

基于曲线回归模型的甘肃农业劳动生产率增收效应研究

任慧¹, 张东伟¹, 芦霁嘉²

(1. 甘肃省农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070;

2. 甘肃农业大学财经学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 农业劳动生产率是影响农民收入的最主要原因, 为了研究农业劳动生产率的增收效应, 以《甘肃发展年鉴》为数据来源, 运用曲线回归模型分析了农业劳动生产率与农民收入之间的相互关系。结果显示, 甘肃省农业劳动生产率以及农民收益呈现稳步上升趋势, 农业劳动生产率对农民收益具有显著的增收效应, 农业劳动生产率与农民收益之间具有很强的正相关关系, 在 1% 的显著性水平上极显著, 农业劳动生产率和农民收益的最优曲线回归模型为立方模型, 即农村居民人均可支配收入=19.377+0.557×(农业劳动生产率)+3.046E-5×(农业劳动生产率)²-1.625E-9×(农业劳动生产率)³。农业劳动生产率的提高能够促进农民收益的增加, 特别是对经营性收益影响极为显著, 因而提高农业劳动生产率是增加农民收入的根本途径。今后应促进农业劳动的专业化、农业经营的规模化, 提高农业发展的现代化水平等方面有效促进甘肃省农业劳动生产率的提高进而增加农民收入。

关键词: 农业劳动生产率; 曲线回归模型; 农民收益; 增收效应; 甘肃

中图分类号: F242

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)12-1079-06

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2024.12.003

Study on the Income Increasing Effect of Agricultural Labor Productivity in Gansu Province Based on Curve Regression Model

REN Hui¹, ZHANG Dongwei¹, LU Jijia²

(1. Institute of Agricultural Economics and Information, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China;

2. School of Finance and Economics, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: Agricultural labor productivity is the main factor affecting farmers' income. In order to study the income increasing effect of agricultural labor productivity, the 'Gansu Development Yearbook' was used as the data source to analyze the relationship between agricultural labor productivity and farmers' income using a curve regression model. Results showed that agricultural labor productivity and farmers' income in Gansu Province showed a steady upward trend, and agricultural labor productivity had a significant income increasing effect on farmers' earnings. There was a strong positive correlation between agricultural labor productivity and farmers' income, which was extremely significant at the 1% significance level. The optimal curve regression model for agricultural labor productivity and farmers' income was a cubic model, which indicated that the per capita disposable income of rural residents was calculated as $19.377+0.557\times(\text{agricultural labor productivity})+3.046E-5\times(\text{agricultural labor productivity})^2-1.625E-9\times(\text{agricultural labor productivity})^3$. The increase in agricultural labor productivity could promote the rise in farmers' income, especially with significant impact on operational income. Therefore, improving agricultural labor productivity is the fundamental way to increase farmers' income. In the future, it is necessary to promote the specialization of agricultural labor, the scale of agricultural management, and improve the modernization level of agricultural development to effectively promote the improvement of agricultural labor productivity in Gansu Province, thereby increasing the income of farmers.

Key words: Agricultural labor productivity; Curve regression model; Farmers' income; Income increasing effect; Gansu

提高农业劳动生产率是农业现代化和农业科技创新最根本的目的之一, 是增加农民收入的根本途径, 农业劳动生产率的增收效应越来越受到国内外学者的关注^[1]。农业劳动生产率是农业生

收稿日期: 2024-04-25; 修订日期: 2024-10-23

基金项目: 甘肃省科学技术厅软科学基金项目(22JR4ZA106); 甘肃省农业农村厅项目(KJZC-2023-22); 甘肃省农业科学院科研结余资金支持项目(2024NJS01)。

作者简介: 任慧(1984—), 女, 甘肃陇西人, 助理研究员, 主要从事农业经济研究工作。Email: 471912909@qq.com。

通信作者: 张东伟(1967—), 男, 甘肃白银人, 研究员, 主要从事农业经济管理、生态经济学研究工作。Email: 51174535@qq.com。

农业生产力的衡量尺度, 农业劳动生产率的提高会带来农业劳动力的剩余和生产经营规模的扩大, 从事农业生产的劳动力拥有的资源会相应增加, 从而提高收入水平。只要价格和产量保持相对稳定, 部分农村劳动力离开农业, 会使参与分享农业收入的人数减少, 继续从事农业的劳动力其边际生产力也会相应提高。另外农业规模经营、新型农业经营主体的发展壮大是农业劳动生产率提高的具体体现, 也是增加农民收益的有效经营方式。发达国家的经验能很好地验证提高农业劳动生产率是提高农民收入水平的根本途径^[1-2]。发达国家与发展中国家之间的农业劳动生产率差距是导致农民收入差距的主要原因, 农业与工业之间的劳动生产率差距是导致两部门收入差距不平等的根源^[2]。多种因素共同影响着农业劳动生产率和农业生产效益, 最终体现于农民的收入。决定农业劳动生产率高低的主要因素有自然、经济、技术和社会农业政策以及劳动者生产积极性等^[3]。因而要提高农业劳动生产率要从多因素、多角度全面分析。

国家“十三五”规划提出, 通过持续增加农业投入、推广现代农业科技创新, 构建现代农业生产、经营体系, 提高农业劳动生产率水平, 同时发展农产品加工业和农业生产性服务业, 以致力于提高农民的收入水平。“十四五”规划进一步指出, 要提高农业质量效益和竞争力, 增强农业综合生产能力, 加强农业机械研发应用, 完善农业科技创新体系, 提高农业劳动生产率, 全面提高农民收入水平^[4-6]。通过推进农业现代化与农业科技创新提高农业劳动生产率, 从而增加农民收益势在必行^[7], 梳理相关研究成果发现, 已有研究多集中在农业生产率即全要素生产率与农民收益之间关系的定性分析和因果关系检验上^[8-9], 而定量研究较少, 在已有研究的基础上, 我们对农业劳动生产率进行了定量测算, 对农民收入来源做了客观分析, 运用相关分析和曲线回归模型定量研究两者之间的结构性关系和具体影响程度, 为研究农业劳动生产率促进农民收益提供参考依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

数据来自 1984—2022 年《甘肃发展年鉴》中的

相关统计数据, 其中农业劳动生产率相关数据选取地区农业生产总产值和第一产业就业人员, 农民收入数据选取农村居民人均可支配收入。考虑各项指标数据的可得性, 尤其是第一产业就业人员数据的完整性, 整体数据选择 1984 年为开始研究年份, 农民收益类别选自 2005—2022 年《甘肃发展年鉴》的相关统计数据。

1.2 研究方法

采用相关分析、回归分析等方法对已有数据进行整理与分析, 具体运用 SPSS 26.0 软件对时间序列数据进行预处理, 主要采取统计时间序列分析, 交叉相关性分析^[10], 曲线回归分析方法对农业劳动生产率与农民收入的关系进行定量分析。曲线回归是指两个变量间呈曲线关系的回归, 是以最小二乘法分析曲线关系资料在数量变化上的特征和规律的方法, 主要有二次项、对数、立方、指数分布、幂等模型, 一般运用曲线估计的方法选取最为适合的模型。

本研究通过曲线估计拟合优度, 筛选出最优曲线估计模型为立方模型, 其回归方程如下。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$$

式中, y 为因变量(农民人均可支配收入), x 为自变量(农业劳动生产率), β_0 为常数, β_1 、 β_2 、 β_3 为参数估计值。

农业劳动生产率指单位时间内生产的农产品数量, 或生产单位农产品所消耗的劳动时间^[8]。其理论公式为农业劳动生产率 = 农业产品数量 / 农业劳动时间, 衡量农业劳动生产率水平的指标分为直接指标与间接指标, 直接指标分为实物指标和价值指标。本研究采用直接指标中的价值指标, 劳动时间采用“人年”, 即农业生产总产值和第一产业就业人员的比值, 农业劳动生产率 = 第一产业生产总值 / 第一产业就业人员^[2]。

2 结果与分析

2.1 农业劳动生产率和农民收益的总体特征

2.1.1 甘肃省农业劳动生产率的增长特点 农业劳动生产率作为衡量农业效率的重要标志, 在历史发展的时间和空间上表现出不同的发展特征^[9]。通过分析发现, 甘肃省农业劳动生产率增长具有两个阶段性特征。1984—2004 年全国和甘肃省的农业劳动生产率均比较低且相差甚小, 但都在稳

步上升, 2004 年以后甘肃省的农业劳动生产率有了较快的发展, 但是与全国的差距越来越大 (图 1)。从时间上来看, 改革开放以来, “三农”问题受到前所未有的重视, 农业改革措施进一步加大、农业生产力和生产关系得到空前解放, 现代农业发展加快, 农业科学技术水平逐渐提高, 农业劳动生产率显著提升。从空间上来看, 由于各地区经济、资源、区位、产业布局、农业集约化水平及生态治理能力等因素存在差异, 各地农业劳动生产率的提升水平不尽相同。甘肃经济发展缓慢, 资源匮乏, 农业基础薄弱, 农业科技发展滞后, 现代化水平较低, 农业劳动生产率相对较低。

相比较而言, 在农业劳动力数量下降的情况下, 农业劳动生产率稳步上升, 探究其原因主要有: 农业劳动力转移、扩大生产规模, 提高机械利用率和劳动者的综合素质、生产效率, 以及生产经营环境改善等多个方面。1984 年以来, 甘肃省第一产业从业人员呈下降趋势, 但农业劳动生产率呈现出上升的趋势, 甘肃农业劳动生产率从 1984 年的 346.45 元/人增加至 2020 年 20 069.35 元/人, 2022 年增长到 24 679.48 元/人。

从绝对数量来看, 甘肃省农业劳动生产率呈现较快的增长趋势。但 1984—2022 年期间第一产业从业人数总体呈波动下降态势 (图 2、图 3), 和

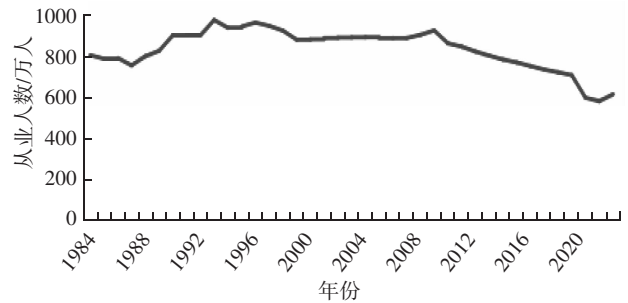


图 3 甘肃省第一产业从业人数

全国第一产业从业人数的发展趋势保持一致。显然, 农业生产效率的提高主要依靠农业科学技术的进步与创新以及农业科研人才的培养和现代化的农业经营管理水平的提高。

2.1.2 农民收入变动的总体特征 1984 年以来, 全国与甘肃农民收入稳步向好, 农民收入持续上升 (图 4), 其中经营性收入高于其他收入, 是农民收入的主要来源; 工资性收入也逐渐成为农民收入的重要来源之一。随着经济社会的不断发展与政策保障水平的逐步提升, 农民的工资性收入出现明显的上升趋势。

在农民收入来源结构中, 4 种细分类别的收入所占比重差别也较大。从图 5 2005—2022 年甘肃省农民收益的变化可以看出, 家庭经营收入长期居于首位, 其中 2010 年之前, 农民的经营性收入占总收入的比重一直在 50% 以上, 但其所占比例逐年有所下降, 在 2011 年, 经营性收入占总收入的比重下降到 45% 左右。农民收入中另外一个比较重要的收入是工资性收入, 工资性收入在 2005—2014 年从 30% 左右上升至超过 40%; 2015 年至今有所下降, 略小于 30%。转移性收入在 2005—2014 年处于 10% 左右的较低水平, 但在 2015 年后农民的转移性收入占比有了较大跃升, 占比接近 30%。而财产性收入所占比例一直较低。

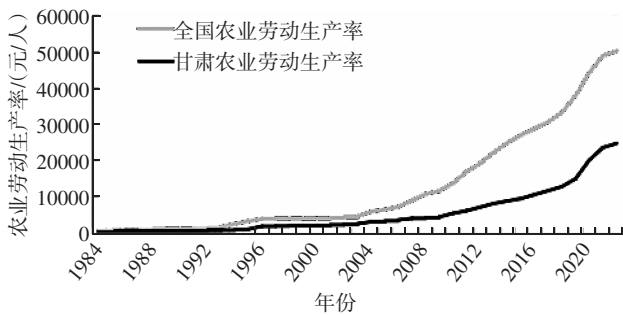


图 1 全国与甘肃省的农业劳动生产率

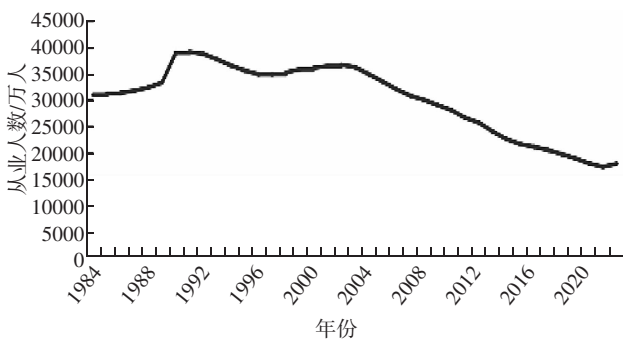


图 2 全国第一产业从业人数

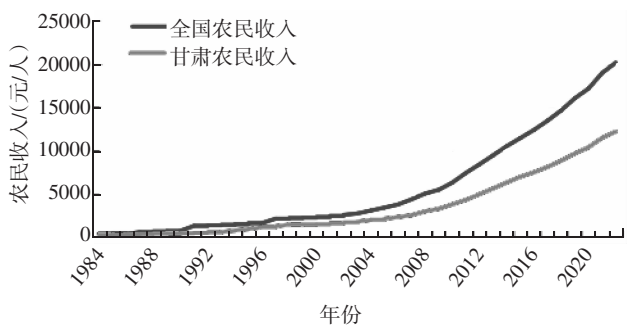


图 4 全国与甘肃省农民收入的比较

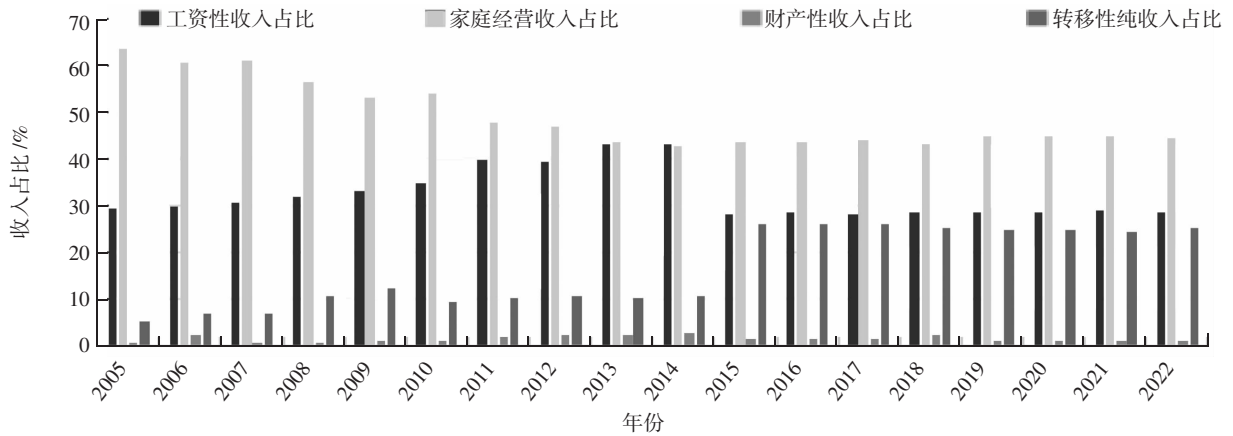


图5 甘肃农民收入构成占比情况

因此，在农民收入来源结构中，经营性收入和工资性收入是农民收入最重要的部分。在大力推进农业农村现代化过程中，农民收入偏低问题与粮食安全问题相互交织，并且成为“三农”发展中的突出问题。

2.2 农业劳动生产率与农民收入的交叉相关性

2.2.1 时间序列的预处理 为了验证农业劳动生产率和农民收入之间的关系，在对时间序列进行分析之前，需要对其进行预处理，检查时间序列是否存在缺失值，对存在缺失值的数据进行替换；对时间序列进行定义^[10-11]；由于时间序列分析方法是建立在序列满足平稳性的条件上的，所以对时间序列进行计算和创建来满足平稳性的要求。

2.2.2 交叉相关性 从交叉相关系数的计算结果(表1)可以看出，最大的交叉相关性出现在延迟0处，为0.986，交叉相关性数值并不关于延迟0处对称，说明农业劳动生产率、农民收入之间存在正向相关关系。

2.3 农业劳动生产率与农民收入的曲线回归模型验证

通过以上分析得知，甘肃农业劳动生产率与农民收入的最大交叉相关性出现在延迟0处。通

表1 农业劳动生产率与农民人均可支配收入的交叉相关性

延迟	交叉相关性	标准错误 ^①
-7	0.331	0.183
-6	0.416	0.180
-5	0.505	0.177
-4	0.593	0.174
-3	0.684	0.171
-2	0.781	0.169
-1	0.883	0.167
0	0.986	0.164
1	0.815	0.167
2	0.703	0.169
3	0.609	0.171
4	0.521	0.174
5	0.438	0.177
6	0.363	0.180
7	0.289	0.183

①基于序列不交叉关联且其中一个序列为白噪声的假设。

过农业劳动生产率与农民收入的曲线回归模型验证，比较立方(U)、二次项(Q)、线性(L)和复合(U)模型发现，立方(U)模型的相关系数最高(R²=0.999)(表2)，可知最优模型为立方模型

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3$$

进一步分析发现，农业劳动生产率与农民收入的曲线回归模型验证结果如下：农业劳动生产

表2 模型摘要和参数估算

方程式	模型摘要					参数估计值			
	R ²	F	df1	df2	显著性	常量	b1	b2	b3
线性(L)	0.973	1 253.019	1	35	0.000	128.639	0.622		
二次项(Q)	0.992	2 246.031	2	34	0.000	-341.076	0.869	-1.539E-5	
立方(U)	0.999	9 845.617	3	33	0.000	19.377	0.557	3.046E-5	-1.625E-9
复合(U)	0.749	104.642	1	35	0.000	625.030	1.000		

因变量：农民收入

率与农民收益之间具有很强的正相关关系, 在 1% 的显著性水平上极显著, 农业劳动生产率的提高能够促进农民收入的增加, 特别是对经营性收入影响极为显著。通过比较, 农业劳动生产率与农民收入之间的最优拟合模型为立方模型, 其回归方程表达式为:

$$y = 19.377 + 0.557x + 3.046 E - 5x^2 - 1.625 E - 9x^3$$

(表3)。

提高农业劳动生产率对增加农民收入具有显著作用, 拟合立方模型得出的数值虽为大概约数, 但是也能预测农业劳动生产率提高一个单位后农民收入的相应增加值, 可为两者之间的定量研究提供参考。

3 结论与讨论

农业劳动生产率是农业生产力的衡量尺度, 通过提高农业劳动生产率, 可以在不增加甚至减少农业劳动力的条件下生产出更多的农产品, 产生更多的产值; 在增加活劳动和物化劳动的条件下, 可使其产生更大的效果, 且提高农业劳动生产率是增加农产品无限度、无止境的有效途径^[8]。农业劳动生产率的提高产生的剩余劳动力大量涌入城市, 其工资性纯收入增长比较大。近年来, 龙头企业、合作社、家庭农场等新型农业经营主体如雨后春笋般出现, 加之“三变改革”等措施的呼应, 农民到新型农业经营主体稳定就业或季节性从业, 也是农民工资性收入增加的原因之一。同时农民以资产或者资金入股加入新型经营主体, 农民变股东的现象日渐增多, 有效促进了农民资产性收入的增加。

通过分析检验, 农业劳动生产率与农民收入之间存在正相关关系, 在 1% 的显著性水平上极显著, 即农业劳动生产率的增收效应显著。农业劳动生产率对农民收入增长产生的影响主要体现在经营性收入提高, 而对工资性纯收入的影响也越

来越大, 对财产性纯收入和转移性纯收入的影响相对较小。农业劳动生产率与农民收入之间的最优曲线函数关系为立方模型, 即农民收入(y)= $19.377+0.557 \times$ (农业劳动生产率) $+3.046 E-5 \times$ (农业劳动生产率) $^2-1.625 E-9$ (农业劳动生产率) 3 。单位农业劳动生产率的提高, 农民收入水平得到相应的提高。通过数学表达式的计算, 可以定量估算两者之间的变化数值, 从而定量分析研究农业劳动生产率与农民收入之间的相关关系。影响农业劳动生产率高低的因素来自于自然、经济、技术、社会等各个方面, 协调优化各要素对提升农业生产率的作用机制、综合叠加各要素对提升农业生产率的作用效果, 促使各要素共同发力并且形成强大合力, 是农业生产、经营管理、政策制定者都应密切关注的首要内容, 特别是对农业科技创新和农业人才培养应十分重视。

今后应提高农业劳动力的专业化程度, 不断扩大农村新型职业农民规模、实用性人才规模, 有效推进职业教育、大学教育的大众化, 培养更多高素质青年投入到农业生产之中。现代农业发展离不开掌握现代科学技术的专业化管理者、劳动者, 通过社会待遇提升、户籍管理政策优惠、灵活的人事制度设计等措施支持农业企业实体引进农业科技和管理人才^[11]。同时促进农业经营的规模化发展, 甘肃应当用现代农业、特色农业的新思维来谋划全省农业发展的新途径, 推动农业要素有序流转^[12-15], 在农地制度的核心政策方面, 可以允许有条件的地区在土地持股、土地储备、土地托管等方面试点改革, 加快新型现代农业管理实体的培育, 切实提高农业规模经营水平^[16-19]。大力提升农业发展的现代化水平^[20-22], 充分发挥自身优势, 利用发展战略机遇, 摒弃传统思维模式和落后发展理念, 用新思维谋划全省农业现代化发展路径及策略, 构建现代农业生产经营体系,

表 3 立方模型的系数检验

	非标准化系数		标准系数 Beta	T	显著性
	B	标准错误			
农业劳动生产率	0.557	0.025	0.883	22.051	0
(农业劳动生产率) ²	3.046E-5	0.000	0.826	8.974	0
(农业劳动生产率) ³	-1.625E-9	0.000	-0.798		
常量	19.377	40.330		0.480	0.634

特别要注重农业劳动的专业化水平、农业经营的规模化程度、农业生产的智能化演进,大力推动农民收益的大幅度提升^[23-25]。

参考文献:

- [1] 魏胜文, 乔德华, 张东伟. 甘肃农业科技发展研究报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2016.
- [2] 李秉龙, 薛兴利. 农业经济学[M]. 北京: 中国工业出版社, 2019.
- [3] 胡青江, 陈 彤, 邓羽佳. 中国农业劳动生产率的时空演化、区域差异及收敛特征[J]. 统计与决策, 2022, 38 (8): 5-10.
- [4] 高 帆. 农业劳动生产率提高的国际经验与中国的选择[J]. 复旦学报(社会科学版), 2015, 57(1): 116-124.
- [5] BAETEN S. Rising inequalities in income and health in China: Who is left behind?[J]. Journal of Health Economics, 2013, 32(6): 1214-1229.
- [6] 方 敏. 财政支农支出、农业生产率与农民收入增长研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2021.
- [7] ABRO Z A, ALEMU B A, HANJRA M A. Policies for agricultural productivity growth and poverty reduction in rural Ethiopia[J]. World Development, 2014, 59(3): 461-474.
- [8] 王亚辉, 李秀彬, 辛良杰. 农业劳动生产率的提高缩小了农村居民收入差距吗?[J]. 自然资源学报, 2018, 33(3): 372-385.
- [9] 王 健, 胡美玲. 农村投资、农业生产率对农民收入影响的实证检验[J]. 统计与决策, 2019, 35(17): 100-104.
- [10] 李 昕, 张明明. SPSS 22.0 统计分析从入门到精通[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
- [11] 蔡 伟, 原云霄. 我国农业劳动生产率影响因素实证研究[J]. 青岛农业大学学报(社会科学版), 2019, 31(4): 39-46.
- [12] 魏胜文, 乔德华, 张东伟. 甘肃农业现代化发展研究报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2019.
- [13] 李永东. 农业经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015.
- [14] 刘山峰. 共同富裕目标下土地流转的增收效应研究[D]. 郑州: 河南财经政法大学, 2024.
- [15] 姚建阳. 财政支农支出、农业生产率对农民收入增长影响研究[J]. 统计与管理, 2022, 37(4): 4-10.
- [16] 鞠 琪, 蔡子文, 白玉龙, 等. 人工智能技术在农业机械中的应用研究进展[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(2): 123-127.
- [17] 王化冰. 大数据背景下农业信息化应用体系构建和平台建设研究[J]. 计算机与数字工程, 2017, 45(11): 2322-2325.
- [18] 张建平. 加快布局科技创新链 助推甘肃省油料产业高质量发展[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(6): 491-494.
- [19] 邓 瑶. 财政支农对农民收入增长的影响研究[D]. 武汉: 中南财经政法大学, 2021.
- [20] 魏瑾瑜, 杜 典, 刘 芬, 等. 嘉峪关市设施果树产业现状及高质量发展对策[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(12): 1097-1101.
- [21] 李明泽, 李国锋, 韩心宇, 等. 基于马铃薯鲜薯薯泥的食品加工技术研究进展[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(11): 996-1001.
- [22] 张 荣. 现代寒旱农业技术创新的实践与启示[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 594-597.
- [23] 张 艳, 黄景章. 农业技术进步促进农民增收的实证研究——以四川省为例[J]. 统计与管理, 2015(5): 31-34.
- [24] 关浩杰. 收入结构视角下我国农民收入问题研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2013.
- [25] 张 杰. 吉林省农业技术进步与农民收入的实证研究[D]. 长春: 吉林农业大学, 2012.