

# 小麦机械化无垄栽培技术研究

郝德有<sup>1</sup>, 刘梅<sup>2</sup>, 陈永<sup>3</sup>, 曹九生<sup>4</sup>, 李伟<sup>4</sup>, 郭安强<sup>1</sup>, 赵轩宇<sup>1</sup>, 王秀果<sup>1\*</sup>

(1. 河北省农林科学院旱作农业研究所/河北省农作物抗旱研究重点实验室, 河北衡水 053000; 2. 河北省衡水市桃城区农林局, 河北衡水 053000; 3. 河北省衡水市农机管理总站, 河北衡水 053000; 4. 衡水科技工程学校, 河北衡水 053000)

**摘要** 从技术要点与适用范围、技术关键与创新点、技术引领与学术意义、技术难度与攻坚过程、推广效益与应用前景等方面对小麦机械化无垄栽培技术进行了综述。

**关键词** 小麦; 机械化; 无垄栽培技术; 种植

**中图分类号** S504.8 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)31-0034-03

## Research on the Mechanized Ridgeless Cultivation Technique of Wheat

HAO De-you<sup>1</sup>, LIU Mei<sup>2</sup>, CHEN Yong<sup>3</sup> et al (1. Dryland Farming Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences/Crops Drought-resistant Research Key Laboratory of Hebei Province, Hengshui, Hebei 053000; 2. Forestry Office in Taocheng District of Hengshui City, Hengshui, Hebei 053000; 3. Hengshui Agricultural Machinery Management Station, Hengshui, Hebei 053000)

**Abstract** The mechanized ridgeless cultivation technique of wheat was reviewed from the technical points and scope of application, technology key and innovation, technology leadership and academic significance, technical difficulty and tackling process, promotion benefits and application prospects and other aspects.

**Key words** Wheat; Mechanization; Ridgeless cultivation technique; Planting

通过对小麦生物学特性和植物学特征的研究,发现小麦生长发育最适于单株均匀分布。1996年在景县试区进行了“缩行阔株”试验,2001年开展撒播栽培试验,从2004年开始研究机械化撒耕旋耕播种技术,2006年研制出首台小麦联合撒播机,2010年改进为小麦无垄联合耕播机。在多年的试验示范中,利用这一栽培技术,增加75万~150万穗/hm<sup>2</sup>,每穗增加2~3个粒,千粒重增加2g左右<sup>[1]</sup>。2009—2011年实收测产增加1500kg/hm<sup>2</sup>以上,尤其2011年河南、山东示范区增产1800kg/hm<sup>2</sup>以上,而且节水、节能、节本、抗逆效果显著,省工省时,简化栽培。此项研究使小麦机械化栽培无垄种植宏观理论与农艺技术体系都得到完善,农机产品以均匀种植为核心研制出小麦无垄联合耕播机系列产品。同时,审定标准2部,申报国际发明专利1项,获国家专利授权6项,建立了无垄高产栽培技术体系。

鉴于小麦无垄均匀种植显著的增产增收效果,引起了各级领导的重视,河北省沈省长和农业部种植业管理司分别推广,新华社于2009年10月23日与2011年10月16日内参报道都得到国务院领导的批示<sup>[2]</sup>,CCTV-7于2010年4月22日科教片在《科技苑》栏目播出。2011年4月20日,小麦无垄联合耕播机项目列入河北省重点建设计划。2011年5月20—22日河北与河南示范区测产,国家级媒体新华社与CCTV-7等中央媒体以及科技报、农民报等省级媒体跟踪报道,项目主持人郝德有在河北电视台新闻联播对该技术进行了介绍。2011年9月27日新华网进行大型专题报道“为了

大地的丰收——小麦机械化无垄栽培均匀种植技术促进小麦大幅度增产”;2015年再次录制科技宣传片,并在《农广天地》播出;2013年国家小麦工程技术研究中心、2014年中国农业科学院作物科学研究所分别签署合作推广协议。

## 1 技术要点与适用范围

### 1.1 技术要点

**1.1.1 小麦的需肥规律与施肥要领。**①需肥规律。氮、磷、钾需求比例为3:1:3;氮肥营养临界期为苗期,三叶期为磷营养临界期;钾肥营养关键期为苗期与拔节期(兼顾营养生长与生殖生长)。②施肥要领。底肥充足,春追要晚(控基部节间),拔节追肥。

**1.1.2 小麦需水规律与灌溉要领。**①需水规律。需水临界期为苗期;需水关键期为拔节、孕穗、灌浆期。②灌溉要领可概括为“两足、一控、三关键”:底墒足、冬墒足;早春控;关键期为拔节、孕穗、灌浆期。

**1.1.3 小麦无垄栽培均匀种植农艺要点。**①底墒充足,提倡浇“蒙头水”,抢农时,早出苗,节水。②正常播量300.0kg/hm<sup>2</sup>,早播播量225.0~262.5kg/hm<sup>2</sup>,晚播(土里捂)375.0~450.0kg/hm<sup>2</sup>。③冬墒要足,早春控。浇好北方小麦区关键水:拔节水、孕穗水、灌浆水。④防治病虫,经常观察,及时防治,尤其抽穗后注重防病与治蚜<sup>[3]</sup>。

**1.1.4 无垄联合耕播机操作要点。**①仔细阅读使用说明书,认真观看操作指南;②保证旋耕深度在15cm以上;③行进速度50~60m/min,低Ⅱ档位,保证耕种质量<sup>[4]</sup>;④根据墒情与土质调整镇压器丝杠,掌握适宜的镇压土壤紧实度,以利于出苗。

**1.2 适用范围** 小麦无垄栽培均匀种植技术作为种植方式,适宜麦稻类作物应用,机械化无垄栽培则要根据全国麦区不同生态、生产条件选择不同机型的农机产品。以华北麦区为核心的北方冬麦区适宜小麦联合等深匀播机型或小麦

**基金项目** 科技部农业科技成果转化资金项目(2013GB2A200034);河北省科技厅科技支撑计划项目(12227111D);河北省科技厅科技支撑计划项目(15227210D);衡水市科技局科技支撑计划项目(11049)。

**作者简介** 郝德有(1954—),男,河北衡水人,副研究员,从事小麦栽培及相关农机研究。\*通讯作者,副研究员,硕士,从事科研管理方面的工作。

**收稿日期** 2018-06-05

无垄联合耕播机型;长江中下游以及黄淮南片麦区多为砂疆土,雨多地黏,适于撒种旋耕播的小麦无垄联合耕播机与小麦联合耙播机;北部春麦区适于等深匀播的联合作业机型<sup>[5]</sup>。作物联合筛播机最适于要求精量播种与预留作业带或间作带的地方,秸秆还田小麦无垄联合耕播机适合于长着玉米秸秆地块的联合耕种作业。

## 2 技术关键与创新点

**2.1 技术关键** 此项研究涵盖农艺理论创新、种植方式变革、农机产品发明三大领域革命,最根本的技术关键在于农学理论、农艺技术、农机产品三大革命集成的创新。

农艺理论创立的技术关键在于以小麦的生物学特征特性适应为本,对前人研究成果经过系统辨识与解析,科学推理,提出小麦无垄栽培的新概念与技术思想,通过生产性试验示范,研究建立小麦无垄栽培的机制体系,创立并完善了全方位归真的小麦无垄栽培新理论<sup>[6]</sup>。

小麦无垄栽培的技术关键与核心是均匀种植,将传统的行垄种植方式改为无行无垄,“草坪式”无垄栽培,把传统行垄种植的苗株一维行距改为二维株距,均衡小麦单株的营养空间,将边行优势升华为单株优势,将原始撒播上升为现代科学<sup>[7]</sup>。

农机产品发明的技术关键在于耕种联合作业条件下无垄栽培的机械化实现,首先在旋耕机上实现匀肥匀种、耕播镇压以及筑埂或开沟一次作业完成全部耕种程序,尤其是玉米联合收后的无垄栽培耕种作业一次成型,每一项在农机研发史上都是创新,所有这些创新集成才实现了小麦无垄栽培联合作业的机械化;其次,不同生态类型区选用不同的最适机型,以实现小麦无垄栽培联合耕种对各种类型区的技术覆盖<sup>[8]</sup>。

此项研究作为三大领域革命集成创新的重要关键在于三者集成的内在有机联系,首先是小麦无垄均匀种植理论上的发现,而匀播理论指导无垄栽培农艺试验、验证与新理论体系的创立,进而指导机械化均匀种植联合耕种机械的研制发明。通过多年多区域的生产实践检验,无垄栽培理论得到逐步完善,无垄栽培技术进一步成熟,农机及其系列产品日趋完善。如果没有农学理论的创新,就没有小麦无垄栽培方式对传统行垄种植的革命;如果没有坚实的理论支撑与可靠的生产性农艺技术验证,就不可能有小麦无垄栽培耕种机械的研制与发明,这也正是农艺农机融合创新的真谛。

## 2.2 创新点

(1)提出了小麦无垄栽培的新概念,创立了以物性发展为本,以小麦生物学特性及其适应系统建构为核心,以无垄栽培增产机制为关键的小麦无垄栽培理论,颠覆了小麦行垄种植的传统理论与观念,实现了小麦栽培理论的全方位归真。

(2)研究形成小麦机械化无垄栽培新技术,彻底改变了小麦主产区沿袭几千年的行垄种植方式,将小麦的“一维行距”变为“二维株距”,全方位提高了小麦农田资源的利用率,经过多年大范围的生产性试验与示范,确立了小麦不同区域

群体最佳与个体最优的技术指标,使小麦在相当大程度上打破了亩穗数与单穗重之间的高度负相关性,从而大幅度提高亩穗数,以提高单产<sup>[9]</sup>。

(3)研制发明了集筑埂或开沟、撒肥撒种、旋耕、镇压等全部耕种程序多功能联合的小麦无垄联合耕播机,开发了全国不同生态类型区最适用的无垄联合耕种系列机型。小麦无垄联合耕播机在整机设计上将旋耕装置、排种排肥装置、镇压装置一体化设计,在旋耕机上实现撒肥撒种机械化和无垄耕种一体化,为国际首创;在部件设计上,加密复合耕刀及其刀轴装置的创新设计将普通旋耕机原初设计的二次作业变为一次作业;镇压压力可调、复合镇压装置设计,可根据墒情与土质调节镇压强度来达到最佳的播种、出苗效果;犁镜式筑埂装置设计,实现秸秆还田情况下铁茬作业;犁尖前置装置设计保证了秸秆还田情况下作业顺畅与全幅种苗均匀<sup>[10]</sup>。在系列机型设计上,以耙播器、筛播器的发明为特征,研发出小麦联合耙播机、麦稻草蔬作物联合筛播机等适于不同区域的联合匀播新机型,实现了全国不同生态类型区无垄耕种联合作业技术的全覆盖。

## 3 技术引领与学术意义

此项研究引领了农机产品研发和农艺研究的新方向。自第一台小麦联合耙播机问世以来,由于其示范应用效果突出,在相关生产、科研领域和农业、农机管理部门引起了较大反响,农机制造商纷纷围绕匀播种匀施肥联合耕种的农艺目标仿造产品;小麦无垄栽培理论的创立与机械化无垄栽培技术的发明对小麦农艺研究也具有广泛的引领作用,多家农业研究单位相继开展小麦匀播技术研究。小麦无垄栽培理论彻底颠覆了传统行垄种植的理论观念,从根本上改变了几千年沿袭的种植方式,对于丰富和发展小麦栽培理论与农艺技术具有重要而深远的指导意义。

此项研究确立了农机农艺融合创新的典范,科学诠释了农机农艺融合创新的内涵与外延:以农业理论的创新,指导形成农艺技术上的革命,进而指导农机产品的研发与应用,最终实现农机为农艺服务,满足符合农学原理与规律的科学农艺需要<sup>[11]</sup>。此项研究打破了3个固有格局:农艺、农机各自为战的格局、农机研发一直落后于生产实践需求的格局、农艺被动适应农机技术的格局。

此项研究的另一重要意义在于方法论上的创新与应用。尤其在农艺理论创新方面,通过系统辨识与解析前人研究成果,系统总结了小麦生物学特性的已有成果,并结合生产性试验系统解析原理与机制,运用科学的推理方法,建立了小麦无垄栽培理论雏形,指导形成无垄栽培新技术,进而指导完成小麦均匀耕种机械的发明,并在生产实践检验过程中使得理论日益完善,技术更加成熟,产品不断进步。在科技创新的方法论上打破了自然科学研究“试验—总结”的线性模式,将社会科学研究方法融入自然科学的研究创新模式中,形成了“总结辨识—解析推理—试验验证—总结升华”的“螺旋模式”,把哲学作为统领科技创新的金钥匙<sup>[12]</sup>。正是通过这种科技创新的“螺旋模式”,才形成了此项研究的农学

理论、农艺技术、农机产品三大革命集成的创新成果。

#### 4 技术难度与攻坚过程

首先,此项研究的技术难度体现在农学理论、农艺技术、农机产品三大革命的集成创新上。农学理论颠覆传统,不仅需要建立科学完整的新的理论体系,而且必须经过充分的实践验证。农艺技术彻底改变了沿袭几千年的种植方式,不仅形成一套经得起生产实践检验的新技术,而且这种革命性的新技术要有比传统理论更先进、更科学的理论支持。一是农机产品创新革命直接依靠农学理论、农艺技术形成的技术革命指导完成,农机产品先于生产实践,作为新农艺技术的载体,实现新的革命性生产实践;二是新型农机产品需要集成一系列农机技术上的重大创新,包括加密复合耕刀装置、镇压力可调复合镇压装置、犁镜式开沟筑埂装置、犁尖前置设计以及耙播器、筛播器、环式镇压器等;三是要根据不同生态类型区的气候、土质类型研制出最适宜的机型(包括无垄联合耕播机、联合匀播机、联合耙播机、联合筛播机),以实现新技术的全覆盖<sup>[13]</sup>。三大革命既独成体系又有机集成。

其次,在方法论上的难度不仅是农艺理论突破创新的哲学思维与社会科学的创新方式所体现的难度以及三大革命集成创新的“螺旋模式”,而且农艺研究不仅仅是试验田的数据分析,而是多年、多地的生产实践检验验证,农机产品研制也并非简单的车间试验过程,而是针对全国不同生态类型区对应研究开发的过程。

此项研究集20多年的农学理论研究积淀,10多年的农艺技术检验完善,8年的农机研发与示范。由于颠覆了传统理论,研究立项过程艰难,即使在2007年衡水市科学技术局组织专家对小麦机械化无垄栽培技术测产为增产效果显著后,仍被个别专家讥笑为离经叛道的“瞎胡闹”。在衡水市科学技术局、河北省科技厅的支持下,小麦无垄联合耕播机经过3次申请,于2012年终获国家农业科技成果转化资金支持。

#### 5 推广效益与应用前景

多年的试验示范结果表明,小麦机械化无垄栽培均匀种植技术全方位效能突出。首先,近年来的实收测产结果表明,小麦机械化无垄栽培均匀种植比传统行垄种植增产801.0~1 897.2 kg/hm<sup>2</sup>,增产率9.15%~29.21%;平均增产1 324.2 kg/hm<sup>2</sup>,增产率达到19.43%。按照累计推广面积4 066.67 hm<sup>2</sup>,增产1 324.2 kg/hm<sup>2</sup>计算,共增产小麦6.1万t。小麦价格按照2.1元/kg计,可实现增收12 810.31万元<sup>[14]</sup>。其次是节能。实行耕种联合作业,消灭了单纯播种程序,比传统常规作业可减少粉碎秸秆、施肥、旋耕、播种、镇压各1次,拖拉机减少进地5次,节约农机作业成本712.5元/hm<sup>2</sup>(扣除多用种子费用外),在推广的4 066.67 hm<sup>2</sup>耕地面积中共节约成本3 282.25万元。第三是节水。一方面,小麦苗期提早封垄有效减少了土壤表面蒸发;另一方面,玉米生长前

期的麦茬麦秸的均匀覆盖节水,节水率达到24.2%。第四是减轻环境污染。小麦无垄联合耕播均匀种植的抑制杂草效果突出,可减少除草剂应用,不仅节约成本而且减少农药残留污染<sup>[15]</sup>;同时,提高了肥料利用率,减少了高氮施入形成亚硝酸盐对地下水的污染;此外,节约了能源,减少了燃油废气污染。

该技术提高了机械化作业程度,耕种作业实现了机械化。农机产品已通过省级农艺产品推广鉴定,并列入国家推广目录,产生了显著的社会、经济、生态效益<sup>[16]</sup>。

#### 6 结语

此项研究在宏观理论与农艺方式上对传统技术进行了颠覆,所以在微观研究方面带来了广泛的研究领域,根、茎、叶生长发育问题、光合作用问题、抗逆性问题、增产途径问题及其对下茬作物的影响等都有待进一步的田间与室内试验研究,以丰富和发展小麦耕作栽培理论与技术,形成更完善的小麦无垄栽培理论技术体系。

小麦机械化无垄栽培能一次完成播种、施肥、覆土、镇压等多项作业,可减轻劳动强度,降低生产成本,又能达到苗齐、苗壮、苗匀,提高播种质量和农业生产效率,节约种子,增强土壤保墒能力,实现增产增收,对于国家粮食安全、农民增收意义重大,尤其适应土地流转规模化集约经营的发展趋势,政府应大力推广应用。

#### 参考文献

- [1] 郝德有, 庞昭进, 王秀果, 等. 小麦无垄栽培均匀种植方式研究[J]. 西南农业学报, 2017, 30(S1): 17-22.
- [2] 小麦无垄栽培机械撒播新技术受到中央领导和农业部的高度关注[J]. 现代农村科技, 2010(2): 63.
- [3] 赵广才, 郝德有, 常旭虹, 等. 小麦立体匀播技术[J]. 农业科技通讯, 2015(7): 184-186.
- [4] 赵其斌. 小麦机械化无垄栽培均匀种植技术[J]. 农机科技推广, 2015(9): 44, 46.
- [5] 李文平. 衡水市举办小麦无垄匀播技术观摩会[J]. 河北农机, 2016(9): 12.
- [6] 郝德有, 郝志青. 小麦机械化匀播无垄栽培理论与技术[J]. 北京农业, 2014(21): 15-17.
- [7] 郝德有, 贾银锁, 郝志青. 小麦机械化“无垄栽培”均匀种植技术研究及应用[C]//中国作物学会栽培专业委员会小麦学组. 第十五次中国小麦栽培科学学术研讨会论文集. 北京: 中国作物学会, 2012: 1.
- [8] 郝德有, 郝志青. 小麦机械化无垄栽培理论与技术[C]//中国作物学会. 作物多熟种植与国家粮油安全高峰论坛论文集. 北京: 中国作物学会, 2015: 4.
- [9] 吴军锋. 衡水市举办农机深松暨玉米联合收获培训[J]. 农机科技推广, 2015(10): 27.
- [10] 李文平, 李志轩, 李刚. 小麦无垄联合耕播机在衡水市的推广应用前景[J]. 河北农机, 2015(7): 22.
- [11] 刘萌松, 刘胜海. 小麦无垄栽培技术增产效益分析[J]. 中国农业信息, 2013(19): 54.
- [12] 刘雪珂, 刘校丽, 王顺领. 小麦无垄栽培均匀种植技术[J]. 河南农业, 2013(11): 38-39.
- [13] 刘松华, 付桂明. 小麦机械化无垄栽培技术浅析[J]. 现代农村科技, 2012(1): 13.
- [14] 推广农机技术 服务三夏生产[J]. 河北农机, 2015(7): 16.
- [15] 小麦机械化匀播在河南河北两省三地示范区测产再传佳音[J]. 现代农村科技, 2012(12): 80.
- [16] 崔晓宁. 来自小麦机械化无垄栽培模式的特大惊喜[J]. 现代农村科技, 2011(14): 80.