

成果编号：

2025 齐鲁农业科技奖科技进步奖

推荐信

成果名称：冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用

申报单位：青岛农业大学

推荐单位：青岛农业大学

成果第一完成人：万雪洁

齐鲁农业科技奖奖励委员会办公室制

年 月 日填

一、成果基本情况

成果名称 (不超过 30 字)		冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用				
主要完成人 (不超过 12 人)		万雪洁、钟召迪、王恒、孙美芝、张艳、刘洪军、周圆、李玲燕、师长海、刘义国				
主要完成单位 (不超过 5 个)		青岛农业大学、诸城市农业技术推广中心、日照市农业技术服务中心、莱州市农业技术推广中心、初心(东营)现代农业有限公司				
推荐单位	青岛农业大学	申报单位联系人	姓名	万雪洁		
			手机	18563889805		
			固定电话	0532-58957447		
			电子信箱	wanxuejie@163.com		
项目开始时间		2018-01-01	项目结束时间		2022-12-31	
二级学科分类		作物栽培学		三级学科分类		
授权发明专利(件)		1	授权的其他知识产权(项)		1	
任务来源		省部级, 市级		成果密级		非密
<p>具体计划、基金的名称和编号(不超过 300 字):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 国家重点研发计划任务, 化学肥料有机替代技术与示范, 2017YFD0201705; 2. 山东省农业重大应用技术创新项目, 小麦玉米周年滴灌水肥一体轻简高效技术与示范, SD2019ZZ003; 3. 青岛市民生科技计划项目, 小麦玉米周年水肥一体轻简高效关键技术与示范(YB-4), 19-6-1-70-nsh。 						

二、推荐单位意见

推荐单位	青岛农业大学		
通讯地址	山东省青岛市城阳区长城路 700 号		
联系人	黄毅	联系手机	13356876510
电子邮箱	kjccgk@qau.edu.cn		
<p>推荐意见(不超过 600 字):</p> <p>本成果针对山东省冬小麦灌溉施肥粗放、水肥利用率低、缺水矛盾突出等问题, 历经 15 年攻关, 突破多项水肥高效利用关键技术, 创新小麦 - 玉米周年轻简铺管模式, 研发专用水溶肥与滴灌精准施肥系统。针对小地块农田, 形成低成本、轻简化滴灌水肥一体化技术, 建立冬小麦滴灌水肥协同调控理论与技术体系, 填补省内冬小麦滴灌全程机械化空白, 构建多场景适配的生态高效生产模式, 整体技术达同类研究领先水平。项目实施滴灌小麦亩产最高 823.20 公斤, 水肥利用率提升 17.30%, 推动全省冬小麦滴灌面积发展至 400 余万亩, 技术模式连续入选省、市主推技术, 在多地大面积推广应用。</p> <p>成果共突破关键技术 8 项、集成技术 1 项, 获授权知识产权 32 项, 发表论文 40 余篇, 出版专著 1 部, 形成省、市主推技术各 1 项。为小麦节水减肥、轻简高效、抗逆生产提供了理论与技术支撑, 有效转变农户传统生产观念, 减少面源污染, 经济、生态与社会效益显著。</p> <p>我单位认真审阅了该成果推荐书及附件材料, 确认全部材料真实有效, 填报内容均符合第六届齐鲁农业科技奖的申报填写要求。我单位和成果完成单位都已按照要求对该成果的拟推荐情况进行了公示, 确认完成人排序无异议。对照齐鲁农业科技奖授奖条件, 同意推荐其申报第六届齐鲁农业科技奖技术创新奖一等奖。</p>			
<p>声明: 本单位遵守《齐鲁农业科技奖奖励办法》的有关规定, 承诺遵守评审工作纪律, 承诺无条件接受评审结果, 保证完成单位对获奖与否及奖项等级不提出异议, 保证推荐材料真实有效, 且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议, 保证积极配合调查处理工作。</p>			
推荐单位主要负责人签字:		推荐单位 (盖章)	
年 月 日		年 月 日	

三、成果简介

(不超过 1200 字)

小麦是我国核心粮食作物，冬小麦作为山东省主要口粮品种，种植面积稳定在 5500 万亩左右，是保障区域粮食安全的关键支撑。山东省属严重缺水省份，农业灌溉用水供需矛盾突出，且冬小麦生产中存在灌溉施肥方式粗放、水肥耦合不协调、资源利用率偏低、规模化种植用工成本高等突出瓶颈，严重制约了粮食单产提升与生产可持续性。

为破解生产瓶颈，项目在山东省率先开展冬小麦滴灌技术研究与应用，历经 15 年系统攻关，深入揭示滴灌条件下冬小麦生理生态机制响应，成功集成并大面积推广冬小麦滴灌水肥一体化技术体系，为全省小麦生态高效生产提供了核心技术支撑。

项目取得三大核心成果：一是阐明了冬小麦水肥高效利用机理，系统解析滴灌水量、灌溉时期对小麦生理特性及产量的影响机制，明确不同种植规模的适宜滴灌方案、氮磷钾肥基追比例与追肥次数，通过养分后移实现水肥供需精准契合，为冬小麦水肥高效栽培奠定坚实理论基础；二是突破多项关键技术，研发专用水溶肥、精准灌溉施肥系统，针对不同种植规模研制轻便移动滴灌首部、镇压铺管一体机等轻简设备，构建低成本、多场景适配的技术体系，填补了省内冬小麦滴灌全程机械化空白；三是集成高产高效技术模式，形成“三化三体”应用体系，实现滴灌小麦亩产最高 823.20 公斤、水肥利用率提升 17.30% 的重大突破，推动全省冬小麦滴灌面积从近乎空白发展至 400 余万亩。

2021-2023 年，该成果在青岛、烟台等地累计推广 560.7 万亩，亩均增产 10% 以上，年节省用工 2 个，累计节约农业用水 17145.6 万方、减少肥料投入 6728.4 万公斤，增产小麦 3.28 亿公斤，创造直接经济效益 23.47 亿元，为提升山东省小麦生产水平、助力乡村振兴战略实施作出重要贡献。

本成果共突破关键技术 8 项，集成技术 1 项，获授权知识产权 32 项，发表学术论文 40 余篇，出版学术专著 1 部，形成山东省农业主推技术 1 项、青岛市主推技术 1 项。技术推广过程中，不仅显著提升了农业合作社、农业种植企业的种粮热情，更转变了农户传统施肥灌溉观念，有效减少了过量肥料投入对土壤和地下水的污染，实现了经济效益、生态效益和社会效益的同步提升，为冬小麦节水减肥、轻简高效生产提供了优质理论支撑与成熟技术范式。

四、主要科技创新

1. 主要科技创新（不超过 5 页，请勿修改边框，要求字体使用宋体，字号小四号字，行距 18 磅，图表格式设置为上下型环绕）

1. 研究背景和总体思路

冬小麦作为“中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上”这一粮食安全战略的核心支撑作物之一，在山东冬麦区长期受灌溉缺水、水肥利用率低、规模化种植用工量大等问题制约。本项目在山东率先将滴灌技术应用于冬小麦生产，以水肥精准施用、轻简机械化减工、专肥专用为核心，系统研究其水肥高效与产量形成机理，研发专用肥料及轻简滴灌配套设备，明确不同土壤类型的滴灌水肥制度，集成水肥高效轻简技术体系，为提升山东冬小麦规模化生产水平、筑牢区域粮食安全屏障提供关键支撑。项目总体思路和技术路线为：



图 1 项目总体思路与技术路线

2. 主要技术创新点及其主要内容

创新点一：首次将滴灌水肥一体化技术引入山东省冬小麦种植，明确了小麦对滴灌次数、灌水量、肥料基追比以及追肥次数的响应机理，揭示了小麦滴灌水肥需求规律和水、肥、产量协同增效机制，提出了潮土、砂姜黑土冬小麦滴灌水肥高效的最佳互配参数，为小麦水肥高效和增产增效栽培提供了技术支撑。

学科分类：作物栽培学

旁证材料：附件 1、5、9、11-14、27、29-31、33-34。

(1) 系统分析了小麦玉米滴灌水量、滴灌时期对小麦生理及产量的影响，提出了适宜枯水年和平水年的滴灌灌溉方案。

在大田条件下，枯水年（小麦季降水量 200 mm 以下）在返青期、拔节期、开花期和灌浆期滴灌 4 次，每次 30 mm，平水年（小麦季降水量 200-300 mm）在拔节期、开花期和和灌浆期滴灌 3 次，每次 30 mm，可以有效地缓解冬小麦叶片的衰老，提高水分利用率，同时显著增

加籽粒产量，一般年份全生育期滴灌 3 次能显著改善冬小麦品质，提高小麦容重、出粉率、面筋值和沉降值等，提高小麦的筋力和烘焙品质。



图 2 不同降水年型下滴灌小麦水分利用效率 (最高达 22.23kg·mm⁻¹·hm⁻²)

(2) 明确了水肥高效利用的滴灌氮肥基追比和滴灌追肥次数，利用滴灌特性实行氮肥后移，增加追肥次数，达到氮肥供需契合。

适量的增加追肥的比例有利于小麦的生长发育和提高小麦的产量，40%氮肥基施+60%滴灌追氮可显著提高小麦产量。分别在返青期+拔节期+扬花期+灌浆期滴灌追肥 4 次，能显著促进小麦生长发育，提高光合速率，促进干物质向籽粒运输，提高产量，而转移氮对籽粒氮的贡献率表现为追肥 4 次>5 次>3 次>2 次。氮收获指数表现为追肥 4 次>3 次>2 次>5 次。氮肥偏生产力表现为追肥 4 次>5 次>3 次>2 次。

表 1 滴灌基追比对冬小麦产量的影响

基追比	千粒重 (g)	穗粒数 (粒)	有效穗数 (10·hm ⁻²)	产量 (kg·hm ⁻²)
2/8	36.12c	29.9d	633e	5810e
3/7	37.47b	31.2b	697c	6926c
4/6	40.37a	32.3a	732a	8113a
5/5	40.25a	31.7b	713b	7733b

表 2 追肥次数对冬小麦氮相关指标的影响

处理	施氮量 (kg·hm ⁻²)	氮转移量 (mg/stem)	氮转移效率 (%)	转移氮对籽粒氮的贡献率 (%)	氮收获指数 NHI (%)	氮肥偏生产力 (kg·kg ⁻¹)
2 次	150	23.55b	70.96ab	61.30c	80.08ab	36.85d
3 次	150	24.02ab	71.22ab	61.88bc	80.27ab	40.35c
4 次	150	24.62a	69.41c	63.25a	80.86a	46.14a
5 次	150	24.40a	69.98bc	62.54ab	79.64ab	43.65b

(3) 明确了测墒滴灌条件下，潮土和砂姜黑土冬小麦滴灌水肥耦合参数，提出了不同土壤类型冬小麦滴灌水肥高效制度。潮土条件下，将 0-40 cm 土层土壤含水量补灌至拔节期 75%、灌浆期 65%，全生育期每公顷施氮 197.1 kg、磷 135 kg、钾 135 kg 能获得较高的产量和水氮利用率；砂姜黑土条件下，将 0-40 cm 土层土壤相对含水量补灌至拔节期 80%、灌浆期 75%，全生育期每公顷施氮 164.25 kg、磷 112.5 kg、钾 112.5 kg 能获得较高的产量和水氮利用率。施

氮 164.25 kg、磷 112.5 kg、钾 112.5 kg 能获得较高的产量和水氮利用率。

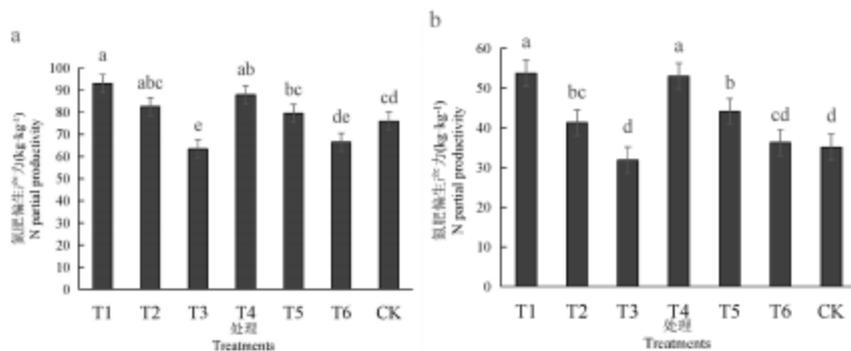


图3 不同水肥模式对不同土壤冬小麦氮肥偏生产力的影响 (a, 潮土; b, 砂姜黑土)

创新点二 创新形成不同应用场景的技术模式。创新形成不同应用场景的技术模式，针对规模化种植，形成以一管用两季、海藻酸水溶肥施用等为核心的水肥一体化省工高效栽培技术；针对一家一户小地块麦田，研制出轻便移动滴灌首部、镇压铺管一体机、三轮车收管机等 4 种轻简设备，实现因地制宜、因地施技、节本高效。

学科分类：作物栽培学

旁证材料：附件 4、6-8、10-12、15-19、21-25、33-34。

(1) 基于滴灌效益，优化了冬小麦滴灌管带铺设技术，实现了一管用两季，减少一次收铺管劳力投入。

滴灌铺管间距对冬小麦千粒重、穗数的影响差异显著，滴灌管间距过小和过大均不利于实现冬小麦的高产。不同处理间两年的大田试验产量均表现为一管四行>五行>六行>三行。在仅考虑滴灌管成本费用的情况下，滴灌灌溉经济效益明显，一管四行（管间距 80cm 左右）灌溉效益最大。在考虑小麦玉米一年两季种植时，调整管间距为 60cm，一管 3-4 行小麦，小麦季铺管时浅埋，玉米季可不收管直接进行免耕播种，玉米均行距为 60cm。

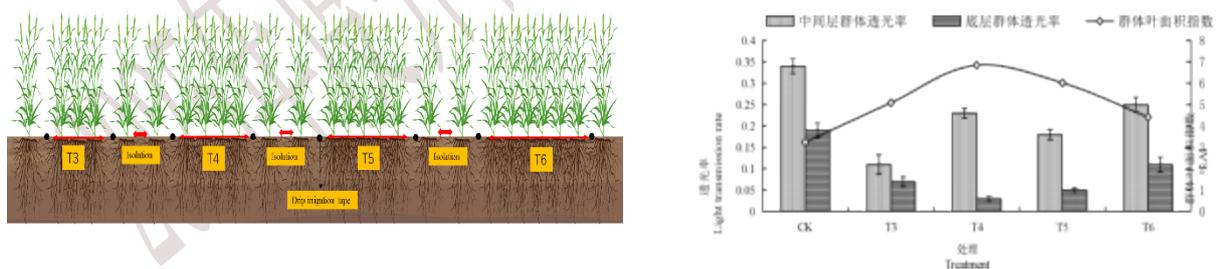


图4 铺管间距对小麦群体指标的影响 (T4: 隔四行铺设一条滴灌管)

(2) 研发了系列配套轻简化机械，降低了冬小麦滴灌水肥一体化成本，简化了操作环节，使普通农户用得起，易接受。

针对一家一户小面积种植滴灌首部系统造价高、易丢失等问题，研发了可移动首部，可用拖拉机或三轮车运输，扩大了首部的作业面积；研发了冬小麦铺管-镇压-除草一体机，实现铺管机械化，大大减少了作业次数；研发了利用电动三轮车动力的轻型收管机，这些机械配套使用，实现了冬小麦水肥管理机械化，填补了冬小麦滴灌全程机械化的空白。



图 5 研发的轻简化滴灌机具

(3) 研制出海藻酸类肥料和水溶肥，突破化学肥料有机替代关键技术。

以海藻为原料，提取制备出由单糖醛酸线性聚合成的多糖海藻酸，有效实现肥料增效、降低氨挥发等，研制出有机水溶肥等滴灌用肥料。针对当前土壤地力下降、化肥投入过多等问题，突破化学肥料有机替代关键技术，常规施用有机肥每亩 100 kg 条件下，替代 15-20% 化肥氮可优化小麦群体动态，增加干物质积累量，提高净光合速率，增强光合作用。

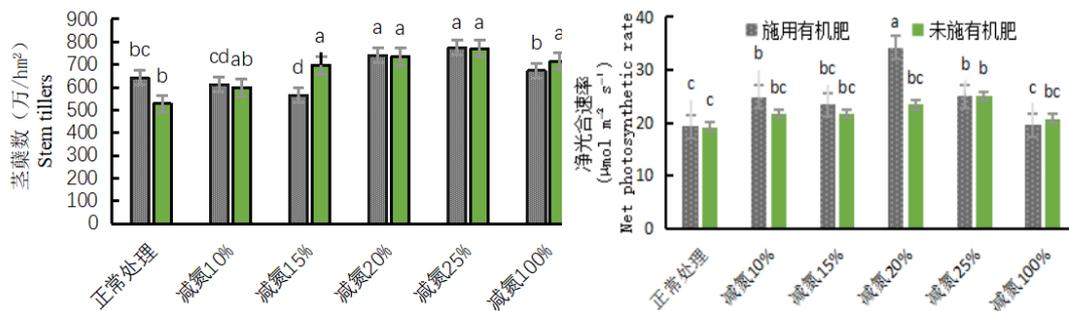


图 6 化肥有机替代实现减氮 15-20%

创新点三：创新构建多元协同高效推广机制。构建产学研用推深度融合、省市县乡四级联动的推广体系，创新联合保险公司开展农险赋能推广；明确各方职责分工，建立“五协同”运行机制，实现技术联合攻关、资源信息共享，形成上下贯通、协同高效的农业技术推广新机制，保障技术快速落地普及。

学科分类：作物栽培学

旁证材料：附件 3、11-13、32。

(1)多元主体协同，结构优化保障

本项目技术团队即包括科研单位，也包括企业的创新性人才和技术经验丰富的各级专业技术推广人员等，还包括应用单位，产学研用推结构和人员搭配合理，项目组成员年富力强，业务素质高，经验丰富，有效保障了项目技术顺利推广应用。各完成单位间形成信息及资源共享、优势互补、分工任务独立完成、关键技术联合攻关的产学研结合模式。具体由青岛农业大学和各级推广单位负责关键技术的研究与集成，形成冬小麦滴灌水肥一体化技术模式，联合地方农业主管部门分别在鲁东(青岛)、鲁中(潍坊)、鲁西(德州)建立核心示范区，辐射带动涉农企业和合作社进行推广。

(2)层级联动推广，机制创新驱动

本项目围绕预期目标，构建省、市、县、乡四级农技农机推广机构与新型农业经营主体联动的项目实施团队，协同开展技术推广。青岛农业大学作为第一完成单位，全面统筹项目组织

实施，牵头小麦滴灌水肥一体化技术攻关、集成组装、试验验证、宣传培训与示范推广，为各级推广机构提供技术支撑与指导服务，并配合青岛市试点落实技术补贴、旱灾防控等工作。技术示范主体负责试验示范地块落实、田间生产、数据记录、设备管护及示范展示。项目创新推广机制，联合保险公司开展农险赋能技术推广，依托农险服务网络精准对接种植主体，强化麦田旱灾防控，推动水溶肥无偿发放与科学施用指导，有力提升技术普及率与应用成效。

(3) 职责分工明确，资源整合增效

项目实施团队通过明确实施内容，分解细化任务，整合各协同单位资金、人才、技术优势，健全完善目标明确、沟通顺畅、执行有力的高效团队运行机制，实现主持单位与地方协同、推广单位与院校协同、农科教和新型农业经营主体协同，产储运加全产业链协同，示范推广项目与农业农村部粮食绿色高质高效创建项目协同的“五协同机制”。项目团队将技术成果撰写成通俗易懂的文章发表在《农业科技通讯》上，加速技术普及，着力打造上下贯通、项目整合、左右衔接、优势互补、协同高效的农业技术协同推广新机制。



图 7 滴灌示范与实打测产

(左图首部为 2015-2016 年于青岛市安装运行，目前仍在使用的)

本项目主要技术与国内外同类技术比较

序号	技术要点	本项目技术水平	国内外同类技术水平
1	滴灌技术水肥效率	小麦玉米亩减肥 20% 以上，水分利用效率 $22.23 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。	在滴灌条件下，国外水分利用效率一般在 $21 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右。
2	滴灌轻简化设施与技术	研制出包括收铺管、镇压一体机、可移动首部等 4 种设备，每亩每年可节约人工 3 个。	国内现有滴灌首部设施一般是固定式，收管用人工方式抽取，费时费力。
3	滴灌专用肥开发	研制出海藻酸专用有机水溶肥，实现有机无机配施，是行业标准制订者。	国内相关肥料的生产标准参照本项目单位标准生产，现有滴灌有机无机水溶肥少且价高。

2. 科技局限性（不超过 1 页）

一、现有科技局限性

冬小麦种植效益相对偏低，而滴灌水肥一体化技术应用存在一定前期投入，制约了技术快速普及。项目通过系统开展种植投入产出分析、滴灌铺管模式优化、轻简化设施研发、专用肥料配套等研究，集成形成了增产显著、省工节肥、经济可行的综合技术模式，经生产验证，节水、节肥、高产、高效优势突出，应用前景广阔。但受传统种植观念影响，部分种植户对节水节肥重要性认识不足，对前期设备投入存在顾虑，在一定程度上影响了滴灌水肥一体化技术的大面积推广。

二、今后主要研究方向

今后，将围绕冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用，强化典型示范引领与政策宣传解读，提升种植户对技术可行性与重要性的认知；持续加大技术培训与推广力度，普及技术优势，不断优化完善滴灌栽培体系，降低应用成本，助力粮食增产、农民增收。同时，强化农机农艺融合与产业协同发展，积极争取政府政策支持，探索构建国家、企业、种植主体三级联动投入机制，破解资金投入与产业发展难题，以多方共赢模式，推动冬小麦滴灌水肥一体化技术更快更好推广应用。

五、客观评价

1. 曾获科技奖励情况（不超过 10 项）

成果名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	所有获奖人（本成果完成人姓名后加“*”）	授奖单位	获奖类别
花生抗旱高产优质新品种培育与应用	2024-06-01	国家科学技术进步奖	二等奖	万勇善, 刘风珍, 张昆, 骆璐, 厉广辉, 张秀荣, 张建成, 杨会, 朱素青, 王恒*, 董元杰, 徐加利, 峽岩林, 刘宁, 王恒斌	中共中央、国务院	科技进步奖
糯玉米新品种选育及产业技术开发与推广应用	2022-12-01	全国农牧渔业丰收奖	二等奖	韩伟, 张恩盈, 郭玉秋, 郭新海, 宋希云, 张凯, 王恒*, 张强, 孙纯悦, 李克文, 王芳, 涂伟, 刘楠楠, 刘兴强, 徐广美, 赵洋, 韩顺英, 李学强, 董慧, 宋健, 李宁, 姜常松, 李军, 陈桂敏, 沈彦辉	农业农村部	农业技术推广成果奖
旱地冬小麦高产高效技术体系与应用	2015-09-01	中华农业科技奖	一等奖	林琪, 赵长星, 刘义国*, 穆平, 张玉梅, 张洪生, 张廷胜, 李夕梅, 王娟, 李玲燕*, 韩伟,	中华人民共和国农业部	

				王志葵, 张凤玲, 孙旭生, 朱伯良, 师长海*, 赵海波, 商健, 张晓龙, 李晓风		
“青麦11号”生产经营权转让推广	2024-09-01	山东省科技成果转化与推广典型案例	一等奖	张玉梅, 李夕梅, 郭卫卫, 刘义国*, 王会芳, 穆平, 林琪, 张洪生	山东省农业科技转化促进会	
高效生防绿色木霉在防治蔬菜灰霉病汇总的技术应用	2023-08-07	齐鲁农业科技奖	三等奖	卢德鹏、薛丽、钟明娟、曲蕾、周霞、钟召迪*、王秀娟、赵国华、李杨、王秀雨、刘波、张进福	山东农学会	技术创新奖
旱地小麦早、深、平节水高产栽培技术与应用	2015-10-01	山东高等学校优秀科研成果奖	二等奖	刘义国*, 韩伟, 张玉梅, 师长海*, 林琪	山东省教育厅	普通本科自然科学类
潍坊市地膜污染研究与推广	2023-09-01	潍坊市科学技术奖	二等奖	郭继民, 贾建领, 刘新明, 张德新, 刘洪军*	潍坊市科学技术奖励委员会	学技术进步奖
冬小麦滴灌水肥一体化技术与应用	2022-11-01	青岛市科学技术奖	二等奖	刘义国*, 师长海*, 丁厚然, 万雪洁*, 高仁升, 朱瑞华, 李松坚, 张守福, 林琪, 马友升	青岛市人民政府	科学技术进步奖
高产优质粳糯稻新品种日稻1号的选育及推广应用	2023-07-01	日照市科技创新奖	三等奖	王恒*, 王文彬, 牟文斌, 冯尚宗, 王慧	日照市人民政府	技术开发与推广
三种新型高效玉米田复	2024-11-01	中国技术市场协会	二等奖	刘悦上, 王恒*, 张晓	中国技术市场协会	

配除草剂的 研发与推广		金桥奖		红, 王楠, 王小梦, 高 庆华, 巴秀 成, 陆卓, 黄延昌, 魏 艳艳		
----------------	--	-----	--	--	--	--

2023年度文登市农业科技大赛科技进步奖

六、推广应用情况、经济效益和社会效益

1. 推广应用情况（不超过 15 项）

应用单位名称	应用技术	应用开始时间	应用结束时间	应用单位联系人	电话	经济、社会效益（万元）
诸城市农业技术推广中心	冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用	2023-01-01	2024-12-31	刘洪军	0536-6212667	新增销售额13794.64
济宁市兖州区农业技术推广中心	冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用	2023-01-01	2024-12-31	马丰刚	0537-3412713	新增销售额4307.63
日照农业技术服务中心	冬小麦滴灌水肥协同调控关键技术与应用	2023-01-01	2024-12-31	孔凡鑫	0633-8816233	新增销售额3095.6291

2. 近 2 年经济效益

单位：万元人民币

年 份	新增销售额	新增利润	新增税收
2023	9953.289	/	/
2024	11244.61	/	/

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据（不超过 400 字）

新增销售额=增产量×保护价+节肥量×肥料价格+省工量×日工价-额外投入；其中,2023-2024 年小麦保护价按照 1.17 元/斤，复合肥和尿素平均每公斤 4 元和 3 元，日工价日照 120 元、诸城 100 元、兖州 130 元。滴灌带每季投入 100 元/亩。推广情况：2023 年应用该技术小麦：日照市 4.5 万亩，平均亩增产 55.3 公斤，节水 38 方；诸城市 23.4 万亩，平均亩增产 61.3 公斤，节水 30 方；兖州区 6.0 万亩，平均亩增产 58.4 公斤，节水 36 方；2024 年应用该技术小麦：日照 5.0 万亩，平均亩增产 64.6 公斤，节水 43 方；诸城市 25.0 万亩，小麦平均亩增产 62.6 公斤，节水 34 方；兖州区 7.2 万亩，小麦平均亩增产 65.2 公斤，节水 30 方。应用该技术日照亩均节约复合肥 7.5 公斤、尿素 5 公斤，省工 2 个；诸城市亩均节约复合肥 7 公斤、尿素 4 公斤，省工 2 个；兖州区亩均节约复合肥 8 公斤、尿素 5 公斤，省工 1.8 个。

3. 社会效益（不超过 600 字）

项目执行以来，明确了山东省小麦水肥高效利用的滴灌水肥参数，突破了铺管周年化、水溶肥专用化、机械设备轻简化等多项小麦周年水肥高效利用关键技术，集成了小麦滴灌水肥一体化技术体系，节约农业用水和化肥投入，减少劳动力投入，为扩大粮食种植规模、保护农民生产积极性、提升山东省乃至全国粮食生产科技水平、推动农业现代化、保障粮食安全做出重要贡献。

一是转变种植观念，提高科技贡献率。项目在烟台、青岛等多地开展技术示范，组织观摩培训，转变农户传统施肥灌溉观念，让小麦滴灌节水节肥增效理念深入人心，同时培育了一批懂技术的农技人员和种植户，提升种植水平。其中，青岛市提报案例被遴选为全国种植业技术推广典型案例。

二是培育经营主体，保护生态环境。项目支持青岛、德州等地涉农主体，协助建设小麦水肥一体化设施，实现精准高效种植、绿色增产。同时，滴灌技术减少水肥过量投入，降低地表径流、水分无效蒸发及肥料淋溶，减少面源污染，改善生态环境，助力农业可持续发展。

三是推动三产融合，促进产业升级。技术推广加快种植制度创新，延伸小麦产业链，推动三产融合。带动新型农业装备、专用水溶肥等产业发展，合作企业拓展了小麦专用水溶肥业务。同时，推动专业化服务组织发展和农业分工，吸引农民成为专业服务工人，加速农业产业升级，提升农产品竞争力。

七、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权（标准）类别	知识产权（标准）具体名称	国家（地区）	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	证书编号（标准批准发布部门）	权利人（标准起草单位）	发明人（标准起草人）	发明专利（标准）有效状态
团体标准	旱地冬小麦两深两压高产栽培技术规程	中国	T/SD AS 389-2022	2022-06-02	山东标准化协会	青岛农业大学、诸城市农业技术推广中心、诸城市综合行政执法大队、山东省农业技术推广中心、莱西市产业促进中心、青岛市农业技术推广中心、山东春意农业科技开发有限公司	万雪洁、刘义国、师长海、王术平、刘鲁明、刘洪军、杨保国、田虎、钟召迪、丁厚冉、周宣材、李玲燕、刘家斌、张玉梅、林琪、安鹏、车林、林之栋、刘兴伟	有效
团体标准	冬小麦滴灌水肥药一体化栽培技术规程	中国	T/SD AS 388-2022	2022-06-02	山东标准化协会	青岛农业大学、山东省农业技术推广中心、青岛市农业技术推广中心、莱西市乡村产业促进中心、	师长海、刘义国、万雪洁、李玲燕、刘家斌、林琪、张玉梅、李松坚、周宣材、高仁升、马友升、邵长侠、谷强远、董	有效

						山东恩物有限公司、滴灌工程有限公司、胶州市农业农村局作物科	欢欢、李师王刘隋刘 梅、君慧、可彦、彦辰、春莹、绍东	
青岛市地方标准规范	小麦玉米周年滴灌水肥一体化栽培技术规程	中国	DBNY 3702/T 0009—2021	2021-03-05	青岛市农业农村局；青岛市市场监督管理局	青岛农业大学；青岛市技术推广中心；市农业技术推广站；胶州市农业技术推广站；青岛源科有限公司；春润有限公司	刘义国；姜雯；姜松坚；长海；桂丽；旭亮；瑞华；长侠；树堂；守福；友升；卓斌；丁冉；明；芳；梅；丹；李师阮孙朱邵；刘张马吴王厚一；孙雪晓；王彤；林琪	有效
发明专利	免耕直播条件下的麦茬夏玉米滴灌水肥一体化栽培方法	中国	ZL201710575743.5	2020-05-26	3812917	青岛农业大学	姜雯；师长海；刘树堂；刘义国；张洪生	有效
青岛市地方标准规范	旱地小麦节水高产栽培技术规程	中国	DBNY 3702/T 0012—2021	2021-03-05	青岛市农业农村局；青岛市市场监督管理局	青岛农业大学；青岛市农业技术推广	刘义国；王军；师长海；朱彤丹；吴卓斌；邵	有效

			1		管理局	中心;平度市农业技术推广站;胶州市农业技术推广站;青岛海力源生物科技有限公司;山东农业科技有	长侠;朱瑞华;孙旭亮;林琪;张玉梅;李夕梅;郭卫卫;王会芳;刘家斌;李玲燕;李松坚;赵长星;张守福;丁厚冉;刘伟	
发明专利	一种具有氨挥发抑制作用的氨基酸肥料增效剂及其制备方法	中国	ZL 2015 1 01324 05.5	2017-07-11	2550837	青岛海力源生物科技有限公司	张守福;袁亮;张玉梅;李燕婷;李伟;贾永超;赵永厚;朱新彬;李燕;于金虎;林继山;葛军勇;李岳;刘义国;展曼曼	有效
发明专利	一种田间行走喷药机器人	中国	CN 11078 6303 B	2021-11-16	4793278	诸城市农业局;山东泰诺药业有限公司	薛丽;卢英进;卢德鹏;钟召迪;戴宝;狄少华;张爱玲;宋洁	有效
实用新型专利	一种方便调节的滴灌设备	中国	CN 21013 0216 U	2020-03-10	1011897 6	青岛农业大学	刘义国;师长海;周宣材;张玉梅;孙新灵	有效
软件著作权	产量贡献率分析系统 V1.0	中国	2024S R0711 208	2024-05-24	1311508 1	青岛农业大学,青岛麦香农	/	有效

						业科技有限公司, 东营农大地农技术研究院, 万雪洁, 林之栋, 刘义国, 师长海, 李玲燕, 韩成刚		
青岛市地方标准规范	冬小麦机械镇压作业技术规范	中国	DBNY 3702/T 0011—2021	2021-03-05	青岛市农业农村局; 青岛市市场监督管理局	青岛农业大学; 青岛市农业技术推广中心; 胶州市农业技术推广站; 平度市农业技术推广站; 青岛海力源生物科技有限公司	刘义国; 孙旭亮; 师长海; 朱一明; 林琪; 邵长侠; 朱瑞华; 张玉梅; 李松坚; 刘家斌; 李玲燕; 李夕梅; 郭卫卫; 王会芳; 张守福; 吴卓斌; 张洪生	有效

承诺: 上述知识产权用于推荐齐鲁农业科技奖的情况, 已征得未列入成果主要完成人的权利人(发明专利指发明人)的同意, 并填写同意知情函。

第一完成人签字: