示,将 DCD 与尿素、碳素混拌施入土壤中,测定其氨态氮的损失量可减少 30%,而土壤中以有机物质形态因定的数量增加了一倍。有机化合物 DCD 是一个纳米材料,可以降低土壤中的 PH 值 0.2~0.4,从而增加了土壤胶体和粘粒对氨离子的吸附强度。

DCD 的实践应用,提高了化学肥料利用率,减少了化学肥料施用量,土壤中以有机土壤物质形态的数量成倍增加,改善了土壤团粒结构,降低了土壤 PH 值,对土壤生态修复具有显著效果^[2]。

2 DCD 对各种作物的增产效果

根据沈阳市农业技术推广站与中国科学院沈阳生态研究所,在沈阳市属十余个县区范围内开展了 DCD 的系统田间试验、示范和推广工作,取得了大量的科学数据,在玉米、水稻、花生、大豆、蔬菜和果树上累积推广面积达 200 余万亩,取得了显著的经济效益,得到了广大农民的认可^[3]。其试验结果统计详见下面表 1-5。

表 1 玉米作物基施或追施含 DCD 缓释尿素与普通尿素进行产量对比试验,缓释尿素比普通尿素增产幅度为 5.32% ~ 15.93%,平均增产率为 9.72%,每亩增加经济效益 24.8~70.7 元,平均每亩增值 46.28 元。

表 1 1998 年玉米应用缓释尿素多点试验结果

处理	供试地点	亩产量 (kg)	增产率 (kg/ 亩)	增产率 (%)	经济效益 (元/ 亩)	平均 增产率 (%)
尿素	新城区	601	0	0	0	9.72
尿素+DCD	清水台镇	633	32	5.32	24.8	
尿素	苏农屯区	594	0	0	0	
尿素+DCD	陈相屯镇	664	70	11.78	59.0	
尿素	东陵区	565	0	0	0	
尿素+DCD	高坎镇	608	43	7.61	34.7	
尿素	东陵区	485	0	0	0	
尿素+DCD	王滨乡	540	55	11.34	15.5	
尿素	东陵区	535	0	0	0	
尿素+DCD	祝家镇	593	58	10.84	48.2	
尿素	康平县	585	0	0	0	
尿素+DCD	两家子农场	622	37	6.32	29.3	
尿素	于洪区	521	0	0	0	
尿素+DCD	罗家屯乡	604	83	15.93	70.7	
尿素	于洪区	598	0	0	0	
尿素+DCD	老边乡	654	56	9.36	56.4	
尿素	法库县	765	0	0	0	
尿素+DCD	原种场	841	76	9.93	64.4	
尿素	新城子区	556	0	0	0	
尿素+DCD	黄家乡	605	49	8.81	40.1	

表 2 1998 年水稻应用缓释尿素多点试验结果

处理	供试地点	亩产量 (kg)	增产率 (kg/ 亩)	增产率 (%)	经济效益 (元/ 亩)	平均增 产率 (%)
尿素	于洪区	610	0	0	0	9.98
尿素+DCD	于洪台乡	653	43	7.05	47.6	
尿素	法库县	483	0	0	0	
尿素+DCD	冯贝堡乡	550	67	13.87	76.4	
尿素	法库县	546	0	0	0	
尿素+DCD	伊牛堡乡	592	46	8.42	51.2	
尿素	新城子区	579	0	0	0	
尿素+DCD	石佛镇	662	83	14.34	95.6	
尿素	东陵区	529	0	0	0	
尿素+DCD	古城乡	562	33	6.24	35.6	

表 2 的水稻测产结果表明,缓释尿素比普通尿素每亩增产粮食 33~83 公斤,平均增产量为 54.4 公斤;增产率为 6.24%~14.34%。平均增产率为 9.98%,每亩平均增加经济收入 62.28 元,缓释尿素在水稻插秧时一次性基肥施入,可免去 4~5 的追肥工序,如果配合药剂除草可以实现免中耕。

表 3 1998 年辽中县花生应用缓释尿素的试验结果

处理	株荚数 个	百粒重 g	亩产量 kg	增产量 Kg/亩	增产率 %	经济效益 元/亩
尿素	11.0	18.0	269.0	0	0	0
尿素+DCD	13.0	19.0	333.5	64.5	23.98	189.5

花生施用缓释尿素增产幅度较高,每株结荚数多 2 个,百粒重增加 1g,成果率提高 5 个百分点,每亩增加产量 64.5 公斤,增产率 23.98%,每亩增加经济收入 189.5 元。

表 4 1998 年大豆应用缓释尿素多点试验结果

处理	供试地点	株粒数	百粒重 g	亩产量 Kg	增产量 Kg/亩	增产率 %	经济效益 元/亩
尿素	开	28.8	18.1	157	0	0	0
尿素+DCD	原县	31.8	18.8	180	23	14.65	46.3
尿素	机关	43.9	16.9	256	0	0	0
尿素+DCD	农场	48.5	17.8	297	41	16.02	81.8
尿素	种子	52	21.2	362	0	0	0
尿素+DCD	公司	60	22.9	400	38	10.50	73.9
年均值					34	13.72	67.33

大豆应用缓释尿素增产效益比较明显,从植株表现,株粒数增加 3~8 粒,百粒重增加 0.7~1.7g,平均亩产增加 34 公斤,增产率 13.7%,每亩增加经济效益 67.33 元。

表 5 1998 年果树上应用缓释尿素试验结果

处理	供试树品种	亩产量 Kg	增产量 Kg/亩	增产率 %	经济效益 元/亩
尿素	沙地大杏树	24	0	0	0
尿素+DCD		30	300	25.00	356
尿素	李子树	32	0	0	0
尿素+DCD		39	350	21.88	556
尿素	山楂树	20	0	0	0
尿素+DCD		24	240	20.00	428
年均值		28	297	22.29	467

果树施用缓释尿素增产幅度和经济效益都比较高,平均

增产率 22.29%，每亩增加经济收入 467 元；而且缓释尿素由于 DCD 的作用，可以促进水果早熟和增大个果的作用。

综上 DCD 在大田作物、经济作物和果树上应用都取得了稳定的增产增收效益，在大田作物上的增产率 5.32%—15.93%，年均 9.72%；在油料作物上应用增产率为 10.50%—23.98%，平均为 16.28%；在果树上的应用增产率为 22.2%，皆有明显的增产效益。

3 肥料纳米缓释剂的肥效试验总结

“世纪田王”肥料纳米缓释剂是由天然矿物质和纳米有机化合物材料以及微量元素所组成，集脲酶抑制、硝化抑制、氨稳定和植物生长调节等多功能于一体，发挥作用机理综合效应的一种肥料添加剂，也是土壤生态修复，控制农业污染的一种天然生物纳米组合物。其外观为白色或黑褐色粉剂，稳定性好不易挥发和不变质。与氮素化肥按一定比例混拌使用，其附着性强，具有良好的亲和力；肥料纳米缓释剂也可以添加到复合肥。

复混肥生产工艺配方中，生产长效缓释复合肥、复混肥。肥料纳米缓释剂主要功能是：

1. 它可用作土壤改良剂，促进土壤团粒结构的形成，改善土壤物理性质。

2. 可以用作植物生长剂。其分子中的多元酚结构可作为氧的还原作用的进行。因此，加强了植物呼吸作用，促进植物对养分的吸收，促进根系生长，增强作物抗逆性，促早熟提高作物产量，改善作物品质等作用。

3. 不仅能提高 N、P、K 的利用率，还可以有效的抑制土壤中脲酶活性，起到脲酶抑制剂的作用。

4. 它也是一种较理想的硝化抑制剂。它能有效地抑制土壤中硝态氮的形成，抑制亚硝化细菌的活性，使 NH_4 被氧化成 NO_3 速率减慢或延缓。

5. 具有氨稳定作用。将缓释剂与尿素、碳素混拌施入土壤中，氨态氮的损失量可减少 30%，而土壤中以有机物质形态固定的数量增加一倍以上。

6. 肥料纳米缓释剂中的有机化合物是一种纳米材料，可以降低土壤中的 pH 值，从而增加了土壤胶体和粘粒对氨离子的吸附强度。

肥料纳米缓释剂是以 DCD 和天然腐殖酸为主要原料，经过特殊工艺加工的土壤生态修复高科技新材料，该材料是

集脲酶抑制、硝化抑制、氨稳定及植物生长刺激素为一体的新型肥料缓释剂。变氮肥多次施用为一次基施，在作物整个生长期可不再追肥，延长氮肥肥效期，提高氮素利用率，根据辽宁省土壤总站 1997 年在玉米和水稻两种作物上安排了 8 个试验点试验结果可总结如下：

3.1 材料与方法

(1) 供试材料：二铵、尿素、氯化铵、肥料缓释剂

(2) 供试土壤：水稻土、棕壤、草甸土

(3) 供试作物：玉米、水稻

(4) 田间试验设计：设 4 个处理（处理更改或不足 4 个处理的也考虑在内），每个处理设三次重复，随机区组排列，小区面积 20 平方米。

3.2 肥料纳米缓释剂在玉米上的试验效果

(1) 凤城市刘家河、灯塔市西马五家试验结果

试验处理

I . 常规施肥（二铵 10 公斤 / 亩 + 尿素 10 公斤 / 亩）

II . 常规施肥 + 缓释剂 0.6 公斤 / 亩

III . 尿素 20 公斤 / 亩 + 缓释剂 1.2 公斤 / 亩

试验结果分析：

表 6 玉米生育期调查表

实验地点	处理	播种期	出苗期	拔苗期	抽雄期	灌浆期	成熟期
凤城 刘家河	I	4.24	5.9	6.18	7.22	8.10	9.20
	II	4.24	5.5	6.17	7.21	8.9	9.19
	III	4.24	5.9	6.18	7.22	8.10	9.20
灯塔 西马	I	5.15	5.20	6.10	7.20		10.3
	II	5.15	5.20	6.10	7.19		10.2
	III	5.15	5.20	6.10	7.18		10.3

表 7 玉米生育性状调查表

实验地点	处理	株高 cm	叶色	亩穗数 (个)	穗粒数 (个)	百粒重
凤城 刘家河	I	291	绿	2364	498.0	37.0
	II	294	深绿	2464	556.0	38.8
	III	292	深绿	2398	532.0	37.6
灯塔 西马	I	220	较深绿	2623	634.2	32.1
	II	218	较深绿	2634	634.4	33.3
	III	216	较深绿	2628	636.1	34.0
灯塔 王家	I	55*36.3	5.0	15.5	2824	645.8 32.1
	II	55*37.2	4.8	12.7	2818	622.0 33.3
	III	55*36.6	5.0	15.5	2807	632.1 34.0

表8 玉米产量调查表

实验地点	I		II		III		增产率
	亩产	亩产	亩增产	亩增产	亩产	亩增产	
凤城刘家河	382.5	416.9	34.4	9.0	410.2	27.7	7.2
灯塔西马	534.0	556.4	22.4	4.2	568.4	34.4	6.4
灯塔王家	524.7	545.7	21.0	4.0	546.1	21.4	4.1

从表6-8可以看出,施用缓释剂的2和3处理,玉米生长发育明显好于常规施肥,其中2表现最佳,与其它处理相比,成熟期提前1天,叶色深绿、空杆率降低,亩穗数和百粒重均有增加。从产量上来看,处理2和3比1增产21.4~34.4公斤,增产率4.0%~9.0%。

(2) 丹东市振安区的试验效果 试验处理

I 常规施肥(二铵10公斤/亩+尿素10公斤/亩)

II 常规施肥(二铵10公斤/亩+尿素20公斤/亩)

III 常规施肥1+缓释剂0.6公斤/亩

IV 常规施肥2+缓释剂1.2公斤/亩

表9 玉米生育期、生育性状及产量调查表

处理/生长期	处理	播种期	插秧期	返青期	分蘖期	拔节期	抽穗期
I	5.3	5.14	6.27	7.23	8.8	15	9
II	5.3	5.14	6.27	7.23	8.8	15	9
III	5.3	5.14	6.27	7.23	8.8	15	9
IV	5.3	5.14	6.27	7.23	8.8	15	9

处理/生育形状	株高(cm)	叶色	穗行数(行)	亩穗数(个)	百粒重(g)
I	208	green	16	570	27.4
II	212	green	16	600	28.5
III	217	Dark green	16	620	29.9
IV	215	Dark green	16	600	29.3

处理/项目	小区产量/平均数		亩产量(Kg)	亩增产(Kg)	增产率(%)
I	12.76	13.65	12.95	13.12	364.08
II	13.74	14.22	15.13	14.36	398.49
III	16.86	14.6	15.28	15.58	432.62
IV	15.56	14.6	14.18	14.78	410.15

从表9试验结果明显看出,凡是施用缓释剂的处理:

显然生育时期无差异,但生育性状及产量均占优势,特别是处理III,与常规施肥I比较株高增加9厘米,叶色深绿,穗粒数增加50粒,百粒重增加2.5g,产量增加68.5公斤,增加18.8%。从增产幅度上来看处理III(二铵10公斤/亩+尿素10公斤/亩+缓释剂0.6公斤/亩)好于IV(二铵10公斤/亩+尿素20公斤/亩+缓释剂1.2公斤/亩),说明施用缓释剂不宜施用过多的氮肥,有明显的节肥作用,少量的缓释剂即可起到理想的增效作用。

3.3 肥料纳米缓释剂在水稻上的应用效果

(1) 开原试验点的试验结果 试验处理

I 常规施肥(二铵10公斤/亩+氯化铵25公斤/亩)

II 常规施肥I+缓释剂1.0公斤/亩

III 二铵10公斤/亩+尿素15公斤/亩

IV 二铵10公斤/亩+尿素15公斤/亩+缓释剂0.9公斤/亩

试验结果与分析见表10。

表10 水稻生育时期、生育性状及产量调查表

处理/生长期	处理	播种期	插秧期	返青期	分蘖期	拔节期	抽穗期
I	4.9	5.25	5.31	6.8	7.11	8.9	10.2
II	4.9	5.25	5.31	6.8	7.11	8.9	10.2
III	4.9	5.25	5.31	6.8	7.11	8.9	10.2
IV	4.9	5.25	5.31	6.8	7.11	8.9	10.2

处理/生育形状	株高(cm)	叶色	分叶率(%)	亩穗数(个)	穗粒数(个)	秕粒数(个)	千粒数(%)
I	100.1	绿黄	85.5	274680.4	68.1	21.4	25.1
II	100.2	绿	86.0	278680.6	68.9	24.5	25.6
III	100.5	绿黄	85.1	273347.0	68.3	21.6	25.0
IV	100.9	绿	85.6	277347.2	68.0	23.2	25.9

处理/项目	小区产量/平均数			增产率(亩/kg)	亩增产(kg)	增产率(%)	小区产量/平均数
I	14.5	14.8	13.2	14.1	470.0	—	—
II	14.8	15.0	14.2	14.7	490.0	20.0	4.3
III	14.1	14.3	13.7	14.0	466.7	—	—
IV	14.1	15.2	14.9	14.8	493.4	20.7	4.7

从表10可以看出,施用缓释剂不影响水稻的生育期,但明显促进水稻的生长发育,与对照相双叶色加深,不脱肥,有效分蘖数、亩穗数、穗粒数、千粒重均有增加,从增产幅度看,增产率分别为4.3%和5.7%。

(2) 海城试验点的试验结果 试验处理

I 常规施肥(二铵10公斤/亩+氯化铵25公斤/亩)

II 常规施肥I+缓释剂1.0公斤/亩

III 氯化铵40公斤/亩+缓释剂1.6公斤/亩

IV 二铵10公斤/亩+尿素15公斤/亩+缓释剂0.9公斤/亩

试验结果与分析见表11

表11 水稻生育时期、生育性状及产量调查表

试验地点	处理	播种期	插秧期	返青期	分蘖期	拔节期	抽穗期
I	4.8	5.25	5.31	6.5	6.18	8.3	9.24
II	4.8	5.25	5.31	6.5	6.18	8.5	9.24
III	4.8	5.25	5.31	6.5	6.18	8.6	9.24
IV	4.8	5.25	5.31	6.5	6.18	8.7	9.24

处理 / 生育 形状	株高 (cm)	叶色	分叶率 (%)	亩 穗数 (个)	穗粒数 (个)	秕粒数 (个)	千粒数 (%)
I	102	浅绿	28.9	106.3	79.5	25.2	25.4
II	101	绿	28.5	108.5	81.8	24.6	25.3
III	97	深绿	29.2	110.2	84.4	23.4	26.0
IV	100	深绿	28.8	109.8	84.1	23.4	25.8

处理 / 项目	小区产量 / 平均数			增 产率 (亩 / kg)	亩增产 (kg)	增产率 (%)	小区产 量 / 平 均数
I	15.6	16.0	15.8	15.8	526.9	0	0
II	16.5	16.6	16.8	16.6	553.6	26.7	5.1
III	17.0	17.1	16.8	17.0	565.8	38.9	7.4
IV	16.8	17.6	16.9	16.9	563.6	36.7	7.0

从表 11 试验结果可以看出, 缓释剂对水稻的生育期无影响, 但对水稻的生育性状及产量有影响, 用缓释剂的处理叶色深绿、穗粒数、成粒数、千粒重均比对照增加, 空秕率也降低了, 产量率增加 5.1%、7.4% 和 7.0%, 平均增产率为 6.5%。

(3) 营口大石桥两个试验点的试验结果

试验处理:

I 常规施肥 (二铵 10 公斤 / 亩 + 氯化铵 15 公斤 / 亩)

II 常规施肥 I+ 缓释剂 1.0 公斤 / 亩

试验结果与分析见表 12

表 12 水稻生育时期、生育性状及产量调查表

试验地 点	处理	播种 期	插秧 期	返青期	分蘖 期	拔节期	抽穗 期	成熟 期
大石桥 水源	I	4.16	5.26	5.30	6.2	7.1	8.4	10.3
	II	4.16	5.26	5.30	6.2	7.1	8.4	10.9
大石桥 水源	I	4.14	6.2	6.6	6.9	7.2	8.7	10.9
	II	4.14	6.2	6.6	6.9	7.2	8.7	10.9

试验地 点	处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	亩穗数 (个)	穗 粒数 (个)	秕粒数 (个)	千 粒数 (%)
大石桥 水源	I	100.7	2.10	351,611	1228	11.1	13.2
	II	99.7	2.25	409,451	135.8	11.3	23.7
大石桥 水源	I	100.1	2.30	369,515	110.4	10.1	20.2
	II	101.5	2.86	437,885	116.6	11.5	20.3

处理 / 项目	小区产量 / 平均数				增产率 (亩 / kg)	亩 增产 (kg)	增 产率 (%)
大石桥 水源	I	21.2	18.5	16.4	18.9	630.3	-
	II	21.7	21.2	409,451	135.8	11.3	79.8
大石桥 水源	I	15.0	17.7	18.1	17.3	577.0	-
	II	20.2	22.4	19.4	20.7	690.5	113.5

从表 12 可以看出, 施用缓释剂对水稻的生育期无影响; 但对生育性状影响较大, 与对照比, 茎粗、亩穗数、穗粒数、千粒重均有增加, 穗粒数增加 5.6%~10.6%, 千粒重增加 0.1~0.5 克, 亩产增加 79.8~113.5 公斤, 增产率为 12.7~19.6%, 平均为 16.15%。

3.4 结论

(1) 玉米基施氮肥同时, 配施缓释剂, 可提高氮肥的利用率。延长氮肥肥效期。氮肥一次基施不用追肥可达到玉米整个生育期不脱肥, 叶色加深, 改善玉米的生育性状, 亩穗数、穗粒数、百粒重均有增加。

(2) 水稻施用缓释剂与对照相比叶色加深, 有效分蘖数、百穗数均有增加, 亩穗粒数增加 0.7~19 粒, 千粒重增加 0.1~0.9 克, 水稻发育良好, 无脱肥现象。

(3) 玉米在正常施肥情况下施用少量的缓释剂 (一般为 0.6 公斤 / 亩), 即可获得较好的增产效果, 增加率为 4.1%~18.8%。

(4) 水稻在正常施用氮肥的条件下, 施用缓释剂会起到明显的增产效果, 亩产可提高 2~113 公斤, 增产率为 4.3%~19.6%。

(5) 由于 1997 年辽宁地区遭到严重旱灾和台风的袭击, 试验受到一定影响, 但从试验结果可以看出施用缓释剂可以增强作物的抗逆性。

4 肥料纳米缓释剂经济效益分析

在几年来的试验示范和推广应用过程中, 各种大田作物应用面积累计达到 300 多万亩, 肥料缓释剂表现出显著的社会效益和经济效益。

表 13 几种大田作物施用缓释氮肥增产增收对比表

作物品 种	缓释氮肥		普通氮肥		增产增收		
	施肥量 kg/亩	单产 kg/亩	施肥量 kg/亩	单产 kg/亩	增产 kg/亩	增产 率 %	亩增值 (元)
	尿素 + 缓释剂		尿素				
玉米	20	686.4	20	604.1	82.3	13.6	57.6
水稻	25	731.8	25	666.8	65.0	9.8	65.0
小麦	10	249.5	10	227.0	22.5	9.9	27.0
大豆	7	253.9	7	222.3	31.6	14.2	63.0
花生	7	667.0	7	583.0	129.0	23.9	193.5
甜菜	25	3293.8	25	2792.6	501.2	17.9	160.4

参考文献

- [1] 冯元琦. 长效氮肥机理及其在缓释复肥中的应用 [J]. 化肥设计, 2003(05):56.
- [2] 钟意. 袋控缓释肥氮素释放特性及其在雷竹林的应用效果研究 [D]. 杭州: 浙江农林大学, 2018.
- [3] 张长海, 郑桂萍, 陈志国. 超级稻氮肥运筹技术研究 [J]. 农业科技通讯, 2014(6):100-103.

Summary of SC TCM Agricultural Soil Ecological Restoration Major Scientific and Technological Innovation Engineering Technology

Hongfeng Sun* Hongwei Luan

Beijing World Science and Technology Research and Development Center for Productivity, Beijing, 102600, China

Abstract

The paper focuses on the major scientific and technological innovation engineering technology of SC TCM agricultural land ecological restoration. The core technology system of SC TCM agricultural soil ecological restoration major scientific and technological innovation project consists of a number of cutting-edge advanced technologies from four aspects: “Century Tianwang” high-concentration nano-bio-organic fertilizer, high-concentration nano-bio-organic-inorganic slow-release compound fertilizer, “Century Tianwang” nano-soil special repair material; “Century Tianwang” botanical pesticide residue degradation agent; SOD rumex planting and breeding cycle technology.

Keywords

SC TCM; agricultural soil ecological restoration; technological innovation engineering

SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程技术概要

孙洪峰* 栾红伟

北京世科盟生产率科技研发中心, 中国·北京 102600

摘 要

论文重点研究了 SC-TCM 农用地生态修复的重大科技创新工程技术。SC-TCM 农业土壤生态修复重大科技创新项目核心技术体系由“世纪田王”高浓度纳米生物有机肥、高浓度纳米生物有机无机缓释复合物等四个方面的多项前沿先进技术组成肥料、“世纪田王”纳米土壤专用修复材料; “世纪田王”植物源农药残留降解剂; 草皮酸模种植繁育循环技术。

关键词

SC 中医; 农业土壤生态恢复; 技术创新工程

1 引言

SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程项目是国际院士联合体执委会主席、受到联合国 WCPS 组织表彰、荣获“中华人民共和国建国 60 周年百名优秀发明家”和“中华人民共和国建国 70 周年生产率科学领域功勋科学家”荣誉称号、“植物营养生长与生殖生长平衡理论学说”的奠基人、被誉为“中国肥料之父”的世界著名科学家、世界生产率科学院(WAPS)孙成院士和中国农业大学陈延熙、梅汝鸿、王琦等院士专家及其团队研制发明的土壤生态修复最新重大科技成果。其中,

“盐碱地肥盐平衡生物纳米改良技术”已列为 2019 年山东省重点研发计划项目。

中医农业在第十五届世界中医药大会上受到了联合国粮农组织(FAO)的重点关注, SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程项目, 是采用中医原理技术和方法与农业跨界融合, 对被列为国家重点新产品计划项目和国家高新技术产业重点示范工程项目的孙成院士重大发明专利技术成果, 国家重点新产品计划项目的升级换代, 再次创新; 是将孙成院士发明专利技术专业品牌“世纪田王”高浓度纳米生物有机肥、纳米生物土壤专用修复剂、纳米植物源农药降解剂、基本粒子微生态制剂、SOD 酸模种养循环科学深度融合, 产生巨大综合效应的世界前沿最新高端技术成果, 是对经过无害化处置的禽畜粪便、秸

【通讯作者】孙洪峰, 北京世科盟生产率科技研发中心, 中国·北京 102600 邮箱: wcpssc@vip.sina.com

秆、污泥、生活垃圾、农副产品下脚料等有机固体废弃物资源化利用,是孙成院士“世纪田王”生物有机肥、“一种节约环保型复混肥控缓释生产新工艺”、“一种污染土壤修复组合物”等多项发明专利技术成果的综合实践应用,已形成产业化,全国先后已有30余家企业引进该技术成果,建立了“世纪田王”生产线,现以“湖北丰益肥业有限公司”“湖北瑞地生物科技有限公司”“北京谷田肥业有限公司”“江西奇佳肥业股份有限公司”等企业组成了目前中国规模最大的有机无机缓释复混肥企业联盟——“世纪田王企业联盟”。

SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程项目的核心技术体系由多项尖端先进技术组成,主要包括以下几点。

2 “世纪田王”高浓度纳米生物有机肥、高浓度纳米生物有机无机缓释复混肥

2.1 主要功能特点

具有“三无”“三高”“两全”“一降解”。

- ① “三无”：无毒、无害、无异味；
- ② “三高”：产品含有高养分、高有机质、高腐植酸；
- ③ “两全”：肥料营养元素全、肥料功能全；
- ④ “一降解”：能降解化学农药残留。

2.2 主要技术路线和创新点

（1）纳米缓释技术与农业微生物技术相结合

肥料产品中含有一种集脲酶抑制、硝化抑制、氨稳定和植物生长调节等多功能于一体的纳米有机化合物和一种特效的“ST 高浓缩复合微生物菌”，可大幅度提高肥料养分利用率、降低肥料中盐的指数，调节 PH 值，刺激作物生长、增强作物抗逆性。

（2）有机无机相结合

提升土壤有机质，改善土壤团粒结构，提高作物有机质，减少农业环境污染。

（3）药肥相结合一体化

在肥料中添加纯天然植物源中草药提炼的“农药降解解毒剂”和益微 SOD 微生态制剂，杀虫、灭病菌，降解农药残留。

（4）先进、科学、合理的配方

根据中医“阴阳平衡”、“营养平衡”理论，遵循植物营养生长与生殖生长的平衡比例关系，设计先进、科学、合理的各种作物专用肥料配方。

2.3 施用效果

- ① 肥料利用率提高 30% 以上；
- ② 化肥施用量减少 30% ~ 40%；
- ③ 有机资源利用率提高 30% ~ 40%；
- ④ 提升土壤有机质 5%~10%；
- ⑤ 粮食作物单产增产 10% ~ 20；蔬菜、水果、经济作物增产 20% ~ 30%；
- ⑥ 农残降解 90% ~ 100%；农药减施 80% ~ 90%；
- ⑦ 土地产出率提高 30% 以上；
- ⑧ 降低农业肥料成本投入 30% ~ 50%；
- ⑨ 肥料盐的指数低、施用安全可靠；
- ⑩ 增强作物抗逆性，抗旱、抗寒、节水、抗倒伏，防治各种病虫害。

3 “世纪田王”纳米土壤专用修复材料

“世纪田王”纳米土壤专用修复材料，包括“盐碱地专用修复材料”“重金属污染耕地专用修复材料”“石油污染耕地专用修复材料”“沙化土地专用修复材料”“次生污染土地专用修复材料”等系列土壤专用修复材料。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料，是针对盐碱地改造、重金属污染耕地治理、石油污染耕地治理、次生污染耕地、沙化土地、有机质下降板结土壤修复等一系列重大课题而研制成功的最新重大科技成果。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料，是污染土壤修复组合物，是由集硝化抑制、脲酶抑制、氨稳定和除虫害、灭病菌、降农残、植物生长调节多功能于一体的天然纳米有机化合物，“世纪田王”肥料纳米缓释剂“ST 高效浓缩复合微生物专用菌剂”“益微 SOD 微生态制剂”“原生天然腐植酸”、中草药植物源提取物及纳米功能养分材料为基本原料，经特定的工艺加工制成。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料，是一种土壤修复、化学农药、肥料减施增效专用的特殊高新技术材料，是孙成院士的重大发明专利技术成果、国家重点新产品计划项目“世纪田王生物有机肥”的核心技术材料。该修复材料，不仅无污染、无残留，而且有效大幅度降解土壤原有农残，去除有害金属，提升土壤有机质。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料，对盐碱地改造具有特殊功效。能提高土壤的吸附分子态和离子态物质的能力，

促进肥盐平衡合力吸附转化盐类,有效降低盐的指数,减少盐含量,调节酸碱平衡,提高土壤抗盐能力,改善盐碱地土壤结构,提升土壤有机质。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料,对修复重金属污染耕地、治理沙化土地具有重要作用。主要表现在,一方面能直接与土壤中的重金属离子发生物理和化学作用,影响它们环境中的形态、迁移、转化和生物有效性,从而固定重金属,降低其活性;另一方面施入土壤后能有效改善土壤结构和性质,如土壤有机质含量和PH值,提高土壤自身对重金属的缓冲和固定能力。另外,由于提升了有机质含量,促进土壤团聚体的形成及蓄水、保水、保肥,对沙化土地治理具有特殊功效。

土壤修复材料中,中草药天然植物源提取物,对土壤去虫解毒具有特效,有效降解土壤中有机磷类、氨基甲酸酯类、磺酰脲类等残留农药,降解率达90%以上。

“世纪田王”土壤专用纳米修复材料,与农业肥料配套,同时施用,对肥料具有巨大的减施增效作用。和传统施用化肥、复合肥对比,可减少化肥、复合肥施用量50%以上,大部分各类作物可免施农药,个别特殊水果、蔬菜作物也可减施农药80%以上。粮食作物却可增产10%以上,蔬菜水果可增产20%~30%。之所以能达到减施增效的作用,主要是因为“世纪田王”土壤专用纳米修复材料,与肥料配套使用后,能够使植物在白天进行光合作用、叶绿素合成,蛋白质合成,酶的活性迅速达到最佳状态,促进植物的代谢和生长发育;土壤专用纳米缓释剂中的纳米化合物,具有极强的固氮能力,能有效抑制土壤中硝态氮的形成,抑制硝化细菌的活性,增加土壤胶体和粘粒对氨离子、钠离子的吸附强度,不但能降低盐碱浓度,还能使营养元素在土壤中缓慢释放,减少营养元素损失,提高肥料利用率,满足植物营养要素。土壤专用纳米修复材料与肥料配套施用,由于微生物和腐植酸的作用,不仅有效提升土壤有机质,改善土壤结构,促进植物生长健壮,还能提高作物的过氧化氢酶的活性,降低细胞膜的透性和脱落酸的含量,从而增强作物抗逆性、抗涝、抗旱、抗寒、抗倒伏、抗病虫害的能力。

4 “世纪田王”植物源农药残留降解剂

化学农药作为重要的农业生产资料,在遏制病虫害,降低农业生产损失中发挥了重要作用。然而,长期过量、不合理施用化学农药也给人类生产、生活及生态环境造成严重影响,由此造成的农产品质量安全、耕地质量下降、农业面

源污染、恶性疾病骤增及环境激素问题已引起高度关注。

有机磷农药应用广泛,尤其是在杀虫剂领域,占杀虫剂总量的70%以上。农田中施用的农药利用率为38.8%,绝大部分农药扩散到环境中,通过水气循环和食物链进入人体,危害健康,而且因大量农药残留在土壤中,成为农业面源污染的重要因素之一。

农药降解可分为物理方法、化学方法和生物方法,但因受应用条件、使用成本、技术成熟度等因素制约,未进行规模化推广应用,尤其是在农业生产中,尚无先例。目前,生物方法因降解农药残留效果显著,环境影响小,被认为是较为理想的降低农药残留的方法,尤其是农药降解菌的筛选和应用技术研发,取得了显著的研究成果,但这些技术还处于实验室研发阶段。

“世纪田王”植物源农药残留降解剂,是著名科学家孙成院士及孙军研究员、张同心博士等团队成员,历时12年研制成功的重大发明专利技术成果。

“世纪田王”植物源农药残留降解剂,依据农药酶促降解原理,独辟蹊径,以中医理论、组方和多年应用实践为基础,筛选研发出对有机磷农药有快速、高效降解效果的植物源活性成分,经室内检测和田间验证,效果显著,实现现代农业与传统中医的跨界融合,为探索应用中医理念推动“生产、生活、生态”和谐发展提供了良好的技术路径和基础数据支撑,有重要的科研和应用价值。

“世纪田王”植物源农药残留降解剂,通过山东初健生物科技有限公司批量生产、田间实践应用案例,进行了多年大面积各种作物的田间试验表明,其对有机磷类、氨基甲酸酯类及磺酰脲类(除草剂)农药有显著降解效果,且降解速度极快。2分钟内对毒死蜱、对硫磷两种有机磷农药降解率分别达到93.2%和92.9%;对涕灭威、克百威两种氨基甲酸酯类农药降解率分别达到87.5%和85.1%;通过农药残留速测法,17h内对敌敌畏降解率为66.67%,11h对毒死蜱降解率为48.69%。

施用“世纪田王”植物源农药残留降解剂,在土壤修复、农产品安全、水体及环境生物临床等领域都有极大的应用价值,同时也为化学农药快速降解技术研究提供了全新的技术路径。利用植物酶簇对化学农药快速降解法,彻底解决了土壤农药残留污染、地上产出物农药残留问题,开创了绿色生态农业新纪元。

污染农田土壤解毒除害是土壤修复中最关键的第一步。

残存的化学农药未消除,会严重影响微生物菌群存活率、生物活性,导致后续使用生物菌肥、有机肥的修复效果显著下降。而“世纪田王”植物源农药残留降解剂与“世纪田王”高浓度纳米生物有机肥、高浓度生物有机无机缓释复混肥、土壤生物纳米专用修复剂等系列产品,相互配套施用,形成了“SC 中医农业土壤生态修复综合新技术”体系,使土壤修复达到最佳效果,真正做到了既能降解农残,又能提升土壤有机质,增加作物产量,改善作物品质,实现现代生态农业的绿色、环保、节约、高效。

5 SOD 酸模种养循环技术

SOD 酸模种养循环技术,是中国农业大学陈延熙、梅汝鸿、王琦等院士专家及其团队研制取得的巨大成就,在中国累计应用面积达 15 亿亩,团队成员王琦、陈必、梅汝鸿三位教授分别荣获“庆祝中华人民共和国成立 70 周年”纪念章。

SC 中医农业土壤生态修复重大科技创新工程项目实施是针对盐碱地沙化土地等污染土地修复投资大、见效慢、效益低等实际问题,采用 SOD 酸模种养循环技术,种植高含 SOD 的耐盐碱植物酸模,当年就有回报,产生较高的经济效益。

中国北方各地均有野生酸模,学名为酸模,别称洋铁叶子,可作中草药用。本项目中的酸模是中国从乌克兰国家引进的杂交品种,通过国际院士联合体和中国农业大学植物生态工程研究所院士专家团队研究培植选育而成的高含超氧化物歧化酶 SOD,附加值高的最新植物品种。

酸模抗盐碱、改良土壤的作用主要表现在:

一是,调节土壤 PH 值,酸模庞大的根系新陈代谢,大量茎、叶落到土中,经过分解,在酸模根际微生物和根围微生物作用下,产生各种有机酸,对土壤碱度起着中和作用,降低 PH 值;

二是,改变水盐状况,加速土壤脱盐。土壤盐分平衡取决于蒸发能力和淋溶能力的消长,当增发量大于淋溶量时积盐,反之则发生脱盐。酸模叶簇茂盛,基本覆盖了所有的地面,能改变田间小气候,减少地表水分蒸发和盐分积累;

三是,增加土壤团粒结构及微生物数量。酸模根系微生物生态中有益微生物,如硝化细菌、好氧纤维分解细菌明显增加;

四是,增加土壤养分含量。由于酸模根系发达,酸模地上部分生物产量高,残留到土壤中的酸模残体数量也大,土壤有机质含量明显增加。种植 4 年的酸模土壤有机质能增加

0.5% 左右。酸模除了高含蛋白质、赖氨酸、超氧化物歧化酶、黄酮等营养物质,其他营养成分也很丰富;

五是,高含 SOD 的内生共生芽孢杆菌接种酸模产生独特效果,SOD 可以有效清除生物体内自由基,可以将有毒的氧自由基歧化为无毒的水和氧气;

六是,降低盐的指数,调节土壤溶液渗透压,增强作物抗逆性。

酸模本身是作为饲料从乌克兰引入中国,已通过全球牧草品种审定委员会审定,注册为中国国家引进品种,登记号为 183。

酸模是最优秀的牧草品种,是高产、新型、高蛋白质的最新牧草品种。酸模粗脂肪含量明显高于一般牧草,叶类蔬菜和茎类蔬菜,干物质粗脂肪含量为 6.21%,而苜蓿才为 3%,菠菜为 3%,豇豆为 2%。

酸模的粗纤维、维生素、矿物质的含量也都高于其他牧草、菜类植物。

由此可见,酸模是优质蛋白源饲料,在改变盐碱地和沙化土地时,大量种植酸模,加工制成青储饲料、颗粒蛋白饲料,供应禽畜动物养殖行业,有利于促进种养循环农业经济的发展。

酸模不仅能深加工成富含 SOD 高蛋白饲料,让人们吃上有利于健康的肉、蛋、奶等动物功能食品,而且,由于 SOD 是目前世界上公认的唯一的有益无害的抗氧化剂,是人体内有害自由基克星。因此,SC 中医农业土壤生态修复院士专家团队,在土壤生态修复种植酸模时,具备条件,根据需要,还可以采用酸模 SOD 提取技术和酸模接种 SOD 菌剂技术,生产出富含 SOD 的苹果、梨、桃、草莓等各种 SOD 水果和玉米、水稻、小麦等富含 SOD 的粮食作物及各种 SOD 饮料,增强人体免疫力,提高人类健康水平,为构建人类公共卫生健康共同体作出贡献。

参考文献

- [1] 肖樊.“中医药农业”释放了新的农业科学技术技能[J].中国农村科技,2018:36-37.
- [2] 孟霞.“中药农业”开辟了特色生态农业的新道路[J].农民科学技术培训,2017(02):38-39.
- [3] 王艳群.设施农田土壤生态环境修复技术及其效应研究[D].保定:河北农业大学,2005.

Study on the Degradation Effect of Plant-Derived Active Ingredients on Organophosphorus Pesticides

Jun Sun* Tongxin Zhang

Shandong Rengjian Biotechnical Co. Ltd, Jinan, Shandong, 250200, China

Abstract

In order to explore new ways and methods for the degradation of organophosphorus pesticides, the degradation effects of plant-derived active ingredients on three organophosphorus pesticides were studied. Rhubarb, Pittosporum bark, Hibiscus bark, and Chinese gall in 9:4:3:2 parts were mixed by mass, ground and soaked in water, and the concentration changes of organic phosphorus pesticide before and after the test were compared through GC-MS quantitative detection method and rapid pesticide residue measurement method to clarify its degradation effect on organophosphorus pesticides. The results showed that the degradation rates of chlorpyrifos and parathion were 93.2% and 92.9% respectively in the extract within 2 minutes; the degradation rate of dichlorvos was 66.67% in the extract within 17 hours, and the degradation rate of chlorpyrifos was 48.69% within 11 hours. This study shows that the extracts of rhubarb, sea tongs bark, hibiscus bark, and gallnut have significant degradation effects on chlorpyrifos, parathion, dichlorvos and other organophosphorus pesticides.

Keywords

organophosphorus pesticide; plant-Derived active ingredients; pesticide degradation; chinese medicine agriculture; soil remediation

植物源活性成分对有机磷农药的降解效果研究

孙军* 张同心

山东初健生物科技有限公司, 中国·山东 济南 250200

摘 要

为探索有机磷农药降解的新途径和方法, 研究植物源活性成分对 3 种有机磷农药的降解效果。以大黄、海桐皮、木槿皮、五倍子按 9:4:3:2 质量份数混合, 粉碎并以水浸泡, 以 GC-MS 定量检测法、农残速测法, 通过比较试验前后有机磷农药浓度变动, 明确其对有机磷农药的降解效果。结果表明, 2 min 内浸提液对毒死蜱、对硫磷 2 种有机磷农药降解率分别达到 93.2%、92.9%; 浸提液 17 h 内对敌敌畏降解率为 66.67%, 11 h 内对毒死蜱降解率为 48.69%。本研究表明, 大黄、海桐皮、木槿皮、五倍子浸提液对毒死蜱、对硫磷、敌敌畏等有机磷农药有显著降解效果。

关键词

有机磷农药; 植物源活性成分; 农药降解; 中医农业; 土壤修复

1 引言

化学农药作为重要的农业生产资料, 在遏制病虫害, 降低农业生产损失中发挥了重要作用。然而, 长期过量、不合理施用化学农药也给人类生产、生活及生态环境造成严重影响, 由此造成的农产品质量安全、耕地质量下降、农业面源污染、恶性疾病骤增及环境激素问题已引起高度关注^[1-5]。

有机磷农药应用广泛, 尤其是在杀虫剂领域, 占杀虫剂总量的 70% 以上^[6]。农田中施用的农药利用率为 38.8%^[7], 绝

大部分农药扩散到环境中, 通过水气循环和食物链进入人体, 危害健康, 而且因大量农药残留在土壤中, 成为农业面源污染的重要因素之一^[8-9]。

农药降解可分为物理方法、化学方法和生物方法, 但因受应用条件、使用成本、技术成熟度等因素制约, 未进行规模化推广应用^[8,10], 尤其是在农业生产中, 尚无先例。目前, 生物方法因降解农药残留效果显著, 环境影响小, 被认为是较为理想的降低农药残留的方法, 尤其是农药降解菌的筛选和应用技术研发, 取得了显著的研究成果^[8,10-12], 但这些技术还处于实验室研发阶段。

本研究依据农药酶促降解原理, 独辟蹊径, 以中医理论、

【通讯作者】孙军, 山东初健生物科技有限公司, 中国·山东 济南 250200 邮箱: sj@nassg.org

组方和多年应用实践为基础,筛选研发出对有机磷农药有快速、高效降解效果的植物源活性成分,经室内检测和田间验证,效果显著,实现现代农业与传统中医的跨界融合,为探索应用中医学理念推动“生产、生活、生态”和谐发展提供了良好的技术路径和基础数据支撑,有重要的科研和应用价值。

2 材料与方法

2.1 植物源活性成分制备

(1) 将大黄 180 g, 海桐皮 80 g, 木槿皮 60 g, 五倍子 40 g 等中药原材料混合粉碎, 200 目过筛。

(2) 将粉末置于不锈钢容器中, 加水 2000 g, 加热至 100℃, 持续 30 min。

(3) 在充分接触空气的条件下, 自然降温冷却(不低于 5℃), 静置 48 h。

(4) 将药液滤出, 用 5000 g 清水(水温为室温即可)稀释备用。

2.2 降解效果检测

气相色谱-质谱联用分析法(GC-MS法) 2018年3月10日, 在山东省农科院农业质量标准与检测技术研究所实验室, 用安捷伦 7890A 气相色谱-质谱联用法定量检测植物源成分对有机磷农药(毒死蜱、对硫磷)的快速降解效果^[13-15]。

(1) 配置 1 μg/mL 的毒死蜱、对硫磷混合标样。

(2) 取 1 mL 标样置于 20 mL 尖头玻璃试管, 再加入 1 mL 植物源活性成分溶液, 旋涡振荡 1 min。

(3) 加入 5 mL 乙腈、1 g NaCl, 旋涡振荡 1 min。

(4) 用 3000 r/min 离心 2 min, 取出置于试管架。

(5) 取 1 mL 离心后的上清溶液置于玻璃试管, 在 40℃ 水浴锅内氮吹(至吹干), 加入 2 mL 丙酮定容。

(6) 上机(安捷伦 7890A)检测, 进样量 2 μL。设 3 个重复。

农残快速检测法 以韭菜、茼蒿为试验对象, 用 NC-800 型 6 通道智能农残快速检测仪检测植物源成分对有机磷类农药(敌敌畏、毒死蜱)的降解效果。

(1) 韭菜—敌敌畏

试验条件: 2018 年 5 月 6 日, 在山东省聊城市莘县张鲁镇菜园村韭菜基地开展试验, 该基地种植韭菜 2 年, 面积 0.33 hm², 品种为汉中冬韭, 株高 15~20 cm, 畦东西向, 长 25 m,

宽 2 m, 韭菜南北行横向种植; 5 月 6 日开展试验, 实时气温 22~25℃, 风力 2~3 级; 16~17h 后采样检测。

试验过程:

① 5 月 6 日下午 15 时~16 时选择韭菜地块 20 m², 用 775 mg/L 敌敌畏 2000 mL 均匀喷洒韭菜植株及行间地面;

② 随机选择其中 10 m² 做试验处理, 立即用植物源活性成分加常温清水稀释 4 倍, 取 400 mL 均匀喷洒韭菜植株及行间地面; 另 10 m² 做对照 I;

③ 以相邻地块同样种植条件、不喷施敌敌畏和植物源活性成分的韭菜畦内韭菜为对照 II;

④ 5 月 7 日上午 9 时至 10 时, 用 5 点混合取样法, 在试验处理区、对照 I 区、对照 II 区, 各采集韭菜样品 1 kg, 装入塑料封口袋; 11 时, 用速测法检测韭菜样品敌敌畏残留情况。设 2 个重复。

(2) 茼蒿—毒死蜱

试验条件: 2018 年 5 月 9 日, 在山东省聊城市莘县柿子园镇郑庄出口茼蒿基地开展试验, 该基地种植茼蒿 2.67 hm², 生长期 45 天, 株高 30~50 cm, 畦东西向, 长 80 m, 宽 5 m, 茼蒿东西行纵向种植, 按计划于 5 月 10 日采收, 因飞防误喷, 毒死蜱超标 16 倍, 应要求采取紧急救治; 5 月 9 日夜间开展试验, 实时气温 16~18℃, 无风; 10~11 h 后检测。

试验过程:

① 在畦头、畦中设 3 个小区, 每小区约 20 m²;

② 5 月 9 日晚 22 时用植物源活性成分加常温清水稀释 4 倍, 取 1000 mL 均匀喷洒试验小区茼蒿植株;

③ 以每小区西侧相邻区段为对照;

④ 5 月 10 日 8 时, 用 5 点混合取样法, 在试验处理区、对照区, 各采集茼蒿(中上部)样品 500 g, 装入塑料封口袋; 9 时, 用速测法检测茼蒿样品毒死蜱残留情况。

3 结果与分析

3.1 植物源活性成分对毒死蜱、对硫磷的降解效果

通过 SPSS 进行 T-test 分析, 结果见由表 1。以标样测试浓度为初始浓度(ck), 毒死蜱、对硫磷标样溶液与植物源活性成分混合 2 min 后, 毒死蜱降解率为 93.6%, 对硫磷降解率为 92.9%, 毒死蜱、对硫磷浓度明显下降(P<0.01), 降解效果显著; 对毒死蜱、对硫磷的降解效果相当, 未达到差异显著水平(t=2.347, P=0.079)。

表1 植物源活性成分对毒死蜱、对硫磷的降解效果(室内)

种类	试验重复	浓度 / ($\mu\text{g/mL}$)	均值 /($\mu\text{g/mL}$) $\pm$ 标准差	降解率 /%
标样	1	0.9635	0.9653 $\pm$ 0.0047A	
	2	0.9706		
	3	0.9618		
毒死蜱	1	0.0983	0.0962 $\pm$ 0.0032B	93.6
	2	0.0978		
	3	0.0925		
对硫磷	1	0.1039	0.1031 $\pm$ 0.0039B	92.9
	2	0.1065		
	3	0.0988		

3.2 植物源活性成分对敌敌畏、毒死蜱的田间降解效果

由表2看出,对照II韭菜样品为1.01%、对照韭菜样品为19.00%、试验处理韭菜样品为6.11%,结果表明植物源活性成分在田间自然状况下对敌敌畏有显著的效果,17 h内降解率达到66.67%。

表2 植物源活性成分对敌敌畏的降解效果(田间)

种类	试验重复	抑制率 /%	均值 /%	降解率 /%
CKI	1	0.48	1.01	
	2	1.54		
CKII	1	20.41	19.00	
	2	17.59		
试验处理	1	11.89	6.11	66.67
	2	0.32		

由表3看出,经紧急处理后,茼蒿上毒死蜱浓度显著降低,10~11 h后,降解率超过48.7%。

因100%为农残浓度已超过仪器量程,无法获取相对准确的数值,虽无法进行准确的显著性检验分析,但从数据分布来推测,两者间应存在显著差异。

表3 植物源活性成分对毒死蜱的降解效果(田间)

种类	试验重复	抑制率 /%	均值 /%	降解率 /%
试验处理	1	52.16	46.83	48.69
	2	46.41		
	3	41.92		
CK	1	73.77	91.26	
	2	100		
	3	100		

4 结论

本研究表明,大黄、海桐皮、木槿皮、五倍子按照固定质量份数配比后获得的浸提液对毒死蜱、对硫磷、敌敌畏等

有机磷农药有显著降解效果,且降解速度极快,尤其是在与有机磷农药充分混合的情况下,2 min内降解效率超过90%。

鉴于该植物源成分对有机磷农药的快速、显著的降解效果,其在农田土壤修复、新鲜蔬果农残消除、有机磷有毒化合物生产及泄漏应急处理、临床中毒抢救等方面有较为广阔的应用前景。

5 讨论

有机磷农药应用普遍,随着害虫抗药性的增加,施用量和频次不断增大,对环境造成较大影响,且对人体存在急性中毒危险^[16]。农药生物降解技术是近年领域内全球技术研究的热点^[17-18],也从土壤、水体中分离筛选了对有机磷有明显酶促降解作用的专性、广谱性的微生物种类包括细菌、真菌、放线菌和藻类。其中对细菌研究最为深入^[17],如细菌中较具代表性的假单胞菌属(*Pseudomonas*),对马拉硫磷、敌敌畏、甲拌磷、甲基对硫磷都有较好的降解效果。刘玉焕等^[19]对甲胺磷降解真菌进行了详细研究,王百慧等对微生物产生土壤酶降解农药的机理进行了较为完善的综述^[20],赵仁邦等^[21]对草酸青霉ZHI6降解甲胺磷的应用方法进行了研究。比亚酶是从土壤中筛选出微生物产生的发酵产物,作为“863计划”项目成果自2012年开始北京森根比亚生物科技有限公司独家生产,用于民用,其对敌敌畏、毒死蜱、马拉硫磷、倍硫磷、甲基对硫磷平均降解效果达到70%,并开发出“酶学性能改善的甲基对硫磷水解酶突变体及其应用”等多项专利技术^[22]。

截止目前,应用纯植物源成分降解有机磷农药及其它种类农药的研究文献鲜有见到。中医农业作为现代农业发展中的一个全新理念,对推动农业可持续发展有重要的意义^[23]。中国传统医学中,有较多应用中药解毒的配方和案例,从菠萝、木瓜等水果中提取可食性蛋白酶研制出可降解蔬菜农药残留的洗涤剂,对甲胺磷、氧化乐果、敌敌畏、毒死蜱等农药的降解率达到90%以上^[24];不同浓度的茶树油及水溶性茶树油对喷施农药的豇豆进行浸泡、清洗处理,结果表明,0.8%的水溶性茶油清除农药残留效果最优,对三唑磷、马拉硫磷、毒死蜱农药清除率分别为82.79%、94.54%、84.58%^[25]。

尽管筛选出了多种降解农药的微生物种类和植物提取物,但从现有文献中看出,这些研究成果尚未进行规模化应用。比亚酶作为当前最为稳定和有效的有机磷农药降解酶,受原料、生产途径、产量和成本等因素的影响,应用范围受

到限制。本研究采用的中药组方中的植物源成分来源较为广泛,且具有功能相当的替代种类,能够进行批量生产,成本低,经11年的大田应用证明,效果显著、稳定。本研究首次将中药解毒的原理和技术应用于化学农药降解方面,筛选出了能够高效降解有机磷农药的中药组方,并研发出较为系统的生产工艺、产品及配套应用技术,能够应用于农田污染土壤农药残留降解、农产品表面残留农药降解、水体环境消毒及有机磷类农药(厂)泄露紧急处理等领域。大田应用初步表明,本植物源成分对氨基甲酸酯类、磺酰脲类农药及除草剂有一定的降解效果,尚需进行科学的试验证明。同时,该成分的作用机理亦需进一步深入研究。

参考文献

- [1] 林正平. 黑龙江省农药面源污染现状及治理措施 [J]. 农药科学与管理, 2017(12):9-10,14.
- [2] 廖小斌, 陈美球, 李志朋等. 基于农户农药化肥使用视角的耕地质量保护激励对策探讨 [J]. 浙江农业科学, 2017(04):673-676,678.
- [3] 顾晓军, 田素芬. 农药与癌症 [J]. 世界科技研究与发展, 2005(02):47-52.
- [4] 胡旭, 李璐, 张钦发等. 环境激素类污染物对食品安全的影响分析 [J]. 食品工业, 2014(09):230-234.
- [5] 程燕, 谭丽超, 周军英等. 我国环境激素类农药优先名录筛选 [J]. 农药科学与管理, 2017(04):28-35.
- [6] 闰万明, 姜益群. 对有机磷农药一些问题的研讨 [J]. 内蒙古石油化工, 2001(27):52-54.
- [7] 杨光. 农业农村部: 我国农药利用率已达到 38.8% [J]. 农药市场信息, 2018(11):11-12.
- [8] 滕瑞菊, 王雪梅, 王欢等. 有机磷农药的降解与代谢研究进展 [J]. 甘肃科技, 2016(04):46-50.
- [9] Sun B, Zhang L X, Yang L Z, et al. Agricultural Non-Point Source Pollution in China: Causes and Mitigation Measures. AMBIO, 2012(04):370-379.
- [10] 王圣惠, 张琛, 闫艳春. 有机磷农药微生物降解研究进展 [J]. 生物技术, 2006, 16(3):95-97.
- [11] 梁一博, 谭兴和, 胡望资等. 蔬菜中农药残留降解方法研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2015(06):135-138.
- [12] 闫艳春, 乔传令, 周晓涛. 一种工程菌的高酶活及其固定化细胞对农药的降解 [J]. 中国环境科学, 2011(05):461-465.
- [13] 朱赫, 纪明山. 农药残留快速检测技术的最新进展 [J]. 中国农学通报, 2014(04):242-250.
- [14] 于鸿, 陈安, 李晓晶等. 固相萃取结合气相色谱法测定蔬菜中 33 种有机磷农药的残留量 [J]. 中国食品卫生杂志, 2011(04):330-334.
- [15] GB/T 5009.20-2003, 食品中有机磷农药残留量的测定, 发布日期 2003 年 8 月 11 日, 实施日期 2004 年 1 月 1 日.
- [16] 王威, 贺红武, 王列平等. 有机磷农药及其研发概况 [J]. 农药, 2016(02):86-90.
- [17] 尤民生, 刘新. 农药污染的生物降解与生物修复 [J]. 生态学杂志, 2004(01):73-77.
- [18] 谷月, 姜华. 农药污染土壤的微生物降解 [J]. 辽宁农业科学, 2013(04):52-55.
- [19] 刘玉焕, 钟英长. 甲胺磷降解真菌的研究 [J]. 中国环境科学, 1999(02):172-175.
- [20] 王百慧, 焦浩, 刘宝林等. 土壤酶对农药降解作用机制的研究进展 [J]. 中国农学通报, 2012(32):253-257.
- [21] 赵仁邦, 靳存华, 刘卫华. 草酸青霉 ZHJ6 固定化后对甲胺磷农药降解的影响 [J]. 中国农学通报, 2012(26):247-251.
- [22] 龚晓洁, 李立公, 李光雷. 酶学性能改善的甲基对硫磷水解酶突变体及其应用 [P]. 国家发明专利(实审), 申请号: 201710505744.2, 公开号: 107189993A.
- [23] 章力建, 朱立志, 王立平. 发展“中医农业”促进农业可持续发展的思考 [J]. 中国农业信息, 2016(11):3-4.
- [24] 左常睿. 新型降解酶有效去除蔬菜农药残留 [J]. 科技日报, 2011(08):53.
- [25] 林丽静, 程盛华, 李积华等. 茶树油清除豇豆农药残留的效果 [J]. 农业工程学报, 2013(03):273-278.

Agriculture Insurance's Outreach Constrained by Procedural Delays and Norms: Reflections from North Karnataka, India

Nayanatara S. Nayak^{1*} Narayan Billava² Ashalata K.V.³

1. Centre for Multi-Disciplinary Development Research (CMDR), Y.S. Colony Dharwad, Karnataka, India

2. CMDR, Dharwad, Karnataka, India

3. Department of Statistics, University of Agricultural Science (UAS), Dharwad, Karnataka, India

Abstract

Karnataka is one of the states, which experienced severe drought continuously for four years since 2014. In addition, heavy rainfall for the past two years has adversely affected agriculture produce in the entire state putting farmers into debt trap as most of them are not covered by crop insurance for crop failure. Although crop insurance was available to farmers in India since 1972, the coverage across the states including Karnataka was not found to be satisfactory. The average percentage of farmers covered under crop insurance was less than 10% during 1999-2015, both for India and Karnataka. It was 11.3% under NAIS 2015 kharif, increased to 12.2% in 2016, 17.1% in 2017 going down to 15.6% in 2018 and to 14.1% in 2019 under Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana (PMFBY) kharif in Karnataka. PMFBY was one new kind of agriculture insurance company and introduced throughout the country in 2016. This paper examines the performance of this scheme with specific reference to north Karnataka based on primary data collected from farmers' survey in four districts, secondary data collected from official documents and first-hand information gathered from regional stakeholder workshops organized in six selected districts of north Karnataka. The study tries to look into the extent of coverage and, flaws and merits of crop insurance schemes with reference to problems faced by farmers in getting insurance coverage and claims. The study covered around 1000 stakeholders including farmers, officials of banks, department of economics and statistics, agriculture department and insurance agencies, representatives of gram panchayats and cooperative societies. Three agricultural crop seasons have passed since then. Central government has brought in some changes in guidelines and is likely to make further changes in procedures in response to concerns expressed by States and farmers' representatives. Follow up discussions with key stakeholders in Karnataka held after the initial farmers' survey reveal that while a few of the anomalies in applying for crop insurance have been addressed by the concerned departments, major obstacles in assessment and claims continue to exasperate farmers who are miffed by these procedural lapses. This paper throws light on some of these issues and discusses measures to make crop insurance, particularly PMFBY farmers' friendly.

Keywords

Crop insurance; Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana; Agriculture Insurance; Farmers; Claims

农业保险的推广受到程序延误和规范的限制：关于印度卡纳塔克邦北部的思考

Nayanatara S. Nayak^{1*} Narayan Billava² Ashalata K.V.³

1. Centre for Multi-Disciplinary Development Research (CMDR), Y.S. Colony Dharwad, Karnataka, India

2. CMDR, Dharwad, Karnataka, India

3. Department of Statistics, University of Agricultural Science (UAS), Dharwad, Karnataka, India

摘要

自 2014 年以来，卡纳塔克邦连续四年遭受严重干旱。此外，过去两年的强降雨给整个邦的农业生产带来了不利影响，农民陷入债务困境，因为他们中的大多数人没有购买作物歉收的保险。尽管自 1972 年以来，印度农民就有作物保险，但包括卡纳塔克邦在内的各邦保险覆盖面积都不太令人满意。1999 年至 2015 年间，印度和卡纳塔克邦，购买作物保险农民的平均比例不到 10%。2015 年的秋收作物在国家农业保险计划 (NAIS) 中的购买比例仅为 11.3%，到 2016 年增至 12.2%，2017 年为 17.1%，而在 2018 年降至 15.6%，2019 年在卡纳塔克邦，关于秋收作物的政府资助的作物保险计划 (Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana, 缩写为 PMFBY) 购买率仅为 14.1%。PMFBY 于 2016 年在全国范围内推出的一种新型农业保险公司。本文主要展示该项计划的性能，主要参考来源如下：四个地区农民调查收集的主要数据，从官方文件收集的辅助数据以及从卡纳塔克邦北部六个选区的区域利益相关者研讨会中收集的一手信息。这些信息用于考察该计划的效果，而卡纳塔克邦北部则是主要参考对象。这项研究试图参考农民保险的覆盖程度和理赔方面所面临的问题，研究农作物保险计划的承保范围以及优缺点。该研究大约有 1000 个利益相关者，包括农民、银行官员、经济和统计部门、农业部门和保险机构、村务委员会和合作社代表。从那时起已经度过了三个农作物的季节。中央政府已经对准则进行了一些修改，有望根据国家和农民代表所表示的担忧而进一步修改程序。在最初的农民调查之后，卡纳塔克邦的主要利益相关者又进行了后续讨论，发现相关部门已解决了一些申请农作物保险的异常问题，但由于评估和索赔带来的主要障碍，受到该问题困扰的农民仍感到愤怒。这些程序上的失误。本文重点探讨了以上的一些问题，并讨论了应用农作物保险，尤其是农民 PMFBY 的一些措施。

关键词

作物保险；政府资助的作物保险计划；农业保险；农民；索赔

1 引言

自2014年以来,卡纳塔克邦连续四年遭受严重干旱。在过去的2年里,该邦因强降雨遭受了巨大的损失,这也给整个邦的农业生产带来了不利影响,同时给国家经济带来损失。气候变化导致天气波动频繁,不利于农业的发展,这也迫使政府和农民寻求防止作物损失的保险。尽管自1972年以来,印度就给农民提供了农作物保险,但包括卡纳塔克邦在内的各邦的保险覆盖率都不太令人满意。几项研究和印度审计长(CAG)的报告表明^[1],印度的农作物保险计划实施状况不佳,所发现的问题相似且持续存在,而且似乎从计划实施之初就存在问题。农民缺乏认识、仅依靠借贷农户、少数作物保险有效、索偿额微薄、索偿延迟和腐败行为是农民选择农作物保险偏低的主要原因。卡纳塔克邦也不例外。

在1972年至2015年间,以前在邦中心的政府尝试了11种作物保险计划,最后一个是国家农业保险计划(NAIS)。但是,似乎这些计划都不全面,也未能吸引大量农民购买。平均看,在1999–2015年间,印度农民农作物保险的覆盖率不足10%。在这种背景下,有3个新方案。2016年,该国引入了基于天气的重组作物保险计划(RWBCIS),政府资助的作物保险计划(PMFBY)和统一包裹保险计划(UPIS)。除了这三个新的或重组的计划之外,中央政府还保留了椰子棕榈保险计划(CPIS)。与前期计划中的条款相比,政府资助的作物保险计划对农民友好,因为它规定了农民所占份额的上限、在线申请提交、增加保险金额、将索赔直接转到农民账户、农作物的覆盖率高但保费率低。但是,该方案在实际实施中要如何取得优势?而且,包括农民在内的不同利益相关者的反应如何?本文试图通过实地考察、家庭调查以及与卡纳塔克邦北部选定地区的不同利益相关者进行互动,探讨现实中的实际水平,从而解决这些问题。

该论文以一项实证研究为基础^①,该研究在2016–2017年间进行。论文分六个部分讨论。在引言之后,简要回顾了作物保险、研究方法、卡纳塔克邦的作物保险现状,重点关注政府资助的作物保险计划,其中包括覆盖率和实施状况,

【通讯作者】Nayanatara S. Nayak, Centre for Multi-Disciplinary Development Research (CMDR), Y.S. Colony Dharwad, Karnataka, India; Email: nsn.cmdr@gmail.com

2015年国家农业保险计划与2016年政府资助的作物保险计划的性能以及利益相关者对该计划的看法。最后一部分是总结和结论。

2 有关印度作物保险的简要介绍

自1972年以来,不论印度农民的表现和能力,他们都能获得作物保险。随着时间的推移,许多研究人员和组织都试图评估整个印度的作物保险计划。卡纳塔克邦也有许多关于农作物保险的信息。

用Imt^[2]的话说:“全球范围内,政府作物保险是失败的,但是印度好像并不在意自己国家和其他国家的失败。其他的一些研究也同意这种观点。关于喀拉拉邦香蕉CPIS保险的一项研究表明,该计划在财务上并不可行,因为这给政府带来了沉重负担,并且只有当农民真正面临损害威胁时保险才得以生效,而且要在注册一周之内才能提出索赔要求^[3]。通过国家农业保险计划进行的印度农作物保险计划的评估一直持续到2014–2015年,结果显示:“虽然国家农业保险计划还算公平,但只有少数地区和农作物在保险范围和赔偿金额之内,而且对于索赔的处理存在延误”^[4]。在安得拉邦克里希纳地区进行的一项研究^[5]表明,农作物保险对大农有利,其风险分担程度非常低。印度政府组成的联合小组^[6]复查了作物保险,他们建议对人身事故、医疗和“住房与财产”保险、作物保险以及提供补贴的作物保险、保费上限等进行强制覆盖。据班纳吉和巴塔查里亚的研究^[7],印度的农业保险仍处于试验和开发阶段。他们指出了保险提供者和接受者之间的差距,以及农民之间缺乏意识,强迫将借贷农民纳入计划的阻碍。

斯万^[8]运用2000–2010年的次要时间序列数据,研究了奥里萨邦的国家农业保险计划和基于天气的作物保险计划方案,并通过与保险用户的专题小组讨论收集了信息,发现基于天气的作物保险计划覆盖率更高,保费更低也更加便捷,其表现优于国家农业保险计划,尽管保额和赔偿金额较低,但赔付率较高。虽然在过去的8年中,加入国家农业保险计划的农民没有获得任何赔偿,而在此期间,大多数加入基于天气的作物保险计划的农民两次获得了赔偿。农业合作部委员会的报告^[9]强调了过去五年来印度实施农作物保险计划的失败尝试。自委员会在该国实施作物保险计划以来,委员会与利益相关者沟通时强调的许多问题仍长期存在,且尚未得到解决。根据对3个州的实地考察,CSE^[10]对2016年的秋

收作物的保险计划性能进行研究。哈里亚纳邦、泰米尔纳德邦和北方邦利益相关者与来自8个州的农民领袖和民间社会成员进行圆桌讨论。研究表明,与之前的方案(国家农业保险计划)相比,保险面积增加18%,每公顷土地的保险总金额增加68%,投保的农民人数增加30%,其中的人数包括借贷人和非借贷人。该研究指出,尽管与原计划相比,政府资助的作物保险计划是一个有所改进的变革性计划,但由于实施方面的挑战(延迟通知、邦政府补贴的支付延迟、承租人和农户覆盖率低、村务委员会机构缺乏参与、对计划了解不足、执行官员之间协调不力、缺乏对所购买保险的认识、两次扣减保费、条款有误、通信控制设备的漏洞、精算保费率高以及索赔解决延迟),该计划未能吸引农民。戴伊和梅特林^[11]根据辅助信息中农民和作物的覆盖率,保险费率和理赔支付效力的表现,研究了印度各邦政府资助的作物保险计划和基于天气的作物保险计划。研究结果表明,尽管有效的理赔支出可能会增加政府资助的作物保险计划下的受益人覆盖范围,但补贴和精算保费率将对基于天气的作物保险计划的覆盖范围产生影响。最新的印度审计长^[1]报告介绍了印度在2011年至2015–16年间(即在实施政府资助的作物保险计划之前)实施的作物保险计划的性能审核。该报告强调,多年来,各国政府一直未能建立农民数据库,未能扩大保险覆盖范围和农民意识。

关于卡纳塔克邦较早的作物保险计划的评价研究表明,虽然根据1999–2015年秋收作物和冬收作物季节的统计数据^[12],卡纳塔克邦在作物保险的农民覆盖率方面排名第八,但农民和地区覆盖率较低。Kalavakonda和Mahul^[13]发现,卡纳塔克邦的农作物保险计划在覆盖面积、农民人数和财务状况方面表现不佳。拉杰夫等人^[14]对卡纳塔克邦的农作物保险进行了一项研究,该研究基于对卡纳塔克邦曼迪亚、钦拉纳加和哈维里地区的农民进行的抽样调查以及印度全国抽样调查组织第59轮的分析^[15]表明教育水平高、经济地位和社会阶层高的农户可能会入作物保险。

过去,在卡纳塔克邦、古吉拉特邦、安得拉邦、马哈拉施特拉邦等发现了大量的欺诈行为,农民、银行官员和农业部门官员被指控运用网络非法制造虚假的保险索赔并篡夺金钱^[16]。Goudappa等人的研究^[17]包含在海得拉巴–卡纳塔克邦地区购买国家农业保险计划的农民,该报告表明,农民对农作物保险计划并不了解,农民对农业部门实施该计划不满意。

简言之,印度审计长报告以及个人和各个机构的研究表明,印度的农作物保险计划表现不佳,发现的问题相似,而且问题似乎从一开始就存在。但是,尚未努力采取具体措施来解决这些问题。但是,对政府资助的作物保险计划条款的审查表明,联合小组^[6]和米什拉委员会^[9]的大多数建议似乎已被考虑并纳入进政府资助的作物保险计划中,这些建议很受欢迎。

3 方法

这项研究重点关注2016年秋收作物季,特别是北卡纳塔克邦。该研究依靠两个主要的基本来源,从而获得相关的田地级别信息,包括2016年9月至11月期间对卡纳塔克邦北部、贝尔加姆、哈维里、卡拉伯格和赖库尔四个选定地区的120个农户进行的抽样调查。选定的村庄分别是Maladin-ni、Devihosur、Hagaraga和Mittimalakapur,并在北卡纳塔克邦的Belgaum、Dharwad、Haveri、Kalaburgi、Raichur和Vijayapura为大约600个农民和其他利益相关者组织了七个区域研讨会。此外,通过与400名农民、相关部门官员和保险代理机构代表的非正式讨论收集了信息。从农业部门和保险机构(IAs)收集了有关保险范围、保费收入和保险金额的州级信息。

4 卡纳塔克邦政府资助的作物保险计划(PM-FBY)的性能

目前有四个农业保险计划,包括政府资助的作物保险计划(更名为Karnataka Raita Suraksha Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana,缩写为KRSPMFBY)、基于天气的重组作物保险计划(RWBCIS)、椰子棕榈保险计划(CPIS)和统一包裹保险计划(UPIS)。这些计划在卡纳塔克邦中的贝尔高姆和奇特拉达加地区运作,统一包裹保险计划在印度的45个地区和卡纳塔克邦的2个地区试行实施,而政府资助的作物保险计划作为其七个组成部分之一,本文重点讨论政府资助的作物保险计划中2016年秋收作物,因为可以找到这些索赔信息,还可参考比较政府资助的作物保险计划中2015年秋收作物。

政府资助的作物保险计划在卡纳塔克邦已更名为Karnataka Raita Suraksha Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana(KRSPMFBY)。这是一项全印度的多险种保险计划,涵盖不可预防的风险,包括阻止播种/种植风险、单季作物损失、

采后损失（到采后2周）和局部灾害。农民应支付的保费是秋收作物的2%，冬收作物的1.5%和每年经济与园艺作物或精算率的5%，以较低方为准。它遵循以产量为基础的区域方法，之前，该方法强制借贷农民实行，而对于非借贷农民是自愿实行的，同时还规定了承租人和佃农的费用。为了解决索赔，将农业部门根据作物切割试验（CCE）获得的产量数据估算的作物损失提交农业部门和保险机构进行索赔解决。主要农作物的村庄/村务委员会为一个保险单位，其他农作物的税收集群/税收村组为一个保险单位。邦政府在公开招标中选择报价最低的农业部门和保险机构。政府资助的作物保险计划不承保因盗窃、恶意破坏、敌对行为、家畜/野生动物对农作物造成的损害而带来的风险，不过提供免费电话进行投诉。

政府资助的作物保险计划指南最近更改的内容包括^①：农民可以自主选择所购买保险；将中央补贴上限限制为30%；允许保险公司进行3年的招标；采用两步法，基于定义的与正常使用之间的偏差矩阵，使用诸如天气或卫星指示器之类的触发器估算农作物损失。其中一些准则也适用于基于天气的重组作物保险计划。其他修改包括仅在通过遥感反映出明显偏差的区域进行作物切割试验，以评估收益损失；允许各州选择融资规模（早期借贷人和非借贷人的保险金额相同，等同于财务规模），阻止延期向保险公司支付保费补贴的州参加政府资助的作物保险计划，该条款的截止日期为秋收作物的3月31日和冬收作物季节的9月30日，使用智能采样技术进行作物切割试验和优化对于作物切割试验的数量，如果各邦未向保险公司提供截止日期之后产量数据的情况，则通过技术的应用来解决索赔问题。此外，卡纳塔克邦政府还建立了“2020–2021农户作物调查应用程序”，农民能够通过移动设备上传农作物图像和详细信息，这将有助于提高透明度，防止农民发送农作物详细信息违约而导致的索赔延迟。

卡纳塔克邦通过班加罗尔国家信息中心（NIC）的帮助，设计并上传Samrakshane（意义保护）门户网站，使该州的农作物保险体系更加顺畅。该网站提供了计划条款和条件、公告的作物、保费率、截止日期、公司详细信息、保险费计算器的链接，并方便银行在线上传申请。Samrakshane网站将Bhoomi（土地记录）连接到农民的银行帐户。作物的状况由

农业/收入/农村发展和村务委员会（RDPR）/经济和统计局（DES）的工作人员评估，他们通过智能手机上的全球定位系统（GPS）跟踪移动应用程序，对随机选择的调查编号（样本田）进行评估。这些照片和视频被上传到网站上。

在2016年的秋收作物季节，塔塔公司（美国国际集团）和日本财产保险公司赢得了竞标，并被授权根据卡纳塔克邦的KRSPMFBY提供作物保险，向塔塔公司分配10个区一个集群，向日本财产公司分配20个区一个集群。并且，在税收集群层宣布了4331个保险单位，在村务委员会层宣布了8113个保险单位。同时宣布主要农作物为村务委员会级别，而其他作物为税收集群层级别。地区的农业部门将详细信息发送给经济和统计局，经济和统计局将把整合的详细信息发送给邦农业部门，后者发布通知，招标并最终确定竞标选择保险公司，以便为该州提供特定农业季节的作物保险。农业和园艺部门发布有关作物的通知。尽管政府资助的作物保险计划规定了三种赔偿水平（70%，80%，90%），但考虑到给农民带来的损失，卡纳塔克邦政府已将KRSPMFBY中灌溉作物的赔偿水平定为90%，雨养作物的赔偿水平定为80%。

如前所述，卡纳塔克邦在处理农作物保险方面的经验并不令人满意。如果我们查看表1中提供的为期16年（1999年至2015年）的农作物保险的统计数据，那么就覆盖面积和受保农民人数而言，其覆盖率均低于10%。但索赔状况稍好一些，占总保费收入的195%。然而，随着KRSPMFBY的引入，情况逐渐好转，因为自2016年以来，在KRSPMFBY下选择作物保险的农民人数有所增加。而保险面积也有了增加。

表1 作物保险承保范围

详细情况	参保农民 (%)	参保面积 (%)	索赔金额占参保金额的比例 (%)	对总保费的索赔金额 * (%)	受益农民百分比
印度-1999–2015 (平均)	7.9	9.6	8.5	175.2	33.1
卡纳塔克邦-1999–2015 (平均)	6.5	6.6	9.4	195.4	39.2

资料来源：印度农业部和联邦政府，印度农业部经济与统计局，2015–2016；MOA&FW, Govt. of India^[12]；Singh 2016^[18]；* 保费 + 补贴

根据2010–2011年农业普查报告，卡纳塔克邦拥有12,161,457公顷的农业用地，约有7,832,189名农民。其中约有92.5%的农民是该州的小农和边缘农民。如果我们调查1999年至2015年15年的累积数据，在农作物保险方面，卡纳塔克邦在各邦中排第8位。第一年实施秋收作物的

① Pib.gov.in ‘Cabinet approves revamping of Pradhan Mantri Fasal...PIB, February 19,2020.

KRSPMFBY 时, 卡纳塔克邦政府通报了 40 种作物 (27 种粮食和油籽, 13 种年度的商业和园艺作物) 保险。在 KRSPMFBY 下, 9,43,550 名农民购买了秋季作物保险。

图 1 描绘了 2015 至 2018 年卡纳塔克邦各地区秋收作物农作物保险计划下农民的覆盖率。根据 2015 年国家农业保险计划, 农民所占比例为 11.3%, 2016 年增至 12.2%, 2017 年为 17.1%, 而 2018 年下降至 15.6%。2019 年在秋收作物 KRSPMFBY 下, 农民覆盖率降至 14.1% (图 -1 中并未显示)。在各地区中, 达而瓦德、比德尔、哈维里、加达格和 Uttar Kannada 地区的农民覆盖率较高, 在国家农业保险计划和 KRSPMFBY 之下, 来楚尔、贝拉里、贝尔高姆和亚吉尔的覆盖率最低。与前几年相比, 2018 年科帕尔、来楚尔、巴加尔果特和查亚普拉的注册人数有所增加, 反响也非常好, 超过 50% 在达而瓦德、比德尔、加达格和哈维里的农民在 2018 年注册了秋收作物的政府资助的作物保险计划。在 2018 年秋收作物季节中, 比德尔、加达格和达尔瓦德超过 50% 的农民注册了作物保险, 注册人数最高的地区是比德尔 (72.3%)。总体而言, 2017 年农民的反应良好, 但 2016 年索赔的款项延迟以及作物切割试验中发现的许多异常情况以及对索赔的评估导致其注册人数减少。

在卡纳塔克邦北部, 覆盖率从国家农业保险计划下的 20.4% 增加到 KRSPMFBY 下的 25%。冬收作物季节的覆盖率也显着增加, 从 2015 年 (国家农业保险计划) 的 4.11% 上升到 2016 年 (KRSPMFBY) 的 15.1%。与卡纳塔克邦南部相比, 卡纳塔克邦北部地区的农民覆盖率更高。对于 2016 年的秋收作物, 卡纳塔克邦每公顷土地的粮食和油料作物的保险金额从最少 19,000 卢比的硬皮豆到在雨养地区最高为 51,000 卢比的稻田, 从 33,000 卢比的大豆到 82,000 卢比的灌溉区。就园艺和商业作物来看, 最低投保额为 41,000 卢比的旱作棉田, 最高投保额为 1,34,000 卢比的灌溉马铃薯。在基于天气的重组作物保险计划下, 水果的保险金额为最低 25,000 卢比的人心果, 最高 500,000 卢比的葡萄。如果是蔬菜, 那就是 37,500 卢比的花椰菜和 112,500 卢比的辣椒。而且这些费率因雨养和灌溉条件而异。尽管农民的保费份额分别固定为冬收作物、秋收作物 (粮食和油料种子) 和年度 / 商业 / 园艺作物总保费的 1.5%、2% 和 5%, 在 KRSPMFBY 下, 不同农作物总投保额的精算保费率从 1.02% 到 60.0% 不等。而且, 2016 年, 农民在支付给保险公司的精算 / 毛保费中所占比例

为: KRSPMFBY 下作物为 18.95%, 基于天气的重组作物保险计划下作物为 42.8%。这表明, 中央和邦政府在 KRSPMFBY 下必须承担约 81% 的精算保费, 在基于天气的重组作物保险计划下必须承担约 57% 的保费。

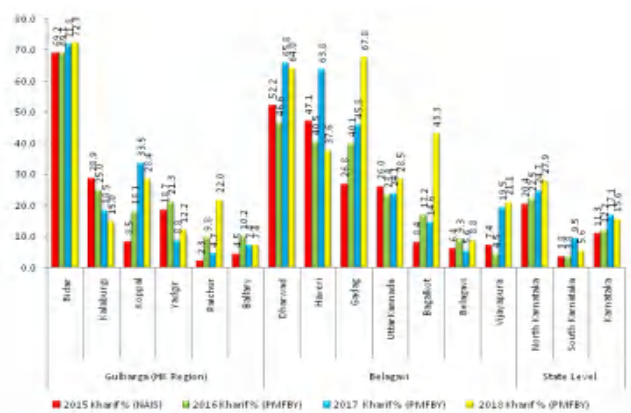


图 1 秋收作物季时印度卡纳塔克邦北部的 NAIS 2015, KRSPMFBY 2016、2017、2018 年农民的区域覆盖率情况 (%)

资料来源: 印度农业保险公司 (AIC) 和卡纳塔克邦农业部政府

表 2 表明, 注册农作物保险的农民人数有所增加。覆盖范围从 2015 年的 NAIS 下的 87.3 万农民增加到 2016 年的 94.4 万, 在 2017 年的 KRSPMFBY 下增加了 133.3 万农民。2017 年, 卡纳塔克邦在农民注册保险方面已做出巨大努力, 在 2017 年秋收作物季, 非借贷农民的覆盖率翻了三倍, (279%), 并在随后的几年中一直高于借贷农民。

表 2 农民覆盖率和参保地区 [2015、2016、2017、2018、2019]

年数	卡纳塔克邦				
	借贷农民 (十万)	非借贷农民 (十万)	总参保农民 (十万)	参保地区 (公顷)	保险总额 (十万)
2015 秋收作物 (NAIS)	3.81	4.92	8.73	1216776	302678
2016 秋收作物 (KRSPMFBY)	7.43	2.01	9.44	1203610	560953
2017 秋收作物 (KRSPMFBY)	5.72	7.61	13.33	1803450	822345
2018 秋收作物 (KRSPMFBY)	5.33	6.90	12.23	1452383	644296
2019 秋收作物 (KRSPMFBY)	4.87	6.15	11.02	1247412	—NA—
北卡纳塔克邦					
	借贷农民 (十万)	非借贷农民 (十万)	总参保农民 (十万)	参保地区 (公顷)	保险总额 (十万)
	NA	NA	7.2	1003661	235078
	6.42	1.38	7.8	1030668	474273
2017 秋收作物 (KRSPMFBY)	4.79	4.01	8.8	1297411	590565

资料来源: 印度农业保险公司 (AIC) 和卡纳塔克邦农业部政府

在实施 KRSPMFBY 之前, 约有 5% 的非借贷农民获得

了农作物保险^[19,20]。2015年国家农业保险计划(NAIS)期间,有49.2万非借贷农民在秋收作物季为作物损失投保。他们占参保农民总数的56%。2016年,他们总注册人数的份额下降到约21%。但是,表2显示,在2017年秋收作物期间,在KRSPMFBY下非借贷农民在总注册人数中的比例有所提高(57%),但此后却一直下降,可能由于与该计划相关的一些异常状况。但是,他们的农作物保险覆盖范围仍高于借贷农民。

5 NAIS-2015与KRSPMFBY-2016的性能

表3显示,在卡纳塔克邦的秋收作物季,购买NAIS和KRSPMFBY的农民中大多数(NAIS为71%,KRSPMFBY为72%)都受益于作物保险计划。但是,卡纳塔克邦北部受益的农民百分比略有下降,从2015年的69%下降到2016年的65%。由于作物产量高,2016年在卡拉堡,查亚普拉和亚吉尔地区的秋收作物保险索赔减少(尤其是豆类)。

按地区划分的农作物保险覆盖率显示,在NAIS下2015年和KRSPMFBY下2016年,约有10%的农作物区域获得了保险。北卡纳塔克邦的保险面积略高于(NAIS下为16.8%,KRSPMFBY下为14.2%),南卡纳塔克邦。在卡纳塔克邦,NAIS下的保险索赔额占总保险金额的23.2%。但是,理赔总额在总保险金额中所占的比例从2015年NAIS下的23.2%降

至2016年KRSPMFBY下的18.3%,在比德尔、哈维里、达尔瓦德和北方邦坎纳达等地区则更高,而在巴加斯科特、贝拉里、卡拉堡和来楚尔等地区则更低。2016年,KRSPMFBY下的索赔额比毛保费高出130%。在比德尔、达尔瓦德、哈维里、北方邦坎纳达和科帕尔地区,索赔额高于毛保费,而在贝拉里、来楚尔、卡拉堡和查亚普拉地区,索赔额低于农民的保费。在卡纳塔克邦,被保险农民根据KRSPMFBY 2016收到的平均索赔额为每公顷(总被保险面积)8535卢比,高于2015年NAIS所收到的索赔额(每公顷5770卢比)。卡纳塔克邦北部的平均索偿额为每公顷7509卢比,这低于卡纳塔克邦南部每公顷索偿额15512卢比。

表4中显示的截至2019年3月PMFBY和RWBIS注册和索偿状态,与卡纳塔克邦这两个项目第一年的注册人数相比,人数有所减少。2017-2019年索赔延误支付以及2017-2018年受益农民比例降低,这可能是2018-2019年反响较小的原因。索赔评估中的多次采摘,大米和稻谷比较的索赔评估,农民拖欠申报农作物的保险以及在许多情况下无视个体农民的损失等问题是延误解决索赔问题的原因。虽然索赔占总保险金额的百分比在2017年和2019年有所上升,但在2018年仍不到50%。尽管索赔延迟,特别是2016和2017年因素赔评估中的若干争议而导致秋收作物歉收,但据报道,这三年

表3 卡纳塔克邦秋收作物季 NAIS 2015 和 KRSPMFBY 2016 的性能

Sl.No.	详细情况	NAIS 2015- 秋收作物	KRSPMFBY 2016 - 秋收作物
1.	卡纳塔克邦受益农民的百分比	71%	72 %
2.	北卡纳塔克邦受益农民的百分比	68%	65.3 %
3.	作物保险计划涵盖的区域	卡纳塔克邦: 10.0 % 北卡纳塔克邦: 16.8%	卡纳塔克邦: 9.9 % 北卡纳塔克邦: 14.2%
4.	索赔额占保险金额的比例 (%)	卡纳塔克邦: 23.2% 北卡纳塔克邦: 24%	卡纳塔克邦: 18.3% 北卡纳塔克邦: 16.1%
5.	平均索赔额 / 每公顷受保面积	平均: 5770 卢比 北卡纳塔克邦: 5269 卢比	平均: 8535 卢比 北卡纳塔克邦: 7509 卢比
6.	占毛保费的索赔份额	无法获得	卡纳塔克邦: 130% 北卡纳塔克邦: 110%

资料来源:印度农业保险公司(AIC)和卡纳塔克邦农业部政府

表4 卡纳塔克邦 PMFBY 和 RWBIS 联合下的作物保险状况(截至2020年8月31日)

	参保农民人数 (十万户)	参保地区 (十公顷)	保险总额	农民享有的保险费	毛保费	申报的索 赔	赔付的索 赔	赔付的索赔 (占毛保费 的百分比)	受惠农民人 数(以十万 计)
			(以千万卢比为单位)						
2016-17	29.407	24.751	9,356.49	234.796	1,343.48	2,065.78	2,061.07	153.41	19.189 (65%)
2017-18	21.409	18.053	8,718.51	234.632	1,830.53	858.18	858.18	46.88	6.187 (28.9%)
2018-19	19.534	22.400	9,708.35	273.318	1,859.16	2,903.91	2,846.7	153.12	13.297 (68%)

资料来源: <https://pmfbay.gov.in/stateWiseDataPage>

的赔偿金额均超过 98%，在 2017–2018 年度为 100%。但是，在经过一年多的评估后，大部分的索赔额已付给了农民。

2016 年 PMFBY 2016 秋收作物季发起的索赔占保险总金额的比例不到 20%，但比农民和邦 / 中央政府共同支付的总保费高 1.3 倍（130%），占日本财产保险公司收取的总保费的 95% 和塔塔公司美国国际集团收取的总保费的 196%。在日本财产保险公司注册的 62% 的农民和在塔塔公司美国国际集团注册的 89% 的农民为受益人。但是，由于进行作物切割试验的争议，估测损失的问题，收益率挑战以及有关银行的问题，两家公司在 2018 年 1 月之前仅支付了 75% 的索赔。但是，如上所述，根据印度农业保险公司提供的信息，截至 2020 年 3 月，保险公司已经理赔了超过 90% 的金额。

表 5 卡纳塔克邦的作物保险概况（2016 KRSPMBFY 秋收作物）

Sl.No.	详细情况	
1.	农民覆盖面积	9,43,550
2.	农民覆盖率（占农民总数的百分比）	12.21
3.	申请 / 提案数量	10,42,000
4.	借贷农民（%）	78.79
5.	未借贷农民（%）	21.21
6.	受保面积（公顷）	1203610.12
7.	每个农民的受保面积（公顷）	1.25
8.	每公顷平均保额（卢比）	46605.88
9.	每公顷政府补贴（卢比）	5318.90
10.	已付毛保费（卢比）	7898555788
11.	中央份额（卢比）	3200948790
12.	国家份额（卢比）	3200948790
13.	农民份额（卢比）	1496658208
14.	农民份额（保费总额）%	2.67
15.	农民在精算 / 毛保费中所占的比例（%）	18.95
16.	符合保险条件的索赔（占申请的比例）	72.02
17.	提出索赔（以十万卢比为单位）	102729.58
18.	占毛保费的索赔份额（%）	130.06
19.	索赔额占保险金额的比例（%）	18.3
20.	每份申请支付的平均保费（卢比）	1436.33
21.	每个符合条件的申请的平均索赔（卢比）	15040.95
22.	截至 2018 年 1 月的已付索赔（十万卢比）	76696.48 (占索赔额的 74.65%)
23.	截至 2018 年 1 月的待处理索赔 *（十万卢比）	26033.1 (33.94% 的受益人)

资料来源：卡纳塔克邦农业部政府；* 来自印度农业保险公司的现有信息。截至 2020 年 3 月，未处理金额为 58121.2 万卢布（占已发起索赔的 6%）

在整个卡纳塔克邦，根据 KRSPMBFY 提出的索赔要求最高的是秋收作物，其次是达尔瓦德和比德尔地区。查亚普拉在被保险农民和已提出索赔方面排最后。在达尔瓦德地区，由于银行相关问题，拣选复杂问题，产量挑战而导致的提拨金额较高。在损失评估中，由于大米和稻谷比较的问题，北方邦坎纳达有较高的扣留金额。

5.1 农民调查的观察

农民对 KRSPMBFY / RWBCIS / UPIS / CPIS 的条款缺乏了解。样本中只有 48% 的农民知道作物保险计划。即使是由银行和社团提供保险的借贷农民也不知道保费金额，被保险作物的详细信息和受作物保险保护的面积范围。2016 年，样本中约有 61% 的农民获得了农作物借贷。作物保险在小农中较高（34%），在未受教育的农民中最低（17%）。2016 年样本中有 62% 的借贷农民和 2% 的未借贷农民选择了作物保险。但是，据报告，在 2017 年秋收作物季，整个卡纳塔克邦未借贷农民的比例更高。他们在总注册人数中所占的比例从 2016 年的 21% 提高到 2017 年的 57%。2016 年，样本中总共有 38% 的农民在 KRSPMBFY 下为秋收作物投保，而 2015 年在 NAIS 下的比例为 58%。而且，有 4% 的参保农民是租户 / 佃农。据报告，样本中有 74% 的农民在 2016 年秋收作物季中损失了作物。虽然样本中有 7% 的参保农民已收到 2015 年秋收作物的索赔，但样本村中的所有农民都没有收到 2016 年哈里夫季节的索赔要求，除了来楚尔区 Mittimalakapur 的农民。据报道，甚至这些农民都说他们正在等待索赔，但由于邦农业部门与保险公司之间的预估损失存在争议（大米和稻谷的比较），该索赔被搁置。自调查之日起的过去 5 年中，样本中平均 48% 的农民都至少有过一次因野生动物攻击而造成的作物损失。

在 2016 年秋收作物季下，贝尔加维地区样本中只有 29% 的参保农民选择了 KRSPMBFY 下的统一包裹保险计划（UPIS）。大多数农民不了解 UPIS，并且一些了解该计划的人由于这两个计划分别规定了 70 岁和 50 岁的年龄限制而无法参加个人意外和人寿保险。大约 57% 的农民认为该计划对他们有利。由于 UPIS 隶属于 KRSPMBFY，因此在试点实施的贝拉格维区没有覆盖范围的详细信息。

大约 73% 的农民认为有必要改善现有的作物保险计划，尤其是 KRSPMBFY。但是他们强烈认为，农作物保险对于

农民来说是必要的,并说由于近几年他们这里的气候多变,即使是灌溉区将来也可能需要农作物保险。

5.2 区域研讨会上的利益相关者看法

参加在达尔瓦德、维贾亚普拉、贝尔高姆、哈维里、卡拉伯格和来楚尔举行的利益相关者研讨会的大多数农民和其他利益相关者,如银行家、农业、税收和保险官员,都意识到需要作物保险和 KRSPMBFY 保险。但是,农民在实施该计划时面临困难。为了在 2016 年为秋收作物应用 PMFBY 作物保险,他们不得不在银行、农业部门和保险公司之间摇摆不定,以弄清有关作物保险的信息,因为一些官员不知道程序问题。北方邦坎纳达的稻农对农作物保险不感兴趣,因为他们无论如何都能获得 60%–70% 的单产,而按照现有的公式,农作物保险无法弥补高于此水平的损失。农民担心损失了作物,但仍未将其他次要作物列入索赔中。尽管他们已经为多种农作物投保了保险,并相应地支付了保费,但他们发现某些纳税村组仅就一种农作物解决了保险索赔。由于条款表并未提供给所有农民,因此他们无法得知损失的承保范围以及条款和条件。作物切割试验(CCE)延迟也引发了选择田地作为作物切割试验的农民的关注,因为农民必须等待收割,直到官员或田间工作者完成作物切割。农民认为固定阈值产量存在异常,因此建议对固定阈值产量中的“潜在产量”进行区域科学评估。此外,农民在区域研讨会上提出了一些建议:“延迟解决的索赔额利息”,“确定索赔支付期限”,将作物保险扩展到包括“甘蔗”在内的所有农作物,支付“无索赔奖金”,每年支付“保单自动再保险”,建立“印度农作物保险公司”或复兴印度农业保险公司,并将“免费农作物保险扩展到政府机构经营的农民”。农民认为,支付农作物保险会使他们落在商业利益集团或跨国公司的手中。

和农民一样,银行家们在研讨会上也表达了自己的看法,他们说由于农业部门通知延迟,银行职员有限,互联网连接中断,最后期限压力造成的重复录入/帐号输入错误/农民姓名更换违反印度身份认证机构/调查编号/村庄名称/IFSC 代码不匹配/分支机构名称/移动电话号码等问题,银行无法及时满足农作物保险注册的要求。银行家们说,他们无法检查每块田地以确认农作物,需要通过 Raita Sampark Kendras,村务委员会和农业推广官员予以确认。农民继续种植未投保的作物而违约,因此无法多次申请保险赔偿。但是,

该问题似乎已通过 PMFBY 指南中最近进行的修正得以解决,该修正自愿为借贷者提供保险,从而避免了作物上市的违约。据称,农业部门不遵守季节性规律是造成农作物保险覆盖率低的主要原因之一。

区域研讨会上的讨论帮助研究人员了解了作物保险问题的范围,特别是执行阶段。研究发现,将农作物借贷与农作物保险脱钩可以减少农民对农作物变化的违约,并增加该计划的覆盖范围。为了减少注册中的异常现象,避免农民之间的混乱局面,银行强制向农民发放收据/认收单以支付保费是解决之道。利益相关者认为,农业部应该每年就秋收作物和冬收作物季(可能在 4 月),一起组织一次招标,以减少通知的延迟。中央政府已经批准了为期 3 年的农作物保险招标。让农业大学的毕业生参与作物切割试验,在估计产量的 3 个月内快速解决索赔要求,对农作物保险计划进行社会审核,提高因野生动物侵袭而造成的农作物损失的赔偿,在地区专员的领导下纠正申诉,这些建议可以使农作物保险覆盖全邦所有农民。

5.3 超出的作物保险

作物保险不能成为减轻农业生产风险的单一解决方案。这只是其中一项措施,需要其他措施加以补充。有必要超越农作物保险,研究能够加强和维持农业生产的措施。某些措施可能减缓农业负担:促进农业池塘以增加农业用地的容量,切实执行最低支持价格(MSP),通过农民组织确保适当的销售,通过有机农业和合理的价格来提高收益。调查期间正值干旱年份,在村庄的农业池塘周围发现了播种和绿化现象,而远处的田地农业季节则寸草不生。因此,对农业池塘的投资可以获得更好的回报,并帮助农民在干旱时期维持农业。

6 结论

总而言之,该研究发现在该邦天气条件恶劣的情况下,为农民提供农作物保险的重要性。在卡纳塔克邦北部选定地区举行的区域研讨会上讨论获得的信息表明,在最初的几年里,卡纳塔克邦对 PMFBY 做出了积极回应,该计划提高了农民对作物保险的认识。尽管索赔和产量估算存在问题,但大多数农民仍认为作物保险对农民至关重要。卡纳塔克邦的农作物保险农民覆盖率从 2015 年的秋收作物的 11.3%(NAIS)

增至2016年的12.2%和2017年秋收作物的17.0% (KRSPMFBY), 北卡纳塔克邦农民的农作物保险覆盖范围从20.4% (NAIS) 增至25% (KRSPMFBY)。冬收作物季的覆盖率也显著增加, 从2015年 (NAIS) 的4.11%上升到2016年 (KRSPMFBY) 的15.1%。

在秋收作物季, 保险面积从NAIS下2015年的10%增加到KRSPMFBY下2017年的14.8%。官员们认为, KRSPMFBY通过整个过程的数字化提高了透明度, 据他们称, 未来几年内异常现象将降至最低。在班加罗尔国家信息中心、银行、保险机构和农业部门的共同努力下, 农民注册中遇到的一些困难得到纠正。

PMFBY有许多规定, 如果按照季节性规范和良好的作物切割试验进行指导, 则可使农民感到高兴和安全。各邦和农民代表表示担忧之后, 一些异常现象已被清除。预计未来几天中央政府将进行更多更改^①。PMFBY和RWBCIS的总索赔额高于泰米尔纳德邦、卡纳塔克邦、喀拉拉邦和安得拉邦等邦收取的总保费。泰米尔纳德邦每年获得的赔付较高, 是2016–2017年度的3.3倍和2018–2019年度毛保费的1.5倍。安得拉邦和恰蒂斯加尔邦的农民在2018–2019年度获得了更好的补偿。但从2016年至2019年的3年看, 在比哈尔邦、古吉拉特邦、马哈拉施特拉邦和北方邦的已付索赔占总保费的比例非常低。这可能就是比哈尔邦在2018年选择退出PMFBY的原因。如果在实施方面没有任何改善, 其他许多邦也可能会退出PMFBY。该国的PMFBY和RWBCIS已付理赔占毛保费总额的比例在2016–2017年为77%, 在2017–2018年度为89%, 在2018–2019年度为91%^②。如果将PMFBY的索赔与RWBCIS分开, 则报告的索赔额远低于所有邦的总保费。在受益人中, 应该始终清楚保险是为了承保风险。正常年份和非索赔年份使保险机构能够在风险年份对受影响地区的索赔进行支付。只有这样, 保险代理机构才能在保险市场中生存下去, 这也是保险部门可以使有需要的人受益的方式。每个支付保费的人都不能期望立即受益。由于高额保险索赔和损失, 一些私人保险公司选择退出作物保险。旁遮普邦没有选择PMFBY, 而西孟加拉邦、安得拉邦等邦也已经放弃了PMFBY, 贾坎德邦则开始选择自己的

农作物保险。保持季节性规律是健全良好作物制度的重要条件。违背这一规定一直是印度普及农作物保险的主要障碍。甚至更早的计划在索赔报告后数年仍有大量未决索赔。根据印度审计长的报告^③, 印度待处理索赔与2017年已报告索赔之比为NAIS下70.1亿卢比, MNAIS下的3.32亿卢比和WBAIS下从2011年秋收作物季到2015–2016年冬收作物季的9.99亿卢比, 在卡纳塔克邦, 根据KRSPMFBY, 2016年秋收作物季至2018–2019年冬收作物季的未决赔款达3.119亿卢比^④。这使农民对农作物保险失去了信心, 因为他们手头没钱来支付包括下一作物季节的保费在内的费用。因此, 有必要通过及时支付赔款和严格遵守季节性规则来使农民安心。现在最需要的是通过每年播种季节前的“农作物保险日”来提高农民的意识, 并在农民和保险机构之间建立亲密关系。农民对损失评估并不满意。每年都有评估问题, 并因此延误了理赔。农业部门和保险机构之间应就损失评估达成明确和共识。虽然稻谷和大米的问题已经解决, 但辣椒、番茄和棉花等农作物的多次采摘问题仍待解决。并且, 仍需要考虑“无索偿奖金”的请求, 建立地区级别的“申诉补救小组”和气象站, 在极少数情况下考虑个人重大损失, 纠正固定门槛收益的差异。为了在印度顺利和大规模实施PMFBY, 每年的“保单自动再保险”也应考虑, 除非农民希望改变和支付延迟索赔的利息。

参考文献

- [1] CAG (2017), 'Report of the Comptroller and Auditor General of India on Performance of Agriculture Crop Insurance Schemes' Report No.7 of 2017, Ministry of Agriculture and Farmers' Welfare, Union Government (Civil), New Delhi [available at www.cag.gov.in/.../report-no7-2017-performanc...]
- [2] Ifft Jennifer (2001), 'Government Vs Weather: The True Story of Crop Insurance in India', Research Internship Papers 2001, Centre of Civil Society, New Delhi. <http://www.ccsindia.org/>.
- [3] Manojkumar K., Sreekumar B. Ajithkumar G. S. (2003), 'Crop Insurance Scheme: A case study of banana farmers in Wayanad district', Discussion Paper No. 54, Kerala Research Programme on Local Level Development, Thiruvananthapuram.
- [4] Nair Reshmy (2010), 'Crop Insurance in India: Changes and

① The Economic Times, 'Govt approves changes in PMFBY to make it optional for farmers', February 19, 2020.

② <https://pmfby.gov.in/stateWiseDataPage>

③ 印度农业保险公司 (AIC)

- Challenges’ , Economic and Political Weekly, 45 (6):19–22.
- [5] Ravi Kumar (2013), ‘Crop insurance – tribulations and Prospects of farmers with reference to Nuzvid, Krishna district’ , International Journal of Marketing, Financial Services & Management Research, 2(9): 171–181.
- [6] Government of India (2004), Report of Joint Group on Crop Insurance, Ministry of Agriculture, Department of Agriculture and Cooperation, Government of India, New Delhi
- [7] Banerjee D. and Bhattacharya U. (2011) ‘Innovations in Agricultural Insurance in India: Retrospect and Prospect’ , Indian Journal of Agricultural Economics, 66 (3):457–71.
- [8] Swain Mamata (2014), ‘Crop Insurance for Adaptation to Climate Change in India’ Asia Research Centre working paper 61, London School of Economics and Political Science, London United Kingdom.
- [9] Department of Agriculture & Cooperation (2014), ‘Report of the Committee to Review the Implementation of Crop Insurance Schemes in India’ , Ministry of Agriculture, Government of India, New Delhi.
- [10] CSE (2017), ‘Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana: An Assessment’ , Centre for Science and Environment, New Delhi.
- [11] Dey and Maitra (2017), Agriculture insurance in India: Promise, pitfalls, and the way forward, Economic and political weekly 52(52):88–96
- [12] Directorate of Economics and Statistics (2016), ‘Agriculture Statistics at a Glance’ , Ministry of Agriculture and Farmers Welfare, Government of India, New Delhi.
- [13] Kalavakonda V., and Mahul O. (2005), ‘Crop insurance in Karnataka’ , World Bank Policy Research Working Paper No 3654, World Bank, Washington, D.C.
- [14] Rajeev, Meenakshi, Bhattacharjee, M and Vani, B P (2015), ‘Crop Insurance and Risk Mitigation: Experiences from India’ ICDD Working Paper No. 15. University of Kassel, Germany.
- [15] NSSO (2003), ‘Situation Assessment Survey of Farmers’ , 59th Round, January 2003–December 2003 National Sample Survey Office, Ministry of Statistics and Programme Implementation, Government of India.
- [16] ICFA (2016), ‘ICFA Report on Crop Insurance in India’ Indian Council of Food and Agriculture, New Delhi.
- [17] Goudappa S.B. , Reddy B. S. and Chandrashekhar S.M. (2012), ‘Farmers Perception and Awareness about Crop Insurance in Karnataka, Indian Research Journal of Extension Education, Special Issue, 2:218–222.
- [18] Singh Archana (2016), ‘Agriculture Insurance in India’ , Bimaquest, 16(2): 69–95.
- [19] Vyas V. and Singh, S. (2006) ‘Crop insurance in India: Scope for improvement’ , Economic and Political Weekly, 41 (43/44): 4585 – 4594.
- [20] Indian Express (2017) ‘PM crop insurance sees more coverage of non-loanee farmers’ , July 24, 2017.

The Role of Farmers' Social Networks in Adopting Climate Smart Agriculture: Case of Horticultural Farmers in Nyeri County, Kenya

Joram Ngugi Kamau^{1*} Ibrahim Nyariki Kiprop² Geoffrey Kosgei Kipruto²

1. Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management, Egerton University, Kenya

2. Department of Agribusiness Management and Agricultural Education, Chuka University, Kenya

Abstract

This paper aimed at depicting how farmers use their informal networks to share information on climate smart agriculture especially on conservation agriculture. The study used social network analysis (SNA) in UCINET to depict the pattern of information sharing on conservation agriculture among individual farmers and farmers groups. The study identified the structural importance of various actors in the farmers' social networks. Power and centrality measures of various farmers were identified. Values for ego betweenness, coordinator and gatekeeper brokerage roles were normalized so that differences in network sizes were accounted for. The study identified several farmers who were identified to be critical in information sharing among horticultural farmers in Nyeri County. Farmers' social networks were found to play a pivotal role in the dissemination of information with key farmers identified as central actors in the network. Social network theory examines social structure from the perspective that relationships between two parties or more are partly influenced by the external ties possessed by each other with the degree of influence varying among the actors. This research demonstrates the need for agricultural research institutions to identify and liaise with actors with high degree of centrality in the jurisdiction of information and resource dissemination to guarantee maximum adoption of new technologies by the target groups.

Keywords

Farmers' social networks; Conservation agriculture; Centrality measures

气候智能型农业中农民社交网络的作用——以肯尼亚尼耶利县园艺农民为例

Joram Ngugi Kamau^{1*} Ibrahim Nyariki Kiprop² Geoffrey Kosgei Kipruto²

1. Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management, Egerton University, Kenya

2. Department of Agribusiness Management and Agricultural Education, Chuka University, Kenya

摘要

本文旨在说明农民如何使用其非正式网络共享有关气候智能型农业（尤其是保护性农业）的信息。该研究使用互联网中的社会网络分析（SNA），描述个体农民和农民群体之间保护性农业的信息共享模式。本研究确定了农民社会网络中各行为者的结构重要性。确定了各类农民的权力和中心性测度。自我中介、协调者和网守中介人的价值关系已正常化，因此可以考虑网络规模的差异。该研究确定了几位对尼耶利县园艺农民之间的信息共享至关重要的农民。人们发现，农民的社交网络在信息传播中起着关键作用，而起关键作用的农民为网络中的核心人员。社会网络理论检验社会结构的视角是，在一定程度上，双方或多方关系会受到对方所控制的外部关系的影响，而行为者之间的影响程度各不相同。这项研究表明，农业研究机构需要在信息和资源传播的管辖范围内确定具有高度中心地位的人员并与之保持联系，最大程度地确保目标群体采用新技术。

关键词

农民的社交网络；保护性农业；中心性措施

1 引言

全球气候变化导致天气状况的偶发性和波动性，更加剧

了农业生产的不确定性^[1]。Conceição指出，有48%的非洲人口（4.5亿）生活极度贫困，而非洲大陆63%的贫困人口生活在农村地区，他们依靠农业来维持生计^[2]。农业是全球最大的行业，非洲70%的人口靠农业维生。在肯尼亚，农业占该国GDP的25%以上，就业的20%，劳动力人口的75%

【通讯作者】Joram Ngugi Kamau, Department of Agricultural Economics and Agribusiness Management, Egerton University, Kenya; Email: ngugij88@gmail.com

和出口税收的 50% 以上^[3]。

联合国粮食及农业组织 (FAO) 在 2010 年将气候智能型农业 (CSA) 分为三个组成部分: 持续提高农业生产力和收入; 能够适应气候变化; 适用情况下减少和 / 或回收温室气体排放^[4]。CSA 是一种旨在发展技术, 制定政策和投资条件, 在气候变化的背景下实现粮食安全的可持续农业发展的方法^[5]。

肯尼亚《2018–2027 气候智能型农业实施框架》(KCSAIF) 中的一份报告表明, 肯尼亚在过去 50 年中经历了气温上升以及干旱和洪水等异常和极端天气事件。据该报告对肯尼亚未来气候的预测, 2020 年温度可能升高 1°C, 而到 2050 年可能升高 2.3°C^[6]。

据 Kabubo 和 Kabara 的研究, 由于 2015–2018 年的天气条件不稳定, 肯尼亚的农业生产在此期间呈下降趋势。随着人口的成倍增长造成的产量下降, 农民的粮食安全和家庭福利受到负面影响。根据农业、畜牧和渔业部 (MoALF) 的数据, 肯尼亚约有 98% 的农业活动靠雨水灌溉, 因此极易受到气候变化和多变性的影响^[7]。

2017 年, MoALF 在肯尼亚启动了 “气候智能型农业” 的活动, 旨在建立一种农业系统来不断提高生产力, 适应气候变化并减少或消除温室气体排放且不会影响生产率^[7]。这将通过以下方式实现: 获得和使用适应性技术、增加有效灌溉面积、增值和产品开发、气候智能型产品的竞争力和市场准入以及协同的粮食储藏和分配^[7]。

在肯尼亚, 全球变暖的影响显而易见, 农业部门已经变得敏感。由于干旱期延长, 干旱、洪水和其他极端事件的发生, 导致气候多变且脆弱。因为肯尼亚农民靠雨养农业生活, Recha 发现在过去十年中, 由于一些和气候有关的不利因素, 农业生产率下降了 1%。根据该研究, 肯尼亚的小农户并没有意识到他们正逐渐采用可持续农业运作方式, 这种本能反应影响着气候变化^[8]。

这项研究将气候智能型农业概念化为一项活动或一个过程, 是基尼地区的园艺农民所从事的, 它可以确保农业的可持续性。随着农业价值链采用气候智能型和生态可持续的生产方法, 农业生产力得以激发, 粮食安全和家庭收入有了保障。这些方法包括: 少耕法, 轮作, 作物多样化, 集水和灌溉。

2 材料和方法

从尼耶利县基尼行政区选出的小农园艺农民是该研究的

样本单元。首先, 选择尼耶利县是有意图的, 因为那里有大量的小型园艺农民。在该县内, 又有意选择了基尼县, 因为这里集中进行园艺种植。同时, 调查员还从该子县选择了两个子区。在子区域内随机选择家庭, 取 100 位农民的样本量, 这些农民扮演了网络更迭的自我角色。这些子区是根据其相似的农村分类, 相邻的住址以及生计活动方面的相似性来选择的, 主要分部在园艺农业区。

调查员准备了结构化的问卷, 以收集用于研究的定量数据。研究的数据主要源自抽样的农户, 男性和女性户主都包含在内。调查人员拿自己编写的调查问卷进行预测试, 评估其一致性和清晰度以防重复。现场调查期间, 网络采访作为家庭调查的一部分。同时, 调查人员在住户调查问卷中采用了个人数据的收集策略, 由此形成一套指标, 这套指标包括社交网络的不同方面。

当采访者让受访的户主 (自我) 给传播信息的人命名时, 就要使用名称生成器。第一步可以从推广人员、广播、电视或农民那里入手。那些表示愿意从其他农民 (他者) 那里获取信息的人有资格进行网络映射, 那么后续问题就是列出他者的名字和属性。

他者的名字记录在响应矩阵中, 随后在分析过程中进行编码。后续的问题主要为: 网络伙伴的特征 (性别、年龄和地理位置), 网络伙伴与户主之间的关系特性以及多重角色关系。这些数据构成了户主的 “互动” 网络。

3 结果

从抽样的 100 个农民中, 对每个农民 (以下称为 “自我”) 进行调查, 以识别他们信赖的联系人并获取信息 (以下称为 “他者”)。每个自我最多确定三个联系人, 从中可以获取有关气候智能型农业的信息。自我的编号从 1 到 100, 而每个自我的他者都被编码为自我的数字, 分别用字母 A、B 和 C 按时间顺序表示。乘数效应是 293 个参与者的净额。

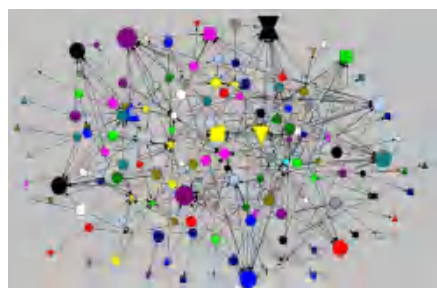


图 1 农民社会关系网络图

图1是尼耶利县农民所展示出的网络结构。节点的大小与其度内中心性完全相同。节点越大,其中心性度量的级别越高,反之亦然。节点2A、17A、23、24、33和45记录了最大程度的中心性。这意味着在基尼子县进行抽样调查的农民中,被列举的农民是开展气候智能型农业最有价值的信息联系人。而这些农民在园艺管理实践中从事保护性农业。



图2 自我的网络

图2代表了自我网络的结构,其中自我恰好依赖于其他自我,从而获取气候智能型农业的信息。为了能更好的描述网络的组成和从属关系,又对样本的自我(同样也是他者)进行了调查,以确定它们之间的关系。这在图3的网络从属关系中得以看到。

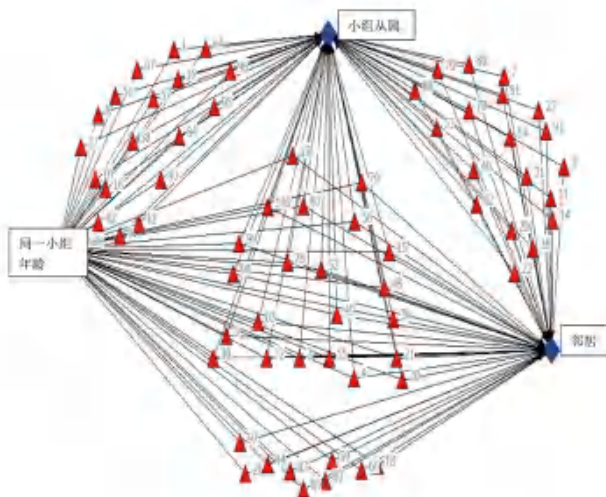


图3 网络联系

如图3所示,基尼农民网络的异质性是网络理论中的一个重要现象。首先,相似性促进了联系,具有相似性格的个

体将成为拉动因素。其次,净异质性中的混合要素确保了资源和信息的多样化分配和传播。有了这样的农民组合,就可以确保保护性农业的多样性,因为各个单位之间的输入差异会阻碍信息和资源的“近交”。

4 讨论与结论

从图1可以看出,农民的经济意义在于他们是信息和资源传播中的宝贵媒介。如果可以利用这些参与者,给予他们权力和资源,政府也可以以有效和有利的方式充分利用他们,向农民传递农业信息。

图1中的农民2A,33和6C记录了他们介于相互之间中心性最高水平。孤立节点未达到网络阈值,因此被忽略。假设农民处于网络矩阵中,他/她至少有一个度内和度外中心点。相互之间的中心性是网络图中的关键概念。在连接其它不相连的节点上,农民2A,33和6C至关重要。他们充当网守,他们在资源和信息流中扮演的中间人角色至关重要。要是没有他们,网络将被断开。所以说他们是信息的桥梁。

图3从邻居、小组成员和同一小组年龄的角度描述了网络从属关系。确定这三个方面有助于描述网络同质性。该国的社区非正式网络尚未开发,这些网络可以补充政府的推广服务。研究表明,与传统的推广服务提供商相比,农民更愿意通过他们的同伴来获得新的信息和资源。

社会网络,特别是在农业管理实践中的社会网络尚未得到广泛利用,因此它们仍然可以在全国范围内传播信息。农业研究机构需要在信息和资源传播的管辖范围内确定具有高度中心地位的人员并与之保持联系。此外,应根据目标社区的结构和网络中心性,整合该国可持续农业示范项目,从而确保最大限度地运用新技术。由于全球变暖,农业经济的风险和不确定性增加,采用气候智能型农业模式成为必然。

致谢

感谢所有接受采访的园艺农民,尤其是那些在尼耶利县基亚瓦拉和查卡行政区的农民。还要感谢参与数据收集的计数员。

利益声明

作者之间,或与任何第三方之间都没有利益冲突。

经费来源

除了作者的投稿,没有其他外部经费来源。

参考文献

- [1] Davis, C. L., & Vincent, K. (2017). Climate risk and vulnerability: A handbook for Southern Africa.
- [2] Conceição, P., Levine, S., Lipton, M., & Warren-Rodríguez, A. (2016). Toward a food secure future: Ensuring food security for sustainable human development in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, 60, 1–9.
- [3] Kanyua, M. J., Waluse, G. K. I. S. K., & Wairimu, W. R. (2015). Factors influencing profitability of diversified cash crop farming among smallholder tea farmers in Gatanga District, Kenya. *Journal of Economics and Sustainable Development*, ISSN, 2222–1700.
- [4] Jost, C., Kyazze, F., Naab, J., Neelormi, S., Kinyangi, J., Zougmore, R., ...& Nelson, S. (2016). Understanding gender dimensions of agriculture and climate change in smallholder farming communities. *Climate and Development*, 8(2), 133–144.
- [5] Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., ...& Hottle, R. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature climate change*, 4(12), 1068–1072.
- [6] Kabubo-Mariara, J., & Kabara, M. (2018). Climate change and food security in Kenya. In *Agricultural Adaptation to Climate Change in Africa* (pp. 55–80). Routledge.
- [7] Republic of Kenya (2016b). MOALF: Economic Review of Agriculture [ERA] 2018. Central Planning and Project Monitoring Unit, MOALF, Nairobi, Kenya. Available at: http://www.kilimo.go.ke/wp-content/uploads/2018/10/Economic-Review-of-Agriculture_2018-2.pdf. Accessed on 2nd February, 2020.
- [8] Recha, J. W., Mati, B. M., Nyasimi, M., Kimeli, P. K., Kinyangi, J. M., & Radeny, M. (2016). Changing rainfall patterns and farmers' adaptation through soil water management practices in semi-arid eastern Kenya. *Arid Land Research and Management*, 30(3), 229–238.

Verification of Efficacy of Bitoxybacillin/ *Bacillus thuringiensis* on Red Spider Mite, *Tetranychusurticae* on Cut Roses

Kidist Teferra Yimame* Fikre Dubale Betree

Holeta Agriculture Research Center / Ethiopian Institution of Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia

Abstract

Cut roses industries, new income resource in Ethiopia, most of flower industries are established near and around Addis Ababa city, especially in west and east Shewa zones, most of flower enterprise established by foreigner, which enhances global economy and creates job opportunities. Red spider mite, *Tetranychusurticae* is the major obstacles for flower production here in Ethiopia, in order to increase the quality and quantity of flower production need to plan different control strategies. Objective of this study was to evaluate the efficacy of these naturally occurring bacteria in controlling the red spider mite in rose flower farms. This experiment was donning on Menagesh, Gallica flower farm and the variety was Limbo flower, the application time was at flowering stage. Two rounds at the rate of 7ml/l by using Motorized knapsack sprayer for four consecutive months. The analysis of variance on mite count data after the application of Bitoxybacillin (Bt) and Abamectin 1.8%EC showed no significant difference ($p>0.05$) even after 21 days after the second spray (Table 1). However, the population density of the spider mite in Bt treated plots was very low in all sampling dates compared to the untreated check and Abamectin. The pest population (original data) after three weeks of the Bitoxybacillin applications was 68.1 per stem compared to Abamectin 1.8%EC (125.1) and control (110.57) indicating the registered miticide failed to suppress the mite population in roses. Bitoxybacill, would be advisable to have it registered in Ethiopia as alternative synthetic miticides for the control of red spider mite in (IPM) program.

Keywords

Bitoxybacillin; Red spider mite; Cut roses; West and east Shewa; Ethiopia

验证氧苄青霉素 / 苏云金杆菌对抑制切花月季中红蜘蛛螨（二斑叶螨）的功效

Kidist Teferra Yimame* Fikre Dubale Betree

Holeta Agriculture Research Center / Ethiopian Institution of Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia

摘 要

切花月季产业是埃塞俄比亚的新收入来源，大多数花卉产业都建立在亚的斯亚贝巴市附近和周边，特别是在谢瓦西部和东部地区，大多数花卉企业由外国人建立，这将促进全球经济并创造就业机会。埃塞俄比亚红蜘蛛、二斑叶螨是该国花卉生产的主要障碍，为了提稿花卉生产的质量和数量，需要指定不同的控制策略。该研究的目的是评估这些天然存在的细菌抑制玫瑰花农场中红蜘蛛螨的功效程度。本试验在曼加沙的盖那奇花场上进行，品种为 Limbo 花，施用时间为开花期。连续四个月使用电动背负式喷雾器以 7 毫升 / 升的比率进行两轮注射。即使在第二次喷洒后 21 天，应用氧苄青霉素 (Bt) 和阿维菌素 1.8% EC 后螨虫计数数据的方差分析并没有显著差异 ($p>0.05$)。然而，与未处理检查和阿维菌素相比，在所有采样日期中，经氧苄青霉素处理的地块中红蜘蛛螨的种群密度非常低。施用氧苄青霉素后三周的有害生物种群（原始数据）为每茎 68.1，而阿维菌素 1.8% EC (125.1) 和对照检验 (110.57) 表明已注册的杀螨剂未能抑制玫瑰中的螨虫种群。建议将氧苄青霉素注册为埃塞俄比亚病虫害综合治理 (Integrated Pest Management, 简称为 IPM) 计划中抑制红蜘蛛螨虫数量的替代合成杀螨剂。

关键词

氧苄青霉素；红蜘蛛螨；切花月季；谢瓦西部和东部地区；埃塞俄比亚

1 前言

随着谢瓦西部和东部地区建立了许多花卉农场，切花变

得越来越重要。企业在全球经济中发挥着重要作用，这些企业创造了就业机会，并为埃塞俄比亚赚取了急需的外汇。花场的面积仍在增加，预计覆盖面积约为 1000 公顷。

【通讯作者】Kidist Teferra Yimame, Holeta Agriculture Research Center / Ethiopian Institution of Ethiopia, Addis Ababa, Ethiopia; Email: kidist.teferra@yahoo.com

红蜘蛛螨科氏二斑叶螨是全世界花卉生产的主要障碍之一。它在埃塞俄比亚分部广泛，是个麻烦的物种^[1]。这些蜘

蛛在所有活动期（包括成虫和若虫）都会去除叶子下表面的植物汁液，从而引起微小的光斑（外部为斑点状）。当30%的叶面积被红蜘蛛螨破坏时，产量就会降低^[2, 3]。虫害会降低切花的质量，严重时，整株可能会凋零。

杀螨剂已提供了控制螨虫侵害的主要方式，毫无疑问，杀螨剂在花卉生产中发挥了重要作用，并且至少在可预见的将来，杀螨剂可能会继续发挥作用。自这些农场建立以来，各种各样的杀螨剂都用来抑制害虫，包括撒粉硫磺，阿维菌素，米塔克，三氯杀螨醇，阿波罗等等。但是，重复使用某些产品会导致螨虫种群中抗药性的产生。这也会造成埃塞俄比亚在短时间内报道的治疗效果下降。因此，开发可替代的管理策略变得至关重要，而利用生物控制剂对微生物制剂，寄生生物和捕食者所起的作用也变得至关重要。一些花卉农场引进了捕食性螨（如智利小植绥螨和加州捕植螨）来抑制红蜘蛛螨的数量^[4]。因此，迫切需要改变当前的作物保护策略，使其基于病虫害综合治理（IPM），而不是仅仅依靠农药抑制红蜘蛛螨的数量。

苏云金杆菌是一种普遍存在的革兰氏阳性芽孢杆菌。在孢子形成过程中，它会产生对昆虫有毒的细胞内晶体蛋白（哭泣蛋白）。由于其杀虫活性，五十年来，它用来控制鳞翅目、鞘翅目和双翅目中的某些昆虫物种。

由苏云金杆菌组成的天然杀虫剂（称为“Bt”）已被农民用来抑制虫害数十年之久，并被世界卫生组织用于杀灭蚊子且不需要用任何危险化学杀虫剂。苏云金杆菌在世界各地生产，并在大多数种植园艺作物的国家中作为生物防治剂出售。1995年，由苏云金杆菌组成的杀虫剂在全球范围内的销售额预估为9000万美元，约占全球杀虫剂市场的2%^[5, 6]。因此，研究的目的是评估这些天然存在的细菌在抑制月季花农场中红蜘蛛螨的有效性。

2 材料与方法

地点：Menagesha 蔷薇花场

品种：Limbo

施用生物农药的作物阶段：开花

目标害虫（红蜘蛛螨，科氏二斑叶螨）

商品名称：氧茛青霉素

学名：苏云金杆菌

剂型：苏云金杆菌，细菌孢子（粉状）

制造商：Sibbiopharm 有限公司

剂量和频率：以7ml / L的比率进行两轮

应用技术和持续时间：电动背负式喷雾器

时长：四个月 开始日期：2016年9月 结束日期：2016年12月

在引入氧茛青霉素之前，从农业部动植物监管局获得了蔷薇花进口许可，以及后勤服务。将温室分成6排，分为9块10米的样地，分别接受测试生物农药、阿维菌素、标准杀螨剂并重复对照3次。在每个处理/试验区随机抽取十根茎，并用彩色标签标记整个实验期间的喷雾前和喷雾后螨虫种群的数据。在每个取样茎的上，中和下叶上计数，当每片叶子有4-7个螨虫时开始喷雾。使用统计分析系统软件（9.0版），一般线性模型（2002）在 $P < 0.05$ 时分析数据。在进行必要的转换后，使用最小显著性差异（LSD）检验以 $P < 0.05$ 评估均值之间的差异。

3 结果

结果汇总在表1中显示。即使在第二次喷洒21天后，使用氧茛青霉素和阿维菌素1.8% EC对螨虫数据的方差分析也显示无显著差异（ $p > 0.05$ ）（表1）。然而，与未处理检查和阿维菌素相比，在所有采样日期中，经氧茛青霉素处理的样地中红蜘蛛螨的种群密度都非常低。施用氧茛青霉素后三周的害虫种群（原始数据）为每茎68.1，而阿维菌素1.8% EC和对照数据则分别是125.1和110.57，这表明，已注册的杀螨剂未能抑制玫瑰中的螨虫种群。前两次喷洒后的红蜘蛛螨计数也呈现出相似的趋势。为了确定其作为病虫害综合治理的最佳经济用途，需要研究生物制剂的施用频率。尽管两种处理方式之间并无显著差异，但与阿维菌素1.8% EC（1.14ml / l）和未处理对照相比，氧茛青霉素处理的样地中的虫害种群明显减少并保持在临界点以下（图1）。

表1 喷洒前后切花每茎平均螨虫数（转换后数据， $\sqrt{(0.5+n)}$ ）

处理方法	喷洒前总数	第一次喷洒后总数		第二次喷洒后总数		
		4DAS*	10DAS	5DAS	12DAS	21DAS
氧茛青霉素	2.1 A	1.82A	2.0A	2.3A	2.28A	4.3A
阿维菌素 1.8%EC	2.2 A	2.32A	2.9A	3.6A	4.47A	6.06A
未处理检查	2.2 A	4.67A	3.7A	4.9A	5.02A	5.73A
最小显著性差异 (0.05)	NS	3.5	NS	2.6	2.74	NS
CV	46.6	31.4	37.9	21.1	41.6	18.8

*DAS= 喷洒后天数

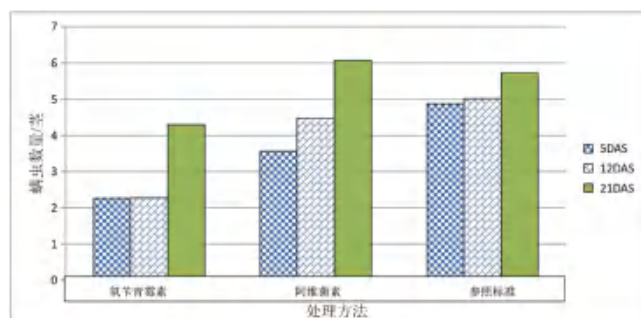


图1 喷洒后5、12和21天每茎的红蜘蛛螨虫数(转换后数据)

*DAS= 喷洒后天数

4 建议

在世界范围内, 氧苄青霉素历史悠久且大有成效, 并且已被注册用于抑制各种害虫(毛虫, 蚜虫等), 具有重要的经济意义。建议将氧苄青霉素在埃塞俄比亚注册, 使之成为合成性杀虫剂的安全替代, 以抑制病虫害综合治理项目中红蜘蛛的数量。

参考文献

- [1] Belder den A.Elings (2009).On-farm evaluation of integrated pest management of red spider mite in cut roses in Ethiopia : final report to the Ministry of Agriculture and Rural Development(4).
- [2] Daniel E.Martinl.Mohamed A.Latheefl.JuanD.Lopezl (2015). Evaluation of selected acaricides against two spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse cottonusing multispectral data. Spring International PublishingSwitzerland(outside the USA).(1)
- [3] Farman Ullah, Joon-Ho Lee andFarhatullh (2006).Evaluation of cucumber (Cucumis sativus L.) accessions (cultivars and lines) against the two-spotted spider mite (Tetranychus urticae Koch.) and kanzawa spider mite(T. kanzawai Kishida, Acari: Tetranychidae). Songklanakarin J.Sci.Technol.Vol.28 No.4.
- [4] Hussey, N.W., Parr, W.J., 1963. The effect of glasshouse red spider mite (Tetranychus urticae, Koch) on the yield of cucumbers. J. Hort. Sci. 38,255 – 263.
- [5] LambertB, M Peferoen, Insecticidal promise of Bacillus thuringiensis1992. Facts and mysteries about a successful biopesticide, 42:112–122.(5)
- [6] Schnepf 1 , N Crickmore, J Van Rie, D Lereclus, J Baum, J Feitelson, D R Zeiglerand D H Dean(1998).Bacillus thuringiensis and its pesticidal crystal proteins.National library of medicin. Sep;62(3):775–806.(6)

Factors Affecting Conservation Agriculture Technologies at Farm Level in Bangladesh

M. A. Monayem Miah^{1*} M. Enamul Haque² Richard W. Bell² M. A. Rouf Sarkar³ M. Abdur Rashid¹

1. Agricultural Economics Division, Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI), Joydebpur, Gazipur

2. Murdoch University, Australia

3. Agricultural Economics Division, Bangladesh Rice Research Institute (BRRI), Joydebpur, Gazipur

Abstract

Conservation agriculture (CA) is a win-win approach that reduces operational costs, including machinery, labour, and fuel, while increasing yields, profit and better utilization of natural resources. Data and information on farm level CA technology adoption are scarce in Bangladesh. Therefore, the study was conducted at three Upazilas of Rajshahi and Thakurgaon districts to assess adoption and farmers' perceptions on CA technology, and to determine the factors of CA technology adoption at farm level in 2017. A total of 405 farmers taking 135 adopters and 270 non-adopters were selected randomly for this study. The study revealed that CA technology adoption is still going on in the study areas. However, the rates of adoptions of crop residue retention (67%) and crop rotations (38.9%) were much higher compared to minimum tillage (14.9%). Residue retention (68.9%) and suitable crop rotations (34.4%) were also practiced by the non-adopters. The age, innovativeness, and extension contact of the farmers and availability of VMP had significant positive influence on the adoption of CA technologies. The major problems of adoption were non-availability of minimum tillage planter, lack of knowledge and awareness of the farmer, and nontotal subsidy provision on planter. Increasing the availability of VMP, providing training on CA methods, and providing subsidy on planter are important to increase CA technology adoption at farm level.

Keywords

Conservation tillage; VMP; Residue retention; Crop rotations; Conservation agriculture

孟加拉国农场中影响保护性农业技术的因素

M. A. Monayem Miah^{1*} M. Enamul Haque² Richard W. Bell² M.A.Rouf Sarkar³ M. Abdur Rashid¹

1. Agricultural Economics Division, Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI), Joydebpur, Gazipur

2. Murdoch University, Australia

3. Agricultural Economics Division, Bangladesh Rice Research Institute (BRRI), Joydebpur, Gazipur

摘要

保护性农业 (Conservation agriculture, 缩写为 CA) 是一种双赢的方法, 它可以降低包括机械, 劳动力和燃料在内的运营成本, 同时提高产量和利润, 更好地利用自然资源。孟加拉国缺乏有关农场保护性农业技术所运用的数据和信息。因此, 该研究在拉杰沙希 (Rajshahi) 和塔库尔冈 (Thakurgaon) 的 3 个县级地区进行, 以评估采用 CA 技术的农民和其对 CA 技术的看法, 并确定 2017 年运用 CA 技术因素的农业发展水平。随机抽取了 405 位农民参与调查, 其中 135 位采用 CA 技术, 270 位保持原状。研究表明, CA 技术在研究领域中仍在继续运用。但是, 与最低耕作法 (14.9%) 相比, 农作物残茬保留率 (67%) 和农作物轮作 (38.9%) 的运用率要高得多。没有运用 CA 技术的农民也应用了残茬率 (68.9%) 和合适的轮作 (34.4%)。农民的年龄、创新能力和推广接触以及多功能多熟种植机的可用性对采用 CA 技术产生了积极的影响。运用 CA 技术的主要问题是无法获得少耕播种机, 农民缺乏知识和意识, 对播种机没有或很少补贴。增加 VMP 的可用性, 提供 CA 方法的培训以及为播种机提供补贴, 是提高 CA 技术在农场层面采用的重要措施。

关键词

保护性耕作; VMP; 残茬保留; 轮作和保护性农业

1 前言

在采用农业机械化方面, 尤其是在整地, 灌溉和脱粒方

面, 孟加拉国取得了较大进展。然而, 劳动力短缺极大影响了农作物生产, 而农作物的种植、杂草控制和收割受到的影响更为严重^[19]。此外, 诸如劳动力、种子、肥料、农药、柴油和灌溉水等投放品的价格也在上涨, 这影响了它们的优化利用, 作物生产力和农场盈利率^[29]。因此, 孟加拉国面临着

【通讯作者】M. A. Monayem Miah, Agricultural Economics Division, Bangladesh Agricultural Research Institute (BARI), Joydebpur, Gazipur; Email: monayem09@yahoo.com

人口增长和土地利用的可持续性所带来的食品安全的挑战。同时需要减少劳动力的需求、作物生产的成本并提高农场的盈利能力。所以要更有效地利用土地和农作物管理技术,尽可能地降低自然资源对土壤和环境的伤害,以减少耕地的面积,从而生产出更多粮食^[11]。在这种情况下,保护性农业(CA)和机械化有助于解决孟加拉国农业生产率的下降问题。

CA并不是实际存在的技术;相反,它指的是应用三个主要原则中的一项或多项的大量特定技术(IIRR and ACT, 2005)。原则为(a)对土壤的干扰最小;(b)农作物残茬保留;(c)适当的轮作^[41]。土壤耕作是农业土地管理中最重要活动之一,它对土壤的物理、化学和生物特性产生重大影响,从而影响作物的产量^[22]。少耕法增加了土壤有机质的含量^[6,15]、保水能力^[4,25]、灌溉需求^[8,21],增加了农作物的产量并降低了生产成本^[32,12],并最大程度地减少了周转作物之间的时间间隔^[16]。在不同耕作方式下,作物残留在土壤表层对提高农业产量和环境质量起着至关重要的作用^[1,31]。通过增加、稳定土壤水分,该系统可以改变表层土壤的肥力和温度,减少土壤侵蚀,线虫数量和阳光对土壤表层的影响,从而大大改变了各种农学影响因素^[33,39]。长期存有作物残茬会增加土壤有机质水平和氮素储备量,并增加大量和微量营养素的利用率^[34]。与连续种植相比,合适的轮作具有许多农艺、经济与环境效益^[2]。随着时间的推移,轮作可以使农作物的增产潜力和盈利率最大化,有效地抑制杂草生长,终止疾病的恶性循环,限制昆虫和其他害虫侵扰^[37],增加土壤有机质含量并提供氮的替代来源^[23,28]。除谷物作物外,将豆科植物纳入耕作模式还可以保持土壤肥力,并在很大程度上维持作物的生产力^[9]。

因此,CA系统生产率的提高和可持续性很大程度上取决于耕作操作、系统的轮作、就地收获作物残茬管理以及充足的作物营养。CA是一种双赢的方法,它可以降低包括机械、人工和燃料在内的运营成本,同时提高产量,更好地利用自然资源(Roy et al., 2009)。它可以为农作物提供更多的水,并可以在一定程度上减轻农民目前面临的气候和社会经济挑战^[2]。

意识到CA技术在孟加拉国的重要性后,2012年4月至2017年3月,澳大利亚默多克大学的科学家在澳大利亚政府的支持下,与孟加拉国农业大学,BARC, BARI, BRRI, 西澳大利亚州农业和食品部以及非政府组织合作,开展了由国际农业研究中心资助的“克服农艺和机械化限制,在孟加拉国运用以稻谷为主的多种作物保护性农业开发”项目。该项

目已经开发并加速了CA技术在孟加拉国不同地区,特别是在雨育地区和补充灌溉地区的特定土壤,农作物和农作物系统中的运用。应用CA技术,受访农民收益颇多,他们节省了作物生产技术成本和可持续的资源管理。还通过CA技术成功设置并种植了不同的作物,例如小麦、玉米、豆类、油料种子、黄麻和稻米^[3,14]。因此,试图评估在农场层面采用CA技术的情况,以便向研究人员和政策制定者提供项目反馈。这样他们可以制定合适的政策指南,将CA技术传播到该国其它地区。

具体目标:

1. 评估CA技术在农场的应用状况。
2. 确定影响农场CA技术应用的因素。
3. 评估农民在农场中应用CA技术的看法。

2 研究方法

2.1 选择研究地区

CA技术已在孟加拉国四个地区的七个县(即Rajbari, Thakurgaon, Rajshahi和Mymensingh)中实施或正处于实践阶段。考虑到项目资源、后勤支持和CA技术的采用,研究人员有目的地选择了Rajshahi区的Durgapur和Godagari以及Thakurgaon区的Sadar Upazila这三个县进行研究。

2.2 抽样计划与数据收集

选择家庭时要考虑采用CA技术的应用程度。首先,在资料收集装置和保护性农业项目人员的帮助下,准备了农民运用CA技术的完整清单(土壤干扰最小,作物残茬保留和适当的作物轮作)。然后,从每个县随机抽取了45个农民,一共135个农民运用CA技术。同样,又随机选择了270个没有运用CA技术的农民作为参照。因此,样本总数为405。使用预先测试的采访时间表从选定的农民那里收集数据和信息。数据收集于2017年1月至2月期间。

2.3 分析方法

使用计算机软件对收集的数据进行编辑,审查,汇总和分析。描述性统计数据主要用于介绍研究结果。此外,以下Logit模型用于确定农场中CA技术运用的因素。

在吉吉拉特语中^[10],Logit模型保证估计的概率在0-1之间,并且与解释变量没有线性关系。此外,Logit模型比Probit模型更容易计算。由于因变量是二分法的,因此无法使用最小二乘法。使用STLE软件(版本12)遵循最大可能

性估量方法运行 Logit 模型。该模型详述如下:

$$\text{Logit } \{P(Y=1)\} = \log\{P/(1-P)\} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

其中, Y 是分类反应变量, 其中, 1 = 采用 CA 技术者, 0 = 其他人; α 是截距; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ 是自变量 $X_1, X_2, \dots, X_k$ 的系数; P 是采用 CA 技术的概率, (1-P) 是农民不采用 CA 技术的概率。

Logit 经验模型如下:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8$$

其中, Y = 因变量 (1 = 采用者, 0 = 非采用者), X_1 = 农民的年龄 (岁), X_2 = 受教育程度 (就学年限), X_3 = 家庭规模 (人数 / HH), X_4 = 农场规模 (十进制), X_5 = VMP 的可用性 (分数), X_6 = 社会成员资格 (权重分数), X_7 = 创新性 (权重分数), X_8 = 扩展联系人 (权重分数), α = 常数,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \dots, \beta_8$ 是要估计的系数。

3 结果与讨论

3.1 保护性农业的运用情况

尽管在世界许多国家都得到了广泛的应用, 保护性农业还是孟加拉国的一个新概念。孟加拉国的农民通常实行一两个 CA 原则, 但不同时实行三个原则。但是, 为了在孟加拉国不同地区向有兴趣的农民推广 CA 技术, 人们做出了巨大的努力。保护性农业的运用情况将在下文讨论。

采用少耕法: 在研究地区, 正在推广多功能多熟种植机 (Versatile Multi-crop Planter, 缩写为 VMP), 以在土壤干扰最小的情况下进行作物种植。大部分采用保护性农业的农民和没有采用的农民都使用 2-WT (耕耘机) 进行全耕作土地整备, 而全部的 CA 农民在单程耕作中使用 VMP 来减少对土壤的干扰 (表 1)。一项研究发现, 与传统的耕作系统相比, 通过 VMP 种植的农作物使用的灌溉水量减少了 41%–43%^[18]。在研究地区, 使用动力耕耘机 (PTOS) 和乡村犁的情况较少。

表 1 研究地区耕作 / 种植作业的状况

耕种设备 / 播种机	采用 CA 的农民 (n=135)		未采用 CA 的农民 (n=270)	
	N	%	N	%
耕耘机	115	85.2	270	100
多功能多熟种植机	135	100	--	--
动力耕耘机	1	0.7	--	--
乡村犁	1	0.7	5	1.9

调查员要求受访者对作物生产中的精耕细作提出意见。

约 73% 采用 CA 的农民和 26.3% 未采用 CA 的农民认为密集耕作对土壤健康和农作物生产率有害。约 74% 未运用技术的农民认为耕作对土壤和农作物的产量有利 (表 2)。这些未运用技术者的观点可能是由于缺乏对最小土壤干扰的知识和思维方式。对减少土壤干扰技术表示支持的两类农民都提到了密集耕作的各种弊端。表 2 显示, 超过 60% 的采用者和近 92% 的非采用者给出的观点是, 由于耕作密集, 土壤肥力降低。作物田中杂草的出现可能是耕作密集的原因之一, 采用 CA 技术的占 63.3%, 未采用 CA 技术的占 11.3%。研究区域中 51% 的采用者和约 17% 的非采用者说, 集约耕作需要更高的成本。下暴雨或在洪水期间, 松散的土壤容易被冲刷掉。由于密集耕作的现象, 有 47% 的采用者和 11.3% 的未采用者提出了这个问题。而还有一些采用者 (29%–46%) 还提到密集耕作需要更高剂量的肥料和灌溉 (表 2)。

表 2 农民对土壤密集耕作的看法

详细数据	采用 CA 的农民 (N=135)		未采用 CA 的农民 (N=270)	
	n	%	n	%
密集耕作的看法				
有害	98	72.6	71	26.3
有益	37	27.4	199	73.7
密集耕作的缺点	n=98		n=71	
降低土壤肥力	59	60.2	65	91.5
出现众多杂草	62	63.3	8	11.3
耕作成本较高	50	51.0	12	16.9
土壤侵蚀	46	46.9	8	11.3
需要更高级的肥料	45	45.9	2	2.8
需要更多的灌溉次数	28	28.6	8	11.3
益虫的流失	4	4.1	5	7.0
其它 *	2	2.0	4	5.6

注: 土壤变硬, 病虫害高发, 需要更高级的种子, 更低的产量等。

(1) 作物残茬保留的应用情况

残茬在以下方面的权衡取舍: i) 提高谷物产量; ii) 提供牲畜饲料和烹饪材料; iii) 提供地被植物以减少潜在的侵蚀^[24]。残留的农作物可以大大减少无机肥料的使用, 从而给农民带来环境和经济效益^[38]。无论是否了解这些残留物的益处, 多年来, 研究区的许多农民都在其田地中保留作物残茬。采用及未采用的农民通常在收获水稻 (Boro&Aman), 小麦和玉米后, 在不同程度上保留田间的农作物残茬。表 3 显示, 采用 CA 的农民 CA 保留的 Boro, Aman, 小麦和玉米的农作

物残茬的平均高度分别为 6.3", 6.2", 10.5" 和 18.8"。尽管采用 CA 的农民对 Boro 和 Aman 水稻的平均残留高度与未采用 CA 的农民保持的高度大致相同, 但后者小麦和玉米的残留高度更高。

表 3 田间残留的农作物残茬的平均高度

详细数据	Boro 水稻	Aman 水稻	小麦	玉米
A. 采用 CA 的农民	n=98	n=135	n=135	n=47
最小值 (英寸)	2	4	5	12
最大值 (英寸)	12	10	18	24
平均值 (英寸)	6.3	6.2	10.5	18.8
B. 未采用 CA 的农民	n=213	n=270	n=185	n=76
最小值 (英寸)	2	2	6	12
最大值 (英寸)	12	12	20	24
平均值 (英寸)	6.2	6.2	11.4	21.1

受访农民保留作物残茬的原因有很多。提高土壤肥力是 CA (95.6%) 和非 CA 农民 (97%) 声明的保持一定比例作物残茬的主要原因。许多农民认为, 将水稻或小麦作物砍倒在土壤上方并保留一些残茬时, 秸秆仍可以清洁用作动物饲料。因此, 在研究区域中, 无论是采用 CA 还是未采用 CA 者, 很大一部分人表示他们保留了作物残茬, 使秸秆保持清洁供动物使用。大约 12% 的 CA 农民提到保留作物残茬可以确保减少肥料施用, 这可能是由于其提高了肥力。大部分 CA 和非 CA 农民还指出了其它原因, 例如作物脱粒变得容易 (6.7–11.1%), 运输收割变得容易 (3.7–5.6%) 以及土壤和养分侵蚀减少 (表 4)。

表 4 在田间保留农作物残茬的原因

保留农作物残茬的原因	采用 CA 的农民 (n=135)		未采用 CA 的农民 (n=270)	
	频率	%	频率	%
1. 提高土壤肥力	129	95.6	262	97.0
2. 秸秆保持清洁 / 良好的饲料	20	14.8	59	21.9
3. 作物收获需要的劳动力减少	19	14.1	44	16.3
4. 减少肥料用量	16	11.9	2	0.7
5. 脱粒作物变得容易	9	6.7	30	11.1
6. 运输收割变得容易	5	3.7	15	5.6
7. 提高下茬作物的产量	8	5.9	—	—
8. 减少土壤和养分侵蚀	3	2.2	4	1.5
9. 其它*	8	5.9	10	3.7

注: * 临时工不愿在土壤上割稻, 在有益鸟类的栖息地上耕作, 扁豆作物的增长方式, 保持土壤水分, 尽早干燥秸秆以及减少杂草的出现。

(2) 轮作的应用状况:

轮作是在连续的季节中, 在同一地区种植一系列不同类型的农作物的做法。连续种植相同的作物往往会利用相同的土壤根部区域, 这可能导致植物生长所需的养分减少, 减缓根系发育^[42]。轮作可在很大程度上改善土壤有机质, 并对土壤理化性质产生巨大影响, 从而影响作物生产力^[4]。

由于许多原因, 多年来, 研究区的 CA 和非 CA 农民都在轮作, 因为他们知道单一耕种会降低作物的生产力。一些农民进行轮作以保持土壤肥力。表 5 显示, 这些年来, 一半的 CA 农民和 34.4% 的非 CA 农民采用轮作。令人惊讶的是, 过去约有一半的 CA 农民没有进行轮作。目前, 由于大多数 CA 农民进行了两年的 CA 实践, 他们正在采用合适的轮作方式。但是, 他们未来计划进行适当的轮作。

表 5 研究区域采用轮作的状况

采用轮作的状况	采用 CA 的农民 (n=135)		未采用 CA 的农民 (n=270)	
	N	%	N	%
采用	68	50.4	93	34.4
未采用	67	49.6	177	65.6

研究地区的受访者已经采用了多种种植方式。主要的种植方式有小扁豆 -Boro-T.Aman; 小麦 -Boro-T.Aman 和芥菜 -Boro-T.Aman。大部分 CA 和非 CA 农民都采用了这些种植方式 (表 6 和 7)。据报道, 其他重要的方式为小麦 -Maize-T.Aman; 小麦 -Fallow-T.Aman 和小麦 -Mungbean-T.Aman。因为豆类 (小扁豆) 的种植, 农民收益颇丰。因此, 许多 CA 农民开始以种植方式引入豆类作物。豆科作物轮作能通过生物固氮增加土壤氮浓度的潜力^[9]。一些被调查的农民还认为, 适当的轮作可以减少作物中昆虫和疾病的发生。

表 6 研究区采用 CA 农民的作物轮作率

本年度 (n=68)			上一年 (n=68)			两年前 (n=68)		
种植模式*	n	%	种植模式*	n	%	种植模式*	n	%
1	16	23.5	4	15	22.1	4	18	26.5
2	9	13.2	2	9	13.2	2	11	16.2
3	8	11.8	1	6	8.8	1	6	8.8
4	6	8.8	3	6	8.8	3	4	5.9
5	5	7.4	6	4	5.9	5	3	4.4
6	4	5.9	7	3	4.4	6	3	4.4
其它	20	29.4	其它	25	36.8	其它	23	33.8

* 种植模式 (CP): 1. Lentil-Boro-T.Aman; 2. Wheat-Jute-T.Aman; 3. Wheat-Maize-T.Aman; 4. Mustard-Boro-T.Aman; 5. Wheat-Fallow-T.Aman; 6. Wheat-Mungbean-T.Aman; 7. Potato-Maize-T.Aman

表7 研究区未采用CA农民的作物轮作率

本年度 (n=93)			上一年 (n=93)			两年前 (n=93)		
种植模式*	n	%	种植模式*	n	%	种植模式*	n	%
1	17	18.3	4	15	16.1	4	20	21.5
2	17	18.3	1	9	9.7	1	11	11.8
3	13	14.0	3	8	8.6	3	9	9.7
4	8	8.6	8	8	8.6	2	8	8.6
5	6	6.5	6	7	7.5	5	7	7.5
6	6	6.5	2	6	6.5	8	5	5.4
7	4	4.3	5	6	6.5	6	4	4.3
其它	21	22.6	其它	34	36.6	其它	29	31.2

* 种植模式 (CP): 1. Lentil-Boro-T.Aman; 2. Wheat-Fallow-T.Aman; 3. Wheat-Jute-T.Aman; 4. Mustard-Boro-T.Aman; 5. Wheat-Maize-T.Aman; 6. Lentil-Fallow-T.Aman; 7. Onion-Jute-T.Aman; 8. Fallow-Boro-T.Aman

(3) CA技术的总体采用率

在此期间 (2012年至2015年), 许多农民观察到了CA技术的优势, 并逐渐运用了CA技术。该研究过程仍在研究区域中进行。但是, 调查结果表明, 拉杰沙希 (Rajshahi) 地区平均 20.3% 的农民和塔库尔冈 (Thakurgaon) 地区 10.1% 的农民在受干扰最小的土壤中采用多功能多熟种植机 (VMP) 种植作物 (例如, 条播)。垄播系统不能看作是CA系统, 因为它在很大程度上干扰了土壤^[13]。在拉杰沙希地区, 只有 4.7% 的农民采用垄播来种植作物的底层, 而 2.8% 的农民则以零耕种的方式种植农作物。来自这两个地区的农民中, 很大一部分 (59.7% 至 3.6.6%) 在作物田中保留了农作物残茬。同样, 约 39% 的农民在研究区域进行了轮作 (表8)。

表8 保护性农业技术的采用率

详细数据	拉杰沙希		塔古尔冈		两个地区	
	n	% 采用率	n	% 采用率	n	% 采用率
农户总数	316	--	348	--	664	--
多功能多熟种植机用户的带状栽植	64	20.3	35	10.1	99	14.9
垄播种植者	15	4.7	--	--	9	2.3
零耕种者	9	2.8	--	--	9	1.4
作物残茬保留者	189	59.8	256	73.6	445	67.0
轮作农户	112	35.4	146	42.0	258	38.9

3.2 影响运用CA技术的因素

CA技术的采用可能会受到不同的社会经济因素的影响, 例如年龄、教育程度、多功能多熟种植机的可用性、推广接触和创新性。表9列出了决定采用CA技术的变量的边际效应。

农民的年龄对采用CA技术的影响很大, 这意味着农民的年龄越大, 采用CA技术的可能性就越小。也说明年轻的农民是CA技术的最大实施者。边际系数表明, 如果农民的年龄减少 100%, 采用CA技术的可能性将增加 0.45%。

一般来说, 教育对采用新技术有积极的影响^[27,40]。在这项研究中, 教育对采用CA技术带来了负面影响, 这意味着采用CA技术的可能性受教育程度的升高而降低。与研究区域的高学历农民相比, 低学历的农民是CA技术的最大应用者。边际系数表明, 如果就学年减少 100%, 则采用CA技术的可能性将增加 2.06%。

表9 受访农民采用CA技术的变量的边际效应

解释变量	Dy/dx	SE	概率	
年龄 (岁)	-0.0045**	0.0021	-2.19	0.028
教育程度 (学年)	-0.0206***	0.0071	-2.87	0.004
住户人数 (人数 / HH)	0.0178	0.0124	1.43	0.152
农场大小 (十进制)	0.0222	0.0366	0.60	0.545
VMP的可用性 (得分) (数值范围, 0-4; 0= 不可用, 4= 充分)	0.4341***	0.0478	8.94	0.000
社会成员身份 (wt. 分数) (数值范围, 0-4; 0= 无身份, 4= 执行委员)	0.0351	0.0249	1.42	0.156
创新性 (wt. 分数) (数值范围, 0-2; 0= 无创新, 2= 有创新)	0.0311***	0.0115	2.69	0.007
延长的合约 (wt. score) (数值范围, 0-4; 0= 无合约, 4= 定期合约)	0.0240***	0.0072	3.29	0.001

注: 因变量 = 采用CA技术 (采用者 = 1, 非采用者 = 0); 观察数 = 403; LR 卡方检验 (8) = 202.61; 对数似然 = -154.27; 伪据 R² = 0.3964; ‘***’, ‘**’ & ‘*’ 分别代表 1% 和 5% 的水平; 得分较高表示采用CA技术的可能性较高。

研究区的大多数农民无法购买 2WT 和 VMP 进行作物种植和CA的实践。另一方面, 农民对最小耕作和CA优势的知识浅薄, 从而影响了农民对CA技术的应用。在这种情况下, 由于VMP的示范效应和LSP的增进活动, 其在当地的可用性是影响农民采用CA技术的重要因素。VMP可用性的边际系数为正, 并且非常显著, 这意味着如果将VMP的可用性提高 100%, 则CA技术的采用率将增加 43.41%。

被抽样的农民与不同推广人员 (如农业官员, 农业副部长, BARI 科学家和附近的农民) 联系与采用CA技术的可能性很高, 而且有十分重要的关系。Logit 预估还表明, CA技术的采用与扩展联系之间存在积极且重要的关系。如果扩展联系增加 100%, 则采用CA技术的可能性将增加 2.4%。

追求进步的农民倾向于采用新技术。创新的边际系数为

并且保持在1%的水平上。如果将上述变量增加100%，则采用CA技术的可能性将增加3.11%（表9）。

3.3 农民对采用CA技术的看法

在研究区域运用CA技术的农民需要指出过去一两年中CA技术的优势。他们提到了CA技术在作物生产中的许多好处（表10）。运用CA农民比例最高的一组（95.6%）表示，他们可以节省许多作物种植作业中的劳动力成本。超过94%的农民认为CA系统极大降低了土地整备和种子播种的成本，因为VMP需要单渠道才能完成种植和播种操作。对农民的另一个重要观察结果是，采用CA技术所需的种子量更少，并且与常规种植相比，种子的播种情况更好（91.1%）。许多农民（63.7–69.6%）认为，CA技术可以有效减少灌溉水和肥料的用量。几项研究^[14,35–36]的结果也认证了农民的说法。许多使用CA的农民告诉我们，由于在条形耕作下对种子进行线播，除草和农药施用（65.2%）以及农作物收成（66.7%）变得容易。还有对农民有益的发现：土壤肥力增加（63%），及时播种的可能性（60%），昆虫和疾病的侵袭率低（34.1%）以及产量高，成本低。

表10 CA农民采用CA技术的优势

优势	频率	% 反响率
1. 劳动力减少并节省了劳动力成本	129	95.6
2. 需要更少的种子 / 良好的种子播种	127	94.1
3. 灌溉次数减少	94	69.6
4. 所需肥料较少	86	63.7
5. 除草和农药施用更加容易	88	65.2
6. 庄家收成更加容易	90	66.7
7. 土壤肥力增加	85	63.0
8. 可以及时播种	81	60.0
9. 低虫害发病率	46	34.1
10. 产量高，成本低	41	30.4

受访农民还提到了CA技术的一些弊端。超过半数的CA农民抱怨研究区域没有CA机器，特别是VMP。36.3%的农民提到使用VMP不能同时施用所有类型的肥料。技能操作员对于VMP的操作非常重要。但是研究区域的技能操作员十分抵触。约34.1%的农民把它看成一个棘手问题。通常，壤土和沙质壤土适合于VMP带状种植。32.6%的农民认为它可以在黏土或其他坚硬土壤中使用，但事实并非如此。CA中的杂草管理是一项重要任务。大约9%的CA农民遇到了棘手问题，即在CA田地上出现众多杂草。少数农民面临的其他

问题是维持作物轮作，这是一项艰巨的任务，而最低耕作产量较低（表11）。但是，出现这些说法可能是缺乏对保护性农业的认识。

表11 CA农民运用CA技术的弊端

弊端	频率	% 反响率
1. CA机器不可用	71	52.6
2. 各类肥料不能同时施用	49	36.3
3. VPM操作需要技能操作者	46	34.1
4. 所有土壤均不适合CA实践	44	32.6
5. 出现很多杂草	12	8.9
6. 维持作物轮作十分艰巨	3	2.2
7. 少耕少收	2	1.5

3.4 未来运用CA技术的挑战

采用这种前景广阔的技术并非呈线性特点，其采用取决于许多其他因素，例如环境、社会经济、体制和政治环境以及制约因素，而不仅仅是技术本身。表12是采用CA的未来挑战。

未来，采用CA技术需要面对各类的挑战。排名第一的挑战将是农民缺乏对CA技术益处的了解与认识。一般来说，约93%的受访农民认为这是采用该技术的挑战之一。CA机器的可用性是成功采用CA的前提条件。但在该研究区域中，CA机器应用并不广泛，这将是其无法大面积推广的主要屏障。研究区域的农民教育水平达不到标准。其中大多数人没有接受过教育或文化程度较低，这对于在农场中成功采用CA技术也是一个挑战。尽管受教育程度较低的农民在研究区域运用CA技术较多。然而，超过80%的受访农民提出了这个问题，认为这是未来要面临的挑战。研究区域中的大多数农民都很贫穷，没有能力购买2WT和CA播种机（VMP）进行最小耕作。他们主要依靠CA的本地服务提供商和其他机器进行耕作和脱粒操作。大约55%的农民表示这是采用CA的未来挑战。为了在农场层面扩展CA技术，资助CA项目的澳大利亚人为CA机械提供了价格支持（第一年和第二年分别为50%和25%），尤其对那些感兴趣的农民提供了VMP的价格支持。该价格支持条款已在项目完成后废止。43%的农民认为这种情况是未来采用CA的挑战。最后，CA技术的成功运用还取决于其他许多组织，例如DAE、银行、研究机构、机械制造商等。强大的前后协作连接项目对于在研究区域更广泛地采用CA技术至关重要。这也是孟加拉国采用CA的重要挑战。

表 12 研究区域采用 CA 的未来挑战

挑战	采用 CA 的农民 (n=135)		未采用 CA 的农民 (n=270)		总数 (n=405)	
	n	%	n	%	n	%
1. 缺乏对 CA 的知识 / 意识	124	91.9	252	93.3	376	92.8
3. CA 机器不可用	114	84.4	230	85.2	344	84.9
3. 农民缺乏教育和培训	117	86.7	210	77.8	327	80.7
4. 农民无能力购买 CA 播种机	82	60.7	141	52.2	223	55.1
5. CA 播种机无价格补贴	70	51.9	103	38.1	173	42.7
6. 缺乏与支持组织的合作	30	22.2	13	4.8	43	10.6

4 结论和建议

4.1 结论

对于克服农民劳动力短缺、耕种成本增加、农业生产率和农场盈利能力下降的问题, CA 变得愈发重要。研究领域, CA 技术的运作过程仍在进行。尽管采用作物残茬保留和轮作的水平较高, 但采用少耕法仍然太少。传统上, 大部分非 CA 农民在田间保留农作物残茬, 并在一年中进行适当的轮作。农民的年轻化、创新性和外延接触性等内在素质极大地影响了他们采用 CA 技术的能力。VMP 的可用性是在很大程度上影响农民采用该技术(少耕法)的另一个关键因素。尽管 CA 技术在许多方面都显示出潜力, 但在其高应用率方面仍面临一些挑战。农民缺乏认识, 没有能力购买 CA 播种机, 无法获得 CA 装置, 没有对 CA 播种机的补贴或价格支持以及缺乏与支持组织的合作。这些都是 CA 播种机高应用率的主要挑战。

4.2 建议

以下建议至关重要, 这些建议可以扩大这些前景广阔且用途广泛的技术的应用率, 进一步实现农业可持续发展并增加农场盈利值。

(1) 政府应向有较高积极性的农民提供有关 CA 技术的实践和实地培训。在这方面, 政府应使用适当的大众媒体传播 CA 技术的积极影响。

(2) 示范和实地活动极大影响技术的采用。因此, 政府应在农民之间展示 CA 活动, 并开展田间活动, 以实现 CA 技术的广泛应用。

(3) 政府应通过向生产商和感兴趣的农民提供软贷款, 向农民提供少耕播种机。补贴价格还可以在向农民分发少耕播种机时发挥重要作用。

(4) 项目完成后, 技术传播的推广人员通常不会来找农民。因此, 政府应设立并发展对 CA 技术传播者的有效监督机制。

(5) 政府应在 DAE、银行、研究机构、机械制造商等不同组织之间进行良性合作, 使 CA 技术在孟加拉国得到更好的应用。

参考文献

- [1] Alam M. K., N. Salahin, S. Islam, R. A. Begum, M. Hasanuzzaman, M. S. Islam, M. M. Rahman. Patterns of change in soil organic matter, physical properties and crop productivity under tillage practices and cropping systems in Bangladesh [J]. *Journal of Agricultural Science*, 2016a:1–23.
- [2] Alam M. K., W. K. Biswas, R. W. Bell. Greenhouse gas implications of novel and conventional rice production technologies in the Eastern–Gangetic plains [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016b(112): 3977 – 3987.
- [3] Alamgir M. A., M. M. Uddin, T. P. Tiwari, F. Marufa. Performance of wheat varieties under different tillage systems in Bangladesh, Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development organized by the Humboldt–Universität zu Berlin and the Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF), Tropentag 2015, Berlin, Germany, 2015 September 16–18.
- [4] Aziz I., T. Mahmood, K. R. Islam. Effect of long term no–till and conventional tillage practices on soil quality [J]. *Soil and Tillage Research*, 2013(131): 28 – 35.
- [5] Barma N.C.D., P. K. Malaker, Z. I. Sarker, M. A. Khaleque, M. Israil Hossain, M.A.Z. Sarker, M. Bodruzzaman, M.A Hakim, A. Hossain. Adoption of power tiller operated seeder in rice wheat cropping system [P]. WRC, BARI Annual report, Dinajpur. 2014:248–253.
- [6] Busari M. A., F. K. Salako. Effect of tillage, poultry manure and NPK fertilizer on soil chemical properties and maize yield on an Alfisol at Abeokuta, south–western Nigeria [J]. *Nigerian Journal of Soil Science*, 2013(23): 206 – 218.
- [7] Cavigelli M. A., J. R. Teasdale, J. T. Spargo. Increasing crop rotation diversity improves agronomic, economic and environmental performance of organic grain cropping systems at the USDA–ARS

- Beltsville farming systems project. Plant Management Network. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cm/pdfs/12/1/2013-0429-02-PS> (Accessed at: 30 April, 2017).
- [8] Derpsch R., T. Friedrich. Development and current status of no-till adoption in the World. Proceeding on CD. 18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organization (ISTRO), Izmir, 15–19 June, 2009.
- [9] Giller K. E. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. 2nd edition, Cabi Series, CABI Publishing series, 2001. Web. <http://books.google.fr/books?id=>
- [10] Gujarati N. D. Basic Econometrics, 3rd Edition. Singapore: McGraw-Hill Books company Inc. India. Implication for vulnerability analysis and mapping, World Food Programme, 1995.
- [11] Fischer R.A., D. Byerlee, G. O. Edmeades. Can technology deliver on the yield challenge to 2050? In: Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. FAO, Rome, 24 – 26 June, 2009.
- [12] Haque M.E., R.W. Bell, Vance, W.H., Justice, S.E., Hossain, M.M., Mia, N.N. A new wave of conservation agriculture adoption on smallholder farms using planters for two wheel tractors: progress and bottlenecks for adoption in South Asia. Paper presented at 6th World Congress of Conservation Agriculture, 22–26 June 2014, Winnipeg, Canada.
- [13] Haque M. E., R.W. Bell, R.K. Menon, M. M. Hossain. Comparative levels of soil disturbance under reduced and minimum tillage types with two-wheel tractor planting operations. 2nd Conference on Conservation Agriculture for Smallholders (CASH-II), Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh, 14–16 February, 2017. Eds. ME Haque, RW Bell, WH Vance. pp 62–63.
- [14] Hossain M. I., M. S. Islam, C. A. Meisner, M. Bodruzzaman, I. Hossain. Minimum tillage one pass seeder for sustaining cropping intensity and profitability in rice–wheat system [J]. *Int. J. Sustain. agric. Tech.* 2009 5(6):32–37
- [15] Hossain M. I., M. N. A. Siddiqui, G. M. Panaullah, J. M. Duxbury, J. G. Lauren. Raised beds: A resource conserving technology for improved crop production in Bangladesh. A booklet under Cornell University–Food for progress programme in Bangladesh, 2014.
- [16] Hossain M. I., M. J. U. Sarker, M. A. Haque. Status of conservation agriculture based tillage technology for crop production in Bangladesh [J]. *Bangladesh J. Agril. Res.* 2015 40(2): 235–248.
- [17] IIRR & ACT. Conservation Agriculture– A manual for farmers and extension workers in Africa. International Institute of Rural Reconstruction (IIRR). Harare: Africa Conservation Tillage Network, 2005.
- [18] Islam A.K.M., M.E. Haque, M.M. Hossain, M.A. Saleque, R.W. Bell. Water and fuel saving technologies: Un-puddled bed and strip tillage for wet season rice cultivation in Bangladesh. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1–6 August 2010, Brisbane, Australia.
- [19] Islam A.K.M.S., M. M. Hossain, M. A. Saleque, M. A. Rabbani, R.I. Sarker. Energy consumption in un-puddled transplanting of wet season rice cultivation in north–west region of Bangladesh [J]. *Prog. Agric.* 2013(24): 229–237.
- [20] Jacobsen S. E., C. R. Jensen, F. Liu. Improving crop production in the arid Mediterranean climate [J]. *Field Crops Research*, 2012(128): 34 – 47.
- [21] Johansen C., M. E. Haque, R. W. Bell, C. Thierfelder, R. J. Esdaile. Conservation agriculture for small holder rain-fed farming: opportunities and constraints of new mechanized seeding systems [J]. *Field Crops Research*, 2012(132): 18 – 32.
- [22] Keshavarzpour F., M. Rashidi. Effect of different tillage methods on soil physical properties and crop yield of watermelon (*Citrullus vulgaris*) [J]. *World Applied Sciences Journal*, 2008(3): 359–364.
- [23] Khan S. A., R. L. Mulvaney, T. R. Ellsworth, C. W. Boast. The myth of nitrogen fertilization for soil sequestration [J]. *Journal of Environmental Quality*, 2007 36(6):1821–1832.
- [24] Komarek A. Costs and benefits of crop residue retention in a Chinese subsistence farming system. Paper presented in the 57th AARES annual conference at the Sydney Convention and Exhibition Centre in Darling Harbour, Sydney, New South Wales, 5–8 February, 2013. Available at: <http://ageconsearch.umn.edu/>
- [25] Lal R. Enhancing ecosystem services with no-till [J]. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2013(28):102 – 114.
- [26] Lauer J. The natural benefits of crop rotations and the cost of monocultures. University of Wisconsin–Madison, 2010. <http://www.extensio.umn.edu>
- [27] Miah M.A.M., S. Afroz, M. A. Rashid, S. A. M. Shiblee. Factors

- affecting adoption of improved sesame technologies in some selected areas in Bangladesh: An empirical study [J]. *The Agriculturist*, 2015 13(1):140–151.
- [28] Murell T. S. The science behind the nitrogen credit for soybeans. International Plant Nutrient Institute (IPNI), 2011. <http://www.ipni.net>
- [29] Reza M.S., M. M. H. Riaz, M. M. H. Khan. Productivity and profitability of sugarcane production in northern Bangladesh [J]. *Indian Journal of Commerce & Management Studies*. 2016 7(1):38–45.
- [30] Roy K. C., M. E. Haque, S. E. Justice, M. I. Hossain, C. A. Meisner. Development of agriculture tillage machinery for conservation agriculture in Bangladesh [J]. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 2009(40): 58–64.
- [31] Salahin N., M. K. Alam, A.T.M.A.I. Mondol, M.S. Islam, M. H. Rashid, M. A. Hoque. Effect of tillage and residue retention on soil Properties and crop yields in wheat–mungbean–rice crop rotation under subtropical humid climate [J]. *Open Journal of Soil Science*, 2017(7): 1–17.
- [32] Sarker K.K., W. Xiaoyan, L. Hongwen, X. Chunlin, L. Wenying, H. Jin, E. R. Jeff, R.G. Rasaily, Q. Xiaodong. Development strategies of small scale conservation farming practices on two wheeled tractor in Bangladesh [J]. *African Journal of Agricultural Research* 2012 7(26): 3747–3756.
- [33] Silva J. R.V., N. V. Costa, D. Martins. Efeito da palhada de cultivares de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus* [J]. *Planta Daninha* 2003(21):375–380.
- [34] Singh Y., B. Singh, J. Timsina. Crop residue management for nutrient cycling and improving soil productivity in rice–based cropping practices in the tropics [J]. *Advances in Agronomy*, 2005(85): 269–407.
- [35] Singh N.P., R.P. Singh, R. Kumar, A.K. Vashist, F. Khan, N. Varghese. Adoption of resource conservation technologies in Indo–Gangetic plains of India: scouting for profitability and efficiency [J]. *Agricultural Economics Research Review*, 2011 24(1):15–24.
- [36] Singh O. P., H. P. Singh, P. S. Badal, R. Singh, D. Pandey. Impact of resource conservation technologies on carbon emission in major wheat growing regions of India [J]. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 2010 65(3):399–411.
- [37] Teetes G., B. B. Pendelon. Insects–pests of sorghum: cultural management methods. Department of Entomology, Texas A&M University, 1999. <http://www.sorghumipm.tamu.edu>
- [38] Tiwari K. N. Reassessing the role of fertilizers in maintaining food, nutrition and environmental security [J]. *Indian Journal of Fertilizers*, 2007(3): 33 – 50.
- [39] Velini E. D., E. Negrisoni. Controle de Plantas Daninhas em cana crua. In: *Conresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. Foz do Iguaçu Anais. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. pp. 148–164.
- [40] Yokouchi T., K. Saito. Factors affecting farmers’ adoption of NERICA upland rice varieties: the case of a seed producing village in central Benin [J]. *Food Sec.* 2016(8):197–209. DOI: 10.1007/s12571–015–0545–7.
- [41] Hobbs P. R., K. Sayre, R. Gupta. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture [J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 2008 363(1491): 543 – 555.
- [42] Kumar V., R. R. Bellinder, R. K. Gupta, R. K. Malik, D. C. Brainard. Role of herbicide–resistant rice in promoting resource conservation technologies in rice–wheat cropping systems of India: a review [J]. *Crop Protection*, 2008(27):290–301.

About the Publisher

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd. (NASS) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

NASS aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. NASS hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

Database Inclusion



Asia & Pacific Science
Citation Index



Creative Commons



China National Knowledge
Infrastructure



Google Scholar



Crossref



MyScienceWork



Tel.: +65 65881289
Email: rwae@nassg.org
Website: ojs.nassg.org
Add.: 12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

