



低碳农业与 农食系统转型路径

樊胜根

中国农业大学 讲席教授

全球食物经济与政策研究院 院长

2023.12.21 | 海南

➤ 全球平均变暖 1 °C 预计造成的作物产量损失:

- 小麦: $6.0 \pm 2.9\%$ 玉米: $7.4 \pm 4.5\%$
- 水稻: $3.2 \pm 3.7\%$ 大豆: 3.1%

(Hoegh-Guldberg et al., 2018: IPCC SR15 Ch3)

➤ 极端天气灾害对各国谷物年产量的平均影响:

- 极端高温: 减产 9.1% (8.4–9.5%)
- 干旱: 减产 10.1% (9.9–10.2%)

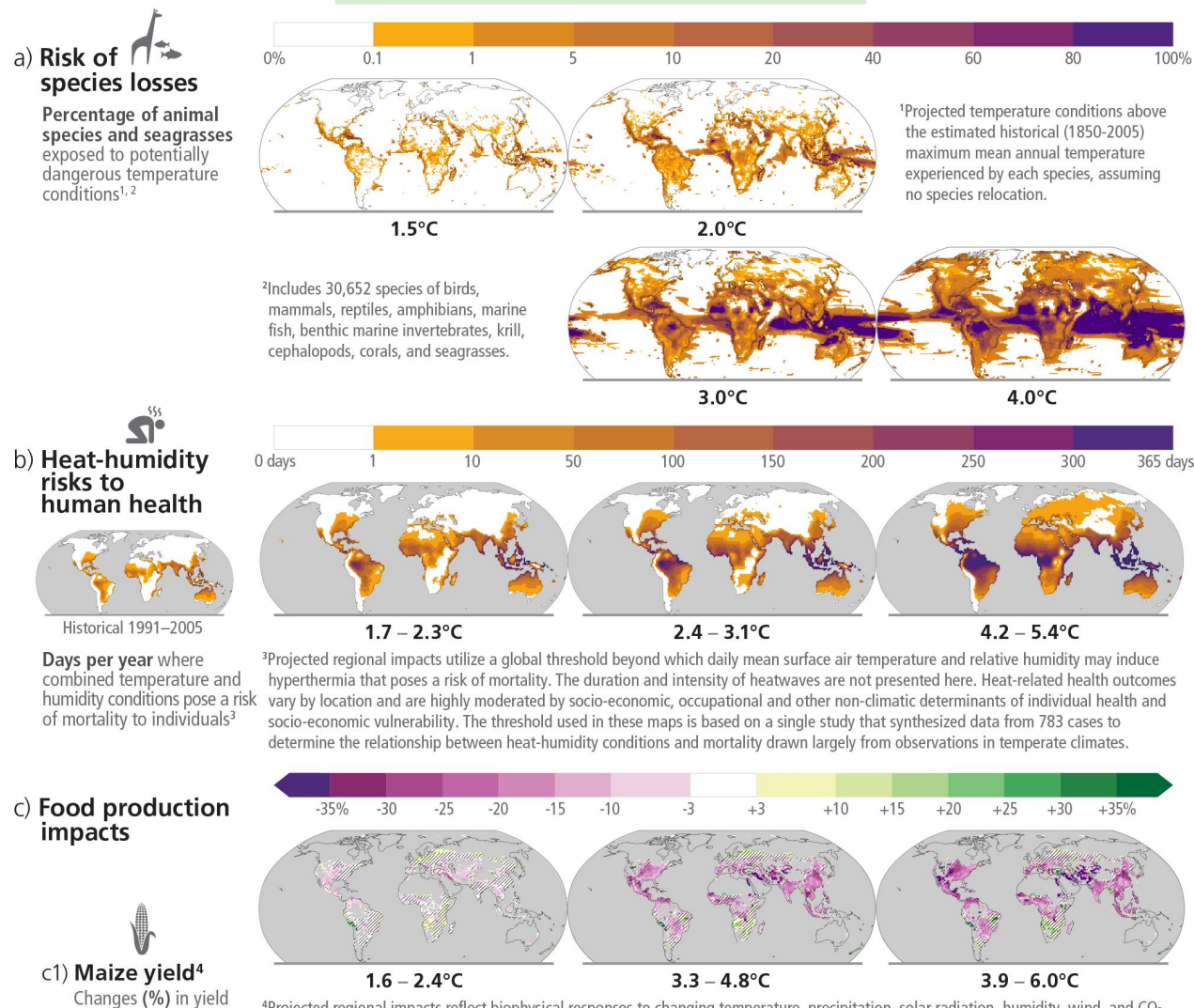
(Lesk et al., 2016)

➤ 全球平均表面温度升高 2 °C 时, 因虫害引起的收获损失 (预测中位数):

- 小麦: 增加46%
- 玉米: 增加31%
- 水稻: 增加19%

(Deutsch et al., 2018)

气候相关风险及其地区差异



农业食物系统温室气体年排放量约占全球的三分之一

- 年排放量约为180亿吨 CO_2eq
 - 最大贡献来自于农业生产（71亿吨 CO_2eq ，39%），其次是土地利用变化（57亿吨 CO_2eq ，32%），以及供应链活动（52亿吨 CO_2eq ，29%）
（以2015年核算，来源：Crippa et al., 2021）
- 21世纪的两个十年间，排放量增加了约30%
 - 增量主要来自木材砍伐、林地转化为农田以及供应链能源使用与浪费
- 到2050年，全球农食系统温室气体年排放量预计将达到300亿吨 CO_2eq
 - 农食系统能为全球减排作出巨大贡献
 - ▣ 转变农食系统的需求侧（约36%）
 - ▣ 保护自然生态系统（约24%）
 - ▣ 改善农业生产方式（约20%）
 - ▣ 实现供应链脱碳（约20%）

（Mosnier et al., 2022: UNEP Emissions Gap Report Ch6）

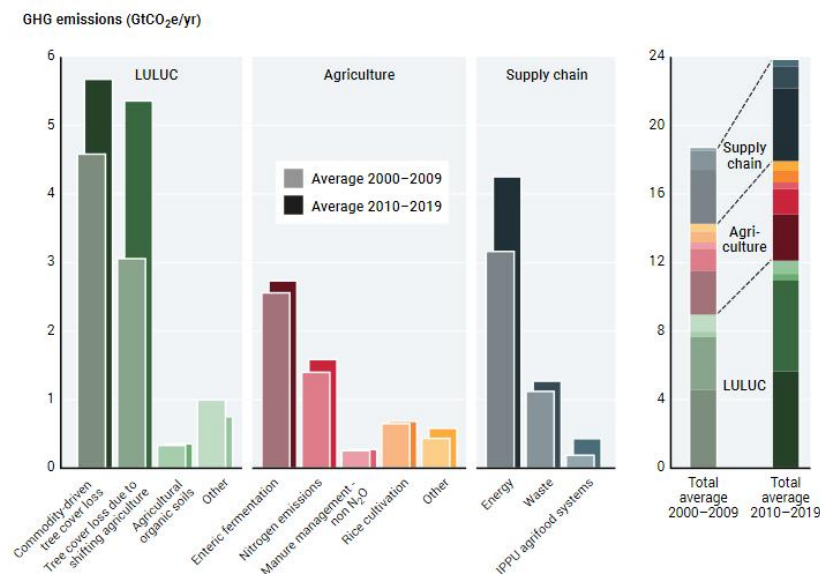


Figure: Mosnier et al., 2022: UNEP Emissions Gap Report Ch6

- ✓ 减少碳排放
- ✓ 提升膳食质量
- ✓ 助力共同富裕
- ✓ 可观的经济回报



转型农食系统，助力低碳农业
——来自中国与全球食物政策
报告的发现

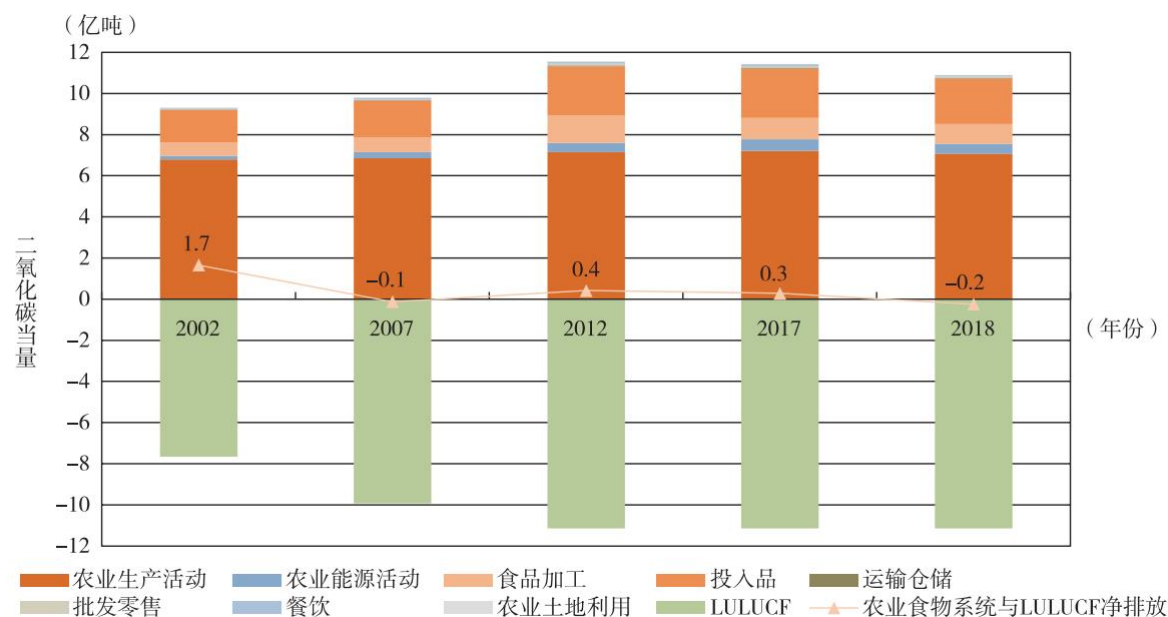
➤ 2018年，中国农食系统温室气体排放量约为 **10.9 亿吨 CO_2eq**

- **农业生产活动**的温室气体排放主要来源于农用地排放、动物肠道发酵、水稻种植、动物粪便管理和农业废弃物处理等，排放的温室气体以甲烷和氧化亚氮为主
 - 农用地排放和动物肠道发酵占农业生产活动温室气体排放量的 60% 以上
- **能源消费**引起的温室气体排放中，与投入品使用相关的温室气体排放量占 58%，食品加工业占 25%，农业占 12%，交通运输、批发零售和餐饮业共占约 5%

➤ 若考虑林业，则2018年农食系统与林业可形成 **240万吨 CO_2eq** 净碳汇

（中国与全球食物政策报告, AGFEP, 2021）

2002—2018 年中国农业食物系统与 LULUCF 温室气体排放量GHG



来源：中国与全球食物政策报告, AGFEP, 2021

- 即使考虑到能源系统的低碳转型，再加上碳捕获技术的潜力，到2060年，中国每年仍将有 3 - 31 亿吨的全行业净碳排放

(Yu et al., 2021)

- 根据模拟结果，不考虑林业碳汇，2060年中国农食系统温室气体排放量预计为 10.9亿吨 CO_2eq

(中国与全球食物政策报告, AGFEP, 2021)

基准情景 (Business as Usual)

产量

- 水稻: 7 tons/ha in 2020, 7.7 tons/ha in 2060 (↑10%)
- 小麦: 5.7 tons/ha in 2020, 6.6 tons/ha in 2060 (↑15%)
- 玉米: 6.3 tons/ha in 2020, 7.9 tons/ha in 2060 (↑25%)

损耗率 (2020 和 2060年)

- 水稻、小麦、玉米: 15%
- 蔬菜: 55%; 水果: 50%
- 猪肉: 15%; 牛肉: 10%; 羊肉: 10%

2060年城乡居民人均肉类消费

- 223g

2020 到 2060年，化肥利用效率变化:

- 提高 20%

2020 到 2060年，排放系数变化:

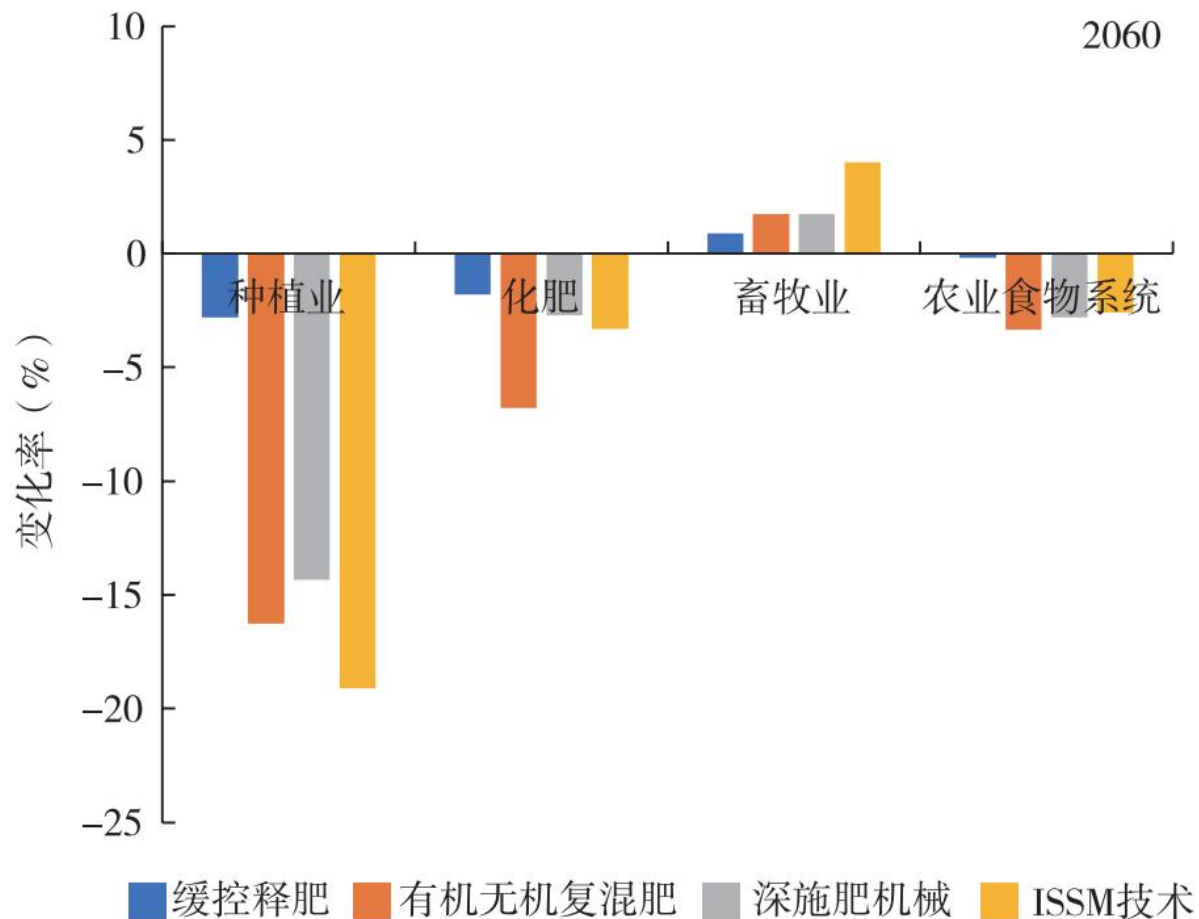
- 稻田: ↓20%
- 猪肉: ↓15%; 羊肉: ↓25%; 禽肉: ↓30%; 牛肉: ↓10%
- 禽蛋和牛奶: ↓10%

中国与全球食物政策报告, AGFEP, 2021

到2060年，对下列技术中等程度的实施预计将：

- 有机无机复合肥和深施肥机械
 - 稻谷产量 ↑ 2.6%–4.0%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 2.8%–3.3%
 - 全行业GDP回报约为 9–15倍
- 土壤-作物系统综合管理技术（ISSM）
 - 稻谷产量 ↑ 5.9%–9.0%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 2.6%
 - 全行业GDP回报可达 32倍
- 缓控释肥
 - 稻谷产量 ↑ 1.4%–2.1%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 0.2%
 - 全行业GDP回报超过 30倍

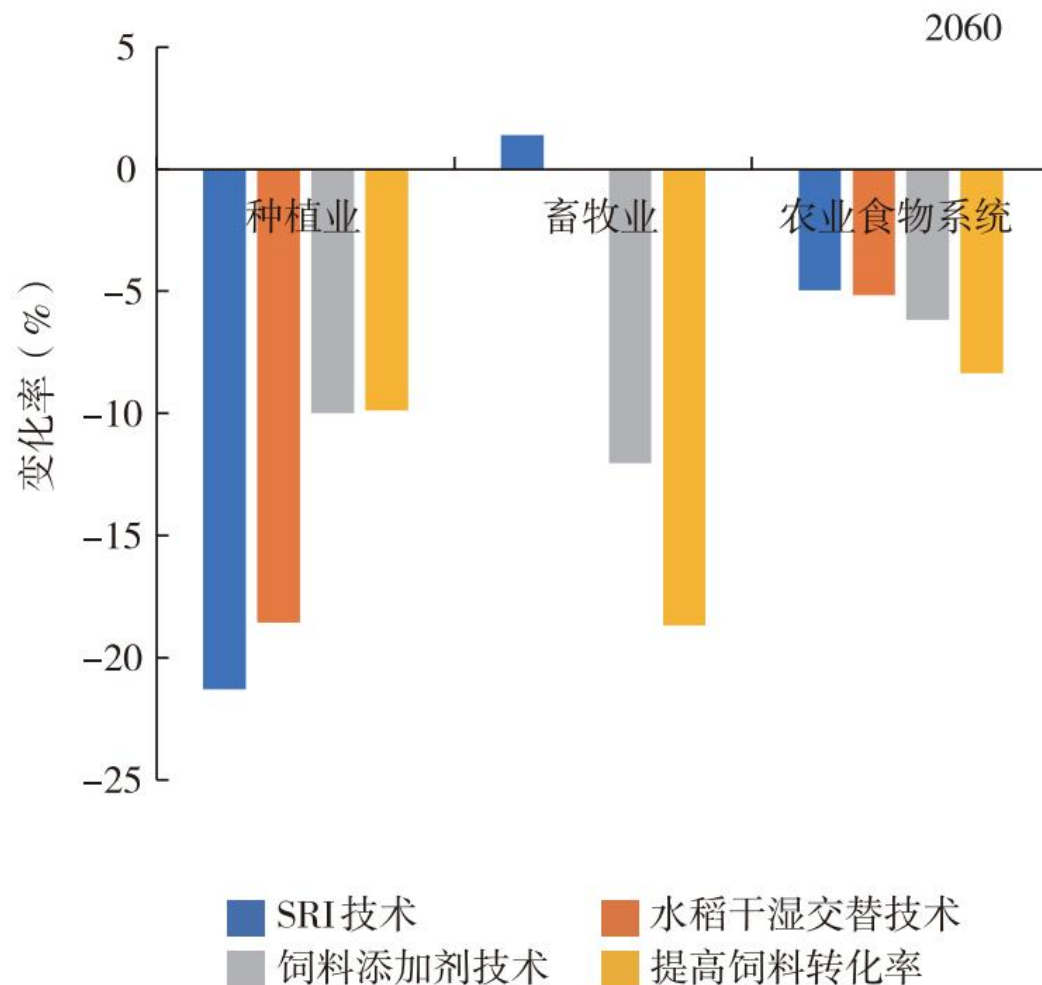
对温室气体排放量的影响



到2060年，中等程度的实施将：

- 水稻强化技术（SRI）
 - 水稻产量 ↑ 4.1%，水稻自给率 ↑ 1.1%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 5.0%
 - 全行业GDP回报可达 21倍
- 水稻干湿交替技术
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 5.2%
- 饲料添加剂技术
 - 牛、羊、奶产量 ↑ 3.7%–6.0%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 6.2%
- 提高饲料转化率技术
 - 牛、羊、奶产量 ↑ 1.2%–1.8%
 - 食物系统温室气体排放量 ↓ 8.3%
 - 全行业GDP回报可达 17倍

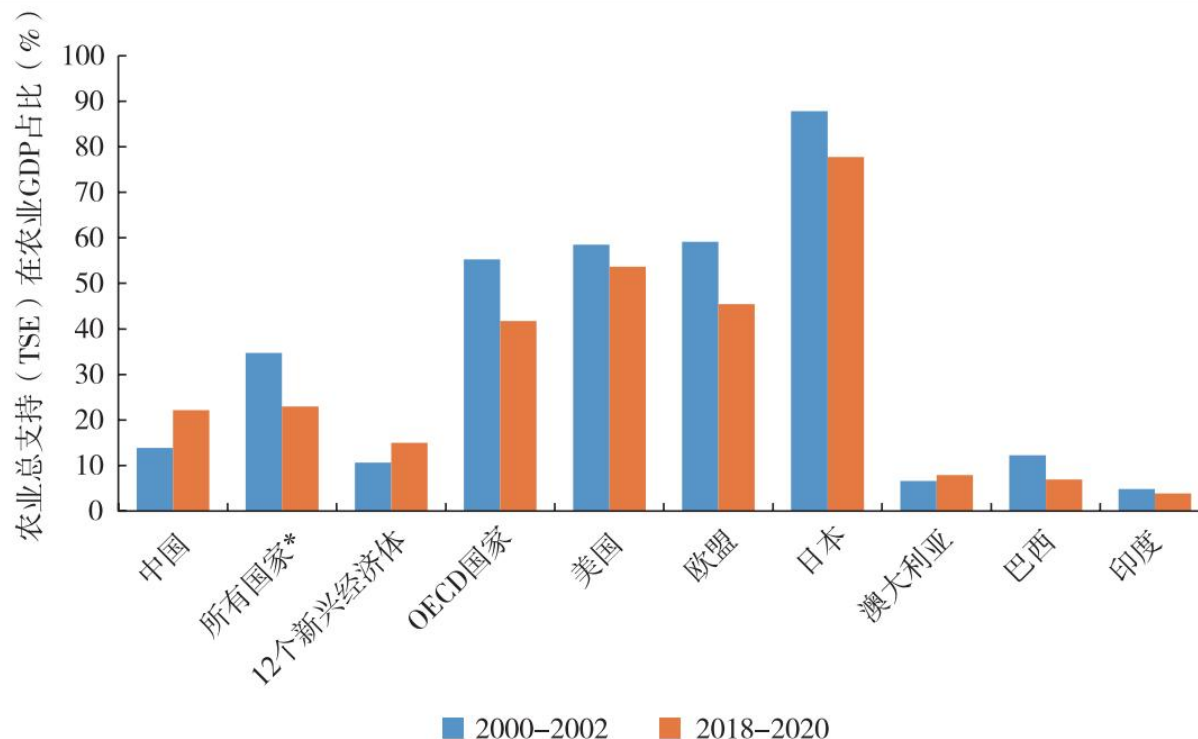
对温室气体排放量的影响



重塑农业支持政策的潜力： 我国农业支持政策现状

- 中国农业支持显著增加，支持强度与世界平均水平相当
 - 2018-2020年中国农业总支出占农业GDP的22%
 - 直接支持从2015年的3591亿元减少到2020年的3082亿元，占比由53%降至46%
 - 一般服务支持从2015年的3166亿元增加到2020年的3576亿元，占比由47%增至54%
- 目前中国农业支持政策在资源环境方面投入不足，农业绿色发展方面的支出小于5%。对营养健康的农业支持更少，难以应对农食系统面临的发展不可持续和膳食不均衡等多重挑战，亟需进一步优化调整

中国与其他国家农业支持强度比较



Source: 2022 China and Global Food Policy Report, AGFEP

到2060年：

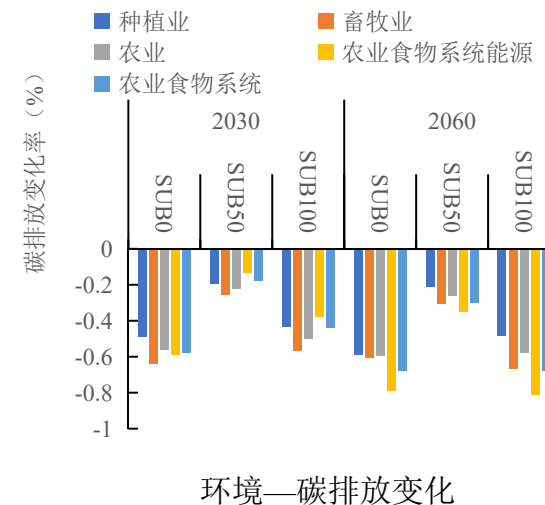
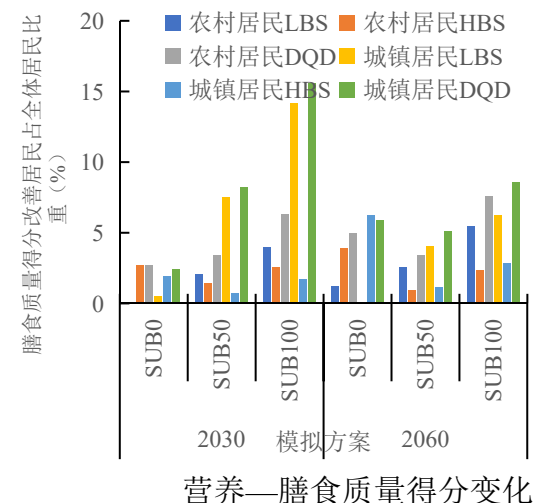
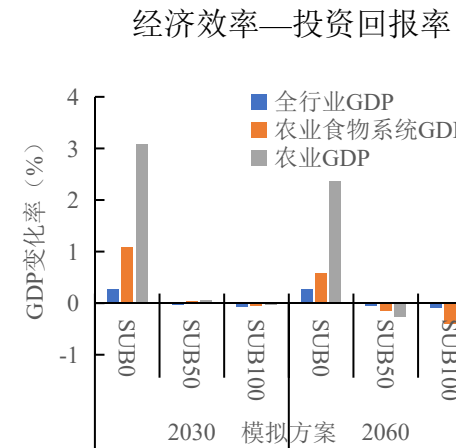
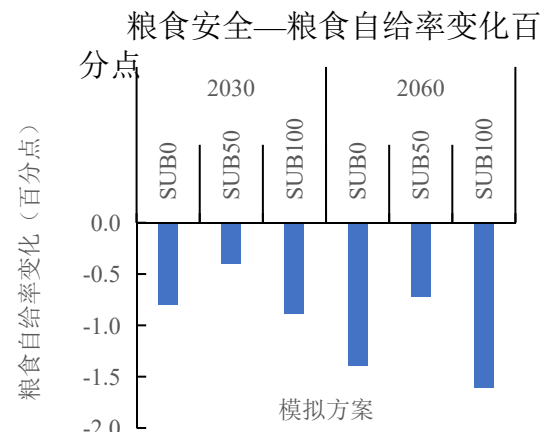
➤ 取消主粮生产补贴方案

- 农村居民收入 ↓ 0.3%–0.6%
- 膳食摄入过量部分改善：4.4% 的农村低收入组居民和 2.8% 的城镇低收入居民对摄入过量食物的正端分（HBS）下降
- **食物系统温室气体排放量 ↓ 0.7%**

➤ 将主粮生产补贴转移支持营养低碳食物的生产

- 膳食质量提升：转移一半金额时，3.4% 农村居民的膳食质量得分（DQD）提高，7.5% 的城镇居民对营养食物摄入不足得分（LBS）下降；全部转移时，6.3% 农村居民DQD提高，14.2% 城镇居民LBS下降
- **食物系统温室气体排放量 ↓ 0.3%–0.7%**

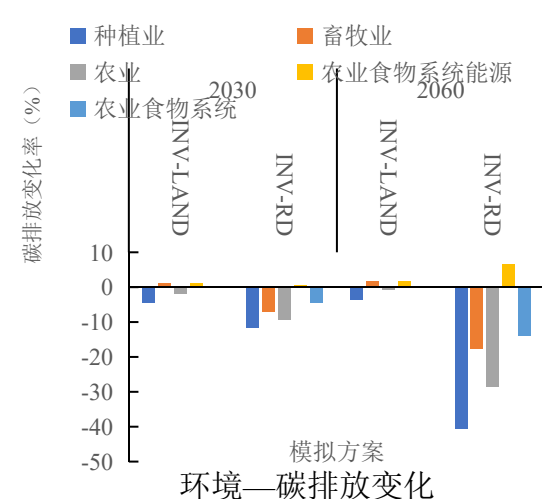
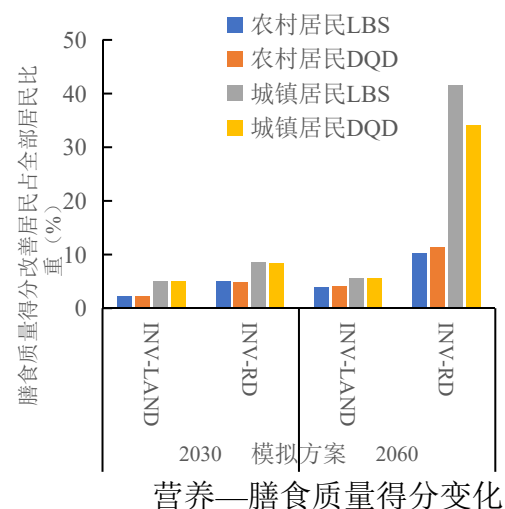
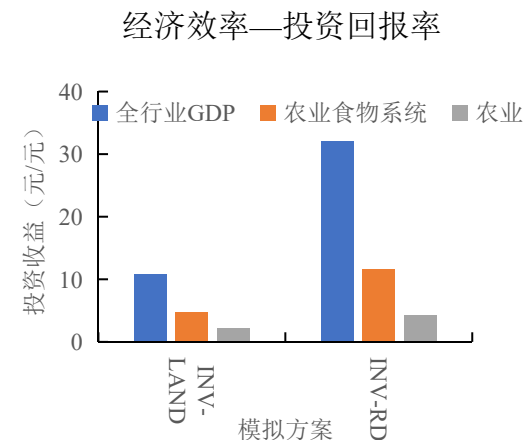
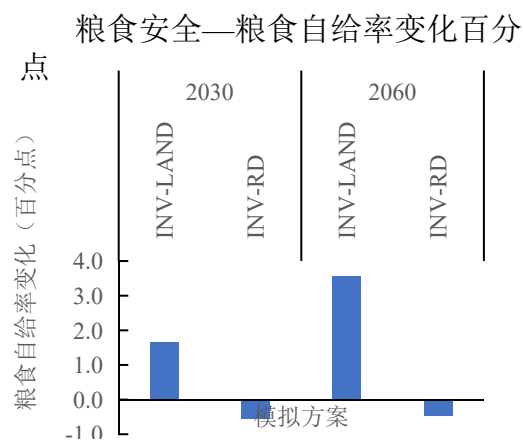
对食品安全、营养、环境的影响



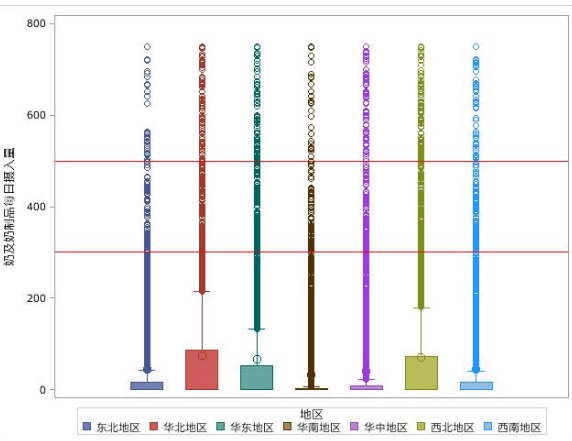
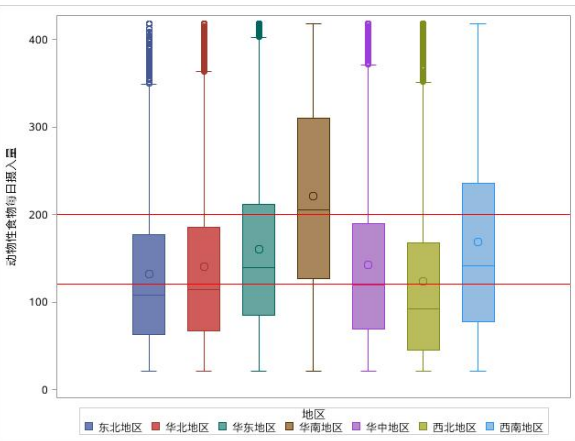
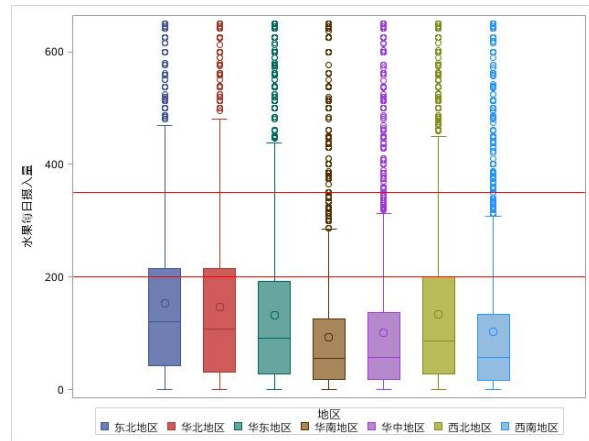
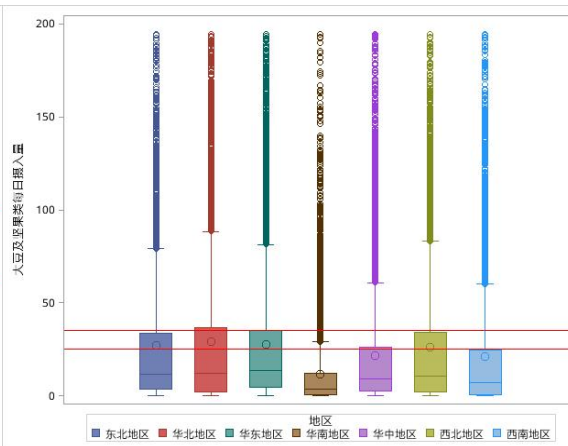
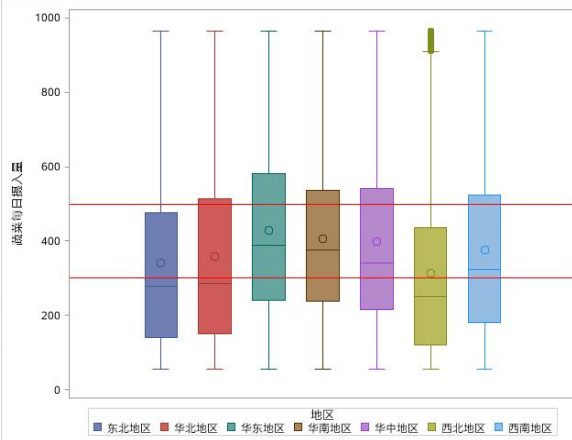
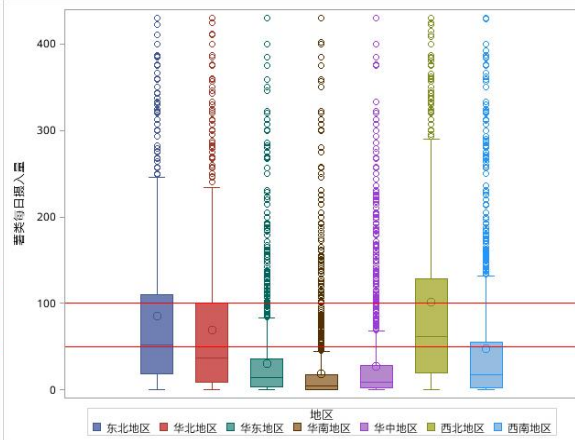
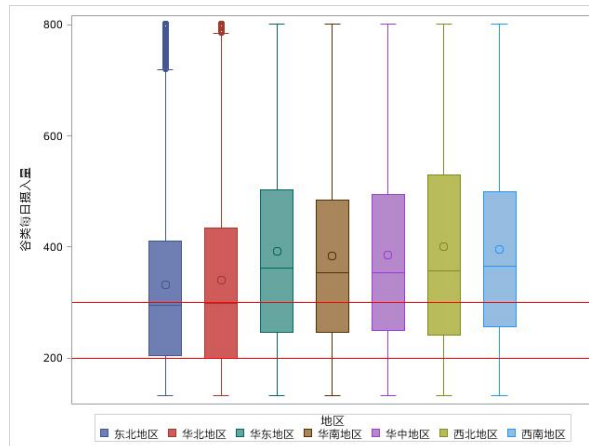
到2060年:

- 建设 3亿亩高标准农田方案
 - 主粮产量 ↑ 3%，国内粮食价格 ↓ 13%–14%
 - 4%的农村和5.7%的城镇居民营养食物摄入不足得到改善
 - 食物系统温室系统排放 ↓ 0.8%
 - 全行业 GDP回报可达 10.8倍
- 将用于农业科技研发的公共投资增加一倍
 - 产量提升：水果 ↑ 7%，蔬菜 ↑ 4%，猪、牛、羊肉 ↑ 16%–23%
 - 10.3%的农村居民和33%的城镇居民营养食物摄入不足问题得到改善, Urban residents ↓ 33%
 - 食物系统温室系统排放 ↓ 14%
 - 全行业 GDP回报可达 32倍

对食物安全、营养、环境的影响



转变膳食的潜力： 我国膳食不均衡现状



谷类：东北和华北地区较低，其他地区超过一半摄入过量

薯类：华东、华南、华中和西南地区较低。各地区均较低

蔬菜：东北、华北、西北和西南地区较低

动物性食物：华南地区摄入过量；东北、华北和西北地区摄入不足

水果、奶及奶制品、大豆及坚果类：各地区均较低

保障营养降低排放的膳食

Fi

➤精制谷物

水果

替代蛋白

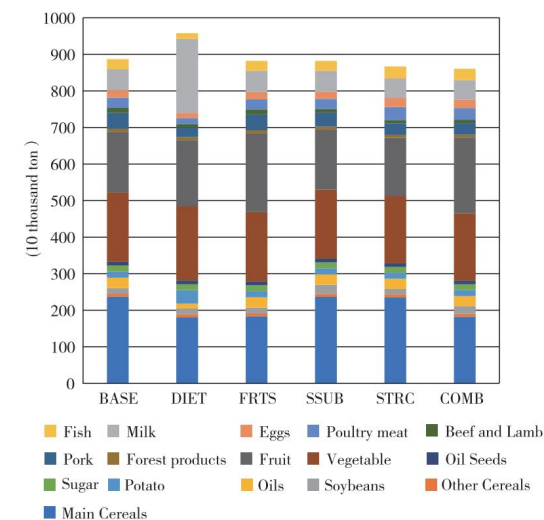
猪、牛、羊

禽、蛋、水产品等

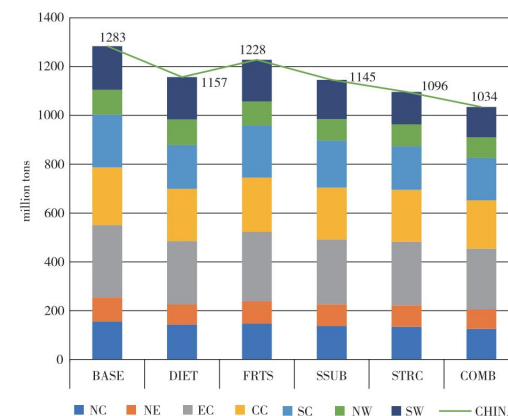
➤模拟效果 (Scenario: COMB)

- 碳排放: ↓ 19 %
- 食物消费水足迹: ↓ 6.0%
- 食物消费氮足迹: ↓ 21.9 %
- 食物消费磷足迹: ↓ 16.3%

National food consumption under different scenarios in China in 2030



Total carbon emissions by regions under different scenarios in China in 2030



全球共识与行动



- ✓ 达成“阿联酋共识”
- ✓ 各国代表就制定“转型脱离化石燃料”的路线图达成一致
 - 但是，对于“逐步淘汰石油、煤炭和天然气”这一长期呼吁，协议中未能直接提及
- ✓ 承诺到2030年将可再生能源产能增加两倍，将能源效率提高一倍
- ✓ 各国就旨在支持易受气候影响的发展中国家的损失和损害基金达成协议
 - 迄今为止，各国已为该基金认捐数亿美元
- ✓ 近120个国家共同签署了《气候与健康宣言》
- ✓ 66个国家批准了《全球降温承诺》，从今天起将冷却相关排放较当前水平减少68%



COP28 “中国角”
(China Pavilion)边会，
呼吁减少食物浪费

130多个国家签署了《关于韧性食物系统、可持续农业及气候行动的阿联酋宣言》

COP28: 韧性食物系统、可持续农业及气候行动宣言

旨在解决全球温室气体排放问题的同时，保护在受气候变化影响最大地区的农民的生命和生计，COP28农食系统议程的核心内容之一

努力

- ✓ 将农食系统纳入国家气候行动计划
- ✓ 调整政策支持，提升收入、减排、增强韧性、改善生计和生态健康，减少损失和退化
- ✓ 扩大各种融资途径，转变农食系统
- ✓ 加速科学和证据支持的创新，包括当地知识，提升可持续生产力和产量
- ✓ 强化以世界贸易组织为核心的规则性、公平和透明的贸易体系，最大化气候和环境效益

- ✓ 增强面对气候变化的韧性，降低农民、渔民等的脆弱性。支持可持续粮食安全、生产和营养，同时保护自然环境
- ✓ 提升弱势群体的粮食安全和营养，特别关注妇女、儿童、青年等，通过社会保护、学校餐饮、研究创新等方法
- ✓ 支持因气候变化受威胁的农业和食品系统工作者，确保包容性
- ✓ 加强水资源在农食系统中的综合管理，确保可持续性，减少对相关社区的不利影响
- ✓ 最大化农业和食品系统的气候和环境效益，同时减少负面影响

成果

国际组织积极倡议，多国政府推动减少食物浪费

- 法、意等国立法推动食品零售商与非政府组织合作进行食品捐赠，法国于2016年立法限制食品零售商丢弃食物，最高可处3750欧元罚款
- 韩国针对居民食物垃圾收取回收费用，新加坡、美国部分州等国家和地区推动分离食物垃圾，进行针对性处理

- AGFEP在北京开展高校食堂食物浪费情况调研
 - 已收集逾1500份称重数据、逾1200份问卷
 - 访谈食堂经营者、厨师及其他员工
 - ✓ 小份菜等反浪费举措
 - ✓ 宣传工作
 - ✓ 浪费食物、厨余垃圾处置方式
 - ✓ 反浪费工作成效

国家层面多措并举

- 2021年4月，反食品浪费法
- 2021年10月，反食品浪费工作方案
- ：
- 2023年，《绿色外卖管理规范》国家标准

地方政府全面落实

- 省级政府多部门分工协作，建立联席会议机制
- 四川省建立非居民厨余垃圾计量收费机制

成都市非居民厨余垃圾收费标准

按量计费	
30 元每吨	
按日产生量分段征收	
< 5 kg 每天	3 元每月
5-10 kg 每天	6元每月
10-20 kg 每天	12元每月
20-30 kg 每天	20元每月
> 30 kg 每天	20 元每桶 (30 kg)

全球食物经济与政策研究院

Academy of Global Food Economics and Policy



《2021中国与全球食物政策报告》
后疫情时代农业食物系统的重新思考

《2022中国与全球食物政策报告》
改革农业支持政策，促进农食系统转型

《2023中国与全球食物政策报告》
推动可持续健康膳食，促进农食系统转型

