

## 山东省科学技术奖申报项目公示

**成果名称：**小麦水肥高效利用技术与应用

**提名单位意见：**

该提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，完成人、完成单位排序无异议，相关栏目均符合山东省科学技术奖励委员会办公室的填写要求。项目完成单位按照山东省科学技术奖励委员会办公室的要求已对该项目进行了公示，公示期间无异议。

该成果构建了以苗期营养元素含量、成熟期籽粒产量为核心的养分高效利用鉴定体系，利用该体系筛选出养分高效型小麦种质 131 份，为小麦养分高效育种和水肥高效利用研究提供理论基础；明确小麦水氮互作模式下干物质和氮素积累转运特性、旗叶光合特性、小麦土壤耗水量、揭示水氮利用效率、氮收获指数和产量结构，建立了以干物质和氮素积累转运、水肥利用效率为核心的水肥高效利用评价体系，构建了小麦水肥高效利用评价技术体系的关键指标；揭示土壤耕作方式、播量、宽幅播种行距和机械镇压时期调控小麦干物质积累转运和产量结构变化；集成应用养分高效型品种、播量调节、播后镇压、水肥统筹、抗逆调控、全程机械化等关键技术，构建小麦水肥高效技术模式；完善推广体系，社会经济效益显著。

该成果发布山东省农业地方技术规程 2 项，泰安市农业主推技术 1 项，泰安市地方规范 1 项，申请授权实用新型专利 4 项，发表相关论文 12 篇，累计推广面积 5348 万亩，增产小麦 14.76 万吨，节本增效 60.24 元/亩，累计新增社会效益 32.22 亿元。提名该项目为山东省科学技术进步奖三等奖

**项目简介：**

小麦是山东省重要的粮食作物之一，常年种植面积在 6000 万亩左右。但当前小麦生产存在以下三方面的问题：一是高效养分利用的品种或种质的鉴定体系不完善，对该体系需要进一步完善和提升；二是山东省淡水资源缺乏和无机肥的大量使用，普遍存在‘靠天吃饭’或漫灌式水资源浪费，以及土壤板结和农业生态环境的破坏等问题；三是缺乏水肥高效利用的栽培技术。针对上述问题，以水肥高效利用为主线，以高效养分利用品种筛选和水氮高效利用模式为研究重点，系统建立了小麦养分利用效率鉴定技术体系、小麦水肥高效利用评价体系，以及水肥高效栽培技术模式。

**1. 构建以苗期营养元素含量、成熟期籽粒产量为核心的养分高效利用鉴定体系，利用该体系筛选出养分高效型小麦种质 131 份，为小麦养分高效育种和水肥高效利用研究提供理论基础。**苗期设置正常 N/P、高 N/P、低 N/P 处理，定义地上部、根部和总的 N/P 利用效率定义在 3 个指标上均高于对照 5% 以上的基因型为 N/P 高效品种。成株期设置正常 NPK 处理、低 N/P 处理，籽粒称重，计算公式： $NUI (PUI) = G4t \cdot G - 1c \cdot GC \cdot (G4T) - 1$ ，将  $NUI \geq 1.300$  或  $PUI \geq 1.100$  认为 N/P 养分高效材料。苗期鉴定出 8 份 N 高效品种，14 份 P 高效品种，5 份 NP 均高效品种。成株期鉴定出 103 份 N 高效品种，68 份 P 高效品种，当前推广的

品种中，20份N高效品种，15份P高效品种，9份N/P均高效品种。

**2. 明确了小麦水氮互作模式下干物质和氮素积累转运特性；解析了互作模式下小麦土壤耗水量和旗叶光合特性；揭示了水氮利用效率、氮收获指数和产量结构；分析玉米—小麦周年施氮运筹下干物质氮素积累转运、光合特性及籽粒产量的差异，明确周年施氮水平；构建了小麦水肥高效利用评价技术体系的关键指标。**水氮互作效应对各阶段干物质和氮素积累量、籽粒氮素积累量、开花前贮藏氮素转运量、转运率、对籽粒的贡献率以及花后干物质同化物对籽粒的贡献率的影响均达显著水平；灌水量  $450\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$  和施氮量  $180\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  下增强了植株对深层土壤水分的利用，减少小麦对灌溉水的依赖，同时显著提高了开花后7~28 d的旗叶净光合速率、气孔导度和蒸腾速率，以及显著提高籽粒产量；通过玉米小麦一年两熟种植下施氮运筹试验，依据玉米小麦两季作物干物质氮素积累转运特性、旗叶光合特性和籽粒产量构成，筛选出适于周年种植模式下的施氮水平为玉米季  $181\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  和小麦季  $180\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

**3. 揭示土壤耕作方式、播量、宽幅播种行距和机械镇压时期调控小麦干物质积累转运和产量结构变化；集成应用养分高效型品种、播量调节、播后镇压、水肥统筹、抗逆调控、全程机械化等关键技术，构建小麦水肥高效技术模式；完善推广体系，社会经济效益显著。**明确水氮高效利用下，土壤耕作方式为耕翻，最佳播种量为  $150\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，行距为25cm，镇压时期为播后和起身期镇压，栽培技术最优化，形成一套创新性强、成熟度高的小麦水肥高效利用技术，应用该技术体系，在山东泰安同一地块小麦高产攻关中，连续3年亩产超过800公斤；完善推广体系，在山东省31个示范县建立了小麦水肥高效利用核心示范方32个，累计示范面积41.5万亩，2017~2020年累计推广面积5348万亩，增产小麦14.76万吨，节本增效60.24元/亩，累计新增社会经济效益32.22亿元。

#### **成果评价意见结论：**

2020年12月5日，山东农学会组织有关专家，对泰安市农业科学研究院、山东省农业技术推广总站和山东农业大学合作完成的“小麦水肥高效利用技术与应用”成果进行了评价。专家委员会听取了项目汇报，经质询讨论，形成如下评价意见：

1.构建以苗期营养元素含量、成熟期籽粒产量为核心的养分高效利用鉴定体系，筛选出养分高效型小麦品种；建立了以干物质和氮素积累转运、水肥利用效率为核心的水肥高效利用评价体系。

2.明确了不同产量水平小麦氮肥用量阈值和推荐灌溉量，优化小麦养分高效利用技术，氮肥农学利用率提高20%左右，灌溉水利用率提高25%左右。

3.集成应用了养分高效型品种、播期播量调节、播后镇压、水肥统筹、抗逆调控、全程机械化等关键技术，构建了小麦水肥高效技术模式，在同一地块连续3年亩产超过800公斤。

4.创建了“3+4+N”新型推广模式，建立了百、千亩示范方32个，累计推广5348万亩，增产小麦14.76亿公斤；节本增效60.24元/亩，累计新增社会经济效益

益 32.22 亿元。

5.制定山东省地方标准 2 项、山东省农业地方技术规程 17 项、泰安市农业主推技术 1 项、泰安市地方规范 2 项；授权实用新型专利 14 项；出版著作 6 部，发表论文 20 篇。

该成果在小麦玉米一年两熟种植制度下小麦水肥高效利用理论及关键技术研究方面有创新，总体达到同类研究的国内领先水平。

综合评分：94.86

**主要完成人情况：**

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
吕广德	1	无	农艺师	泰安市农业科学研究院	泰安市农业科学研究院	项目总体设计与实施，小麦养分利用效率鉴定筛选和小麦水肥高效利用栽培技术的建立，主要支撑材料超过 30%。
吕鹏	2	无	高级农艺师	山东省农业技术推广总站	山东省农业技术推广总站	小麦水肥高效利用栽培技术的建立和推广应用
钱兆国	3	所长	研究员	泰安市农业科学研究院	泰安市农业科学研究院	小麦养分利用效率鉴定体系和小麦水肥高效利用栽培技术的建立
鞠正春	4	科长	研究员	山东省农业技术推广总站	山东省农业技术推广总站	小麦水肥高效利用栽培技术的建立和推广应用
王超	5	副所长	高级农艺师	泰安市农业科学研究院	泰安市农业科学研究院	小麦养分利用效率鉴定筛选和小麦水肥高效利用栽培技术的建立
张小村	6	无	副教授	山东农业大学	山东农业大学	小麦养分利用效率鉴定和筛选

**完成人合作关系说明：**

1. 完成人合作关系

本项目完成人中，第一完成人吕广德、第三完成人钱兆国、第五完成人王超是泰安市农业科学研究院小麦研究所团队成员，共同开展小麦养分利用效率鉴定、水氮互作效应分析以及新技术的高产攻关与示范推广等工作。

第二完成人吕鹏和第四完成人鞠正春属于第二完成单位——山东省农业技术推广总站，与第一完成人共同完成了配套栽培技术的研制，参加了新技术的示范推广工作。

第六完成人张小村属于第三完成单位——山东农业大学，与第一完成人共同完

成了小麦养分利用效率鉴定体系的建立，以及参与了新技术的示范推广部分工作。

## 2. 完成单位作关系

第一完成单位泰安市农业科学研究院创立了小麦养分利用效率鉴定方法，并对高效利用材料开展水肥互作效应分析，以及配套栽培技术的集成和高产攻关示范推广工作。

第二完成单位山东省农业技术推广总站与第一完成单位合作开展配套栽培技术的集成，并对集成技术开展试验示范和推广工作。

第三完成单位山东农业大学与第一完成单位合作完成了小麦养分利用效率鉴定体系的建立，以及参与了新技术示范推广的部分工作。

### **推广应用情况：**

小麦水肥高效利用技术与应用突破了养分高效型品种与水肥统筹互补衔接的割裂状态，以推广应用实践为引领，围绕小麦品种养分利用效率鉴定、水肥互作、标准化小麦水肥高效利用技术体系建立等方面开展理论与关键技术研究，探索小麦养分高效利用鉴定体系和水肥高效利用评价体系，制定配套栽培技术规程，创新小麦玉米一年两熟种植制度下的小麦水肥高效利用理论与关键技术，完善推广体系，从理论研究到技术集成，再到推广应用，形成一套创新性强、成熟度高的小麦水肥高效利用技术。该成果的实施，节约了水资源和氮素资源，对土壤改良和环境保护有重要意义，同时促进农民增收。项目实施期间，开展电视报道 12 次、现场观摩 8 次、技术培训 52 场次，累计培训基层人员 9000 余人次，项目组成员担任科技指导员科技指导贫困村 20 余个。该成果累计推广 5348 万亩，增产小麦 14.76 万吨，节本增效 60.24 元/亩，累计新增社会效益 32.22 亿元。

### 主要知识产权证明和标准规范等目录:

序号	知识产权名称	类别	授权号（标准编号）	授权（标准发布）日期	发明人（标准起草人）
1	一种新型小麦水培生根培养器	实用新型专利权	ZL 2017 2 0580352.8	2017-12-08	高瑞杰, 鞠正春, 韩伟, 吕鹏, 柴兰高
2	一种全覆膜双沟玉米播种机	实用新型专利权	ZL 2018 2 1543420.4	2018-09-20	徐加利, 吕广德, 李宁, 范明阳
3	一种小麦种植用翻土机.	实用新型专利	ZL 2019 2 2359159.3	2020-09-29	吕鹏, 鞠正春, 韩伟, 高瑞杰, 张晓雳, 于安军, 宋元瑞, 庞慧
4	冬小麦水肥节本增效栽培技术	主推技术		2020.11.30	钱兆国, 吕广德
5	泰安市小麦宽幅精播栽培技术规程	标准	DB3709/T 149—2016	2016-12-02	殷复伟, 钱兆国, 柳新明, 王超, 吕广德, 牟秋焕, 王瑞霞, 米勇, 孙宪印, 亓晓蕾
6	小麦宽幅精播亩产 700 千克栽培技术规程	标准	SDNYGC-2-1001-2018	2019-07-23	鞠正春, 高瑞杰, 吕鹏, 吴科, 李斯深, 董庆裕, 钱兆国, 王瑞霞, 吕广德, 王超, 亓晓蕾, 庞慧, 赵强.
7	小麦赤霉病防控技术规程	标准	SDNYGC-2-1016-2018	2019-07-23	吕鹏, 高瑞杰, 鞠正春, 孙允超, 钱兆国, 吕广德, 于安军, 张晓雳.
8	水氮组合对冬小麦干物质及氮素积累和产量的影响	论文		2020,31(8):2593-2603	吕广德, 王超, 靳雪梅, 徐加利, 王瑞霞, 孙宪印, 钱兆国, 吴科
9	玉米小麦周年氮肥运筹对砂浆黑土区小麦干物质及氮素积累分配和产量的影响	论文		2020, 40(8): 972-980	吕广德, 王瑞霞, 牟秋焕, 米勇, 亓晓蕾, 李宁, 吴科, 钱兆国
10	不同播种量对临麦 4 号产量和干物质积累及分配的影响	论文		2020 (3):142-148	吕广德, 殷复伟, 孙盈盈, 钱兆国, 徐加利, 李宁, 薛丽娜, 吴科