

农业机械化促进农民增收的作用机制与路径:基于农业生产环节的可分性

陈涛¹,杨佳怡¹,陈池波²

(1.长江大学经济与管理学院,湖北荆州434023;
2.中南财经政法大学工商管理学院,湖北武汉430073)



摘要 厘清农业机械化在不同生产环节对农民收入的作用机理、路径及效应,对于促进农机装备结构优化、农民增收具有重要意义。基于农业踏车理论、中介效应理论,选取中国25个农业大省2008—2019年的面板数据,构建动态面板模型与中介效应模型,探究农产品价格、劳动力转移、农业经营规模、粮食生产效率在农业机械化影响农民收入过程中的中介作用。研究表明:农业机械化发展在促进农民增收的同时,对缩小城乡收入差距具有显著作用;农业机械化主要通过劳动力转移、农产品价格的中介路径影响农民收入。其中,生产环节农机通过阻碍劳动力转移使得农民农业收入减少;加工环节农机通过促进劳动力转移使得农民农业收入提升,通过提升农产品价格使农民农业收入增加。提出调整农机装备结构,加大生产环节农机补贴力度、加强加工环节农机技术推广是有效推进农业高质量发展的路径。

关键词 农业机械化; 农民收入; 中介效应; 影响机理

中图分类号:F224 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2022)04-0129-12

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwxkb.2022.04.011

改革开放以来,我国农业现代化迅速发展,农民收入水平得到显著提升。推进农业现代化的快速发展关键在于农机装备水平的提升,近年来,农业发达地区农机装备已趋于饱和,农业机械化对农民收入的增长效应逐渐减弱,农业收入对农民收入水平的贡献率处于低位,如何解决农业机械化发展不平衡不充分问题至关重要。为应对农机作业基础设施建设滞后、农业机械化有效供给不足等问题,2018年《关于加快推进农业机械化和农机装备产业转型升级的指导意见》提出“推进主要农作物生产全程机械化”,大力推进农业产前产中产后全程机械化,但由于我国农业基础设施水平较低,政策扶持倾向于生产环节,而对于农产品深加工环节缺乏关注。2021年中央一号文件明确将“促进农业高质高效”作为全面建设社会主义现代化国家的重要支撑,如何推进农业高质量发展、促进农民增收,关键在于充分发挥农业机械化在促进农民增收过程中的综合效应,探究农业机械化对农民收入的增长效应及其中介路径对于促进农业高质高效具有重要意义。

关于农民收入的影响因素的研究比较丰富,已有文献在促进农民增收的因素研究中基本达成共识,将农村公共基础作为影响农民收入的根本原因^[1];农业财政支持作为政府层面的影响因素,随着财政支农政策的不断优化,其对农民长期增收的效用逐渐显现^[2];土地流转作为农业规模经营的基础,主要通过提高农业经营效率与促进农村劳动力非农就业两条路径影响农民增收^[3]。农业产业化发展作为农村“产业兴旺”的关键,是农民长效增收的重要路径^[4];农村组织化作为农业产业化发展的重要影响因素,间接地对农民增收起到促进作用^[5]。而农村劳动力随着城镇化的发展而迁移,是促

收稿日期:2022-01-20

基金项目:国家社会科学基金重点项目“新常态下农业支持政策执行情况评估与执行机制优化研究”(15AJY014);长江大学社会科学基金项目“乡村振兴背景下农机售后服务体系建设高质量发展研究”(2021csy01)。

进农民工工资性收入增长的重要因素,同时也是农村与城镇收入水平差距越来越大的主要因素^[6];农村人口的教育、健康、技能水平及其家庭禀赋同样也是促进农民增收的重要因素^[7-8];农业生产性服务作为促进农民兼业与节约农业成本的重要措施,其主要提升了农业经营性收入,同时也存在门槛效应限制了其推广^[9-10]。而在农民增收的抑制因素分析方面由于选取的时间长度、抽样地区与计量方法等方面的差异,得出的结论并不一致。其中农业技术进步对农民收入的影响因为土地经营规模与劳动生产率等因素而导致增收效果不显著^[11];随着城镇化的发展,农民收入的增长更有效率,但由于存在门槛效应而导致较低城镇化水平的省份农民增收效果不显著^[12-13]。

学界对农业机械化影响农民收入的机理亦有涉及,李谷成等在分析农民收入影响因素的多元回归模型中讨论了农业机械化对农民收入的直接影响^[14];有学者实证检验了农业机械化对农民收入的单向或双向因果关系^[15-16];也有学者基于农业技术进步、农机服务等视角测度农业机械化对农民增收的贡献率^[10-17]。而对农业机械化影响农民收入的中介路径的研究较为缺乏。农业机械化发展可分别通过提高粮食生产效率^[18-19]、促进劳动力非农就业^[20-21]以提升农民农业收入与非农收入,即通过缩小劳动力禀赋差异和技术禀赋差异,缓解农村经济相对贫困^[22]。也有学者从农产品加工^[23]、农产品价格^[24]等视角分析了农业机械化对农民增收的影响,实证检验农产品品质在农业技术进步促进农民收入过程中存在的中介效应^[25]。粮食生产效率的提升在一定范围内的确能够有效促进农民增收,但农业机械化通过劳动力转移促进农民增收的效果并不明显^[26-27],这与我国土地细碎化严重密切相关。农业劳动力转移促使土地流转^[28-29]、人均耕地面积扩大^[30],农户可获得农业生产的规模报酬,但由于农机作业效率不高^[31],农机通过扩大农业经营规模提升农民收入效果并不理想。而基于理性人假设,劳动力转移的条件为工资性收入大于农业经营性收入^[14],劳动力转移在农机服务影响技术效率过程中发挥中介效应^[21],农业机械化促使劳动力转移必定增加农民收入。由于农业机械化可直接作用于劳动力转移与农业经营规模,且二者互为因果关系,单一地分析劳动力转移在农业机械化影响农民收入过程中的中介效应存在局限性。

目前学界对农业机械化促进农民增收作用路径的分析主要基于单一因素的中介作用,缺少对农业机械化在不同环节影响农民不同性质收入路径的系统分析。本文选取农产品价格、劳动力转移、农业经营规模与粮食生产效率这4个中介因素,实证检验其在农业机械化影响农民收入过程中的中介效应,探究农业机械化在生产环节、加工环节对农民农业收入与非农收入影响机理的差异。

一、理论分析与研究假说

在已有研究的基础上,本文对农业机械化促进农民增收的影响机理及其理论框架进行梳理,并考虑了农业机械化不同环节对农民不同性质收入影响的差异,从农民农业收入与非农收入两个视角分别探讨不同生产环节中农业机械的作用。

1. 农业机械化对农民收入的影响路径

农业机械化作为农业现代化的主要措施,对提高农业资源利用效率^[32],缩小城乡收入差距^[33]与农民内部收入差距^[34]均具有积极作用。农业机械化对农民收入的影响路径一直是一个值得深入探究的问题,本文基于中介路径视角,将农业机械化影响农民收入的路径划分为四类。

(1)农业机械化通过农产品增值促使农民收入增长。该路径主要表现为在加工环节农机对农产品进行深加工,提升农产品附加值,进而使得农民获得更高的收入。但由于大型农业加工机械的购买与维修费用较高,主要集中在农业企业中,农产品的附加值由农民与农业企业共享,而单个农户缺乏与农业企业公平交易的机会,在农产品增值的收益分成过程中往往处于劣势地位,农业机械化通过农产品增值对农民收入的增长效应不佳。

(2)农业机械化通过劳动力转移促使农民收入增长。一方面,农业机械化对传统劳动力产生替代效应,农业剩余劳动力外出获取工资性收入,部分农业劳动力外出时将农村土地以较低的价格租赁给农业大户,由此获取财产性收入。另一方面,农业大户以较低的成本从外出农业劳动力手中获

取大量土地,农业经营规模迅速扩大,农户获得农业生产的规模效益,并大量购进农业机械替代农业劳动力,进一步挤出了部分农业劳动力,形成“农业机械化—农业劳动力外流—农业机械化扩大—农业劳动力持续外流”的循环。总体而言,通过劳动力转移路径,外出的部分农业劳动力与留守的农业劳动力收入水平均得到提升。

(3)农业机械化通过农业经营规模促使农民收入增长。农业机械化对农业生产规模的影响体现在两方面:一方面,农业大户拥有农业资金优势而率先购置农机,产生扩大农业经营规模的需求,较早一部分农业劳动力跟随“外出务工热潮”,农业大户以较低的租赁成本从小农户手中获得闲置土地达到规模经营,农业经营性收入提高。另一方面,小农户将土地等农业生产资料租赁给农业大户后,外出务工获取工资性收入。由于土地是稀缺的,能进行农业生产经营的土地总量是不变的,农民收入的增长主要来源是部分农民外出务工所得的工资性收入。农业生产规模在农业机械化影响农民收入的过程中,主要通过将细碎化的土地进行整合,提高了农业生产效率。

(4)农业机械化通过农业生产效率促使农民收入增长。较传统农业而言,农业机械化在农业生产过程中具有更高的效率,有效地推进了农业生产标准化,且高效的农业生产作业大大地降低了因自然灾害造成的损失,农产品产量、品质均得到保障。农产品供给增加对于农民收入并非是长期有益的,多数农产品为社会生产生活的必需品,其需求价格弹性十分小,需求总量基本不变,农产品供给增加并不能有效提升农民收入。我国对主要粮食作物的生产采用了支持价格政策,因而对于粮食作物而言,农业生产效率提升始终能促进农民收入增长。农业生产效率在农业机械化影响农民收入过程中的影响不可忽略。

2. 农业机械化不同环节对农业收入的作用路径

借用黄祖辉等构建的C-D生产函数分析农业机械化对农业收入的影响机理^[35],C-D生产函数为: $Q = Ae^{bt}K^\alpha L^\beta$,其中 Q 为农产品产量, Ae^{bt} 代表技术进步因子, K 、 L 分别表示物质资本与劳动力投入。农业技术可按劳动节约型技术与资源节约型技术进行划分,在农业生产中,分别集中以农业机械技术与生物化学技术两种形式体现。将技术进步因子 Ae^{bt} 乘以权重 W ,得到仅含劳动节约型技术进步的农业生产函数 $Q_1 = WAe^{bt}K^\alpha L^\beta$,推导得出:

$$\frac{dQ}{Q} = \alpha \frac{dK}{K} + \beta \frac{dL}{L} + \gamma \quad (1)$$

$$\frac{dP}{P} = \frac{1}{\epsilon_d - \epsilon_s} \gamma \quad (2)$$

其中, Q 表示农产品产量, K 、 L 分别表示物质资本与劳动力投入, α 、 β 分别表示资本和劳动的产出弹性, ϵ_d 、 ϵ_s 分别为农产品的需求弹性和供给弹性, γ 为农业机械技术进步。农民收入一部分由农产品收益($Y = PQ$)决定,对其微分得到式(3),并代入式(1)、(2)得到式(4)。

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dP}{P} + \frac{dQ}{Q} \quad (3)$$

$$\frac{dY}{Y} = \alpha \frac{dK}{K} + \beta \frac{dL}{L} + \left(1 + \frac{1}{\epsilon_d - \epsilon_s}\right) \gamma \quad (4)$$

式(4)中反映出农产品收益不仅取决于资本与劳动产出弹性,还取决于农产品的需求价格弹性与供给弹性。一方面,农业机械化通过提升农业生产效率,即通过规模经济与技术经济两种方式提升农产品产量,农产品供给增多,供给曲线下移,农产品均衡价格下降,农产品收益变化有待进一步论证。图1反映了农业机械化对农业带来的收益如何被农产品价格降低所抵消(图1中 S_1 表示农产品初始供给曲线)。另一方面,农业机械化通过标准化生产与加工环节提升农产品品质,农产品需求弹性可能因此变大,从而提高农产品收益。

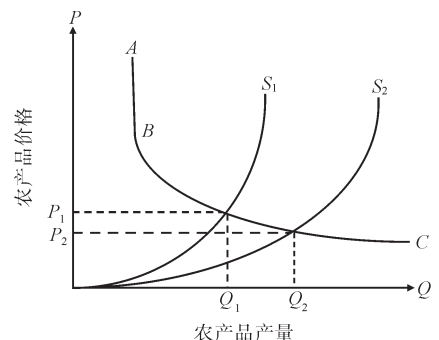


图1 农业机械化对农产品收益的影响

将农业机械按生产环节与加工环节划分,生产类农机通过提升农业生产效率,提高农产品产量,进而提升农业收入。一方面,农业机械化的发展促进土地流转,规模化经营使农业大户获取规模经济;另一方面,农业机械化本身属于农业技术进步,其发展将为农业生产带来技术经济。生产类农机通过标准化生产方式提升农产品品质,加工类农机通过农产品深加工提升其附加值,二者均使得农产品价值提升,但由于农产品市场的调节作用,农民的收益情况需要进一步论证。

3. 农业机械化不同环节对非农收入的作用路径

农业机械化对农业劳动力的替代效应,一定程度上释放了农村剩余劳动力^[10],促进农村劳动力非农就业。其中,一部分农村劳动力向城镇非农行业转移获取工资性收入,同时,将土地出租给农业大户获取财产性收入。而事实上,随着“农民工外出打工热潮”的褪去,加之农村养老问题、子女教育问题的牵绊,农民逐渐向兼业化转型,即居住在农村获取农业经营性收入的同时,向乡镇企业、农业大户出售劳动力获取工资性收入。农业机械化主要通过生产类农机对农业劳动力进行替代,从而挤出剩余农业劳动力;而加工类农机能够通过创造就业、激活农村产业等方式吸引农村劳动力回流,两者共同作用下对农民收入的影响有待实证检验。

基于上述分析,提出如下假设:

H₁: 农业机械化能够分别通过农业经营规模扩大与生产效率提升间接促进农民增收;

H₂: 农业机械化能够通过提升农产品价值促进农民增收;

H₃: 农业机械化能够通过农业劳动力转移促进农民增收;

H₄: 农业机械化在不同生产环节对农民收入的影响路径存在差异。

二、模型设定与指标、数据处理

1. 模型设定

(1) 农业机械化及各中介变量对农民收入的影响。为检验农机总动力、农产品价格、劳动力转移、农业经营规模、农业生产效率对农民收入的影响机理,构建动态面板模型如下:

$$income_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 income_{i,t-1} + \alpha_2 income_{i,t-2} + \alpha_3 price_{i,t} + \alpha_4 hollow_{i,t} + \alpha_5 sow_{i,t} + \alpha_6 output_{i,t} + \alpha_7 inves_{i,t} + \alpha_8 finance_{i,t} + \alpha_9 traffic_{i,t} + \alpha_{10} educa_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (5)$$

式(5)中*i,t*表示不同省份与不同年份, $\mu_{i,t}$ 为随机扰动项^[14]。*income*表示农民收入水平;*mecha*为农机总动力。*price*、*hollow*、*sow*、*output*分别表示中介变量农产品价格、劳动力转移、农民经营规模、粮食单产^[18-24]; *inves*、*finance*、*traffic*、*educa*分别表示控制变量农业投资、农业财政支持、区域交通水平、教育支持力度。另外,将式(5)中被解释变量替换为城乡收入差距(*dispa*),测度农业机械化及各中介变量对城乡收入差距的影响。为解决模型内生性问题,在各模型中引入被解释变量的滞后项。

(2) 中介效应检验。为分析农业机械化影响农民收入的中介路径,分别检验农产品价格、农村人口转移、农民经营规模、粮食单产在农业机械化对农民收入影响过程中的中介效应。构建中介效应模型如下:

$$Y_{i,t} = \lambda_1 + cX_{i,t} + \rho_1 inves_{i,t} + \rho_2 finance_{i,t} + \rho_3 traffic_{i,t} + \rho_4 educa_{i,t} + \rho_5 Y_{i,t-1} + \rho_6 Y_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \quad (6)$$

$$M_{i,t} = \lambda_2 + aX_{i,t} + \rho_7 inves_{i,t} + \rho_8 finance_{i,t} + \rho_9 traffic_{i,t} + \rho_{10} educa_{i,t} + \rho_{11} M_{i,t-1} + \rho_{12} Y_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \quad (7)$$

$$Y_{i,t} = \lambda_3 + bM_{i,t} + c'X_{i,t} + \rho_{13} inves_{i,t} + \rho_{14} finance_{i,t} + \rho_{15} traffic_{i,t} + \rho_{16} educa_{i,t} + \rho_{17} Y_{i,t-1} + \rho_{18} Y_{i,t-2} + \epsilon_{i,t} \quad (8)$$

式(6)~(8)中,*Y*为因变量,*M*为中介变量,*X*为自变量, λ 为常数项, ϵ 为随机扰动项。*inves*、*finance*、*traffic*、*educa*分别表示控制变量农业投资、农业财政支持、区域交通水平、教育支持力度。为解决模型内生性问题,在各模型中引入被解释变量的滞后项。*c*为*X*对*Y*的总效应,*ab*是经过中介变量*M*的中介效应,*c'*是*X*对*Y*的直接效应,总效应、直接效应、中介效应之间有如下关系:

$$c = c' + ab \quad (9)$$

中介效应 ab 与 $c - c'$ 等价,参照 Judd 等定义的中介过程进行检验^[36],当 a 、 b 、 c 均显著时存在中介效应,另外,当 c' 不显著,则为完全中介效应。

2. 数据说明与指标处理

本文基于粮食生产能力,对实证分析样本进行优化,选取中国 25 个省(包括粮食主产区 13 个省份)2008—2019 年的面板数据进行实证检验。其中,农民收入水平、农机总动力、农业投资总额、农林水事务经费、公路里程、教育经费的数据来自《中国统计年鉴》;农产品价格指数、农业收入、粮食作物播种面积、粮食产量的数据来自《中国农村统计年鉴》。其余指标数据来自各省历年统计年鉴,部分指标在 2019 年存在缺失值,采用移动平均法插值。变量定义及描述性分析结果如表 1。由于采用 GMM 模型,将被解释变量进行了滞后处理,样本量以回归结果中观测值为准,不影响估计结果的可靠性。

表 1 变量定义与指标处理

N=300

变量类型	变量	符号	指标处理	平均值	标准误
因变量					
	城乡收入差距	<i>dispa</i>	城乡居民家庭人均可支配收入之差/元,取对数	9.416	0.258
	农民收入水平	<i>income</i>	农村居民家庭人均可支配收入/元,取对数	8.856	0.420
	非农收入	<i>wages</i>	(农村居民家庭人均纯收入—家庭经营纯收入)/元,取对数	7.860	0.581
	农业收入	<i>agric</i>	家庭经营纯收入/元,取对数	8.027	0.347
中介变量					
	农产品价格	<i>price</i>	农产品价格指数(2008为基期),取对数	0.394	0.461
	劳动力转移	<i>hollow</i>	1—农业从业人员/乡村从业人员	6.338	3.364
	农民经营规模	<i>sow</i>	(农作物总播种面积/农业从业人员)/(千公顷/万人),取对数	4.841	0.145
	粮食单产	<i>output</i>	(粮食产量/粮食播种面积)/(万吨/千公顷),取对数	5.364	1.113
自变量					
	农机总动力	<i>mecha</i>	农业机械总动力/万千瓦,取对数	7.241	0.857
	生产农机动力	<i>produ</i>	大中型拖拉机/万千瓦,取对数	8.473	0.820
	加工农机动力	<i>machi</i>	农产品加工动力机械/万千瓦,取对数	5.676	1.381
控制变量					
	农业投资	<i>inves</i>	农业投资总额/亿元,取对数	8.526	0.197
	农业财政支持	<i>finance</i>	农林水事务经费/亿元,取对数	5.616	0.768
	区域交通水平	<i>traffic</i>	公路里程/万千米,取对数	11.84	0.597
	教育支持力度	<i>educa</i>	教育经费/亿元,取对数	15.84	0.787

三、实证结果与分析

将农民收入按收入来源性质细分为农业收入、非农收入两个指标,并考虑到农机在不同生产环节差异,将其细分为生产类农机、加工类农机。以期更精确地描述各中介变量在农业机械化影响农民收入过程中的中介路径。考虑到各模型中均引入了被解释变量的滞后项,采用广义矩估计法(GMM)对动态面板模型进行估计,此处仅汇报更稳健的系统 GMM 估计结果。

1. 农业机械化对农民收入与城乡收入差距的影响

将农机总动力及各中介变量作为解释变量,用以测度多个中介变量共同作用于农民收入时,农业机械化及各中介变量分别对农民收入的综合影响,另外讨论了各因素对城乡收入差距的影响。考虑到各个解释变量对农民收入的影响可能存在多期滞后,模型中引入被解释变量两期滞后项,估计结果如表 2。回归(1)~(4)均为系统 GMM 估计结果,回归(1)、(4)的 Sargan 检验、AR(2)检验 P 值均大于 0.1,拒绝原假设“工具变量无效”与“扰动项存在自相关”。

回归(1)估计了农机总动力与各个中介变量对农民收入水平的综合影响。结果表明,农产品价

表2 农业机械化及各中介变量对农民收入的综合影响

变量	(1)农民收入水平	(2)农民收入水平	(3)城乡收入差距	(4)城乡收入差距
劳动力转移	-0.001***(-3.64)	-0.002***(-4.84)	-0.001(-0.83)	-0.001(-1.09)
农民经营规模	0.004(1.62)	0.004(1.60)	-0.004***(-3.90)	-0.003***(-3.06)
农产品价格	0.065*** (4.39)	0.061*** (4.75)	-0.023*(-1.76)	0.005(0.38)
粮食单产	0.002(0.18)	0.002(0.22)	-0.052*(-2.11)	-0.032*(-1.66)
农机总动力	0.043** (2.46)	0.024(1.26)	-0.059***(-5.95)	-0.050***(-4.76)
农村投资	0.070*** (2.60)	0.019(1.11)	0.033(0.90)	0.073(1.31)
农业财政支持	0.012(1.15)	0.025** (2.02)	-0.070***(-6.59)	-0.067***(-7.45)
区域交通水平	-0.010(-0.46)	-0.042(-1.05)	0.152*** (5.75)	0.123*** (3.70)
教育支持力度	0.075*** (3.92)	0.075*** (3.30)	0.258*** (20.27)	0.267*** (23.86)
L. 农民收入水平	0.800*** (48.51)	0.694*** (22.58)		
L2. 农民收入水平		0.122*** (6.66)		
L. 城乡收入差距			0.506*** (20.43)	0.578*** (16.97)
L2. 城乡收入差距				-0.088*** (-3.29)
_cons	-0.552** (-2.08)	0.220(0.59)	-0.258(-0.69)	-0.569(-1.05)
AR(2)检验P值	0.1723	0.0542	0.0034	0.2701
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
N	270	245	270	245

注:括号内为Z检验值,*、**和***分别表示在10%、5%、1%的置信水平上显著,后表同。

格、农机总动力、农业投资以及教育支持力度均对农民收入水平具有显著正向影响;而农业劳动力转移对农民收入产生了负向影响,这与农民外出的就业率不高和工资水平普遍较低密切相关。回归(4)估计了农机总动力与各个中介变量对城乡收入差距的中和影响,结果表明,农机总动力、农民经营规模、粮食单产、农业财政支持均对缩小城乡收入差距具有积极作用;而区域交通水平、教育支持力度在一定程度上进一步扩大了城乡差距,流通成本降低与人力资本滞留加速了城市工业的资本积累,从而产生这种结果。综合回归(1)、(4)的估计结果,仅有农机总动力在促进农民增收的同时,对缩小城乡收入差距具有显著作用;另外,农民经营规模、农业财政支持以及粮食单产对农民收入未产生显著影响,但有利于缩小城乡收入差距,需要进一步完善农业土地流转机制,加强农业财政扶持与政策支持,加强农业科技成果转化与农业技术培训。教育支持力度尽管在一定程度上对农民收入增长具有正向作用,但同时也导致城乡收入差距进一步扩大,因而在教育支持方面应更加重视农村地区,并完善高素质人才返乡就业的利益机制。区域交通水平对农民收入增长无显著正向影响,且进一步扩大了城乡收入差距,但不能否定其对区域经济发展的重要性。

2. 农业机械化对农民收入的中介效应

分别检验农产品价格、农村人口转移、农民经营规模、粮食单产在不同环节农机影响农民收入过程中的中介作用。中介效应分析由三部分构成,对应中介效应的检验流程。

(1)不同环节农机对农民收入的直接影响。不同环节农机对农民不同性质收入的影响存在差异,分别估计生产环节农机、加工环节农机对农民农业收入与非农收入的直接影响,见表3。为避免遗漏变量偏差与内生性问题,回归(5)~(8)首先将被解释变量滞后一期,其中生产环节农机对农业收入、加工环节农机对非农收入的影响并不显著,考虑到可能存在多期滞后,回归(9)、(10)将被解释变量滞后两期。回归(6)、(9)估计结果表明,生产环节农机对农民农业收入与非农收入均产生显著负向影响。一方面,大中型农业机械价格较高,农户往往通过贷款购置农机,在未来较长一段时间内需要偿还贷款,投资回收期较长;另一方面,大中型农业机械的维修成本较高,燃油消耗大,综合成本较高。回归(7)、(8)和(10)估计结果表明,加工环节农机对农民农业收入具有显著正向影响,而对农民非农收入无显著影响。这是因为农产品往往难以储存,加工环节农机提高了农产品初加工效率,减少农产品在初加工环节的损耗;其次加工环节农机对农产品的加工,可以提升农产品附加值,使农户收益增加。

综上,在劳动力转移、农民经营规模、农产品价格、粮食单产的共同影响下,农业机械化对农民收

表3 不同环节农机对农民农业收入与非农收入的直接影响

变量	(5)农业收入	(6)非农收入	(7)农业收入	(8)非农收入	(9)农业收入	(10)非农收入
生产农机动力	-0.000(-0.02)	-0.084***(-2.59)			-0.052**(-2.08)	
加工农机动力			0.033**(2.10)	0.030(1.20)		0.037(1.59)
农村投资	0.288***(6.75)	0.276***(3.83)	0.282***(7.10)	0.252***(4.10)	0.249***(8.14)	0.378***(3.42)
农业财政支持	0.012(1.09)	-0.016(-1.07)	0.012(1.11)	-0.027(-1.56)	0.015(0.95)	-0.026(-1.38)
区域交通水平	0.068*(1.71)	-0.337***(-4.84)	0.055*(1.74)	-0.335***(-10.97)	0.179***(-4.29)	-0.308***(-10.26)
教育支持力度	0.005(0.24)	0.429***(-12.47)	0.023(1.46)	0.372***(-10.74)	-0.036*(-1.67)	0.333***(-9.16)
L. 农业收入	0.832***(-29.78)		0.760***(-21.81)		0.780***(-15.46)	
L2. 农业收入					0.055**(2.11)	
L. 非农收入		0.498***(-12.05)		0.540***(-20.41)		0.527***(-21.74)
L2. 非农收入						0.021(1.23)
_cons	-1.995***(-5.06)	-0.380(-0.55)	-1.699***(-3.94)	-0.425(-0.66)	-1.934***(-6.42)	-1.286*(-1.67)
AR(2)检验P值	0.7870	0.1762	0.7590	0.1519	0.3082	0.2133
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
N	275	275	275	275	250	250

入水平的弹性为4.3%,对城乡收入差距的弹性为-5.0%。生产环节农机与加工环节农机对农民农业收入的弹性分别为-5.2%、3.3%;生产环节农机对农民非农收入的弹性为-8.8%。各中介变量在农业机械化影响农民收入过程中的中介效应有待进一步检验。

(2)不同环节农机对各中介变量的直接影响。为分析不同环节农机对中介变量的影响,采用系统GMM模型,将各中介变量作为被解释变量并滞后一期,以避免遗漏变量偏差与内生性问题。生产环节农机对各中介变量的直接影响如表4,回归(11)、(13)和(14)估计结果表明,生产环节农机对劳动力转移、农产品价格、粮食单产均具有显著负向影响。其一,大中型农机作业需要较高素质的农业从业人员,且在农业生产大省,农民通过规模化经营取得的收入处于较高水平,当农业劳动力外出就业形式不好或务工工资水平较低时,农业劳动力更倾向于继续留在农村;另一方面,随着乡村振兴战略的推进,政府加大对大中型农机的购置补贴,乡村产业快速发展,缩小了农业劳动力转移的趋势,因此,生产环节农机与劳动力转移呈负相关。其二,农业机械化的发展有利于农业增产,大中型农机作业方式较传统农业精耕细作的生产方式相对粗放,从而导致单位面积农产品产出下降,但由于农业生产效率更高,通过提高复种率或利用弃耕农田,农产品总产出提升;由于同质农产品供给增加,从而导致农产品均衡价格下降。回归(12)估计结果表明,生产环节农机对农民经营规模具有显著正向影响。在农户具备高效率生产条件的情况下,为获取农业生产规模经济而扩大农业经营规模。

表4 生产环节农机对各中介变量的直接影响

N=275

变量	(11)劳动力转移	(12)农民经营规模	(13)农产品价格	(14)粮食单产
生产农机动力	-0.164***(-4.73)	0.918***(4.94)	-0.064***(-4.51)	-0.125***(-4.91)
农村投资	0.213**(2.48)	0.508(1.17)	-0.150***(-3.58)	0.172***(6.03)
农业财政支持	0.046***(3.18)	-0.507***(-6.46)	0.098***(-9.87)	-0.058***(-11.75)
区域交通水平	-0.065**(-2.34)	-0.630*(-1.74)	-0.181***(-4.35)	0.118***(-3.50)
教育支持力度	0.028***(-3.89)	0.399***(-4.22)	0.147***(-12.36)	-0.106***(-13.02)
L. 劳动力转移	0.995***(-14.23)			
L. 农民经营规模		0.937***(-60.57)		
L. 农产品价格			0.490***(-20.91)	
L. 粮食单产				1.142***(-80.38)
_cons	-0.342(-0.50)	-7.653**(-2.06)	3.570***(-7.83)	-0.557**(-2.11)
AR(2)检验P值	0.3628	0.2848	0.5760	0.5659
Sargan 检验P值	1.0000	0.9989	1.0000	1.0000

加工环节农机对各中介变量的直接影响如表5,回归(15)、(17)估计结果表明,加工环节农机对劳动力转移、农产品价格具有显著正向影响。一方面,加工环节农机对农业劳动力产生替代效应,农业剩余劳动力向城市非农部门转移;另一方面,加工环节农机提升农产品质量,农产品经过初步加工处理,农产品价格上升。回归(16)估计结果表明,加工环节农机对农民经营规模具有显著负向影响。综上,不同环节农机对劳动力转移、农民经营规模、农产品价格的影响截然相反。

表5 加工环节农机对各中介变量的直接影响

N=275

变量	(15)劳动力转移	(16)农民经营规模	(17)农产品价格	(18)粮食单产
加工农机动力	0.091*** (4.47)	-0.485*** (-5.77)	0.019* (1.88)	-0.010 (-0.96)
农村投资	0.226*** (2.89)	0.790 (1.43)	-0.269*** (-4.58)	0.136*** (3.75)
农业财政支持	0.048*** (7.59)	-0.575*** (-13.47)	0.111*** (12.41)	-0.074*** (-15.54)
区域交通水平	-0.251*** (-12.20)	0.162 (0.89)	-0.262*** (-5.16)	0.077*** (7.76)
教育支持力度	-0.015 (-0.71)	0.522*** (5.40)	0.164*** (14.60)	-0.069*** (-5.47)
L. 劳动力转移	0.820*** (12.85)			
L. 农民经营规模		1.125*** (56.64)		
L. 农产品价格			0.487*** (22.69)	
L. 粮食单产				1.056*** (105.27)
_cons	0.577 (0.83)	-11.575** (-2.51)	4.570*** (5.78)	-0.791*** (-3.87)
AR(2)检验P值	0.4286	0.2913	0.5761	0.4744
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

(3)不同环节农机对农民收入的总效应。按照中介效应检验流程,若系数 a 、 b 、 c 均显著,且 ab 与 c' 同号,则中介效应为 ab/c 。生产环节农机对农民农业收入的中介效应检验结果如表6。

表6 生产环节农机对农民农业收入的间接影响

变量	(19)农业收入	(20)农业收入	(21)农业收入	(22)农业收入
劳动力转移	0.007*** (3.42)			
农民经营规模		0.005*** (5.89)		
农产品价格			0.081*** (3.17)	
粮食单产				-0.011 (-0.51)
生产农机动力	-0.064* (-1.89)	-0.070* (-1.78)	-0.049* (-1.80)	-0.059* (-1.71)
农村投资	0.236*** (7.63)	0.254*** (8.26)	0.270*** (6.51)	0.215*** (6.08)
农业财政支持	0.010 (0.57)	0.011 (0.56)	-0.002 (-0.09)	0.016 (0.95)
区域交通水平	0.177*** (4.27)	0.167*** (3.05)	0.165*** (4.11)	0.191*** (3.27)
教育支持力度	-0.037* (-1.69)	-0.017 (-0.65)	-0.055*** (-2.64)	-0.026 (-1.30)
L. 农业收入	0.799*** (13.16)	0.746*** (14.51)	0.763*** (14.83)	0.781*** (12.20)
L2. 农业收入	0.044 (0.98)	0.049* (1.69)	0.081** (2.54)	0.040 (0.82)
_cons	-1.707*** (-3.77)	-1.676** (-2.45)	-2.047*** (-6.60)	-1.724*** (-3.58)
AR(2)检验P值	0.4455	0.2785	0.2637	0.5086
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
N	250	245	250	250

回归(9)、(11)和(19)估计结果表明,劳动力转移在生产环节农机影响农业收入过程中存在中介效应,中介效应为2.21%。表示存在生产环节农机通过影响劳动力转移进而影响农民农业收入的中介路径,大中型农机装备增加促使农业劳动力减少外出务工,从事农业经营活动的劳动力数量增加,从而导致人均农业经营收入减少。回归(12)、(20)估计结果表明,农民经营规模在生产环节农机影响农业收入过程中存在遮掩效应。回归(9)、(13)和(21)估计结果表明,农产品价格在生产环节农机影响农业收入过程中存在中介效应,中介效应为9.97%,即存在生产环节农机通过影响农产品价格进而影响农民农业收入的中介路径。生产环节农机提高了农产品供给,使得农产品价格下降,且由于农产品的需求价格弹性较小,农产品价格下降会降低农产品收益,从而导致农民农业经营收入减少。

回归(9)、(14)和(22)估计结果表明,粮食单产在生产环节农机影响农民农业收入的过程中不存在中介效应。

生产环节农机对农民非农收入的中介效应检验结果如表7。回归(12)、(24)估计结果表明,农民经营规模在生产环节农机影响非农收入过程中存在遮掩效应。回归(6)、(13)和(25)估计结果表明,农产品价格在生产环节农机影响非农收入过程中存在中介效应,中介效应为6.55%,表示存在生产环节农机通过影响农产品价格进而影响农民非农收入的中介路径。由于农民非农收入由农民工工资性收入、财产性收入、转移性收入等构成,农产品价格对农民非农收入的影响机理有待进一步研究。回归(14)、(26)估计结果表明,粮食单产在生产环节农机影响非农收入过程中存在遮掩效应。

表7 生产环节农机对农民非农收入的中介效应

N=275

变量	(23)非农收入	(24)非农收入	(25)非农收入	(26)非农收入
劳动力转移	-0.001(-0.48)			
农民经营规模		0.029*** (3.40)		
农产品价格			0.086*** (3.33)	
粮食单产				-0.119*** (-4.80)
生产农机动力	-0.103*** (-4.20)	-0.234*** (-6.92)	-0.092*** (-2.83)	-0.067** (-2.16)
农村投资	0.226** (2.47)	0.107 (1.25)	0.244*** (2.60)	0.128 (1.55)
农业财政支持	-0.009 (-0.56)	0.050*** (2.62)	-0.022 (-1.11)	0.020 (0.96)
区域交通水平	-0.291*** (-5.51)	-0.207*** (-4.06)	-0.279*** (-5.42)	-0.140 (-1.52)
教育支持力度	0.433*** (12.29)	0.460*** (11.51)	0.389*** (10.83)	0.456*** (12.82)
L. 非农收入	0.486*** (12.34)	0.404*** (8.56)	0.502*** (11.04)	0.445*** (10.26)
_cons	-0.342 (-0.40)	0.501 (1.12)	-0.483 (-0.52)	-1.155 (-1.30)
AR(2)检验P值	0.1789	0.2076	0.1481	0.1976
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

由回归(8)、(10),加工环节农机对农民非农收入的直接效应不显著,故不进一步分析其中介路径。加工环节农机对农民农业收入的中介效应检验结果如表8。

表8 加工环节农机对农民农业收入的间接影响

N=275

变量	(27)农业收入	(28)农业收入	(29)农业收入	(30)农业收入
劳动力转移	0.006*** (3.81)			
农民经营规模		0.002** (2.13)		
农产品价格			0.122*** (3.86)	
粮食单产				-0.015* (-1.74)
加工农机动力	0.058*** (3.22)	0.034* (1.91)	0.015 (1.01)	0.035** (2.16)
农村投资	0.212*** (4.75)	0.251*** (5.34)	0.260*** (7.47)	0.275*** (6.39)
农业财政支持	0.011 (0.99)	0.011 (1.24)	-0.005 (-0.59)	0.011 (0.96)
区域交通水平	0.026 (0.58)	0.014 (0.41)	0.125** (2.26)	0.051 (1.00)
教育支持力度	0.024 (1.41)	0.053*** (3.09)	-0.012 (-0.63)	0.025 (1.34)
L. 农业收入	0.748*** (18.55)	0.716*** (17.51)	0.765*** (15.60)	0.752*** (20.85)
_cons	-0.829 (-1.54)	-1.110* (-1.76)	-2.233*** (-7.02)	-1.504*** (-3.16)
AR(2)检验P值	0.8713	0.7897	0.8420	0.7713
Sargan 检验P值	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

回归(7)、(15)和(27)估计结果表明,劳动力转移在加工环节农机影响农业收入过程中存在中介效应,中介效应为1.65%,表示存在加工环节农机通过影响劳动力转移进而影响农民农业收入的中介路径。加工环节农机替代了一部分农业劳动力,促使剩余农业劳动力向城市非农部门转移,使得农业从业人员数量减少,从而农民人均农业经营性收入得到提升,由于加工环节农机的发展处于起步阶段,故该路径的中介效应较小。回归(16)和(28)估计结果表明,农民经营规模在加工环节农机影响农业收入过程中存在遮掩效应。回归(7)、(17)和(29)估计结果表明,农产品价格在加工环节农机

影响农业收入过程中存在完全中介效应,表示存在加工环节农机通过影响农产品价格进而影响农民农业收入的中介路径。农产品初步加工使得农产品品质得以提升,从而在完全竞争市场能够获得更高的均衡价格,且由于农产品缺乏弹性,价格提升可以有效提高农民农业收入。

综上所述,农业机械化能够有效提升农民收入、缩小城乡差距。农业机械化影响农民收入的中介路径主要通过劳动力转移与农产品价格调整。具体而言,生产环节农机数量过度增长一定程度上减缓了劳动力转移的趋势从而使得农民农业收入减少,中介效应为2.21%;另一方面,生产环节农机降低农产品价格使农民农业经营性收入与非农收入均减少,中介效应分别为9.97%、6.55%。加工环节农机通过促进劳动力转移使得农民农业收入提升,中介效应为1.65%;通过提升农产品价格使农民农业收入增加,中介效应为100%。

四、结论与建议

1. 结论

本文基于农业踏车理论、生产函数理论等对农业机械化影响农民收入的机理、路径进行了梳理,实证检验了农业机械对农民收入的直接影响、不同环节农机对农民收入的直接影响、不同环节农机对中介变量的直接影响、不同环节农机影响不同性质农民收入的中介效应。结果表明认为不同环节农业机械对农民不同性质收入的影响路径存在差异。即生产环节农机主要通过促进农业劳动力转移、提高农业生产效率、扩大农业经营规模,从而影响农民收入;加工环节农机可通过提升农产品附加值,创造农村非农就业,从而影响农民收入。具体结论如下:

(1)农业机械化发展在促进农民增收的同时,对缩小城乡收入差距具有显著作用。农产品价格有利于提升农民收入水平。而农业劳动力转移对农民收入产生了负向影响,这与部分学者得出的结论不一致^[20],可能的原因是研究周期长短的差距。同类的其他研究侧重于短期内的农村劳动力转移对农民收入的正向驱动作用,而本文更适用于长期研究。

(2)生产环节农机对农民不同性质收入均有负向影响,产生的原因是农业机械价格与维修的成本加高,投资回报时间长。加工环节农机仅对农业收入有正向影响,这是由于加工环节农机有利于提升农产品附加值,延长农产品产业链。生产环节农机与加工环节农机对劳动力转移、农民经营规模、农产品价格的直接影响完全相反。

(3)农民经营规模、粮食单产在生产环节农机影响农民收入过程中表现为遮掩效应,即阻碍生产环节农机对农民收入的直接影响。

(4)农业机械化主要通过劳动力转移、农产品价格的中介路径影响农民收入。其中,生产环节农机通过阻碍劳动力转移使得农民农业收入减少;加工环节农机通过促进劳动力转移使得农民农业收入提升;通过提升农产品价格使农民农业收入增加。表明农业产业发展、生产环节农机装备发展一定程度上吸引了农业劳动力回流,加工环节农机提升农产品附加值进而促使农民增收,但农产品加工业的就业创造能力未充分利用。

2. 建议

研究显示,农业机械化发展对农民收入的影响过程中,中介变量的调节作用至关重要,因此为有效促进农民增收,在调整农机装备结构的同时,还需从农业劳动力转移、农产品价格等中介因素考虑相关政策的制定。

(1)调整农机装备结构,增加农产品加工环节农机投入。中国农机装备结构表现为农业生产环节农机区域不平衡,农产品加工环节的机械化水平普遍不高。为充分发挥农业机械化在促进农民增收过程中的作用,一方面,可通过农机跨区域作业实现区域间农业生产资料的最大效用,需要完善农机跨区服务的保障机制;另一方面,大力支持加工环节农机的研发与投入,降低农产品自然损耗,提升农产品附加值,为形成完整的农业产业链条建立基本条件保障。

(2)扎实推进共同富裕,优化农业企业利益分配机制。缩小城乡差距、地区差距是共同富裕的重

要内涵,乡村产业的发展离不开龙头企业的带动作用。现阶段,农业龙头企业主要通过农产品加工获取农产品增值的部分收益,农民在与农业经济组织的利益分配过程中处于劣势,从而进一步扩大了城乡收入差距。农业企业不合理的利益分配机制也是导致农业劳动力持续向城市非农部门转移的重要原因。完善农产品加工企业利益分配机制、实现农产品附加值收益合理分配,是促进乡村产业高质量发展,吸引农业劳动力回流的重要保障。

(3)完善农业公共服务,支持农业生产性服务多样化。促进农业增产增效,优化农机装备结构是基础,建立健全的农业生产性服务体系至关重要。目前中国农业生产性服务较为单一,主要由政府扶持建立,带来较高的财政支出。需要创新农业生产性服务主体,大力培育新型农业经营主体,支持多样化的农业生产性服务。此外,为促进农业适度规模经营,需要加快“土地确权”的全面落实,简化土地流转程序、缩减土地出租成本,促进农业农村产业发展,在提升农业经济效益的同时,需要强化其创造就业功能,妥善解决农村剩余劳动力就业问题。

参 考 文 献

- [1] 王国华,李克强.农村公共产品供给与农民收入问题研究[J].财政研究,2003(1):46-49.
- [2] 辛翔飞,张怡,王济民.我国粮食补贴政策效果评价——基于粮食生产和农民收入的视角[J].经济问题,2016(2):92-96.
- [3] 刘俊杰,张龙耀,王梦珺,等.农村土地产权制度改革对农民收入的影响——来自山东枣庄的初步证据[J].农业经济问题,2015,36(6):51-58,111.
- [4] 闫磊,刘震,朱文.农业产业化对农民收入的影响分析[J].农村经济,2016(2):72-76.
- [5] 刘俊文.农民专业合作社对贫困农户收入及其稳定性的影响——以山东、贵州两省为例[J].中国农村经济,2017(2):44-55.
- [6] 钟甫宁,何军.增加农民收入的关键:扩大非农就业机会[J].农业经济问题,2007(1):62-70,112.
- [7] 穆红梅.论农民收入及其影响因素——以福建省为例[J].人口与发展,2016,22(2):64-71.
- [8] 阙大学,吕连菊.中部地区农村教育水平及其不同层次对农民收入差距的影响[J].中国农业资源与区划,2020,41(8):220-227.
- [9] 周振,张琛,彭超,等.农业机械化与农民收入:来自农机具购置补贴政策的证据[J].中国农村经济,2016(2):68-82.
- [10] 邱海兰,唐超.农业生产性服务能否促进农民收入增长[J].广东财经大学学报,2019,34(5):100-112.
- [11] 陆文聪,余新平.中国农业科技进步与农民收入增长[J].浙江大学学报(人文社会科学版),2013,43(4):5-16.
- [12] 宋元梁,肖卫东.中国城镇化发展与农民收入增长关系的动态计量经济分析[J].数量经济技术经济研究,2005(9):31-40.
- [13] 姚旭兵,罗光强.城镇化对农民收入增长的影响[J].城市问题,2015(7):97-103.
- [14] 李谷成,李烨阳,周晓时.农业机械化、劳动力转移与农民收入增长——孰因孰果?[J].中国农村经济,2018(11):112-127.
- [15] 辛冲冲,张敏,李红,等.新疆农机化发展能否持续促进农民增收[J].中国农业资源与区划,2015,36(3):127-135.
- [16] 李玉波,杨淑杰,郭伟三,等.农业机械化与农民增收关系的交互动态响应分析——基于吉林省统计核算数据[J].中国农机化学报,2021,42(1):151-158.
- [17] 梁天丽,张洁瑕.农业机械化对广西农民增收贡献率实证分析[J].中国农机化学报,2021,42(2):224-229.
- [18] 杨淑杰,李玉波.吉林省农业机械化与粮食产量灰色关联分析[J].中国农机化学报,2018,39(8):101-107.
- [19] 睢忠林,刘春明,周杨.农业机械对劳动力的替代能否提高粮食生产环境效率[J].世界农业,2021(1):99-108,130-131.
- [20] 张宽,邓鑫,沈倩岭,等.农业技术进步、农村劳动力转移与农民收入——基于农业劳动生产率的分组PVAR模型分析[J].农业技术经济,2017(6):28-41.
- [21] 宦梅丽,侯云先.农机服务、农村劳动力结构变化与中国粮食生产技术效率[J].华中农业大学学报(社会科学版),2021(1):69-80.
- [22] 罗明忠,邱海兰.农机社会化服务采纳、禀赋差异与农村经济相对贫困缓解[J].南方经济,2021(2):1-18.
- [23] 孟宏斌.优势、合作与增收:西部特色农产品加工业促进农民增收研究[J].学术探索,2010(1):24-29.
- [24] 刘晓丽,潘方卉.农产品价格、农村劳动力转移与农民收入——基于PVA模型的实证分析[J].经济问题,2019(1):99-107.
- [25] 王爱民,李子联.农业技术进步对农民收入的影响机制研究[J].经济经纬,2014,31(4):31-36.
- [26] 周振,马庆超,孔祥智.农业机械化对农村劳动力转移贡献的量化研究[J].农业技术经济,2016(2):52-62.
- [27] 马轶群,孔婷婷.农业技术进步、劳动力转移与农民收入差距[J].华南农业大学学报(社会科学版),2019,18(6):35-44.
- [28] 韩蕊,钟甫宁.劳动力流出后“剩余土地”流向对于当地农民收入分配的影响[J].中国农村经济,2011(4):18-25.
- [29] HUANG J K, GAO L L, ROZELLE S. The effect of off-farm employment on the decisions of households to rent out and rent in cultivated land in China[J]. China agricultural economic review, 2012, 4(1): 5-17.

- [30] 王鹏飞,彭虎锋.城镇化发展影响农民收入的传导路径及区域性差异分析——基于协整的面板模型[J].农业技术经济,2013(10):73-79.
- [31] 彭超,张琛.农业机械化对农户粮食生产效率的影响[J].华南农业大学学报(社会科学版),2020,19(5):93-100.
- [32] 罗锡文,廖娟,胡炼,等.提高农业机械化水平促进农业可持续发展[J].农业工程学报,2016,32(1):1-11.
- [33] 孙学涛.农业机械化能否缩小城乡收入差距?[J].首都经济贸易大学学报,2021,23(1):81-93.
- [34] 周益波,何可,张俊飏,等.农业机械化对农民收入的增长、结构与分配效应研究[J].四川农业大学学报,2019,37(5):723-733.
- [35] 黄祖辉,钱峰燕.技术进步对我国农民收入的影响及对策分析[J].中国农村经济,2003(12):11-17.
- [36] KENNY D A, JUDD C M. The unappreciated heterogeneity of effect sizes: implications for power, precision, planning of research, and replication[J].Psychological methods, 2019,24(5): 578-589.

Mechanism and Path of Agricultural Mechanization in Promoting Income Increase: Based on the Separability of Agricultural Production Links

CHEN Tao, YANG Jiayi, CHEN Chibo

Abstract Clarifying the mechanism, path and effect of Agricultural Mechanization on Farmers' income in different production links is of great significance to promote the optimization of agricultural machinery and equipment structure and increase farmers' income. Based on agricultural bicycle theory and intermediary effect theory, this paper selects the panel data of 25 major agricultural provinces in China from 2008 to 2019, constructs a dynamic panel model and intermediary effect model to test the proposition hypothesis, and explores the intermediary role of agricultural product price, labor transfer, agricultural operation scale and food production efficiency in the process of agricultural mechanization affecting farmers' income. The research shows that the development of agricultural mechanization not only promotes the increase of farmers' income, but also plays a significant role in narrowing the income gap between urban and rural areas; Agricultural Mechanization mainly affects farmers' income through the intermediary path of labor transfer and agricultural product price. Agricultural mechanization mainly affects farmers' income through the intermediary path of labor transfer and agricultural product price. Among them, agricultural machinery in the production link reduces farmers' agricultural income by inhibiting the transfer of labor force; Agricultural machinery in processing links can promote farmers' agricultural income by promoting labor transfer; Increase farmers' agricultural income by raising the price of agricultural products. It is proposed that adjusting the structure of agricultural machinery and equipment, increasing agricultural machinery subsidies in production and strengthening the popularization of agricultural machinery technology in processing are important ways to effectively promote high quality and efficiency of agriculture.

Key words agricultural mechanization; farmers' income; mediating effect; influence mechanism

(责任编辑:陈万红)