

石自忠, 李俊茹, 胡向东, 等. 自然灾害对中国粮食市场供需的影响[J]. 灾害学, 2023, 38(3): 17–24. [SHI Zizhong, LI Junru, HU Xiangdong, et al. Impact of Natural Disasters on Supply and Demand of China's Grain Market [J]. Journal of Catastrophology, 2023, 38(3): 17–24. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2023.03.003.]

# 自然灾害对中国粮食市场供需的影响<sup>\*</sup>

石自忠<sup>1</sup>, 李俊茹<sup>2</sup>, 胡向东<sup>1</sup>, 张玉梅<sup>2</sup>

(1. 中国农业科学院 农业经济与发展研究所, 北京 100081; 2. 中国农业大学 经济管理学院, 北京 100083)

**摘要:** 为把握中国粮食市场供需形势, 探究自然灾害对粮食产量冲击影响及内在机制, 该文借助中国农业产业模型进行模拟分析。结果表明: ①稻谷、小麦市场供需呈下滑态势, 稻谷净进口增长, 小麦净进口下滑; 玉米供需总体保持增长, 净进口维持在较高水平; 粮食自给率总体高位运行, 2035年稻谷、小麦、玉米自给率分别达到99.05%、98.65%和92.34%。②自然灾害不利于粮食生产和消费, 推动净进口增加; 随着自然灾害不断增强, 粮食市场所受影响加深, 粮食自给率下降; 水灾对粮食市场供需影响更大, 旱灾影响相对较小; 自然灾害成灾率每提高1个百分点, 稻谷、小麦和玉米自给率较基准水平下降0.16个百分点、0.38个百分点和0.33个百分点。建议坚持以自给为主、夯实国内粮食供给保障基础, 推动多元合作、巩固拓展国际粮食供应链, 强化监测预警、持续提升粮食安全风险管控能力, 多渠道打好组合拳, 强化粮食安全韧性和应对自然灾害等风险挑战能力。

**关键词:** 自然灾害; 粮食安全; 稻谷; 小麦; 玉米; 中国农业产业模型

**中图分类号:** F326; X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2023)03–0017–08

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2023.03.003

粮食安全是“国之大者”。国家高度重视粮食安全问题, 确立“谷物基本自给, 口粮绝对安全”的国家粮食安全观, 提出“以我为主、立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑”的国家粮食安全战略。在政策和市场双轮驱动下, 2021年中国粮食总产量达到68 285万t, 连续7年稳定在65 000万t以上, 国家粮食安全总体形势持续向好, 有效发挥了“压舱石”作用。然而, 当前粮食安全还面临诸多突出问题与现实挑战。特别是, 粮食生产基础还比较薄弱, 高温、干旱、暴雨洪涝、风雹等极端天气频发重发, 粮食安全的韧性和应对自然灾害等风险挑战的能力还有待进一步提高。国家统计局数据显示<sup>[1]</sup>, 2020年全国农作物受灾面积为1 996万hm<sup>2</sup>, 成灾面积为799万hm<sup>2</sup>, 自然灾害形势仍较为严峻。在此背景下, 系统把握粮食市场供需形势, 探究未来可能的自然灾害对粮食市场的影响及机制, 对更好完善自然灾害风险防控、国家粮食安全保障相关政策举措, 具有重要理论和现实指导意义。

## 1 文献综述与理论框架

### 1.1 文献综述

自然灾害是人类最为关注的全球性问题之一。从全球范围看, 水灾最为频繁, 旱灾死亡人数最

多, 风暴经济损失最大<sup>[2–3]</sup>; 极端自然灾害对全球粮食生产负面影响大<sup>[4–6]</sup>。中国是世界上受自然灾害影响最为严重的国家之一<sup>[7]</sup>。新中国成立以来, 旱涝两大主力灾害交替出现, 并呈现季节性、随机性、区域性等特征<sup>[8–9]</sup>; 北方干旱、低温冻害损失程度明显重于南方, 西部更易受风雹灾害影响<sup>[10]</sup>。中国农业生产面临严峻的自然灾害风险, 粮食综合生产能力提升压力大, 国家粮食安全受到威胁<sup>[11–18]</sup>。随着自然灾害加深, 粮食产量损失加大, 国内粮食价格及进出口价格均呈上涨态势<sup>[19–20]</sup>。旱灾对粮食生产影响呈现出“边际损失递减”特征<sup>[21]</sup>。自然灾害受灾率对粮食单产波动的综合影响率为31.26%, 旱灾综合影响率为17.13%<sup>[22]</sup>; 通过将稻谷单产变化进行分解, 发现技术、社会和自然因素的平均贡献率分别为28.21%、15.81%和55.98%, 自然因素影响大<sup>[23]</sup>; 1990–2011年粮食单产变化55.1%由自然灾害引起, 旱灾每年造成粮食损失约2 600万t, 对粮食生产影响为5.2%<sup>[24–25]</sup>; 农作物成灾面积增加1%, 粮食产出将减少0.04%<sup>[26]</sup>。此外, 现有较多文献就自然灾害影响的区域性问题进行深入探讨, 如探究不同自然灾害对不同地区粮食生产影响的差异性问题<sup>[27–31]</sup>。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2022–10–17 修回日期: 2023–01–31

基金项目: 中国农业科学院科技创新工程项目(10–IAED–QT–01–2023); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(Y2023ZK04); 中国农业科学院科技创新工程项目(10–IAED–01–2023)

第一作者简介: 石自忠(1989–), 男, 苗族, 湖南古丈人, 副研究员, 主要从事农产品市场和畜牧业经济研究。

E-mail: shizizhong@caas.cn

通信作者: 胡向东(1983–), 男, 汉族, 四川眉山人, 研究员, 博士生导师, 主要从事农业农村政策和产业经济研究。

E-mail: huxiangdong@caas.cn

总体来看,现有关于自然灾害对粮食生产及市场影响的研究较多,但仍存在进一步探讨和突破的空间。特别是,在研判粮食市场未来走势、模拟未来自然灾害风险对粮食市场供需影响等方面仍待深入。基于此,本研究借助中国农业产业模型,在系统把握中国粮食市场供需形势基础上,探究未来自然灾害形势变化对粮食市场的影响机制,研究提出相关对策建议供决策参考。本研究可能的边际贡献在于,基于更为科学合理的局部均衡模型系统模拟未来可能的自然灾害对粮食市场供需的影响,通过系统性、前瞻性研究为国内粮食安全保障战略提供预警性参考。

## 1.2 理论框架

根据供需理论,自然灾害对粮食市场的影响主要涉及两个层面、三类主体和四个组成部分(图1)。两个层面即粮食市场的供给侧和需求侧,三类主体即粮食市场的生产者、消费者和政策制定者,四个组成部分即生产、消费、贸易和库存。在自然灾害影响粮食市场供需的理论逻辑框架中,自然灾害是诱导性因素,政策调控是保障性因素,最后在自然灾害负面冲击和政策积极调控作用下实现粮食市场及价格平稳有序运行。

自然灾害形势变化将推动粮食生产者、消费者和政策制定者行为决策及市场预期发生变化,进而影响生产、消费、进出口贸易和库存,最终决定粮食市场供给与需求变化。具体地,自然灾害频发会影响粮食生产经营主体行为及决策。长期来看,频繁的自然灾害会挫伤生产经营主体积极性,不利于提升种粮抓粮动力;短期来看,如果自然灾害发生在粮食生产过程中,必然会对粮

食播种面积和单产产生负面冲击,进而影响当年粮食产量,致使国内粮食市场呈现供需偏紧态势。就消费而言,重大自然灾害的发生,在短期内可能造成消费恐慌;但长期看,由于产量不足造成的供需偏紧、粮价上涨等多因素叠加,包括食用、饲用、工业、种用等在内的粮食消费会呈现出一定下滑态势。库存是调节国内粮食市场供需平衡的重要手段。自然灾害发生造成国内产量下滑,政府必然会加大储备粮投放,以缓解粮食市场供需趋紧态势。从这一层面看,自然灾害发生必然会造成粮食库存下降。此外,进出口贸易也是调节国内市场的重要渠道。在自然灾害造成国内粮食供需趋紧时,可通过加大粮食进口、减少粮食出口,弥补国内市场缺口。当然,考虑到可进口量、运输成本等诸多因素影响,粮食进口存在一定“粘性”。即,粮食进口可在一定程度上弥补国内缺口,但往往很难依靠国际市场实现完全补齐。需要关注的是,“谁控制了粮食,谁就控制了全人类”;可以说,粮食不是一般商品,其具有公共产品属性和强外部性,政府“看得见的手”在粮食市场中的作用十分有力,已形成“中央要粮、地方抓粮、农民种粮”协同机制。

## 2 模型构建与方案设计

### 2.1 模型构建

(1)中国农业产业模型。本研究借助中国农业产业模型,在把握稻谷、小麦、玉米等主要粮食市场供需未来形势基础上,设计不同情景方案探究

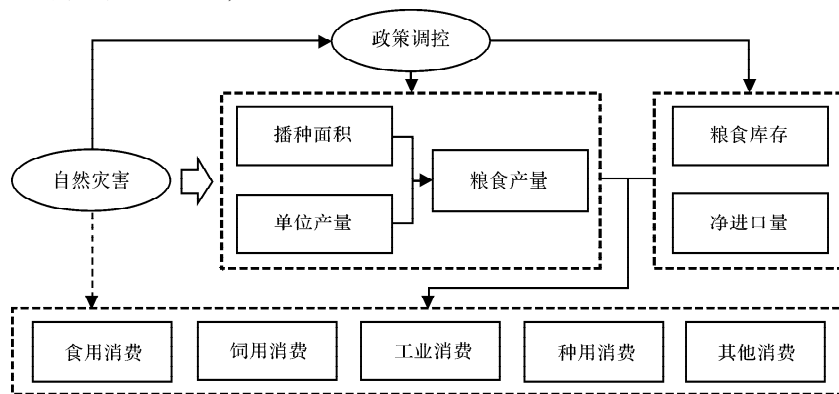


图1 自然灾害影响粮食市场的逻辑框架

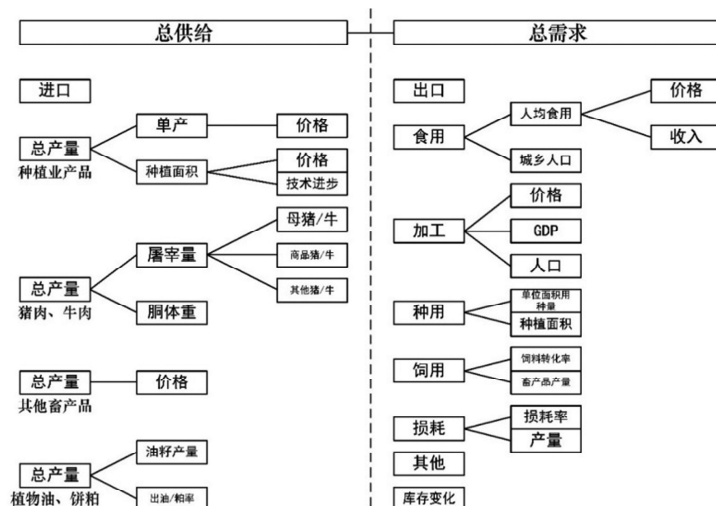


图2 中国农业产业模型理论框架

自然灾害冲击影响及内在机制。中国农业产业模型由中国农业科学院农业经济与发展研究所和国际食物政策研究所基于局部均衡理论构建得到, 模型涵盖 33 种农产品及其加工品, 包括 36 组 566 个方程、23 组变量、566 个内生变量和若干外生变量, 可刻画不同农产品之间的相互联系, 模拟农产品生产、消费、贸易、库存和价格内在运行机制。模型具体理论框架如图 2 所示, 各环节所涵盖具体方程及相关基础数据的详细介绍可参见中国农业科学院<sup>[32]</sup>。需要说明的是, 中国农业产业模型开发小组结合宏观环境等形势变化, 每年对中国农业产业模型进行更新, 重点预测当年至 2035 年主要农产品供需形势。

(2) 基础参数估计模型。基于中国农业产业模型探究自然灾害对中国粮食市场供需的影响, 需先测定自然灾害对粮食单产影响的基础参数, 进而模拟得到自然灾害对粮食市场供需的总体影响程度和方向。参考星焱等<sup>[33]</sup>和冯颖等<sup>[15]</sup>, 结合本研究实际需求, 构建以粮食单产为被解释变量, 成灾率、种粮收益、财政支农力度、要素投入等为解释变量的计量经济模型, 具体如下:

$$\ln Yield_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Yield_{t-1} + \alpha_2 \ln Revenue_t + \alpha_3 \ln Revenue_{t-1} + \alpha_4 \ln Fertilizer_t + \alpha_5 \ln Machinery_t + \alpha_6 \ln Labour_t + \alpha_7 \ln Policy_t + \alpha_8 NDR_t + \varepsilon_t; \quad (1)$$

$$\ln Yield_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Yield_{t-1} + \alpha_2 \ln Revenue_t + \alpha_3 \ln Revenue_{t-1} + \alpha_4 \ln Fertilizer_t + \alpha_5 \ln Machinery_t + \alpha_6 \ln Labour_t + \alpha_7 \ln Policy_t + \alpha_8 NDRF_t + \alpha_9 NDRD_t + \varepsilon_t. \quad (2)$$

式中:  $Yield$  为粮食单产;  $Revenue$  表示种粮收益, 其滞后一期表示种粮预期收益;  $Fertilizer$  为化肥施用量,  $Machinery$  为机械投入量,  $Labour$  为劳动力投入

量,  $Policy$  为财政支农力度;  $NDR$ 、 $NDRF$  和  $NDRD$  分别表示自然灾害、水灾和旱灾成灾率, 其变化态势衡量的是自然灾害、水灾和旱灾走势;  $\alpha$  为模型待估参数,  $\varepsilon$  为随机误差项。需要说明的是, 模型(1)用以考察总体自然灾害对粮食单产的影响, 模型(2)用以考察水灾和旱灾对粮食单产的影响。

本研究基于 1990—2020 年省级非平衡面板数据进行估计, 所用基础数据来源于历年《中国统计年鉴》《全国农产品成本收益资料汇编》《中国农村统计年鉴》。部分变量处理方式如下: 种粮收益以亩均粮食总产值与总成本之比衡量, 化肥施用量以农用化肥施用折纯量与农作物播种面积之比衡量, 机械投入量以农业机械总动力与农作物播种面积之比衡量, 劳动力投入量以亩均用工数量衡量, 财政支农力度以财政支农资金即国家财政农林水事务支出与农业总产值之比衡量, 自然灾害、水灾和旱灾成灾率为相应成灾面积与农作物播种面积之比。

## 2.2 情景方案设计

基于上述模型估计得到自然灾害、水灾和旱灾对粮食单产影响的结果, 具体参见表 1。总体来看, 自然灾害对粮食单产的影响显著为负, 这与理论和实际相符。自然灾害成灾率每提高 1%, 在其他条件不变情况下, 稻谷、小麦和玉米单产分别下降 0.18%、0.43% 和 0.41%; 水灾成灾率每提高 1%, 在其他条件不变情况下, 稻谷、小麦和玉米单产分别下降 0.51%、0.65% 和 0.68%; 旱灾成灾率每提高 1%, 在其他条件不变情况下, 稻谷、小麦和玉米单产分别下降 0.12%、0.50% 和 0.46%。

表 1 自然灾害对粮食单产影响模型估计结果

变量	稻谷		小麦		玉米	
	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)
<i>Cons</i>	4.117 3*** (0.370 4)	4.021 4*** (0.370 5)	3.3845 2*** (0.318 8)	3.437 0*** (0.315 3)	2.473 6*** (0.259 9)	2.587 8*** (0.257 7)
$\ln Yield_{t-1}$	0.326 6*** (0.051 2)	0.338 7*** (0.051 2)	0.365 3*** (0.044 0)	0.378 5*** (0.043 2)	0.538 8*** (0.037 8)	0.530 9*** (0.037 3)
$\ln Revenue_t$	0.006 0 (0.035 7)	0.014 8 (0.035 7)	0.202 0*** (0.034 2)	0.195 6*** (0.033 8)	0.108 4*** (0.024 2)	0.101 6*** (0.024 0)
$\ln Revenue_{t-1}$	0.020 0 (0.035 0)	0.005 6 (0.035 2)	-0.143 7*** (0.031 4)	-0.154 3*** (0.030 8)	-0.096 4*** (0.024 1)	-0.096 5*** (0.023 8)
$\ln Fertilizer_t$	-0.049 8 (0.051 0)	-0.030 9 (0.051 2)	-0.079 8* (0.044 4)	-0.084 7* (0.044 3)	0.104 4*** (0.039 2)	0.097 2** (0.038 9)
$\ln Machinery_t$	0.008 2 (0.034 1)	0.009 3 (0.033 9)	0.062 5** (0.031 3)	0.066 4** (0.031 1)	0.003 1 (0.023 1)	0.005 7 (0.022 9)
$\ln Labour_t$	-0.007 0 (0.026 0)	-0.007 2 (0.025 9)	0.021 9 (0.020 7)	0.018 3 (0.020 5)	-0.026 7 (0.025 6)	-0.027 4 (0.025 3)
$\ln Policy_t$	0.039 3** (0.016 7)	0.036 0** (0.016 7)	0.068 8*** (0.014 5)	0.060 0*** (0.014 6)	-0.006 8 (0.013 0)	-0.010 3 (0.012 9)
$NDR_t$	-0.001 8*** (0.000 6)	—	-0.004 3*** (0.000 7)	—	-0.004 1*** (0.000 5)	—
$NDRF_t$	—	-0.005 1*** (0.001 5)	—	-0.006 5*** (0.001 7)	—	-0.006 8*** (0.001 4)
$NDRD_t$	—	-0.001 2* (0.000 7)	—	-0.005 0*** (0.000 7)	—	-0.004 6*** (0.000 6)
<i>Obs</i>	275	275	338	338	412	412

注: 括号内的值为标准误差, \*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著; 根据豪斯曼检验结果, 本研究 6 个模型均基于固定效应估计。

1978 年改革开放以来,中国农作物灾情波动较为明显,近年灾情影响下降。2020 年,农作物受灾率和成灾率分别维持在 11.9% 和 4.8% 水平,较 1978 年下降 21.9% 和 11.5%,处在历史较好时期(图 3)。虽然灾情持续向好,但粮食生产面临的自然灾害风险仍存在较大不确定性,如 2021 年“7·20 郑州特大暴雨”等给粮食生产带来较大负面影响<sup>[34]</sup>。可见,未来自然灾害仍存在增强的可能性,风险管控能力建设亟须高度重视。

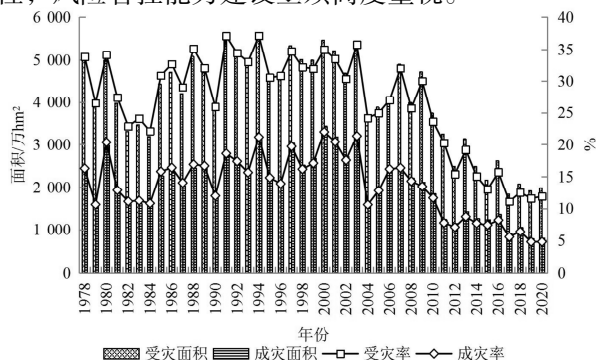


图 3 1978—2020 年中国农作物受灾成灾面积和受灾成灾率走势

考虑到 1978 年以来多个年份自然灾害成灾率在 20% 以上,1978—2020 年成灾率均值略高于 10%,而当前成灾率维持在 5% 水平。基于此,本研究重点考察自然灾害增强的可能影响,以 5% 为划分依据,设计 3 种不同自然灾害情景模拟方案,以测定其对稻谷、小麦、玉米等主要粮食市场供需的影响。①方案 1 为自然灾害成灾率较基准水平提高 5%,即从目前基准水平 5% 提升至 10%,模拟的是自然灾害达到历史平均水平的影响;②方案 2 为自然灾害成灾率较基准水平提高 10%,达到 15% 水平,介于历史最高水平和平均水平之间;③方案 3 为自然灾害成灾率较基准水平提高 15%,即假设出现成灾率为 20% 的极端情况,衡量的是自然灾害达到历史最高等级的影响。需要说明的是,为详细比较不同自然灾害类型对粮食市场供需的影响,本研究针对水灾、旱灾两种主要灾害成灾率的可能变化形势也设定 3 种不同情景方案,同样以 5% 为提高等级进行模拟分析。

### 3 实证结果与分析

#### 3.1 粮食市场供需形势分析

基于中国农业产业模型模拟得到基准解,即 2022—2035 年稻谷、小麦、玉米等主要粮食市场供需基准水平,具体结果如表 2 所示。总体来看,中国稻谷、小麦市场供需呈现下滑态势,稻谷净进口增加,小麦净进口下滑;玉米供需保持增长,净进口维持在较高水平;粮食自给率总体高位运行,国家粮食安全基础有保障。

具体地,稻谷生产呈现下滑态势,播种面积和产量分别从 2022 年的 2 976.26 万  $\text{hm}^2$  和 21 231.19 万 t 降至 2035 年的 2 777.59 万  $\text{hm}^2$  和 20 407.91 万 t,年均分别下降 0.53% 和 0.30%;净进口量呈现先下滑后增长态势,2035 年维持在 194.99 万 t;总需求量从 21 399.77 万 t 降至 20 602.90 万 t,其中食用需求下降 0.49%,饲用和工业需求年均增长 0.74% 和 1.87%。小麦种植面积呈现下降态势,但单产增速较快,推动产量从 2022 年的 13 746.64 万 t 增至 2035 年的 14 078.42 万 t,年均增长 0.18%;净进口量呈现快速下滑态势,2035 年维持在 192.12 万 t,年均下降 11.32%;总需求量保持下滑态势,2035 年降至 14 270.54 万 t,年均下降 0.21%,其中食用需求年均下降 0.81%,饲用和工业需求年均增长 0.91% 和 1.44%。玉米生产和消费保持增长态势,播种面积和产量分别从 4 336.99 万  $\text{hm}^2$  和 27 508.38 万 t 增至 4 366.67 万  $\text{hm}^2$  和 30 031.70 万 t,年均增长 0.05% 和 0.68%;净进口量维持在较高水平,2035 年为 2 490.42 万 t;总需求量年均增长 0.56%,其中饲用和工业需求年均分别增长 0.69% 和 1.44%。稻谷和小麦消费需求下滑与人口走势相关,玉米消费需求增长主要驱动因素在畜牧业。此外,稻谷自给率呈现下滑态势,但总体处在较高水平,2035 年维持在 99.05%;小麦和玉米自给率保持增长,2035 年分别增至 98.65% 和 92.34%。

表 2 2022—2035 年主要粮食市场供需形势

类型	年份	总供给量/ 万 t	产量/ 万 t	播种面积/ 万 $\text{hm}^2$	单产/ ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	净进口量/ 万 t	总需求量/ 万 t	食用需求/ 万 t	饲用需求/ 万 t	工业需求 /万 t	自给 率/%
稻谷	2022	21 399.77	21 231.19	2 976.26	7 133.51	168.57	21 399.77	15 739.94	2 267.10	1 737.44	99.21
	2025	21 068.75	21 025.77	2 929.19	7 178.02	42.98	21 068.75	15 515.33	2 355.87	1 855.70	99.80
	2030	20 881.88	20 707.74	2 852.38	7 259.80	174.13	20 881.88	15 143.16	2 426.34	2 041.51	99.17
	2035	20 602.90	20 407.91	2 777.59	7 347.34	194.99	20 602.90	14 772.84	2 494.52	2 211.38	99.05
小麦	2022	14 662.29	13 746.64	2 350.55	5 848.26	915.64	14 662.29	9 177.00	3 113.85	1 118.76	93.76
	2025	14 569.75	13 792.88	2 333.88	5 909.86	776.87	14 569.75	8 932.71	3 258.10	1 178.23	94.67
	2030	14 418.40	13 918.46	2 305.45	6 037.19	499.94	14 418.40	8 573.48	3 398.52	1 268.42	96.53
	2035	14 270.54	14 078.42	2 276.78	6 183.48	192.12	14 270.54	8 255.79	3 502.62	1 347.26	98.65
玉米	2022	30 261.35	27 508.38	4 336.99	6 342.74	2 752.97	30 261.35	1 884.87	18 203.09	7 831.33	90.90
	2025	30 296.56	27 994.34	4 342.27	6 446.94	2 302.22	30 296.56	1 881.93	18 919.22	8 247.58	92.40
	2030	31 682.83	28 951.38	4 353.60	6 649.99	2 731.45	31 682.83	1 868.57	19 648.89	8 878.93	91.38
	2035	32 522.12	30 031.70	4 366.67	6 877.48	2 490.42	32 522.12	1 847.39	19 913.89	9 430.80	92.34

表 3 不同情景方案下稻谷市场供需变化形势/%

类型	方案	总供给量	产量	净进口量	总需求量	食用需求量
自然灾害	方案 1	-0.06	-0.90	104.97	-0.06	-0.04
	方案 2	-0.21	-1.80	200.04	-0.21	-0.15
	方案 3	-0.30	-2.69	301.01	-0.30	-0.22
	平均效应	-0.02	-0.18	20.36	-0.02	-0.01
水灾	方案 1	-0.18	-2.54	297.43	-0.18	-0.10
	方案 2	-0.44	-5.09	584.94	-0.44	-0.29
	方案 3	-0.65	-7.63	879.08	-0.65	-0.42
	平均效应	-0.04	-0.51	58.86	-0.04	-0.03
旱灾	方案 1	-0.04	-0.60	69.98	-0.04	-0.02
	方案 2	-0.16	-1.20	130.05	-0.16	-0.13
	方案 3	-0.24	-1.80	195.91	-0.24	-0.19
	平均效应	-0.01	-0.12	13.35	-0.01	-0.01

注: 平均效应为成灾率每提高 1% 对粮食市场供需的影响, 下同。

表 4 不同情景方案下小麦市场供需变化形势/%

类型	方案	总供给量	产量	净进口量	总需求量	食用需求量
自然灾害	方案 1	-0.09	-2.14	30.60	-0.09	-0.08
	方案 2	-0.35	-4.28	58.69	-0.35	-0.32
	方案 3	-0.38	-6.42	90.22	-0.38	-0.34
	平均效应	-0.03	-0.43	6.00	-0.03	-0.02
水灾	方案 1	-0.14	-3.23	46.26	-0.14	-0.12
	方案 2	-0.44	-6.47	90.01	-0.44	-0.40
	方案 3	-0.53	-9.70	137.25	-0.53	-0.46
	平均效应	-0.04	-0.65	9.13	-0.04	-0.03
旱灾	方案 1	-0.11	-2.49	35.59	-0.11	-0.09
	方案 2	-0.38	-4.98	68.66	-0.38	-0.35
	方案 3	-0.43	-7.46	105.18	-0.43	-0.38
	平均效应	-0.03	-0.50	7.00	-0.03	-0.03

表 5 不同情景方案下玉米市场供需变化形势/%

类型	方案	总供给量	产量	净进口量	总需求量	食用需求量
自然灾害	方案 1	-0.15	-2.04	18.71	-0.15	-0.08
	方案 2	-0.69	-4.07	33.09	-0.69	-0.56
	方案 3	-0.54	-6.11	55.06	-0.54	-0.33
	平均效应	-0.05	-0.41	3.57	-0.05	-0.03
水灾	方案 1	-0.25	-3.38	31.03	-0.25	-0.13
	方案 2	-0.89	-6.75	57.73	-0.89	-0.66
	方案 3	-0.83	-10.13	92.07	-0.83	-0.48
	平均效应	-0.06	-0.68	6.04	-0.06	-0.04
旱灾	方案 1	-0.17	-2.28	20.99	-0.17	-0.09
	方案 2	-0.73	-4.57	37.65	-0.73	-0.58
	方案 3	-0.60	-6.85	61.92	-0.60	-0.36
	平均效应	-0.05	-0.46	4.03	-0.05	-0.03

### 3.2 自然灾害影响分析

结合估计所得基础参数和中国农业产业模型,模拟得到不同情景方案下自然灾害对主要粮食市场供需的影响,具体结果可参见表3-表5;图4-图6给出的是不同情景方案下主要粮食自给率走势。

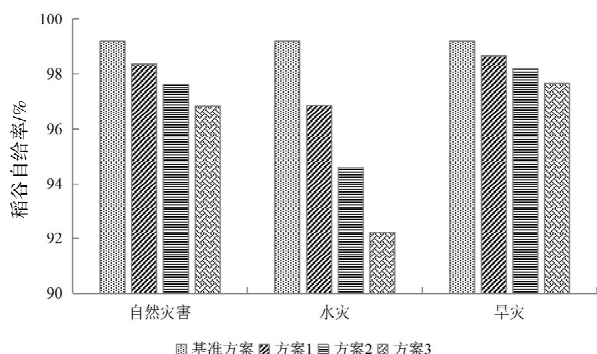


图4 不同情景方案下稻谷自给率走势

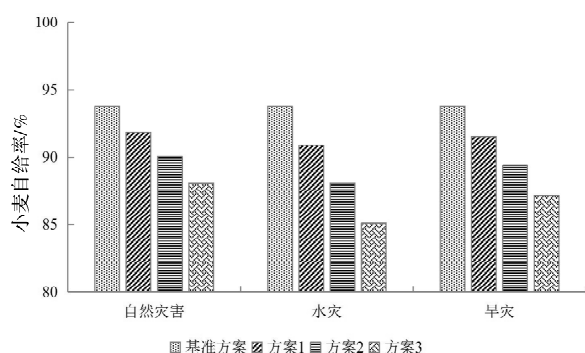


图5 不同情景方案下小麦自给率走势

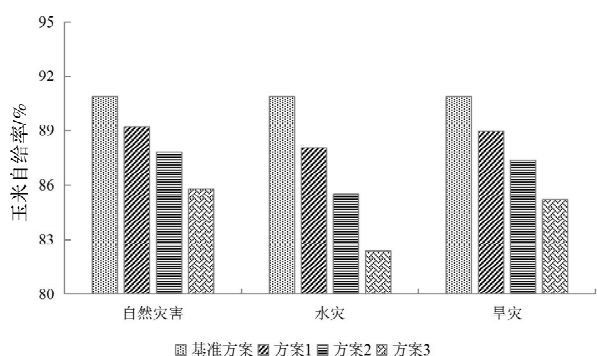


图6 不同情景方案下玉米自给率走势

(1) 稻谷市场。在自然灾害方案1下,稻谷产量较基准水平下降0.90%;产量下滑造成国内稻谷市场供需趋紧,推动净进口量从基准方案的168.57万t增至345.53万t,增长104.97%;稻谷消费需求呈现下滑态势,总需求量和食用需求量分别较基准水平下降0.06%和0.04%。随着自然灾害持续增强,其对稻谷市场供需的影响不断加深。在自然灾害方案3,即出现极端自然灾害情况下,稻谷产量较基准水平下降2.69%;供需进一步趋紧推动净进口量呈现更为明显的增长态势,消费需求则呈现更为明显的下降趋势。消费需求降幅小于产量降幅,原因在于进口的快速增长在一定程度上可弥补国内供需缺口。水灾和旱灾对

稻谷市场供需的影响与总体自然灾害基本一致,不同之处在于,水灾的影响较总体自然灾害更大,旱灾影响相对较小。以水灾和旱灾方案3为例,水灾致使稻谷产量和总需求量分别下降7.63%和0.65%,推动净进口量增加879.08%;旱灾导致产量和总需求量分别下降1.80%和0.24%,净进口量增加195.91%。综合3种方案平均影响看,自然灾害、水灾和旱灾成灾率每提高1%,稻谷产量分别较基准水平下降0.18%、0.51%和0.12%,总需求量下降0.02%、0.04%和0.01%,净进口量增长20.36%、58.86%和13.35%。

就稻谷自给率而言,在不同自然灾害方案下,自给率随着自然灾害不断增强呈现持续下滑态势;方案1中自给率降为98.38%,较基准水平下降0.83%;方案3中自给率进一步降为96.83%,较基准水平下降2.38%。综合自然灾害方案1~方案3看,自然灾害成灾率每提高1%,稻谷自给率将较基准水平下降0.16%。从水灾和旱灾变化对稻谷自给率影响看,方案1~方案3下水灾成灾率每提高1%,稻谷自给率将下降0.47%;旱灾成灾率每提高1%,稻谷自给率将下降0.11%。总体来看,水灾对稻谷自给水平影响相对更为明显,高于总体自然灾害的影响,旱灾对稻谷自给水平影响相对较小。

(2) 小麦市场。在自然灾害方案1下,小麦产量较基准水平下降2.14%;在产量不足情况下,国内小麦市场呈现供需趋紧态势,推动净进口大幅增长;消费需求则呈现下滑态势,总需求量和食用需求量分别较基准水平下降0.09%和0.08%。在方案2~方案3下,自然灾害对小麦市场供需的影响呈现持续加大态势,随着自然灾害成灾率提高,小麦产量降幅不断加大,净进口量持续增加,消费量呈现更为明显的下滑态势。在方案3下,小麦产量较基准水平下降6.42%,总需求量和食用需求量分别下降0.38%和0.34%;净进口量较基准水平呈现更为明显的增长态势,增幅达到90.22%。水灾和旱灾影响走势与总体自然灾害相一致;水灾对小麦市场供需影响更大,旱灾影响相对较小,但两者均较总体自然灾害影响大。以方案3为例,水灾致使小麦产量和总需求量下降9.70%和0.53%,推动净进口量增长137.25%;旱灾致使产量和总需求量下降7.46%和0.43%,净进口量增长105.18%。从3种方案平均影响看,自然灾害成灾率每提高1%,产量和总需求量较基准水平分别下降0.43%和0.03%,净进口量增长6.00%;水灾和旱灾成灾率每提高1%,产量和总需求量分别下降0.65%、0.04%和0.50%、0.03%,净进口量增加9.13%和7.00%。

就小麦自给率而言,随着自然灾害程度不断加深,小麦自给率呈现持续下降态势。在自然灾害方案1下,小麦自给率降为91.84%,较基准水平下降1.92%;方案3下自给率进一步降为88.08%,较基准水平下降5.68%。从不同自然灾害类型看,水灾对小麦自给率影响更大,旱灾影响相对较小,在方案3下两者分别致使小麦自给率降为85.11%和87.13%,较基准水平下降8.65%

和 6.62%。综合不同方案看,自然灾害、水灾和旱灾成灾率每提高 1%,小麦自给率将分别下降 0.38%、0.57% 和 0.44%。总体来看,水灾对小麦自给率影响更大,旱灾影响相对小,但两者影响均大于总体自然灾害。

(3) 玉米市场。在自然灾害方案 1 下,玉米生产和消费呈现不同程度下滑。玉米产量较基准水平下降 2.04%;受产量下滑影响,玉米市场呈现供不应求局面,推动净进口大幅增加,从基准水平的 2 752.97 万 t 增至 3 268.03 万 t,增幅达到 18.71%;国内消费需求因供给不足出现下滑,总需求量下降 0.15%。与稻谷、小麦所受影响一致,在方案 2—方案 3 下,玉米市场所受影响持续加大,生产和消费下滑幅度更大,净进口量增幅更为明显。在自然灾害方案 3 下,玉米产量较基准水平下降 6.11%;净进口量大幅增长,较基准水平增加 1 515.88 万 t,增幅达到 55.06%;玉米消费需求呈现更为明显的下滑态势,总需求量较基准水平下降 0.54%。就水灾和旱灾而言,水灾对玉米市场供需影响相对更大,但两者影响均较总体自然灾害大。在方案 3 下,前者推动玉米产量和总需求量分别下降 10.13% 和 0.83%、净进口量增长 92.07%,后者致使产量和总需求量分别下降 6.85% 和 0.60%、净进口量增长 61.92%。就 3 种方案平均影响而言,自然灾害、水灾和旱灾成灾率每提高 1%,玉米产量分别较基准水平下降 0.41%、0.68% 和 0.46%,总需求量下降 0.05%、0.06% 和 0.05%,净进口量增长 3.57%、6.04% 和 4.03%。

自然灾害对玉米自给率的影响与稻谷、小麦相似,即随着自然灾害程度加深,玉米自给率呈现不断下滑态势。在自然灾害方案 1 下,玉米自给率降为 89.18%,较基准水平下降 1.72%;方案 3 下,玉米自给率进一步降为 85.82%,较基准水平下降 5.09%。水灾和旱灾对玉米自给率具有不同程度影响,水灾方案 3 下稻谷自给率降为 82.38%,旱灾方案 3 下玉米自给率降为 85.18%。综合不同方案看,自然灾害、水灾和旱灾成灾率每提高 1%,玉米自给率将分别下降 0.33%、0.56% 和 0.37%;水灾对玉米自给率影响更大,旱灾影响相对较小。

## 4 结论与启示

基于中国农业产业模型,本研究在系统把握稻谷、小麦、玉米等主要粮食市场供需形势基础上,模拟未来自然灾害变化对粮食市场供需的影响,具体得出如下研究结论。

一是中国稻谷、小麦市场供需呈现下滑态势,稻谷净进口增长,小麦净进口下滑;玉米供需总体保持增长,净进口处在较高水平;粮食自给率总体在高位运行,2035 年稻谷、小麦、玉米自给率分别达到 99.05%、98.65% 和 92.34%,国家粮食安全基础有保障。二是自然灾害不利于粮食生产和消费,净进口量会增加;随着自然灾害程度增强,粮食市场所受影响加深,粮食自给率下降,

“谷物基本自给,口粮绝对安全”面临的风险挑战加大;玉米市场受自然灾害、水灾和旱灾影响较稻谷、小麦市场更大;水灾对粮食市场供需影响相对更大,旱灾影响相对较小,对小麦和玉米市场两者影响均较总体自然灾害大。三是自然灾害成灾率每提高 1%,稻谷、小麦和玉米自给率将较基准水平下降 0.16%、0.38% 和 0.33%,水灾和旱灾影响致使自给率分别下降 0.47%、0.57%、0.56% 和 0.11%、0.44%、0.37%,必须高度警惕自然灾害风险大幅提升影响国内粮食自给水平。四是在极端自然灾害情况下,稻谷、小麦和玉米自给率将降至 96.83%、88.08% 和 85.82%,稻谷市场韧性较小麦、玉米更强。

基于上述研究结论,提出如下政策建议供参考。一是坚持以我为主,夯实国内粮食供给保障基础。强化高标准农田建设,加快农业科技创新,通过夯实耕地与科技基础,构筑应对自然灾害保障体系。加强现代粮食经营主体培育,发挥新型经营主体带动作用,提高小农户粮食生产韧性。推进现代粮食流通储备体系建设,培育多层次多元化储备主体,增强粮食储备对市场调节能力。加大金融保险支持力度,增强风险转移能力。二是推动多元合作,巩固拓展国际粮食供应链。强化贸易磋商与合作,加强中美、中巴、中欧等双边合作,加大与共建“一带一路”国家和地区合作力度。深入参与全球粮农治理,鼓励重要粮食生产加工企业“走出去”,增强全球粮食产业链供应链掌控能力。三是强化监测预警,持续提升粮食安全风险管控能力。设立粮食安全风险管控领导小组,做好中长期支持政策与风险管控工具储备,夯实统一领导、统一监测预警、统一风险管控基础。建设国家粮食安全风险监测预警中心,围绕自然灾害等重大风险,开展全球及重点国家和地区粮食市场监测预警,定期发布粮食安全短期和中长期报告。

**致谢:** 本研究得到中国农业产业发展报告编写组成员的指导和支 持,在此特表感谢。

## 参考文献:

- [1] 国家统计局. 国家数据[EB/OL]. [2022-06-01]. <https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=C01>.
- [2] 郑远长. 全球自然灾害概述[J]. 中国减灾, 2000(1): 14-19.
- [3] 吴金汝, 陈芳, 陈晓玲. 1900—2018 年全球自然灾害时空演变特征与相关性研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(4): 976-991.
- [4] LESK C, ROWHANI P, RAMANKUTTY N. Influence of extreme weather disasters on global crop production[J]. Nature, 2016, 529(7584): 84-87.
- [5] LENG G Y, HALL J. Crop yield sensitivity of global major agricultural countries to droughts and the projected changes in the future[J]. Science of the Total Environment, 2019, 654: 811-821.
- [6] LI Y, YE W, WANG M, et al. Climate change and drought: a risk assessment of crop - yield impacts[J]. Climate Research, 2009, 39(1): 31-46.
- [7] 王静爱, 史培军, 王平, 等. 中国自然灾害时空格局[M]. 北京: 科学出版社, 2006.



- [8] 赵映慧, 郭晶鹏, 毛克彪, 等. 1949—2015 年中国典型自然灾害及粮食灾损特征[J]. 地理学报, 2017, 72(7): 1261–1276.
- [9] 鲍国良, 姚蔚. 我国粮食生产现状及面临的主要风险[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2019, 18(6): 111–120.
- [10] 麻吉亮, 孔维升, 朱铁辉. 农业灾害的特征、影响以及防灾减灾抗灾机制: 基于文献综述视角[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2020, 37(5): 122–129.
- [11] 高云, 詹慧龙, 陈伟忠, 等. 自然灾害对我国农业的影响研究[J]. 灾害学, 2013, 28(3): 79–84, 184.
- [12] 李茂松, 李章成, 王道龙, 等. 50 年来我国自然灾害变化对粮食产量的影响[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(2): 55–60.
- [13] 马九杰, 崔卫杰, 朱信凯. 农业自然灾害风险对粮食综合生产能力的分析[J]. 农业经济问题, 2005, 26(4): 14–17, 79.
- [14] BATTISTI D S, NAYLOR R L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat[J]. Science, 2009, 323(5911): 240–244.
- [15] 冯颖, 姚顺波, 郭亚军. 基于面板数据的有效灌溉对中国粮食单产的影响[J]. 资源科学, 2012, 34(9): 1734–1740.
- [16] CHEN K Z, HSU C. Managing climate change risk in China's agricultural sector: the potential for an integrated risk management framework[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2014, 13(7): 1418–1431.
- [17] 黄勇, 朱信凯. 基于指数分解法的中国粮食增量贡献要素研究[J]. 农业技术经济, 2014(6): 92–102.
- [18] 栾健, 周玉玺. 自然灾害对山东省粮食生产影响的实证分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 127–131.
- [19] 陈卫洪, 谢晓英. 气候灾害对粮食安全的影响机制研究[J]. 农业经济问题, 2013, 34(1): 12–19.
- [20] 苏小松, 徐磊. 中国粮食市场的巨灾效应及风险评估: 基于局部均衡模型的模拟分析[J]. 农业技术经济, 2021(6): 18–32.
- [21] XU L, ZHANG Q, ZHANG J, et al. Extreme meteorological disaster effects on grain production in Jilin province, China[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2017, 16(2): 486–496.
- [22] 蒋尚明, 金菊良, 许浒, 等. 基于经验模态分解和集对分析的粮食单产波动影响分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(4): 213–221.
- [23] 龙方, 杨重玉, 彭澧丽. 自然灾害对中国粮食产量影响的实证分析: 以稻谷为例[J]. 中国农村经济, 2011(5): 33–44.
- [24] QIN Z H, TANG H J, LI W J, et al. Modelling impact of agro-drought on grain production in China[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2014, 7: 109–121.
- [25] DU X D, JIN X B, YANG X L, et al. Spatial-temporal pattern changes of main agriculture natural disasters in China during 1990–2011[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(4): 387–398.
- [26] 贺大兴. 极端气候对中国粮食产量影响的定量分析[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(4): 28–34.
- [27] 孙良顺. 水旱灾害、水利投资对粮食产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2016, 16(5): 136–142.
- [28] 陈俊聪, 王怀明, 汤颖梅. 气候变化、农业保险与中国粮食安全[J]. 农村经济, 2016(12): 9–15.
- [29] 曹永强, 冯兴兴, 王菲, 等. 农业气象灾害对辽宁省粮食产量的影响[J]. 灾害学, 2020, 35(2): 1–7.
- [30] 李治国. 近 40a 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, 27(5): 126–130.
- [31] 田贵良, 林志宇. 气象灾害对粮食生产的影响研究: 以福建省为例[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 148–152.
- [32] 中国农业科学院. 中国农业产业发展报告—2021[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2021.
- [33] 星焱, 胡小平. 中国新一轮粮食增产的影响因素分析: 2004—2011 年[J]. 中国农村经济, 2013(6): 14–26.
- [34] 应急管理部. 应急管理部发布 2021 年全国十大自然灾害[EB/OL]. (2022-01-23) [2022-06-01]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202201/t20220123\\_407199.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202201/t20220123_407199.shtml).

## Impact of Natural Disasters on Supply and Demand of China's Grain Market

SHI Zizhong<sup>1</sup>, LI Junru<sup>2</sup>, HU Xiangdong<sup>1</sup>, ZHANG Yumei<sup>2</sup>

(1. Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In order to systematically grasp the supply and demand of China's grain market, and explore the impact of natural disaster shocks and its mechanism, this study conducts simulation analysis with China Agricultural Sector Model. The results show that: (1) The supply and demand of rice and wheat markets will be in a downward trend, the net imports of rice will grow, while that of wheat will decline. The supply and demand of corn will generally maintain growth, and the net imports will remain at a high level. Grain self-sufficiency rate will be generally high, with the self-sufficiency rates of rice, wheat and corn reaching 99.05%, 98.65% and 92.34% respectively in 2035. (2) Natural disasters are detrimental to grain production and consumption, driving an increase in net imports. As the natural disasters continue to intensify, the impact on the grain market continues to deepen, and the grain self-sufficiency rate continues to decline. Floods have a greater impact on grain market, while droughts have a relatively smaller impact. For every 1 percentage point increase in the natural disaster rate, the self-sufficiency rate of rice, wheat and corn decreases by 0.16, 0.38 and 0.33 percentage points from the baseline level. In order to strengthen the resilience of grain security and the ability to meet risks and challenges such as natural disasters, it is suggested that we should consolidate the foundation for domestic grain supply security, consolidate and expand the international grain supply chain, strengthen monitoring and early warning, and continuously enhance the capacity of grain security risk management and control.

**Keywords:** natural disaster; grain security; rice; wheat; corn; China agricultural sector model