

极端气候冲击下中国粮食安全 的技术进步路径选择

——基于动态 CGE 模型的模拟

涂涛涛,马 强,李谷成

(华中农业大学 经济管理学院,湖北 武汉 430070)



摘 要 基于中国动态可计算一般均衡(CG E)模型,系统探讨了极端气候冲击下中国粮食安全的最优技术进步路径选择。从产量、价格、进口依赖度以及人均占有量的视角综合考察了粮食安全指标的动态变化,结论表明:土地、劳动力和资本增进型技术进步会缓解极端气候对粮食安全的不利冲击,并且缓解的效果依次递减;土地和劳动增进型技术进步组合、土地和资本增进型技术进步组合、劳动力和资本增进型技术进步组合缓解极端气候对粮食安全冲击的效果也依次递减。提出:在当前小规模经营农户为主要的条件下,为了缓解极端气候事件对粮食安全的不利冲击,粮食生产应重点鼓励土地增进型技术进步,其次是劳动力增进型技术进步。

关键词 粮食安全;极端气候;技术进步;最优路径;动态 CGE 模型

中图分类号:F 323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2017)04-0030-07

DOI 编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2017.04.005

根据政府间气候变化专门委员会的评估报告,全球地表和海洋平均气温在近一百多年(1880—2012)上升了 0.85 °C,洪涝、干旱等极端气候事件频发正成为人类面临的重大挑战^[1]。研究发现,诸如温度的长期变化、降水的时空分布和日益加剧的气候异常已对全球农业生产和粮食安全造成显著影响^[2]。Rosenzweig 等针对美国的研究指出,未来美国 30 年因极端气候冲击导致的玉米产量损失将翻倍,年均损失高达 30 亿美元^[3]。国内学者探讨了气候变化与粮食安全的关联性,且均验证了自然灾害对中国粮食产量的负面冲击^[4-10]。在全球气候变化减缓行动难以很快奏效的情形下,采取具有针对性的粮食安全适应战略已成为各国紧迫的重要选择^[11]。围绕应对气候变化的适应性措施,国内学者主要从提升国内粮食产量的视角进行研究,并强调了培育农作物新品种、调整农业种植模式和布局、加强农业基础设施建设等措施的重要性^[12-13]。在适应性措施中,技术进步是提升粮食安全的重要途径。吴普特等和周曙东等分别验证了技术进步在缓解气候变化对粮食安全负向冲击上的积极作用,其中,前者关注了节水型技术进步的作用,后者强调了作物新品种的重要性^[14-15]。然而,很少有研究区分并考察不同类型农业技术进步在缓减极端气候负面冲击上的差异化效果。

考虑到上述局限性,本文拟从技术进步偏向的角度,将粮食产业技术进步分为劳动力增进型、资本增进型、土地增进型共三种类型,探讨不同类型技术进步在缓解极端气候事件对粮食安全冲击上的差异化效果,从而为制定粮食安全适应性战略提供科学依据。在研究方法上,本文采用的动态 CGE 模型将国民经济中的各经济部门与产业联系起来,同时还量化粮食产业面临外部冲击时的动态效

收稿日期:2017-01-10

基金项目:国家自然科学基金项目“偏向型技术进步与农业要素收入分配:基于理论和实证的分析”(71503092);国家自然科学基金项目“极端气候下中国水资源对粮食安全影响的风险评估和弹性对策研究”(71461010701);国家自然科学基金项目“劳动力成本上升对农业生产的影响机理与实证研究”(71473100);教育部人文社会科学青年基金“生鲜农产品价格形成机制与政策研究——产业关联视角的结构路径与动态 CGE 模型分析”(14YJC790112)。

作者简介:涂涛涛(1981-),男,副教授,博士;研究方向:农业经济政策、农产品价格。

应,这弥补了已有文献无法从产业关联视角全局考虑粮食安全问题的不足。此外,本文还进一步完善了粮食安全的内涵。粮食安全并非仅仅局限于产量,还涉及进口依赖度^[16-18]、粮价波动^[19-20],以及人均粮食占有量^[21-23]等。其中,产量和进口依赖度度量的是国内粮食供给的安全,而粮价波动和人均粮食占有量度量的是国内粮食消费的安全。为了更加全面地考察极端气候和农业技术进步对粮食安全的冲击效应,本文将同时从产量、进口依赖度、国内价格,以及人均粮食占有量四个层面来综合考虑粮食安全。

一、理论模型、数据与模拟设计

1. 理论模型

本文采用的中国动态CGE模型主要参考了国际食品政策研究所(IFPRI)标准CGE模型和动态CGE模型的构造^[24-26]。相对于其他类似模型,基于IFPRI的动态CGE模型不仅提供了一般均衡分析的灵活框架,同时包含了反映发展中国家特点的许多模块,已被广泛用于南非、赞比亚、加纳等发展中国家的经济政策研究。进一步的,为了评估不同类型技术进步在缓解极端气候事件对粮食安全不利冲击时的差异化效应,需要在模型中引入极端气候冲击与农业技术进步模块。

(1)引入极端气候冲击。由于极端气候对水稻、小麦、玉米的负面冲击主要体现在产量上,故通过改变与水稻、小麦和玉米生产相关的固定替代弹性(CES)生产函数中的效率参数 α_a^a ,即可模拟极端气候冲击对粮食产业的影响,见方程(1):

$$QA_a = \alpha_a^a \cdot (\delta_a^a \cdot QVA_a^{-\rho_a^a} + (1 - \delta_a^a) \cdot QINTA_a^{-\rho_a^a})^{-\frac{1}{\rho_a^a}} \quad (1)$$

方程(1)表示,活动 a 的产出是加总增加值和加总中间投入的CES生产函数,其中, QA_a 为活动 a 的产出, QVA_a 为活动 a 加总的增加值, $QINTA_a$ 为活动 a 加总的中间投入, α_a^a 为CES活动函数的效率参数, δ_a^a 为CES活动函数的份额参数, ρ_a^a 为CES活动函数的指数。

(2)引入技术进步。从技术进步偏向的角度,本文将粮食产业技术进步分为劳动力增进型、资本增进型,以及土地增进型三种类型。为了在模型中引入不同类型的技术进步,本文借鉴Acemoglu对技术进步类型的设定^[27],见方程(2):

$$Y(t) = C [\gamma_L (A_L(t)L(t))^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \gamma_H (A_H(t)H(t))^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (2)$$

方程(2)为固定替代弹性(CES)生产函数。其中,生产效率参数 C 表示要素的投入产出效率; γ_i 反映生产要素 i 在生产函数中的重要性; σ 是要素 L 与要素 H 之间的替代弹性; A_L 为 L 增进型技术进步, A_H 为 H 增进型技术进步。通过调整参数 A_L 和 A_H ,就可以分别模拟 L 和 H 增进型技术进步。

具体到本文的CGE模型中,与技术进步相关的方程为增加值和要素需求的定义,见方程(3)和方程(4):

$$QVA_a = \alpha_a^{va} \cdot \left(\sum_{f \in F} \delta_{fa}^{va} \cdot (\alpha_{fa}^{vaf} \cdot QF_{fa})^{-\rho_a^{va}} \right)^{-\frac{1}{\rho_a^{va}}} \quad (3)$$

$$W_f \cdot WFDIST_{fa} = PVA_a \cdot (1 - tva_a) \cdot QVA_a \cdot \left(\sum_{f \in F'} \delta_{fa}^{va} \cdot (\alpha_{fa}^{vaf} \cdot QF_{fa})^{-\rho_a^{va}} \right)^{-1} \cdot \delta_{fa}^{va} \cdot (\alpha_{fa}^{vaf} \cdot QF_{fa})^{-\rho_a^{va} - 1} \quad (4)$$

由方程(3)和(4)可知,活动 a 的增加值 QVA_a 是生产要素 QF_{fa} 的CES函数;活动 a 对要素 f 的需求应满足投入要素 f 的边际成本等于边际收益产品。 α_{fa}^{vaf} 为特定要素生产率调节项, α_a^{va} 为CES增加值函数的效率参数, δ_{fa}^{va} 为CES增加值函数中活动 a 使用要素 f 的份额参数, ρ_a^{va} 为CES增加值函数的指数; W_f 为要素 f 的平均价格, $WFDIST_{fa}$ 为活动 a 使用要素 f 的工资扭曲因子, PVA_a 为活动 a 加总增加值的价格, tva_a 为活动 a 的增值税率。

借鉴Acemoglu的思路^[27],本文通过调整方程(3)中的参数 α_{fa}^{vaf} ,就可以模拟出 f 要素增进型技术进步。具体而言,本文将分别模拟大米、小麦和玉米生产过程中劳动力、资本,以及土地增进型技术

进步的冲击效应。

2. 数据来源

利用中国 2012 年投入产出表、“2012 年资金流量表”、“2012 年国际收支平衡表”、《中国财政年鉴 2013》、《中国农村统计年鉴 2013》、《中国劳动统计年鉴 2013》、《中国统计年鉴 2013》、《全国农产品成本收益资料汇编 2013》、《中国住户调查年鉴 2015》、世界银行 WITS 数据库、联合国粮食与农业组织“2012 中国食物平衡表”，本文构建了 2012 年细化农业部门中国社会核算矩阵(SAM)。

如表 1 所示,本文构建的 SAM 表包括活动、商品、生产要素、企业、居民、政府、资本和国外共八类账户。其中,活动与商品账户分别包含农林牧渔业、采矿业、制造业、电力、燃气及水的生产和供应业、建筑业和服务业六大部门,共计 60 个子部门。本文 SAM 表具有三个重要特征:①针对农业部门进行了细分,其中,农产品被分解为水稻、小麦、玉米、其他谷物、豆类、油料作物、棉花、糖类、蔬菜、水果、其他作物 11 个子部门;畜牧产品细分为猪、牛、羊、禽、其他畜产品 5 个子部门;②针对农产品和畜牧产品,将土地要素从劳动力和土地要素中分离出来;③考虑了农业部门同时使用非熟练劳动力与熟练劳动力的情形。SAM 表细分拓展后的维度结构见表 2。此外,CGE 模型中阿明顿(Armington)弹性、生产要素替代弹性等系数参考了 Diao 等的研究^[26]。

表 1 细分农业部门 SAM 表的账户构成

账户	构成
活动	农林牧渔业(AAGR),采矿业(AMINE),制造业(AMANU),电力、燃气及水的生产和供应业(AHGWS),建筑业(ACNST),服务业(ASER)
商品	农林牧渔业(CAGR),采矿业(CMINE),制造业(CMANU),电力、燃气及水的生产和供应业(CHGWS),建筑业(CCNST),服务业(CSER)
生产要素	非熟练劳动力(flabusk)、熟练劳动力(flabsk)、资本(fcap)、土地(flnd)
企业	企业(ent)
居民	农村居民(hrur),城市居民(hurb)
政府	政府(GOV)
资本账户	储蓄投资(s-i),存货变动(dstk)
国外	国外(row)

表 2 细分农业部门 SAM 表的维度结构

	活动	商品	劳动力	资本	土地	居民	企业	政府	国外	储蓄-投资	存货变动	汇总
活动		60×60										
商品	60×60					60×2		60×1	60×1	60×1	60×1	
劳动力	2×60								2×1			
资本	1×60								1×1			
土地	1×60											
居民			2×2	2×1	2×1		2×1	2×1	2×1			
企业				1×1				1×1	1×1			
政府	1×60	1×60				1×2	1×1		1×1			
国外		1×60										
储蓄-投资						1×2	1×1	1×1	1×1			
存货变动										1×1		
汇总												

3. 模拟方案的设计

本文将重点评估极端气候对三大主粮生产(水稻、小麦、玉米)的负面冲击和影响,以及不同类型技术进步在应对粮食安全冲击时的差异化效果。在动态 CGE 模型中进行政策模拟时,需要选择粮食安全指标、模型闭合条件,以及极端气候和技术进步冲击的模拟方案。本文具体模拟方案的设计如下:

(1)粮食安全指标的设定。为了更加全面地考察极端气候对粮食安全的冲击效应,本文同时从产量、进口依赖度、粮食消费者价格,以及人均粮食占有量四个层面来综合考虑粮食安全,相关指标的定义和构造见表 3。其中,粮食产量指标选取的是水稻、小麦、玉米行业的产出水平;进口依赖度为水稻、小麦、玉米进口量在其国内总销售量中的比重;粮食消费者价格指标选取的是水稻、小麦、玉米在国内市场的消费者价格;人均粮食占有量为水稻、小麦、玉米在国内市场的供给量与人口数的比值。

表3 粮食安全指标的定义

指标	变量	含义
产量	QA_a	QA_a 为 a 行业的产出水平
进口依赖度	$QM_c / (QM_c + QD_c)$	商品 c 进口量在国内总销量中所占比重,其中, QM_c 为商品 c 的进口量, QD_c 为商品 c 国内产出在国内的销量
粮食消费者价格	PDD_c	PDD_c 为商品 c (大米、小麦和玉米)在国内市场的消费者价格
人均粮食占有量	QQ_c / POP	QQ_c 为商品 c 在国内市场的复合供给(composite supply), POP 为中国人口数

注:上述指标中,2012—2025年期间中国人口数据来源为 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014), World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, custom data acquired via website。其他指标均来源于中国动态CGE模型模拟的结果。为了便于分析,本文对粮食国内产量、国内消费者价格,以及人均占有量进行了标准化处理。即令2012年大米、小麦和玉米的产量、国内消费者价格以及人均占有量为100单位。

(2)模型闭合设定。宏观闭合设定涉及五个方面:价格基准、政府闭合、外部经济闭合、储蓄投资闭合、要素市场闭合。在本模型中,由于需要考察粮食消费者价格的动态变化,故消费者价格指数(CPI)和生产者价格指数(DPI)设定为内生可变;储蓄投资闭合选择投资内生可变,所有非政府机构储蓄率外生给定的SI-3闭合;政府闭合选择政府储蓄外生固定,直接税率内生且所有机构税率变化的比例相同的GOV-2闭合;外部经济闭合选择实际汇率和国外储蓄均外生给定的ROW-3闭合^①;针对要素市场闭合,非熟练劳动力被设定为要素自由流动且存在失业的FMOBUE闭合,其他所有要素设定为要素自由流动且充分就业的FMOBFE闭合。

(3)极端气候冲击和技术进步的模拟方案。如前所述,通过设定方程(1)中与水稻、小麦、玉米生产相关的效率参数 α_a^a ,即可实现极端气候冲击效应的模拟。本文假定2018—2020年期间中国出现了极端气候,且影响逐渐减弱。为了模拟这一极端气候冲击的效应,令2018—2020年期间与水稻、小麦、玉米生产相关的效率参数 α_a^a 逐年递减30%、20%和10%。

在本文编制的细化农业部门SAM表中,将与粮食生产相关的生产要素细分为劳动力、资本和土地要素三类,因此,对应与水稻、小麦、玉米生产相关的技术进步也划分为三种类型:劳动力增进型技术进步、资本增进型技术进步,以及土地增进型技术进步。通过设定方程(3)中的参数 α_{fa}^{va} ,就可模拟出 f 要素增进型技术进步冲击的影响。为了比较不同技术进步路径缓解极端性气候事件对粮食安全冲击的差异化效果,本文主要考虑了六种技术进步的模拟情景(见表4)。其中,前三种情景考虑水稻、小麦、玉米生产中仅存在劳动力增进型、资本增进型或土地增进型技术进步,且技术进步率为4%;后三种情景考虑上述三种技术进步的混合组合,且技术进步率均为2%。针对不同类型的农业技术进步,通过比较同等水平技术进步率时极端气候对粮食安全指标的差异化影响,就可甄别出不同技术进步路径缓解极端性气候事件对粮食安全冲击的有效性。在本文中,极端气候对粮食安全的影响主要体现在极端气候事件发生期产量、进口依赖度、粮食消费者价格,以及人均粮食占有量指标的波动。因此,当粮食部门存在特定类型的技术进步时,如果极端气候事件发生期上述四个指标的波动均较小,则意味着该类型技术进步缓解极端性气候事件对粮食安全的冲击越有效。

表4 技术进步的模拟情景

情景	技术进步类型	技术进步率
情景一	劳动力增进型	4%
情景二	资本增进型	4%
情景三	土地增进型	4%
情景四	土地增进型+劳动力增进型	2%+2%
情景五	土地增进型+资本增进型	2%+2%
情景六	劳动力增进型+资本增进型	2%+2%

注:“2%+2%”表示的是三种技术进步混合组合时技术进步率均为2%。故在情景四中,假定同时存在土地增进型和劳动力增进型技术进步,且技术进步率均为2%;在情景五中,假定同时存在土地增进型和资本增进型技术进步,且技术进步率均为2%;在情景六中,假定同时存在劳动力增进型和资本增进型技术进步,且技术进步率均为2%。

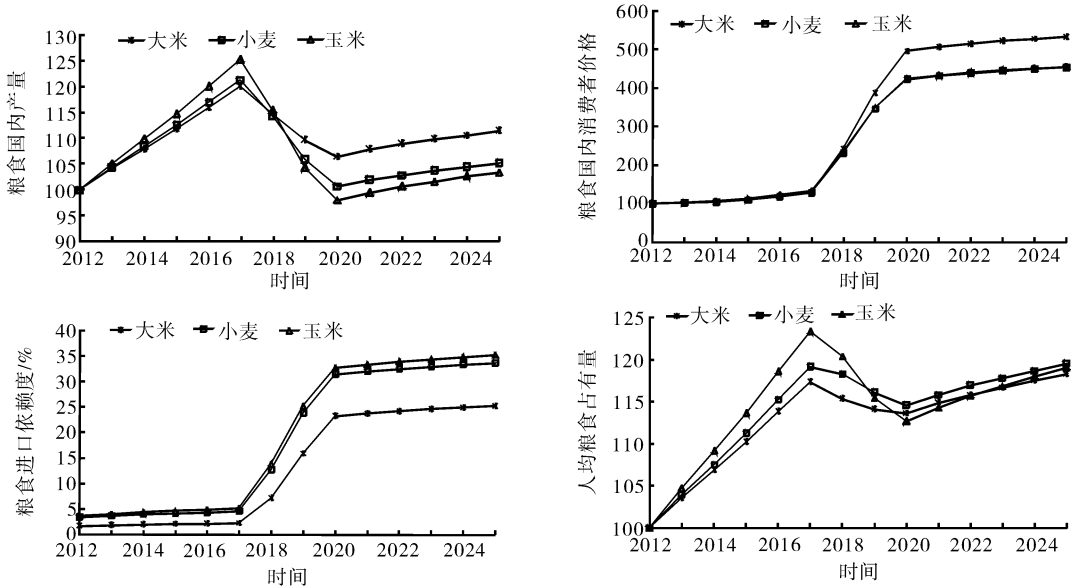
^① 考虑到近期人民币汇率贬值的态势,本文基于2015年5月至2016年12月期间美元兑人民币汇率的月度数据,采用自回归求和滑动平均模型(ARIMA)预测了2017—2025年期间人民币汇率的月度数据。在人民币汇率月度数据的基础上,估算了2017—2025年期间人民币汇率的年平均。由于ARIMA模型中调整后的样本决定系数高达0.9193,故确保了人民币汇率预测的相对精度。

二、极端气候、技术进步路径与粮食安全的动态模拟

基于中国动态 CGE 模型,本文以粮食的产量波动、进口依赖度、价格波动,以及人均粮食占有量 4 个指标来度量粮食安全,并模拟极端气候冲击、技术进步路径选择对粮食安全的影响。

1. 极端气候对粮食安全的冲击效应

基于中国动态 CGE 模型的模拟可知,大米、小麦和玉米等粮食安全的四个指标均受到极端气候的不利冲击,且冲击特征具有相似性:在极端气候发生的 2018—2020 年期间,大米、小麦和玉米的产量均有较大幅度的下降,国内消费者价格加速上升,粮食进口依赖度大幅上涨,人均粮食占有量有所下滑(见图 1)。如图 1 所示,受极端气候冲击的影响,2018—2020 年期间大米、小麦、玉米产量年均分别下降 3.91%、6.01%、7.81%,国内消费者价格年均分别上涨 58.62%、50.45%、49.00%;在国内产量下降和国内消费者价格上升的背景下,大米、小麦、玉米进口依赖度急剧上升,分别由 2017 年的 2.25%、4.57%、5.10%增至 2020 年的 23.22%、31.44%、32.70%,年均分别上涨 128.77%、99.31%、94.46%;受极端气候冲击的影响,2018—2020 年期间大米、小麦、玉米人均占有量年均分别下降 1.05%、1.28%、2.96%。简言之,从产量波动、价格波动、进口依赖度以及人均粮食占有量的角度综合考虑粮食安全时,极端气候均加剧了中国国内的粮食安全风险。



注:为了便于分析,本文对粮食国内产量、国内消费者价格,以及人均占有量进行了标准化处理。即令 2012 年大米、小麦和玉米的产量、国内消费者价格以及人均占有量为 100 单位。

图 1 极端气候对粮食安全冲击的效应

2. 技术进步缓减极端气候对粮食安全冲击的效应

考虑到极端气候对粮食安全的负向冲击,有必要探讨更加具有针对性的粮食安全适应战略。为此,本文基于动态 CGE 模型模拟了不同技术路径选择下极端气候冲击影响粮食安全的差异化效果。研究表明,技术进步有助于缓解极端气候对粮食安全的负面冲击,并且,不同类型技术进步的这种缓解效果存在较大差异。针对大米、小麦和玉米的研究表明:土地增进型技术进步缓减极端气候对粮食安全冲击的效果最为显著,而资本增进型技术进步的缓减效果最弱。如果进一步考虑土地、劳动力、资本增进型技术进步的混合组合效果,则以下技术进步路径选择缓减极端气候对粮食安全冲击的效果依次递减:①仅存在土地增进型技术进步;②同时存在土地和劳动增进型技术进步;③同时存在土地和资本增进型技术进步;④仅存在劳动力增进型技术进步;⑤同时存在劳动力和资本增进型技术进步;⑥仅存在资本增进型技术进步。具体体现为:当仅存在土地增进型技术进步时,极端气候冲击所导致的粮食产量、国内消费者价格、进口依赖度和人均占有量的年均变化率均较小(见表 5)。

表5 技术进步缓减极端气候对粮食安全冲击的效果比较

%

粮食安全指标	品种	技术进步类型						
		base	Labor	Capital	Land	Land×Labor	Land×Capital	Labor×Capital
产量	大米	-3.91	-3.45	-3.91	-2.97	-3.15	-3.38	-3.65
	小麦	-6.01	-5.15	-6.00	-4.67	-4.82	-5.28	-5.55
	玉米	-7.81	-6.58	-7.80	-5.99	-6.17	-6.82	-7.15
国内消费者价格	大米	58.62	57.03	58.61	50.68	53.25	54.28	57.77
	小麦	50.45	48.75	50.43	46.60	47.38	48.40	49.55
	玉米	49.00	47.17	48.99	44.97	45.75	46.86	48.03
进口依赖度	大米	128.77	127.52	128.79	111.33	118.02	119.40	128.14
	小麦	99.31	98.33	99.31	93.11	95.19	96.10	98.83
	玉米	94.46	93.90	94.48	88.35	90.56	91.32	94.22
人均粮食占有量	大米	-1.05	-0.96	-1.05	-0.87	-0.91	-0.95	-1.00
	小麦	-1.28	-0.97	-1.28	-0.65	-0.77	-0.94	-1.11
	玉米	-2.96	-2.36	-2.95	-1.89	-2.06	-2.38	-2.64

注:base列表示仅存在极端气候冲击时粮食安全指标在极端气候冲击期(2018—2020年)的年均变化率;Labor、Capital和land列分别表示仅存在劳动力、资本和土地增进型技术进步冲击时粮食安全指标在极端气候冲击期(2018—2020年)的年均变化率。Land×Labor、Land×Capital、Labor×Capital列分别表示同时存在土地和劳动力增进型技术进步、同时存在土地和资本增进型技术进步,以及同时存在劳动力和资本增进型技术进步时粮食安全指标在极端气候冲击期(2018—2020年)的年均变化率。

如表5所示,在极端气候冲击期(2018—2020年),当仅存在土地增进型技术进步时,受极端气候冲击影响,大米、小麦、玉米产量年均分别减少2.97%、4.67%、5.99%,国内消费者价格年均分别上涨50.68%、46.60%、44.97%,进口依赖度年均分别上涨111.33%、93.11%、88.35%,人均占有量年均分别减少0.87%、0.65%、1.89%。与其他类型农业技术进步相比,土地增进型技术进步路径下极端气候冲击对粮食安全指标的影响均较小。以仅存在资本增进型技术进步为例,受极端气候冲击影响,大米、小麦、玉米产量年均分别减少3.91%、6.00%、7.80%,国内消费者价格年均分别上涨58.61%、50.43%、48.99%,进口依赖度年均分别上涨128.79%、99.31%、94.48%,人均占有量年均分别减少1.05%、1.28%、2.95%。因此,如果技术进步的目标是实现粮食安全,那么土地增进型技术进步要优于劳动力增进型技术进步,且更加优于资本增进型技术进步。具体而言,土地增进型技术进步包括良种选育、化肥等生物或化学技术进步,劳动力增进型技术进步包括合理密植、套种、轮作、一年多季等精耕细作型的农业技术,而资本增进型技术进步包括机械化、农田水利基础设施建设等。若技术进步的首要目标是提升中国粮食安全的保障水平,则应该鼓励良种选育、化肥等土地增进型技术进步与合理密植、套种等劳动力增进型技术进步。

三、评 述

基于中国动态CGE模型,本文探讨了不同技术进步路径选择对粮食生产应对极端气候冲击适应性能力的影响。政策模拟的结果显示,技术进步有助于缓解极端气候对粮食安全的负面冲击,然而,不同技术进步路径的选择会使得这种缓解效果存在明显差异:①当仅考虑单一的技术进步类型时,土地增进型技术进步、劳动力增进型技术进步、资本增进型技术进步缓解极端气候对粮食安全冲击的效果依次递减;②当考虑综合的技术进步类型时,土地和劳动增进型技术进步的组合、土地和资本增进型技术进步的组合、劳动力和资本增进型技术进步的组合缓解极端气候对粮食安全冲击的效果依次递减。其中可能的原因在于,由于规模总体小而分散,单位粮食耕地上投入适度的资金和足量的劳动力更易提高产量,却无法容纳大资金投入的农业机械,故难以获得较高的规模报酬。因此,绝大多数小规模经营的农户倾向于采用良种、化肥等节省土地以提升单位产出的技术选择,故土地增进型技术进步缓解极端气候对粮食安全冲击的效果突出。而大型基础设施、农业机械为代表的技术进步主要适用于大规模经营的农户,而整体上又一定程度背离以小规模生产经营为主体的现实背景,故资本增进型技术进步缓解极端气候对粮食安全冲击的效果最弱。因此,在应对极端气候对粮食安全冲击时,需要因地制宜、因时制宜,多层面且系统性地推进不同类型的农业技术进步,从而保障或进一步提升

中国粮食安全。

本文对现有研究的贡献在于:现有探讨极端气候对中国粮食安全冲击的研究通常仅关注产量冲击,本文则从粮食产量、粮食价格、进口依赖度、人均粮食占有量四个角度综合考察了粮食安全。此外,本文系统性地区分了农业技术进步类型,并探讨了技术进步路径选择对粮食产业应对极端气候冲击适应性能力的影响^①。然而,本文也存在一定局限性:首先,本文探讨的是一种事前的技术进步路径选择,即考虑的是特定技术路径选择对粮食生产应对极端气候冲击适应性能力的影响,故并未考虑灾后粮食生产应急措施的影响;其次,本文并未考虑到粮食质量和食品安全的广义粮食安全内涵。换言之,本文提倡的土地增进型技术进步虽然能够在一定程度上有效缓减粮食产业因极端气候导致的产量、价格、进口依赖度和人均粮食占有量的波动,但并未考虑到粮食质量与食品安全的动态变化。

参 考 文 献

- [1] IPCC.2013:Summary for policymakers[C]//STOCKER T F,QIN D,PLATTNER G K,et al.Climate change:the physical science basis.Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change. Cambridge University Press,Cambridge,United Kingdom and New York,NY,USA,2013.
- [2] RINGLER C.Water and food security under global change[M]//RINGLER C,BISWAS A K,CLINE S.Global change:impacts on water and food security.Berlin,Heidelberg,Springer Berlin Heidelberg,2010:3-15.
- [3] ROSENZWEIG C,TUBIELLO F N,GOLDBERG R,et al.Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change[J].Global environmental change,2002,12(3):197-202.
- [4] 周力,周应恒.粮食安全:气候变化与粮食产地转移[J].中国人口·资源与环境,2011(7):162-168.
- [5] 周力,周曙东.极端气候事件的灾后适应能力研究——以水稻为例[J].中国人口·资源与环境,2012(4):167-174.
- [6] 李治国.近 40 年河南省农业气象灾害对粮食生产的影响研究[J].干旱区资源与环境,2013(5):126-130.
- [7] 陈鹏飞,于延春,杨飞,等.气候变化对鲁西北平原冬小麦产量的影响及对策[J].自然资源学报,2013(2):211-219.
- [8] 谢立勇,李悦,钱凤魁,等.粮食生产系统对气候变化的响应:敏感性与脆弱性[J].中国人口·资源与环境,2014(5):25-30.
- [9] 杨宇,王金霞,黄季焜.农户灌溉适应行为及对单产的影响:华北平原应对严重干旱事件的实证研究[J].资源科学,2016(5):900-908.
- [10] 陈帅,徐晋涛,张海鹏.气候变化对中国粮食生产的影响——基于县级面板数据的实证分析[J].中国农村经济,2016(5):2-15.
- [11] 葛全胜,曲建升,曾静静,等.国际气候变化适应战略与态势分析[J].气候变化研究进展,2009(6):369-375.
- [12] 周曙东,朱红根.气候变化对中国南方水稻产量的经济影响及其适应策略[J].中国人口·资源与环境,2010(10):152-157.
- [13] 钱凤魁,王文涛,刘燕华.农业领域应对气候变化的适应措施与对策[J].中国人口·资源与环境,2014(5):19-24.
- [14] 吴普特,赵西宁.气候变化对中国农业用水和粮食生产的影响[J].农业工程学报,2010(2):1-6.
- [15] 周曙东,周文魁.气候变化对长三角地区农业生产的影响及对策[J].浙江农业学报,2009(4):307-310.
- [16] 傅龙波,钟甫宁,徐志刚.中国粮食进口的依赖性及其对粮食安全的影响[J].管理世界,2001(3):135-140.
- [17] 卜伟,曲彤,朱晨萌.中国的粮食净进口依存度与粮食安全研究[J].农业经济问题,2013(10):49-56.
- [18] 刘林奇.基于粮食安全视角的我国主要粮食品种进口依赖性风险分析[J].农业技术经济,2015(11):37-46.
- [19] 吕捷,林宇洁.国际玉米价格波动特性及其对中国粮食安全影响[J].管理世界,2013(5):76-87.
- [20] 张晶,周海川.国际大米价格互动性与中国粮食安全研究[J].中国人口·资源与环境,2014(10):163-169.
- [21] 封志明.中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障[J].人口研究,2007(2):15-29.
- [22] 高帅,王征兵.贫困地区农村人口粮食消费及成因分析[J].中国人口科学,2013(2):101-109.
- [23] 赵姚阳,王洁,张莉,等.粮食安全新政背景下保障我国谷物基本自给的耕地需求研究[J].干旱区资源与环境,2015(8):1-6.
- [24] LOFGREN H,HARRIS R L,ROBINSON S.A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS[R].Microcomputers in Policy Research Working Paper No.5,International Food Policy Research Institute,Washington DC,2002.
- [25] THURLOW J.A recursive dynamic CGE model and microsimulation poverty module for South Africa[R].International Food Policy Research Institute,Washington DC,2008.
- [26] DIAO X S,ZHANG Y M,CHEN K Z.The global recession and China's stimulus package:a general equilibrium assessment of country level impacts[J].China economic review,2012,23(1):1-17.
- [27] ACEMOGLU DDirected technical change[J].Review of economic studies,2002,69(4):781-810.

(责任编辑:陈万红)

^① 关于粮食安全的适应性对策,包括事前设计和事后应急两个层面,本文主要试图探讨事前设计,即考虑技术路径选择对粮食产业应对极端气候冲击适应性能力的影响。