

# 2018 年度国家科技进步奖提名项目公示材料

## 一、项目名称

东北退化黑土和障碍性土壤地力提升关键技术创新与应用

## 二、提名意见

提名者：中国科学院

提名意见：本项目针对东北黑土区农田重用轻养、掠夺式经营，致使黑土退化趋势明显，同时存在较大面积的白浆土、盐渍土等障碍性土壤，制约了农田生产力的提高，缺乏有效的秸秆还田措施等制约农业可持续发展的瓶颈问题，创建了秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式，实现了苗带轮替种植和秸秆全株还田；构建了玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术，为秸秆利用、遏制黑土退化，有效恢复和提升农田生产能力，实现东北黑土保护与可持续利用的协调统一找到了新方法，具有重大应用价值。研发的白浆土心土混拌改土技术和碱化黑钙土凝絮排盐改土技术，使白浆土、盐渍土等障碍性土壤结构得到改良，提高了农田的生产能力，促进了障碍性土壤增产增收，对三江平原白浆土区、松嫩平原西部盐渍土区的农业发展具有重要价值。

经 17 年的研究与示范，成果分别在吉林省、黑龙江省、宁夏回族自治区等适宜地区得到推广应用，建立了 22 个示范区，累计推广面积达 1829.8 万亩，新增粮食 10 亿 kg，增效 14 亿元。

该成果适合松嫩平原和三江平原的平原区退化黑土农田、白浆土农田、盐渍化农田，对耕地质量提高和地力提升发挥重要科技支撑。

鉴于成果显著的社会、经济和生态效益及重大价值，建议：  
推荐该成果为国家科技进步奖二等奖。

## 三、项目简介

本项目属于土壤耕作学和土壤改良技术

东北是我国重要商品粮基地，然而因长期对农田重用轻养，黑土退化严重，加之白浆土、盐渍土等土壤障碍因素，制约了农田生产力提高。且受气候条件制约，秸秆还田腐解缓慢进而影响耕作，导致大量秸秆被焚烧，污染环境。针对这些制约农业发展瓶颈问题，开展了相关技术研发，取得了如下创新成果。

(1) 创建了秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式（高光效模式）。依据太阳高度角和方位角变化、东北夏季盛行西南风特点、作物株高投影长度，经科学计算，设置磁南偏西 18-23° 垄向（随纬度变化）、160cm+40cm 组合垄距，保持密度 6-7 万株/hm<sup>2</sup>，更大限度通风透光；在 160cm 垄间，第 2、3 年依次不重复播种，3 年一循环，播种垄土壤 2 年休耕；玉米全株秸秆置于 40cm 小垄间形成风障降低风蚀。与传统种植模式相比，玉米群体中下部光照强度增加 6.3-12.6%，光合产物合成效率提高 14%-28%，光能利用率提高 0.19%；秸秆经

2年腐解还田可提高土壤有机质 1.1%，降低耕层土壤容重 2.5%；平均增产 17.6%。

(2) 构建了玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术。借鉴发达国家先进技术，研制了系列免耕精量播种机并实现了产业化生产和应用。该机械通过多项工艺创新和集成，在不拖移地表覆盖秸秆前提下一次性完成切断种床秸秆、种床整理、侧向深施底肥、单粒播种、覆土和镇压作业。与传统耕作相比，播种深度均匀、出苗整齐，土壤扰动减少、秸秆还田，土壤犁底层消失，耕层 $>0.25\text{mm}$ 土壤水稳性团聚体含量提高 0.14-0.25%，种植大豆、玉米耕层土壤有机碳含量提高 8.7%和 13.7%，春季播种期土壤含水量提高 31%，平均增产 6.1%。

(3) 研发了白浆土心土混拌改土技术。白浆土耕作黑土层薄，耕作层下是白浆层和淀积层，土壤库容低、腐殖质和养分含量低、酸性较强。据此，研制了心土间隔混拌犁，实现了保持耕层不变，使白浆层的粉砂和淀积层的粘粒按适当比例混合，形成了合理的土体结构。与单纯土壤深松相比，心土层土壤硬度由 2.5MPa 下降到 1-1.5MPa，土壤储水能力增加 3.2-10.5%，土壤容重由  $1.47\text{g/cm}^3$  下降至  $1.35\text{g/cm}^3$ 。玉米增产 20.4%，大豆增产 4.8%。

(4) 构建了碱化黑钙土凝絮排盐改土技术。盐渍土含盐量高，土壤结构差、渗透性低。研究发现，含有高价阳离子的微咸水灌溉盐渍土，既可代换土壤胶体中  $\text{Na}^+$ ，又能产生“絮凝效应”进而提高土壤渗透性和洗盐效率。且矿化度  $< 3\text{g/l}$ 、 $\text{SAR} < 15$  的微咸水灌溉不会引起次生盐渍化。技术应用后，含盐量 0.3%、碱化度 30%的中度盐渍土，经 400mm 定额 2 年淋洗，1.2m 土壤剖面含盐量下降到  $< 0.1\%$ 、碱化度  $< 15\%$ ；大于 0.05mm 微团聚体含量由 76%增加到 84%，土壤容重由  $1.49\text{g/cm}^3$  下降至  $1.36\text{g/cm}^3$ ；作物产量大幅提高。

项目获授权专利 26 项，研制农机 3 台套，发表论文 259 篇（SCI 52 篇），获省部级科技一等奖 2 项、二等奖 1 项。成果累计推广 1829.8 万亩，新增粮食 10 亿 kg，效益 14 亿元。极大促进退化黑土修复和障碍性农田治理的科技进步。

## 四、客观评价

### 1、评审专家对成果鉴定评价

由李振声院士、匡廷云院士、李玉院士等专家组成的专家组对成果“**秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式**”（也称作物高光效新型种植模式）给予了高度评价，鉴定意见为：该成果在作物高光效群体构建方面取得了原创性重大突破，丰富了作物栽培学的理论方法，达到了国际领先水平。鉴定专家组对成果“**盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术**”的鉴定意见为：该技术解决了苏打盐碱旱田用普通淡水难以淋洗改良的问题，既能通过降低土壤盐碱含量实现增产增效，又能利用浅层微咸水控制区域潜水位，总体水平达到国内领先水平。各项成果所依托的科研项目—国家“十一五”科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术与示范”(2009BADB3B00)顺利通过了国家科技部组织的验收。

### 2、权威部门检测鉴定评价

成果“玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术”的核心“系列免耕精量播种机”获得了吉林省权威部门的农机定型鉴定，并分别获得了农业部、吉林省农机推广鉴定，列入了农机推广及补贴名录。

### **3、成果获得科技奖励评价**

成果“秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式”2014 年获中国科学院科技促进发展奖科技贡献一等奖，2015 年获吉林省科技进步奖一等奖。作为“玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术”的重要内容——“东北农田黑土有机碳的恢复潜力与固定机制”2016 年获吉林省自然科学奖二等奖。

### **4、科技查新报告评价**

教育部科技查新工作站（L24）、东北师范大学科技查新咨询中心、长春市检索查新中心等单位，分别对项目成果的查新结论：国内外公开发表的中英文文献中，除承担项目课题组成员以外，未见有相关研究内容报道。

### **5、国家知识产权部门认定**

项目共获授权国家知识产权专利 26 项，其中：发明专利 15 项，实用新型专利 11 项，研制新型农业机械 3 台套。

### **6、成果列入地方政府农业工作重点计划**

项目成果被纳入 2013 年吉林省委 1 号文件，2013 年、2014 年被列入吉林省政府工作报告，吉林省农业委员会、吉林省财政厅对成果的应用制定工作方案，在全省重点推广。

### **7、咨询报告和建议被采纳**

《关于东北地区玉米生产发展中存在问题的分析及建议》、《中科院专家建议加强在东北地区大规模推广农作物高光效栽培模式的示范工作》咨询报告，由中国科学院以专报信息或要请上报，被国办采用。

### **8、应用单位和个人的文献评价**

十几家政府主管部门、技术推广部门对成果进行了应用推广，取得了较好效益。多家单位和个人应用本项目成果后，发表文章对技术先进性、实用性和经济效益等给予了高度评价（因要求列出的附件数量有限，因此未在附件中列出）。例如：郝宇佳等在《山西农业科学》发表“高光效玉米休耕轮作对比传统农业应用技术研究”（2015 年 43 卷第 4 期 419-421 页），王孝峰在《农机使用与维修》发表“玉米高光效保护性耕作栽培技术试验报告”（2012 年第 3 期 109 页），刘远兴等在《农机科技推广》发表“四平市玉米高光效休耕轮作田间试验”（2013 年第 11 期 30-31 页）。

### **9、新闻媒体报导评价**

人民日报、吉林日报、长春日报等报刊，央视新闻、吉林新闻等电台，以及

农业部网站、吉林省政府网站等网络媒体，对项目成果的应用推广以及发挥的重要作用做了大量报道。

### 10、发表科技论文

项目共发表论文 259 篇，其中 SCI 论文 52 篇。

## 五、推广应用情况

本项目自 2001 年起开始技术研发，四项创新技术成果不断完善和成熟后，分别在吉林省、黑龙江省、宁夏回族自治区等适宜地区得到推广应用，建立了 22 个示范区，累计推广面积达 1829.8 万亩。“秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式（高光效种植模式）”在松嫩平原和三江平原黑土区、宁夏回族自治区得到推广应用；随着系列免耕精量播种机的生产、销售（205 台）和应用，“玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术”在松嫩平原南部黑土区得到推广应用；以上两项针对退化黑土修复的技术累计示范推广 1079.8 万亩。“白浆土心土混拌改土技术”在三江平原旱作白浆土农田改良得到推广应用，面积 320 万亩。“盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术”在松嫩平原西部盐渍土区得到推广应用，面积 400 万亩。

农业部将秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式（高光效种植模式）列为全国 100 项农业推广技术之一，吉林省政府、黑龙江省政府将该项技术写入政府工作报告做重点推广。

在成果推广过程中，形成了以科技人员为技术支撑、农技推广人员技术指导、农民具体实施三位一体的科技成果推广体系。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
榆树市农业技术推广服务中心	秸秆全株覆盖还田免耕保护性耕作技术	2012-2017	戴洪波 13944055859	158 万亩
德惠市农业技术推广中心	秸秆全株覆盖还田免耕保护性耕作技术	2008-2017	崔振礼 13364697477	208 万亩
农安县农业技术推广中心	秸秆全株覆盖还田免耕保护性耕作技术	2012-2017	辛敏纲 18343150077	162 万亩
长春市九台区农业技术推广中心	秸秆全株覆盖还田免耕保护性耕作技术	2009-2017	邱信臣 13504394908	165 万亩
松原市宁江区农业技术推广中心	秸秆全株覆盖还田免耕保护性耕作技术	2012-2017	王振 13596965823	132 万亩
鸡西市农业委员会	作物高光效保护性耕作新技术	2010-2017	张金元 18246737799	75 万亩
绥化县农业技术推广中心	作物高光效保护性耕作新技术	2013-2017	桂全江	152 万亩

	术		15845585538	
黑龙江省八五二农场科技科	作物高光效保护性耕作新技术	2013-2017	吴跃奇 15545770997	15 万亩
宁夏农垦农林牧技术推广服务中心	玉米高光效新型种植技术	2013-2017	马文礼 13639596613	12.8 万亩
宝清县农业技术推广中心	白浆土心土混拌改土技术	2008-2017	孙淑云 13304888959	105 万亩
桦南县农业科学技术推广中心	白浆土心土混拌改土技术	2008-2017	秦海英 13089650980	110 万亩
佳木斯市郊区农业技术推广中心	白浆土心土混拌改土技术	2008-2017	国忠宝 13603698256	105 万亩
白城市农业技术推广总站	碱化黑钙土凝絮排盐改土技术	2005-2017	吕容望 13704379213	400 万亩

## 六、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	权利人	发明人
发明专利	玉米休耕轮作和防风保水的耕作方法	ZL200410011193.7	中国科学院东北地理与农业生态研究所	刘景双, 齐晓宁, 王洋, 宋凤斌
实用新型专利	一种牵引式行宽可避免耕播种机	ZL2014 20220536.X	中国科学院东北地理与农业生态研究所	张晓平, 徐亚东, 梁爱珍, 贾淑霞, 陈学文, 王健
实用新型专利	心土间隔混拌犁	ZL2014 20220285.5	黑龙江省农业科学院佳木斯分院	贾会彬, 于中和, 新家宪, 刘峰, 张春峰等
发明专利	玉米改变垄向和扩大垄距的耕作方法	ZL200410011192.2	中国科学院东北地理与农业生态研究所	刘景双, 齐晓宁, 王洋, 宋凤斌
实用新型专利	牵引式两行免耕播种机主体框架	ZL2013 20680745.8	中国科学院东北地理与农业生态研究所	张晓平, 梁爱珍, 贾淑霞, 陈学文
实用新型专利	一种通过控制透光率改变玉米光合作用的装置	ZL201320403345.2	中国科学院东北地理与农业生态研究所	刘景双, 王洋, 齐晓宁
实用新型专利	免耕播种机上肥料箱和变速箱之间的减阻装置	ZL2014 20209008.4	中国科学院东北地理与农业生态研究所	张晓平, 徐亚东, 梁爱珍, 贾淑霞, 陈学文, 王健
实用新型专利	秸秆心土混合犁	ZL201420220290.6	黑龙江省农业科学院佳木斯分院	张春峰, 刘峰, 新家宪, 贾会彬, 于忠和等
实用新型专利	免耕播种机的加力机	ZL201620958971.1	长春中科东地农业机	彭飞, 贾淑霞, 贾

新型专利	构		械装备有限公司	云艳, 侯海东, 吕宏伟, 董甜
其他	免耕精量播种机 (2BMQ-2)	2017年07月20日	长春中科东地农业机械装备有限公司	

## 七、主要完成人情况

姓名	排名	职务/职称	工作单位 (完成单位)	对本项目技术创造性贡献
李秀军	第一	副所长/研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 4 “盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术” 做出了重要贡献, 提出了松嫩平原西部苏打化旱田改良的技术思路, 构建了碱化黑钙土凝絮排盐改土技术体系, 并开展了试验示范。
王洋	第二	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 1 “秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式” 做出了创造性贡献。在耕作新模式创建及其对土壤质量影响和新型模式冠层环境解析等方面贡献突出。
张春峰	第三	主任/研究员	黑龙江省农业科学院佳木斯分院	对创新点 3 “白浆土心土混拌改土技术” 做出重要贡献。提出白浆土心土间隔混拌技术路线, 合作研制出心土间隔混拌犁, 明确心土间隔混拌犁改良白浆土效果。
张晓平	第四	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 2 “玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术” 做出重要贡献。率先在东北地区开展保护性耕作定位试验、示范推广, 是免耕精量播种机研制、生产和应用的关键技术人员, 并与企业合作实现免耕精量播种机产业化生产。
齐晓宁	第五	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 1 “秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式” 做出了创造性贡献。在玉米、水稻高光效新型种植模式及苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式构建, 种植垄向、垄距设计, 配套农机具改造, 大面积示范推广等方面贡献突出。
梁爱珍	第六	研究员	中国科学院东	对创新点 2 “玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保

			北地理与农业生态研究所	护性耕作技术”做出重要贡献。长期从事保护性耕作下土壤性质、作物产量等方面的研究工作，对保护性耕作技术的示范推广做出贡献。
宋凤斌	第七	副主任/研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 1 “秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式”做出了创造性贡献。在玉米、水稻高光效新型种植模式构建，新型种植模式作物群体生理生态特征研究方面贡献突出。
邵玺文	第八	副院长/教授	吉林农业大学	对创新点 4 “盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术”做出了重要贡献，在技术的田间试验、示范及技术推广做出突出贡献。
贾会彬	第九	副院长/研究员	黑龙江省农业科学院佳木斯分院	对创新点 3 “白浆土心土混拌改土技术”做出重要贡献。合作提出白浆土心土间隔混拌技术体系，并合作研制心土间隔混拌犁，开展机械改良白浆土示范推广工作。
陈国双	第十	高级工程师	中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 4 “盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术”做出重要贡献，在田间工程设计以及技术大面积推广和技术培训方面做出突出贡献。

## 八、主要完成单位情况

单位名称	主要贡献
中国科学院东北地理与农业生态研究所	对创新点 1、创新点 2、创新点 4 的核心关键技术创新与应用做出了突出贡献。作为国家“十一五”科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术与示范”(2009BADB3B00)、国家“十五”科技攻关课题“松嫩平原西部盐碱地综合治理及高效利用模式与技术研究”(2001BA508B04)的承担单位，精心组织科学家开展联合攻关和技术创新，取得了多项创新成果。依据经纬度、太阳高度角、方位角、作物高度等参数，创建了秸秆全株还田苗带轮替休耕保护性耕作新模式；通过引进消化吸收发达国家保护性耕作先进技术，与长春中科东地农业机械装备有限公司联合研制了免耕精量播种机，构建了玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术；以上两项成果，有效解决了秸秆还田、黑土退化修复、保护性耕作等技术难题，成果大面积推广应用，取得了较好的经济效

	<p>益、生态效益和社会效益,为我国黑土保护和可持续利用做出了重要贡献。构建的碱化黑钙土凝絮排盐改土技术,科学利用了松嫩平原西部地下微咸水资源,既改良了盐渍土又控制了区域地下潜水位,为松嫩平原西部盐渍土的高效利用和改善生态环境发挥了重要科技支撑。</p>
<p>黑龙江省农业科学院佳木斯分院</p>	<p>作为国家“十一五”科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术研究”（2009BADB3B00）的参加单位,以及课题“三江平原白浆土农田土壤改良与水土调控技术集成与示范”（2009BADB3B07）的重要承担单位,对创新点3“白浆土心土混拌改土技术”做出了重要贡献。白浆土是我国东北主要障碍性低产土壤之一,其耕作黑土层薄,耕作层下是白浆层和淀积层构成的心土层,具有表旱表涝严重,作物产量低而不稳等问题。针对这一问题,提出白浆土心土间隔混拌技术,并研制出心土间隔混拌犁,在保持黑土耕作层不变前提下,使白浆层的粉砂与淀积层的粘粒按适宜比例混合,形成砂粘相间的合理土体结构。技术在三江平原应用后,玉米增产20.4%,大豆增产4.8%,并且后效可以持续5年以上。</p>
<p>吉林农业大学</p>	<p>作为国家“十一五”科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术研究”（2009BADB3B00）的参加单位,以及课题“松嫩平原苏打盐渍化农田水盐调控关键技术集成与示范”（2009BADB3B03）的主持单位,对创新点4“盐渍化黑钙土凝絮排盐改土技术”做出了重要贡献。多年来,针对松嫩平原西部盐渍土的改良与高效利用,组织精干力量开展了盐碱地改土培肥、治沙治碱等工作,在以沙压碱、施用有机肥改碱、旋耕整地降盐提高盐渍化农田综合生产能力等方面取得了一系列技术成果。</p>
<p>长春中科东地农业机械装备有限公司</p>	<p>长春中科东地农业机械装备有限公司在借鉴美国、加拿大等保护性耕作先进技术基础上,与中科院东北地理与农业生态研究所共同研制了系列免耕精量播种机（2BMZF-2Q型、2BMZF-4Q型）,并实现了产业化生产和应用。在不拖移地表覆盖秸秆前提下一次性完成切断种床秸秆、种床整理、侧向深施底肥、单粒播种、覆土、镇压等作业。在免耕播种机液压系统、施肥、加力、覆土镇压等关键部件有所创新,并获得多项专利,在东北三省共建立24个销售网点。对创新点2“玉米-大豆轮作秸秆覆盖还田保护性耕作技术”的实施和推广做出重要贡献。</p>

## 九、完成人合作关系说明

本成果主要完成人虽然来自不同单位,但均是“十一五”国家科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农用水土调控关键技术研究”与示



范”(2009BADB3B00)项目的承担者，在项目执行期间，大家密切合作，协同创新，发挥了多学科融合、资源共享的优势，很好的完成了目标任务，取得了多项技术成果，顺利通过了项目验收。在项目完成后，大家共同推动了技术成果的推广应用，有效促进了成果转化，发挥了成果服务于国民经济发展的功能。

李秀军作为“十一五”国家科技支撑计划重点项目“松嫩-三江平原粮食核心产区农田水土调控关键技术研究示范”(2009BADB3B00)的首席科学家，完成了项目的总体技术研发设计和管理，并与陈国双、张晓平、梁爱珍等承担了课题“农田水肥调控增大土壤库容关键技术研究”(2009BAD3B01)的科研任务。王洋主持了课题“农田水土调控的新型耕作栽培技术研究”(2009BADB3B02)。邵玺文主持了课题“松嫩平原苏打盐渍化农田水盐调控关键技术集成与示范”(2009BADB3B03)。贾会彬、张春峰等承担了课题“三江平原白浆土农田土壤改良和水土调控技术集成与示范”(2009BADB3B07)。

齐晓宁、王洋、宋凤斌等共同完成的项目“作物高光效新型种植模式及配套技术研究与应用”2014年获中国科学院科技促进发展奖科技贡献奖一等奖，2015年获吉林省科技进步一等奖。同时，还共同完成并获得多个国家发明专利。

张晓平、梁爱珍等共同完成的项目“东北农田黑土有机碳的固定潜力和机制研究”2016年获得吉林省自然科学奖二等奖。并且共同完成并获得多个实用新型专利，共同发表“CROPS AND SOILS RESEARCH PAPER Changes in soil organic carbon stocks under 10-year conservation tillage on a Black soil in Northeast China”、“Tillage, seasonal and depths effects on soil microbial properties in black soil of Northeast China”等文章。

张春峰、贾会彬等共同完成了“白浆土心土混拌改土技术”并获得相关实用新型专利。

李秀军、邵玺文、陈国双等共同开展了松嫩平原西部盐渍土改良利用工作，完成了“碱化黑钙土凝絮排盐改土技术”并实现推广应用，获得验收专家和应用单位的好评。