

中国科学院推荐申报 2016 年度国家科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

玉米、水稻高光效新型种植模式及关键技术创新与应用

二、推荐单位(专家)意见

项目针对东北地区粮食单产多年徘徊和土地质量下降的重大问题,以解决作物传统栽培方式存在的作物植株相互遮阴、光资源利用率低影响产量和耕地不能休耕、秸秆不能高效还田的重大技术难题为突破点,依据地理学和作物栽培学理论,以经纬度、太阳高度角与方位角、作物高度等为计算参数,科学量化玉米、水稻最佳种植垄向与垄距。创建了玉米、水稻高光效新型种植模式,构建了玉米苗带轮换休耕耕作模式和玉米秸秆高效还田技术体系;创新性地攻克了粮食产量再提高、休耕耕地、秸秆还田技术难题,为保障国家粮食安全、耕地可持续利用贡献了新的技术方法,极大地促进了农业科技进步。成果被李振声、匡廷云和李玉院士等专家鉴定为:‘新模式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和方法,在作物高光效种植模式上取得重大突破,成果达到国际领先水平’。

成果被列为农业部 100 项重点推广的技术之一,被写入吉林和黑龙江省政府工作报告,在两省进行重点推广。

经 11 年研究与 6 年示范,在我国北方 6 省(区)22 个示范区示范 2240 万亩,取得玉米增产 6-15%、水稻增产 5-10%,耕地轮换休耕两年、土壤容重下降、有机质含量提高、耕地质量恢复的重大成果。

成果适合在我国北纬 40 度以北广大地区应用,将成为我国未来作物栽培学的发展方向,耕地休耕和秸秆还田的首选技术。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一等奖。

三、项目简介

项目所属科学技术领域:农业科学技术

项目针对东北地区粮食单产多年徘徊和土地质量下降的重大问题,以提高单产和地力恢复为目标,解决作物传统栽培方式存在的植株相互遮阴、光能利用率低和耕地不能休耕、秸秆不能高效还田的重大技术难题为突破点,利用经纬度、太阳高度角与方位角、作物高度等为计算参数,科学量化玉米、水稻最佳种植垄向与垄距。创建了玉米、水稻高光效新型种植模式,构建了玉米苗带轮换休耕耕作模式和玉米秸秆高效还田技术体系。创新性地攻克了粮食单产再提高、休耕耕地、秸秆还田技术难题,成功实现了粮食增产、地力恢复的国家目标,极大地促进了农业科技进步。历经 11 年的研究和 6 年的应用,取得如下创新成果:

1.创建了以提高光能利用率和产量的玉米和水稻高光效新型种植模式。

以减少植株相互遮阴程度为前提,以提高光利用率为目标,利用纬度、太阳高度角和方位角、作物株高等参数,科学量化了作物最佳种植垄向(磁南偏西 18-23 度)和垄距(玉米最佳垄距配置为 1.6m+0.4m 的 2m、2 行种植带,1.6m 为通风带,小垄 0.4m 为种植带;水稻最佳行距配置为大行距 0.5m (0.4m)和小

行距 0.2m), 创建了新型种植模式, 解决了植株相互遮阴、群体光照不均影响产量的难题, 突破了作物栽培传统理念, 提高了光能利用率, 国家增粮、农民增收。

2.创新玉米苗带轮换休耕模式和秸秆高效还田新技术方法, 耕地休耕技术取得重大突破, 秸秆高效还田成为现实。

玉米新型种植模式 2.0m 种植带内划分出 3 条 0.4m 苗带和 3 条 0.26m 间隔带, 创建了每年播种 1 条苗带, 休闲 2 条苗带, 耕地得到 2 年休耕, 4 年一个播种轮回的技术方法, 成功解决了耕地只种不养, 耕地不能休耕的技术瓶颈。通过玉米种植苗带的划分, 创建了留高茬、秸秆全株或粉碎还田于 0.4m 播种带内的新技术方法, 解决了因秸秆不能还田造成地力下降的技术难题。秸秆年还田量 5-10 t/hm², 减少了秸秆焚烧量、低碳环保, 轻组有机质增加 13.4%, 土壤容重下降 4.1%, 综合效益显著。

3.揭示了新型模式的作物增产机理。

系统研究了作物群体光照强度、光合速率、光合电子传递速率、关键酶活性、糖和淀粉合成效率和光能利用率与产量的关系, 明确了光照条件改善对作物生理生态指标的影响机制, 揭示了新型模式的作物增产机理, 证明了新型模式对提高光能利用率和产量有巨大促进作用。

本项目创建新型种植模式 2 套和轮换休耕及秸秆还田重大技术 2 项; 获授权专利 21 件; 发表 SCI 等论文 112 篇; 被采纳重大咨询报告 3 份; 获中科院和吉林省科技进步一等奖各 1 项, 军队推广特等奖 1 项。李振声、匡廷云和李玉院士等专家鉴定该成果 ‘在作物高光效群体构建和种植模式方面取得了原创性重大突破, 丰富了作物栽培学的理论和方法, 成果达到国际领先水平’。

在全国 6 省(区) 22 个示范区累计示范面积 2240 万亩, 玉米和水稻平均增产分别为 6-15%和 5-10%。合计增产 22 亿斤, 累计增加效益 23.6 亿元。成果被农业部列入全国 100 项推广技术之一, 被写入吉林和黑龙江省政府工作报告加以推广。

四、客观评价

1、鉴定专家高度评价

李振声院士、匡廷云院士和李玉院士等专家鉴定认为:该项目研究思路清晰、技术方法先进, 创建了作物高光效新型种植模式及配套技术体系, 取得了显著经济、社会、生态效益。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, 在作物高光效种植模式上取得重大突破, 达到了国际领先水平。

2、成果获得科技奖励

2013 年 12 月, 获军队农副业技术推广奖特等奖; 2015 年 1 月, 获中国科学院科技促进发展奖一等奖; 2015 年 10 月, 获吉林省科技进步奖一等奖。

3、重大咨询报告被采纳并得到国家领导人批示

《关于东北地区水田渠系建设与水稻定向栽培的建议》和《关于东北地区玉米生产发展中存在问题的分析及建议》2 份重大咨询报告被国办采用, 其中《关

于东北地区水田渠系建设与水稻定向栽培的建议》**得到国家领导人批示**；《吉林省大面积示范推进东北地理所高光效栽培技术》被收入中国科学院要情。

4、查新

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查新结论：国内外公开发表的中英文文献中，除查新项目课题组发表的研究成果外，未见有本研究内容报道。

5、国家知识产权及技术部门认定

获国家专利 21 项，其中发明专利 15 项。

6、列入地方政府农业工作重点计划

作物高光效新型种植模式列入 2013 年吉林省委 1 号文件、吉林省政府工作报告，2014 吉林省政府工作报告、黑龙江省政府工作报告，重点给予推广应用。

7、院士、专家评价

成果自示范推广以来，先后有近百位著名专家到示范区考察指导或听取汇报。著名专家路甬祥院士、白春礼院士、李振声院士、匡廷云院士、李家洋院士、张亚平院士、傅伯杰院士、李玉院士、陈温福院士、刘兴土院士等专家在考察或听取项目汇报后，对本项成果给予了极高的评价，**认为这是一项原始性创新工作，对未来农业可持续发展有重大意义**。路甬祥院士评价说：“项目立项依据充分，科学问题准确，充分利用地理、化学及生物技术原理，通过改变传统的耕作方式，提高农作物产量和效益，**是可持续性发展农业的典范**”（2010 年 7 月 19 日，http://www.neigae.ac.cn/xwzx/ttxw/201007/t20100720_2907855.html）；匡廷云院士（2014 年 9 月 22 日，http://www.neigae.ac.cn/xwzx/zhxw/201409/t20140924_4214023.html）在考察高光效示范田和听取项目进展汇报后评价说：“项目将作物种植方式与作物光合机理结合在一起，充分考虑了光能利用效率的科学问题，**在国内外尚无报道**，在作物种植模式上取得原创性重大突破”；李振声院士在 2010 年 7 月 17-18 日主持“东北农业现代化战略高峰论坛”学术会议期间考察沈阳军区农副业基地示范田时评价说：“调整玉米种植方向，大大地提高了全植株光照时间和光照强度，避免在有效光合作用时间内玉米阴影相互遮蔽，提高了光资源利用率…，**没想到基础研究也能在农田直接转化为生产力**”；张亚平院士在院军联合基地考察时给予这样评价：“该模式操作简单，但原理不简单，是具有中国科学院特色的创新性科研成果”（2012 年 7 月 24 日，http://www.neigae.ac.cn/xwzx/zhxw/201207/t20120730_3622819.html）；李玉院士（2014 年 2 月 27 日，http://www.neigae.cas.cn/xwzx/zhxw/201402/t20140227_4041802.html）在听取项目汇报后评价说：“项目直接针对光资源利用问题，科学问题准确，原理清晰，对粮食增产和耕地保护具有**重大应用价值**”；傅伯杰院士（2015 年 3 月 20 日，http://www.neigae.ac.cn/xwzx/zhxw/201503/t20150320_4324800.html）在评估项目进展时评价说：“高光效新型模式的成果是作物栽培学和生态学、地理学等多学科交叉的典范，对其它学科交叉融合具有启示作用”。

吉林农业大学著名土壤学专家赵兰坡教授（2013 年 9 月 28 日）在多次考察

示范田和听取汇报后对作物高光效新型种植模式给予的评价是：从扩大作物生长空间，增大作物叶片受光面积和延长作物光合作用时间，提高作物光合效率角度揭示了作物光合机理与作物增产的关系，实现增产、增收的效果，突破了传统作物栽培理论；著名农学专家吴春胜教授（2013年9月30日）在参加实际测产后认为，作物高光效种植模式不仅具有增产增收的效果，重大意义还在于能够实现耕地轮换休耕，秸秆还田，恢复地力，是目前遏制耕地退化最有实际应用价值的理想方法。

8、科技文献评价

刘远兴、王孝峰、郝宇佳等人发表在推广天地、农机使用与维修、山西农业科学等期刊上的近百篇文章对作物高光效种植模式的创新理念、技术先进性、实用性和经济性以及实施效果给予了高度评价，概括为：①突破了传统作物栽培理念和方式，科学量化种植垄向和垄距，实现定向定距种植，扩大作物生长空间，增大作物叶片受光面积和延长作物光合作用时间，提高作物光合效率，从而实现增产、增收，效益显著，是今后农业可持续发展的国家战略目标；②做到了休耕轮作，秸秆还田，保护耕地，实现地力恢复和耕地可持续利用；③留高茬和秸秆还田能防止土壤风蚀水蚀，提高土壤有效含水量和利用率；④减轻稻瘟病、大斑病和低温冷害的危害程度，减少农药使用量，绿色环保；⑤减少田间作业次数，低碳节能，节约生产成本。

五、推广应用情况

本项目自2004年起历经11年的研究和6年的示范推广，在全国北方6省（区）和沈阳军区农副业基地等地建立示范区22个，累计推广面积达2240万亩。沈阳军区的23农场、适宜种植玉米面积的93%采用该项技术，黑龙江省农垦总局的5个分局33个农场都建立了水稻高光效科技示范园区，吉林省38市县建立了示范样板田。农业部将其列为全国100项农业推广技术之一。吉林省和黑龙江省政府将该项技术作为政府工作报告和省委一号文件内容写入其中，并在两省重点推广。该项目在不同地区取得玉米增产6-15%，水稻增产5-10%，耕地可以休耕、秸秆高效还田，土壤质量显著改善的效果，实现了国家增粮、农民增收的目标。沈阳军区、黑龙江省绥化县，吉林省榆树市、九台市、德惠市等农业技术推广部门在本区推广该项技术，获得了多项科技进步奖和农业技术推广奖，推动了作物栽培技术领域的科技进步。

在成果推广过程中，形成了以科研院所为技术支撑，各级农技推广部门及玉米、水稻生产单位和广大农户共同参与的科技成果推广体系。中国科学院东北地理与农业生态研究所作为技术培训依托单位，在上述省区多次举办玉米、水稻高光效新型种植模式技术培训班，形成了室内讲课、现场观摩、田间指导与观看视频四位一体的科技培训与组织推广模式，提高了各级政府及农业主管部门对本成果的认知水平和农业科技骨干对本成果的认可程度。与此同时，央视新闻报道6次，吉林新闻报道24次。人民日报、新华社每日电讯、农民日报、吉林日报等报刊对本项目给予了大量报道，中央人民政府网站、吉林省政府网站、农业部网

站等多家网站给予了数百次报道，对技术的推广普及起到了积极的推动作用。

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	玉米改变垄向和扩大垄距的耕作方法	ZL 200410011192.2	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
发明专利	玉米休耕轮作和防风保水的耕作方法	ZL 200410011193.7	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
发明专利	一种提高水稻光能利用率的栽培方法	ZL 200710056394.2	中国科学院东北地理与农业生态研究所	王洋、齐晓宁、刘景双、宋凤斌
发明专利	一种玉米根系时空结构测定装置	ZL 200610063699.1	中国科学院东北地理与农业生态研究所	宋凤斌、刘胜群
发明专利	一种不同深度土壤的温室气体采集装置和原位观测方法	ZL 201210321186.1	中国科学院东北地理与农业生态研究所	王洋、刘景双
发明专利	玉米抗旱栽培坑种方法	ZL 200310115877.7	中国科学院东北地理与农业生态研究所	宋凤斌、王波
发明专利	水稻抗旱节水栽培方法	ZL 200310115878.1	中国科学院东北地理与农业生态研究所	宋凤斌、王晓波
发明专利	新鲜土样粒级分选装置及采用该装置筛分新鲜土样各粒级的方法	ZL 201310356042.4	中国科学院东北地理与农业生态研究所	于锐、刘强、刘景双、王其存、刘庆艳、王恒、张静静
发明专利	快速提高旱作耕地土壤有机质的方法	ZL01138859.5	中国科学院东北地理与农业生态研究所	齐晓宁、王洋、王其存、刘兆永
实用新型	一种通过控制透光率改变玉米光合作用率的装置	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

七、主要完成人情况

姓名	排名	技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献
刘景双	第一	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	负责项目组织实施，提出了科学量化作物高效利用光资源种植模式的学术思想，创建了作物高光效新型种植模式和玉米苗带轮换休耕作模式，研发了秸秆高效还田技术。
齐晓宁	第二	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	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，取得了较大的社会经济效益。
王洋	第三	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	在作物高光效新型种植模式、玉米苗带轮换休耕新型耕作模式构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。
何兴元	第四	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	系统分析了玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式对土壤质量的影响，特别是在作物与土壤微生物共生研究方面贡献突出。
宋凤斌	第五	研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	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。
王柏臣	第六	研究员	中国科学院植物研究所	在玉米不同垄向种植模式的光合作用分析方面贡献突出。发现新型种植模式最高光强时间长于传统模式，C4途径光合固碳关键酶的最大活性持续时间比传统模式延长2小时，淀粉等物质积累转运效率明显高于传统模式。
王俊河	第七	研究员	黑龙江省农业科学院	在不同栽培垄向对作物农艺性状和产量的影响方面贡献突出，南北垄向不同生育时期不仅叶面积系数、干物重等农艺性状和产量高于其它垄向，而且土壤温度等环境因子也优于其它垄向。
王洋	第八	副研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	在玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式对土壤质量影响研究方面贡献突出。

			生态研究所	
刘胜群	第九	副研究员		在作物高光效新型种植模式作物群体根系分布、冠层结构等生理生态特征研究方面贡献突出。
王全英	第十	副研究员	中国科学院东北地理与农业生态研究所	在玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式对土壤质量影响研究方面贡献突出。
崔振礼	第十一	研究员	德惠市农业技术推广中心	在玉米、水稻高光效新型种植模式及玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式大面积示范推广方面贡献突出，取得了较大的社会效益。
邱信臣	第十二	研究员	吉林省九台市农业技术推广中心	在玉米、水稻高光效新型种植模式及玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式大面积示范推广方面贡献突出，取得了较大的社会效益。
姜亚伦	第十三	研究员	吉林省德惠市农业技术推广中心	在玉米、水稻高光效新型种植模式及玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式大面积示范推广方面贡献突出，取得了较大的社会效益。
戴洪波	第十四	研究员	吉林省榆树市农业技术推广服务中心	在玉米、水稻高光效新型种植模式及玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式大面积示范推广方面贡献突出，取得了较大的社会效益。
王贵满	第十五	研究员	吉林省梨树县农业技术推广总站	在玉米、水稻高光效新型种植模式及玉米苗带轮换休耕、秸秆还田新型耕作模式大面积示范推广方面贡献突出，取得了较大的社会效益。

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	中国科学院东北地理与农业生态研究所的科学家依据地理学和作物栽培学等相关理论，利用经纬度、太阳高度角、方位角、作物高度等参数，科学量化了玉米、水稻最佳种植行向与行距，创建了作物高光效新型种植模式，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

	<p>学的理论和方法;构建了玉米苗带轮换休耕耕作模式及秸秆高效还田技术体系,为遏制耕地质量退化找到了新途径;明确了高光效种植模式下光分布、光能利用率、光合效率及光合物质生产特征,揭示了提高光能利用率与提高作物产量的相关机制。项目取得的重大成果被李振声、匡廷云和李玉院士组成的鉴定委员会评定为国际领先水平。</p> <p>项目研发团队历经 11 年的田间试验、示范,在北方 6 省(区)累计示范应用 2240.5 万亩,取得了玉米增产 6-15%、水稻增产 5-10%,增产粮食 22.28 亿斤,增加收入 23.6 亿元的效果。</p>
中国科学院植物研究所	<p>在中国科学院东北地理与农业生态研究所创建的作物高光效种植模式基础上,对比研究了不同种植模式玉米光能吸收、作物群体光照强度、光合效率、光合电子传递速率、关键酶活性、糖和淀粉合成效率和光能利用率以及光保护能力等光合生理过程,明确了作物群体受光环境优化、光合性能提高、物质积累转运效率高是高光效新型种植模式的主要增产机理。</p> <p>发现新型种植模式玉米光合电子传递速率比传统模式提高 2 倍,叶片受光时间增加 3.5-4 h;叶片中的 PPDK 等 5 种光合关键酶活性提高 20-78%,持续时间延长 2h,糖、淀粉等光合产物合成效率提高 14%和 28%;新型种植模式玉米灌浆期穗位叶光合效率比传统模式提高 27.1%,水稻灌浆期剑叶、倒二叶光合效率比传统模式分别提高 7.0%和 31.6%。验证了构建合理的作物群体结构和适宜的生长空间,能使光均匀分布于作物群体中,能够提高玉米、水稻光合速率和光能利用率及产量。</p>
黑龙江省农业科学院	<p>开展了松嫩平原黑土带玉米高产模式研究,分析了不同栽培垄向对作物农艺性状、光合作用和产量的影响,发现南北垄向不同生育时期不仅叶面积系数、干物质重量等农艺性状和产量高于其它垄向,而且土壤温度等环境因子也优于其它垄向,这对春季地温回升,保证播种期十分有意义。</p>

九、完成人合作关系说明

本项目由中国科学院东北地理与农业生态研究所、中国科学院植物研究所、黑龙江省农业科学院、德惠市农业技术推广中心、九台市农业技术推广中心、榆树市农业技术推广服务中心、梨树县农业技术推广总站 7 家单位从 2008 年起,通过项目共同承担和项目委托等方式共同合作完成。

2008 年至 2010 年中国科学院东北地理与农业生态研究所和德惠市农业技术推广中心、九台市农业技术推广中心、榆树市农业技术推广服务中心共同承担中国科学院知识创新工程重要方向项目课题“玉米农田系统物质与能量高效利用模式研究”,中国科学院东北地理与农业生态研究所负责新型种植模式研发和玉米

群体生理生态特征研究，课题负责人刘景双委托崔振礼（德惠市农业技术推广中心）、邱信臣（九台市农业技术推广中心）、戴洪波（榆树市农业技术推广中心）负责新型种植模式的试验示范。

2009年至2011年中国科学院东北地理与农业生态研究所和德惠市农业技术推广中心、九台市农业技术推广中心共同承担中国科学院知识创新工程重要方向项目“玉米高产新型种植模式的规范化示范”，中国科学院东北地理与农业生态研究所负责玉米高光效新型种植模式关键技术研发及配套技术集成，德惠市农业技术推广中心（崔振礼、姜亚伦）、九台市农业技术推广中心（邱信臣）负责新型模式及配套技术示范应用。

2011年至2012年中国科学院东北地理与农业生态研究所和中国科学院植物研究所、梨树县农业技术推广总站、黑龙江省农业科学院共同承担了中国科学院知识创新工程重大项目课题“玉米全程机械化保护性耕作栽培技术与示范”，该课题是中科院与沈阳军区联合开展“东北现代农业模式示范工程”的重要组成部分，中国科学院东北地理与农业生态研究所负责基于玉米高光效新型种植模式的全程机械化保护性耕作关键技术研发及配套技术集成，中国科学院植物研究所（王柏臣）负责新型模式光合机理研究，梨树县农业技术推广总站（王贵满）负责新型模式示范（吉林省内沈阳军区农副业基地），黑龙江省农业科学院（王俊河）负责新型模式影响农艺性状研究和新型模式示范（黑龙江省内的沈阳军区农副业基地）。

2015年1月“作物高光效新型种植模式及配套技术研究与应用”获中国科学院科技促进发展一等奖，中国科学院东北地理与农业生态研究所为项目完成单位，崔振礼、邱信臣分别排名第七、第八。

2015年10月“物高光效新型种植模式及配套技术研究与应用”获吉林省科技进步一等奖，中国科学院东北地理与农业生态研究所为项目完成单位，中国科学院植物研究所、德惠市农业技术推广中心、九台市农业技术推广中心、榆树市农业技术推广中心为项目合作完成单位，王柏臣、崔振礼、邱信臣、戴洪波、姜亚伦排名为第六、第九、第十、第十一、第十四。