

农业“三率”视角下都市型现代农业投入产出分析

——以京沪津渝为例

王启港, 黄 雷

(北京农学院 经济管理学院, 北京 100096)

摘要:分析 2006—2020 年中国 4 个代表性城市的农业“三率”数据特征及其变动趋势,通过分析面板数据,对京沪津渝进行都市型现代农业投入产出研究,实证验证一产增加值的各个影响因素。研究发现:劳动生产率、农用水资源利用率和资金利用率对土地产出率有显著正向影响,一产从业人数、农林水财政支出总额和农作物播种面积对一产增加值有显著影响,其中一产从业人数为负向影响;农用能源利用率对土地产出率影响不显著,农业水资源消耗总量和一产耗能总量对一产增加值影响不显著。京沪津渝都市型现代化农业生产规模较小,农业机械推广使用程度较低,应提高土地流转,形成规模化的农业生产,并为农业机械提供配套教学服务,以此来提高都市型现代农业的产出。

关键词:农业“三率”;长面板数据;土地产出率;都市型现代农业

中图分类号:F327 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)05-0046-05

国务院印发《“十四五”推进农业农村现代化规划》明确指出到 2025 年农业农村现代化要取得重要进展,并在 2035 年乡村全面振兴取得决定性进展,农业农村现代化基本实现。而当下中国农业仍然受到传统农业的影响,现代化的种植模式和农业机械仍然在推广的过程中。传统农业只有涉及土地和劳动力两个基本的生产要素,这就使得一产从业人员没有良好的文化知识基础,没有良好的纳新能力,新的农业经营模式、水肥现代化管理、新颖的农业机械等无法完全发挥作用,导致现代化的种植模式和现代化农业机械装备推广过程缓慢。

中国农业过去是高土地产出率与低劳动生产率并存的发展道路。在新时代下,逐渐昂贵的人力成本无法支撑单位土地的高产,利用大量的农业机械、化肥和农药等成为生产资料要素。在新时代推进农村现代化的过程中,农业生产要以农业“三率”的共同提高作为追求的目标。本研究通过 2006—2020 年北京、上海、天津、重庆 4 都市农业“三率”指标的面板数据,探究土地产出率与劳动生产率之间的关系,在此基础上分析影响一产增加值的各个因素。

1 农业“三率”研究概况

农业“三率”是中国农业综合能力的重要指标。

要通过提高农业“三率”,来增强农业的抗风险、国际竞争和可持续发展能力,促进现代农业的健康发展。

农业“三率”是指农业土地产出率、农业劳动生产率和农业资源利用率。其中,农业土地产出率反映单位土地在一年内的生产能力,农业劳动生产率反映单位农业劳动者在一年内的生产能力,农业资源利用率反映单位农业资源的有效利用情况。在农业现代化的进程中,改变传统农业生产模式,采用更加高效的组织方法,合理利用农业资源,保证农业发展同时拥有良好的生态环境,要把农业改造成为具有显著经济效益、社会效益和生态效益的可持续发展农业。提高农业“三率”的过程,也就是农业现代化的过程。

2 城市的选取与分析

2.1 研究城市的选取

研究选取 4 个具有代表性的都市作为研究对象,分别是北京、上海、天津和重庆,但城市的主要功能各不相同,发展方向有差异。都市农业指城市化地区与周边地带的农业,为现代化城市需求服务,这就需要选取 4 个中国发展程度高的都市作为研究对象。

北京和上海作为两个超级都市,在社会资源、人力资源和资金资源等方面都有着天然的优势,都市型现代化农业起步较早。但是北京和上海的都

收稿日期:2022-09-27

基金项目:北京农学院学位与研究生教育改革与发展项目(5056516024/002)。

作者简介:王启港(1997—),男,河南洛阳人,北京农学院经济管理学院,硕士研究生,研究方向为农林经济;通信作者黄雷(1982—),男,辽宁丹东人,北京农学院经济管理学院,副教授,研究方向为林业经济。

市功能,一个以政治服务中心为主,一个以经济贸易为主,并不以农业发展为重心。

天津市位于中国沿海,是中国北方最大的开放城市和工商业城市,石油化工产业、装备制造、汽车产业和电子产业发达,作为工业类型城市的代表。

重庆虽地处腹地,但因历史,聚集大量社会资源。到 2021 年,重庆耕地面积 162.2 万 hm^2 ,农用地开发度较高,农林牧副渔全面发展,是重要的粮食主产区、商品猪肉生产基地、全国著名的优质水果产地。重庆市已经形成大农业的发展格局,是将农业发展作为重点的城市。

2.2 指标构成

农业“三率”指标由农业土地产出率、农业生产率和农业资源利用率构成,根据查找数据,确定将农业资源利用率细分为农业水资源利用率、农业能源利用率和农业资金利用率,得到农业“三率”指标体系,见表 1。

表 1 农业“三率”指标体系

指标	计算公式
土地产出率	一产增加值/农作物播种面积
劳动生产率	一产增加值/一产从业人数
农业能源利用率	一产增加值/一产能源消耗总量
农业水资源利用率	一产增加值/农业水资源消耗总量
农业资金利用率	一产增加值/政府农林水财政支出

2.3 京沪津渝农业“三率”分析

京沪津渝中只有重庆市的土地产出率有明显的上升趋势,其他 3 个城市的一产增加值浮动幅度均在 5%左右。北京、上海、天津的一产增加值总额基本处于同一水平,重庆市的一产增加值则要明显高于其他 3 市。这也在农作物播种面积和一产从业人口上有明确的反应,重庆市农作物播种面积在 2006 年就已经达到 300 万 hm^2 并持续小幅度增长,而上海、北京和天津的农作物播种面积均低于 50 万 hm^2 ,北京、上海两市的农作物播种面积仍有小幅缩减的趋势。

一产从业人口也有明显的差别,上海、北京和天津 3 个城市的一产从业人口都在 50 万~100 万区间内,重庆市一产从业人口自 2006 年开始到 2020 年,从 664.3 万人逐年下降至 378 万人,并在 2020 年趋于平稳。京沪津渝的政府农林水支出都呈现出上升的趋势,但天津市财政中农林水支出于其他 3 市相比,增加幅度较小并且在 2015 年左右趋于平稳。上海和北京的农林水财政支出曲线和数额几乎一致,并且都受到 2019 年末新型冠状病毒疫情的影响,有明显的折点。

3 都市型现代农业“三率”影响因素的实证分析

3.1 数据结构与分析

研究数据来源于国家统计局、北京市统计年鉴、上海市统计年鉴、重庆市统计年鉴、天津市统计年鉴。在数据指标值选取上,遵循同一口径同一出处的原则,以保持数据结果的客观性、真实性和可比性。个别年份有数据缺失的情况,采用线性插值法填补缺失值。所选数据时间跨度为 2006—2020 年,所选市为北京、上海、重庆、天津。京沪津渝 15 年数据,共 60 组数据,因此本研究使用数据 $t=15, n=4$,为长面板数据。

农作物生产过程是自然再生产和经济再生产的复合统一体,影响土地产出的因素有很多,且各个因素之间关系繁乱复杂。由国内外学者的研究成果,将影响因素分为自然资源影响因素、社会经济资源影响因素、农业科技发展影响因素^[1]。自然资源类因素包括土地资源、水资源和气候类型,其中土地资源是农业生产中最为基础的物质条件,其数量和质量上的波动必定影响土地产出。社会经济资源影响因素多且复杂,资金投入、经济水平、消费水平和农业科技水平等多种因素,现代化农业设施和农业机械的投入减轻了农民的劳动强度,并且极大提高了生产效率。农业科技类影响因素可以从农业科技人员的队伍和规模来反映,但受到农民接受新知识、新技术能力的影响。农业科技类影响因素也可以从农业科技推广成效来反映,如现代农业节水灌溉技术的应用可以提高水资源的利用率。

站在研究方向的角度,在构建的农业“三率”指标中,农用水资源利用率的高低能一定程度上反映出农业科技发展影响。农用能源利用率反映出农用机械的投入程度,政府农林水财政支出在社会经济层面影响土地产出。水资源利用率作为自然资源影响因素,劳动生产率、农业资金利用率、农用能源利用率作为社会经济资源影响因素,劳动生产率和水资源利用率作为农业科技类影响因素。

衡量土地产出率影响因素,将劳动生产率(X_1)、农业水资源利用率(X_2)、农业能源利用率(X_3)、农业资金利用率(X_4)作为解释变量,土地产出率(Y)作为被解释变量。在对面板数据进行估计时,使用的样本包含了个体、时间 2 个方向上的信息。如果模型设定不正确,估计结果将与所要模拟的经济现实偏离很远。因此,在建立面板数据模型之前进行单位根检验,确保面板数据为平稳数据。

本研究使用 Stata17 软件进行面板数据的单位根检验(表 2)。 $P<0.001$, 拒绝原假设 H_0 , 在 0.001 的基础上认为此序列是平稳的。

表 2 单位根检验结果

变量	统计值	P
Unadjusted t	-7.7	0.0
Adjusted t^*	-5.2	

由于京沪津渝的资源条件、气候环境、发展方向客观不同,可能存在不随时间而变化的遗漏变量,故考虑使用固定效应模型。首先考虑个体效应,以此来确定混合模型或者是固定模型。对原假设“ H_0 :所有 $u_i=0$ ”,得到 $\text{Prob}>F=0.0$,故强烈拒绝原假设,认为固定回归明显优于混合回归,允许每个个体拥有自己的截距项。

在固定模型中考虑到时间效应,使用 Stata 软件生成时间虚拟变量,进行含时间虚拟变量的双向固定效应估计,得到 $F(4, 3)=0.7, \text{Prob}>F=0.0$ 结果强烈拒绝“无时间固定效应”的原假设,认为在模型中包含时间固定效应。

以上结果已经基本确定了个体效应的存在,但是个体效应仍可能以随机效应的形式存在,因此,使用 Stata 软件进行随机效应估计,进行由 Breusch 和 Pagan 所提供的 LM 检验,来检验个体随机效应,原假设 $H_0:\sigma_u^2=0$ 。经检验得到表 3。

表 3 个体随机效应检验结果

变量	方差	标准差
Y	0.1	0.2
e	0.0	0.1
u	0.0	0.0
Test: $\text{Var}(u)=0$		
chibar2(01) = 22.2 Prob>chibar2 = 0.0		

表 3 显示,LM 检验强烈拒绝原假设,认为在随机效应与混合效应之间,应选择随机效应。为了进一步确定是使用固定效应模型还是随机效应模型,对面板数据进行豪斯曼检验。

表 4 显示豪斯曼检验结果,由于 $\text{Prob}>\text{chi}^2=0.0$,故拒绝原假设,认为应使用固定效应模型。

表 4 豪斯曼检验结果

变量	固定效应模型	随机效应模型	差异	估计标准差
X_1	0.0	-0.0	0.1	0.0
X_2	0.1	0.1	0.0	0.0
X_3	0.3	0.3	-0.0	0.0
X_4	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
常数项	1.8	1.9	-0.2	0.1
$\text{chi}^2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) = 39.2$				
Prob>chi2 = 0.0				

经过模型检验,确定使用个体固定模型,模型具体形式为

$$\ln Y = \alpha_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 \ln X_4 + \delta_i + \epsilon_{it}$$

(1)

式中: δ_i 为个体效应; ϵ_{it} 为随机干扰项。

3.2 回归分析结果

由表 5 回归结果可知,在土地产出率模型中,劳动生产率对土地产出率的影响是正向的且在 1%显著水平下显著。城市往往拥有更多的就业机会和更高的劳动收入,吸引年轻人涌向都市。根据对中国农村从业人员的现状分析,中国农村从业人员 72%分布在农、林、牧、渔业,从事零售批发的人员不足 7%,其他行业从业人员几乎为零^[2]。2017 年中央文件提出的新型职业农民是未来发展现代化农业的基础,伴随着而来的有农业推广人员、农业经纪人和农业企业管理人才配套从业人员。现代化农业生产体系的建立必定会导致传统农业从业人员的缩减,摆脱了大量人力资源的投入,扩大土地经营规模,提高劳动生产率^[3]。

水资源利用率对土地产出率的影响是正向的且在 1%显著水平下显著,对土地产出率的影响明显,系数为 0.4。在农业从业人员对灌溉技术使用缺乏足够的认知时,就会导致水资源浪费严重,比如大水漫灌的灌溉方式就是一个典型的例子,而水资源利用率的提高说明了农民对新技术接受能力的提高。近年来,随着推行新型灌溉技术,各个农业生产场景都有与之配套的节水灌溉技术,这使得单位农用水的利用率逐年提高,农用水资源得到有效利用^[4]。

能源利用率为 10%显著性水平下仍是不显著,这意味着土地产出对能源的依赖较小。在传统的土地产出率影响因素中,在相同的自然条件下,物质的投入、科学技术和经营管理水平左右着土地产出率,不显著的能源利用率从侧面说明了都市农业生产中仍然有以人力为主的传统耕作,对农业现代化机械的投入还有较大的提升空间。

资金利用率对土地产出的影响是正向的且在 1%显著水平下显著,对土地产出率的影响较明显,系数为 0.1。农林水财政支出通过惠农政策、农业补贴等形式,降低农业生产成本,提高农业综合产出能力,从而促进农业现代化发展。首先,对直接支援农业生产支出,直接增添农业生产条件,提高农业从业者耕作效率。如农机具购置补贴的支出是直接对购置更新农业生产农机给予的补贴,农

业机械拥有量增加,增加农业机械总动力,大大提高农业投入产出回报率。其次,对生产基础设施支出,如高标准农田建设投入、农田水利建设、农村电力建设等财政支出,能从短期和长期为农业发展创造条件,改善农业生产基础条件,提高防灾减灾能力,保障农业生产的稳定产出^[5]。

表 5 固定效应估计模型回归结果

变量	系数	<i>t</i>	显著性
<i>X</i> ₁	0.3	4.1	0.0
<i>X</i> ₂	0.4	6.2	0.0
<i>X</i> ₃	0.1	1.5	0.1
<i>X</i> ₄	0.1	9.2	0.0

3.3 京沪津渝一产增加值影响因素分析

通过对京沪津渝农业“三率”的面板数据分析,研究了劳动生产率和各个农业资源利用率对土地生产率的影响关系。在京沪津渝农业“三率”研究的基础上,进一步分析验证影响土地产出的因素,将农业“三率”数据拆分为一产增加值、农作物播种面积、一产从业人口、一产耗能、农用水资源消耗总量和政府财政支出。

将一产增加值(*Y*)作为被解释变量,一产从业人口(*X*₁)、农用水资源消耗总量(*X*₂)、一产耗能(*X*₃)、政府农林水财政支出(*X*₄)和农作物播种面积(*X*₅)作为解释变量,形成 2006—2020 年的长面板数据进行分析。

将数据导入到 Stata 软件中得到为强平衡数据。为了进一步验证,对数据进行单位根检验,得到表 6。得到 *P* 值<0.0,拒绝原假设 *H*₀,强烈认为此序列是平稳的。

表 6 单位根检验结果

变量	统计值	<i>P</i>
Unadjusted <i>t</i>	−0.5	0.3
Adjusted <i>t</i> [*]	−0.0	0.0

对数据进行个体效应检验和时间效应检验。时间效应检验得出,接受“不存在个体随机效应”的原假设,认为在混合回归与随机效应之间,应选择混合回归。个体效应检验由表 6 得出,固定回归明显优于混合回归,每位个体被允许拥有自己的截距项。因此选择使用固定效应模型进行研究。固定效应回归结果见表 7。

从一产增加值固定回归模型中可知,一产从业人口和一产耗能的影响为负。其中一产从业人口在 1%显著水平下是显著的,说明一产从业人口的

减少是一产增加值提升的重要原因,这也和农业“三率”固定模型中劳动率的提升相吻合。

表 7 FE 回归结果

<i>Y</i>	系数	估计标准差	<i>t</i>	显著性
<i>X</i> ₁	−0.7	0.2	−3.4	0.0
<i>X</i> ₂	0.1	0.1	0.9	0.3
<i>X</i> ₃	−0.1	0.1	−0.8	0.4
<i>X</i> ₄	0.3	0.0	6.5	0.0
<i>X</i> ₅	0.5	0.2	3.1	0.0
常数项	3.8	1.4	2.7	0.0

一产耗能在 10%的水平下仍然显著,说明农业能源消耗量并不能对一产增加值的提升有显著的影响。农业能源的消耗主要来源于现代农业机械的使用和现代农业设施,但在农机推广过程中,务农人员操作能力不强,农机学习成本较高,导致农民使用农机的意愿大幅下降。当下都市农业生产规模较小,农业机械使用效率低下也是原因^[6-7]。

农用水资源总量在 10%的显著性水平下仍是不显著的,说明农用水资源并不是束缚第一产业发展的因素。在节水农业技术的大力推广下,农民统灌溉观念已经得到了明显的改善,且随着南水北调各期的竣工和水源地保护等政策影响,农业用水得到了充足的保障,农业用水不足已经不是都市现代化农业发展瓶颈。对比水资源利用率的结果分析,水资源利用率对土地产出率的贡献体现在农业科技方面。

农作物播种面积在 1%显著水平下是显著的,影响为正向。土地是农作物生产的基本需求,在农用地问题上,自然资源部在 2009 年就提出了“保经济增长、保耕地红线”的行动,至此往后的时间里,耕地红线成为最为严苛的耕地保护制度。

政府农林水财政支出在 1%显著水平下是显著的,影响为正向。农林水财政支出对一产增加的影响与资金利用率对土地产出率的影响方式相同,通过良种补贴、农作物耕种补贴、加强农业基础设施建设和补贴农业机械等政策,提高一产增加值。

结合各市数据进行差异分析。2006—2016 年,4 市农业“三率”中土地产出率呈现出平稳上升态势。4 市都实现了土地产出率和劳动生产率的双上升,说明都处在现代化农业的进程中,其中上海市的劳动生产率波动较大。在农业现代的进程中,农业资源的消耗量仍然处于摸索阶段,现代农业机械的使用与传统人力的投入都出现在农田中,只有将农业生产规模化,农业机械普遍使用的阶段,农业能源的使用才出现明显的发展趋势。

北京、上海和天津的都市农业现代化进程快于重庆市,只有重庆市一产从业人数在大幅度缩减,而其他都市的一产从业人数平稳下降。2016 年,重庆市一产从业人数下降幅度减缓。北京、上海、天津都属于中国的一线城市,拥有相对丰富的社会经济资源,而重庆市位于中国腹地,属于发展滞后地区,在社会资源、经济资源、自然资源等方面有着劣势。但从重庆市能源利用率迅速增长和一产从业人数快速下跌来看,重庆市正在进入都市化现代农业。北京和上海农作物播种面积逐年下降,天津市的农作物播种面积已经趋于稳定,但重庆市还有新增农作物播种面积,北京上海作为中国两个超级城市,城市建设用地仍然在逐步扩张。

4 结论与建议

4.1 结论

基于北京、上海、重庆、天津 4 都市的农业“三率”面板数据,研究了土地产出率和一产增加值的影响因素,得出如下结论:①京沪津渝 4 市都市型现代化农业土地产出率和劳动生产率双上升,北京、上海和天津发展较快。②农用水资源利用率、资金利用率和劳动生产率对土地产出率有显著影响。③农业能源消耗总量和农用水资源消耗总量对一产增加值影响不显著,农业能源消耗总量不显著的原因是现代化农业机械普及率不高且使用效率低下,农用水资源对一产增加值不显著的原因是 4 市农业用水已经饱和。

4.2 建议

在对京沪津渝农业“三率”和一产影响因素进行面板数据分析后,提出以下发展建议:

1)发展都市现代农业规模化生产,推进农村土地改革。一产从业人数的减少伴随着的是劳动力的流失,所以积极推进农村承包地所有权、承包权、经营权“三权分置”的改革,鼓励各种形式的土地流转,不仅能解放进城务工人员,更使得留在家乡的地不会被荒废。实施新型农业经营主体培育工程,发展多种形式适度规模经营。

2)推进农业机械化发展,完善配套服务。高机械化占比不仅能替代农民的劳苦劳作,更能降低生产成本,大幅度提高生产效率。不仅要对农机购买进行政策补贴,后续应举办农机相关培训班,降低现代农业机械学习成本。

参考文献

[1] 王丽英,雷鹏程,刘晏彤.要素投入、经营规模对农地利用效率的影响:基于四川省 418 户农户调查数据[J].农村经济,2017(7):39-44.

[2] 陶小洪.农村从业人员的职业发展规划讨论[J].南方农机,2018,49(22):153.

[3] 廖柳文,马恩朴.耕地经营规模对农业生产效率及环境压力的影响研究:以黄淮海地区为例[J/OL].中国农业资源与区划:1-13[2022-12-10].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20220720.1852.006.html>.

[4] 彭代彦,农业机械化与粮食增产[J].经济学家,2005(3):50-54.

[5] 周媛,农业财政支出对农村劳动力转移的影响机制研究[D].成都:西南财经大学,2019.

[6] 王军,杨宝玲.农业机械化对农业经济贡献率实证分析[J].中国农机化,2011(3):6-9.

[7] 金玉实,马波,赵玉宗.从对立到融合:日本的都农关系及都市农业演变研究[J].地理研究,2022,41(8):2234-2250.

Input-output Analysis of Modern Urban Agriculture from the Perspective of
“Three Rates” of Agriculture:

Taking Beijing, Shanghai, Tianjin and Chongqing as an example

WANG Qigang, HUANG Lei

(School of Economics and Management, Beijing University of Agriculture, Beijing 100096, China)

Abstract: The four representative cities from 2006 to 2020 China agriculture “three rates” data characteristics and its change trend is analyzed. Based on the analysis of panel data, the four cities urban modern agriculture input and output is studied, the various influence factors of the added value of production is explored. The results show that labor productivity, utilization rate of agricultural water resources and utilization rate of capital have significant positive effects on land yield, while the number of people working in primary production, total financial expenditure of agriculture, forestry and water resources and sown area of crops have significant effects on the added value of primary production. Utilization rate of agricultural energy has no significant effect on land yield. The total consumption of agricultural water resources and the total energy consumption of primary production had no significant effect on the added value of primary production. The production scale of urban modern agriculture in the four regions is small, and the degree of popularization and use of agricultural machinery is low. It is necessary to improve land circulation, form large-scale agricultural production, and provide supporting teaching services for agricultural machinery, so as to improve the output of urban modern agriculture.

Keywords: agricultural “three rates”; long panel data; land production rate; urban modern agriculture