

数字经济背景下农产品供应链发展研究

——驱动机理与实证检验

刘 涛, 刘峻兵, 罗 颖

(茂名职业技术学院 经济管理系, 广东 茂名 525000)

摘 要: 全面深入分析数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素及其作用机理, 提出合理有效的发展对策, 对全面推进乡村振兴具有重要意义。文章依据数字经济的推动效应和农产品供应链运作的内涵, 建立数字经济背景下农产品供应链的运作框架, 提炼出农产品供应链发展的驱动因素, 并以茂名市为例, 采用结构方程模型对农产品供应链发展的驱动机理进行研究。研究表明: 按照驱动效应的大小, 农产品供应链发展的驱动因素由大到小依次为发展环境、数字技术、协同运营、基础设施、质量管控; 发展环境、数字技术通过协同运营这一中介变量对农产品供应链发展产生间接驱动。据此, 文章提出完善发展环境和基础设施, 以数字技术推进农产品供应链运营协同, 持续加强质量管控的建议。

关键词: 数字经济; 农产品供应链; 驱动因素; 结构方程模型; 数字技术; 乡村振兴

中图分类号: F121; F326 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-3083(2023)05-0063-11

2022年5月, 中华人民共和国财政部、商务部发布《关于支持加快农产品供应链体系建设, 进一步促进冷链物流发展的通知》, 明确提出加快农产品供应链体系建设, 进一步提高农产品流通效率和现代化水平^[1]。农产品供应链在促进农业生产、降低农产品流通成本等方面发挥着重要作用, 是全面推进乡村振兴的重要抓手。

当前, 大数据、物联网、人工智能等新一代数字技术不断催生新模式、新业态, 为推动传统农产品供应链向现代化农产品供应链演变提供了契机。在国家“十四五”规划纲要中, 提出加快推进农业生产经营和管理服务数字化改造^[2]。2022

年1月, 国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》, 提出以数字化知识和信息作为关键生产要素, 优化经济结构的的活动过程, 强调要提升农业生产、加工、销售、物流等各个环节的数字化水平^[3]。数字经济作为一种全新的经济形态和资源配置方式, 已成为国民经济发展的新动能, 不断助推农产品供应链的现代化进程。

茂名市作为广东省首个农业产值超千亿元的地级市, 正致力于推动农业由“大”向“强”转型发展。2022年以来, 茂名市以“五棵树一条鱼一桌菜”(五棵树为荔枝、龙眼、沉香、化橘红、三华李, 一条鱼即罗非鱼, 一桌菜即预制菜产业)

收稿日期: 2023-04-24; **修订日期:** 2023-06-25

基金项目: 广东省哲学社会科学规划 2021 年度粤东西北专项“基于 PVAR 理论的粤西地区农产品跨境电商产业提升应用研究”(GD21YDXZYJ03); 2021 年度广东省教育科学规划课题(高等教育专项)“乡村振兴战略下欠发达地区高职商贸类专业群与农产品流通产业协同发展研究”(2021GXJK686); 2022 年度广东省普通高校毕业生创新人才类项目“计划行为理论视角下消费者有机食品购买影响机制研究”(2022WQNCX235)

作者简介: 刘涛(1982—), 男, 广东茂名人, 茂名职业技术学院经济管理系讲师, 研究方向为农产品供应链管理、物流系统规划; 刘峻兵(1977—), 男, 广东茂名人, 茂名职业技术学院经济管理系讲师, 研究方向为农产品供应链管理; 罗颖(1993—), 女, 四川雅安人, 茂名职业技术学院经济管理系助教, 研究方向为农产品流通。

为抓手,着力构建现代农业产业体系,推动茂名市农业优质高效发展^[4]。茂名市应抓住数字经济发展契机,促进农产品供应链高质量发展。在此背景下,顺应数字经济发展趋势,深挖农产品供应链发展的驱动因素及其作用机理,找准农产品供应链高质量发展路径,成为全面推进乡村振兴过程中亟待解决的重点问题。

一、文献回顾

(一)对数字经济与农产品供应链的关系研究

当前,关于数字经济与农产品供应链的关系研究主要集中在两个方面:一方面是数字经济赋能农产品供应链发展。例如,Maya等指出借助大数据分析技术确保供应链运作过程的质量安全和可持续发展^[5];Poppe等认为,提高农产品供应链成员之间的信息集成程度可以优化供应链活动^[6];白世贞等提出数字技术可以助力农产品零售线上线下数字化运营、降低农产品流通损耗、确保农产品质量安全^[7]。另一方面是数字经济背景下农产品供应链优化路径。已有研究从加强农产品流通设施建设、深化各主体间的分工与合作、构建信息共享平台、提升供应链标准化运行水平等方面提出了优化建议^[8-11]。

(二)对农产品供应链发展的量化研究

Liang等运用Grey-DEMATEL方法,建立和分析农产品供应链影响因素关系矩阵^[12];王羨等针对数字经济视角下农产品流通体系效率的影响因素构建模型,进行多元线性回归分析^[13];曾庆均等运用基准模型、中介效应模型、面板门槛模型、空间滞后模型,分析数字经济对农产品流通现代化的影响^[14];程羽等运用ROF模型构建农产品供应链绩效评价指标体系,采用区间层次分析法结合模糊综合评价法进行综合评价^[15];杨维霞等运用耦合模型对“智慧+共享”农产品供应链的耦合程度进行评价分析^[16]。

(三)对已有文献的述评

通过梳理已有文献得知,目前关于数字经济背景下农产品供应链领域的研究多集中在优化路

径、影响因素、绩效评价等方面,较少对农产品供应链发展的驱动机理进行实证分析。因此,本文提炼数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素,以茂名市为例,深度分析驱动因素间的结构关系以及对农产品供应链发展的作用路径和作用程度,进一步探讨数字经济背景下农产品供应链高质量发展的对策建议。

二、理论分析与模型选择

(一)理论分析

1. 数字经济的推动效应

在数字经济背景下,农产品供应链各环节之间通过信息共享、相互协作,以确保全流程的物流、资金流、信息流高效运转,降低供应链运作成本,提高供应链运作效率和质量安全。

(1)提升运作效率。借助数字技术强大的数据获取和分析能力,农产品供应链全渠道产生的各类经营数据得以整合,各经营主体可实现数据共享,协同完成从采购、加工、仓储到运输、销售、退货、售后等业务环节,提升供应链运作效率。

(2)降低运作成本。以数字技术为基础,一方面,通过电商平台拓宽农产品销售范围,以规模效应,降低单位成本;另一方面,利用大数据平台对接农产品供应链的众多经营主体,解决中间环节多、信息不对称等问题,降低信息搜寻、签约、监控等环节的成本。

(3)提高运作质量。通过数字技术的深入应用,农产品供应链各环节实现数据自动获取、全方位实时监控、质量可追溯等功能,降低农产品流通损耗,确保农产品质量安全。

2. 农产品供应链运作的内涵

农产品供应链,是指在农产品的生产及流通过程中,涉及将产品或服务提供给最终用户的上游与下游企业间所形成的网链结构。农产品供应链运作涵盖多个环节,涉及多方主体,农产品加工商从上游供应商处获取初级农产品后,结合下游销售商提供的市场信息进行进一

步加工，并将符合需求的农产品转移至销售商，最终来到消费者手中。

农产品供应链运作离不开运作主体(农民专业合作社、加工商、销售商、物流服务商等)、运作载体(基础设施、数字技术等)、运作环境(政策和资金支持、质量监管)等要素的相互作用，它们的协同程度和运转效率极大地影响着农产品供应链的发展水平。

3. 数字经济背景下农产品供应链运作框架

依据数字经济的推动效应和农产品供应链运作的内涵，建立数字经济背景下农产品供应链运作框架，如图 1 所示。

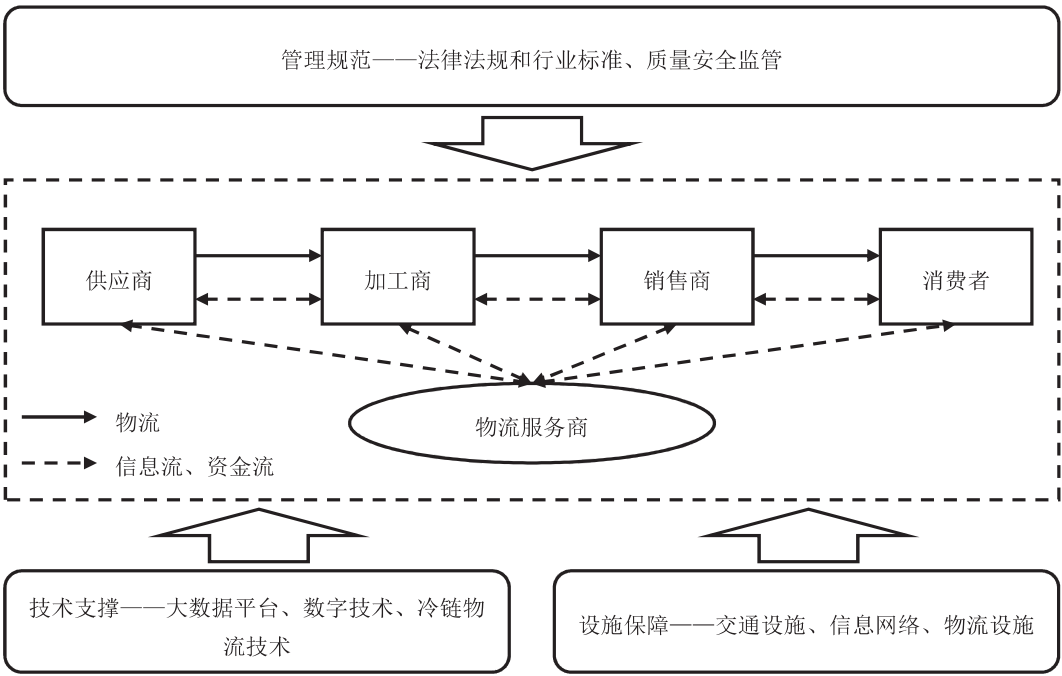


图 1 数字经济背景下农产品供应链运作框架

数字经济背景下，农产品供应链运作以消费者需求为导向，在数字技术支持下，依托相关基础设施，连接供应商、加工商、销售商、物流服务商以及政府监管机构、检疫机构等，实现数据共享、业务协同、高效运转，最终为消费者提供高质量的农产品和服务。数字经济背景下农产品供应链运作框架的内容如下：

(1) 建设农产品供应链大数据平台，深化人工智能、物联网等数字技术应用，完善冷链物流技术，实现农产品供应链全流程数据化、智能化。

(2) 完善基础设施保障，建设通畅的农产品产区交通体系、广泛覆盖的信息网络、专业化的现代农产品物流设施等。

(3) 制订和完善相关法律法规和行业标准，由相关监管机构借助数字技术，对农产品供应链各

环节实施全方位质量监管。

(4) 农产品销售商基于消费者需求大数据分析，优化营销方案，提高供求匹配度，并向上游实时反馈市场数据。

(5) 供应商、加工商根据大数据平台上从销售终端获取的相关市场数据，完成订单式生产加工。

(6) 物流服务商借助大数据平台实时获取农产品流通运营数据，通过冷链物流资源的整合及科学调配，实施一体化运作，高效安全完成农产品流转。

4. 数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素

基于数字经济背景下农产品供应链运作框架，从质量管控、数字技术、协同运营、发展环境和基础设施等 5 个方面探究数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素，如表 1 所示。

表 1 数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素

驱动因素		因素解释
质量 管控	农产品生产流通标准化	标准化是加强农产品质量管控，确保质量稳定的重要举措
	农产品生产加工现代化	生产加工的专业化、精细化，可保障农产品质量，提升其附加值，满足差异化需求
	农产品质量管控体系建设	完善的农产品质量管控体系是确保农产品供应链全环节可监控、可管理的重要保障
基础 设施	农村交通设施建设	农村道路通畅水平和承载能力极大地影响着供应链的运作规模和效率
	农村信息网络建设	完善的信息网络是提高信息获取和流转效率、支撑现代化农产品供应链运作的重要抓手
	农产品物流设施建设	现代化农产品物流设施是实现物流运营一体化的重要基础
协同 运营	农产品物流运营现代化	物流运营数字化、专业化、协同化是提升农产品供应链运作效率的重要支撑
	农产品销售现代化	农产品销售的线上线下双渠道融合是提升购物体验、优化末端配送的关键举措
	经营主体组织协同	各经营主体之间强化组织协同，得以确保各环节有效衔接，促进供应链一体化运作
数字 技术	冷链物流技术应用	完善的冷链物流技术可全程保障农产品质量安全与品质稳定
	大数据平台建设	大数据平台实现全链条运营信息的实时共享和智能决策
	数字技术应用	数字技术是推动农产品供应链实现现代化升级的核心因素
发展 环境	相关法规和行业标准建设	完善相关法规和行业标准，确保农产品供应链规范化运作和农产品质量安全
	政府的政策和资金支持	用地、税收、融资、技术升级等方面的政策和资金支持助推农产品供应链实现数字化升级
	农产品供应链专业人才供给	专业人才供给极大地影响着供应链的运作水平和发展空间

根据各驱动因素的作用，结合文献研究和项目组推论，本文对数字经济背景下农产品供应链发展的驱动机理分析提出如下研究假设，如表 2 所示。

表 2 研究假设

研究假设	研究假设
H1：发展环境对基础设施有正向影响	H6：数字技术对农产品供应链发展有正向影响
H2：发展环境对数字技术有正向影响	H7：基础设施对农产品供应链发展有正向影响
H3：发展环境对协同运营有正向影响	H8：发展环境对农产品供应链发展有正向影响
H4：数字技术对协同运营有正向影响	H9：质量管控对农产品供应链发展有正向影响
H5：基础设施对质量管控有正向影响	H10：协同运营对农产品供应链发展有正向影响

(二)模型选择

由于驱动机理分析是一项系统性研究，各驱动因素之间的关系较为复杂，涉及难以直接准确测量的潜变量，因此采用结构方程模型分析各因素之间传导关系的显著性与效应值，探究驱动因素对农产品供应链发展的作用路径和作用程度。结构方程模型是包括一组自变量和一个或多个因变量的定量模型，通过寻找变量之间内在的结构关系，以验证某种结构关系或模型假设是否合理、模型是否正确，

适用于解决包含间接关系的多变量相依性问题。结构方程模型由测量模型和结构模型组成。

(1) 结构模型用于描述潜变量之间的关系，其表达式为： $\eta=B\eta+I\xi+\zeta$ 。(1)

其中， η 是内生潜变量， ξ 是外生潜变量， B 表示内生潜变量之间的作用系数， I 表示外生潜变量对内生潜变量影响的作用系数， ζ 为结构方程残差项，反映模型中未能解释 η 的部分。

(2) 测量模型用于描述观测变量与潜变量之间

的关系，其表达式为：

$$y=\Lambda_y\eta+\varepsilon, \tag{2}$$

$$x=\Lambda_x\xi+\delta. \tag{3}$$

其中， y 是内生潜变量对应的观测变量， x 是外生潜变量对应的观测变量， Λ_y 是 y 在 η 上的因子负荷矩阵， Λ_x 是 x 在 ξ 上的因子负荷矩阵， δ 与 ε 是测量误差。

三、实证分析

（一）数据来源和描述性统计分析

本文以结构方程模型为工具，对农产品供应链发展的驱动机理进行实证分析，选取 18 个观测变量，其中农产品供应链运作效率 Y_1 、农产品供应链运作成本 Y_2 和农产品供应链运作质量 Y_3 等 3 个变量用于衡量农产品供应链发展水平，其余 15 个观测变量对应表 1 中的农产品供应链发展的具体驱动因素。该分析采用问卷调查的形式收集数据，调查范围涵盖茂名市农产品流通领域的经营主体（农民专业合作社、农产品加工企业、农产品

销售企业、涉农物流企业等）、高校相关院系、农业农村局等相关机构，调查对象包括企业管理人员、行业专家学者、政府管理人员，本研究共发放问卷 216 份，回收有效问卷 181 份，问卷有效率为 83.8%。

调查采用李克特 7 级量表进行测量，将每个题项的选项设为“非常不同意、不同意、不太同意、不确定、比较同意、同意、非常同意”，对应分值为：1~7 分。运用 SPSS 25.0 对测量题项的平均值和标准差进行分析，结果如表 3 所示。15 个驱动因素测量指标的均值都大于 4 分，其中 10 个指标的均值在 4~5 分，反映出目前驱动茂名市农产品供应链发展的大部分因素仍有较大改善空间，尤其是农产品供应链专业人才供给、农村交通设施建设、农产品物流设施建设、冷链物流技术应用、数字技术应用等。农产品供应链发展水平测量指标的均值都在 4.8 分左右，说明目前茂名市农产品供应链运作的效率、成本和质量水平比较均衡，已具备一定的基础，但仍有较大的提升空间。

表 3 描述性统计分析

类别	观测变量		均值	标准差
	变量编号	测量题项		
农产品供应链发展的驱动因素	X_1	农产品生产流通标准化程度高	5.19	0.876
	X_2	农产品生产加工现代化程度高	5.98	0.683
	X_3	农产品质量管控体系建设完善	4.72	0.995
	X_4	农村交通设施建设完善	4.35	1.083
	X_5	农村网络建设完善	5.03	1.171
	X_6	农产品物流设施建设完善	4.54	1.057
	X_7	农产品物流运营现代化程度高	5.03	1.051
	X_8	农产品销售现代化程度高	4.60	1.036
	X_9	经营主体组织协同水平高	4.60	1.104
	X_{10}	冷链物流技术应用水平高	4.52	0.879
	X_{11}	大数据平台建设完善	4.96	0.924
	X_{12}	数字技术应用水平高	4.55	0.957
	X_{13}	相关法规和行业标准建设完善	4.64	1.192
	X_{14}	政府的政策和资金支持力度大	5.12	1.172
	X_{15}	农产品供应链专业人才供给水平高	4.28	1.171
农产品供应链发展水平	Y_1	农产品供应链运作效率高	4.87	0.756
	Y_2	农产品供应链运作成本低	4.80	0.726
	Y_3	农产品供应链运作质量高	4.84	0.776

(二)因子分析

首先采用 SPSS 25.0 对数据进行 KMO(取值 0~1)检验和 Bartlett 球形检验,结果显示:KMO 值为 0.831,显著性水平值为 0,表明各观测变量数据有效,适合作因子分析。然后根据特征值大于 1 的原则,采用主成分分析进行因子提取,并采用最大方差法进行正交旋转,最终提取 5 个公共因子,累计

方差贡献率为 91.37%,说明可解释原始数据的大部分信息所提取的因子是可接受的。15 个观测变量与因子之间的载荷量如表 4 所示,5 个因子包含的观测变量的载荷量均大于 0.8,说明因子的内部收敛度很好。最后将 5 个因子分别命名为“质量管控”“数字技术”“协同运营”“发展环境”和“基础设施”,并作为结构方程模型中的潜变量。

表 4 各观测变量与公共因子之间的载荷量

观测变量	因子				
	质量管控	数字技术	协同运营	发展环境	基础设施
农产品生产流通标准化 X_1	0.925	0.090	0.018	0.134	0.187
农产品生产加工现代化 X_2	0.940	0.084	0.058	0.107	0.145
农产品质量管控体系建设 X_3	0.931	0.090	0.040	0.096	0.141
农村交通设施建设 X_4	0.198	0.179	0.130	0.211	0.854
农村网络建设 X_5	0.142	0.087	0.176	0.286	0.860
农产品物流设施建设 X_6	0.206	0.140	0.135	0.247	0.901
农产品物流运营现代化 X_7	0.059	0.224	0.914	0.193	0.143
农产品销售现代化 X_8	0.061	0.134	0.914	0.127	0.101
经营主体的组织协同 X_9	-0.002	0.162	0.885	0.226	0.171
冷链物流技术应用 X_{10}	0.093	0.926	0.169	0.173	0.086
大数据平台建设 X_{11}	0.088	0.902	0.181	0.139	0.116
数字技术应用 X_{12}	0.097	0.924	0.158	0.149	0.175
相关法规和行业标准建设 X_{13}	0.156	0.186	0.228	0.879	0.282
政府的政策和资金支持 X_{14}	0.099	0.155	0.192	0.864	0.297
农产品供应链专业人才供给 X_{15}	0.147	0.186	0.193	0.882	0.207

(三)结构方程模型实证分析

1. 模型检验

(1) 信度与效度检验。经检测,总量表的 Cronbach α 系数为 0.937,如表 5 所示;各个潜变量的 α 系数均大于 0.9(大于 0.6 表示可接受),说明此量表具有极好的可靠性和稳定性。各潜变量的组成信度 CR (composite reliability,CR) 均大

于 0.9(大于 0.6 表示可接受),表明本模型的信度达到要求,模型的内在质量理想,具有良好的内容效度。各潜变量的平均变异萃取量 AVE (average variance extracted,AVE) 均大于 0.7 (大于 0.5 表示可接受),说明该模型的建构效度良好。综上所述,本量表的信度与效度均符合相关标准,适合开展下一步研究。

表 5 模型信度与效度检验结果

潜变量	α 系数	组合信度	平均变异萃取量
发展环境	0.959	0.907	0.766
基础设施	0.939	0.905	0.760
数字技术	0.955	0.941	0.842
质量管控	0.941	0.952	0.869
协同运营	0.945	0.931	0.818
发展水平	0.937	0.960	0.889

(2) 整体模型拟合检验。运用 AMOS 26.0，将数据导入结构方程模型，得到该模型的拟合指数如表 6 所示，从表 6 的结果可知模型与数据的整体拟合程度良好。

表 6 模型整体拟合度检验结果

项目	拟合指标						
	卡方 自由度比	近似误差 均值方根	比较 拟合指数	增量 拟合指数	正态 拟合指数	非正态 拟合指数	简约 拟合指数
本模型 拟合指数	2.026	0.076	0.969	0.969	0.941	0.962	0.641
拟合指数 评价标准	<3.00	<0.08	>0.90	>0.90	>0.90	>0.90	>0.50
评价结果	理想	理想	理想	理想	理想	理想	理想

(3) 假设检验。表 7 的结果显示，研究假设 H1 ~ H10 均通过 1% 的显著性检验，验证了各假设成立。由表 7 和图 2 可知结构方程模型的标准化路径系数，具体情况如下：

1) 潜变量“发展环境”显著正向影响潜变量“基础设施”“数字技术”和“协同运营”，标准化路径系数分别是 0.575、0.421 和 0.370。首先，相关法规和行业标准建设为农产品供应链发展所需的基础设施建设、数字技术推广应用以及各环节运营协同界定基本准则，明确运作标准。其次，政府通过提供政策和资金支持，完善相关基础设施和数字技术应用，助推农产品供应链各环节的协同运营。最后，专业人才供给是基础设施、数字技术、协同运营体系等实现高质量建设和运转的重要保障。

2) 潜变量“数字技术”显著正向影响潜变量“协同运营”，标准化路径系数是 0.274。数字技术的深度应用助推供应链各环节共享数据、协同运作，提升农产品供应链各主体之间的组织协同程度，促进线上线下双渠道营销，推动物流服务商优化资源配置。

3) 潜变量“基础设施”显著正向影响潜变量“质量管控”，标准化路径系数是 0.409。现代化基础设施是保障农产品生产流通标准化运作，促进生产加工规模化、专业化、规范化和精细化，完善农产品质量管控体系的硬件基础。

4) 潜变量“数字技术”显著正向影响农产品供

应链的发展水平，标准化路径系数是 0.350。完善的冷链物流技术可保障农产品质量安全与品质稳定，大数据平台和相关数字技术应用实现了信息实时共享和智能分析决策，提升了供应链的运作效率。

5) 潜变量“基础设施”对农产品供应链发展水平有显著正向影响，标准化路径系数是 0.325。首先，农村交通基础设施的承载能力和通行效率极大地影响着农产品供应链的运作规模和效率。其次，完善的农村信息网络对于提高信息流转效率，支撑现代化供应链运作意义重大。最后，现代化农产品物流设施推进物流运营一体化，保障农产品流通质量。

6) 潜变量“发展环境”显著正向影响农产品供应链的发展水平，标准化路径系数是 0.170。通过完善相关法规和行业标准、加大政府的政策和资金支持力度、保障专业人才供给等措施，确保农产品供应链规范化运作，实现供应链数字化升级。

7) 潜变量“质量管控”对农产品供应链发展水平有较显著正向影响，标准化路径系数是 0.180。一方面，农产品生产流通专业化和标准化可保障农产品供应链运作质量；另一方面，完善的农产品质量管控体系确保供应链各个环节可追溯、可监管。

8) 潜变量“协同运营”显著正向影响农产品供应链发展水平，标准化路径系数是 0.422。农产品物流运营专业化、农产品销售现代化和各经营主体组织协同，推动农产品供应链一体化运作，提升农产品供应链运转效率。

表 7 结构方程模型假设检验结果

结构方程模型假设路径	标准化路径系数	标准误差	临界比值	显著性	检验结果
H1: 基础设施←发展环境	0.575	0.053	8.614	***	成立
H2: 数字技术←发展环境	0.421	0.049	5.922	***	成立
H3: 协同运营←发展环境	0.370	0.062	5.106	***	成立
H4: 协同运营←数字技术	0.274	0.090	3.722	***	成立
H5: 质量管控←基础设施	0.409	0.050	5.619	***	成立
H6: 发展水平←数字技术	0.350	0.024	11.628	***	成立
H7: 发展水平←基础设施	0.325	0.023	9.909	***	成立
H8: 发展水平←发展环境	0.170	0.017	5.534	***	成立
H9: 发展水平←质量管控	0.180	0.026	7.189	***	成立
H10: 发展水平←协同运营	0.422	0.021	13.220	***	成立

注：“←”表示直接影响，***表示 $P<0.001$ 。

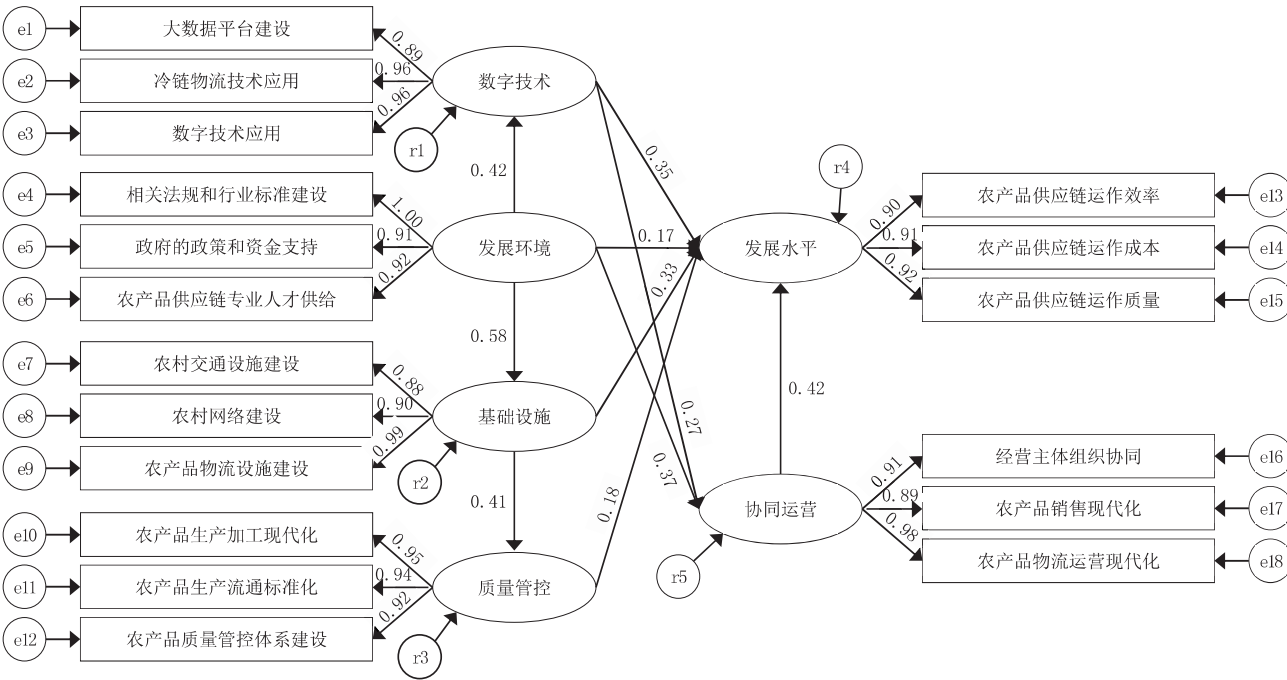


图 2 结构方程模型标准化路径结果

2. 分析结论

根据各潜变量之间的路径系数分析不同潜变量之间的作用路径及效应值，探究各要素的驱动程度，结果如表 8 所示，按照驱动效应的大小，农产品供应链发展的驱动因素由大到小依次为发展环境、数字技术、协同运营、基础设施、质量管控，具体分析结论如下。

(1) “发展环境”对农产品供应链发展水平的

直接效应为 0.170，通过“基础设施”“数字技术”“协同运营”对“发展水平”的间接效应为 0.581，总效应为 0.751，表明“发展环境”每提升 1 个单位，“发展水平”即提升 0.751 个单位，“发展环境”是总效应最大的驱动因素。“发展环境”虽然对农产品供应链发展的直接驱动效应不大，但是其通过直接影响农产品供应链的基础设施、数字技术、协同运作体系的建设和运营，进

而对农产品供应链发展产生间接驱动效应，成为驱动农产品供应链发展的关键基础因素。

(2) “数字技术”对农产品供应链发展水平的直接效应为 0.350，通过“协同运营”对“发展水平”的间接效应为 0.115，总效应为 0.465。一方面，数字技术应用推动农产品供应链各环节的数据整合和业务协同运营，进而提升供应链运作效率；另一方面，数字技术是促进农产品供应链现代化升级的关键要素。

(3) “协同运营”对农产品供应链发展水平的直接效应为 0.422，总效应为 0.422，说明“协同运营”对农产品供应链发展存在最显著的直接驱动效应。在现代数字技术支持下，农产品供应链各主体通过建立稳固的协作关系，促进运营一体化，从而全面提升农产品供应链

发展水平。

(4) “基础设施”对农产品供应链发展水平的直接效应为 0.325，通过“质量管控”对“发展水平”的间接效应为 0.074，总效应为 0.399。基础设施建设在一定程度上影响着农产品质量管控的实施和完善，也是提升农产品供应链运作效率和运作质量的重要基础。

(5) “质量管控”对农产品供应链发展水平的直接效应为 0.180，总效应为 0.180，总驱动效应相对最小。现阶段，质量管控体系对茂名市农产品供应链发展的驱动效用尚未得到明显体现，这在一定程度上表明目前茂名市或许尚未构筑起成熟的农产品供应链质量管控体系。随着消费者质量安全意识的不断增强，质量管控将日益成为农产品供应链发展的重要驱动因素。

表 8 结构方程模型各潜变量之间的效应值

路径关系	直接效应	间接效应	总效应
基础设施←发展环境	0.575	0	0.575
数字技术←发展环境	0.421	0	0.421
协同运营←发展环境	0.370	0.115	0.485
协同运营←数字技术	0.274	0	0.274
质量管控←基础设施	0.409	0	0.409
发展水平←数字技术	0.350	0.115	0.465
发展水平←基础设施	0.325	0.074	0.399
发展水平←发展环境	0.170	0.581	0.751
发展水平←质量管控	0.180	0	0.180
发展水平←协同运营	0.422	0	0.422

四、发展对策

(一)完善支撑数字化农产品供应链运作的发展环境和基础设施

1. 完善相关法规和行业标准

政府应完善农产品生产加工、冷链物流、销售、数字技术应用等领域的相关法律法规，严格把控企业资质，加强农产品质量安全监管。此外，政

府应牵头设立标准化管理机构，为涉农经营主体在标准化建立和执行方面提供政策解读、技术指导等服务，引导企业建立和完善一系列执行标准。

2. 加大政策和资金支持力度

一方面，政府应通过统筹规划、财政补贴等手段，加大对农产品产区的道路交通、信息网络、农产品初加工冷库和农产品物流中心等基础设施建设以及数字技术推广应用的支持力度。另一方

面,政府应通过设备购置补贴、税收优惠、土地优惠、金融服务等手段,加强对农产品龙头企业的培育^[17]。借助龙头企业的引领带动作用,推动农产品供应链各经营主体的协同运营。

3. 加强数字化农产品供应链专业人才的培养和引进

首先,政府应引导相关企业与大中专院校积极合作,采取订单式培养、现代学徒制等方式,精准培养企业所需的数字化农产品供应链运营人才。其次,政府可通过组织高校或行业专家,以线上和线下相结合的方式,为相关从业人员提供专项培训,如智慧供应链管理、农产品网店运营、数字化技术应用等。最后,政府通过贷款优惠、人才津贴、社会服务保障等措施,吸引相关人才返乡就业创业。

(二)以数字技术推进农产品供应链协同运营

1. 提升农产品供应链数字化程度

在政府的统筹规划和支持下,各经营主体应结合实际情况,分阶段开展数字化升级,逐步引入射频识别、温度传感、视频感知、机器人等数字技术,实现自动识别、远程实时监测、智能管控等功能。在此基础上,各主体借助大数据、云计算等手段,将各节点数据“上云”处理,通过大数据平台整合各环节运营数据,实现共享信息、协同运作。

2. 提升农产品供应链组织协同程度

一方面,政府应加强培育农民新型合作经济组织,提高农户组织化程度,促进规模化生产,提升农产品供应稳定性^[18]。另一方面,龙头企业以契约、联盟、兼并等方式,联合供应链各独立经营主体,通过数据共享、利益协调、成本分担等手段,共同推动农产品供应链各环节紧密衔接。

3. 提升农产品物流运营一体化程度

在组织协同的前提下,大数据平台根据区域内多家涉农物流服务商的资源配置情况,对农产品流通过程中的业务数据进行整合分析,科学调配各方物流设施和设备,助推各物流企业提供一体化专业物流服务^[19]。

4. 提升农产品销售现代化程度

以物联网、AR/VR等数字技术赋能线下销售终端,促进线上和线下双渠道融合,实现配送、售后、信息获取等服务与产品深度整合,提升消费者购物体验,满足定制化、多元化的产品和服务需求^[20]。

(三)加强数字化农产品供应链质量管控

1. 提高农产品生产加工质量

以组织协同为抓手,按照统一执行标准,农产品加工企业利用精深加工设备和数字技术,持续提升农产品生产加工的规模和质量。

2. 完善农产品质量管控体系

一方面,政府主导建立完善的农产品质量监控机制,加大对农产品生产流通的市场监管、检验检疫和违规处理力度,确保各经营主体开展规范化运营。另一方面,借助数字技术,政府引导各主体共建农产品质量可追溯机制,并对全流程运营数据采集进行规范与监督,确保质量可追溯的真实性、完整性和规范性。

五、结 语

文章首先依据数字经济的推动效应和农产品供应链运作的内涵,构建数字经济背景下农产品供应链运作框架,提炼出数字经济背景下农产品供应链发展的驱动因素。其次采用结构方程模型分析和测度驱动因素之间传导关系的显著性与效应值,明确驱动因素对农产品供应链发展的作用路径和作用程度。研究结果表明:第一,“发展环境”的总效应最高,是驱动农产品供应链发展的关键要素;第二,“协同运营”对农产品供应链发展存在显著的直接驱动效应;第三,“发展环境”和“数字技术”不仅直接驱动农产品供应链的发展,而且还通过“协同运营”这一中介变量产生间接驱动。最后基于研究结果提出了一系列推动农产品供应链发展的对策与建议。

文章采用结构方程模型研究数字经济背景下农产品供应链发展的驱动机理,构建了比较完整

的分析理论框架,在一定程度上丰富和完善了农产品供应链发展的理论研究。文章提出的针对性发展建议,对于促进农产品供应链创新,推动数字经济背景下农产品供应链高质量发展具有一定的参考价值。但文章仍存在一些不足:第一,样本范围不足。由于本次研究是以茂名市为例,相较于更大范围的农产品供应链运作情况,调查研究的代表性不够充分,研究结果的适用范围受到一定的限制。第二,驱动因素不足。由于影响农产品供应链发展的驱动因素很复杂,且数字经济背景下的供应链发展与时俱进、日益变化,所以仍存在其他因素对数字经济背景下农产品供应链发展产生驱动效应,今后需要针对上述不足进行完善和进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 财政部办公厅,商务部办公厅. 关于支持加快农产品供应链体系建设 进一步促进冷链物流发展的通知[EB/OL]. (2022-06-01) [2022-10-10]. http://jsz.mof.gov.cn/zhengcefagui/202206/t20220601_3815087.htm.
- [2] 新华社. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13) [2022-10-12] http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [3] 国务院. 关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知[EB/OL]. (2022-01-12) [2022-10-12]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/12/content_5667817.htm.
- [4] 詹翔闰,全良波,赖宣任,等. 茂名 向海而兴书写产业强市新篇章[N]. 羊城晚报,2022-05-22(T58).
- [5] MAYA G P S, BHARGAVI R C. Big Data Challenges and Opportunities in Agriculture [J]. International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems (IJAIS), 2020(1): 48-66.
- [6] KRIJN J, SJAAK W, COR V, et al. Information and Communication Technology as a Driver for Change in Agri-food Chains [J]. EuroChoices, 2013(1): 60-65.
- [7] 白世贞,黄绍娟. 数字经济赋能农产品供应链管理转型升级[J]. 商业经济研究, 2021(19): 137-140.
- [8] 李超凡. 产业互联网背景下的农产品流通数字化变革: 理论与对策[J]. 中国流通经济, 2021(10): 12-20.
- [9] 王玲. 电商赋能下生鲜农产品供应链优化策略研究[J]. 价格理论与实践, 2021(1): 140-143.
- [10] 周新德,周杨. 数字经济赋能乡村产业振兴的机理、障碍与路径研究[J]. 粮食科技与经济, 2021(5): 21-26.
- [11] 王静,云建辉,陈蕊. 数字化赋能绿色农产品流通体系的路径机制研究[J]. 商业经济研究, 2022(12): 33-36.
- [12] LIANG D I. Study on Influencing Factors of Cold Chain Logistics Supply Chain for Fresh Agricultural Products [M]. Berlin: Springer Singapore, 2020: 203-212.
- [13] 王美,阮海凤. 数字经济视角下浙江省农产品流通效率影响因素研究[J]. 中国农业会计, 2021(6): 73-75.
- [14] 曾庆均,唐菁,张娜. 数字经济、区域创新能力与农产品流通现代化: 来自长江经济带的经验证据[J]. 中国流通经济, 2022(8): 3-15.
- [15] 程羽,李红. 基于ROF模型的农产品供应链企业绩效评价[J]. 江苏农业科学, 2021(1): 202-208.
- [16] 杨维霞,贾县民. “智慧+共享”农产品供应链耦合效应评价研究[J]. 价格理论与实践, 2021(5): 144-148.
- [17] 隋博文,傅远佳,王景敏. 跨境农产品供应链运作水平测度及其影响因素: 基于西南民族地区的实证分析[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2018(6): 41-48.
- [18] 纪志耿,罗玲. 政治经济学视域下中国小农经济何以可能[J]. 改革与战略, 2022(5): 67-77.
- [19] 刘涛. 区域农产品物流能力综合评价研究[J]. 物流科技, 2019(8): 23-26.
- [20] 张建军,赵启兰. 面向新零售的全渠道供应链整合与优化: 基于服务主导逻辑视角[J]. 当代经济管理, 2019(4): 23-29.

(编辑: 莫国伟 谢雪莲)