

WORLD AGRICULTURE

世界农业

- ★中文社会科学引文索引(CSSCI)扩展版来源期刊
- ★中国知网(CNKI)数据库全文收录
- ★中国人文社会科学期刊AMI综合评价A刊扩展期刊
- ★中国农林核心期刊
- ★国家新闻出版广电总局第一批认定学术期刊

主管单位 中华人民共和国农业农村部
主办单位 中国农业出版社有限公司
指导单位 农业农村部国际合作司
协办单位 农业农村部对外经济合作中心
农业农村部农业贸易促进中心
(中国国际贸易促进会农业行业分会)
农业农村部国际交流服务中心
中华人民共和国常驻联合国粮农机构代表处
中国人民大学农业与农村发展学院

刊名题字：吴作人
1979年创刊
月 刊



世界农业编辑部
微信公众号

总字第515期
2022年第3期

世界农业 编辑委员会

主 任 马有祥

副 主 任 (按姓氏笔画为序)

广德福 马洪涛 朱信凯 杜志雄 何秀荣 张陆彪 陈邦勋 夏敬源 隋鹏飞 谢建民

委 员 (按姓氏笔画为序)

王林萍 韦正林 仇焕广 孔祥智 叶兴庆 司 伟 吕 杰 朱 晶 朱满德 刘 辉
刘均勇 李先德 李翠霞 杨敏丽 吴本健 宋洪远 张亚辉 张林秀 张海森 张越杰
陈昭玖 陈盛伟 苑 鹏 罗小锋 罗必良 金文成 周应恒 屈四喜 赵帮宏 赵敏娟
胡乐鸣 胡冰川 姜长云 袁龙江 聂凤英 栾敬东 高 强 黄庆华 黄季焜 彭廷军
程国强 童玉娥 蓝红星 樊胜根 潘伟光

主 编 胡乐鸣

副 主 编 张丽四 徐 晖

执行主编 贾 彬

责任编辑 卫晋津 张雪娇 张雯婷

编 辑 吴洪钟 汪子涵 陈 璿 程 燕 林维潘

SHIJIE NONGYE

出 版 单 位 中国农业出版社有限公司

印 刷 单 位 中农印务有限公司

国内总发行 北京市报刊发行局

国外总发行 中国出版对外贸易总公司

(北京 782 信箱)

订 购 处 全国各地邮局

地 址 北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮 编 100125

出 版 日 期 每月 10 日

电 话 (010)59194435/988/990

投 稿 网 址 <http://sjny.cbpt.cnki.net>

官 方 网 址 <http://www.ccap.com.cn/yd/zdqq>

定 价 18.00 元

广告发布登记:

京朝工商广登字 20190016 号

ISSN 1002 - 4433

CN 11-1097/S

◆凡是同意被本刊发表的文章,视为作者同意本刊将其文章的复制权、发行权、汇编权以及信息网络传播权转授给第三方。特此声明。

◆本刊所登作品受版权保护未经许可,不得转载、摘编。

[特载] 当代世界农业研究需要处理好的几个关系	余欣荣 (5)
美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格时变冲击效应研究	花俊国 冯满敬 孙文珊 (7)
从国际经验看中国农业温室气体减排路径	唐博文 (18)
近百年美国大豆生产时空格局变化分析	杨幸雨 杨庆媛 王亚辉 等 (25)
金融发展与土地流转：事实、理论与实证检验	张永峰 路 瑶 (36)
中国政策性农业保险参保、退保以及排斥分析 ——来自华中三省的证据	梁 超 贺 娟 陶建平 (48)
数字金融发展背景下农户信贷约束影响因素实证分析 ——基于传统信贷和数字信贷的比较	宋佳琪 白子玉 刘俊杰 (62)
农民专业合作社再联合的羊群行为	吴植栋 郭 萍 郑沃林 (74)
基于 TAM-TPB 理论的农户生态农业技术采纳意愿研究 ——以稻虾共作技术为例	冯贵菊 齐振宏 刘 哲 等 (85)
小农户参与现代农业发展：现实特征、实现基础与机制构建	韩春虹 (100)
生计资本对农村家庭创业的影响研究 ——基于家庭生命周期的异质性视角	王 杰 蔡志坚 吉 星 (109)
其他	
国际粮农动态：粮代处代表会见 WFP 助理执行干事等 3 则	(123)
2022 年 2 月世界农产品供需形势预测简报	梁 勇 (126)
以国际视角探寻农业绿色发展的政策演进和选择规律 ——评《欧盟与美国农业绿色发展支持政策比较研究》	成新轩 (132)

- The Impact of the Uncertainty of US Trade Policy on the Price of Chinese Livestock Products
..... *HUA Junguo, FENG Manjing, SUN Wenshan* (17)
- China's Agricultural Greenhouse Gas Emission Reduction Path from International Experience
..... *TANG Bowen* (24)
- The Analysis of Spatial-Temporal Pattern Changes of Soybean Production in the United States
in Recent 100 Years
..... *YANG Xingyu, YANG Qingyuan, WANG Yahui, et al* (35)
- The Development of Finance and the Land Circulation: Facts, Theories and Empirical Tests
..... *ZHANG Yongfeng, LU Yao* (47)
- Analysis on the Participation, Exit and Exclusion of Policy Agricultural Insurance in China
—Evidence from Three Provinces of Central China
..... *LIANG Chao, HE Juan, TAO Jianping* (61)
- An Empirical Analysis of the Influencing Factors of Farmers' Credit Constraints in the Context of Digital
Finance Development
—Based on the Comparison of Traditional Credit and Digital Credit
..... *SONG Jiaqi, BAI Ziyu, LIU Junjie* (73)
- Herding Behavior of Reunion of Farmers' Professional Cooperatives
..... *WU Zhidong, GUO Ping, ZHENG Wolin* (84)
- Study on Farmers' Willingness to Adopt Ecological Agricultural Technology Based on TAM-TPB Theory
—Taking Rice and Shrimp Co-cropping Technology as an Example
..... *FENG Guiju, QI Zhenhong, LIU Zhe, et al* (99)
- Small Farmers' Participation in Modern Agricultural Development:
Realistic Characteristics, Realization Basis and Mechanism Construction
..... *HAN Chunhong* (108)
- A Study on the Impact of Livelihood Capital on Rural Household Entrepreneurship
—A Heterogeneous Farm Household Perspective Based on the Household Life Cycle
..... *WANG Jie, CAI Zhijian, JI Xing* (122)

· 特载 ·

当代世界农业研究需要 处理好的几个关系

◆ 余欣荣

当前国际格局和国际体系正在发生深刻调整,全球治理体系正在发生深刻变革,新一轮科技革命和产业变革正在重塑世界创新版图和经济结构,中国的发展正日益成为世界发展的全局因素。这些重大变局正在深刻影响和改变着当代世界农业发展格局。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面学习了解和研究分析当代世界农业发展特征、发展规律、发展趋势,广泛借鉴世界农业发展的成功经验和做法,对于新时代全面推进中国乡村振兴战略,探索中国特色农业现代化发展道路,具有重要的参考和借鉴作用;对于服务“一带一路”建设,加强国际农业交流与合作,为中国在更大范围、更高水平参与世界农业发展建设提供新视野和新方法,贡献新智慧和新力量,具有重要现实和历史意义。

改革开放以来,农业作为中国最早改革开放的领域,中国农业与世界农业的关系不断密切。为了更好地了解世界,汲取世界尤其是发达国家发展农业现代化的经验,我国不断重视并坚持以中国特色社会主义思想为指导,秉承改革开放、实事求是的研究精神,对世界农业开展了广泛而深入的研究。纵观现有研究成果,中国对世界农业发展的研究总体上随着改革开放进程表现出两大阶段性特点。一是改革开放初期以学习、借鉴为主的研究特色,重点关注、介绍发达国家发展现代农业的经验与做法。二是 21 世纪初以来以分析、审视、评价为主的研究特色,由改革开放初期单纯的学习转变为以分析、审视、评价的角度研究世界农业,对世界农业的研究方法开始重视以数据分析为基础的系统研究,从中探寻中国与世界的差别。此外,该时期的世界农业研究,对非洲等经济欠发达地区也给予了关注。几十年来我国对世界农业的研究成果丰硕,为中国农业引进、吸收世界各国发展农业生产的有益经验和先进技术,为我们进一步开阔视野,拓展思路,积极推进农业现代化建设,发挥了重要作用。

面对当今世界百年未有之大变局,中国对当代世界农业的研究要着眼当今世界工业化、信息化、全球化、农业现代化产生深刻变化的新形势、新格局,以创新的精神、全球的视野、实事求是的态度,深入、系统研究当代世界农业发展的新特点、新趋势。不仅在研究水平上要加快从情况了解、学习借鉴向分析比较、审视评价、发现原创的转变,而且更重要的是在研究方法上,需要有创新性思维,强调全面、系统、精准,注重运用多学科相结合方法,采用先进数字手段等。为此,需要处理好四方面关系。

一是整体把握与重点分析相结合。世界经济是一个整体,作为世界经济重要组成部分的世界农业同样是一个有机整体。所以,在研究当代世界农业过程中要注意处理好整体与个体、全局与局部的关系,避免可能产生片面结论的状况。一段时间来,由于历史、经济和信息来源等因素的影响,当代世界农业研究存在孤立的、静止的研究问题,特别是就发达农业国家研究世界农业的倾向,导致不能满足全社会对世界农业发展整体状况和国别状况研究成果的迫切需求,有的领域还出现以偏概全的结论。随着世界农业发展全球化、科技化、信息化进程加快,创新世界农业研究方法势在必行。总的方向是以辩证唯物主义的 метод论为指导,以系统论思维,借鉴应用现代农业科学、现代经济学、现代管理学等先进的理论、方法和手段,以满足国家和社

会需求为责任。研究世界农业发展问题，不仅要重点分析该问题所涉及的世界农业相关方面，还要重视对世界经济发展特点的研究观察；不仅要深化对发达农业国家农业现代化新进展、新问题的研究，还特别需要补上对世界发展中农业国家和最不发达农业国家，对非洲、拉丁美洲、中亚、东南亚等地区农业发展状况、特点、问题研究的“短板”，提升当代世界农业的研究水平；不仅要深入研究某个问题自身体系的各种联系，还要强化综合性思维，加强该问题所涉及农业行业的资源、生产、市场、经营主体发展等方面的问题，以及在国际领域中所涉及的技术进步、贸易投资、支持政策等的研究，力求研究的客观性、国际性、实用性。通过各方面努力，让当代世界农业研究作为推进中国和世界农业现代化做出应有贡献。

二是历史考察与趋势研判相结合。历史是现实的老师，启迪未来。研究当代世界农业，不能不研究世界农业的历史状况。将世界农业发展的历程、特点、规律进行系统研究，力求得出符合实际的科学结论，是对今天世界农业各种问题得出正确解决方案，进而对世界农业未来的发展趋势给予正确预判的重要前提。比如，通过对开始于1300年前至今还在很好发挥作用的中國哈尼梯田区域农业生产绿色系统、欧美一些国家近代以来现代农业发展历程、墨西哥和印度等发展中国家20世纪60年代推进“绿色革命”实践的系统研究，不仅有利于我们找到解决今天世界农业面临的生态环境等诸多问题的现实有效方案，而且能更好地揭示当代世界农业未来发展中必须走绿色低碳发展之路的基本原则。正确把握对世界农业历史考察与趋势研判的结合点，就应该对当代世界农业现实状况采取科学的研究方法。要以辩证唯物主义和历史唯物主义的方法论为指导，在充分占有材料基础上，应用理论分析与经验总结相结合的方法，采用数学手段，定量化分析，对当代世界农业发展过程所表现出来的现象给予综合评判，从中把握世界农业变化的本质和规律。

三是共性规律研究与国别特点研究相结合。在当代世界农业研究中，正确处理世界农业发展规律与世界各国农业发展特点之间关系，是关系到能否正确认识和推进世界农业发展的一个重要方法。世界农业发展规律是世界各国农业发展状况的本质反映，不是世界各国农业发展规律的简单相加。同样，一个或几个发达国家的农业发展规律也不能就等同于世界农业发展规律。否则我们对世界农业发展规律的认识就容易产生偏颇。为此，第一，顺应当代世界农业发展全球化、现代化大趋势，要继续深化对世界发达农业国家、新兴发展中农业国家在发展农业现代化中理论与实践成果的总结、提炼和应用，促进当代世界农业发展规律的认知与应用，为构建人类命运共同体服务。第二，要支持世界各国包括发达农业国家、发展中农业国家和最不发达农业国家，在借鉴世界农业发展规律指导本国农业发展过程中，立足国情农情，积极探索符合本国实际的农业发展道路，并不断总结上升为规律性认识，为促进本国农业发展服务，为丰富人类对世界农业进步和发展的规律认识做出贡献。第三，各相关国际组织和各国政府需加强各国农业发展数据信息的收集、整理和交流，并纳入加强国际治理体系建设的重要内容。

四是中国经验诠释与世界农业研究相结合。中国是世界最大的发展中国家。1949年新中国成立，特别是20世纪80年代改革开放以来，中国坚持走有中国特色的社会主义农业现代化道路，取得了农业高产、农民富裕、农村全面小康的巨大成就。中国农业是世界农业的重要组成部分，中国农业发展取得的成就也是当代世界农业发展进步的重要特征。为此，要更好阐述中国农业现代化道路的成就、特点及其理论贡献，进一步推动中国农业发展实践与理论创新的现代化、规范化和国际化。中国农业发展道路的世界意义尤其为广大发展中农业国家甚至最不发达农业国家开启了另外一条道路，具有重要启示意义。主要体现在：各个国家都要从国情出发，从实际出发，选择适合自身的农业发展道路；要把粮食安全保障能力主要建立在本国基础之上；农业发展要构建政府主导、农民主体、市场活力共同推动的动力机制；要注意保护和调动农民发展农业生产的积极性和创造性，通过农业持续发展使农民生活不断改善；要注重农业科技创新，促进农业产业不断升级；要追求农业发展与生态环境“双赢”的格局；等等。与此同时，我们要以开放的视野，谦虚的态度，学习、研究和借鉴世界农业发展一切先进的技术、做法和手段，结合、应用于我国农业现代化过程之中，并进行再创造，构建起具有中国特色和中国风格的现代农业理论体系，使之成为世界现代农业理论体系的重要组成部分，从而为共同推动世界农业的发展进步贡献中国的智慧和力量。

美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格时变冲击效应研究

◆ 花俊国 冯满敬 孙文珊

(河南农业大学经济与管理学院 郑州 450046)

摘要: 本文基于 2006 年 1 月至 2020 年 11 月的中国猪、牛、羊等畜产品价格数据和美国贸易政策不确定性指数, 利用带有随机波动率的时变参数向量自回归模型 (TVP-SV-VAR 模型), 考察美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格波动的影响。研究发现: 美国贸易政策不确定性对不同畜产品价格波动的影响存在阶段性特征, 会推动畜产品价格周期性变动。在欧洲债务危机时期、中美贸易蓬勃发展后期、特朗普政府上台初期以及中美贸易摩擦升级时期这四个时期, 美国贸易政策不确定性对中国不同畜产品价格波动的影响表现出差异性特征。美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格的影响程度最深, 对牛肉和羊肉价格冲击程度最小。据此, 提出根据美国贸易条件变动预期相机抉择, 达到平抑畜产品市场变动的目的, 并以猪肉市场稳定为关键, 多措并举, 发挥市场供求调节能力。

关键词: 贸易政策不确定性; 畜产品价格; TVP-SV-VAR 模型

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.03.001

1 引言

随着中国对外贸易规模的不断扩大和农产品供给对外依存度的上升, 中国畜产品市场面临着诸多外部不确定因素。特别是近年来, 在中美贸易往来日益增多、中美间经济联系日益紧密的现实背景下, 可以发现, 在美国贸易政策频繁变动时期, 中国畜产品价格也整体表现出忽跌忽涨的时变特征。例如, 2018 年 1 月—2019 年 7 月, Baker 等构建的美国贸易政策不确定性指数波动上涨了 142.46%^[1]。与此同时, 中国猪肉价格由 2018 年 1 月的 25.46 元/千克先下跌至 2018 年 5 月的 19.5 元/千克, 随后波动上涨至 2019 年 7 月的 28.04 元/千克, 在此期间中国牛羊肉价格也出现整体波动上涨和阶段性下降的特征 (数据来源: 中国畜牧业信息网)。2020 年中国对美国猪肉净进口规模约占中国猪肉总进口量的 16.2% (数据来源: UN Comtrade), 作为中国重要的农畜产品贸易国之一, 美国对外政策变动性势必会通过中美贸易途径给中国国内畜产品供需关系与畜产品价格稳定带来诸多不确定性。同时, 由于美国在国际经济贸易发展中占有举足轻重的地位, 美国贸易政策不确定性在国际间的

收稿日期: 2021-09-01。

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目“美国贸易政策不确定性对我国农产品价格的冲击效应及对策研究”(20YJA790027)。

作者简介: 花俊国 (1963—), 男, 河南新郑人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 农业技术经济、企业管理, E-mail: hjghnd168@163.com; 孙文珊 (1997—), 女, 河南平顶山人, 硕士研究生, 研究方向: 畜牧经济, E-mail: sunwenshan1103@163.com。

通信作者: 冯满敬 (1994—), 男, 河南驻马店人, 硕士研究生, 研究方向: 农业经济管理, E-mail: fengmanjing@126.com。

溢出效应更加明显, 中国在进行畜产品国际贸易过程中, 畜产品贸易规模与价格等贸易条件势必会受到美国贸易政策变动所带来的影响, 并进一步对国内畜产品市场造成冲击。中美贸易摩擦事件多发对中国经济平稳运行产生诸多影响, 可能引发中国畜产品价格波动出现结构性突变现象, 因此本文研究着重探究美国贸易政策不确定性与中国畜产品价格波动之间的动态关系, 丰富中国畜产品价格波动影响因素的相关研究。

2 研究回顾与述评

已有研究主要关注国际因素、突发事件等外部因素对包括畜产品在内的农产品价格的影响。刘春鹏和肖海峰采用结构向量自回归模型(SVAR模型)从供给、需求和货币三个方面研究, 发现外部冲击因素对中国主要肉类价格有显著影响^[2]。张兵兵和朱晶认为国际能源价格波动与国内农产品价格波动之间存在长期协整关系^[3]。马轶群等^[4]、肖小勇等^[5]的研究表明农产品价格在国际与国内间存在溢出效应。谭小芬等通过利用数量指标和价格指标从全球流动性视角对国际大宗商品价格变动影响进行分析, 结果表明不同指标衡量的全球流动性对商品价格冲击存在阶段性特征和方向性差异^[6]。郑燕和马骥运用时变参数向量自回归模型(TVP-VAR模型)实证分析了禽流感疫情变动对畜禽产品价格波动的时变性影响^[7]。石自忠等基于马尔科夫转换广义自回归条件异方差模型(MS-GARCH模型)对中国猪肉价格波动的双重非对称性进行研究, 认为信息冲击对猪肉价格波动发挥着重要作用^[8]。石自忠等实证发现生猪疫病会从供给侧与需求侧加剧市场预期的不确定性, 从而推动畜产品价格呈现大起大落的特征^[9]。

随着经济全球化深入发展, 各国间经济形势变动不断、贸易纷争时有发生, 越来越多的学者关注包含贸易政策在内的经济与政策不确定性对宏观经济运行的影响。在国际经济联动性增加的现实条件下, 特别是美国经济不确定性的负面外溢效应不断显现^[10], 且美国宏观经济不确定性对中国宏观经济不确定性和中国实体经济呈现单向溢出性^[11]。而在贸易过程中制度环境变化对贸易产生消极影响^[12], 会显著抑制总体贸易规模的发展^[13]。周曙东等^[14]、周政宁和史新鹭^[15]利用全球贸易分析模型(GTAP模型)模拟也验证了中美贸易争端对包括畜产品在内的中国农产品进口规模与美国农产品出口规模的抑制作用。李俊茹等通过实证更加明确美国贸易政策不确定性对中国不同畜产品进出口贸易的影响存在差异性, 畜产品进口规模主要受负向冲击影响, 畜产品出口规模则主要受正向冲击影响^[16]。Bakas和Triantafyllou提出“不确定性是经济衰退的重要驱动因素”的观点, 并借助向量自回归模型(VAR模型)实证研究了以多个指标衡量的美国不确定性冲击对商品价格波动的影响, 结果发现, 与经济不确定性的可观测指标相比, 潜在不确定性冲击对大宗商品价格波动的影响最为显著^[17]。Pruser和Schlosser利用时变参数因子加强型向量自回归模型(TVP-FAVAR模型)验证了在不同商业周期中包括贸易政策在内的美国经济政策不确定性对美国宏观经济产生的时变影响^[18]。而中国经济政策不确定性与全球经济政策不确定性也都对包括畜产品在内的中国农产品价格产生显著冲击作用, 助推中国畜产品价格周期性波动^[19-20]。

不确定的贸易摩擦是贸易政策不确定性的源泉之一。一个国家贸易摩擦的不确定性较大, 将导致此国有不确定性较大的贸易政策^[21]。中美两国关于农产品的贸易摩擦的存在, 必将对两国畜产品市场带来持续性影响。随着不确定性被纳入农产品市场分析框架之中, 研究的角度在持续增加, 研究范围也在不断扩大, 现有研究一方面研究传统外部因素与国内畜产品价格的相关性, 另一方面探究经济政策不确定性对畜产品贸易价格和贸易强度的影响, 但缺乏从市场预期的角度将美国贸易政策不确定性与国内畜产品价格进行联动的实证研究, 同时畜产品作为农产品的重要组成部分, 研究政策不确定性等非传统因素对畜产品价格的作用有一定的现实价值。且从中美贸易政策不确定指数与经济政策不确定性指数走势来看, 贸易政策不确定性已经成为经济政策不确定性的主因, 面对经济社会发展中的新问题、新挑战, 有必要加以重视, 进行有针对性的探究。

本文的边际贡献表现在: 一是从传导动力源、传导路径等方面溯源和识别美国贸易政策不确定性对畜产品价格的传导机制; 二由于受参数维度限制, 本文未将传导路径的相关变量纳入模型中, 而是以猪肉、牛肉与羊肉集贸市场价格指数与美国贸易政策不确定性指数等变量为研究对象, 使用带有随机波动率的时变参数向量自回归模型(TVP-SV-VAR模型)较为准确地把握美国贸易政策不确定性的经济影响, 并基于畜产品

价格变动时变性特征提出更具有可靠性、靶向性的政策建议。

3 传导机制分析

由于中美贸易摩擦的发生、关税税率的变动以及其他因素的存在，美国贸易政策变动存在更多的不确定性。面对美国贸易政策不确定性的冲击，在不同时期，不同畜产品价格的冲击响应也有很大的差异性，主要表现在响应持续时间长度和响应程度方面。本文主要从国际价格传导路径、国内需求引致路径和中间投入品成本传导路径三个具体机制分析美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格产生的影响（图 1）。

在国际价格传导路径方面，美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格波动的影响主要来自三个方面。一是来自国际农产品市场的影响。近年来，由于中国国内农产品市场与国际市场联动性较强，国内部分农产品及其产业链极易受中美贸易政策的影响^[14]。具体来讲，美国贸易政策不确定性变动对中国农产品市场所面临的国际国内经济环境带来更多的不确定性。二是来自国际金融市场的影 响。近年来农产品的金融化极大地推动了农产品期货市场投资，加快了饲料用粮价格对包括贸易政策在内的经济政策变化的反应^[22]。且美国贸易政策不确定性会加剧人民币对美元汇率波动^[23]，而汇率显著影响各肉类价格水平^[2]。三是来自国际原油市场的影响。由于包括贸易政策在内的经济政策不确定性与原油价格波动具有显著相关性^[24]，特别是在剧烈变动市场环境下，这种波动性将被进一步放大^[25]，由此借助原油价格对包括畜产品在内的农产品价格产生溢出效应^[26]。

在国内需求引致路径方面，美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格的冲击影响呈现明显的阶段性特征，这与畜产品的生产特性有关，包括畜产品市场占有率、畜产品可替代程度、畜禽养殖周期及市场供需双方风险偏好程度^[19]。中美贸易政策变动，引发国内市场需求发生改变。美国贸易政策不确定性的增加，会引发中国外向型制造业的出口萎缩，经济运行形势变化，一定程度上抑制了国内消费能力的进一步释放，弱化了对农业基础产业的带动作用，导致畜产品价格变动呈现下降与上涨交替显现的特征。

在中间投入品成本传导路径方面，美国贸易政策不确定性的国际溢出效应不仅直接影响中国畜产品市场，而且通过上下游产业链将饲料用粮价格变动转嫁给畜产品价格。具体来讲，在饲料用粮中玉米与豆粕占据绝对地位，而中国玉米和大豆主要依赖进口，且美国是中国重要的进口来源国。在美国贸易政策不确定性冲击下，中国畜产品生产者预期与消费者预期发生改变，最终波及中国玉米及大豆供需关系，造成玉米和大豆等饲料用粮价格变动，给畜产品的生产成本与销售价格带来一定冲击。

美国贸易政策不确定性通过三种途径传导效应的叠加，最终表现在猪肉价格的变动上，进而通过替代效应对其他畜产品价格产生影响，只是由于传导途径的时滞效应和冲击强度存在差异，美国贸易政策不确定性的冲击效应表现出阶段性特征，可以进一步通过实证分析加以验证。

4 模型构建与数据处理

4.1 模型构建

为了描画模型参数随时间变化的动态特征，本文采用 TVP-SV-VAR 模型来分析美国贸易政策不确定性

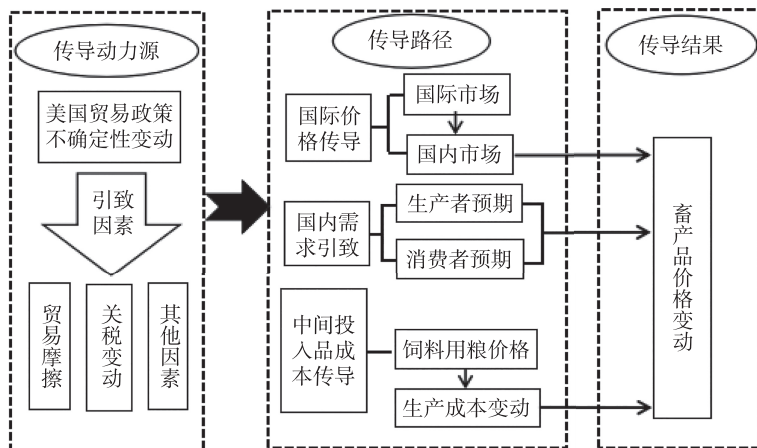


图 1 美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格波动影响传导机制分析模型

如何影响中国畜产品价格。在建立 Nakajima 等^[27]提出的 TVP-SV-VAR 模型时,首先需要构建 SVAR 模型,可表述如下:

$$A y_t = F_1 y_{t-1} + F_2 y_{t-2} + \dots + F_s y_{t-s} + u_t \quad (t=s+1, \dots, n) \quad (1)$$

式(1)中, y_t 是 $k \times 1$ 的观测变量向量; A 和 F_1, F_2, \dots, F_s 是 $k \times k$ 的系数矩阵。干扰项 u_t 是 $k \times 1$ 的结构冲击, $\sigma_i (i=1, \dots, k)$ 是结构冲击的标准差, 假定 $u_t \sim N(0, \Sigma)$, 其中

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \sigma_k \end{pmatrix}$$

结构冲击的同期关系通过递归识别, 设定如下:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} & & \ddots & \vdots \\ \vdots & & & 0 \\ a_{k1} & \dots & a_{k, k-1} & 1 \end{pmatrix}$$

将式(1)重新写成简约的 VAR 模型如下:

$$y_t = B_1 y_{t-1} + B_2 y_{t-2} + \dots + B_s y_{t-s} + A^{-1} \Sigma \varepsilon_t \quad [\varepsilon_t \sim N(0, I_k)] \quad (2)$$

式(2)中, $B_i = A^{-1} F_i (i=1, \dots, s)$ 。

构造 $\beta = (B_1', B_2', \dots, B_k')'$, $X_t = I_k \otimes (y'_{t-1}, y'_{t-2}, \dots, y'_{t-s})$, 将式(2)写成如下:

$$y_t = X_t \beta + A^{-1} \Sigma \varepsilon_t \quad (3)$$

式(3)中, β 为 $k^2 s \times 1$ 阶向量, \otimes 为克罗内克积。

式(3)中所有的参数都是非时变的, 将其扩展至 TVP-VAR 模型, 其表述如下:

$$y_t = X_t \beta_t + A_t^{-1} \Sigma_t \varepsilon_t \quad (t=s+1, \dots, n) \quad (4)$$

式(4)中, y_t 是 $k \times 1$ 阶向量, k 是所研究的变量个数, X_t 是通过单位矩阵和变量向量滞后期向量的克罗内克乘积所建立的矩阵, β_t, A_t, Σ_t 分别为自回归系数矩阵、同期关系系数矩阵和方差-协方差矩阵。设列向量 $a_t = (a_{21}, a_{31}, a_{32}, a_{41}, \dots, a_{k, k-1})'$ 为下三角矩阵 A_t 的堆积, $h_t = (h_{1t}, \dots, h_{kt})$, $h_{it} = \log \sigma_{jt}^2$ (其中 $j=1, \dots, k; t=s+1, \dots, n$)。模型中参数都服从随机游走:

$\beta_{t+1} = \beta_t + \mu_{\beta t}$, $a_{t+1} = a_t + \mu_{at}$, $h_{t+1} = h_t + \mu_{ht}$, 且

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ \mu_{\beta t} \\ \mu_{at} \\ \mu_{ht} \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 0, & \begin{pmatrix} I & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \Sigma_{\beta} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \Sigma_a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \Sigma_h \end{pmatrix} \end{pmatrix}$$

Σ_{β}, Σ_a 和 Σ_h 均为对角矩阵, 参数的后验均值估计通过马尔可夫链蒙特卡洛 (MCMC) 方法实现。

4.2 数据来源与处理

为了探究美国贸易政策不确定性变动对中国畜产品价格冲击是否存在非线性特征, 本节选取猪肉集贸市场价格指数 (ZR)、牛肉集贸市场价格指数 (NR)、羊肉集贸市场价格指数 (YR) 与美国贸易政策不确定性指数 (UTPU), 构建包括四个变量的 TVP-SV-VAR 模型。本文采用 Baker 等^[1]运用文本提取法构建的美国贸易政策不确定性指数 (UTPU) 作为美国贸易政策不确定性的代理变量, 主要包含“不确定性”“政策”和“贸易”等关键词, 从市场预期的角度来衡量美国贸易政策变动的可能性, 虽然无法准确界定美国针对中国的贸易政策不确定性, 但是考虑到中美两国的世界贸易大国地位, 使用美国贸易政策不确定性指数可以比较合理地整体把握美国针对中国的贸易政策不确定性。

从图 2 观察可以发现, 自 2006 年开始, 美国贸易政策的不稳定程度呈现波动上升趋势。具体来看, 美国贸易政策不确定性指数的变动大致可以分为两个阶段: 第一个阶段为 2006 年年初至 2016 年年末, 这一阶

段中美贸易关系不断得到发展，贸易规模持续扩大，同时中美贸易中的矛盾也在不断加深。美国国内及国际经济形势的变化深刻影响了美国贸易政策的稳定性，包括 2008 年美国“次贷危机”和 2011 年欧洲债务危机。第二个阶段为 2017 年年初至 2020 年年初，明显发现这一阶段美国贸易政策不确定指数经历了一个剧烈波动上升的过程，主要原因在于特朗普政府的上台和对外关系的调整。

猪肉价格、牛肉价格与羊肉价格是中国具有代表性的畜产品价格，因此将其作为本文的主要关注对象。畜产品价格数据来自前瞻数据库，数据区间为 2006 年 1 月至 2020 年 11 月。为了更好地反映畜产品价格变动情况，本文所有畜产品价格为以 2006 年 1 月为基期的定基比数据。由于数据的可得性，本文利用畜产品集贸市场价格指数的环比数据通过变换得到所有畜产品价格指数的定基比数据，并进行了以 2006 年 1 月为基期的消费者物价指数（CPI）平减。为消除季节因素的影响，对所有畜产品价格指数进行季节性调整。

从图 3 可知，不同畜产品价格变动具有一定差异性，其中猪肉价格的波动性明显高于牛肉和羊肉价格的波动性。猪肉价格变动大致经历四个波峰，其中 2008 年、2012 年与 2016 年这三个时期的波峰水平基本一致，而 2020 年的波峰值明显高于前三个时期，表现出一定的非理性变动特征。而牛肉和羊肉作为替代性很强的两种产品，两者价格变动趋势大致经历“快速上升—缓慢变动—剧烈波动”的过程。具体来讲，2006—2014 年，牛肉与羊肉价格快速上涨，之后一直呈现高价运行态势，2018 年后出现剧烈变动。通过梳理可以发现，中国畜产品价格与美国贸易政策不确定性指数变动趋势整体上有一定相似性，且在美国贸易政策不确定性指数处于不同水平上时，畜产品价格波动程度呈现时变性特征，特别是 2019 年中美贸易摩擦进一步升级与新冠肺炎疫情的发生，美国贸易政策的不确定因素增多，中国畜产品价格的不稳定性也在不断扩大。

在所有变量带入模型运行前，对猪肉价格指数、牛肉价格指数与羊肉价格指数进行取对数、一阶差分处理，以此来表示价格收益率，对美国贸易政策不确定性指数进行取对数处理以防出现异方差，然后进行各变量的平稳性检验。由表 1 可以看出猪肉价格指数、牛肉价格指数与羊肉价格指数在 1% 的水平上通过了平稳性检验，美国贸易政策不确定性指数在 5% 的水平上通过了平稳性检验。在模型最优滞后阶数确定问题上，借助一般 VAR 模型来选择。根据最终预测误差准则（FPE）、赤池信息量准则（AIC）、汉南-奎因信息量准则（HQ）准则，选择模型最优滞后阶数为二阶。

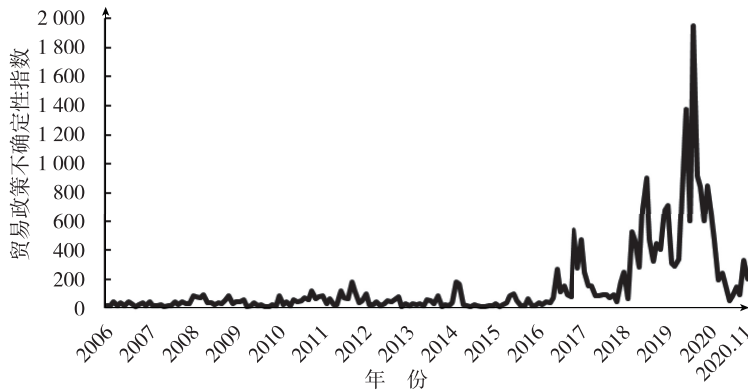


图 2 美国贸易政策不确定性指数走势

数据来源：经济政策不确定性指数数据库（<http://www.policyuncertainty.com/>）。

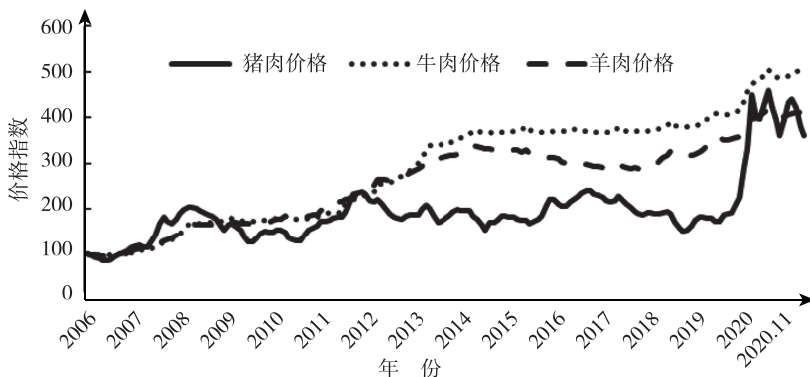


图 3 中国畜产品价格指数走势

数据来源：前瞻数据库。

表 1 TPU 及农产品价格数据平稳性检验

变量	(C, T, L)	ADF 值	5%水平临界值	检验结果	P 值
UTPU	(C, T, 1)	-3.957 8**	-3.435 4	平稳	0.011 8
DZR	(C, T, 1)	-6.142 9***	-3.435 4	平稳	0.000 0
DNR	(C, T, 1)	-5.413 8***	-3.435 4	平稳	0.000 1
DYR	(C, T, 1)	-5.171 2***	-3.435 4	平稳	0.000 2

注: D 代表一阶差分, (C, T, L) 中 C、T 和 L 分别表示截距项、趋势项和滞后期数。**代表在 5% 水平显著, ***代表在 1% 水平显著。

利用 MCMC 算法抽取 $M=10\ 000$ 次样本, 并将初始的 1 000 次抽样作为预烧值。参数的后验均值都位于 95% 的置信区间, 收敛诊断值都不能拒绝原假设, 说明支持参数收敛于后验分布, 从无效因子来看, 至少可以得到 $10\ 000/61.60 \approx 162$ 个不相关样本, 均处于合理水平, 支持 MCMC 抽样结果的有效性。

表 2 参数估计结果

参数	均值	标准差	95%置信区间	收敛诊断值	无效因子
$(\Sigma_{\beta})_1$	0.002 3	0.000 3	[0.001 8, 0.002 9]	0.801	16.52
$(\Sigma_{\beta})_2$	0.002 3	0.000 3	[0.001 9, 0.002 9]	0.114	11.04
$(\Sigma_{\alpha})_1$	0.004 7	0.001 0	[0.003 2, 0.007 3]	0.216	32.51
$(\Sigma_{\alpha})_2$	0.003 7	0.000 6	[0.002 7, 0.005 1]	0.038	28.55
$(\Sigma_h)_1$	0.006 1	0.002 0	[0.003 5, 0.010 9]	0.926	46.39
$(\Sigma_h)_2$	0.486 6	0.129 6	[0.265 0, 0.782 0]	0.216	61.60

注: 表中只列出了方差-协方差矩阵中前两个对角线元素的估计结果。

5 时变脉冲响应分析

5.1 中国畜产品价格等间隔脉冲响应分析

为了更加清晰地反映美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格的冲击效应, 特利用 TVP-SV-VAR 模型估算相关变量在不同提前期的脉冲响应特征。如图 4、图 5 所示, 分别呈现了提前 3 期、提前 6 期和提前 12 期的中国猪肉价格、牛肉价格和羊肉价格关于美国贸易政策不确定性的脉冲响应情况, 即代表在短期、中期和长期三个阶段, 美国贸易政策不确定性对中国三种畜产品价格的冲击特征。

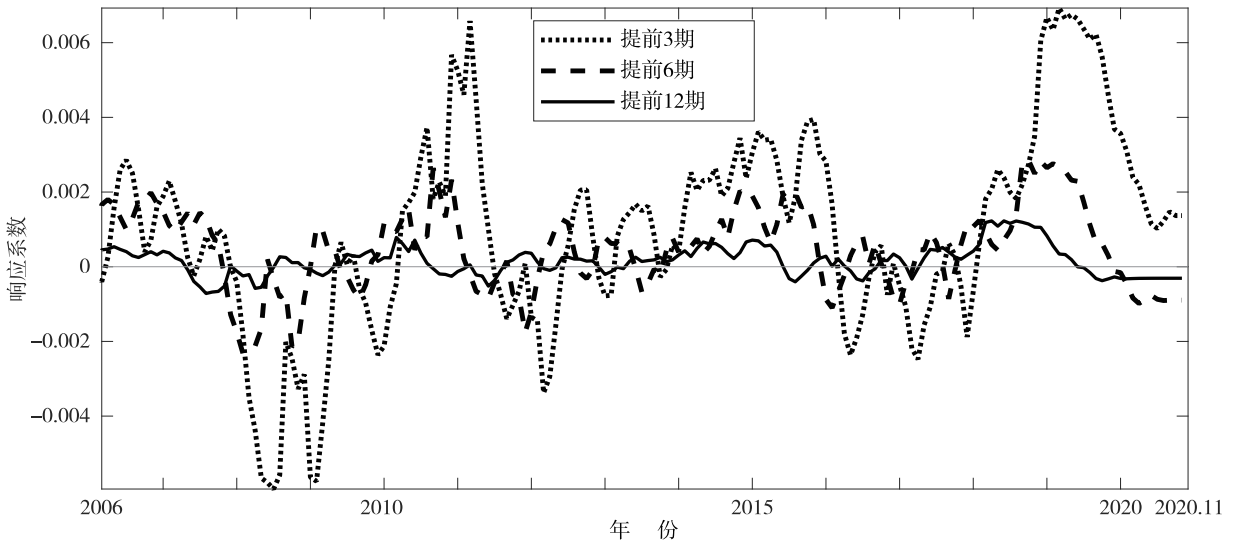


图 4 猪肉价格等间隔冲击响应图

从美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格的影响来看,中国猪肉价格关于美国贸易政策不确定性的冲击响应呈现出阶段性特征。以短期为例,中国猪肉价格的冲击响应多次达到峰值,其中,在2008年中后期、2012年初期和2016—2018年达到负向响应的峰值。前两个阶段主要与全球整体经济形势相关,2008年与2012年由于爆发国际金融危机,贸易环境恶化,助推了美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格的影响。而2016—2018年,随着特朗普政府上台,中美贸易关系逐渐紧张,美国贸易政策变动的可能性持续增加,通过贸易渠道给中国国内经济发展带来更多风险因素,而不利的经济预期进一步造成中国生猪生产与消费萎缩,其中对二者的影响并非同步的。同时应当看到,在2007年之前、2011年、2013—2015年和2019年之后这四个时期,猪肉价格的冲击响应则主要以正向响应为主,这主要是由于中美贸易不平衡问题引发美国贸易政策不确定因素增加,而中国经济持续发展、消费需求旺盛,美国贸易政策不确定性的增加进一步通过猪肉贸易价格变动,冲击国内猪肉价格稳定。总之,美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格突发性变动具有推动作用。

中国牛肉价格与羊肉价格关于美国贸易政策不确定性的冲击响应具有一定的一致性。以提前3期为例,2006年至2010年末期,牛肉价格与羊肉价格对于冲击的响应呈现先波动上升,再波动下降,之后又进一步回升的趋势。其中2006年至2007年末期,冲击响应以正向为主,2008年初期至2009年末期,冲击响应则以负向为主。自2011年初期开始,面对美国贸易政策不确定性的冲击,中国牛肉价格与羊肉价格经历先波动下降再波动上升的过程,且多数情况为正向冲击响应,而在2015年中期至2018年初期主要表现为负向冲击响应。从冲击程度上来看,中国牛肉价格与羊肉价格所受到的冲击程度基本相当,且冲击响应主要表现在短期和中期阶段。可见牛肉与羊肉作为相互替代性特别强的畜产品,面对不确定因素冲击时,其反应机理具有相似性^[19]。

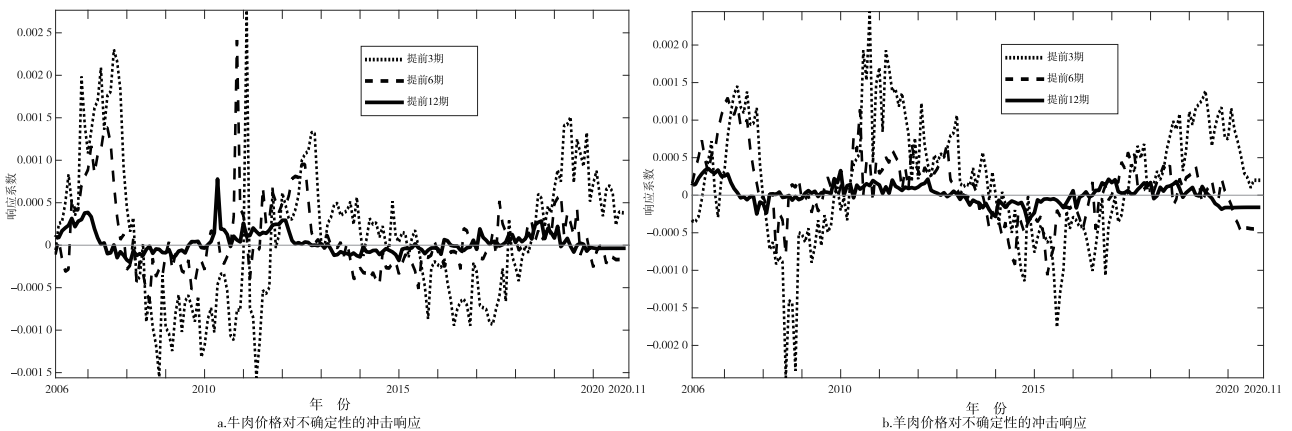


图5 牛羊肉价格等间隔冲击响应图

总之,中国牛肉价格波动与羊肉价格波动具有较强的联动性。由于牛肉与羊肉相互间有很强的替代性,在面对美国贸易政策不确定性冲击时,其价格波动表现出一致性特征。在提前3期和提前6期阶段,牛肉价格与羊肉价格的响应趋势基本一致,都表现为周期性波动特征。不过近年来,中国对美国的牛羊肉进口规模虽然呈现扩大趋势,但进口比例相对较低,所以美国贸易政策不确定性通过贸易渠道对中国牛羊肉价格的影响有限,而更多是通过上游饲料价格变动干扰市场预期的途径来发挥作用,一定程度上助推了中国牛羊肉价格的不稳定性。而猪肉价格的冲击响应更多地表现出周期性、阶段性、群聚性特征。2012年以前猪肉价格的冲击响应大体上为正负交替响应,2013年之后则基本为短期正向响应。特别是2019年由于中美贸易摩擦的持续存在,美国贸易政策不确定性仍处于较高水平,畜产品进口萎缩,此外在新环保政策出台和动物疫情等外部事件的影响下,尤其是生猪供给不足,中国猪肉价格进一步上涨,在多重因素影响下,短期内难以实现猪肉等畜产品价格平稳。

5.2 中国畜产品价格时点脉冲响应分析

在不同时期,美国贸易政策不确定性对中国猪肉、牛肉和羊肉价格所造成的冲击如何?考虑不同经济形势背景下,美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格的冲击存在一定特殊性。本文接下来通过选取2011年6

月、2015年6月、2017年1月及2019年6月这四个时点,进行更加直观的分析,而这四个时点分别代表欧洲债务危机时期、中美贸易蓬勃发展后期、特朗普政府上台初期及中美贸易摩擦升级时期(图6)。

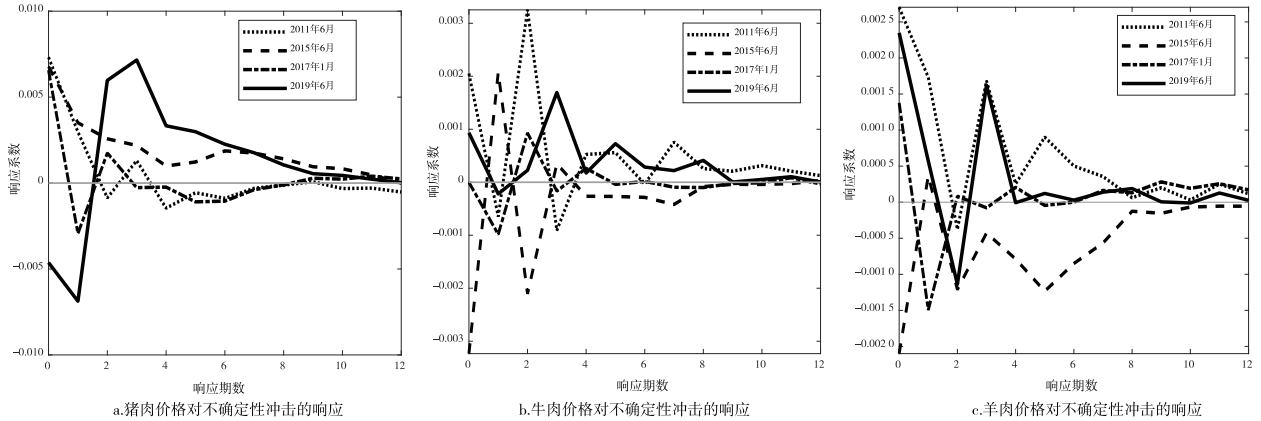


图6 不同畜产品价格时点脉冲响应图

在欧洲债务危机时期,猪肉价格的冲击响应主要表现为短期正向响应,且在当期冲击程度最大。而对牛肉价格与羊肉价格的冲击在很大程度上表现出一致性特征。牛肉价格与羊肉价格受到的冲击影响主要表现为正向响应,只是价格变动幅度小。在中美贸易蓬勃发展后期,猪肉价格呈现正向冲击响应的特征,且持续时间较长。美国贸易政策不确定性对牛肉价格与羊肉价格产生了持续的负向影响。可以看出,中美贸易的持续发展有利促进中国对美猪肉产品进口,而美国猪肉产品离岸价格显著低于中国猪肉价格^[28],畜产品进口增长对中国猪肉市场产生显著负向影响,而对中国牛羊肉价格影响有限。特朗普政府上台初期,美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格的影响表现为当期正向冲击,冲击程度和方向与欧洲债务危机时期的表现具有相似性。而对牛肉价格与羊肉价格的冲击主要表现为短期负向冲击与长期正向冲击的特征,且在短期内影响程度最大。在中美贸易摩擦升级期,面对美国贸易政策不确定性的冲击,猪肉价格变动在1期负向冲击响应到达最大值,在2期转为正向响应,且正向响应持续时间长,持续期大约为一年。而牛肉价格与羊肉价格则呈现“正向—负向—正向”的响应特征,但持续时间较短。在中美贸易摩擦升级期,由于美国贸易政策不确定性增大,中国经济环境面临更大威胁,短期内无论是生猪的市场消费能力还是生猪的国内国际供给都有所减弱。而非洲猪瘟疫情的暴发进一步助推生猪供给不足,短期内影响生产者与消费者信心,长期则造成猪肉供给缺口较大,推动猪肉价格长期保持高位运行,同时拉动牛羊肉价格的缓慢上涨。

总体来看,美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格的影响程度最深,对牛肉价格和羊肉价格冲击程度较小。同时,随着中美贸易规模的扩大,美国贸易政策不确定性对中国猪肉价格波动影响持续时间长,大概持续一年时间左右,而对中国牛肉价格和羊肉价格波动的影响相对较短。特朗普政府执政给美国对外贸易关系发展带来了诸多不可知因素,由此产生对中国畜产品价格的影响与欧洲债务危机时期类似。特别是近年来,随着中美经贸往来日益密切,受美国贸易政策变动带来的挑战,中国猪肉价格呈现暴涨暴跌的波动特征,当然这其中也存在非洲猪瘟等突发性重大动物疫情因素带来的不利影响。且由于互联网信息传播的便捷性,畜产品价格面对美国贸易政策不确定性的冲击,其所表现出的响应时效性增强,冲击效应在当期既已显现。但是,中国牛肉价格与羊肉价格并不会随着美国贸易政策持续变动而出现价格的剧烈波动,这与牛羊肉消费群体相对固定、牛羊肉市场供给以国内为主有关。

5.3 稳健性检验

为了进一步保证实证结果可靠性,本文利用选取不同数据库数据的方式和加入控制变量的方式来进行稳健性检验。选取中国畜牧业信息网中猪肉、牛肉和羊肉批发价格数据,鉴于数据的可得性,数据区间为2006年1月至2020年9月。首先对获取的基础价格数据通过Census X13季节调整法做季节调整处理,进行CPI平减以消除物价因素的影响,进行取对数并一阶差分处理从而使获得的数据均通过平稳性检验,最后将所得

数据与美国贸易政策不确定指数一同带入 TVP-SV-VAR 模型中。此外，考虑到中国畜产品市场与中国宏观经济变动息息相关，本文选取国家统计局的中国消费者信心指数 (CCI) 作为宏观经济代理变量，以控制变量的形式再次加入模型中进行实证检验。由于数据的可获得性，选取数据区间调整为 2007 年 1 月至 2020 年 9 月。囿于篇幅限制，仅展示加入变量中国消费者信心指数的实证结果。从等间隔脉冲响应图来看 (图 7)，中国猪肉、牛肉与羊肉价格关于美国贸易政策不确定性冲击的周期性波动特征明显。从时点脉冲响应图来看 (图 8)，这三种不同畜产品价格关于美国贸易政策不确定性冲击的波动趋势与前文基本一致，时变性变动特征明显，由此验证了实证结果的稳健性。

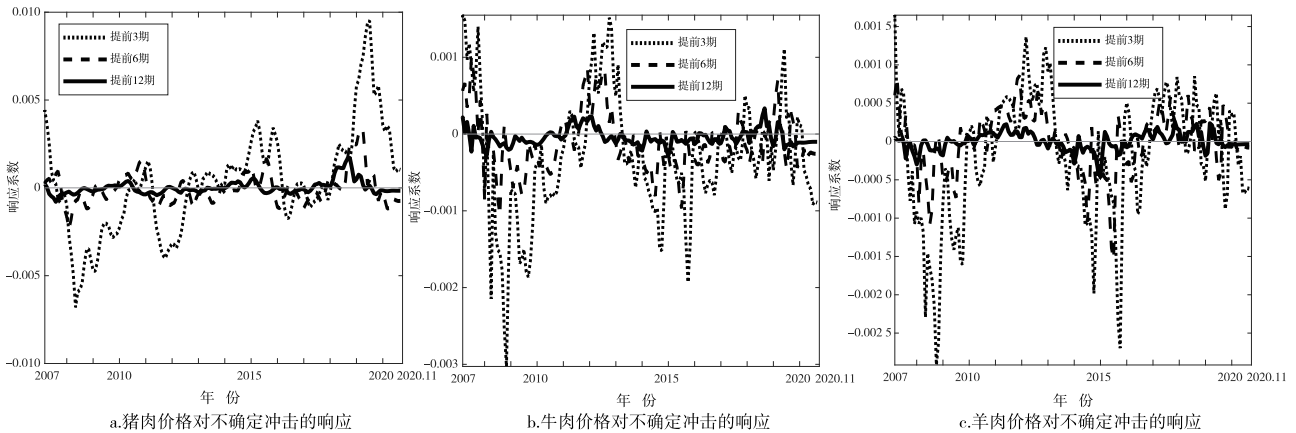


图 7 加入宏观经济变量的不同畜产品价格等间隔脉冲响应图

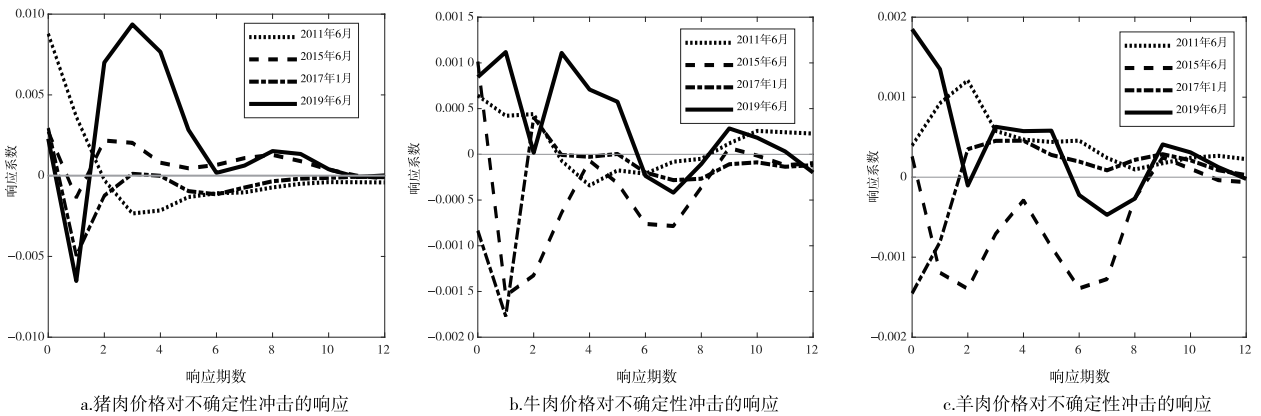


图 8 加入宏观经济变量的不同畜产品价格时点脉冲响应图

6 结论与启示

本文基于 2006 年 1 月至 2020 年 11 月中国猪牛羊等畜产品价格数据和美国贸易政策不确定性指数，利用 TVP-SV-VAR 模型考察美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格波动的影响。主要结论如下：一是美国贸易政策不确定性对中国不同畜产品价格波动的影响具有时变性特征。猪肉价格受到的冲击影响最大，牛肉价格与羊肉价格受到的冲击影响较小。随着提前期的增大，美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格的影响也在逐渐减弱。在 2008 年中期与 2015 年末期，中国畜产品价格受到的负向冲击影响最大；在 2011 年与 2019 年，中国畜产品价格受到的正向冲击影响最大，极大地推动了畜产品价格的周期性波动。随着中国对外经贸往来日益频繁，贸易谈判与协商等形式为平抑中国畜产品价格波动提供了有利条件，减小了贸易政策不确定性带来的冲击影响。但是突发性疫病及贸易事件则会放大贸易政策不确定性的作用。二是在欧洲债务危机时期、中美贸易蓬勃发展后期、特朗普政府上台初期以及中美贸易摩擦升级时期这四个时期，美国贸易政策不确定性对中国不同畜产品价格波动的影响表现出差异性特征。在欧洲债务危机时期，猪肉价格的正向冲击响

应程度最深,且在3期之后由正向响应转为负向响应,而牛肉价格与羊肉价格则基本表现为正向响应。在中美贸易蓬勃发展后期,中国猪肉价格的冲击响应为正向响应,持续时期较长。牛肉与羊肉价格的冲击响应基本为短期负向响应。在特朗普政府上台初期,美国贸易政策不确定性对中国畜产品价格的负向冲击有所加深。特别是在中美贸易摩擦升级时期,受美国贸易政策不确定性影响,猪肉价格暴跌暴涨的特征更加明显,而牛肉价格与羊肉价格则呈现短期正负交替响应。总之,近年来,随着中美贸易规模的不断扩大,美国贸易政策变动对中国猪肉价格的影响不断加深,对中国牛羊肉价格的影响有限。

美国贸易政策不确定性通过国际间溢出,引发全球贸易政策不确定性变动,波及国际粮食及畜产品市场,引发相关产品价格变动,并通过价格国际溢出效应,带动中国国内畜产品价格变动。所以,应当根据贸易政策不确定性变动情况,充分利用国际国内两个市场,畅通国际国内双循环,削弱贸易不确定性的不利影响。一是在美国贸易政策不确定性升高时,畜产品进口受到明显的负向影响^[16],必须多方拓宽畜产品进口渠道,同时加快实现国内畜产品产能提升,避免过度依赖进口带来风险性的增加,并利用信息化管理技术,建立稳固的畜产品储备系统,借助畜产品市场预警机制,适时进行主要畜产品的收储与市场投放,保障国内畜产品市场需求。二是在美国贸易政策不确定性平缓时,把控贸易技术规则,实现贸易质量的提高,同时防止美国等农产品贸易大国对中国进行畜产品倾销,保障国内畜产品市场有序运行。三是更加注重国内畜产品市场结构调整优化,实现牲畜养殖市场进退有序,加强市场信息服务,努力减少非理性市场经济行为。另外,在保证国内畜产品供给平稳的同时,实现畜产品生产的区域结构与产品结构渐进调整,发挥本土品种资源优势,努力消除外国品系独占市场的局面,推动本土化畜产品消费行为的恢复。四是针对中国肉类产品消费中猪肉价格所受影响最大,必须有重点地加大对生猪价格监测与供应关系调节,分阶段实现生猪储备制度与生猪期货市场共同发力,支持金融资本发挥平衡市场供求的作用。同时,应特别注意美国贸易政策不确定性增加带来的中国外部经济环境的变化,将其纳入中国畜产品市场预警机制之中,制定更加完善的应对策略。

参考文献

- [1] BAKER S R, BLOOM N, DAVIS S J. Measuring economic policy uncertainty [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2016, 131 (4): 1593-1636.
- [2] 刘春鹏,肖海峰.外部冲击对中国肉类价格的影响:基于SVAR模型的实证分析[J].*中国农业大学学报*,2019,24(5):204-213.
- [3] 张兵兵,朱晶.国际能源价格如何拨动了国内农产品价格波动的弦?:基于CF滤波分析方法的经验分析[J].*经济问题探索*,2016(11):154-160.
- [4] 马轶群,任媛,关慧.国际农产品价格对中国农产品价格影响的阈值效应分析[J].*经济问题探索*,2017(9):94-101.
- [5] 肖小勇,李崇光,李剑.国际粮食价格对中国粮食价格的溢出效应分析[J].*中国农村经济*,2014(2):42-55.
- [6] 谭小芬,熊玲誉,宋佳馨.全球流动性对国际大宗商品价格的影响:基于TVP-FAVAR模型和2000—2017年数据的实证分析[J].*中国软科学*,2020(1):30-48.
- [7] 郑燕,马骥.禽流感疫情变动对畜禽产品价格的动态影响研究:基于时变参数向量自回归(TVP-VAR)模型[J].*农业现代化研究*,2018,39(5):751-760.
- [8] 石自忠,王明利,高海秀.中国猪肉价格波动的双重非对称效应:基于MS-GARCH类模型[J].*农林经济管理学报*,2019,18(5):675-683.
- [9] 石自忠,周慧,胡向东.疫病冲击对中国畜产品价格波动的影响[J].*农业现代化研究*,2020,41(5):863-871.
- [10] 郝大鹏,曹林静.全球经济不确定性与美国的外溢效应:基于大数据方法分析的实证研究[J].*经济问题探索*,2020(8):105-113.
- [11] HUANG Z, TONG C, QIU H, et al. The spillover of macroeconomic uncertainty between the US and China [J]. *Economics Letters*, 2018, 171: 123-127.
- [12] 谭品荣,潘华曦.贸易便利化对中国农产品出口的影响研究:基于丝绸之路沿线国家的实证分析[J].*国际贸易问题*,2016(5):39-49.
- [13] 杨德云,邢梦昆.经济与贸易政策不确定性对中国出口的影响研究[J].*江西社会科学*,2019,39(11):55-64.
- [14] 周曙东,郑建,卢祥.中美贸易争端对中国主要农业产业部门的影响[J].*南京农业大学学报(社会科学版)*,2019,19

(1): 130-141+167-168.

- [15] 周政宁, 史新鹭. 贸易摩擦对中美两国的影响: 基于动态 GTAP 模型的分析 [J]. 国际经贸探索, 2019, 35 (2): 20-31.
- [16] 李俊茹, 石自忠, 胡向东. 美国贸易政策不确定性对中国农产品贸易的影响 [J]. 世界农业, 2020 (10): 36-46+90.
- [17] BAKAS D, TRIANTAFYLLOU A. The impact of uncertainty shocks on the volatility of commodity prices [J]. Journal of International Money and Finance, 2018, 87: 96-111.
- [18] PRUSER J, SCHLOSSER A. On the time-varying effects of economic policy uncertainty on the US economy [J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2020, 82 (5): 1217-1237.
- [19] 石自忠, 王明利, 胡向东. 经济政策不确定性与中国畜产品价格波动 [J]. 中国农村经济, 2016 (8): 42-55.
- [20] 张俊华, 花俊国, 唐华仓, 等. 经济政策不确定性与中国农产品价格波动 [J]. 农业技术经济, 2019 (5): 110-122.
- [21] 王芊, 佟家栋. 摩擦性贸易壁垒对贸易政策制定和福利的影响: 基于标准贸易模型的理论分析 [J]. 经济与管理研究, 2020, 41 (6): 36-46.
- [22] 田清淞, 肖小勇, 李崇光. 经济政策不确定性对中国粮食期货价格波动的影响研究 [J]. 中国农业大学学报, 2018, 23 (2): 204-212.
- [23] 王新, 刘俊奇. 中美贸易政策不确定性对中国金融市场的影响 [J]. 财会月刊, 2020 (4): 137-143.
- [24] HAILEMARIAM A, SMYTH R, ZHANG X. Oil prices and economic policy uncertainty: evidence from a nonparametric panel data model [J]. Energy Economics, 2019, 83: 40-51.
- [25] LYU Y, TUO S, WEI Y, et al. Time-varying effects of global economic policy uncertainty shocks on crude oil price volatility: new evidence [J]. Resources Policy, 2021, 70: 101943.
- [26] 肖小勇, 章胜勇. 原油价格与农产品价格的溢出效应研究 [J]. 农业技术经济, 2016 (1): 90-97.
- [27] NAKAJIMA J, KASUYA M, WATANABE T. Bayesian analysis of time-varying parameter vector autoregressive model for the Japanese economy and monetary policy [J]. Journal of the Japanese and International Economies, 2011, 25 (3): 225-245.
- [28] 杨皓森, 杨军. 中美第一阶段贸易协定对中美农产品贸易的影响分析 [J]. 农业经济问题, 2020 (12): 99-108.

The Impact of the Uncertainty of US Trade Policy on the Price of Chinese Livestock Products

HUA Junguo FENG Manjing SUN Wenshan

Abstract: Based on the price data of Chinese livestock products such as pork, beef and mutton from January 2006 to November 2020 and the uncertainty index of US trade policy, this paper investigate the impact of US trade policy uncertainty on the price fluctuation of Chinese livestock products by the Time-Varying Parameter Vector Autoregressive model with Stochastic Volatility (TVP-SV-VAR model). The main conclusions are as follows: The impact is time-varying for US trade policy uncertainty on the price fluctuation of different livestock products, which promotes the cyclical change of livestock product prices. In the European debt crisis period, the later period of the vigorous development of Sino-US trade, the early days of the Trump administration and the upgrading period of Sino-US trade friction, there are different characteristics for the impact of US trade policy uncertainty on the price fluctuation of different livestock products in China. The US trade policy uncertainty has the greatest impact on China's pork price, and the least impact on beef and mutton price. Based on this, it is suggested that we should make a decision to make the market of livestock products more stable according to the expectation of changes in the terms of trade of the US. We should stabilize the pork market, and take various measures simultaneously to the regulation capacity of market supply and demand.

Keywords: Trade Policy Uncertainty; The Price of Livestock Products; TVP-SV-VAR Model

从国际经验看中国农业 温室气体减排路径

◆ 唐博文

(中国人民大学农业与农村发展学院 北京 100872)

摘要: 2020年,中国提出“二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”。当前农业温室气体减排蕴藏着巨大潜力,是确保碳达峰、碳中和目标实现的重要支撑。本文明确了农业需要减排甲烷、氧化亚氮等温室气体,并分析了农业温室气体的主要成因以及中国农业温室气体减排在宏观、产业、微观上面临的挑战。在介绍发达国家及联合国粮农组织在温室气体减排的举措和经验后,指出中国农业温室气体减排具体路径的方向,包括绿色生物制造、种业基因编辑、垂直农业、植物蛋白、精准农业、农业大数据等,这些方向可以实现经济效益和绿色发展的共存,可以更大程度、更为持久地动员市场主体参与到农业温室气体减排活动中。

关键词: 碳中和; 农业温室气体; 减排路径

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.03.002

习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论和气候雄心峰会上提出,中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。2021年3月中央财经委员会第九次会议上,习近平总书记提出“实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局,拿出抓铁有痕的劲头,如期实现2030年前碳达峰、2060年前碳中和的目标。”

农业领域温室气体减排是确保碳达峰、碳中和目标实现的重要支撑,也是实施乡村振兴战略的主要动力。2021年9月,农业农村部、国家发展改革委、科技部等六部委印发了《“十四五”全国农业绿色发展规划》,提出“落实中央碳达峰、碳中和重大战略决策,科学谋划农业绿色发展目标任务,加快农业全面绿色转型升级”。这也预示农业固碳减排产业将进入快速发展轨道,必须加快发掘农业温室气体减排的具体路径。

1 农业温室气体减排的现状和问题

农业碳中和更强调导致气候变化的温室气体中和。从国际经验来看,世界各国在应对气候变化中提出“净零排放”“气候中性”,通常强调温室气体的中和,而不仅仅是二氧化碳的中和^[1]。“净零排放”强调某个组织的温室气体排放量与温室气体清除量相等,“气候中性”强调某个组织对气候不产生净影响。无论是“净零排放”还是“气候中性”,中和的对象是目前大家所知的温室气体,即《京都议定书》中规定的六种:

收稿日期: 2021-10-30。

作者简介: 唐博文(1988—),男,北京人,博士研究生,研究方向: 农业经济, E-mail: 819535064@qq.com。

二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、六氟化硫、氢氟碳化物和全氟化碳。

农业是非二氧化碳温室气体的主要排放来源,蕴含着巨大减排和碳汇潜力,对实现碳中和目标具有重要意义。在水稻种植、动物肠道发酵、动物粪便管理和农业土壤这几种农业活动中,在厌氧环境和微生物酶的作用下分解碳水化合物会逐步形成甲烷,而微生物的硝化和反硝化过程会产生氧化亚氮。甲烷和氧化亚氮属于强效温室气体,在百年的时间尺度内增温效应分别是同等质量的二氧化碳的 28 倍和 265 倍以上。自工业革命以来,人类活动排放的甲烷和氧化亚氮对全球变暖的贡献率分别约为 25% 和 6%^[2]。根据 2018 年发布的《中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告》,2014 年中国农业活动产生的甲烷和氧化亚氮排放分别为 4.67 亿吨和 3.63 亿吨二氧化碳当量,占中国所有甲烷和氧化亚氮排放当量的 40.2% 和 59.5%,是非二氧化碳温室气体的主要来源^[3]。在甲烷和氧化亚氮合计的这 8.30 亿吨二氧化碳当量中,动物肠道发酵排放为 2.07 亿吨二氧化碳当量,占比 24.9%;动物粪便管理排放为 1.30 亿吨二氧化碳当量,占比 15.7%;水稻种植排放为 1.87 亿吨二氧化碳当量,占比 22.5%;农业土壤排放为 2.88 亿吨二氧化碳当量,占比 34.7%;农业废弃物田间焚烧排放 0.09 亿吨二氧化碳当量,占比 1.1%。

农业温室气体排放源极为分散且实施难度大,目前减排挑战主要来自宏观、产业和微观三个层面。宏观层面上看,农业尚未建立碳中和的政策体系、统计体系和核算方法体系。在减排政策体系方面,目前暂时没有形成具有针对农业温室气体排放的清单以及相关的政策法规体系,也尚未出现碳约束指标。在碳排放统计体系方面,缺乏国家层面有关农业温室气体排放分类、排放来源以及连续的数据统计等详细信息,没有形成统一的排放统计体系。在碳排放核算方法方面,中国农业温室气体减排至今尚未形成统一的核算方法体系,无法形成标准化的碳减排产品进入碳交易市场。产业层面上看,农业生命周期各个环节中存在不同侧重点的问题和矛盾。土地利用环节上,中国单位产出的资源消耗仍较大,提高农业机械化和土地集约化水平随之而来的就是温室气体碳排放量的增加。生产端环节上,农业种植业现有的小农户生产方式、化肥使用难以短期实现突破和改变,而畜禽业反刍动物所排放的温室气体难以收集,短期内提高饲料质量或改变饲料习惯难度大。食品供应链环节上,中国农产品信息化和自动化程度仍较低,冷链普及程度低和成本高昂,物流和加工环节繁多、损耗率高,加剧了碳排放。微观层面上看,中国大部分生产者碳中和意识匮乏,对于小农户或中小企业而言,目前单一的财政补贴政策难以带来良好的经济利益,无法形成促进农业温室气体减排的长效机制。而随着中国居民人均收入超过 1 万美元,肉制品的消费将会保持持续增长,畜禽业所产生的温室气体减排也将具有更大的挑战性。

2 文献综述

目前学术界对于温室气体减排的研究主要集中在能源电力、工业、建筑、交通等领域,对农业温室气体减排重视程度不够,研究尚有不足。现有对农业温室气体减排的研究成果主要倾向于以下几个方面:一是农业温室气体排放清单构成和成因。Liang 等构建了 1978—2016 年中国省级农业温室气体排放数据库,排放源涵盖农作物秸秆露天焚烧、水稻种植、耕地变化及排放、机械使用、氮肥和农药生产等方面,较为系统地分析了不同农业活动对于温室气体排放的贡献度^[4]。程琨和潘根兴指出农业是甲烷、氧化亚氮等非二氧化碳温室气体的主要排放源,并分析了甲烷和氧化亚氮的产生机理^[5]。二是中国在农业温室气体减排中面临的挑战。吕华杰认为中国传统农业经济发展模式与低碳经济发展的模式具有明显冲突,生产者过度追求产量指标,高度依赖化肥、农药,与低碳经济的融合度较差^[6]。董文军等具体分析了黑龙江省农业碳中和现状,指出黑土地水土流失和耕地质量退化导致土壤固碳潜力下降,同时黑龙江省面临缺乏碳中和专业研究平台、碳中和技术落实难度大等问题^[7]。纪丽丽等则指出目前对于畜牧业反刍动物短期内还无法找到有效的、可重复的、经济实用的方法减少甲烷的排放^[8]。三是中国农业温室气体的减排路径。具体而言,在宏观层面上,多数研究是在政策、法律法规和市场机制建设方面提出与农业温室气体减排相匹配的体系化建设路径。金书琴等提出制定碳约束指标、统一农业碳排放核算方法以及发展农业碳市场^[9]。刘明明和雷锦峰提出构建政府干

预机制、市场激励机制和社会参与机制的制度体系建设^[10]。赵立欣提出组建农业碳中和专业研究机构和制定减排路线图^[11]。在产业层面上,学者们基于本身研究方向和实践经验,从农业产业环节和农业源温室气体来源等方面提出技术创新支撑的减排和碳汇路径。张仲昆和朱俊琳认为政府可以通过补贴等方式鼓励农民购买低碳排放的农机设备,提高化肥等高碳生产资料的利用效率,建设农业废弃物的循环利用体系^[12]。杨莉仁等提出可以通过种植业和养殖业融合模式,促进动植物生产过程的有效衔接,相互提供生产资料,最终提升农业的固碳增汇能力^[13]。

现有研究缺乏对农业温室气体减排的国际经验比较,也鲜有涉及如何通过市场化手段推动农业温室气体的减排,本文创新之处在于:一方面,相对于以往研究从国内农业减排情况出发,本文更多地研究和梳理了走在农业温室气体减排前列的发达国家的经验和案例,为中国农业源温室气体减排提供相应的借鉴和启示;另一方面,由政府驱动型的农业温室气体减排路径,在具体实施过程中可能受到多方因素制约,实际落地的情况也会因为农业区域化特征有所差别,本文则主要从农业温室气体减排的市场化路径出发,更容易带动社会资本参与碳减排,从而形成可持续发展的农业市场减排机制。

3 农业温室气体减排的国际经验

3.1 部分国家农业温室气体减排措施

发达国家对于农业产生的温室气体减排起步较早,欧盟成员国走在世界前列,其次是北美、澳大利亚等国家和地区以及亚洲的日本、新加坡等发达国家。发达国家主要通过制定有约束力的农业政策、提供引导性的财政预算、开展教育培训和技术推广来推动农业温室气体减排。各国出台的主要措施包括种植、养殖和放牧活动中温室气体减排,土壤固碳举措,粪便优化管理和资源化利用,食物系统减排降耗,财政引导激励和市场化调控等。

3.1.1 农田减排固碳

旱地土壤氧化亚氮排放在全球排放比重较大,达到农业总排放的19%~76%。各国出台的针对性政策中,以发展生态农业、有机农业、精准农业为主要措施。欧盟共同农业政策中规定,大于15公顷的农田必须保留5%面积的农田生态区。欧盟提出2030年有机农业面积至少达到农业土地总面积的25%。英国提出农田自然修复和恢复泥炭地的计划,英国气候变化委员会建议到2050年将1/5的农业用地转为自然修复,以恢复土壤碳吸收能力和肥力。减排政策的另一重要方式为控制肥料和农药施用量,使用高效肥料、有机肥料替代传统化肥,以实现低碳高效生产,降低农业面源污染。德国通过对《化肥条例》的修改,减少氮、氨和氧化亚氮的排放,提高氮的效率;扩大有机耕作,节省矿物肥料使用,对有机农业和可持续农业提供法律和财政支持。

稻田甲烷排放是以水稻为主食的国家的主要排放源,占农业总排放的23%~53%。水稻种植大国如日本,在已发布的政策中明确提出中期晒田、间歇性水灌溉、推广直播稻和早稻栽培技术,以提高水分利用率,减少甲烷排放。此外,选育低排高产水稻品种、施用有机肥料、秸秆还田可提升土壤固碳效果。

法国发起的“千分之四土壤增碳计划”,获得了多数国家的响应和支持。土壤固碳是增加碳汇的重要途径。据测算,全球1米深的土壤含碳量增加千分之四,可抵消当前二氧化碳净排放,使大气中二氧化碳含量不再增加。基于此,法国提出在未来20年内,使土壤表层0.4米深度以内的土壤有机碳每年增加千分之四,这样可以消纳部分人类活动排放到大气中的碳。“千分之四土壤增碳计划”旨在推动各国政府制定适当的引导政策,鼓励农民和林业工作者采取保护性措施以保持土壤健康,增加土壤碳储量,进而发展可持续农业。该计划得到了德国、日本、澳大利亚等30多个国家的响应和加入。在具体实施层面,各国根据自身情况制定了相应措施,主要包括轮耕、休耕、免耕等保护性耕作,以及推广秸秆还田等。“千分之四土壤增碳计划”是解决大气排放与农业、林业发展的一种有益尝试,虽然遭遇了发展挑战,但其积极作用值得肯定。

3.1.2 养殖业优化管理

家畜养殖和放牧导致的温室气体排放是最主要的农业排放源，特别是欧洲和大洋洲，占其农业排放的比例为19%~80%。发达国家的相关政策均提出改善家畜日粮结构和采取低蛋白饲料来降低反刍动物肠道发酵的甲烷排放。同时通过加强对永久性牧场草地保护、退化草场修复、停止草场开垦来提升草场汇碳，保障畜牧业可持续发展。

家畜粪便的收集、储存、管理和利用，也是农业面源污染防控、可再生能源管理的重点。发达国家大的已形成系统处理方法来代替化石燃料使用同时减少二氧化碳排放，并减少粪便储运过程中的甲烷、氧化亚氮排放，具体措施包括强化粪便储存管理，粪便生物发酵制沼气、沼液沼渣还田，以及粪便堆肥还田、粪便能源化利用。欧盟出台政策强调区域畜禽养殖规模和粪污处理能力之间的平衡，构建储运网络，要求专门配套粪便发酵和还田设备。荷兰通过立法规范对粪便的管理，法国、卢森堡等国的政策明确要求粪污覆盖储藏。

3.1.3 食物系统减排政策

欧盟提出“从农场到餐桌战略”，要求从供给侧减少种植、养殖、生产、加工、储存、运输、包装等产业链各环节对环境的影响；在消费侧，倡导民众调整饮食结构，养成更加低碳、健康的饮食习惯，提议强制性食品营养标签，让民众在自主、知情的前提下进行低碳消费选择。在欧盟市场流通的一些农产品已经标注有碳标签。部分欧盟国家规定禁止不满足其环境标准的农产品进入本国市场。

英国政府着眼于从减少食物浪费的途径实现减排。据统计，英国每年约有450万吨的粮食遭到浪费，折算约2500万吨的温室气体排放。英国政府制定了“在2030年将粮食损失和浪费减半”的目标，为此与地方议会、食品企业和餐厅、公益组织进行合作，共同开展对公众的节粮减排倡导活动，并定期为民众提供废弃食物收集服务。

新加坡政府在食物系统减排方面的做法更具前沿性。新加坡通过设立“未来食品安全中心”，支持食品领域创新，推动替代性蛋白发展，以植物蛋白合成的“人造肉”是典型案例。新加坡还批准了利用动物细胞体外培育，研发“细胞肉”的美国企业 Eat Just 在其市场推出产品，成为该领域全球首个商业化监管许可。

3.1.4 财税手段和碳交易市场

欧盟、英国、美国、加拿大、日本、澳大利亚等国家和地区采用生态或环境补贴的形式来激励和推广农业低碳生产技术，对永久草地、休耕地给予财政支持。一些环保理念领先的国家如新加坡、南非、葡萄牙、立陶宛等针对高排放、高污染的农业活动和产品征收环境税或碳税。

欧盟碳交易市场较为成熟，农户在种植、养殖过程中采取减排固碳措施可以从碳交易中获益，抵消减排成本。美国芝加哥气候交易所早已向农户开放碳交易，农户通过实施免耕、轮流放牧或草场保护项目可以获得碳减排契据，在碳交易中获得经济收益。新西兰已开放碳交易市场，并通过气候变化应对修正案改革碳交易，拟从2025年对农业碳排放进行定价^[11]。

3.2 联合国粮农组织倡导“气候智能型”农业

联合国粮农组织在2010年提出气候智能型农业（Climate Smart Agriculture, CSA）的指导行动方法，旨在对农业系统改造和重新定向，以确保气候变化影响下的粮食安全并支持农村发展。CSA的目标一是持续增加农业产量和收入，二是建立和提高对气候变化的适应能力，三是在可能的情况下降低或避免温室气体排放^[12]。

与现代农业、可持续农业相比，气候智能型农业更加突出应对气候变化的核心内涵，主要特点为：以协调共赢为目标，综合考量农业增效、农户增收、粮食安全、气候变化之间的矛盾与复杂关系，通过创建科学的、有弹性的、系统化的技术与政策管理体系，实现高效发展、各方利益协调；实施上强调因地制宜，根据不同国家、地区的特定情况，制定切实可行的应对气候变化行动计划与推进政策；实现路径上依靠生产系统优化与技术改进、国家/地区制度优化与政策改进、资金筹措与支持，通过技术、政策、金融投资持续优化与创新，动员最广泛的社会力量共同参与。

在《气候智能型农业资料》中，联合国粮农组织提出了全面、系统的实施框架，包括灌溉水源管理、土壤管理、能源管理、基因资源管理等方面针对种植业、畜牧业、林业、渔业等生产系统的应对策略和一系列技术措施。

气候智能型农业得到国际社会的积极响应，在全球范围内取得了多项成果。拉丁美洲的萨尔多瓦推广桉树与玉米农林间作种植，桉树可以作为燃料使用，避免了对天然林木的砍伐，增加森林固碳，并提高了玉米的产量，实现农户增收。法国通过农业模型、遥感技术、互联网技术的结合，对农作物生产精细化管理，例如将葡萄园自动化灌溉系统与气象数据、种植大数据进行整合，精准控制灌溉水量与能源消耗，减排增收。中国在河南、安徽两省实施的10万亩^①气候智能型示范区项目，历经五年，通过“小麦-水稻”和“小麦-玉米”减排增碳关键技术集成、配套政策创新、科技知识普及等综合措施，取得了良好的成效：单位面积氮肥用量降低约10%，农药用量降低约15%，土壤有机碳含量提高了10%，五年累计减排约13万吨二氧化碳当量，粮食产量年均增长了5%以上。这些措施实现了保障粮食安全、适应气候变化和减少温室气体排放的“三赢”效果。

气候智能型农业对之前众多发展理念实现了融合超越，是一种更高层面的农业发展形态，已在全球实践中积累了成功经验，为高产、高效、低排放的农业发展之路指明了方向。

4 中国农业温室气体的减排路径

政府干预是保障农业温室气体减排得以顺利进行的重要条件，其可以通过制定标准、界定产权、财税政策等措施引导资源向减排方向倾斜，具体包括：以补贴、减税等方式鼓励低碳农业生产方式，对高碳排放的农业企业实施约束性措施，建立低碳农业服务平台等方式，同时带动社会公众、农业企业等主体了解并参与减排相关活动。相比于政府干预，对于经济利益的追逐可以更大程度、更为持久地动员市场主体参与减排活动，近些年的技术进步和经济实践证明绿色发展可以与经济效益共存，这也是持久发展的必然方向。借鉴发达国家农业温室气体减排的案例，可以从以下几个方面挖掘中国农业温室气体减排产业的市场化机遇。

4.1 绿色生物制造

生物制造是指利用生物质、二氧化碳等可再生材料，采用工业生物技术手段的绿色生产模式。由于对传统大宗石油化工产品的依赖度大大降低，该种模式将从源头上实现温室气体减排。目前生物发酵制燃料乙醇已经是比较成熟商业化的绿色生物制造项目，而生物基可降解农膜正在推动中。《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》中指出，推进农业绿色发展，全面实施秸秆综合利用和农膜、农药包装物回收行动，加强可降解农膜研发推广。当前可降解农膜可分为生物基可降解和石油基可降解，生物基可降解塑料即是以天然高分子或农副产品经发酵或合成的高分子为原料生产的塑料，可大幅减少对传统化石能源的消耗，未来在农业生产中推动生物基可降解塑料，将会有效减少农业温室气体的排放。

4.2 种业基因编辑

中国的种业创新在过去数十年中有力地提升了农作物单位面积产量。未来除了转基因技术，提高农作物产量可能将进一步依靠基因编辑技术。中国是世界第二大种业市场，但不是种业强国，要保障种业安全，需要积极推进育种技术创新，特别是在国际育种前沿和核心的基因编辑技术方面下功夫，抢占科技制高点和国际市场先机。

农业产业链的源头是种业，种业创新密切关系中国粮食供应安全。近两年来，中央多次强调种业创新的必要性。2021年中央一号文件《中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》中提出，种子是农业现代化的基础。要加快第三次农作物种质资源、畜禽种质资源调查收集，加快建设国家作物、禽畜和海洋渔业生物种质资源库建设，并对育种基础性研究及重点育种给予长期稳定支持。加快实施农

^① 1亩=1/15公顷。

业生物育种重大科技项目,有序推进生物育种产业化应用。2021年2月,农业农村部发布了《关于鼓励农业转基因原始创新和规范生物材料转移转育的通知》,为转基因技术、基因编程产业化迈入快车道提供了制度保障。

4.3 垂直农业

垂直农业是指通过高度控制环境,采用气耕法利用垂直堆叠的苗床,以高空间密度生产农作物。垂直农业的生产过程不使用土壤,用LED设备照明不需要阳光,不使用农药,用水量极少,与传统田耕相比可减少90%用水量。垂直农业充分利用仓库、集装箱、城市房顶,用地面积小,产量高,折算可节省95%以上的土地。目前垂直农业存在的问题是生产成本较高,商业应用不广泛。随着LED照明等设备的成本逐步走低,以及环保理念的深入人心和消费者对无公害食品的偏爱,垂直农业将实现快速增长。

垂直养殖业也得到了大力发展。例如,新加坡的阿波罗水产养殖集团建设了一个高度自动化、八层高的水泥陆地咸水渔场,每层配备一个智能水箱系统,用于监测、循环、净化渔场内的水,当鱼的排泄物对水造成污染时,只需更换5%的水量即可。用这种垂直渔场方式养殖每年可节约30%的能源费用,而产量方面可以提高20倍。

4.4 植物蛋白

用植物蛋白替代肉类和奶制品,在亚洲有着悠久的历史。在应对全球气候变暖,降低畜牧业温室气体排放的大背景下,作为替代性蛋白质来源的人造肉和植物奶成为食物行业新的“风口”。美国、新加坡、瑞典等国家以及中国香港等地区都有公司将自己的产品推向市场。例如,雀巢已推出植物肉产品,实验室正在积极研发细胞培养肉技术,不断增加植物基食品、饮料供应;人造肉第一股Beyond Meat公司在纳斯达克上市,上市当天上涨163%,受到投资者的热捧。从需求的角度看,消费者的偏好也在变化,素食逐渐成为新的饮食风尚,仅欧洲就有7500万素食人口。据预测,植物蛋白市场将以每年15%的复合增长率增长,到2025年将达到279亿美元市场规模。

4.5 精准农业

精准农业指在农业生产中采用人工智能、传感器、大数据、物联网新一代信息技术进行辅助生产,不仅可以提高单位面积产出,还能高效控制肥料和农药的使用,进而减少环境污染和碳排放。传统农业生产中,灌溉、化肥的使用往往依赖经验,缺少对农作物生长环境的定量数据化分析,而精准农业可以识别分析植物生长状态、所处土壤田块内部性状以及光照、湿度等条件,通过一系列算法计算出具体的施肥时间和用量,然后利用GPS定位等手段进行精准施肥。精准农业可以真正做到监测农业生产中的环境影响,并根据环境影响高度控制生产过程,使得农村生产由粗放管理向精准集约迈进。需要指出的是,精准农业并不是唯产量论,而是强调以最少的化肥、农药投入,达到同等或者更高的产出。

4.6 农业大数据

2020年农业农村部、中央网络安全和信息化委员会印发的《数字农村农业发展规划(2019—2025年)》指出,加快发展数字农情,利用卫星遥感、航空遥感、地面物联网等手段,动态检测重要农作物的种植类型、种植面积、土壤墒情、作物长势、灾情虫情,及时发布预警信息,提升种植业生产管理信息化水平,对中国农业数字化发展有提纲挈领的指导作用。

农业大数据的具体应用领域包括基于物联网的小气候环控与水肥一体化技术、基于区块链的农产品质量溯源系统、基于计算机视觉的智能农机技术和大田“四情”监测系统、虚拟现实农业技术。目前农业大数据已成为巨头们角力的必争之地。例如, Monsanto先后收购了精准播种公司(Precision Planting)、气候公司(The Climate Corporation)这两家农业大数据公司,旨在打造为农业生产提供精准全面解决方案的综合服务平台。气候公司产品研发线包括种子筛选研究、田间肥力管理建议、农作物健康管理等,并在2015年推出农业大数据平台Climate Field View,为美国10万余名农民提供定制化专业建议。以分散小农户为主的印度,农业大数据市场也酝酿着潜力。农业科技公司CropIn 2010年成立于班加罗尔,该公司提供农场生产管

理、农产品销售及信息溯源服务,已覆盖 600 万亩土地,为 7 个国家的 50 万名农民提供服务。活跃在国内农业大数据市场的,有谋求转型的农资大公司,如国内饲料生产龙头企业北京大北农科技集团股份有限公司、新希望集团有限公司等;有北京农信互联科技集团有限公司发布的“猪联网”平台;还有深圳市丰农控股有限公司推出的数智丰农 DAP 管理系统。这些大数据公司在人力节省、农药肥料节约、病虫害有效控制、单位面积产出率提升方面做出了有益探索。目前创业企业和高端人才在持续进入农业大数据领域,未来发展前景可期。

参考文献

- [1] 王倩.厘清碳中和概念,重视非碳温室气体减排 [EB/OL]. (2021-04-28) [2021-10-08]. https://m.thepaper.cn/baijiahaohao_12435738.
- [2] Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: synthesis report [R]. Geneva: IPCC, 2015.
- [3] 中华人民共和国生态环境部. 中华人民共和国气候变化第二次两年更新报告 [R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2018.
- [4] LIANG D, LU X, ZHUANG M, et al. China's greenhouse gas emissions for cropping systems from 1978-2016 [J]. Scientific Data, 2021, 8 (1): 171.
- [5] 程琨, 潘根兴. 农业与碳中和 [J]. 科学, 2021, 73 (6): 8-12.
- [6] 吕华杰. 低碳经济背景下农业经济发展方式转变研究要点构架 [J]. 环渤海经济瞭望, 2021 (5): 77-78.
- [7] 董文军, 孟英, 张俊, 等. 黑龙江省农业实现碳中和的主要途径及建议 [J]. 黑龙江农业科学, 2021 (11): 79-84.
- [8] 纪丽丽, 祁根兄, 王维乐, 等. 减少畜牧业甲烷排放策略研究进展 [J]. 饲料研究, 2021, 44 (8): 139-142.
- [9] 金书琴, 林煜, 牛坤玉. 以低碳带动农业绿色转型: 中国农业碳排放特征及其减排路径 [J]. 改革, 2021 (5): 29-37.
- [10] 刘明明, 雷锦锋. 我国农业实现碳中和的法制保障研究 [J]. 广西社会科学, 2021 (9): 30-38.
- [11] 赵立欣. 农业农村如何实现“碳达峰” [J]. 农村工作通讯, 2021 (5): 32-33.
- [12] 张仲昆, 朱俊琳. 碳中和背景下的农业发展对策研究 [J]. 江西农业, 2021 (12): 2.
- [13] 杨莉仁, 郑伟, 滕琳艳, 等. 加强畜牧业和种植业融合发展夯实农业碳中和基础 [J]. 江西农业, 2021 (12): 3.

China's Agricultural Greenhouse Gas Emission Reduction Path from International Experience

TANG Bowen

Abstract: China proposes that carbon dioxide emissions will reach the peak in 2030 and strive to achieve carbon neutralization by 2060. At present, China's agricultural greenhouse gas emission reduction has great potential, which is an important support to ensure the realization of carbon peak and carbon neutralization goals. This paper points out that China's agriculture needs to reduce greenhouse gases such as methane and nitrous oxide, and analyzes the main causes of agricultural greenhouse gases and the challenges faced by China's agricultural greenhouse gas emission reduction in macro, industrial and micro levels. After introducing the measures and experience of developed countries and FAO in greenhouse gas emission reduction, this paper points out the specific paths of China's agricultural greenhouse gas emission reduction, including green biological manufacturing, seed industry gene editing, vertical agriculture, plant protein, precision agriculture and agricultural big data. These specific paths can realize the coexistence of economic benefits and green development, and market players can be mobilized to participate in agricultural greenhouse gas emission reduction activities to a greater extent and for a longer time.

Keywords: Carbon Neutral; Agricultural Greenhouse Gas; Emission Reduction Path

(责任编辑 卫晋津 张雪娇)

近百年美国大豆生产 时空格局变化分析

◆ 杨幸雨^{1,2} 杨庆媛^{1,2} 王亚辉^{1,2} 刘世薇^{1,2}

(1. 西南大学地理科学学院 重庆 400715;

2. 中国地理学会西亚地理研究中心 重庆 400715)

摘要: 本文基于 1924—2019 年美国大豆生产分布县域数据, 采用变异系数、空间分析等方法, 分析了美国大豆产量、种植面积和单产的时空分布特征和重心迁移轨迹, 为中国了解美国大豆产业发展现状, 应对大豆国际市场变化, 制定大豆生产、贸易进出口政策等提供参考。结果表明: ①近百年美国大豆生产经历了引种扎根、迅速发展、波动性发展、稳定成熟四个发展阶段。1924—2019 年, 美国大豆的产量、种植面积和单产总体呈现波动上升趋势, 年均增长率分别为 7.17%、4.17%、1.55%。②中西部地区一直是美国大豆的主产区, 研究时段内大平原地区大豆生产地位上升, 南部地区地位下降。伊利诺伊州、印第安纳州和艾奥瓦州的大豆产量多年位于全美前列, 大豆高产的州多位于大豆主产区。各州之间大豆产量、面积差距逐渐缩小, 单产差距不大。③美国大豆产量在空间上呈现显著的集聚特征, 且集聚性逐渐增强。高高集聚区和低高集聚区分布较广, 此两类集聚区均呈现扩张趋势。④1930—2010 年, 美国大豆生产重心总体呈倒“几”字形向西北方向移动, 2010 年后又向东南方向移动, 总体移动距离为 63.54 千米。基于美国的经验, 未来中国大豆生产应注重安排轮作模式, 制定大豆品种种植规划; 改革创新大豆农业保险制度; 加快大豆科技创新; 推进大豆规模化经营、标准化种植; 培养壮大中国大豆行业协会, 争夺中国大豆行业话语权。

关键词: 大豆; 美国; 时空变化; 空间分析

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.03.003

1 引言

大豆是起源于中国的古老作物, 具有食用和油料等多重用途, 一直以来在食品及其加工行业占有十分重

收稿日期: 2021-09-29。

基金项目: 国家自然科学基金项目“西南石漠化地区玉米种植结构调整的社会效应研究”(42171175), 西南大学引进人才计划项目“农业供给侧结构性改革背景下西南地区农业结构调整对策研究”(SWU019023), 吉林省优秀青年人才基金项目“吉林省‘镰刀湾’地区大豆恢复增长与种植结构调整对策研究”(20190103141JH)。

作者简介: 杨幸雨(1999—), 女, 四川自贡人, 硕士研究生, 研究方向: 农业地理, E-mail: yxy990715@126.com; 杨庆媛(1966—), 女, 云南腾冲人, 博士, 教授, 研究方向: 国土资源与区域发展, E-mail: yizyang@swu.edu.cn; 王亚辉(1989—), 男, 安徽亳州人, 博士, 副教授, 研究方向: 乡村地理与区域可持续发展, E-mail: wangyh1210@swu.edu.cn。

通信作者: 刘世薇(1986—), 女, 四川西昌人, 博士, 副教授, 研究方向: 农业地理与乡村发展, E-mail: liushiwei@swu.edu.cn。

要的地位。中国曾经是全球最重要的大豆生产国和出口国,但随着世界大豆生产格局的变化,1996年中国由大豆净出口国转为净进口国^[1]。随着国内社会经济的不断发展,大豆的消费量逐步上升,近三年年均消费量都超过1亿吨,居全球首位^[2]。面对巨大的消费量,中国大豆产量的增长远远不够,由2000年的1 541万吨增至2019年的1 809万吨,仅占大豆消费量的16%左右,大豆供需矛盾突出。为了满足国内大豆需求,中国大豆进口量逐年攀升,由1996年的111万吨增至2019年的8 851万吨。2020年,中国大豆进口量突破1亿吨,占全球大豆总进口量的60%,创历史新高。中国大豆消费对外依赖性极高,如何保证国内大豆的有效供给,成为亟待解决的问题。为了提升国产大豆自给水平,2001年农业部制定实施了《大豆振兴发展计划》,在黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古4省份建设1 000万亩^①高油高产大豆示范区。2008年,启动大豆临储收购政策。2014年,在东北和内蒙古进行大豆目标价格补贴试点。2017年开始实施大豆生产者补贴。2018年中美贸易摩擦加剧,大豆产业健康发展和产业安全问题成为人们关注的焦点^[3]。为实施好新形势下国家粮食安全战略,积极应对复杂国际贸易环境,2019年农业农村部又出台了《大豆振兴计划实施方案》。随着相关政策出台和实施,中国大豆产量和播种面积都有所增长,但豆农种植的积极性不高,大豆的单产低、生产成本低、收益差等问题依然存在^[1,4-5]。

美国是目前全球最大的大豆生产国和出口国,在大豆生产布局、育种研究、种植经营、政策支持等方面具有良好的经验。已有国内学者对美国大豆进行了相关研究。万宇轩和郑春芳对美国大豆在中国进口市场的竞争力及其影响因素进行了分析^[6]。李婷和刘武兵研究了生物质燃料政策对美国大豆的生产、供需以及出口的影响^[7]。石慧和王思明总结了美国大豆发展历史,并比较分析了导致中美大豆地位转变的政策、技术、产业化和组织制度因素^[8-9]。雒艺欣等对近十年美国大豆产量时序变化、空间集聚和重心迁移进行了分析,并运用动态度和变化斜率法对美国大豆种植面积的时序变化展开了探讨^[10-11]。综合来看,研究美国大豆的文献不多,且多集中于美国大豆出口、大豆管理、大豆新闻、中美大豆贸易等^[6-7,12-15],对美国大豆生产时空格局变化的研究较少;已有的两篇研究^[10-11],研究时段较短,没有总结美国大豆生产的时空变化特征,对中国大豆的政策启示研究不足。

鉴于此,本文基于1924—2019年美国县域大豆产量、单产和种植面积等数据资料,运用变异系数、空间自相关和重心迁移模型,分析近百年美国大豆生产时序变化阶段,研究美国大豆生产时空格局变化特征,提出中国大豆的政策启示,旨在为中国调整大豆生产政策、促进大豆产业健康发展以及提高大豆供给保障能力提供参考。

2 数据来源

本文的大豆产量、单产和种植面积数据来自美国农业部国家农业统计局快速查询网站(<https://quickstats.nass.usda.gov>)以及联合国粮食和农业组织(FAO)官网(<http://www.fao.org/>)。由于研究的时间跨度较大,本文在研究空间变化时只截取了10个时间节点(1924—2019年,每间隔十年一个节点)。研究区的分区方案按照美国国家统计局的分区结果,即美国本土的48个州,分为8个地区,分别是新英格兰、中部大西洋、南部、中西部、大平原、西南、落基山脉和西海岸地区。

3 研究方法

3.1 变异系数

变异系数常用于衡量区域内某一要素的相对差异。变异系数的值越大说明地区之间的差异越大,反之,则地区之间的差异越小。因此,为了方便比较美国大豆的产量、单产以及种植面积在同一研究时期内发展程度的差异,使用变异系数来测度这三个指标在地区之间相对差异的演变特征^[16]。

① 1亩=1/15公顷。

$$S_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{it} - \bar{X}_t)^2}{n}}, V_t = \frac{S_t}{\bar{X}_t} \quad (1)$$

式(1)中, S_t 表示标准差, X_{it} 表示第*i*个县域在*t*年的大豆产量、单产和种植面积; \bar{X} 表示*t*年份全美的大豆产量、单产和种植面积的平均值; n 为县域个数; V_t 为变异系数。

3.2 重心迁移模型

重心迁移模型可以通过计算规定区域某一时段内大豆生产的分布重心来描述大豆生产的时空分布格局^[17]。大豆生产重心是指在某个时期内大豆生产要素指数(可用种植面积或产量来衡量, 本文选用产量为指标)在生产空间分布上的相对位置。

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{it} \times X_i)}{\sum_{i=1}^n P_{it}} \quad (2)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (P_{it} \times Y_i)}{\sum_{i=1}^n P_{it}} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{(X_{t2} - X_{t1})^2 + (Y_{t2} - Y_{t1})^2} \quad (4)$$

式(2)、式(3)、式(4)中, X_t 、 Y_t 分别表示第*t*年大豆产量的区域重心坐标, X_i 、 Y_i 分别表示*i*县域的重心坐标; P_{it} 表示*i*县域第*t*年的大豆产量; n 为县域个数; D 为重心迁移距离(千米)。

3.3 空间自相关分析法

探索性空间数据分析(ESDA)是一系列空间分析方法和技术的集合, 通过对现象或事物分布模式的描述和可视化, 探索区域属性值的分布模式和空间相对差异^[18], 被广泛应用于研究农业生产现象的空间分布^[19]。空间自相关分析可以被分为全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。本文采用 Global Moran's I 和 Local Moran's I 统计量来研究美国县域尺度大豆生产的空间关联度, 分析其空间集聚特征。详细计算步骤见文献^[10]。

4 结果与分析

4.1 大豆生产时序变化分析

近百年来美国大豆的产量、单产和种植面积总体呈上升趋势, 其中大豆产量从1924年的13.46万吨增至2019年的9666.87万吨, 年均增长率为7.17%。种植面积从1924年的63.41万公顷增至2019年的3079.66万公顷, 年均增长率为4.17%。单产从1924年的0.74吨/公顷增至3.19吨/公顷, 年均增长率为1.55%。综合来看, 美国大豆的发展主要分为以下四个阶段。

第一个阶段: 引种扎根阶段(1765—1897年)。美国最早引入大豆是在1765年, 由东印度公司的海员波文将大豆从中国带到佐治亚州。1770年美国驻法国大使本杰明·富兰克林将大豆由英国送到费城并种植在朋友的花园中。1851年本杰明·爱德华将从日本引入的大豆种子分发给伊利诺伊州和“玉米带”的农民种植。在1852—1854年, 美国东印度舰队的马修·佩里将军两次远征日本, 随队莫罗将大豆种子带回华盛顿^[8]。1862年, 美国成立了联邦政府农业部(USDA)。直到19世纪上半叶, 大豆仍只是被零星地、试验性地引进美国的一些地区, 从19世纪下半叶开始大豆在美国多地进行广泛的引种和试种, 到19世纪末, 几乎美国各州都有栽种大豆。这个时期牧场主们掌握了用豆粕为牲畜提供饲料的方法, 大豆在美国扎根下来。

第二个阶段: 迅速发展阶段(1898—1972年)。20世纪初, 美国开始出现油脂供应短缺的现象, 作为重

要油料作物的大豆，再一次进入了人们的视线。1898年美国农业部成立了外国作物引种办公室，开始派人不断从中国引种大豆^[20]。植物探险家 Dorsett 在 1927 年之前花了两年半时间，在中国的东北地区搜集了大约 1 500 份大豆，全部带回美国。1921—1931 年，Dorsett 和 Morse 又先后到中国东北、朝鲜、日本进行调查、收集大豆优良品种^[21]。1929—1931 年，共有 4 773 个亚洲大豆品种引入美国^[9]，大豆产量由 25.69 万吨增至 46.97 万吨，年均增长 35.23%（图 1），种植面积和单产的年均增长率达到 25.65%、6.55%（图 2、图 3）。1935 年，美国建立了土壤保护署（SCS），同年 4 月，美国国会通过了《水土保持法》。至此，美国开启了以专门政策和惠民项目支持农业可持续发展的历史，大豆也开始在美国站稳脚跟。

在这期间美国大豆很大程度上仍然依靠于进口，国内大豆完整的生产体系还未建立。第二次世界大战期间，太平洋战争爆发后，美国大豆的进口路线遭到破坏；与此同时，黄油生产遭到抵制，油脂供应再次受到威胁，美国不得不自食其力，自己生产大豆。1941 年，美国农业部开始第一个政府大豆价格支持计划，支持农民大规模种植和生产大豆，该计划促使 1942 年大豆产量突增，由 291.75 万吨增至 510.37 万吨（图 1），年均增长 74.93%。由于大豆的高蛋白特性，大豆的用途也发生改变，从主要用作牧草作物、饲料作物等，变为主要对收获的大豆进行加工利用。从 1952 年开始，大豆豆粕成为家禽和牲畜的主食，大豆需求量持续上升。到 20 世纪 50 年代中期，美国完全取代中国成为世界上最大的大豆生产国^[9]。如图 1、图 2、图 3 所示，1924—1972 年美国大豆产量、种植面积和单产都呈现上升的趋势，产量从 1924 年的 13.46 万吨增至 1972 年的 3 458.09 万吨，年均增长率为 12.25%，种植面积和单产的年均增长率分别为 7.34%、1.95%。

第三个阶段：波动性发展阶段（1973—1995 年）。由图 1、图 2、图 3 可知，1973—1995 年大豆产量、单产和种植面积呈现波动增长趋势，为期 23 年。1970 年美国颁布了《植物品种保护法》（PVPA-1970），该法案激发了社会投资植物育种业的积极性，促使大豆种子的开发和培育受到法律的保护，许多私人种子公司加入到大豆品种的科研开发群体中^[22]，大豆育种得到了空前的发展。到 1973 年，大豆产量持续增至 4 211.79 万吨，此时大豆已经成为美国的首要经济作物，超越了小麦和玉米。1973—1976 年，大豆产量经历了两次回落，分别是 1974 年减少 901.55 万吨、1976 年减少 706.90 万吨。1977—1979 年，大豆产量持续增长，该时段种植面积和产量的变化步调一致。1980 年，大豆产量又经历一次回落，自该年起，美国开始推行大豆轮作，有效提升了大豆产量，1982 年达到 5 961.11 万吨。单产从 1973 年的 1.87 吨/公顷，波动增至 1982 年的 2.12 吨/公顷。1982 年，美国大豆协会（ASA）在北京成立代表处，开始和中国农业界密切合作。1985 年，美国通过了《食品安全法案》，此法案可为美国农作物生产者提供政府补贴，该年大豆的产量、单产和种植面积分别为 5 712.79 万吨、2.29 吨/公顷、2 555.39 公顷。1988 年，大豆产量又跌入一个低谷值（4 215.33 万吨），相较于 1979 年（6 152.63 万吨）下降了 31.50%。1990 年美国开始实施大豆市场贷款项目，豆农还贷时，如果市场上的大豆价格低于贷款率，那么豆农无需还清全额贷款，只需按当地公布的价格还款，对大豆产业发展起到了关键作用^[23]。1991 年美国成立了大豆基金会，将更多的资金投入中国，并启动家禽养殖技术项目，在肉鸡和蛋鸡饲料中推广豆粕的使用。在这一系列政策和项目的驱动下，1994 年大豆产量（6 844.47 万吨）和单产（2.78 吨/公顷）均达到该阶段的峰值。此阶段，美国大豆不管是总产量、单产还是种植面积，都呈现梯级快速增长的态势，大豆产量、单产和种植面积的年均增长率分别达到 2.36%、1.04%、1.26%。

第四个阶段：稳定成熟阶段（1996—2019 年）。1996 年美国开始种植耐除草剂的转基因大豆，并实施了诸多大豆支持政策，使转基因大豆在美国市场普及并占据重要地位。同时，美国引入了生物技术培育大豆、抗草甘膦大豆等新品种进行推广种植^[24]，使得美国大豆产量大幅提高，1996—2001 年，大豆产量从 6 478.15 万吨增至 7 867.28 万吨，年均增长 3.96%（图 1）。此外，除延续上一阶段大豆价格支持贷款项目外，美国开始实施大豆补贴政策，如 2002 年《农场法案》明确美国大豆生产者可获得 0.44 美元/蒲式耳^①的

① 1 蒲式耳大豆约合 27.216 千克。

直接补贴。但从图 2 可以看出, 2002 年的补贴价格没能有效提高豆农种植的积极性, 2002—2003 年大豆种植面积减少了 22.62 万公顷, 2004 年有少许回升, 达到 3 043.56 万公顷; 到 2007 年, 大豆种植面积减少到 2 619.98 万公顷。2008 年, 《农场法案》中又给予美国大豆生产者 5.8 美元/蒲式耳的目标价格补贴, 新的补贴价格提高了豆农种植的积极性。2007—2013 年, 大豆种植面积从 2 619.98 万公顷增至 3 108.79 万公顷, 年均增长 2.89%。2013 年, 美国大豆可持续保障计划 (SSAP) 正式推出, 大豆产量从 2013 年的 9 136.42 万吨增至 2018 年的 12 051.65 万吨, 年均增长 5.69% (图 1)。在大豆贸易政策方面, 美国政府为了增强农产品出口的竞争力, 出台了出口信用保证项目和国外市场发展项目等扩大农产品出口^[25]。另外还帮助大豆企业积极开拓国外市场, 为其提供市场调研、产品促销、技术支持等服务。1998 年和 2001 年, 美国在中国启动饲料技术服务项目和大豆蛋白应用项目, 进一步扩大中国市场。2004 年, 美国大豆对中国的出口首次突破 1 000 万吨。到 2007 年, 美国大豆的出口量已超过总产量的 50%。如图 1、图 2、图 3 所示, 1995—2018 年, 美国大豆产量从 5 917.45 万吨增至 12 051.65 万吨, 种植面积从 2 529.08 万公顷增至 3 608.46 万公顷, 单产从 2.37 吨/公顷增长到 3.40 吨/公顷。2019 年受中美贸易摩擦影响, 大豆种植面积减少, 产量出现回落, 较 2018 年减少了 2 384.78 万吨。

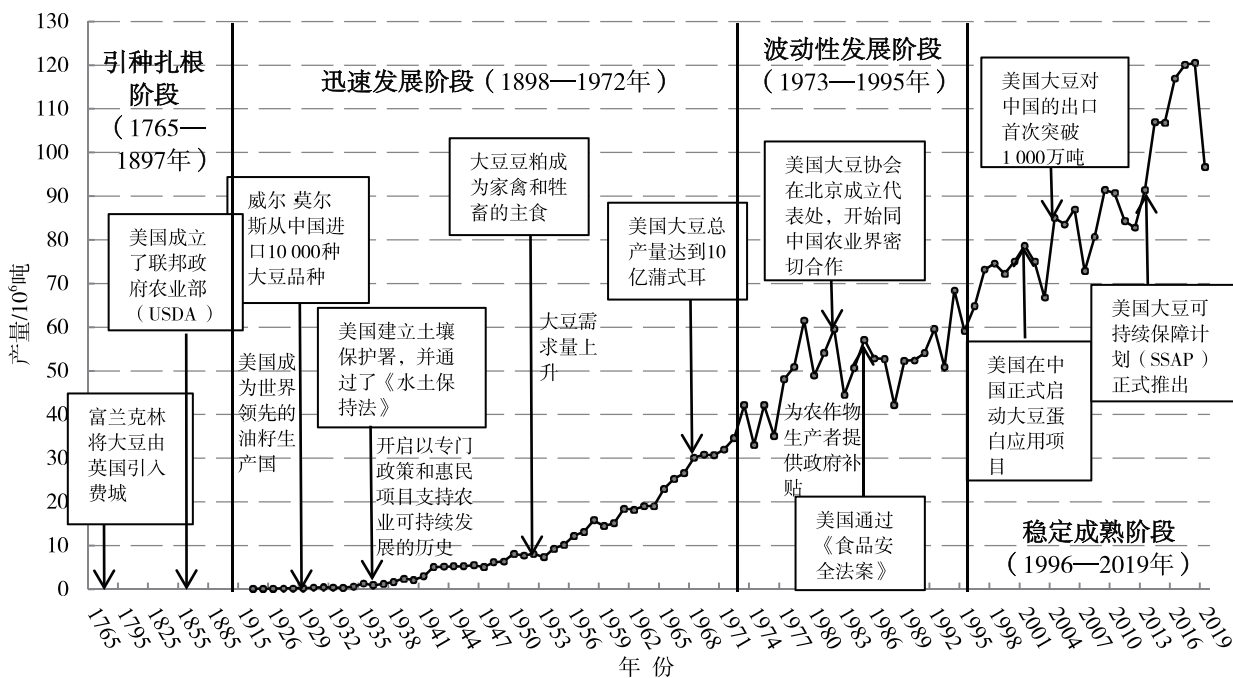


图 1 美国大豆产量变化的阶段划分^①

4.2 美国大豆生产空间格局变化特征分析

(1) 各州之间大豆产量、面积差距逐渐缩小, 各地之间大豆单产差距不大。表 1 显示了 1930—2019 年美国大豆产量、种植面积及单产的变异系数。由表 1 可以看出大部分时段产量的变异系数较大, 意味着三个指标中产量的分布最不均匀, 变化幅度最大, 表明全美各州之间的产量差距大。但 1930—2019 年产量的变异系数由 2.84 降低为 1.21, 呈不断减小趋势, 说明全美各州之间大豆产量的差距在不断减小。种植面积的变异系数 1960 年达到最大值 2.29, 之后年份大体呈逐渐减小态势, 2019 年只有 1.17, 这表明全美各州大豆种植面积的差距总体上先增加后减小。单产的变异系数以 1980 年为界呈现先增后降的变化态势, 但整体变化幅度不大, 这表明相比产量和种植面积, 单产变化趋势较为稳定, 全美各地之间大豆单产差距较小。

① 该段分析中的重要年份事件参考了网站 <https://ussoy.org/the-history-of-u-s-soy/> 中的相关内容。

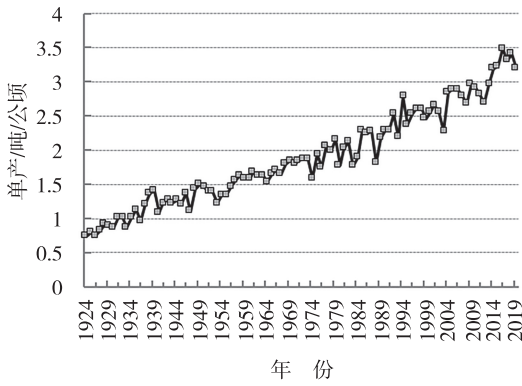


图2 1924—2019年美国大豆种植面积变化

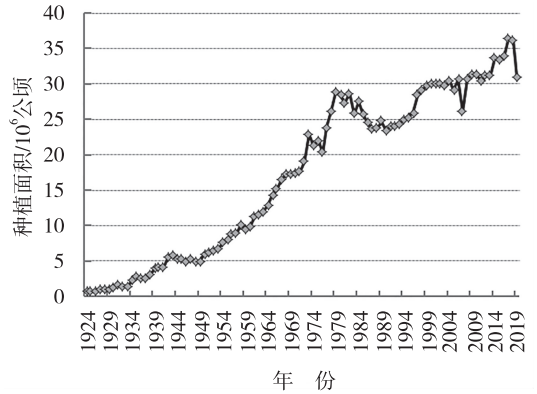


图3 1924—2019年美国大豆单产变化

表1 1930—2019年美国大豆产量、种植面积及单产的变异系数

变异系数	1930年	1940年	1950年	1960年	1970年	1980年	1990年	2000年	2010年	2019年
产量	2.84*	1.91*	1.74*	1.57	1.53	1.51*	1.50*	1.33*	1.14*	1.21*
种植面积	#	1.16	1.55	2.29*	1.73*	1.30	1.33	1.21	1.07	1.17
单产	0.27	0.27	0.26	0.23	0.24	0.41	0.33	0.33	0.29	0.23

注：#表示该年份数据缺失，*表示每年变异系数的最大值。

(2) 中西部地区一直是美国大豆的主产区，大平原地区大豆生产地位上升，南部地区地位下降。中西部地区、南部地区、大平原地区、西南地区、中部大西洋地区是美国8个分区中有大豆种植的区域。从图4可以看出，中西部地区一直是美国大豆种植的核心区域，其产量所占全美比重除2010年外均在61%以上。1930年中西部地区的大豆产量就达31.41万吨，占全美产量的82.85%，1940—2019年，除2010年外，其产量都在上升。到2019年中西部地区大豆产量已达5971.35万吨，占全美产量的61.77%。2019年大平原地区的大豆产量排第二，其产量变化趋势和中西部地区类似，除2010年外呈现的基本是逐步上升的态势，由1930年的0.28万吨上升到2019年的2173.29万吨，占全美比重由1930年的0.75%上升到2019年的22.48%。南部地区也是美国大豆的一个主产区，在2000年以前相当长一段时间里其大豆产量都超过大平原地区。但其大豆产量波动较大，2010年南部地区的阿肯色州、路易斯安那州、密西西比州、肯塔基州、佐治亚州、佛罗里达州大豆产量较2000年都大幅增长，特别是阿肯色州大豆产量达到1350.54万吨，导致在2010年南部地区大豆产量甚至超过了中西部地区，占全美大豆比重达44.92%，而在后面时段，其大豆产量开始下降，到2019年只有1320.2万吨，占全美比重也只有13.66%。中部大西洋地区大豆产量整体呈上升趋势（除2010年外），产量由1930年的0.33万吨增至2019年的196.46万吨。2010年，中部大西洋地区的大豆产量也如南部地区一样达到一个峰值1824.34万吨，特别是区内的特拉华州2010年大豆产量达到1268.47万吨，提升了该地区的整体水平。西南地区只有得克萨斯州种植大豆，产量较小，以1980年为界呈现先增后减的变化趋势，2019年只有5.56万吨。

(3) 伊利诺伊州、印第安纳州和艾奥瓦州的大豆产量多年位于全美前列，但其产量占全美比重呈下降趋势。1930年大豆产量只分布在少数州，且产量较低。这个时期伊利诺伊州是大豆最主要的产区，产量占了全美大豆产量的50.04%；其次是印第安纳州，其产量占了全美的15.18%；处于东南大西洋沿岸的北卡罗来纳州排名第三，占比9.65%。在1940年、1950年、1960年和1970年，伊利诺伊州的产量一直位于首位，分别占全美产量的44.73%、31.99%、23.29%和18.70%；排名第二位和第三位的都是艾奥瓦州和印第安纳州。同处于中西部地区的这三州在20世纪40—70年代，一直保持大豆产量前三的位置；1940年，这三州所产大豆总量在全美大豆总产占比高达74.95%。尽管伊利诺伊州近年来一直是最大的大豆产地，而且产量

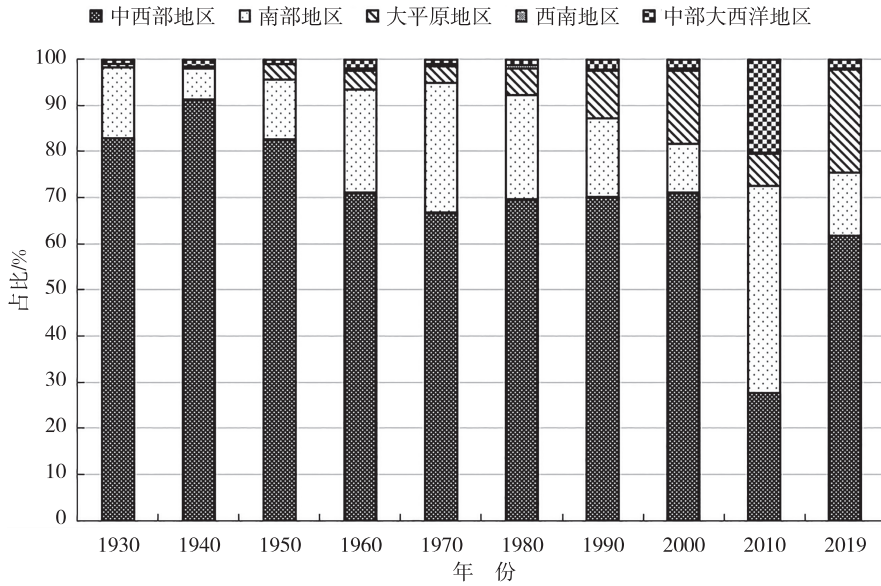


图 4 各区大豆产量在全美的占比变化

一直在增加，但它在全美大豆产量中所占的份额却一直在下降。进入 20 世纪 80 年代，这三州依旧保持领先的趋势，不过排名略有变化，艾奥瓦州大豆产量超过伊利诺伊州成为第一，其产量占全美总产的 17.71%。1990 年产量格局发生了变化，明尼苏达州超过了印第安纳州，成为全美大豆产量排名第三位的主产州，印第安纳州降到第四位，前两名依旧是伊利诺伊州和艾奥瓦州。2000 年，大豆产量分布格局基本保持不变，除了艾奥瓦州和伊利诺伊州的排名发生调换。直到 2010 年，产量格局发生巨大改变，排名前四位的按序变为了阿肯色州、特拉华州、佛罗里达州、佐治亚州，而传统的三大主产州降到了第六名至第八名。到 2019 年，伊利诺伊州和艾奥瓦州又回到第一名和第二名的位置，第三名为明尼苏达州，内布拉斯加州超过印第安纳州成为第四名，印第安纳州则降到第五名。

4.3 美国大豆生产的空间集聚变化特征分析

由表 2 可知，整个研究期间全局 Moran's I 指数全部为正，且均通过显著性检验，说明美国大豆产量存在正的空间自相关关系，表现出相似类型集聚分布特征，即具有较高（较低）大豆产量的县域呈现相邻集聚分布。1930—1980 年全球 Moran's I 指数呈现上升趋势，年均增长率为 28.54%；1990 年 Moran's I 指数略微下降，下降率为 0.41%；2000—2010 年 Moran's I 指数呈上升趋势，增长率为 7.01%；2019 年 Moran's I 指数又呈现显著下降趋势，下降率为 23.99%。在研究时段内美国大豆的 Moran's I 指数整体呈上升趋势，说明美国大豆产量的集聚性是逐渐增强的，这主要是因为美国中西部、大平原等地区有良好的种植大豆的自然条件，逐渐形成大豆规模化生产，使得这些地区成为美国大豆的主产区，其大豆产量与美国其他地区差距明显，显示出大豆产量的空间集聚性。

表 2 1930—2019 年美国大豆产量全局空间自相关系数

年份	Moran's I	z	p	年份	Moran's I	z	p
1930	0.065	12.25	0.00	1980	0.197	36.42	0.00
1940	0.127	23.57	0.00	1990	0.196	36.27	0.00
1950	0.139	25.76	0.00	2000	0.219	40.45	0.00
1960	0.160	29.58	0.00	2010	0.234	43.28	0.00
1970	0.187	34.58	0.00	2019	0.178	32.91	0.00

全局空间自相关指数揭示了大豆产量在空间上是否有集聚特性，但不能确定大豆产量在不同区域的空间

分布规律。因此,本文进行了局部空间自相关分析,从局部的角度来分析美国大豆产量的空间分布特征和分布关系,其置信水平为95%。结果显示,1930—2019年美国县域大豆产量空间聚类以高高集聚区和低高集聚区为主,且此两类集聚区都呈现扩张的趋势:①随着时间的推移,高高集聚区发生显著变化。1930年,高高集聚区主要只分布在伊利诺伊州;到1940年,高高集聚区分布范围进一步扩大,主要涉及伊利诺伊州周围的艾奥瓦州、密苏里州和印第安纳州等;随着时间的推移,以伊利诺伊州和艾奥瓦州为中心,高高集聚区呈现向西北方和沿着密西西比河向西南方扩张的趋势,主要原因是密西西比河流域地势平坦,气候温和,雨量充沛,光热水土资源好,为大豆的生产提供了得天独厚的自然条件,从而使内布拉斯加州、明尼苏达州、南达科他州、北达科他州等地区的大豆产量显著增加。②低高集聚区分布范围相较于高高集聚区更少,但是整体变化趋势和高高集聚区一致。③高低集聚区的分布规律性不甚明显。④低低集聚区从2000年开始出现,分布的县域较少且主要分布在美国东部沿海地区,主要原因是这些地区的大豆种植起步晚,且自然条件不及大豆主产区。

4.4 大豆产量重心迁移变化分析

表3显示了1930—2019年美国大豆产量重心迁移情况。1930—2010年,美国大豆产量重心整体呈倒“几”字形向西北方向移动,总体移动距离为158.58千米;2010年后美国大豆产量重心开始向东南方向移动,位置偏移距离最大,移动了102.68千米;1930—2019年,美国大豆产量重心总体向北偏西方向位移了63.54千米。1930—1950年大豆产量重心位于伊利诺伊州境内,1960—1980年移动到密苏里州境内,1980年后又回到伊利诺伊州境内。具体而言,1930—1950年大豆产量重心总体向北偏西移动108.38千米,主要是由于艾奥瓦州在近20年间大豆产量显著增加引起;1950年后至1960年大豆产量重心从伊利诺伊州向南移动到密苏里州,移动距离为46.99千米,主要原因是阿肯色州的大豆产量明显增加,其大豆产量在全美的排名从1950年的第七名上升到1960年的第四名;1970—2000年大豆产量重心总体向北偏东移动,移动距离为70.93千米;2010—2019年大豆产量重心迁移距离最大,主要是因为2010年与2019年美国各州大豆产量排名发生显著变化,2019年阿肯色州从第一名下降到第十一名,特拉华州从第二名下降到第二十六名。总体上看,美国大豆产量重心整体上沿西北在密西西比河附近移动,与密西西比河流域适宜的大豆种植环境密不可分。

表3 1930—2019年美国大豆产量重心坐标及移动情况

年份	经度	纬度	移动距离	移动方向
1930	89.93°W	38.52°N	—	—
1940	89.71°W	38.66°N	24.43千米	北偏东
1950	90.20°W	39.32°N	83.95千米	北偏西
1960	90.27°W	38.90°N	46.99千米	南偏西
1970	90.85°W	38.93°N	50.52千米	北偏西
1980	90.76°W	39.13°N	23.65千米	北偏东
1990	90.65°W	39.27°N	17.57千米	北偏东
2000	90.61°W	39.54°N	29.71千米	北偏东
2010	91.15°W	39.59°N	46.18千米	北偏西
2019	90.17°W	39.06°N	102.68千米	南偏东
总计			63.54千米	北偏西

5 结论与建议

5.1 结论

本文运用变异系数、空间自相关和重心迁移模型方法分析了近百年美国大豆生产的时序变化、空间变化及其分布格局特征,结果如下。

(1) 大豆在美国的发展经历了引种扎根、迅速发展、波动性发展、稳定成熟四个阶段。1924—2019年美

国大豆的产量和种植面积变化趋势大体一致, 总体呈现波动增长趋势, 大豆产量由 1924 年的 13.46 万吨增至 2019 年的 9 666.87 万吨, 种植面积由 63.41 万公顷增至 3 079.66 万公顷, 单产的变化相对于产量和种植面积来说较为平稳, 由 0.74 吨/公顷增加到 3.19 吨/公顷。

(2) 在产量、单产和种植面积三个指标中, 全美大豆的产量分布最不均匀, 变化幅度最大, 其变异系数不断减小, 说明大豆产量在全美各地区之间的差异越来越小; 大豆种植面积在全美各地区之间差异总体呈现先增加后减小的趋势; 单产的变异系数为最小值且变化相对平稳。

(3) 中西部地区一直是美国大豆种植的核心区域, 历年来其产量占全美比重基本均在 61% 以上。大平原地区大豆产量除个别年份外, 整体呈上升趋势, 是美国大豆生产的第二大产区。南部地区也是美国大豆的一个主产区, 在 2000 年以前相当长的一段时间内其大豆产量都超过大平原地区, 但产量波动较大, 近年来大豆生产地位有所下降, 目前为第三大产区。在地州尺度上, 伊利诺伊州、印第安纳州和艾奥瓦州的大豆产量多年位于全美前列, 目前全美大豆的主产区主要分布在中西部地区。

(4) 大豆产量全局空间上呈显著的空间正相关特性, 大豆产量较高(较低)的县域呈现相互临近的集聚分布。研究时段内美国大豆产量的集聚性是逐渐增强的; 从局部视角分析, 高高集聚区和低高集聚区分布较广, 且此两类集聚区都呈现扩张的趋势。

(5) 大豆生产重心在伊利诺伊州和密苏里州之间移动。1930—2010 年, 美国大豆生产重心总体上呈倒“几”字形向西北方向移动, 2010 年后又向东南方向移动, 总体移动距离为 63.54 千米。

5.2 建议

基于美国的经验, 结合中国大豆生产情况, 本文提出以下建议。

(1) 合理安排轮作模式, 因地制宜制定大豆品种种植规划。美国北方大豆主产区多以玉米—大豆轮作为主, 个别地区实行大豆与高粱、甜菜、小麦轮作, 南方地区多实行大豆与棉花、小麦、水稻、玉米、蔬菜等第二季轮作^[26]。该种植模式能充分发挥大豆根瘤菌固氮养地的作用, 增加土壤肥力, 有效提高大豆的产量和收益^[27]。中国近年来特别重视玉米大豆轮作, 2016 年国家在东北开始实施玉米大豆轮作试点, 轮作每亩补贴 150 元。但实际操作过程中由于限制条款较多, 如大豆必须集中连片种植 200 亩以上才能获得补贴, 头年种植必须是玉米, 补贴缩水等问题, 实施轮作的面积依然较小, 很多农户依然实行玉米或大豆连作。另外在轮作作物的选择上, 虽然有多种轮作模式可选择, 但各地在执行过程中为了统一标准常常“一刀切”, 导致农户积极性不高^[28]。因此, 未来应设立专项基金, 与耕地地力保护补贴挂钩, 对所有进行轮作的农户进行补贴。以县(市、区)为单位面向市场需求和各地实际情况统筹制定大豆轮作推荐方案, 供农户选择。另外, 按照各种植区的自然气候条件和市场需求, 制定优质大豆品种规划, 划分专用高蛋白大豆、高蔗糖大豆、低饱和脂肪大豆等大豆专用化种植带。

(2) 改革创新农业保险制度, 出台具有针对性、差异性的补贴政策。美国农业保险发展起步较早, 具有收入保险、产量保险、区域性保险、指数保险等保险品种, 覆盖面广, 能有效保障豆农的权益、提高种植积极性。在作物补贴方面, 美国也较注重区域的差异性, 如美国在保费补贴方面, 对于大豆主产区和自然灾害较多的地区补贴比例更高。而中国当前农业保险品种少, 种植业保险主要为成本保险, 保障水平较低。豆农在面临市场或自然灾害风险时, 损失几乎完全由自身承担。2018 年中央一号文件提出探索开展水稻、小麦、玉米三大粮食作物完全成本保险和收入保险试点。而大豆市场虽然受国际价格影响较大, 但并没在试点范围内。未来应进一步拓宽保险品种, 将大豆也纳入完全成本保险和收入保险的试点。实施差异化保险补贴政策, 提高对大豆主产区的中央财政保险保费补贴比例, 对于经济欠发达的产豆大县, 尽量不要要求市、县级财政给予保费的配套补贴。

(3) 加快大豆科技创新, 面向市场推广种植优质大豆新品种。美国一直重视对大豆品种的开发研究, 有完善的大豆研发技术体系^[29-30]。美国外国作物引种办公室、《植物品种保护法》、生物育种技术、市场推广等在美国大豆发展中起到很大的推动作用。中国虽然有系列高产优质大豆品种, 并且部分品种的蛋白质、产

量、脂肪含量等指标已达到国际先进水平,但由于大豆品种数量繁多、销售时没有价格优势,优质特用大豆品种没有得到足够的重视和推广,豆农种植时选择也较为盲目,造成大豆产量低,并且与优质品种试验产品差距大^[31]。未来,一方面应根据市场需求加快研发优质大豆品种;另一方面加强对优质大豆品种与配套技术的推广宣传、培训,提高技术到位率,建立优质大豆规范化高产栽培技术体系。

(4) 推进大豆规模化经营、标准化种植。美国已形成了标准化、规模化的产业模式,大豆生产经营者有较高的科学文化素质,能在很大程度上保证大豆品质,降低大豆成本、提高生产效率。而中国大豆以小农户种植为主,土地破碎化,大豆生产专业化和规模化不强,大豆品种混杂,品种质量参差不齐;并且大豆种植规模小,经常出现越区种植、混种混收等现象,导致大豆产量不稳定,豆种品质差、抗病率低,经济效益低等问题。未来应进一步推进土地流转,培育大豆新型经营主体,推进大豆集中连片种植。改革完善大豆生产经营管理制度,加强大豆产品生产经营全过程管控,实行大豆分类种植、分类收割、分类收购、分类存储政策,确保不同企业能收购到最适宜的大豆品种。开展生产与流通管理整合试点,实现产前、产中、产后管理一体化。

(5) 培养壮大中国大豆行业协会,争夺中国大豆行业话语权。美国早在 1920 年就成立了美国大豆协会,1991 年成立美国大豆基金会,2005 年成立大豆出口协会,代表美国大豆种植者、大豆加工企业、大豆出口企业等的利益,通过实施家禽养殖技术项目、出口信用保证项目、大豆蛋白应用项目等,将特色转基因大豆推向国际市场,促使美国大豆在国际市场掌握主要话语权。而中国虽然在 2007 年成立了中国大豆产业协会,但是目前看来发挥的作用有限。未来应该学习美国大豆行业协会的运作模式,发挥大豆行业协会对中国本土大豆企业的扶持、引导、监督、服务作用,并对国外大豆垄断粮商进行监管。及时收集国际大豆市场交易情况,定期向政府部门和豆农发布。参照国际其他国家的大豆价格体系,制定中国食用大豆和榨油大豆的价格机制。通过与商业价格信息统计机构合作,尽快建立统一的大豆价格监测、发布平台。

参考文献

- [1] 翟涛,吴玲. 开放视角下中国大豆产业发展态势与振兴策略研究 [J]. 大豆科学, 2020, 39 (3): 472-478.
- [2] 姚林. 中美贸易摩擦下的中国大豆产业现状与发展趋势 [J]. 中国油脂, 2020, 45 (2): 10-14.
- [3] 潘晓卉. 东北地区大豆生产布局变化及影响因素分析 [D]. 吉林: 中国科学院大学 (中国科学院东北地理与农业生态研究所), 2019.
- [4] 司伟,韩天富. “十四五”时期中国大豆增产潜力与实现路径 [J]. 农业经济问题, 2021 (7): 17-24.
- [5] 孙磊. 新时代背景下发展中国大豆科技和振兴大豆产业策略分析 [J]. 大豆科技, 2020 (4): 20-23+31.
- [6] 万宇轩,郑春芳. 美国大豆在中国进口市场的竞争力研究 [J]. 粮食科技与经济, 2019, 44 (7): 45-48+52.
- [7] 李婷,刘武兵. 生物质燃料政策对美国大豆出口的影响 [J]. 世界农业, 2012 (1): 65-66+97.
- [8] 石慧,王思明. 从引种到繁盛: 大豆在美国的历史追溯 [J]. 自然辩证法研究, 2019, 35 (3): 69-75.
- [9] 石慧,王思明. 相对优势地位的转变: 中美大豆发展比较研究 [J]. 中国农史, 2018, 37 (5): 56-62.
- [10] 雒艺欣,冯建中,白林燕,等. 2007—2017 年美国大豆产量时空变化与分析 [J]. 中国农业信息, 2018, 30 (2): 103-114.
- [11] 雒艺欣,冯建中,白林燕,等. 近 10 年美国大豆种植格局变迁与分析 [J]. 世界农业, 2018 (12): 109-119.
- [12] GRASSINI P, TORRION J A, CASSMAN K G, et al. Drivers of spatial and temporal variation in soybean yield and irrigation requirements in the western US Corn Belt [J]. Field Crops Research. 2014, 163: 32-46.
- [13] ORLOWSKI J M, HAVERKAM B J, LAURENZ R G, et al. High-input management systems effect on soybean seed yield, yield component, and economic break-even probabilities [J]. Crop Science, 2016, 56 (4): 1988-2004.
- [14] 邓绍瑞. 美国大豆市场或迎来新机遇 [N]. 期货日报, 2020-10-28 (3).
- [15] 张玉梅,盛芳芳,陈志钢,等. 中美经贸协议对世界大豆产业的潜在影响分析 [J]. 农业技术经济, 2021 (4): 4-16.
- [16] 张利国,陈苏. 中国人均粮食占有量时空演变及驱动因素 [J]. 经济地理, 2015, 35 (3): 171-177.
- [17] 薛剑,韩娟,刘玉,等. 河南省县域粮食生产格局变化及其影响因素 [J]. 地域研究与开发, 2013, 32 (4): 150-155.
- [18] 胡慧芝,王建力,王勇,等. 1990—2015 年长江流域县域粮食生产与粮食安全时空格局演变及影响因素分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28 (2): 359-367.
- [19] 周立青,程叶青. 黑龙江省粮食生产的时空格局及动因分析 [J]. 自然资源学报, 2015, 30 (3): 491-501.

- [20] GEORGE W H. Department of Agriculture and Its Work [M] // United States Department of Agriculture, Division of Publications No. 278. Washington: United States Government Printing Office, 1898.
- [21] 冯锋. 中美大豆真菌病害种类及其分布的比较研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2001.
- [22] 李秀丽. 美国植物品种法律保护制度的变迁及对我国的启示 [J]. 当代生态农业, 2009, 18 (Z1): 46-49.
- [23] 王玉飞. 美国大豆补贴政策对我国的借鉴和启示 [J]. 农业经济问题, 2011 (1): 100-106.
- [24] 潘月红, 逯锐, 迟凤玲. 美国大豆生产分析及展望 [J]. 中国食物与营养, 2011, 17 (11): 15-18.
- [25] 王茂丽, 周德翼, 周向阳. 中美两国大豆政策比较分析 [J]. 生态经济, 2009 (6): 125-128.
- [26] 王岫芳. 美国大豆生产的轮作情况 [J]. 黑龙江农业科学, 1996 (1): 45.
- [27] 韩晓增, 邹文秀, 陆欣春. 美国、巴西施肥-轮作-耕作方式对大豆产量影响最新研究进展 [J]. 大豆科技, 2015 (3): 14-15.
- [28] 王琦琪. 东北黑土区玉米大豆轮作模式及比价研究: 以黑龙江省为例 [D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
- [29] SLEPER D A, SHANNON J G. Role of public and private soybean breeding programs in the development of soybean varieties using biotechnology [J]. Agbioforum, 2003, 6 (1): 27-32.
- [30] 卢为国, 闫龙, 程艳波, 等. 美国阿肯色大学大豆育种介绍 [J]. 大豆科技, 2016 (4): 1-7.
- [31] 朱梓菲, 刘鑫磊, 薛永国, 等. 黑龙江省大豆生产现状与发展建议 [J]. 中国种业, 2020 (8): 18-23.

The Analysis of Spatial-temporal Pattern Changes of Soybean Production in the United States in Recent 100 Years

YANG Xingyu YANG Qingyuan WANG Yahui LIU Shiwei

Abstract: Based on the soybean production data at county level in the United States from 1924 to 2019, this article analyzes the spatial-temporal changes and gravity center migration path in soybean production, planting area and yield in the United States by methods of coefficient of variation and spatial analysis. It provides reference for China to understand the development status of American soybean industry, deal with the changes of soybean international market, and formulate soybean production, trade, import and export policies. The results showed: ① In the past 100 years, soybean production in the United States has experienced four development stages: introduction and rooting, rapid development, fluctuating development and stable maturity. From 1924 to 2019, soybean production, planting area and yield in the United States showed a fluctuating upward trend, with an average annual growth rate of 7.17%, 4.17% and 1.55% respectively. ② The Midwest region has been the main soybean producing area in the United States. During the study period, soybean producing status in the great plain area increased and the southern region decreased. Illinois, Indiana and Iowa have been the top soybean producing in the United States for many years, and the High-yield Soybean states are mostly in the main soybean producing areas. The gap between soybean production and area of each prefecture is gradually narrowed, and the gap between soybean yield per unit area is not large. ③ The soybean production in the United States showed significant spatial agglomeration characteristics, and the agglomeration gradually increased. High-high and low-high concentration areas are widely distributed, and both of them show an expanding trend. ④ From 1930 to 2010, the soybean production center of gravity in the United States generally moved in an inverted “several” shape to the northwest, and then moved to the southeast after 2010, with an overall offset distance of 63.54 km. Based on the experience of the United States, China’s soybean production in the future should pay attention to arranging the rotation mode, formulating the planting plan of soybean varieties, reforming and innovating the soybean agricultural insurance system, accelerating the scientific and technological innovation of soybean, promoting the large-scale operation and standardized planting of soybean, cultivating and strengthening China’s Soybean Industry Association and competing for the voice of China’s soybean industry.

Keywords: Soybean; The United States; Spatial-Temporal Changes; Spatial Analysis