



刘福星, 贺娟, 冯中朝. 农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(02): 227-239.

LIU Fuxing, HE Juan, FENG Zhongchao. Effects of agricultural land scales and planting methods on technical efficiency of rape production[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2023, 28(02): 227-239.

DOI: 10.11841/j.issn.1007-4333.2023.02.20

农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响

刘福星¹ 贺娟¹ 冯中朝^{1,2*}

(1. 华中农业大学 经济管理学院, 武汉 430079;

2. 湖北农村发展研究中心, 武汉 430079)

摘要 基于国家油菜产业技术体系 27 个实验站 596 户微观调查数据, 利用随机前沿生产函数模型、受限 Tobit 模型和倾向得分匹配法, 系统分析了农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响和作用机制。结果表明: 农地规模对油菜生产技术效率具有显著正向影响; 但农地规模扩大会促进直播方式采用, 而直播会降低油菜生产技术效率, 存在 31.51% 的遮掩效应; 当其它因素不变, 相较于移栽, 采用直播的油菜产出要低 900 元/hm² 左右。本研究认为, 鼓励规模化经营种植时, 不能忽视经由增加直播方式采用而带来的遮掩效应。相关机构应加强直播和配套技术的指导服务, 加强油菜优良品种改良, 以及加强油菜精准栽培技术方面的研发。

关键词 农地规模; 直播; 生产技术效率; 遮掩效应

中图分类号 F326.12

文章编号 1007-4333(2023)02-0227-13

文献标志码 A

Effects of agricultural land scales and planting methods on technical efficiency of rape production

LIU Fuxing¹, HE Juan¹, FENG Zhongchao^{1,2}

(1. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430079, China;

2. Hubei Rural Development Research Center, Wuhan 430079, China)

Abstract Based on the micro survey data of 596 households in 27 experimental stations of the national rape industry technology system, this study systematically analyzes the influence and mechanism of agricultural land scale and planting mode on rape production technology efficiency by using random frontier production function model, limited Tobit model and propensity score matching method. The results showed that: The scale of agricultural land had a significant positive impact on the technical efficiency of rape production; However, the expansion of agricultural land scale promoted the adoption of direct seeding, and direct seeding reduced the technical efficiency of rape production, with a masking effect of 31.51%; Compared with transplanting, When other factors remain unchanged, the output of rape with direct seeding was about 900 yuan/hm² lower. In conclusion, this study recommends that when encouraging large-scale management and planting, the masking effect brought by increasing the adoption of direct broadcasting can not be ignored. Relevant institutions should enhance the guidance service of direct seeding and supporting technology, strengthen the improvement of excellent rape varieties, and strengthen the research and development of rape precision cultivation technology.

Keywords scale management; direct seeding; production technical efficiency; masking effect

收稿日期: 2022-03-22

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-0012); 国家自然科学基金青年项目(71703048)

第一作者: 刘福星(ORCID:0000-0003-0547-7855), 博士研究生, E-mail: liufuxing2021@163.com

通讯作者: 冯中朝(ORCID:0000-0002-5573-2263), 教授, 主要从事油菜产业经济研究, E-mail: fengzhch@163.com

油菜是世界第三大食用油来源,也是我国重要的油料作物。据 USDA 数据显示,2021 年世界油菜总收获面积为 3 624 万 hm^2 ,我国占比 18.76%,位居世界第三^①。自“包产到户”以来,以家庭为单位的小规模经营和传统的育苗移栽技术为油菜产量提供了一定保障。然而,近年来由于城镇化步伐的加快,农村地区出现人口老龄化和青壮年劳动力流失问题,土地撂荒现象愈演愈烈,油菜育苗移栽的劳动密集型技术使用也日益困难^[1]。以家庭为生产单位的细碎化、精细化的经营方式阻碍了油菜生产规模效益的提高,带来生产效率下降等负面影响^[2]。随着国内消费市场的不断扩大,我国油菜“小农户”生产与“大市场”消费的矛盾日益凸显。

规模经营是提高我国油菜生产能力,有效衔接国内市场的常见路径选择。自 2016 年国务院印发《关于农村土地所有权承包权经营权分置办法的意见》,明确提出“三权分置”以来^②,油菜种植户通过土地流转不断扩大经营规模。同时,随着油菜直播技术的发展,因其大幅减少移栽所需劳动力,操作简单且门槛较低,日益受到农户青睐。据资料显示,2019 年全国农户采用直播的比例为 58.74%,较 2008 年的 28%上升了 30.74 个百分点^[3]。

那么,在此背景下,农地规模与油菜生产效率的关系如何?农地规模扩大是否会减少精细化的种植方式,例如采用直播而不是移栽,从而影响油菜生产效率?对于该问题的研究,不仅能够从种植方式视角,为农地规模与生产效率的关系提供一个可能的解释路径,而且对于规模化趋势下保持油菜生产效率增长,提高国内油料作物供给水平具有重要的现实意义。

目前,已有大量文献围绕农地规模与农业生产效率的关系展开了研究,但结论存在较大争议。其中,部分学者认为小规模经营农户的效率更高^[4-6],李桦等^[7]认为农地规模与生产技术效率呈反向变动关系。马力阳等^[8]对马铃薯的研究也表明农地规模对生产技术效率具有负向影响。但也有学者认为规模经营与提高单产并行不悖^[9],农地规模扩大有利于提高生产技术效率^[10-11]。与之不同,也有学者认为两者之间并不是简单的正向或者负向关系^[12],而是非线性关系^[13]。例如,“U 型”的关系^[14]、“倒 L

型”关系^[15]和“倒 U 型”关系^[16-17]。此外,少数学者则认为两者之间的关系较弱^[18],农地规模对技术效率的影响并不显著^[19]。

农业生产经营是劳动、资本和技术在土地资源上集聚和配置的过程,农地规模扩大必然影响油菜种植户的生产决策,使其更加注重成本收益率,从而影响要素投入配置。已有文献研究表明,直播技术能够减少移栽所需人工费用,且产量更高,但其种子、化肥和农药的费用更高^[20]。然而,也有文献指出,直播减少了播种育苗和播种环节的劳动投入,却增加了收获环节劳动投入,资本投入也更高,产量反而更低^[21]。

综上所述,关于农地规模与农业生产效率的研究较为丰富,也有少数文献分析了不同种植方式下要素投入和产出的差异,这为本研究提供了一定的研究基础,但仍存在 3 个方面需要改进。第一,研究对象方面,涉及了水稻、花生、马铃薯和水果等农产品,但专门针对油菜的研究较少。第二,研究内容方面,主要集中在研究农地规模对生产技术效率的直接影响,鲜有文献关注种植方式在其中的间接效应。第三,研究样本方面,多数研究使用的是区域调研数据,针对全国范围的研究样本较少。鉴于此,本研究在分析农地规模对油菜生产技术效率的直接效应,以及通过种植方式的间接效应基础上,利用 2020 年国家油菜产业技术体系 27 个实验站的微观调查数据,运用随机前沿生产函数和受限 Tobit 模型进行实证研究,并使用倾向得分匹配法分析不同种植方式下油菜产出水平差异,以期对已有文献进行补充。

1 理论分析与研究假说

1.1 农地规模对油菜生产技术效率的直接效应

生产技术效率主要是指,在一定技术条件下实际产出与最大潜在产出的差距。农地规模则通过以下几个方面直接影响油菜生产技术效率。

一是,农地规模经营有利于对土地进行投资,改善地块的种植环境,提高土地的潜在产出水平。农地规模扩大有利于土地集中连片,降低基础设施投入的平均成本,进而增加对土地投资^[22],获取规模经济效益,从而提高油菜潜在产出水平。

二是,农地规模经营能够减少劳动力投入和田

① 美国农业部:<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>
② 资料来源:http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/30/content_5126200.htm

间管理等生产成本。首先,农地规模扩大有利于机械对劳动力替代,节约劳动力成本。通过购置植保机械,能够以较少劳动力,及时有效地进行病虫害防治,从而减少病虫害造成的产量损失,稳定产出水平^[23]。其次,农地规模扩大可以有效减少因地块细碎化带来的较高田间管理成本^[24],减少农户在不同地块间运送生产资料的额外损耗。

三是,农地规模经营有利于油菜种植户采用新技术,改进生产可能性边界。农地经营规模越大,单位面积分摊的固定成本越小,面临的约束更小^[25],进而降低了技术采纳门槛。农地规模扩大有利于促进油菜新品种、新技术采纳,进而提高油菜产量。

基于上述分析,本研究提出假设:
H1:农地规模扩大对油菜生产技术效率具有显著正向影响。

1.2 种植方式在农地规模影响油菜生产技术效率中的间接效应

经济学的基础假说认为,“理性人”是以追求利润最大化为目标。一般而言,规模经营的农户会考虑各种要素之间的匹配性、绝对和相对效益^[26]。种植方式在农地规模对油菜生产技术效率影响中的间接效应可以从两方面展开分析。

其一,农地规模经营会对种植方式产生影响。移栽和直播是目前油菜的两种主要种植方式。传统

的油菜育苗移栽方式的优点在于种子、农药和化肥投入相对较少,缺点在于过程繁琐且劳动力投入较多。相对而言,直播方式的优点在于所需劳动力较少,缺点在于种子、农药和化肥投入较多。但综合考虑来看,移栽方式费工费时,生产成本更高。而直播方式极大减少了劳动力使用,能够有效节约总生产成本。因此,农地规模越大,农户越愿意采用直播方式种植油菜。

其二,种植方式会影响油菜的实际产出水平。已有不少自然科学文献证实相较于移栽,直播油菜的产量更低^[27-28]。熊洁等^[29]实验表明,采用育苗移栽方式的油菜更容易扎根,不易倒伏,耐干旱、雨雪等能力更强。而采用直播方式时,茬口季节矛盾突出,油菜产量更低。李林海等^[30]研究发现,采用直播方式播种油菜时,田间积水更容易发生根腐病,导致油菜死苗,从而产量降低。薛中民^[31]则发现直播会降低油菜单株生产力,从而影响产量。

基于上述分析,农地规模扩大会促进直播方式的采用,但直播方式会减少油菜产量。据此,本研究提出假设:

H2:直播在农地规模对油菜生产技术效率的影响中存在遮掩效应。

综上所述,农地规模会对油菜生产技术效率产生直接影响,也会通过种植方式对油菜生产技术效率产生间接影响,作用机制图如下所示(图 1)。

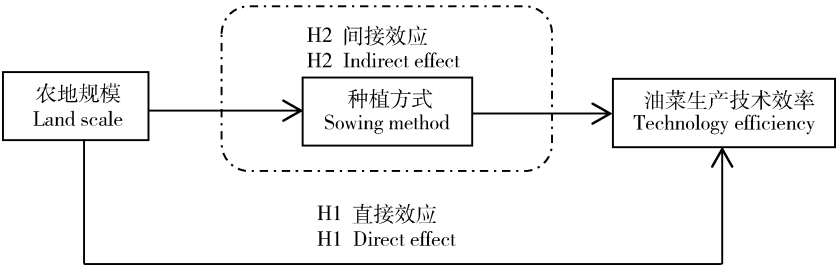


图 1 农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响
Fig.1 Effects of agricultural land scale and planting methods on technical efficiency of rape production

2 数据、方法与变量

2.1 数据来源

本研究所使用数据来自 2020 年国家油菜产业技术体系的田间测产调查数据。之所以使用该数

据,主要原因有两点:一是,此次调查涉及全国 15 个油菜主产省(市)的 27 个实验站^①,油菜产量占全国总产量的 91.11%^②;二是,田间测产调查数据由各个实验站的技术人员负责收集。实验站技术人员长期工作在油菜产业第一线,对油菜种植全过程有着

① 全国 15 个省(市)自治区:安徽、广西、贵州、河南、湖北、湖南、江苏、江西、陕西、上海、四川、云南、浙江、重庆、新疆。
② 据国家统计局发布的 2019 年数据计算得出。

深入的了解,具备良好的专业知识和调查基础。因此,使用该套调查数据进行研究具有一定的代表性和有效性。

该套数据遵循多阶段随机抽样的原则在全国建立固定观察点。具体产生过程为:首先,每个实验站随机抽取3个县,每个县随机抽取3个村,每个村再随机抽取3个油菜种植户,即每个实验站至少有27个油菜种植户。然后,由当地实验站的技术人员进行临田测产,与油菜种植户一对一当面问答,并根据实际测产情况填写调查问卷,此次田间测产调查共收回815份问卷。值得注意的是,在临田测产时,当地实验站的技术人员会在农户油菜种植面积中随机选择10 m²进行测产,得出一个理论单产。考虑到实际产量与理论产量的误差,虽然本研究使用农户报告的实际产量作为产出指标,但在清洗数据时,参照了理论产量进行筛选。同时,农户生产过程中各种投入数据也参照《全国农产品成本收益资料汇编2021》^[32]进行了核对。例如:在《全国农产品成本收益资料汇编2021》^[32]中,2020年油菜籽人工成本是8 242.69元/hm²,油菜籽物质与服务费用是3 802.69元/hm²。本研究使用的数据分别是8 477.76和3 186.87元/hm²。为了保证所使用数据的质量,我们对数据进行了反复核对和筛选,在剔除异常值和缺失值后,最终保留了596份有效问卷。

2.2 研究方法

2.2.1 随机前沿生产函数模型

目前,用来测算生产技术效率的方法主要有数据包络分析(DEA)和随机前沿生产函数(SFA),两种方法均有优缺点。相较于数据包络分析(DEA),随机前沿生产函数(SFA)方法虽然需要预先设定具体的函数形式,但其包含了随机因素的影响,更加适合用来测算多投入单产出的农业生产。考虑到油菜生产容易受到自然灾害等随机因素的影响,本研究选择使用随机前沿生产函数(SFA)对油菜生产技术效率进行测算。随机前沿生产函数(SFA)模型最早由Aigner等^[33]和Meeusen等^[34]分别独立提出,后来一些学者对技术无效率项的分布形式进行了不同的假设,主要有半正态、指数和断尾正态分布3种形式。模型的一般形式可以表示为:

$$\ln y_i = \ln f(x_i; \beta) + v_i - u_i \tag{1}$$

式中:ln y_i 代表实际产出水平; $f(x_i; \beta)$ 为生产前沿; x_i 代表各生产要素的投入向量; v_i 是零均值随机噪声项,假设服从正态分布 $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$, u_i 为技术无

效率项,取值范围在0~1。当 $u_i \geq 0$ 时,表示存在技术无效率项,即实际产出水平小于生产前沿的最优产出水平,这里假设服从半正态分布 $u_i \sim N^+(0, \sigma_u^2)$,同时假定 v_i 和 u_i 互相独立分布。在此基础上,运用极大似然法(ML)可以计算得到技术效率,表示为:

$$TE_i = y_i / \exp[f(x_i; \beta) + v_i] = \exp(-\mu_i) \tag{2}$$

根据前述分析,在使用随机前沿生产函数方法测算油菜生产技术效率时,需要设定合适的函数形式。与传统的柯布-道格拉斯生产函数(C-D)相比,超越对数函数允许产出弹性和替代弹性随要素投入发生变化,形式设定更加灵活,符合研究需要。具体模型形式如下:

$$\begin{aligned} \ln Yield_i = & \beta_0 + \beta_1 \ln Land_i + \beta_2 \ln Labor_i + \\ & \beta_3 \ln Capital_i + 0.5 \beta_4 \ln Land_i^2 + 0.5 \beta_5 \ln Labor_i^2 + \\ & 0.5 \beta_6 \ln Capital_i^2 + 0.5 \beta_7 \ln Land_i \times \ln Labor_i + \\ & 0.5 \beta_8 \ln Land_i \times \ln Capital_i + \\ & 0.5 \beta_9 \ln Labor_i \times \ln Capital_i + \vartheta_i + \mu_i \end{aligned} \tag{3}$$

式中:lnYield表示油菜的实际产出;lnLand表示土地投入;lnLabor表示劳动投入;lnCapital表示资本投入; ϑ 和 μ 分别表示随机误差项和技术无效率项; $\beta_0 \sim \beta_9$ 表示各变量的待估系数;下标*i*表示油菜种植户个体。

2.2.2 基准回归模型

为了分析农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响及其作用机制,本研究构建了如下层次回归模型:

$$TE_i = a_0 + a_1 Landsize_i + a_2 X_i + e_{1i} \tag{4}$$

$$Sowing_i = b_0 + b_1 Landsize_i + b_2 X_i + e_{2i} \tag{5}$$

$$TE_i = c_0 + c_1 Landsize_i + c_2 Sowing_i + c_3 X_i + e_{3i} \tag{6}$$

式(4)~(6)中:TE_{*i*}是指第*i*个油菜种植户的生产技术效率;Landsize_{*i*}是指第*i*个油菜种植户的农地规模;Sowing_{*i*}表示第*i*个油菜种植户的种植方式。X_{*i*}表示其他控制变量; e_{1i} 、 e_{2i} 和 e_{3i} 表示随机误差项; a 、 b 和 c 表示待估系数;下标*i*表示油菜种植户个体。

为了分析直播方式在农地规模对油菜生产技术效率中的遮掩效应,本研究参照温忠麟等^[35]提出的检验流程进行分析。具体来讲,式(4)中的待估系数 a_1 为农地规模(Landsize)对油菜生产技术效率(TE)的总效应;方式(5)中的待估系数 b_1 是农地规

模(Landsize)对种植方式(Sowing)的效应;式(6)中的待估系数 c_2 是在控制了农地规模(Landsize)的影响后,种植方式(Sowing)对油菜生产技术效率(TE)的效应,待估系数 c_1 是在控制种植方式(Sowing)的影响后,农地规模对油菜生产技术效率(TE)的直接效应。

2.3 变量选取

2.3.1 被解释变量

生产技术效率。在测算油菜生产技术效率时,需要设定投入产出的指标。本研究使用的产出指标是油菜总产值(元),投入指标分为土地投入、劳动投入和资本投入 3 种。土地投入用油菜播种面积(hm^2)衡量。劳动投入由自用工和雇用工成本两部分构成,自用工成本是按当地每天雇用工费用进行折算。资本投入包括了种子、化肥、农药、农膜、机械作业和水电等费用。

2.3.2 核心解释变量

农地规模。本研究使用油菜播种面积与地块数

量的比值衡量农地规模。比值越大,说明单位地块的面积越大,农地规模越大。反之,说明农地规模越小。

2.3.3 中介变量

种植方式。油菜的种植方式分为直播和移栽两种,采用直播方式赋值为 1,采用移栽方式赋值为 0。样本中,采用直播方式的农户占比 64.26%,采用移栽方式的农户占比 35.74%。

2.3.4 其他控制变量

一般地,影响油菜生产技术效率的因素众多。为了提高模型估计结果的外部效度,参考已有文献,本研究还控制了其他变量,主要包括个人特征、家庭特征和生产特征等 3 个方面^[36-38]。具体而言,个人特征主要包括性别、年龄、受教育程度、健康状况和农技培训。家庭特征主要包括家庭劳动力占比、家庭非农收入占比和交通条件。生产特征主要包括是否加入合作社、机械化程度、受灾面积和农业信息获取情况。详细情况如表 1 所示。

表 1 变量描述性统计
Table 1 Descriptive statistics of variables

变量 Variables	变量定义 Variable definition	符号 Symbol	均值 Mean	标准差 Std error
产出 Output	总产值,元	Yield	15 980.89	45 955.10
土地投入 Land input	播种面积, hm^2	Land	1.66	6.21
劳动投入 Labor input	用工总价,元	Labor	5 136.82	18 545.15
资本投入 Capital investment	种子,化肥,农药,农膜,机械和水电等,元	Capital	5 598.70	21 923.52
农地规模 Agricultural land scale	油菜播种面积与种植块数比值(面积/块数)	Landsize	0.33	1.09
种植方式 Sowing method	是否直播(1=直播;0=移栽)	Sowing	0.64	0.48
性别 Gender	受访者性别(1=男;0=女)	Gender	0.91	0.28
年龄 Age	受访者年龄,岁	Age	58.57	10.07
受教育程度 Education level	受访者接受教育年限,年	Education	7.52	2.79
健康状况 Health	健康状况比同龄人(0=差;1=相同;2=好)	Health	1.39	0.58

表 1(续)

变量 Variables	变量定义 Variable definition	符号 Symbol	均值 Mean	标准差 Std error
技术培训 Technology training	接受农业技术培训的天数,d	Training	2.50	3.53
家庭劳动力 Household labor force	劳动力占家庭人数比重(劳动力/总人口)	Familylabor	0.65	0.21
家庭非农收入 On-agricultural income	非农收入占总收入比重(非农收入/总收入)	Non-agriculture	0.61	0.33
交通条件 Traffic conditions	到最近农贸市场距离,km	Marketdistance	4.28	6.20
合作社 Cooperative	是否加入合作社(0=未加入;1=加入)	Cooperation	0.22	0.41
机械化程度 Mechanization	机耕面积占播种面积比重(机耕/播种面积)	Machine	0.71	0.45
受灾面积 Disaster area	油菜受灾面积,hm ²	Disaster	0.16	1.25
农业信息获取情况 Agriculture information	是否有微信(0=没有;1=有)	Information	0.82	0.39

3 结果与分析

3.1 随机前沿生产函数估计结果

本研究使用 stata 15.0 软件对随机前沿生产函数模型进行估计,结果如下表 2 所示。结果显示判定系数 γ 值趋近于 1,为 0.852 6,表明技术无效率项在复合扰动项中占主导地位,随机前沿生产函数模型的设定是合理的。模型总体方差 σ^2 在 1% 的统计水平上显著,并且 Wald 值也在 1% 的水平上通过检验,说明模型的拟合效果较好。

从表 2 的结果可以看出,土地投入(lnLand)、劳动投入(lnLabor)和资本投入(lnCapital)的系数均为正。其中,土地投入(lnLand)的系数为 0.759,且在 10% 的统计水平上显著,说明油菜属于土地密集型的农产品,这与黄季焜等^[39]的研究结论保持一致。劳动投入和资本投入交互项(lnLabor×Capital)的系数为负,且在 1% 的统计水平上显著,说明劳动投入和资本投入之间存在替代关系。可能的解释是,一方面油菜种植面临着人工成本上升和“老龄化女性化”双重压力,另一方面农业机械化水平的不断提高,出现了资本替代劳动生产的现象。

为了更加详细了解样本中油菜生产技术效率分布,本研究测算了油菜生产技术效率值。在全样本

表 2 随机前沿生产函数的估计结果

Table 2 Estimation results of stochastic frontier production function

变量 Variables	系数 Coefficient	标准误 Std error
lnLand	0.759 0*	0.455 0
lnLabor	0.151 0	0.271 0
lnCapital	0.039 0	0.371 0
lnLand ²	−0.020 2	0.071 1
lnLabor ²	0.081 2***	0.024 0
lnCapital ²	0.157 0***	0.051 5
lnLand×Labor	0.131 0	0.090 7
lnLand×Capital	−0.130 0	0.099 9
lnLabor×Capital	−0.231 0***	0.087 4
Constant	5.918 0***	1.693 0
σ^2	0.402 1***	
γ	0.852 6***	
Wald chi ²	9 260.25***	
Log Likelihood	−323.532 6	

注: *、** 和 *** 分别表示 10%、5% 和 1% 的水平上显著,下同。

Note: *, ** and *** represent the significance levels of 10%, 5% and 1%, respectively. The same below.

中,油菜种植户的生产技术效率大多数分布在 0.6~0.8,其均值为 0.671,说明在现有的技术条件下,油菜产出水平还有 32.9%的提升,这与陈云飞等^[40]的测算结果基本一致。在分样本中,直播和移栽的生产效率均值分别为 0.664 和 0.683。相较于移栽方式,油菜种植户采用直播方式的生产技术效率要低 2%左右。据此,可以粗略判断,种植方式是影响油菜生产技术效率的重要因素之一。

3.2 基准回归分析

由于测算的油菜生产技术效率值非负,且取值范围在 0~1。因此,本研究使用受限 Tobit 模型对式(4)~(6)的进行估计,结果如表 3 中的模型(1)~(3)所示。从模型(1)的结果可知,在控制了个人特征、家庭特征和生产特征等一系列变量后,农地规模的回归系数为 0.001 4,且在 1%的统计水平上显著。这说明,油菜种植户的农地规模每增加 1%,技术效率增加 0.14%,意味着农地规模会显著提高油菜生产技术效率。可能的解释是,农户的农地规模越大,地块越连片集中,越便于进行田间管理,有利于节约整地、播种和收割等生产环节的成本,也有利于油菜新品种和新技术的使用,从而提高了生产技术效率。这验证了本研究提出的假说 H1。

从模型(2)的结果可知,农地规模在 5%的统计水平上显著,且系数为正,说明农地规模使得农户采用直播方式显著上升。从模型(3)的结果可知,在控制种植方式的情况下,农地规模对油菜生产技术效率的影响仍然在 1%统计水平上显著为正。该估计结果再次验证了前述的假说 H1,即农地规模提高了油菜生产技术效率。然而,种植方式的估计系数为-0.028 7,且在 5%的统计水平上显著。说明,在其他条件不变的情况下,直播会降低油菜生产技术效率。根据温忠麟等^[35]的研究,在直接效应与间接效应的系数符号相异时,则表明存在遮掩效应。因此,可以认为农地规模化经营会促进直播方式的采用,进而抑制了油菜生产技术效率提高。进一步计算得出,间接效应与直接效应的比例为 31.51%^①,说明直播方式抵消了农地规模对油菜生产技术效率直接影响的 31.51%。该结果验证了本研究提出的假设 H2,即直播方式在农地规模对油菜生产技术效率的影响中存在遮掩效应。

此外,无论是否控制种植方式的影响,模型(1)

和(3)中的结果显示其他控制变量对油菜生产技术效率的影响基本一致。其中,性别对生产技术效率影响的系数在 5%的统计水平上显著负相关。受教育程度与生产技术效率的系数为正,且在 10%的统计水平上显著,说明受教育程度越高,生产技术效率越高。家庭非农收入占比与生产技术效率的系数在 5%的统计水平上显著为负,说明家庭非农收入占比越高,生产技术效率越低。受灾面积与生产技术效率在 1%的统计水平上显著负相关,说明受灾面积增加,生产技术效率损失越严重。这些控制变量的估计结果与已有研究结果基本保持一致。但由于这些控制变量并非本研究关注的核心,故不做更加详细的解释。

考虑到使用“两步法”估计可能造成有偏估计^[41-42],模型(4)使用了“一步法”进行检验,结果显示农地规模与生产技术无效率项之间在 10%的统计水平上显著负相关,说明农地规模对油菜生产技术效率具有显著的正向影响。种植方式与生产技术无效率项之间在 1%的统计水平上显著为正,说明直播方式显著负向影响油菜生产技术效率。“一步法”的估计结果与模型(3)的结果基本一样,可以认为文中的假说 H2 再次得以验证。

3.3 稳健性检验

3.3.1 替换关键解释变量

本研究通过重新构建指标来测量农地规模,更换关键解释变量进行稳健性检验。具体做法是用机耕面积代替播种面积,以机耕面积与地块数的比值来衡量农地规模。该做法的好处在于,剔除了地块面积较小的非机耕面积部分,使得农地规模经营测量更为准确。本研究同样使用受限 Tobit 模型分别对模型(4)~(6)进行回归,估计结果(表 4)与基准回归结果保持一致。因此,可以认为农地规模对油菜生产技术效率具有正向影响,农地规模促进了直播方式的采用,但直播方式对油菜生产技术效率具有显著的遮掩效应,该估计结果是稳健的。

3.3.2 缩尾和截尾处理

考虑到样本中可能存在异常值,本研究分别进行缩尾和截尾处理,处理后的样本依旧使用受限 Tobit 模型进行估计,结果如表 5 所示。模型(8)~(10)是经过 5%缩尾处理的结果,模型(11)~(13)

① $|b_1 * c_2 / c_1| = |0.015 7 * -0.028 7 / 0.001 43| = 0.315 1$

是经过5%截尾处理的结果。可以看出,农地规模对油菜生产技术效率具有显著正向影响,农地规模对直播方式也具有显著正向影响,但直播对油菜生

产技术效率具有显著负向影响。该估计结果与前述基准回归结果依旧保持一致,再次证明了上述估计结果的稳健性。

表 3 基准回归估计结果
Table 3 Basics regression estimation results

变量 Variables	模型(1) Model (1)	模型(2) Model (2)	模型(3) Model (3)	模型(4) Model (4)
	TE	Sowing	TE	One-step
Landsize	0.001 4 *** (0.000 5)	0.015 7 ** (0.007 8)	0.001 4 *** (0.000 5)	−0.174 0 * (0.094 3)
Sowing			−0.028 7 ** (0.014 2)	1.279 0 *** (0.384 0)
Gender	−0.049 3 ** (0.022 5)	0.026 6 (0.171 0)	−0.048 5 ** (0.022 5)	26.290 0 (749.000 0)
Age	0.000 8 (0.000 7)	−0.019 2 *** (0.006 0)	0.000 6 (0.000 7)	−0.070 8 *** (0.021 3)
Education	0.004 9 * (0.002 6)	−0.009 5 (0.020 9)	0.004 7 * (0.002 6)	−0.334 0 *** (0.088 8)
Health	0.003 7 (0.010 9)	−0.051 1 (0.084 7)	0.003 3 (0.010 8)	−1.318 0 *** (0.349 0)
Training	0.000 6 (0.002 0)	0.069 7 *** (0.020 4)	0.001 1 (0.002 0)	−1.124 0 *** (0.220 0)
Familylabor	0.030 0 (0.030 3)	−0.055 1 (0.239 0)	0.028 9 (0.030 2)	−1.630 0 ** (0.829 0)
Non-agriculture	−0.051 3 ** (0.021 2)	−0.310 0 * (0.172 0)	−0.054 3 ** (0.021 2)	2.490 0 *** (0.731 0)
Marketdistance	−0.001 6 (0.001 1)	0.014 3 (0.015 2)	−0.001 5 (0.001 1)	0.045 1 (0.034 2)
Cooperation	−0.028 3 (0.017 3)	−0.123 0 (0.143 0)	−0.029 4 * (0.017 2)	2.958 0 *** (0.518 0)
Machine	0.002 1 (0.015 3)	0.627 0 *** (0.115 0)	0.010 4 (0.015 8)	−1.992 0 *** (0.442 0)
Disaster	−0.001 4 *** (0.000 4)	−0.002 9 (0.005 5)	−0.001 4 *** (0.000 4)	0.084 8 * (0.047 2)
Information	−0.024 9 (0.016 8)	−0.405 0 *** (0.140 0)	−0.028 5 * (0.016 9)	0.121 0 (0.481 0)
Constant	0.661 0 *** (0.067 2)	2.164 0 *** (0.563 0)	0.688 0 *** (0.068 3)	−18.740 0 (749.000 0)
地区 Region	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled
样本数 Number of samples	596	596	596	596

注:括号()内为标准误,下同。
Note: standard error in brackets (), the same below.

表 4 替换解释变量估计结果

Table 4 Estimation results of replacement explanatory variables

变量 Variables	模型(5)	模型(6)	模型(7)
	Model (5)	Model (6)	Model (7)
	TE	Sowing	TE
Landsize	0.001 4 *** (0.000 5)	0.015 8 ** (0.007 8)	0.001 5 *** (0.000 498)
Sowing			−0.028 7 ** (0.014 2)
其他变量 Other variables	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled
地区 Region	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled
样本数 Number of samples	596	596	596

表 5 缩尾和截尾处理的估计结果

Table 5 Estimation results of tailing and truncation processing

变量 Variables	模型(8)	模型(9)	模型(10)	模型(11)	模型(12)	模型(13)
	Model (8)	Model (9)	Model (10)	Model (11)	Model (12)	Model (13)
	TE	Sowing	TE	TE	Sowing	TE
Landsize	0.001 6 *** (0.000 6)	0.016 1 ** (0.008 0)	0.001 7 *** (0.000 6)	0.001 6 *** (0.000 6)	0.016 4 ** (0.008 1)	0.001 7 *** (0.000 6)
Sowing			−0.028 1 ** (0.014 1)			−0.027 8 ** (0.014 0)
Constant	0.667 0 *** (0.066 8)	2.173 0 *** (0.565 0)	0.693 0 *** (0.067 9)	0.678 0 *** (0.066 2)	2.180 0 *** (0.567 0)	0.705 0 *** (0.067 3)
其他变量 Other variables	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled	控制 Controlled
样本数 Number of samples	596	596	596	580	580	580

注：为了进一步验证前述假说，作者也进行了 10% 的缩尾和 10% 的截尾处理，其估计结果均与基准回归的结果保持一致。

Note: To further verify the above hypothesis, the author also conducted 10% tail reduction and 10% tail truncation, and the estimated results are consistent with the results of benchmark regression.

4 讨 论

以上分析了农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响和作用机制，并得出直播在农地规模对油菜生产技术效率的影响中有大约 35.15% 遮掩

效应的结论。由上述分析可知，该遮掩效应主要来源于直播会减少油菜的产量。因此，本研究将进一步分析不同种植方式下油菜产量的差异，即估计直播和移栽对油菜产出水平的影响。

首先，根据表 6 中，不同种植方式下油菜单位面

积产值的描述性统计分析可以看出,样本中采用移栽方式,油菜的产值为13 180.94元/hm²,采用直播方式,油菜的产值为11 864.48元/hm²。整体来看,两组的平均差异为1 316.46元/hm²。

表6 不同种植方式的单位面积产值
Table 6 Output value per unit area of different planting methods

变量 Variables	种植方式 Sowing method	样本量 Sample size	均值 Mean	标准差 Std error	最小值 Min	最大值 Max
单位面积产值	直播 Direct drilling	383	11 864.48	4 582.96	261.19	56 268.66
Output value per unit area	移栽 Transplanting	213	13 180.94	9 082.74	292.54	132 238.80

其次,将样本划分为处理组(直播)和对照组(移栽),使用倾向得分匹配(PSM)方法计算平均处理效应(ATT),结果如表7所示。半径匹配与近邻匹配的计算结果显示,平均处理效应(ATT)均在5%的统计水平上显著为负。说明采用直播会显著减少油菜种植户的产出,且减少900元/hm²左右。

考虑到普通PSM方法稳健性不足的缺点,本研究还参考Linden等^[43]的研究使用逆向概率加权

法(IPW)和逆向概率加权回归调整法(IPWRA)进行分析。虽然采用IPW和IPWRA计算的数值存在一定差异,但系数符号与显著水平保持一致。因此,依旧可以认为相较于移栽,直播会显著减少油菜的产出。

最后,进行平衡性检验,目的在于确保匹配后的处理组和对照组各变量间不存在显著差异,结果如图2所示。匹配前处理组和控制组各变量之间存在

表7 PSM估计结果
Table 7 PSM estimation results

变量 Variables	匹配方法 Matching method	平均处理效应 ATT	标准差 Std error	Z值 Z value	P值 P value
产出水平 Output level	半径匹配	-886.01**	434.74	-2.04	0.042
	1:2匹配	-915.50**	396.42	-2.04	0.042
	IPW	-1 394.43**	598.85	-2.33	0.020
	IPWRA	-1 119.945**	502.567	-2.23	0.026

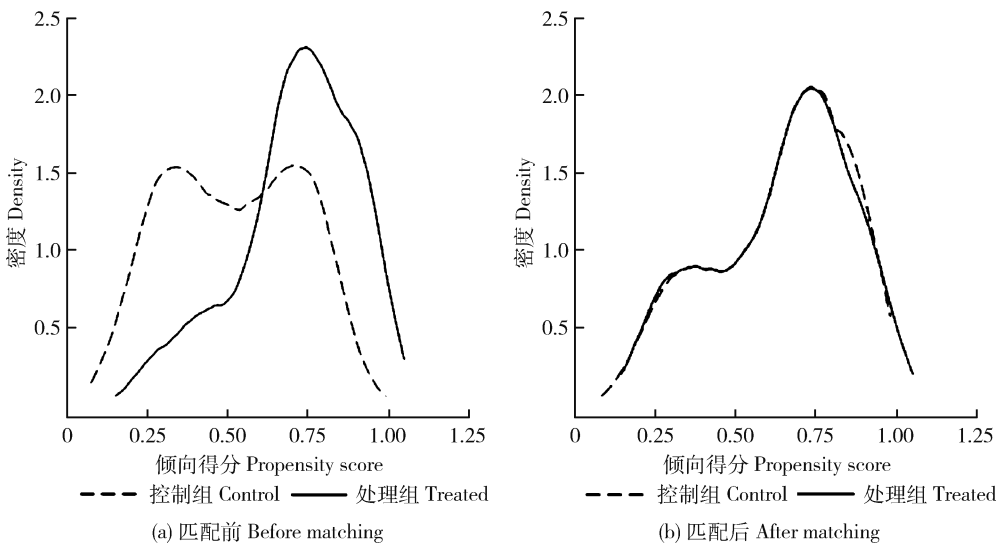


图2 平衡性检验
Fig. 2 Balance test

显著差异,经过匹配后两组之间的系统性差异明显消除,从而有效地降低了样本的选择性偏误问题,基本达到了与随机实验相似的效果,满足了平衡性假定要求,样本匹配效果较好。

5 研究结论与对策建议

本研究基于 2020 年国家油菜产业技术体系 15 个省(市)27 个实验站 596 份的田间测产调查数据,系统分析了农地规模、种植方式对油菜生产技术效率的影响及作用机制。研究结果发现:第一,农地规模扩大显著提高了油菜生产技术效率;第二,农地规模扩大促进了直播方式采用,但直播方式会降低油菜生产技术效率,且存在大约 31.51%的遮掩效应。第三,进一步地,相较于移栽,采用直播方式的油菜产出水平更低,减少 900 元/hm² 左右。据此,本研究认为,规模经营是实现油菜生产技术效率增长的必然途径,但需要重视农户在扩大经营规模时,因种植方式改变引起的效率损失。

根据以上研究结论,本研究提出如下对策建议:
1)农地规模经营有利于优化资源配置,是提高油菜生产技术效率的重要方式。建议政策设计层面深化农村土地市场改革,完善土地流转机制,进一步放活农村土地承包经营权。实践层面,鼓励农地向油菜种植“大户”和“能手”流转,提高地块的连片集中程度,从而促进油菜规模化种植。

2)在推进油菜规模经营时,不能忽视直播方式带来的技术效率损失。建议加强油菜直播方式和配套技术的指导服务。通过农技培训和网络宣传等方式,引导油菜种植大户进行科学合理的密植、施肥、灌溉和病虫害防治,从而减少直播方式带来的产量损失。

3)种子是粮食的“芯片”,建议加强油菜优良品种改良。加强耐密植、抗病虫害能力强、适宜直播的油菜新品种选育和推广,从而提高油菜产量。

4)相较于直播,移栽油菜的产量更高。建议加大油菜精准栽培技术方面的研究投入,加强信息技术在油菜数字化栽培等方面的应用,推动油菜数字化育种、栽培和收割等方面的研发、示范和推广,为进一步提高油菜产量提供科技支撑。

参考文献 References

[1] 王汉中.我国油菜产业发展的历史回顾与展望[J].中国油料作物学报,

2010, 32(2): 300-302
Wang H Z. Review and future development of rapeseed industry in China [J]. *Chinese Journal of Oil Crops*, 2010, 32(2): 300-302 (in Chinese)
[2] 叶春辉, 许庆, 徐志刚. 农地细碎化的缘由与效应: 历史视角下的经济学解释[J]. 农业经济问题, 2008(9): 9-15, 110
Ye C H, Xu Q, Xu Z G. Land fragmentation: Historical and economics analysis[J]. *Agricultural Economic Issues*, 2008(9): 9-15, 110 (in Chinese)
[3] 冷博峰, 李先容, 陈雪婷, 唐晶, 陈卓尔, 张青, 王涛, 田裕, 魏梦升, 同华, 刘成, 冯中朝. 2008—2019 年中国油菜生产性状变化趋势[J]. 中国油料作物学报, 2021, 43(2): 171-185
Leng B F, Li X R, Chen X T, Tang J, Chen Z E, Zhang Q, Wang T, Tian Y, Wei M S, Yan H, Liu C, Feng Z C. Variation trend of rapeseed production in China from 2008 to 2019 [J]. *Chinese Journal of Oil Crops*, 2021, 43(2): 171-185 (in Chinese)
[4] Kagin J, Taylor J E, Yúnez-Naude A. Inverse productivity or inverse efficiency: Evidence from Mexico [J]. *The Journal of Development Studies*, 2016, 52(3): 396-411
[5] 卫新, 毛小报, 王美清. 浙江省农户规模经营经营实证分析[J]. 中国农村经济, 2003(10): 31-36
Wei X, Mao X B, Wang M Q. Empirical analysis of farmers' scale management in Zhejiang Province[J]. *China Rural Economy*, 2003(10): 31-36 (in Chinese)
[6] 李谷成, 冯中朝, 范丽霞. 小农户真的更加具有效率吗: 来自湖北省的经验证据[J]. 经济学(季刊), 2010, 9(1): 95-124
Li G C, Feng Z C, Fan L X. Is the small-size rural household more efficient: Empirical evidence from Hubei Province [J]. *Economics (Quarterly)*, 2010, 9(1): 95-124 (in Chinese)
[7] 李桦, 姚顺波. 不同退耕规模农户生产技术效率变化差异及其影响因素分析: 基于黄土高原农户微观数据[J]. 农业技术经济, 2012(12): 51-60
Li H, Yao S B. Analysis on the variation of farmers' production technical efficiency and its influencing factors with different conversion scale: Based on the micro data of farmers in the Loess Plateau [J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2012(12): 51-60 (in Chinese)
[8] 马力阳, 罗其友, 高明杰. 山地地区不同规模农户马铃薯生产技术效率研究: 基于甘肃、重庆、广东 453 个农户的实证分析[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2019(4): 72-80, 172-173
Ma L Y, Luo Q Y, Gao M J. Technical efficiency of Potato production farmers in different scales in Mountainous Areas: An empirical analysis on 453 farmers in Gansu, Chongqing and Guangdong [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social science edition*, 2019(4): 72-80, 172-173 (in Chinese)
[9] 张光辉. 农业规模经营与提高单产并行不悖: 与任治君同志商榷[J]. 经济研究, 1996(1): 55-58
Zhang G H. Agricultural scale management and increasing per unit yield go hand in hand: A discussion with Comrade Ren Zhijun [J]. *Economic Research*, 1996(1): 55-58 (in Chinese)
[10] Alvarez A, Arias C. Technical efficiency and farm size: a conditional analysis[J]. *Agricultural Economics*, 2004, 30(3): 241-250
[11] 刘天军, 蔡起华. 不同经营规模农户的生产技术效率分析: 基于陕西省猕猴桃生产基地县 210 户农户的数据[J]. 中国农村经济, 2013(3): 37-46
Liu T J, Cai Q H. Analysis on production technology efficiency of farmers with different business scales: Based on the data of 210 farmers in kiwi fruit production base county of Shaanxi Province [J]. *China Rural Economy*, 2013(3): 37-46 (in Chinese)
[12] 张忠明, 钱文荣. 农户土地经营规模与粮食生产效率关系实证研究[J]. 中国土地科学, 2010, 24(8): 52-58
Zhang Z M, Qian W R. Empirical research on relationship between farmers' land management scale and food production efficiency [J]. *China Land Science*, 2010, 24(8): 52-58 (in Chinese)
[13] Helfand S M, Levine E S. Farm size and the determinants of productive efficiency in the Brazilian Center-West [J]. *Agricultural Economics*, 2004, 31(2/3): 241-249

[14] 邵晓梅. 鲁西北地区农户家庭农地规模经营行为分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2004(6): 122-127
Shao X M. Analysis on household management behavior of agricultural land size in Northwest Shandong[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2004(6): 122-127 (in Chinese)

[15] 王亚辉, 李秀彬, 辛良杰, 谈明洪, 李薇. 中国农地经营规模对农业劳动生产率的影响及其区域差异[J]. 自然资源学报, 2017, 32(4): 539-552
Wang Y H, Li X B, Xin L J, Tan M H, Li W. The impact of farm land management scale on agricultural labor productivity in China and its regional differentiation[J]. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(4): 539-552 (in Chinese)

[16] 周曙东, 王艳, 朱思柱. 中国花生种植户生产技术效率及影响因素分析: 基于全国 19 个省份的农户微观数据[J]. 中国农村经济, 2013(3): 27-36, 46
Zhou S D, Wang Y, Zhu S Z. Analysis on production technology efficiency and influencing factors of peanut farmers in China: Based on the micro data of farmers in 19 provinces[J]. *China Rural Economy*, 2013(3): 27-36, 46 (in Chinese)

[17] 冀县卿, 钱忠好, 李友艺. 土地经营规模扩张有助于提升水稻生产效率吗: 基于上海市松江区家庭农场的分析[J]. 中国农村经济, 2019(7): 71-88
Ji X Q, Qian Z H, Li Y Y. Does the expansion of land management scale help to improve the efficiency of rice production: Based on the analysis of family farm in Songjiang District, Shanghai[J]. *China Rural Economy*, 2019 (7): 71-88 (in Chinese)

[18] Townsend R F, Kirsten J, Vink N. Farm size, productivity and returns to scale in agriculture revisited: A case study of wine producers in South Africa[J]. *Agricultural Economics*, 1998, 19(1-2): 175-180

[19] 李凡凡, 孙洪武. 规模经营能否提高鲜食葡萄种植户的生产技术效率: 基于江苏省葡萄生产基地 344 户农户的调查数据[J]. 农业技术经济, 2021(5): 133-143
Li F F, Sun H W. Can scale operation improve the production technical efficiency of fresh grape growers: Based on the survey data of 344 farmers in Jiangsu grape production base[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2021(5): 133-143 (in Chinese)

[20] 郭九林, 戴振福, 顾春健, 陈廷顺. 大面积机械直播水稻技术经济效益分析[J]. 农业技术经济, 2000(1): 38-39
Guo J L, Dai Z F, Gu C J, Chen T S. Analysis on technical and economic benefits of large-area mechanical direct seeding rice[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2000(1): 38-39 (in Chinese)

[21] 王金秋, 钱煜昊, 王晨. 水稻直播的再出现: 简单的复古还是理性的回归[J]. 农业技术经济, 2020(9): 130-142
Wang J Q, Qian Y H, Wang C. The reappearance of rice direct seeding: simple retro or rational regression[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2020(9): 130-142 (in Chinese)

[22] 郭贵成, 丁晨曦. 土地细碎化对粮食生产规模报酬影响的量化研究: 基于江苏省盐城市、徐州市的实证数据[J]. 自然资源学报, 2016, 31(2): 202-214
Guo G C, Ding C X. Quantitative research on the impact of land fragmentation on scale returns of grain production: Based on the empirical data of Yancheng and Xuzhou in Jiangsu Province[J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(2): 202-214 (in Chinese)

[23] 杨宗耀, 仇焕广, 纪月清. 土地流转背景下农户经营规模与土地生产率关系再审视: 来自固定粮农和地块的证据[J]. 农业经济问题, 2020(4): 37-48
Yang Z Y, Qiu H G, Ji Y Q. Reexamination of the relationship between farmers' business scale and land productivity under the background of land transfer: Evidence from fixed farmers and plots[J]. *Agricultural Economic Issues*, 2020 (4): 37-48 (in Chinese)

[24] 宋浩楠, 栾敬东, 张士云, 江激宇. 土地细碎化、多样化种植与农业生产技术效率: 基于随机前沿生产函数和中介效应模型的实证研究[J]. 农业技术经济, 2021(2): 18-29
Song H N, Luan J D, Zhang S Y, Jiang J Y. Land fragmentation, diversified planting and technical efficiency of agricultural production: An empirical study based on stochastic frontier production function and intermediary effect model[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2021(2): 18-29 (in Chinese)

[25] 陈雪婷, 冯中朝, 黄炜虹, 齐振宏, 杨彩艳. 经营规模对农户异质性生态生产行为的影响研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(5): 1252-1263
Chen X T, Feng Z C, Huang W H, Qi Z H, Yang C Y. Study on the impact of operation scale on Farmers' heterogeneous ecological production behavior[J]. *Resources and Environment in The Yangtze River Basin*, 2021, 30(5): 1252-1263 (in Chinese)

[26] 罗丹, 李文明, 陈洁. 粮食生产经营的适度规模: 产出与效益二维视角[J]. 管理世界, 2017(1): 78-88
Luo D, Li W M, Chen J. Moderate scale of grain production and management: A two-dimensional perspective of output and benefit[J]. *Management World*, 2017(1): 78-88 (in Chinese)

[27] 梅少华, 查向斌, 段志红, 程应德, 夏起昕, 廖继雨, 宋红志. 不同种植方式对油菜产量及经济效益的影响[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(10): 2386-2388
Mei S H, Cha X B, Duan Z H, Chen Y D, Xia Q X, Liao J Y, Song H Z. Effects of different planting methods on rape yield and economic benefits[J]. *Hubei Agricultural Science*, 2009, 48(10): 2386-2388 (in Chinese)

[28] 敖礼林, 敖艳, 周元, 任火英, 周煜钧. 油菜移栽丰产增效技术[J]. 科学种养, 2020(6): 21-23
Ao L L, Ao Y, Zhou Y, Ren H Y, Zhou Y J. High yield and efficiency increasing technology of rape transplanting[J]. *Scientific Planting and Breeding*, 2020(6): 21-23 (in Chinese)

[29] 熊洁, 李书宇, 邹晓芬, 邹小云, 陈伦林, 宋来强. 轻简化育苗移栽方式对油菜生长发育和产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(2): 317-321
Xiong J, Li S Y, Zou X F, Zou X Y, Chen L L, Song L Q. Effects of light simplified seedling raising and transplanting methods on growth, development and yield of rape[J]. *Jiangsu Agricultural Journal*, 2015, 31(2): 317-321 (in Chinese)

[30] 李林海, 程淑兰, 段新华. 油菜直播不同栽培密度对产量的影响试验[J]. 江西农业, 2016(15): 2, 23
Li L H, Cheng S L, Duan X H. Effects of different planting densities on yield of direct seeding rape[J]. *Jiangxi Agriculture*, 2016(15): 2, 23 (in Chinese)

[31] 薛中民. 油菜直播不同栽培密度对产量的影响试验初报[J]. 南方农业, 2017, 11(4): 63-64
Xue Z M. Preliminary report on the effect of different planting densities on yield of rape direct seeding[J]. *Southern Agriculture*, 2017, 11(4): 63-64 (in Chinese)

[32] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编[M]. 北京: 中国统计出版, 2021
Price Division, National Development and Reform Commission. *Compilation of National Agricultural Product Cost-Benefit Data*[M]. Beijing: China Statistic Press, 2021(in China)

[33] Aigner D, Lovell C A K, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37

[34] Meeusen W, Julien V D B. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error[J]. *International Economic Review*, 1977, 18

[35] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745
Wen Z L, Ye B J. Intermediary effect analysis: method and model development[J]. *Advances in Psychological Science*, 2014, 22(5): 731-745 (in Chinese)

[36] 杨子, 张建, 诸培新. 农业社会化服务能推动小农对接农业现代化吗: 基于技术效率视角[J]. 农业技术经济, 2019(9): 16-26
Yang Z, Zhang J, Zhu P X. Can agricultural socialized services promote

small farmers to connect with agricultural modernization: From the perspective of technical efficiency[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2019(9): 16-26 (in Chinese)

[37] 曾雅婷, 吕亚荣, 刘文勇. 农地流转提升了粮食生产技术效率吗:来自农户的视角[J]. *农业技术经济*, 2018(3): 41-55

Zeng Y T, Lv Y R, Liu W Y. Does agricultural land transfer improve the technical efficiency of grain production: From the perspective of farmers[J]. *Agricultural Technology and Economy*, 2018(3): 41-55 (in Chinese)

[38] 栾健, 韩一军. 干旱灾害与农田灌溉对小麦生产技术效率的影响[J]. *资源科学*, 2019, 41(8): 1387-1399

Luan J, Han Y J. Effects of drought disaster and farmland irrigation on technical efficiency of wheat production[J]. *Resource Science*, 2019, 41(8): 1387-1399 (in Chinese)

[39] 黄季焜, 马恒运. 中国主要农产品生产成本与主要国际竞争者的比较[J]. *中国农村经济*, 2000(5): 17-21

Huang J K, Ma H Y. Comparison of production costs of major agricultural products in China with major international competitors[J]. *China Rural Economy*, 2000(5): 17-21 (in Chinese)

[40] 陈云飞, 冯中朝, 杜为公. 我国冬油菜生产的技术效率地区差异及其影响因素:以四川、湖北等 11 省市为例[J]. *中国农业大学学报*, 2020, 25(9): 166-175

Chen Y F, Feng Z C, Du W G. Regional differences of technical efficiency in China's winter rapeseed production: A case study of 11 provinces and cities such as Sichuan and Hubei[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2020, 25(9): 166-175 (in Chinese)

[41] Coelli T J, Battese G E. Identification of factors which influence the technical inefficiency of Indian farmers [J]. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 1996, 40(2): 103-128

[42] Schmidt P. One-step and two-step estimation in SFA models[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2011, 36(2): 201-203

[43] Linden A, Uysal S, Ryan A, Adams J L. Estimating causal effects for multivalued treatments: A comparison of approaches[J]. *Statistics in Medicine*, 2016, 35(4): 534-552

责任编辑：王岩



通讯作者简介:冯中朝,华中农业大学教授、博士生导师;国家油菜产业技术体系产业经济研究室主任兼岗位科学家、湖北省有突出贡献中青年专家、政府特津专家;入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”、湖北省新世纪高层次人才工程。长期从事农业经济和油菜产业经济研究,先后出版《中国油菜产业经济研究》、《湖北省油菜产业经济研究》、《中国植物油产品进出口贸易研究》等著作 11 部,撰写和发表油菜产业经济研究论文、调研咨询、监测报告等 500 余篇。研究成果《稳定长江流域油菜产能,确保食用油供给安全》获湖北省发展研究奖“一等奖”。先后担任国家农业农村部油料专家指导组成员、湖北省委决策支持顾问,湖北省人民政府决策咨询委员,湖北省油菜协会副会长等职。