

# “双循环”背景下我国粮食安全韧性及风险 管控战略研究

青平<sup>1\*</sup>, 邓秀新<sup>2</sup>, 闵师<sup>1</sup>, 李剑<sup>1</sup>, 李晓云<sup>1</sup>, 王玉泽<sup>1</sup>, 陈通<sup>1</sup>, 王正聪<sup>1</sup>, 吴伟荣<sup>1</sup>, 赵龙强<sup>1</sup>

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070; 2. 中国工程院, 北京 100088)

**摘要:** 保障国家粮食安全是建设现代农业强国的重要基础, 在“双循环”背景下探讨增强我国粮食安全韧性及风险管控能力, 兼具理论价值和现实意义。本文阐释了“双循环”背景下粮食安全韧性及风险管控的科学内涵, 剖析了当前我国粮食安全韧性及风险管控能力的现状与特点、影响因素和可行路径。研究认为, 农业生产基础条件、粮食生产科技水平、粮食生产方式、粮食生产支持政策、国际贸易环境是影响粮食安全韧性及风险管控能力的关键因素; 提高粮食供应的稳定性、提升粮食生产的抗逆性、加强粮食生产的可持续性、保持政策制度的连贯性、增强国内与国际市场的协同性是增强粮食安全韧性及风险管控能力的可行路径。为此建议, 筑牢粮食产能基础、提升粮食技术支撑、强化智能监测管理、加快保障制度建设、优化粮食进出口贸易, 以此增强“双循环”背景下我国粮食安全韧性及风险管控能力。

**关键词:** 粮食安全韧性; 风险管控; “双循环”; 大食物观; 粮食贸易

**中图分类号:** F32 **文献标识码:** A

## Food Security Resilience and Risk Management Strategy in China in the Context of “Dual Circulation”

Qing Ping<sup>1\*</sup>, Deng Xiuxin<sup>2</sup>, Min Shi<sup>1</sup>, Li Jian<sup>1</sup>, Li Xiaoyun<sup>1</sup>, Wang Yuze<sup>1</sup>, Chen Tong<sup>1</sup>,  
Wang Zhengcong<sup>1</sup>, Wu Weirong<sup>1</sup>, Zhao Longqiang<sup>1</sup>

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China)

**Abstract:** Ensuring national food security is crucial for strengthening the agriculture sector of China, and it holds both theoretical and practical significance in the context of the “dual circulation” (i. e., domestic and international economic circulations) strategy. This study explores the resilience of China’s food security and its capacity for risk management under the “dual circulation” framework, providing an analysis of the current status, characteristics, influencing factors, and feasible pathways for enhancing food security resilience and risk management capabilities. The study identifies key factors influencing food security resilience and risk management, including the agricultural production base, the level of agricultural technology, food production methods, support policies for food production, and the international trade environment. Feasible pathways for

收稿日期: 2023-06-12; 修回日期: 2023-07-15

通讯作者: \*青平, 华中农业大学经济管理学院教授, 研究方向为农业经济管理、粮食(食物)经济; E-mail: qingping@mail.hzau.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“双循环背景下国家粮食安全战略研究”(2022-XBZD-12)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

enhancing food security resilience and risk management capabilities include improving the stability of food supply, enhancing the adaptability of food production, promoting the sustainability of food production, maintaining the continuity of policy systems, and strengthening the coordination between domestic and international markets. To achieve these goals, it is recommended to solidify the foundation of grain production capacity, improve technological support for grain production, strengthen intelligent monitoring and management, accelerate the establishment of guarantee systems, and optimize grain import and export trade. These measures will enhance China's food security resilience and risk management capabilities in the context of "dual circulation".

**Keywords:** food security resilience; risk management and control; dual circulation; an all-encompassing approach to food; grain trade

## 一、前言

保障国家粮食安全，将饭碗牢牢端在中国人自己的手上，是“双循环”新发展格局的基石。新中国成立 70 余年来，我国粮食安全战略历经多次调整，已形成“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观<sup>[1]</sup>。然而，国际经济和政治局势动荡、贸易保护主义日益抬头等多重因素对全球粮食产业链造成了巨大冲击，粮食生产和贸易的均衡局面面临着持续积聚的破坏风险，国内和国际粮食市场都处在“大变局”中。面对全球粮食市场“大变局”，要保障我国粮食安全必须根据历史经验、现状变化对粮食安全战略进行持续调整与优化。从国内来看，要强化粮食生产和供给，需建立以增强国内粮食供给能力为主要内容的“内循环”机制；从国际层面看，需通过加强同世界各国的合作，建立“外循环”机制来强化对外合作。这种“以内为主、以外为辅”的“双循环”新发展格局，有助于实现我国粮食安全的稳定<sup>[2]</sup>。

“双循环”新发展格局为重构我国粮食安全体系提供了重要支撑，但确保我国粮食安全总体保障水平仍面临着各种风险与挑战。当前及今后一段时期，国内国际不可逆、不稳定、不确定的新形势<sup>[3]</sup>对持续保障粮食和重要农产品稳定与安全供给提出了更高要求。从国内实际来看，资源环境约束趋紧、关键科技发展滞后、粮食需求刚性增长、粮食损耗浪费严重、粮食贸易集中度高等问题并存<sup>[2,4-7]</sup>；从国际环境来看，全球极端天气频发、地缘政治冲突影响外溢、粮食生产成本不断抬高等因素致使全球农产品贸易形势更加严峻<sup>[8,9]</sup>。尽管我国粮食产量稳步增长、谷物供应基本自给、粮食储备能力显著增强、居民健康营养状况明显改善、贫困人口吃饭问题得到有效解决，但从长远来看保障国家粮食安全的任务仍非常艰巨。

增强粮食安全韧性是促进粮食安全体系融入“双循环”新发展格局、应对并化解各种风险挑战的关键路径。研究者较早地将韧性思维引入粮食安全系统，构建了粮食体系韧性的概念框架，认为粮食体系韧性是粮食系统承受冲击（自然、政治、经济所造成的内部或外部，周期性或结构性，突发或渐进等）的一种能力<sup>[10]</sup>。这种能力可以分解为抵抗能力和适应能力两个层面，涉及从个体到国家（地区）粮食系统再到全球价值链网络的多个尺度<sup>[11]</sup>。从个体、家庭等微观层次来看，增强粮食安全韧性实际上是调节和提高家庭与个人食物获取能力的体现，有助于解决消费者偏好和食物营养问题<sup>[12]</sup>。从国家、全球等宏观层次来看，增强粮食安全韧性，旨在稳生产、保供给、防风险，是健全粮食供应链、价值链，助推农食系统朝着可持续方向转型，提高突发事件应对能力的重要举措<sup>[13,14]</sup>。尽管已有文献重点关注了增强粮食安全韧性的积极作用，但鲜有研究探讨“双循环”新发展格局下粮食安全韧性的内涵和影响因素。

在“双循环”新发展格局下，保障国家粮食安全还亟待提高风险管控能力。提高粮食安全风险管控能力是筑牢粮食安全“双循环”新发展格局、保障粮食安全可持续发展的应有之义。除了通过相应的干预措施来识别和应对粮食安全系统中的个别风险性问题，更应该采用一揽子具有系统性、协同性、创新性的集成措施，助力粮食安全风险管控能力空间的可持续增长<sup>[15]</sup>。例如，在水土资源空间错位的粮食生产现实境况下，健全跨区域、跨部门的协同治理机制是杜绝风险传导的重要途径<sup>[16]</sup>。研究者关注了粮食安全的系统性风险，提出粮食系统多样化有助于系统转型的观点<sup>[17]</sup>，这与相关研究思想<sup>[18]</sup>不谋而合，都强调了系统治理和协同推进对增强粮食安全风险管控能力的重要性。此外，还有研究者使用马尔可夫法、马尔可夫链和二级模糊综合评价法，探索构建有利于科学评估和精确预警粮食

安全风险的指标体系<sup>[18-20]</sup>。已有研究为如何增强粮食安全风险管控能力提供了重要的理论支撑，但在“双循环”新发展格局下优化风险管控路径设计，还需进一步厘清粮食安全的风险及其主要影响因素。

本文旨在探究“双循环”背景下增强我国粮食安全韧性及风险管控能力。首先，明确界定粮食安全韧性与风险管控的科学内涵；其次，系统梳理我国粮食安全韧性与风险管控的现状与特点；然后，厘清“双循环”背景下影响我国粮食安全韧性及风险管控能力的关键因素；最后，提出“双循环”背景下增强我国粮食安全韧性及风险管控能力的主要路径与政策建议。本文首次对“双循环”背景下粮食安全韧性及风险管控概念内涵进行阐述，丰富并发展我国粮食安全理论体系，以期创新我国粮食安全话语体系、完善我国粮食安全政策体系提供理论基础；识别“双循环”背景下影响我国粮食安全韧性及风险管控能力的关键因素，提出主要突破路径和具体政策建议，以期增强我国粮食安全韧性及风险管控能力并使其与“双循环”新发展格局有效融合，提升粮食安全综合保障能力提供价值参考和决策依据。

## 二、我国粮食安全韧性及风险管控能力的现状与特点

### （一）粮食安全韧性及风险管控的科学内涵

明晰“双循环”背景下的粮食安全韧性及风险管控的科学内涵，对于把握新时期粮食安全战略具有重要作用。粮食安全风险指影响粮食安全的各种不确定性、不稳定性因素。随着社会经济发展水平的不断提高，学术界对粮食安全风险的认识不断拓展，从狭义的数量安全风险范畴<sup>[21]</sup>，再到质量安全<sup>[21,22]</sup>、结构安全<sup>[23]</sup>、营养安全<sup>[13]</sup>、国际贸易<sup>[9]</sup>及生物品种<sup>[24]</sup>等多维风险的认识，这意味着社会对于粮食安全保障水平要求与化解风险难度都在增强。当前，无论是粮食国际贸易格局，还是国内粮食供求态势及资源环境等都发生了深刻的变化，我国粮食安全面临更多不确定性压力与风险。“双循环”背景下，国内与国际粮食市场的联系将会更加紧密，坚持高水平对外开放是必然选择。因此，“双循环”背景下的粮食安全风险指在充分利用两个市场、两

种资源的前提条件下，影响粮食安全的各种不确定、不稳定因素。

粮食安全韧性指粮食体系在遇到外部冲击或风险的影响下能够维持正常供应的能力。在“双循环”新发展格局下，增强粮食安全韧性，需要立足国内市场并充分利用国际资源，达到更高水平、更高质量的供需平衡。值得注意的是，这种平衡不是绝对的和静止的，而是随着两个市场、两种资源不断融合而动态变化的，即增强粮食安全韧性的关键在于畅通国内粮食经济大循环。因此，“双循环”背景下的粮食安全韧性指粮食体系在遇到外部冲击或风险的情况下，立足国内并借助两个市场、两种资源来维持正常粮食供应的能力，包括抵抗能力、适应能力、变革能力<sup>[25]</sup>。

### （二）我国粮食安全风险管控的现状与特点

#### 1. 数量风险

我国粮食安全在数量方面面临着严峻的风险。首先，粮食生产要素错配严重，产出损失呈现不断增加的态势<sup>[26]</sup>，极大地制约了粮食生产率的提高与粮食增产。工业化和城市化加剧带来的耕地面积减少、农村劳动力转移与老龄化带来的农业劳动力减少、过量使用化肥及农药导致的水土环境污染，分别从土地、劳动力、中间投入3个方面制约了粮食产量的提高。其次，气候变化使得极端天气频繁出现，给粮食生产带来了严重冲击。随着气候变化的加剧，预计到21世纪末我国水稻、小麦、玉米的产量将分别减少36.25%、18.26%、45.1%<sup>[27]</sup>。此外，西部地区常年受到荒漠化和沙尘暴的干扰，粮食增产空间有限。最后，我国粮食损耗与浪费较多，也加重了粮食安全的数量风险。我国粮食全链条损失率达8%，其中生产和收获环节、储存和运输环节、消费环节分别约占到了整体粮食损失和浪费的27%、33%、31%<sup>[28]</sup>。

#### 2. 质量风险

我国一直坚持粮食数量和质量并重，通过深入实施优质粮食工程，形成了“种粮农民种好粮、收储企业收好粮、加工企业产好粮、人民群众吃好粮”的粮食流通新体系，粮食质量安全水平显著提高，但是仍存在一些突出问题。首先，农药残留是影响粮食质量安全的重要因素之一。我国粮食生产过程中过度依赖使用农药以及管理不严格，导致部



分农药残留超标,对人体健康构成潜在威胁。其次,粮库管理和储存环节不当也可能引发质量风险。新鲜收获的谷物含有水分和微生物,如不能及时干燥和储存则易受霉菌、虫害等影响,引起质量下降甚至变质成为毒粮。此外,粮食流通环节中也存在质量风险。为了保持粮食的新鲜和品质,在长距离运输过程中可能使用食品添加剂,导致粮食中夹带有害物质。综上所述,我国粮食安全质量风险的现状较为严峻。

### 3. 结构风险

我国粮食产量已经连续8年稳定在 $6.5 \times 10^8$  t以上,粮食供应量不断增加,但是结构性矛盾问题仍旧突出。一方面,品种供需矛盾突出。我国小麦和稻谷产量供求平衡有余,粮食库存持续增加,口粮安全有着绝对保障,而优质强筋小麦、玉米、大豆等作物产不足需、品种优质率低,如我国大豆的对外依存度超过80%。伴随着全球性疫情大流行和俄乌冲突的影响,国际粮食供应链面临更多不确定性。另一方面,区域供需矛盾突出。我国粮食生产逐步向主产区集中,有利于发挥资源的比较优势,但是全国75%以上的粮食产量集中在13个粮食主产区,需要北粮南运,粮食供求大规模跨区域流通和平衡的压力也加大了内在风险。

### 4. 营养风险

改革开放以来,我国城乡居民营养摄入状况明显改善,但是仍面临一些营养风险。一方面,重要营养素自给率较低。目前粮食来源的营养自给水平不够平衡,碳水化合物的自给率较高,而蛋白质和脂肪的自给率较低。在蛋白质供给方面,虽然我国大力发展畜牧业和水产养殖业以增加动物蛋白质的供给,但是面临着供不应求的窘境。在脂肪供给方面,虽然我国居民膳食结构中总的脂肪含量相对较高,但动物性脂肪过多,植物性脂肪过少。另一方面,重要营养素的质量不高。首先,相对于发达国家,我国的畜禽养殖业多采用传统的粗放式养殖方式,动物饲料种类单一、营养成分不均衡,动物蛋白质的质量难以保证;而植物蛋白质局限于传统的生产方式和落后的农业生产技术,常常受到自然环境、疫病和污染等方面的影响。其次,我国仍有不少居民的膳食结构呈现重碳水、轻蛋白的特征,偏向以主食为主,过度依赖稻谷、小麦等粮食作物,忽略了其他丰富的蛋白质来源,如豆类、坚果类、

海藻等。

### 5. 国际贸易风险

国际粮食市场对调节我国粮食市场的供需矛盾起到了重要作用,但是我国的国际粮食贸易起步较晚,相应风险管控能力建设水平不足。一是粮食市场竞争力不强。国内粮食价格已经全面高于国际市场到岸价格,农产品并不具备价格竞争力,导致大宗农产品进口“挡不住”,优势农产品“出不去”,呈现“洋货入市、国货入库”现象。国内由于资源禀赋和农机装备技术限制,土地细碎化严重、农机装备技术尚不成熟,粮食种植成本持续上涨,国内外粮食价格逆差可能继续扩大。二是粮食贸易结构单一。近年来,我国的粮食进口集中于大豆,约占四大主粮进口数量的九成,进口结构明显失衡,一旦出现国际市场上大豆供给量不足的情况,就会影响我国整个粮食体系的价格及稳定<sup>[29]</sup>。三是中国融入全球粮食治理体系受阻,国际粮食话语权较弱。一方面,发达国家常以“国际国内市场整合度不高”为由,诟病我国在全球粮食治理体系中的融入程度不高;另一方面,当我国增加农产品进口数量、增加农业对外直接投资时,时常受到发达国家的“中国威胁论”“新殖民主义”等恶意指控。

### 6. 种质资源风险

我国种业发展速度较快,生物品种安全保障能力显著增强,但是仍存在种质资源风险。一是种源安全风险。我国虽然是世界排名第3位的种质资源大国,生物物种资源种类多、分布广,但如今许多传统种质资源流失严重;本土生物物种资源保护不彻底,存在逐渐消失乃至灭绝的风险。二是繁育安全风险。整体来看,我国育种能力建设落后,集中表现在研发投入强度不够、高尖端技术被垄断、量多质差等方面。三是推广安全风险。我国虽然高度重视生物品种安全,不断提高种业科研经费投入,但扶持资金用途不精准的问题较为突出,还存在扶持目标落实不规范、不精准,政策实施细节缺乏监管等问题。

## (三) 我国粮食安全韧性的现状与特点

### 1. 抵抗能力

我国农业资源与生态环境脆弱,粮食供需紧平衡,粮食供给面对冲击或风险时的抵抗能力较差。

首先, 农业资源和生态环境制约了粮食生产。从资源环境上看, 水资源短缺和土壤退化是制约粮食安全生产的主要因素。一方面, 我国水资源分布呈现南多北少、东多西少的特点, 而目前北方地区粮食播种面积和产量仍在快速增加。我国北方地区耕地面积占全国耕地面积的51%, 仅占全国水资源拥有量的20%, 却生产了全国约60%的粮食<sup>[30]</sup>。农田灌溉用水短缺, 农业地表水资源使用量降低, 地下水超采问题严重, 极端天气的频繁出现将进一步加重水资源的短缺程度。另一方面, 化肥和农药的不合理施用加重了土壤板结与生态环境污染, 制约了粮食产量的提高, 如多数粮食主产区农田耕层变浅、土壤板结、水土流失、土地退化等问题趋于严重<sup>[31]</sup>。其次, 粮食供需长期处于脆弱的紧平衡。我国粮食生产稳定发展, 2022年的粮食总产量为 $6.87 \times 10^8$  t, 但是我国的粮食消费量实际超过 $8.3 \times 10^8$  t, 每年需从国际市场进口约 $1.5 \times 10^8$  t粮食已成常态<sup>[32]</sup>。随着居民收入的不断增加、城镇化水平的不断提高、对营养健康的要求不断升级, 居民的粮食需求也将不断增长; 而在现有技术条件、土地和水资源等农业资源紧缺、农田水利设施建设投入不足、抗灾减灾能力不强等因素的制约下, 粮食增产空间有限<sup>[33]</sup>。我国粮食消费需求尚未达到峰值, 其刚性增长态势仍在延续。另外, 粮食生产面临着越来越大的资源环境压力, 导致粮食供给与需求之间均衡的“硬约束”收紧。从长远看, 粮食供需将继续保持弱勢紧平衡。

### 2. 适应能力

我国粮食产业链发展不够完善, 粮食进口集中度较高, 粮食供给在应对冲击或风险时的适应能力较弱。首先, 我国粮食产业链各环节仍存在一些问题, 一定程度上阻碍了粮食供给适应能力的提升。在生产环节, 部分企业存在原材料品质不高、加工效率低、以产成品附加值低为主的问题<sup>[34]</sup>。在流通环节, 长距离运输易受天气和自然灾害等因素的影响, 对粮食供应链造成干扰, 导致粮食短缺和价格的波动; 在运输过程中粮食可能存在损坏、变质或污染的风险<sup>[35]</sup>。在消费环节, 随着经济社会的发展, 我国粮食消费结构发生了明显变化, 国民在健康饮食方面的需求不断升级, 对口粮的要求由数量向质量转变<sup>[1]</sup>; 粮食在生产、流通、消费等环节的损耗浪费现象较为严重, 特别是城市餐饮浪费数量

惊人<sup>[36]</sup>。其次, 我国粮食贸易进口集中度较高, 抵御贸易冲击或风险的能力较弱。我国粮食进口品种较为集中, 主要包括大豆、玉米、小麦和稻谷, 相应进口规模整体保持在90%以上<sup>[37]</sup>。2022年, 我国进口大豆约 $9.108 \times 10^7$  t, 同比下降5.6%, 但在进口农产品中的占比仍超过62%<sup>[38]</sup>。如果过度依赖大豆进口来满足国内消费需求, 价格波动可能使其更易受到粮食市场的冲击, 适应能力也会进一步下降。我国粮食进口的来源地相对集中, 主要从巴西和美国进口大豆, 从美国和乌克兰进口玉米, 从美国、加拿大和澳大利亚进口小麦; 来自美国和巴西两个国家的粮食进口数量合计达到我国粮食进口总量的73%。如果进口粮食的主要来源国出现大幅减产和贸易争端, 那么我国粮食安全就会面临巨大风险<sup>[39]</sup>。我国的粮食出口地区较为分散, 主要为东亚、中亚、西亚地区的一些国家, 粮食出口竞争力也较弱。

### 3. 变革能力

我国人均耕地面积较少, 农业科技整体水平不高, 粮食生产在冲击或风险下的变革能力有限。首先, 我国人地矛盾关系问题突出。我国人均耕地面积仅为1.4亩(1亩 $\approx 666.67$  m<sup>2</sup>), 在世界排名第126位, 全国664个市县人均耕地面积在联合国确定的警戒线(0.8亩)之下<sup>[40]</sup>。随着工业化、城镇化进程的加速推进, 非农建设占用耕地持续增加, 大量的优质耕地被转为建设用地且不可逆转<sup>[41]</sup>, 已经逐渐触及到18亿亩耕地红线。由于粮食收益较低, 我国大量的粮田转为种植经济作物, 导致耕地“非粮化”现象进一步扩大。其次, 底盘技术、种业、农业机械等领域发展滞后。在底盘技术方面, 以种源-种子芯片系统的设计方法与技术、基于合成生物学的智能制造工艺系统设计方法与技术等为代表, 我国与美国、加拿大、法国、德国等农业强国还有较大差距。在种业方面, 我国面临本土优良粮种资源消失的风险, 存在种子核心技术自主创新能力不足的问题<sup>[1]</sup>, 缺乏具有重大创新性的种子品种<sup>[24]</sup>。我国种子贸易逆差较大, 2021年高达3.5亿美元, 来源国集中在荷兰、日本、美国<sup>[42]</sup>。在农业机械方面, 我国研发投入不足、创新能力较弱, 阻碍了农业机械化发展的进程; 在耕种环节表现出了较高水平, 但收获环节的机械化应用能力偏低。农业机械总体水平不高且发展不平衡<sup>[43]</sup>。

### 三、“双循环”背景下影响我国粮食安全韧性及风险管控的关键因素

在“双循环”背景下，粮食安全韧性及风险管控能力面临内部和外部的双重压力。从国内粮食生产角度来看，农业生产基础条件决定了粮食产量的上限<sup>[31]</sup>；农业科技水平虽然不断提高，但是仍明显低于发达国家<sup>[24]</sup>；粮食生产过程中化肥和农药的过量使用导致耕地质量下降，影响粮食生产的可持续性<sup>[44]</sup>；粮食生产支持政策尚不完善、粮食生产成本上升、农民种粮的积极性不高等因素，都影响了粮食安全韧性及风险管控能力<sup>[7]</sup>。从国际粮食市场贸易角度来看，贸易秩序遭受诸多冲击与挑战，进一步加剧了我国粮食安全风险<sup>[2]</sup>。

#### （一）农业生产的基础条件

土地、水体、水利等资源是粮食生产的基础条件，直接影响粮食产量与质量。长期以来，我国耕地面积不够稳定，水资源严重短缺，粮食生产的革新能力受到了极大制约，不利于提高粮食安全韧性水平。在土地方面，提高粮食产量主要依靠粮食播种面积和单产水平<sup>[45]</sup>，随着工业化、城镇化推进，我国现有耕地面积有所减少，耕地“占优补劣”问题依然突出，增加了我国粮食安全数量风险；加之农业生产过程中过量施用化肥、农药造成土壤养分和微量元素含量不断减少，也威胁到粮食品质以及生态环境的安全<sup>[46]</sup>。在水资源方面，与农业生产的矛盾凸显。我国人多水少、水资源时空分布不均匀，人均水资源量不足世界平均水平的1/3；我国粮食生产地域重心不断向东北和西北地区偏移，相应的区域性、季节性水资源短缺问题较为严重，粮食生产能力受到限制，进而影响了粮食产能供给、增加了粮食安全风险。在水利设施方面，建设维护任务未能得到充分落实，许多农田水利工程因老化失修而逐渐丧失灌溉能力；高标准农田建设过程中存在数量不足和标准不高的问题。因此，粮食生产能力很大程度上受到生产条件限制，粮食生产的不确定性降低了粮食安全韧性。

#### （二）粮食生产的科技水平

粮食生产科技水平是影响粮食安全韧性和粮食

安全风险管控能力的重要因素。2022年，我国农业科技贡献率达到62.4%<sup>[47]</sup>，但与发达国家相比仍存在很大差距，农业科技发展滞后制约了我国粮食生产的变革能力。一方面，高新技术的运用可以提升农业生产效率和抗灾能力，增强粮食的供给水平。例如，生物技术可以增加农作物的产量、改善品质、提升耐候性，有助于保障粮食供应稳定性和提高粮食品质；现代化的粮食储藏技术可以有效延长粮食储藏时间，减少粮食浪费和损失，降低粮食安全面临的数量风险。另一方面，粮食生产科技水平的提高有助于应对各种自然和非自然灾害。例如，利用遥感卫星、气象、地理信息系统（GIS）等技术进行精准气象预测和土壤养分管理，可有效缓解极端天气频发背景下的粮食供应压力；基于生物技术可以解决一些常见的病虫害（如玉米螟、桃小食心虫、苹果黑星飞虱），同时提高农作物的产量和品质。总之，粮食生产科技水平与粮食生产的紧密结合，显著提高了农产品产量和质量，对粮食生产和供应产生了深远影响，增强了我国粮食安全的韧性和风险管控能力。

#### （三）粮食的绿色生产方式

绿色生产方式决定了粮食生产的抵抗能力，对增强粮食安全韧性及风险管控能力起到积极作用。一方面，粮食绿色生产方式能够提升粮食安全韧性。在农业生产过程中，减少化肥、农药使用量可减轻对环境的污染和破坏，采用绿色生产方式能够促进土壤微生物多样性和土地生产能力的提高，增加单位面积土地的产出率。绿色生产方式不过多依赖外部化学合成物质，使农作物在生长期内更具有自然抵抗力并降低生长过程中的疾病和灾害风险，有利于提高粮食生产的稳定性和可持续性，也就增强了粮食安全韧性。另一方面，粮食绿色生产方式可以降低粮食安全风险。在传统农业生产中，化肥和农药的过量使用将会导致粮食中化学合成物残留超标和食品质量下降等问题。采用绿色化的生产方式可以降低这些风险，有效减少残留物的危害，提高食品质量和营养价值。此外，粮食绿色生产方式有助于规范市场，减少假冒伪劣农产品的流通，维护公平竞争的市场环境。总之，粮食绿色生产方式在提高粮食安全韧性的同时，对粮食安全风险管控能力也



产生了积极的影响。

### （四）粮食生产的支持政策

近年来，政府积极推进粮食生产支持政策，通过提高粮食生产效益、降低农业生产成本、加强粮食流通和储备等措施，提高了食物生产的抵抗能力、适应能力和革新能力，全面增强了国家的粮食安全韧性及风险管控能力<sup>[48]</sup>。首先，相关政策促进了农业高质量发展，通过鼓励采用机械和科技创新等手段开展现代化种植，有利于提高粮食的生产效率，增加了粮食安全韧性。其次，调整农村金融服务体系、加大对涉农信贷支持力度、简化农业贷款流程，为农业经营提供了更多资金支持；加大农业生产过程的资金投入，有利于提高粮食的产量，增加粮食安全韧性，降低粮食安全数量风险。此外，加大了粮食仓储物流设施的建设力度，进一步拓宽了粮食流通渠道；实施了粮食最低收购价保护政策，降低了自然灾害等不可抗因素对粮食生产的影响。这些措施共同推动了粮食生产和储备能力的提升，提高了粮食安全风险的应对能力。

### （五）国际贸易环境

在全球化背景下，国际贸易环境的不确定性会对我国粮食安全韧性及风险管控产生重要的影响，特别是较高的粮食贸易集中度弱化了我国粮食生产的适应能力。受贸易保护主义和国际市场价格波动等外部因素的影响，出现了粮食市场不稳定、粮食价格波动和运输成本增加的现象，给我国粮食进口与出口带来潜在风险，不利于粮食交易活动的可持续性和稳定性，降低了粮食安全的韧性。再加上全球性疫情大流行、洪涝灾害、气候异常等事件，导致了粮食生产和供应的极大不确定性。在全球粮食供应链受到严重干扰后，出现了粮食价格上涨、粮食流通受阻等问题，对我国粮食安全韧性及风险管控能力构成了巨大挑战。此外，地缘冲突事件的发生，不仅给国际粮食市场供给增加压力，也会引发国际能源供给危机，带动国际原油价格上涨；粮食的生产、加工、运输、储存等环节经营成本也随之增加，国际粮食价格走高，进而影响我国粮食贸易安全。综合来看，国际环境对于粮食安全韧性及风险管控能

力的影响不可忽视。

## 四、“双循环”背景下增强粮食安全韧性及风险管控的可行路径

### （一）提高粮食供应的稳定性

提高粮食供应的稳定性是增强粮食安全韧性及风险管控能力的首要选择，也是加强粮食生产革新能力的关键因素。第一，稳定的粮食供应是提高粮食安全的首要任务。需要坚守耕地保护红线，深化“藏粮于地、藏粮于技”的内涵，加强农业基础设施、物质装备与科技支撑能力建设，实施新一轮千亿斤粮食产能提升行动，进一步提高粮食供给体系的综合生产能力、整体质量效率以及粮食系统的韧性。第二，为确保粮食安全，需要全面加强粮食保供能力，筑牢粮食安全基础。除了注重粮食生产体系建设和提高粮食生产能力外，还需加强以“产购储加销”一体化为基础的粮食供应链建设，完善粮食市场监测预警系统，增强粮食保供稳价调控的前瞻性和主动性，致力于从源头化解风险，将防控工作置于前端。第三，顺应农业农村现代化要求，实施农业生产方式转变，全面推进农业高质量发展。一方面，通过组织创新，加快小农户与现代农业的有机衔接，共享现代农业的先进技术、资源和市场，提高粮食生产效率、质量和可持续性。另一方面，引导和支持粮食种植结构调整，有效推动粮食生产转型升级，兼顾粮食增产和农民增收，提高农民种粮积极性，从而确保粮食生产的稳定性。

### （二）提升粮食生产的抗逆性

加强抗逆性研究，让粮食在逆境下稳产增产，是应对国内国际风险、促进粮食体系可持续发展的重要战略选择，也是进一步增强粮食生产革新能力的关键手段。一是加大抗逆性作物品种培育。我国拥有丰富的种质资源，但许多优异基因资源并未得到充分的挖掘和利用，生产品种遗传基础狭窄，高产优质、抗逆的突破性品种较少，品种创新不足<sup>[49]</sup>。应加大抗逆性品种的培育，合理利用种质资源。针对进口依赖度较高的重要作物种类，如大豆、玉米等，持续推进联合攻关，尽早形成具备自

主知识产权的突破性成果，支持种源自主可控。建立种质资源库和保护机制，确保作物的遗传多样性和品种资源的长期保存，提高粮食生产的韧性和风险防控能力。二是利用绿色生产方式，提升作物抗逆性。在种植环节，因地制宜发展有机农业、生态农业、林间农业等可持续农业形态，进行高质量种植，增加有机肥，倡导秸秆还田，避免过量施用化肥；完善耕地保护机制，监测气象、病虫害等不确定因素，建立针对性指标体系，定量开展土地评估。

### （三）加强粮食生产的可持续性

加强粮食生产的可持续性增强粮食安全韧性、提升风险管控能力的关键路径之一，对提高粮食生产的抵抗能力具有重要作用。一是推进粮食生产向气候智能型转变。我国的粮食进口正在进行调整，通过国内粮食生产向气候智能型转变，提升自然灾害抵抗能力和灾后恢复能力。例如，在粮食生产功能区加强灌溉与节水设施建设，进一步推进高标准农田建设；在旱作区以蓄水保墒、抗旱抗逆为重点，进一步提高水资源利用效率。二是加强粮食生产的过程管理和环境治理，通过休耕轮作等方式避免土地质量下降；在农业生产过程中减少化肥和农药使用量，选择低毒环保农资，避免使用会造成重金属污染或有害残留的化肥和农药。三是推广农业生态化种植模式。采用有机农业、特色农业等种植模式减少对大气、水体和土地的污染，缓解农业生态环境问题；根据地理位置、气候条件选择合适的农作物，实现粮食生产的可持续性。此外，加快发展生物农业，加大基础研究投入，力争突破生物编辑技术封锁，为粮食安全可持续提供关键技术支撑。

### （四）保持政策制度的连贯性

保持政策制度的连贯性是全面提升粮食安全韧性及风险管控能力的关键路径之一，有利于增强粮食生产的抵抗能力、适应能力和变革能力。一是健全全国市场监控网络，提升信息资源开发和利用水平，配合现有的全国粮食监测系统，感知突发状况产生的影响，进一步完善从政府、企业到农户的粮食应急供应管理体系。二是完善相关农业政策。加大农业补贴和扶持力度，鼓励农

民从事农业生产，积极构建信贷体系，帮助农民提高借贷能力和市场竞争力；通过严格的承包责任制、土地流转和收储政策等措施，保障农民合法拥有土地使用权和产权。加强对粮食储备和调控的监测，注重应急预案和国家储备制度的实施力度，进一步提高国家粮食安全保障力度。三是保护粮食生产者的利益并稳定粮食市场。加快形成优质优价的粮食收储机制，强化国家粮食储备轮换的灵活性，鼓励多元主体参与粮食收储，推动政策性农业保险逐渐向保总成本和收入转变。积极拓展并创新政策工具，逐步扩大现有农业支持保护政策的覆盖范围，精准对接新时期保障居民“菜篮子”“油瓶子”“肉盘子”“奶箱子”“糖罐子”安全的政策新需求。

### （五）增强国内与国际市场的协同性

深化农业对外开放、确保国内粮食供给、增强国内与国际市场的协同性，是增强粮食安全韧性及风险管控能力的关键路径之一，也是提升粮食生产供给适应水平的重要举措。一是在“双循环”新发展格局下，针对国际国内新形势，做好全局考虑、底线思维和顶层设计，深入推进国家粮食安全战略，加快构建国家粮食安全“双循环”新发展格局<sup>[2]</sup>，形成“国内供给+进口补充”双维度共同支撑的粮食资源供给格局。二是加快培育具有国际竞争力的我国大型粮商和农业企业集团，打破全球四大粮商对粮食的垄断格局。支持我国大型粮商通过国际市场的纵向融合发展成为有竞争力的跨国粮商，构建高质量、有效率、可持续的粮食安全保障体系，增强我国在国际粮食市场的话语权。三是稳定外部粮源供应体系。科学运用好国际粮食市场和资源，解决我国主销区粮食供给结构性不足等问题；支持主销区深化与周边国家、种植大国等的农业投资合作，增强境外生产加工和跨境运输调度能力。四是稳定粮食进口来源。培育具有国际竞争力的跨国公司，拓宽稳定的粮食进口来源渠道，有效调剂余缺和补充供给；促进粮食进口品种多元化和国别多元化，加强与主要贸易国的长期合作，重点解决玉米等粮食产品的结构性短缺；强化全球粮食安全与农业领域治理，增强国内与国际市场的协同。



## 五、“双循环”背景下增强粮食安全韧性及风险管控的对策建议

### （一）藏粮于地，筑牢粮食产能基础

保障国家粮食安全的根本在耕地，这是粮食生产的“命根子”。实行最严格的耕地保护制度，依法依规、保质保量做好耕地占补平衡，牢牢守住18亿亩耕地红线，逐步将永久基本农田全部建成高标准农田。首先，稳定粮食耕地面积，进一步加大耕地保护力度，坚守全国18亿亩耕地红线不可逾越，明确农田就是农田而且必须是良田，坚决遏制耕地“非农化”、基本农田“非粮化”，做到耕地数量不减少和少减少、质量不下降和有提升。其次，落实新一轮千亿斤粮食产能提升行动，加大高标准粮田建设力度，打牢粮田高产、稳产基础。

在高标准农田建设中，以土壤改良、补齐田间灌排水设施短板、建设高效节水和水肥一体化设施为重点。持续增加投入、优化建设时序，不断增强粮食安全生产“耕”基。持续开展耕地质量保护与提升行动。通过农田连片改造，深耕深松、秸秆还田、测土配方施肥等措施，对中低产田的土壤进行彻底改良，增加耕地肥力，提升粮食单产水平。以“吨良田”创建为中心任务，促进优质土地、优良种源、先进技术、科学农田管理、精良农机装备的有机融合，不断提高粮食单产水平和粮食生产能力。推进西部粮仓建设工程，提升西部地区粮食生产水平。加快荒漠化治理速度、扩大荒漠化治理规模，是确保西部地区粮食生产水平的重要举措；设置沙障与封育固沙构筑防护体系，提高植被覆盖率。合理分配利用水资源，发展节水农业。针对不同自然条件和各种外力作用的性质，因地制宜调整土地利用结构。

### （二）藏粮于技，提升粮食技术支撑

耕地面积始终有限，故稳产增产的根本出路在科技。深入实施种业振兴行动，强化农业科技装备，加强节粮减损机制，实施未来食物研发工程，不断增强我国的粮食安全韧性及风险管控能力。首先，种业振兴重在优良品种的培育推广，加强农业良种技术攻关，有序推进生物育种产业化应用，突破种质创新、新品种选育和高效繁育等核心技术，充分保障粮食安全。当前因微量元素缺乏而致的

隐性饥饿问题较为突出，可实施作物营养强化，以育种方式增加农作物中微量营养素<sup>[47]</sup>。其次，强化农业科技和装备支撑。推进农机装备产业转型升级，研发并推广适宜丘陵山区的农机化技术模式和农机装备，提高丘陵山区粮食生产的农业机械化水平。积极开展高素质农民培训，加大农业生产社会化服务推广，将先进实用的农业生产技术整合后面向农户推广。再次，强化“节粮减损”科技创新成果应用，提升粮食仓储科技水平。开展绿色储粮标准化试点，持续建设绿色低温仓储技术设施；改进粮食收储方式，推广先进的储粮技术，降低粮食产后储运环节损失；引导粮食加工企业采用适度加工技术和深加工技术，提高出粉率或出米率，减少加工环节损失。最后，实施未来食物研发工程。树立大食物观，充分利用科技将食物来源从传统的种植业和养殖业拓展到更丰富的生物资源方向上。除了传统的向动物要蛋白，还可充分利用生物技术与食品技术，开发植物蛋白、昆虫蛋白、微生物蛋白等替代蛋白；发展以大豆蛋白为主要成分的植物蛋白肉、以生物合成蛋白为主要成分的功能性营养食品，作为传统食物生产系统的重要补充<sup>[50]</sup>。

### （三）藏粮于智，强化智能监测管理

增强我国粮食安全韧性及风险管控能力，要将重心放在“产购储加销”等全产业链协同保障供应上，健全粮食市场监测预警机制，建立“天空地”一体的粮食预警系统，及时发现并处置苗头性、倾向性、潜在性问题。首先，建立和完善粮食市场风险监测和预警体系。加大数字信息化平台建设力度，提升信息资源开发和利用水平，配合我国现有的粮食监测系统，强化对粮食市场等的监测预警；进一步增强国内价格风险预警能力，对国内外农资及粮食价格走势作出及时判断，为政府、农企、农户提供技术信息和咨询服务，以减少粮食生产及进口风险。其次，建立和完善粮食储备监测系统。支持重点企业修缮升级老旧仓库，对各省份的粮食库存量、动用量、储粮品种、库存天数等信息进行动态监测与有序共享，实现储备粮“可见、可控、可调”；消除管理盲点，提升管理智能化水平，在发生突发事件时通过信息平台进行迅速动员，采取高效的应对措施。再次，强化粮食智慧绿色生产。通过物联网技术进行农作物需求的精准识别，结合土

壤养分、气候等因素,采取科学施肥、精准施肥和绿色施肥,减少化学投入品的使用。在实现粮食绿色生产的同时,对长期超负荷利用的耕地实施轮作休耕,利于实现永续利用。最后,推动粮食生产数字化、智能化。深入开展农业信息化和数字化,健全气象预警系统和灾后信息管理平台,支持农民掌握气候变化趋势;根据自然灾害和市场变化,及时开展调查和分析并采取生产及灾后恢复调整措施,最终提高粮食产业链的适应性和应对领域受灾恢复的整体效率。

#### (四) 藏粮于制, 加快保障制度建设

为不断增强我国粮食安全韧性及风险管控能力,需要优化粮食安全支持保护政策体系。首先,统筹政府与社会储备,完善吞吐调节机制。改革国内粮食流通和储备体系,实现粮食储备充足和规范管理,在关键时刻能够迅速调拨、运输和使用,以此提高粮食应急保障能力。其次,完善收益保障机制,调动农民种粮积极性。完善粮食和重要农产品市场调控政策,综合考量粮食生产成本、种粮机会收益、国际市场粮价等因素,继续用好并合理制定稻谷、小麦最低收购价政策。扩大粮食作物完全成本保险和种植收入保险的实施范围,增强种粮农民抵御风险的能力并稳定其收益,进而充分调动农民生产的积极性。再次,严格落实党政同责,强化粮食安全责任制考核。政府治理是保障粮食和重要农产品有效供给的重要手段,督促相关管理部门不断提升和完善粮食生产能力,共同承担维护国家粮食安全的重大责任。此外,严格推行兜底机制,从长远角度来看要对北粮南运作必要调整。最后,构建国内国际统筹的粮食安全保障新格局。在确保我国粮食基本自给的粮食供需前提下,综合考虑国内国际“两种资源、两个市场”的交互作用,将国际市场纳入到国家中长期粮食安全供需平衡战略,实现国内粮食产业政策与国际贸易政策相匹配。

#### (五) 藏粮于易, 优化粮食进出口贸易

面对全球四大粮商对跨国粮食贸易的垄断格局,我国应用好国际粮食贸易,增强我国粮食安全韧性及风险管控能力。首先,用好国际资源来优化粮食进口贸易。积极构建全球粮食仓储,积极参与三方以及多边全球发展合作,扩大粮食进口来源,

逐步构建包括运输、储存、流通在内的海外粮食进口供应链;开辟多元化的国际粮食物流通道,全面巩固我国应对国际粮食市场变化的能力,保障粮食等农产品“买得到”“控的稳”“运得回”。在进口品种上,积极探讨进口饲料以及直接适量进口畜产品存在的风险及优缺点,评估不同进口规模的组合方案对进口安全性和我国粮食安全保障的影响,在此基础上权衡其利弊。其次,用好国际市场,培育自己的国际化大粮商。鼓励国内粮食企业“走出去”,扶持重点企业构建粮食全产业链发展模式,培育具有国际竞争力、超大规模、“科产供销”一体的粮食龙头企业,增强在国际贸易市场中的话语权。再次,用好国际资源,建立粮食生产供应基地。积极构建全球性粮食仓储,推动加入全球粮食产业链和供应链,充分利用“一带一路”的平台作用,促进国际农业合作和加强投资贸易;鼓励有条件的企业建立稳定的海外粮食生产和供应基地,进一步掌握粮食话语权。最后,培育国内商品交易所并快速成长为具有全球影响力的农产品期货交易市场。确保企业和农民能够有效参与并利用期货市场,促使期货市场真实反映粮食国际价格走势,便于企业和农民在期货市场实现套期保值。提升资源性、战略性重要农产品市场的国际定价权,摆脱全球四大粮商的长期约束。

#### 利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

**Received date:** June 12, 2023; **Revised date:** July 15, 2023

**Corresponding author:** Qing Ping is a professor from the School of Economics and Management, Huazhong Agricultural University. His major research fields include agricultural economic management, food economy. E-mail: qingping@mail.hzau.edu.cn

**Funding project:** Chinese Academy of Engineering project “Research on National Food Security Strategy in the Context of Dual Circulation” (2022-XBZD-12)

#### 参考文献

- [1] 张亨明,章皓月,朱庆生. “双循环”新发展格局下我国粮食安全隐忧及其消解方略[J]. 改革, 2021 (9): 134-144.  
Zhang H M, Zhang H Y, Zhu Q S. Hidden worries of China's food security and its resolution strategy under the new development pattern of “dual circulation” [J]. Reform, 2021 (9): 134-144.
- [2] 朱晶,臧星月,李天祥. 新发展格局下中国粮食安全风险及其防范[J]. 中国农村经济, 2021 (9): 2-21.  
Zhu J, Zang X Y, Li T X. China's food security risks and prevention strategy under the new development pattern [J]. Chinese Ru-

- ral Economy, 2021 (9): 2–21.
- [3] 张应良, 徐亚东. 新形势下我国粮食安全风险及其战略应对 [J]. 中州学刊, 2023, 315(3): 52–61.  
Zhang Y L, Xu Y D. The risks and strategic responses of China's food security in the new situation [J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2023, 315(3): 52–61.
- [4] 何可, 宋洪远. 资源环境约束下的中国粮食安全: 内涵、挑战与政策取向 [J]. 南京农业大学学报 (社会科学版), 2021, 21(3): 45–57.  
He K, Song H Y. China's food security under the constraints of resources and environment: Connotation, challenges and policy orientation [J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2021, 21(3): 45–57.
- [5] 武拉平. 我国粮食损失浪费现状与节粮减损潜力研究 [J]. 农业经济问题, 2022 (11): 34–41.  
Wu L P. Grain loss and waste in China: Current situation, reduction potential and counter-measures [J]. Issues in Agricultural Economy, 2022 (11): 34–41.
- [6] 张宁宁, 李雪, 吕新业, 等. 百年变局、世纪疫情背景下世界及中国粮食安全面临的风险挑战及应对策略 [J]. 农业经济问题, 2022 (12): 136–141.  
Zhang N N, Li X, Lyu X Y, et al. Risks, challenges and strategies faced by the global and China's food security under the unseen century changes and the pandemic [J]. Issues in Agricultural Economy, 2022 (12): 136–141.
- [7] 朱满德, 赵琴, 程国强. 新时代中国粮食安全风险识别与治理策略 [J]. 中国经济报告, 2022 (5): 5–13.  
Zhu M D, Zhao Q, Cheng G Q. Risk identification and governance strategies for food security in China in the new era [J]. China Policy Review, 2022 (5): 5–13.
- [8] 刘立涛, 刘晓洁, 伦飞, 等. 全球气候变化下的中国粮食安全问题研究 [J]. 自然资源学报, 2018, 33(6): 927–939.  
Liu L T, Liu X J, Lun F, et al. Research on China's food security under global climate change background [J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(6): 927–939.
- [9] 朱晶, 张瑞华, 谢超平. 全球农业贸易治理与中国粮食安全 [J]. 农业经济问题, 2022, 515(11): 4–17.  
Zhu J, Zhang R H, Xie C P. Global agricultural governance and China's food security [J]. Issues in Agricultural Economy, 2022, 515(11): 4–17.
- [10] Tendall D M, Joerin J, Kopainsky B, et al. Food system resilience: Defining the concept [J]. Global Food Security, 2015, 6: 17–23.
- [11] Bene C, Headey D, Haddad L, et al. Is resilience a useful concept in the context of food security and nutrition programmes? Some conceptual and practical considerations [J]. Food Security, 2016, 8(1): 123–138.
- [12] Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of food and agriculture 2021—Improving the resilience of agri-food systems to cope with shocks and stresses (XIII) [R]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.
- [13] 青平. 构建新型农食系统保障粮食与营养安全 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2021 (6): 1–4.  
Qing P. Constructing a new agricultural food system to ensure food and nutritional safety [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences), 2021 (6): 1–4.
- [14] 樊胜根, 高海秀, 冯晓龙, 等. 农食系统转型与乡村振兴 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2022, 21(1): 1–8.  
Fan S G, Gao H X, Feng X L, et al. Transformation of agrifood systems to boost rural revitalization [J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2022, 21(1): 1–8.
- [15] Fan S G, Cho E, Meng T, et al. How to prevent and cope with coincidence of risks to the global food system [J]. Annual Review of Environment and Resources, 2021, 46: 601–623.
- [16] 李良, 毕军, 周元春, 等. 基于粮食–能源–水关联关系的风险管控研究进展 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7): 85–92.  
Li L, Bi J, Zhou Y C, et al. Research progress of regional environmental risk management: From the perspectives of food-energy-water nexus [J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(7): 85–92.
- [17] Raymond A B, Alpha A, Ben-Ari T, et al. Systemic risk and food security. Emerging trends and future avenues for research [J]. Global Food Security, 2021, 29: 100547.
- [18] 徐学荣, 林少伟. 福建粮食单产风险预警的马尔科夫方法 [J]. 福建农林大学学报 (哲学社会科学版), 2005 (1): 38–40.  
Xu X R, Lin S W. An early warning system of the risk of Fujian annual yield of grain per hectare built by Markov forecasting method [J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Philosophy and Social Sciences), 2005 (1): 38–40.
- [19] 聂荣. 基于加权马尔柯夫链的粮食单产风险预测——以辽宁省为例 [J]. 农业技术经济, 2007 (5): 88–92.  
Nie R. Grain yield risk prediction based on weighted Markov Chains: The case of Liaoning Province [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2007 (5): 88–92.
- [20] 杨磊. 我国粮食安全风险分析及粮食安全评价指标体系研究 [J]. 农业现代化研究, 2014, 35(6): 696–702.  
Yang L. Study on the risk analysis and the risk assessment index system of grain security in China [J]. Research of Agricultural Modernization, 2014, 35(6): 696–702.
- [21] 李雪, 吕新业. 现阶段中国粮食安全形势的判断: 数量和质量并重 [J]. 农业经济问题, 2021 (11): 31–44.  
Li X, Lyu X Y. Judgment of China's food security situation at the present stage: Pay equal attention to quantity and quality [J]. Issues in Agricultural Economy, 2021 (11): 31–44.
- [22] 韩杨. 中国粮食安全战略的理论逻辑、历史逻辑与实践逻辑 [J]. 改革, 2022 (1): 43–56.  
Han Y. Theoretical logic, historical logic and practical logic of China's food security strategy [J]. Reform, 2022 (1): 43–56.
- [23] 辛良杰. 中国居民膳食结构升级、国际贸易与粮食安全 [J]. 自然资源学报, 2021, 36(6): 1469–1480.  
Xin L J. Dietary structure upgrade of China's residents, international trade and food security [J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(6): 1469–1480.
- [24] 黄季焜, 胡瑞法. 中国种子产业: 成就、挑战和发展思路 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2023, 22(1): 1–8.  
Huang J K, Hu R F. Seed industry in China: Achievements, challenge and future development [J]. Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition), 2023, 22(1): 1–8.
- [25] Béné C. Resilience of local food systems and links to food security—A review of some important concepts in the context of



- COVID-19 and other shocks [J]. *Food security*, 2020, 12(4): 805–822.
- [26] 郑宏运, 李谷成, 周晓时. 要素错配与中国农业产出损失 [J]. *南京农业大学学报 (社会科学版)*, 2019, 19(5): 143–153, 159.  
Zheng H Y, Li G C, Zhou X S. Factor misallocation and the loss of agricultural output in China [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Science Edition)*, 2019, 19(5): 143–153, 159.
- [27] Zhang P, Zhang J J, Chen M P. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2017, 83: 8–31.
- [28] 央视网. 我国多方面推进粮食全链条减损 以节粮减损促增产保供 [EB/OL]. (2022-11-30)[2023-07-15]. <https://news.cctv.com/2022/11/30/ARTIjPII2Pb8tXWxjUMZAxZh221130.shtml>.  
CCTV.com. Our country has been promoting the reduction of losses along the entire grain supply chain to increase production and ensure supply through the measures of reducing food waste and losses in various aspects. [EB/OL]. (2022-11-30)[2023-07-15]. <https://news.cctv.com/2022/11/30/ARTIjPII2Pb8tXWxjUMZAxZh221130.shtml>.
- [29] 姜汉. 我国国际粮食贸易存在的风险及对策研究 [J]. *全国流通经济*, 2020 (10): 30–31.  
Jang H. Study on the risks and countermeasures of China's international grain trade [J]. *China Circulation Economy*, 2020 (10): 30–31.
- [30] 穆月英, 张哲晰, 陈宏伟, 等. 充分有效利用水资源保障“藏粮于地”战略定位 [J]. *山西农业大学学报 (社会科学版)*, 2023, 22(3): 48–54.  
Mu Y Y, Zhang Z X, Chen H W, et al. On the full and effective use of water resources to ensure the strategy of “grain storage in ground” [J]. *Journal of Shanxi Agricultural University (Social Science Edition)*, 2023, 22(3): 48–54.
- [31] 黄季焜. 对近期与中长期中国粮食安全的再认识 [J]. *农业经济问题*, 2021 (1): 19–26.  
Huang J K. Recognition of recent and mid-long term food security in China [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021 (1): 19–26.
- [32] 陈锡文. 食物保障安全是现代化强国的根本 [J]. *农村金融研究*, 2023 (4): 3–8.  
Chen X W. Food security is the foundation of a modern and powerful Country [J]. *Rural Finance Research*, 2023 (4): 3–8.
- [33] 张哲晰, 高鸣, 穆月英. “双循环”格局下中国粮食安全路径与展望 [J]. *世界农业*, 2021 (7): 4–10, 118.  
Zheng Z X, Gao M, Mu Y Y. The path prospect of China's food security under the “double cycle” pattern [J]. *World Agriculture*, 2021 (7): 4–10, 118.
- [34] 王亚辉. 推动粮食产业链、价值链、供应链“三链同构”问题研究 [J]. *南方农机*, 2021, 52(14): 15–17.  
Wang Y H. Research on promoting the “three chains” of food industry chain, value chain and supply chain [J]. *China Southern Agricultural Machinery*, 2021, 52(14): 15–17.
- [35] 胡黎明. 中国粮食进口与粮食产业链风险防范 [J]. *西华大学学报 (哲学社会科学版)*, 2019, 38(1): 90–97.  
Hu L M. China's grain import and risk prevention of grain industry chain [J]. *Journal of Xihua University (Philosophy & Social Sciences)*, 2019, 38(1): 90–97.
- [36] 徐志刚, 张宗利. 保障粮食安全, “开源”更需“节流” [N]. *新华日报*, 2023-03-28(14).  
Xu Z G, Zhang Z L. To ensure food security, “open source” more need to “cut costs” [N]. *Xinhua Daily*, 2023-03-28(14).
- [37] 李天祥, 许银珊, 钟钰. 我国粮食进口过度集中的风险化解及策略研究 [J]. *经济学家*, 2022 (8): 106–118.  
Li T X, Xu Y S, Zhong Y. Research on the risk solution and strategy of excessive concentration of grain import in China [J]. *Economist*, 2022 (8): 106–118.
- [38] 国家统计局. 中华人民共和国 2022 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL]. (2023-02-28)[2023-07-15]. [https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/28/content\\_5743623.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/28/content_5743623.htm).  
National Bureau of Statistics. Statistical communique on the national economic and social development of the People's Republic of China in 2022 [EB/OL]. (2023-02-28)[2023-07-15]. [https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/28/content\\_5743623.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/28/content_5743623.htm).
- [39] 冯莎, 刘艺卓. “双循环”下我国粮食贸易促进策略 [J]. *中国外资*, 2021 (17): 42–45.  
Feng S, Liu Y Z. China's grain trade promotion strategy under the “double cycle” [J]. *Foreign Investment in China*, 2021 (17): 42–45.
- [40] 尹成杰. 后疫情时代粮食发展与粮食安全 [J]. *农业经济问题*, 2021 (1): 4–13.  
Yin C J. Food development and food security in post epidemic era [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2021 (1): 4–13.
- [41] 陈浮, 刘俊娜, 常媛媛, 等. 中国耕地非粮化空间格局分异及驱动机制 [J]. *中国土地科学*, 2021, 35(9): 33–43.  
Chen F, Liu J N, Chang Y Y, et al. Spatial pattern differentiation of non-grain cultivated land and its driving factors in China [J]. *China Land Science*, 2021, 35(9): 33–43.
- [42] 杜雯慧, 熊理然. 中国种子进出口结构与安全性评价 [J]. *经济问题探索*, 2023 (4): 61–71.  
Du W H, Xiong L R. Seed import and export structure and its safety evaluation in China [J]. *Inquiry Into Economic Issues*, 2023 (4): 61–71.
- [43] 张立萍. 新常态下中国农业机械化发展问题探讨 [J]. *智慧农业导刊*, 2022, 2(11): 76–78.  
Zhang L P. Discussion on the development of China's agricultural mechanization under the new normal [J]. *Journal of Smart Agriculture*, 2022, 2(11): 76–78.
- [44] 周天勇, 田博. 新形势下我国人口与粮食安全战略思考 [J]. *中国经济评论*, 2021 (7): 36–40.  
Zhou T Y, Tian B. Thinking about China's population and food security strategy under the new situation [J]. *China Economic Review*, 2021 (7): 36–40.
- [45] 刘同山. 农户承包地退出意愿影响粮食产量吗?——基于处理效应模型的计量分析 [J]. *中国农村经济*, 2017 (1): 68–81, 95–96.  
Liu T S. Does farmers' willingness to abdicate land usufruct affect grain yields? An analysis based on a treatment effects model [J]. *Chinese Rural Economy*, 2017 (1): 68–81, 95–96.
- [46] 尚二萍, 许尔琪, 张红旗, 等. 中国粮食主产区耕地土壤重金属时空变化与污染源分析 [J]. *环境科学*, 2018, 39(10): 4670–4683.  
Shang E P, Xu E Q, Zhang H Q, et al. Spatial-temporal trends and

- pollution source analysis for heavy metal contamination of cultivated soils in five major grain producing regions of China [J]. *Environmental Science*, 2018, 39(10): 4670–4683.
- [47] 国务院新闻办公室. 2022年农业农村经济运行情况 [EB/OL]. (2023-01-08)[2023-07-15]. [https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/18/content\\_5737816.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/18/content_5737816.htm).  
Information Office of the State Council. Agricultural and rural economic performance in 2022 [EB/OL]. (2023-01-08)[2023-07-15]. [https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/18/content\\_5737816.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/18/content_5737816.htm).
- [48] 张泽丰. 全球新冠肺炎疫情冲击下中国粮价政策和粮食安全研究 [J]. *价格月刊*, 2022 (7): 8–13.  
Zhang Z F. Research on China's grain price policy and food security under the impact of COVID-19 [J]. *Prices Monthly*, 2022 (7): 8–13.
- [49] 宋朝辉. 浅析我国大豆生产存在的问题及对策 [J]. *河北农业*, 2021 (8): 58–59.  
Song C H. Analysis of the problems of soybean production in China and countermeasures [J]. *Hebei Agriculture*, 2021 (8): 58–59.
- [50] 青平, 曾晶, 李剑, 等. 中国作物营养强化的现状与展望 [J]. *农业经济问题*, 2019 (8): 83–93.  
Qing P, Zeng J, Li J, et al. The current situations and prospects of biofortification in China [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2019 (8): 83–93.