

美国农政体系与转基因商业化

——兼论中国转基因作物推广的影响

胡冰川 刘会静

【摘要】尽管仍然存在争议,但是转基因技术从实验室技术到商业化发展是全球农业发展的重要进步。在这一历史进程中,美国农政体系发挥了重要作用,尤其是法律体系的谦抑性和政策体系的现实性。本文也正是由此入手,通过回溯美国转基因商业化相关的代表性法案和政策,讨论美国农政体系在科技进步与商业实现之间的关系。站在发展角度,美国的历史经验在中国推动转基因商业化的进程,尤其对经济社会影响及相关争议的处理是具备参考价值的。出于将问题具体化的考虑,本文以中国玉米品种转基因技术的全面推广和品种放开为例,评估中国转基因商业化的具体经济影响,其结果不仅包含转基因作物推广将大幅提升中国粮食产能裕度的事实,同时也可能改变国内农业生产结构和利益分配格局,甚至会间接影响中美农业贸易结构。这也对丰富和完善中国农政体制提出了全新的要求,在策略上谋划新的篇章。

【关键词】农政体系;转基因商业化;粮食安全;高水平开放

【作者简介】胡冰川(1980-),男,安徽枞阳人,中国社会科学院大学应用经济学院教授(北京 102488),中国社会科学院农村发展研究所研究员,博士生导师,研究方向:农业政策,E-mail:hubch@cass.org.cn(北京 100732);刘会静(1987-),女,河北石家庄人,中国社会科学院大学应用经济学院博士研究生,研究方向:农产品市场与贸易,E-mail:zhenghen681@163.com。

【原文出处】《世界农业》(京),2023.12.5~17

1 引言

美国是全球最大的玉米生产国,也是全球最大的转基因农产品生产国之一,其农业政策和实践对国际农产品市场产生广泛影响。美国农业法案是美国农业政策的核心,在美国转基因玉米等作物推广方面,美国农政体系起到了至关重要的作用^[1-2]。1996年,美国开始大田作物的转基因商业化,2022年美国转基因玉米、陆地棉和大豆的应用率达到90%以上^①。美国转基因商业化的推广,不仅推动了美国生物乙醇的发展,改变了美国种植结构,也对全球农作物生产格局产生了深远影响^[3]。毫无疑问,转基因商业化是人类农业发展的重大历史事件。目前,全

球转基因作物推广面积超过1.9亿公顷,其中大豆、玉米、棉花和油菜4种转基因作物占比为99%。

以转基因玉米为例,转基因玉米凭借其优良的性状在全球快速推广。2019年的数据显示,全球超过25个国家种植转基因玉米,全球范围内转基因玉米种植面积6090万公顷,占总种植面积的31.7%。对中国而言,玉米是中国生产面积最大、总产量最大的粮食作物,产量接近全年粮食总产量的40%,玉米产业健康发展对保障国家粮食安全和农产品有效供给具有重要意义^[4]。作为最重要的农作物之一,2022年中国玉米平均单产是每公顷6.4吨,为美国每公顷11吨的60%。从中美玉米单产差距来看,中国玉米

单产和总产量提升的潜力很大,其中转基因玉米推广是关键因素。毫无疑问,利用转基因技术拓宽玉米种质资源、提高杂交种的抗逆性有助于快速提高玉米产量和品质,从而更好地保障粮食安全^[5-6],这一点也是科学共识。因此,玉米品种转基因技术的推广在中国具有示范性和代表性。

也正因如此,中国政府不断完善和推进对转基因农作物种植的政策支持。2022年6月8日,农业农村部发布转基因玉米、大豆品种审定标准,这在政策上表明,转基因农作物从实验到商业化迈出了重要的一步。2023年中央一号文件进一步提出“加快玉米大豆生物育种产业化步伐,有序扩大试点范围,规范种植管理”,这预示着转基因商业化加速进行。在这一形势下,中国转基因农作物推广的影响受到各界的广泛关注。

实际上,当前中国转基因作物推广面临的问题和所需的制度环境,与之前美国转基因商业化所经历的情景是类似的,不仅包括科学技术层面的安全性问题及相应的公众认知问题,也包括经济层面的农业生产结构调整与利益分配问题……显然,转基因作物推广不仅涉及科技、经济,也会产生投资、贸易等溢出效应,甚至会对政治、外交产生间接影响。在这一过程中,农政体系发挥了至关重要的作用。针对农政体系建构与转基因商业化的相关问题,本文在内容上做如下安排,以期回应相关问题并提出相关农政体系的讨论。具体如下:一是从美国农政体系入手,通过分析美国农政体系在转基因商业化的变化来讨论美国的国家策略,并讨论对中国现阶段的启发和借鉴意义;二是基于量化模型评估中国转基因玉米推广之后的市场效果及相关影响;三是进一步分析中国转基因玉米发展与中美玉米贸易的可能走向;四是进行必要的总结和策略性讨论。

2 美国农政体制与转基因发展

转基因从实验室技术到商业化历经了一个复杂过程,美国也不例外,在这一过程中,美国农政体系发挥了关键作用,不仅对生物技术创新提供了一个

规范的框架,而且还直接影响了美国农业中转基因作物的种植、监管和商业化应用。从内容上看,美国农政体系涵盖法律法规体系、联邦和地方政策体系、执行和协调体系。在逻辑上,美国农政体系始终遵循两条原则:一是法律体系的“谦抑性”。即便是在科技进步成果受到质疑的情况下,仍然保持必要的克制,从而使转基因技术能得到发展和应用,例如对转基因产品的安全评价采取“实质等同”态度。二是政策体系的功利性,或者叫“现实性”。在科学探索中,现实性是基于人类的现有认知做出的相对有利决策,而在经济学语境中,功利性意味着利益最大化与成本最小化。现有的美国农政体系践行了这一原则,转基因商业化不仅是技术进步,更是商业价值的实现。

2.1 美国农政体制与转基因作物推广

具体到转基因商业化来看,美国农政体系的作用机制大致可以划分为三个方面:一是促进转基因技术发展,二是推动转基因商业化和保障食品安全,三是保障商业利益的可持续。得益于此,美国转基因商业化发展的内生机制由此形成。由于相关美国农政体系的内容文本较多,本文就相应代表性法案和政策进行简要回溯。

能够看到,在转基因技术发展方面,美国于1980年颁布了《科技转移和商业化法案》,也称《贝多法案》(Bayh-Dole Act)。该法案旨在促进由联邦政府资助的研究成果的商业化和技术转让,即公共投入的获益可以私有化,包括科研机构可以将联邦拨款获得的研究专利权进行商业化,例如可以将转基因技术专利许可给私营企业,使这些企业能够在市场上开发和推广转基因产品,鼓励了创新和商业化(表1)。由于现代生物育种领域在商业化早期需要大量的“天使投资”来进行容错,商业资本很难承担相应成本,该法案通过对公共科研投入回报的私有化促进了转基因科技的发展与进步,并带动了商业资本的参与。

在20世纪90年代之前,美国在生物技术政策和

表 1 《贝多法案》中与转基因技术相关的主要规定和影响

涉及方面	法案内容	影响效果
知识产权保护	允许美国政府资助的研究机构、大学和科学家保留其联邦资助研究的知识产权,包括与研究项目相关的发明和技术的专利权	这一规定为科学家在转基因研究中的知识产权提供了明确的法律框架,鼓励了他们的创新活动
技术转移和商业化	鼓励研究机构积极促进从研究实验室到市场的技术转移	这一规定为生物技术公司提供了获得新技术的途径,并促进了转基因技术的商业化和应用

监管框架的建立方面存在法律落后于技术发展的情况。因此,在专门法律出台之前,美国政府于1986年制定了“生物技术协调框架”,为转基因监管提供了基本准则。随后,美国农业部、环保局和食品药品监督管理局在现有法律框架下制定实施转基因生物安全管理法规(表2)。如美国农业部动植物健康检验局(APHIS)依据《植物保护法案》制定《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》(7CFR340)等法规对转基因作物的商业种植进行监管和批准,标志着美国政府开始正式监管转基因作物的商业化;食品药品监督管理局依据《联邦食品药品和化妆品法案》《联邦公平包装和标识法案》等制定《源于转基因植物的食品政策》《转基因食品自愿标识指南》等法规对食品相关的转基因产品进行监管,确保转基因食品和食品添加剂的安全性及食品安全。这些农业法案和法规共同构成了美国的生物技术政策和监管框架,旨在确保生物技术和转基因技术在农业和食品领域的合法性、安全性和可持续性。

在国际贸易方面,美国农业法案为政府提供了

一系列工具和措施,以应对与转基因农产品出口和国际贸易相关的争议和挑战。具体来说,一方面,美国农业法案为宣传和促进包括转基因农产品在内的美国农产品提供资金,助力改善其他国家对美国转基因农产品的看法,并推动其出口。另一方面,美国农业法案要求政府部门协调贸易政策和国际贸易规则,以确保美国的转基因农产品在国际市场上获得公平待遇。当美国转基因农产品面临贸易壁垒时,美国政府可以利用国际贸易争端解决机制,将争端提交世界贸易组织(WTO)或其他国际贸易组织,以应对与转基因农产品有关的争议,保护美国农产品的权益^[7]。

2.2 对中国转基因作物推广启发及借鉴意义

总的来说,美国农政体系为转基因商业化提供了一个监管框架,确保转基因技术在农业和食品领域的合法性、安全性和可持续性。这一法律框架支持生物技术创新,并为转基因作物的研究、商业化和应用提供法律支持,从而推动美国农业领域的进步和发展,使其在国际农产品市场上保持绝对竞争优势

表 2 美国在转基因政策和监管框架方面的主要农业法案

相关农业法案	相关法规	法案目标
《植物保护法案》	《作为植物有害生物或有理由认为植物有害生物的转基因生物和产品的引入》等	农业部(USDA)的动植物健康检验局(A-PHIS)负责转基因生物在农业领域的种植或养殖安全管理,防止转基因生物可能对动植物健康造成的潜在影响
《联邦杀虫剂、杀菌剂和杀鼠剂法案》等	《植物内置式农药的程序和要求》《农药登记和分级程序》《试验应用许可》等	环保局负责转基因生物中含有杀虫、除草、杀菌等农药性质的成分的安全应用
《联邦食品药品和化妆品法案》《联邦公平包装和标识法案》等	《源于转基因植物的食品政策》《转基因食品自愿标识指南》等	食品相关的转基因产品安全及标识,确保转基因食品和食品添加剂的安全性和食品安全

势。透过美国农业法律体系,不难看出:美国在生物育种的创新方面,尤其是转基因商业化方面,始终是积极倡导的。从客观结果来看,美国通过转基因商业化及海外的转基因推广,实现了粮食增产和农业生产效率的提高。当前,尽管全球范围内对转基因商业化的争议仍然有很多,但是并不能改变转基因作物种植面积持续扩大的趋势。

从美国农政体系当中获取的启发在于:科技进步与商业实现始终是相辅相成、融合发展的,两者并不是割裂的。对人类而言,除了基础科学的认知之外,相当数量的实验室科技难以进入商业领域创造社会财富,这本身不存在问题。但是如果两者相互割裂,那么实验室科技与应用科技之间的缺口会越来越大,从而导致科研实际产出低下,也违背了科技进步造福人类的基本准则。如果认为科技进步是外生于经济系统的,那么商业价值则是经济系统内生的,脱离了外生科技进步,商业价值将是存量的,而脱离了商业价值,科技进步则不可能持续。对中国而言,特别是在当前转基因农作物推广进程中,美国农政体系所提供的启发是积极有益的。

基于美国农政体系的发展对中国的借鉴价值,并结合全球转基因商业化发展的成效来看,当前中国转基因商业化的科技障碍和安全障碍已经破除,政策放宽已经明确。这意味着中国转基因商业化时代已经到来,那么从功利出发,所覆盖的现实利益,诸如国家利益、企业利益、个人利益可能更受到关注,例如粮食安全、市场利益分配、技术可持续性。实际上,当前的核心问题在于,转基因商业化之后,其经济社会影响如何,其对应的农政体系需要哪些更新的建构。如果说美国农政体系对中国转基因商业化起到了借鉴作用,那么未来中国转基因商业化可能的影响及农政体系的因应之策也是值得科学分析的。针对类似问题,本文以玉米品种转基因技术的全面推广和品种开放为例,评估中国转基因商业化的具体经济影响,并基于经济影响来讨论相应的现实意义,从而为后续农政体系建构提

供必要参考。

3 中国转基因作物推广的情景模拟:以玉米为例

任何一种社会规制,或者说生产关系的建构,其目的都是促进社会发展和人类的自由解放,即解放生产力。在一般意义上,可以理解为促进经济增长和福利提升。无论是工业革命,还是绿色革命和信息技术革命,都极大地促进了生产力的进步,增进了人类福祉。尽管对转基因作物的争议仍然存在,但全球转基因作物发展提高了农业劳动生产率,推动了产出增长,在一定程度上稳定了供给和价格,滋养了更多的人类。从现实发展来看,转基因对人类的福祉是明确的。对于中国而言,无论是谷物单产及相关的粮食安全,还是农业发展方式即政策体系,都有很大的提升空间。从研究角度,不妨从确定性出发,模拟转基因作物的相关经济和福利影响,再进一步讨论相关政策影响。

在科学方法上,本文模拟量化评估采用的是一般均衡分析的方法,该方法也是分析重大冲击对经济社会影响的成熟方法。在技术路线上,主要分为两个阶段。第一阶段,基于全球贸易分析模型(GTAP),针对不同的开放程度设立不同的场景,考察不同场景下玉米转基因推广的市场影响;第二阶段,结合模型结果和实际经验,对模型结果进行校正,并讨论其结果的科学性。最终,基于相应结果对因应之策进行分析讨论。

3.1 研究方法和数据介绍

本文采用的GTAP模型是美国普渡大学开发的多国家可计算一般均衡模型。1993年以来,GTAP模型被广泛接受和应用,用以模拟重大冲击对全球以贸易为主的经济活动的影响。GTAP的数据和参数来自GTAP数据库,最初是由普渡大学自20世纪90年代起联合世界各国顶尖专家和权威机构研发出来的。目前,GTAP数据库已经发展成为世界范围内应用最广泛的世界经济分析和国别分析数据基础,并定期被更新。该数据库包含完整的双边贸易、交通以及贸易壁垒数据。数据库核心主要由两部分组

成,一是包括解释国家经济行为的投入产出表,二是包括联合国发布的双边贸易流动以及关税信息的详细数据库。GTAP模型中资料可更新,而参数不因模拟的不同而有所改变。

本模型采取2023年4月公布的GTAP模型第11版数据库,包含160个国家和地区、65个部门和8种生产要素。根据研究需要,对GTAP数据库进行了必要升级和加总。

3.2 情景设定

对于转基因玉米推广的相应影响问题,从全球来说,可以参照美国转基因玉米种业发展的历程,对模型情景做如下设定。

从推广面积来看,呈现几何级数增长,不妨按照既有研究机构 and 行业判断的推广增速,以2023年400万亩^②为起点,假设4~7年市场新格局完成,结合现实情况并按Logistics增长进行外推近似,大体在2024年实现3.1%的渗透率、2025年实现20%的渗透率、2026年实现40%的渗透率,最终将在2027-2030

年形成全新的玉米种植格局,并对整个玉米市场带来全面影响。

以现有玉米种子亩均用量和亩均价格进行测算,亩均种子费用为55~60元,这也与《全国农产品成本收益资料》数据相吻合。以此为基础,另一个参考性假设在于,按照美国转基因玉米种子溢价率,国内转基因玉米种子加价率将在全面推广以后呈现50%的溢价率,即每亩用种成本从现有每亩55元上涨到80元左右。

据农业农村部公布数据,转基因玉米对平均单产的增产水平在5.6%~11.6%。除此之外,本文对比美国转基因玉米增产的长期效果,平均产量是国内目前单产的1.6倍。基于此,本文亦对远期转基因玉米单产进行适度调增,不妨假定经过单产线性爬升之后,2027-2030年的平均单产可能出现的3种情况,即方案Ⅰ在2023年基础上调增10.0%,方案Ⅱ在2023年基础上调增12.5%,方案Ⅲ在2023年基础上调增15%(表3)。

表3 基本情景设定

指标	单位	第一年 2023年	第二年 2024年	第三年 2025年	第四年 2026年	方案Ⅰ 2027-2030年	方案Ⅱ 2027-2030年	方案Ⅲ 2027-2030年
玉米种植面积	亿亩	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
转基因渗透率	%	0.6	3.1	20	40	60	75	90
转基因种植面积	亿亩	0.04	0.20	1.29	2.58	3.88	4.85	5.81
亩均种用量	千克	1.62	1.59	1.56	1.53	1.5	1.5	1.5
转基因玉米用种量	亿千克	0.06	0.32	2.01	3.94	5.81	7.27	9.72
非转基因玉米种价格	元/亩	60	60	58	55	55	55	55
转基因玉米溢价率	%	10	35	50	50	45	45	45
每亩转基因玉米种价格	元	66	81	87	83	79.8	79.8	79.8
每千克转基因玉米种价格	元	41	51	56	54	53	53	53
终端市场规模	亿元	2.7	16.2	112	213	309	386	464
转基因增加值	亿元	0.2	4.3	37	71	96	120	144
单产增长水平	%	5.6	6.6	7.6	8.6	10.0	12.5	15.0
玉米总产量增长	%	0.0	0.2	1.5	3.4	6.0	9.4	13.5
玉米产量占饲料粮比例	%	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3	96.3
模型参数设定	%					5.78	9.02	12.99

资料来源:课题组根据国家统计局《中国农作物种业发展报告》和《申万宏源研究报告》数据整理计算得到。

综合现有资料和模型情形,本文对 2027-2030 年转基因市场稳定阶段进行了情景设定,分别考虑不同的转基因渗透率和不同单产水平的组合,选择玉米总产量增长的 3 种方案,即 6.0%、9.4%和 13.5% 进行模型模拟。一方面是对可能结果进行评估,另一方面是对之前假设的情景进行校验,从而更好地刻画转基因玉米市场发展的未来方向。

3.3 模拟结果

根据 3 种方案得出 2027-2030 年相应的模型结果,即按照国内玉米总产量增长 6.0%、9.4%和 13.5% 进行模拟,从重要性来看,大体可以得出三重结果:①在国内玉米总产量增长的同时,国内玉米生产要素价格出现不同程度的上涨,而玉米价格呈现大幅下跌;②玉米进口数量呈现大幅度下降,玉米出口国均受到不同程度的波及;③玉米增产带来国内居民

收入的提高(表 4)。

4 中国转基因作物推广的影响

4.1 中国转基因作物推广的全局影响

从科学性来说,有必要对一般均衡模型的结果和先验性假说进行校验和修正。透过上述模拟结果,本文从历史和现状两个维度入手,进行讨论分析。

4.1.1 玉米增产与进口的关系

当国内玉米总产量分别增长 6.0%、9.4%和 13.5% 时,以 2022 年玉米总产量 2.77 亿吨为参考水平,那么增产将分别达到 1663 万吨、2599 万吨、3742 万吨。同样,以 2022 年玉米市场平衡和价格体系为参考水平,玉米进口量为 2062 万吨,当然 2021 年玉米进口量已达到 2835 万吨,这些细致的数量指标并不会妨碍整体的分析结果,如果进一步考虑玉米替代品,例

表 4 模拟结果					
模型结果	单位	参考水平(2021 年)	方案 I	方案 II	方案 III
国内玉米价格变动率	%		-51.94	-64.76	-73.79
土地	%		2.82	3.98	5.23
劳动力	%		0.53	0.65	0.74
资本	%		0.48	0.59	0.66
玉米进口量	%		-40.27	-51.25	-59.62
国内收入	%		0.12	0.14	0.14
国内玉米价格	元/千克	2.6	1.25	0.92	0.68
亩均产量	千克/亩	507.0	557.7	570.3	583.0
亩均产值	元	1310.9	696.8	522.6	397.3
土地成本	元/亩	294.8	303.1	306.5	310.2
人力成本	元/亩	448.3	450.6	451.2	451.6
物质与服务费用	元/亩	405.8	407.7	408.2	408.5
转基因玉米溢价再分析			0.0	0.0	0.0
非转基因玉米种价格	元亩		55.0	55.0	55.0

资料来源:课题组根据《全国农产品成本收益资料(2022)》数据整理计算得到。

如饲用小麦、大麦、高粱进口量(表5),那么饲料粮进口数量大体在3000万~5000万吨水平。为了便于讨论问题,不妨将饲料粮进口体量设定在4000万吨水平,这也意味着玉米1663万吨、2599万吨、3742万吨的增产将会形成42%、65%、94%的替代率。

模型结果显示,不同玉米产量增长对进口形成的替代导致玉米进口下降的比例分别为40.27%、51.25%、59.62%。对比来看,模型结果与现实情况较为吻合,因此转基因玉米推广之后的增产效应将有助于增进国内粮食安全水平,这一点应该是可以确定的。

当然,上述考虑是基于比较静态的视角来考虑转基因玉米的增产效应与私用谷物进口的关系。进一步地,需要考虑食物消费升级及生物能源可能的演化对饲用谷物,尤其是玉米的潜在增长作用。这里包括两个核心问题,一是国内动物蛋白消费量的走势问题,二是未来能源价格决定问题。

针对食物消费结构问题,根据胡冰川和周竹君对消费需求升级的研究^[8],同时结合目前人口出生和年龄结构的问题,能够看到:①2022年全年出生人口956万人,人口出生率为6.77‰;死亡人口1041万人,人口死亡率为7.37‰;人口自然增长率为-0.60‰。从未来发展来看,预计2023年全年出生人口将降至900万人以下,食物消费的简单数量增长将止于目前水平。②从人口年龄结构来看,2022年全国60岁及以上人口28004万人,占全国人口的19.8%,其中65岁及以上人口20978万人,占全国人口的14.9%,中国已经进入老龄化社会。③从城乡结构来看,2022年城镇人口占全国人口的比重(城镇化率)为65.22%,城镇化基本进入稳定期。综合上述观察,传统意义上依

靠人口数量、结构、收入推动食物消费升级,从而推动饲料粮消费增长的动力因素将不复存在,国内动物蛋白消费将逐步进入稳定阶段。

针对能源价格问题,目前中国能源结构正在快速转型,煤炭占能源消费比重已经从2003年70%降至2022年的56%。从能源形式来看,电力重要性日益凸显。根据中国电力企业联合会发布《2023年上半年全国电力供需形势分析预测报告》,2023年1—6月,风电光伏新增装机占全国新增装机的比重达到71%,新增发电量占全国新增发电量54%以上,有力满足了全国新增电量需求。在这一背景下,生物乙醇作为燃料添加的增量市场十分有限,也制约了生物乙醇作为能源替代品的消费出口。

综合来看,玉米消费市场未来将大概率面临存量竞争,需求增量较为有限,因此国内玉米转基因推广带来的增产将对进口玉米形成明显替代。

4.1.2 玉米增产与价格的关系

模型结果显示,当国内玉米总产量分别增长6.0%、9.4%和13.5%时,国内玉米价格^③分别下跌51.94%、64.76%和73.79%(表4),属于重大价格下跌。如果以2021年玉米价格每千克2.6元作为参考,在转基因玉米实现高渗透之后,玉米价格将分别下跌至每千克1.25元、0.92元和0.68元。对这一结果的可能性需要进行识别和判断。

如果玉米进入存量消费阶段,那么增量玉米势必导致价格大幅下跌,这也是由谷物的市场属性决定的,即刚性化需求面对边际增产必然通过价格大幅下跌来实现出清,反之亦然。一般均衡模型只不过将这一结果进行了瞬时的呈现。从玉米价格历史走势来看,2015年1月到2016年12月,玉米生产者

表5

1999—2022年中国谷物进口量

单位:万吨

年份	大麦	高粱	玉米	小麦	合计
1999	592.9	83.2	479.3	348.8	1791.8
2020	807.9	481.3	1129.6	837.6	3579.1
2021	1248.0	941.6	2835.0	977.0	6537.6
2022	576.0	1014.0	2062.0	996.0	5320.4

资料来源:国家海关总署、农业农村部。

补贴改革带来玉米价格市场化,玉米价格从每千克最高的2.25元下降至每千克最低的1.70元,下跌了24.5%(图1)。

这一问题并不是独有的,在全球范围内也是共

性问题,国际市场玉米期现货价格波动幅度也十分剧烈。例如,2012年8月到2014年10月,芝加哥商品交易所(CBOT)玉米价格下跌了61%(图2)。当然,这种下跌幅度包含复杂的金融和市场情绪色彩。实

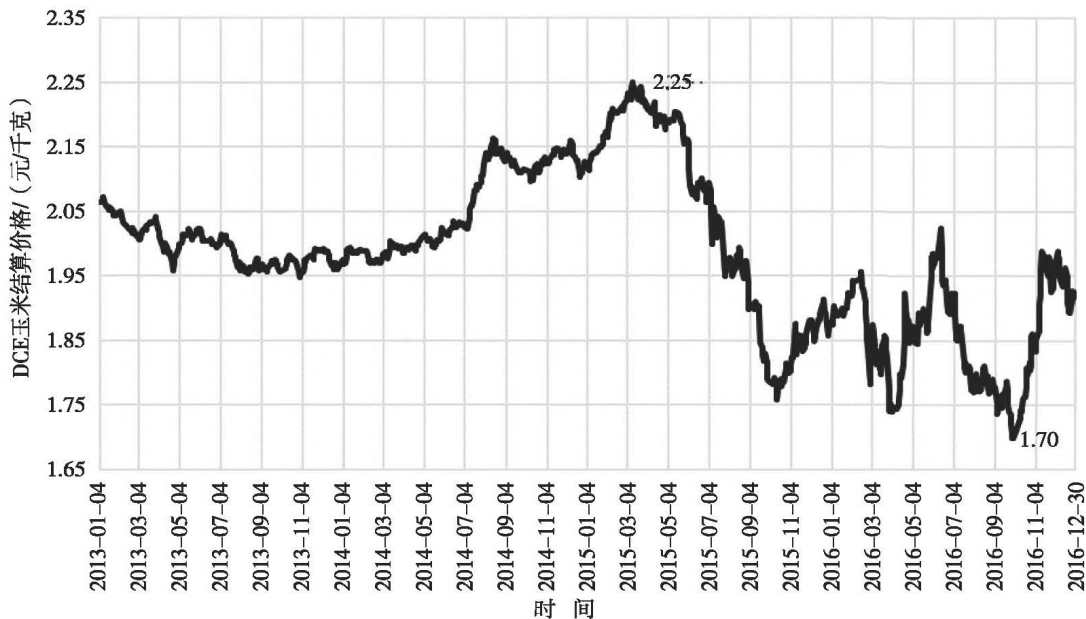


图1 大连商品交易所(DCE)玉米期货价格走势

资料来源:WIND数据库。图2同。

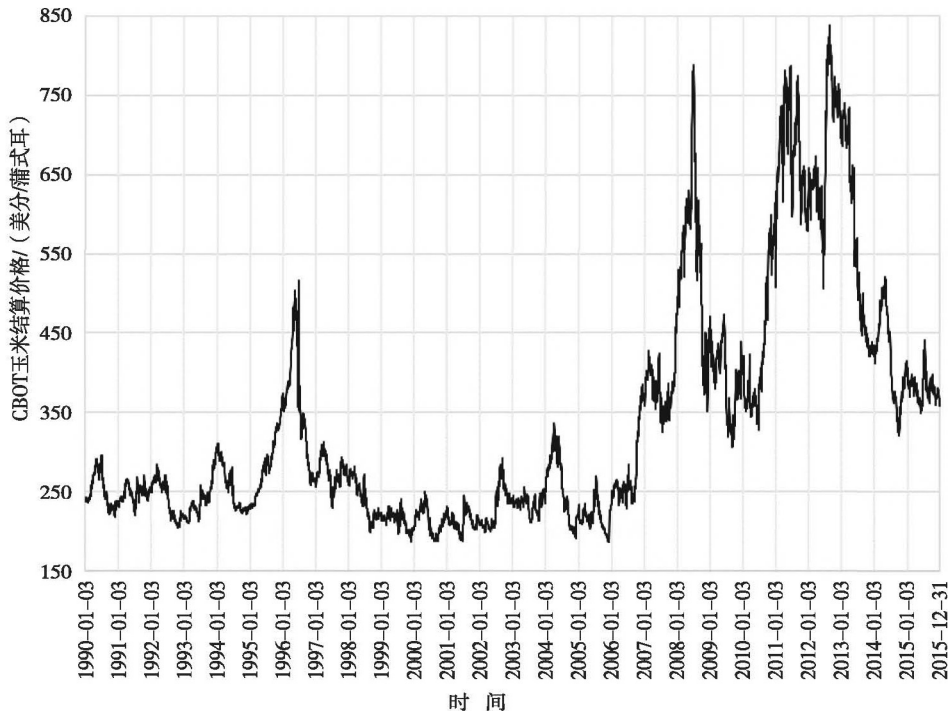


图2 CBOT玉米价格走势

际上,在开放市场经济条件下,随着国内转基因玉米增产带来的玉米价格大幅下跌是完全有可能的。以美国1996年转基因玉米加速渗透来简单对比美国玉米价格变化,能够看到1990—1996年,CBOT玉米平均价为268.08美分/蒲式耳^④,1996—2001年平均价为231.21美分/蒲式耳^⑤,这也刺激了美国玉米乙醇的快速发展。显然,如果不是玉米乙醇对美国玉米需求的拉动作用^⑥,全球玉米价格乃至大宗农产品价格都将失去支撑。

实际上,模型结果显示转基因玉米增产的价格影响分别下跌51.94%、64.76%和73.79%,如果按照2023—2030年进行等比例分拆的话,随着每年玉米单产和总产量的提高,年均降价幅度分别为9.9%、13.8%和17.4%。这种降幅会将大部分不具备竞争力的生产主体和生产空间逐出玉米市场。

对玉米市场供需而言,不会等到价格下降到73.79%这样的水平(0.68元/千克),应该在更高的价位上出现新的产出和价格的新平衡。最有可能的结果是,相当数量的非转基因玉米退出市场,而转基因渗透率接近理想化水平,例如90%~95%^⑦,此时玉米增产幅度将在1663万~3742万吨的某个点上,即国内玉米产量将在2.94亿~3.14亿吨的某个点上。这个点只是一个参考点,范围可能也会更大,可以明确的是,在这个新均衡点上,除食用玉米之外的其他玉米基本实现了转基因的渗透。也就是说,转基因渗透率和增产的关系可能会更早达成。

作为结论,可以认为随着转基因玉米的推广即单产和总产量的爬升,最终结果就是转基因玉米全面替代现有杂交玉米育种,但是总产量不会按照预

先设计的理想化水平增加,最有可能的结果就是一部分种植面积退出,从而实现产量和价格的新平衡。

4.2 中国转基因作物推广的部门影响

4.2.1 国内玉米生产的成本收益与空间格局

模型的另一个比较重要的结果在于,转基因玉米产量的增长带来相关投入要素,例如土地、人力成本及物质资本价格的上涨。从理论经济学出发,这一点无可厚非,当某个特定产出的生产效率提高时,用于该产出的投入品价格自然也会上涨,这也是斯托尔珀萨缪尔森定理所描述的情形。在现实中,一个现实的例证就是美国转基因玉米种子较非转基因玉米种子存在显著溢价^⑧,正如在模型情景假设中所提到的45%~50%的溢价率。因此,当玉米单产和总产量提高时,相应投入品价格都将出现不同程度的溢价,同时具备了理论和现实的合理性。

当前矛盾之处在于,由于增长带来的价格下跌和效率提升带来的成本增长将会导致生产者出现明显亏损。以2021年玉米成本收益作为参考,玉米平均价格为每千克2.6元,亩均产值为1310.9元,土地成本为每亩294.8元、人力成本为每亩448.3元,物质与服务费用为每亩405.8元(表6)。在这种情形下,玉米种植是有利可图的。根据模型结果,任何一种玉米增产带来的价格下跌与成本上涨都无法实现成本收益平衡,例如在方案I中亩均产值为696.8元,但是土地成本、人力成本、物质与服务费用合计1161.4元,远高于亩均产值。

通过上述分析,不难得出玉米价格随产量增长而下跌是基本确定的,这也意味着理论上投入品价格的上涨是需要深入讨论的。

表6

2021年玉米成本收益情况

单位:元/亩

成本	平均	辽宁	吉林	黑龙江	四川	贵州	云南
土地成本	294.8	354.5	558.9	441.6	112.7	98.1	184.5
人工成本	448.3	364.0	408.6	238.1	844.7	1039.8	982.3
物质与服务费用	405.8	377.9	416.9	369.6	313.8	338.8	427.3

资料来源:《全国农产品成本收益资料(2022)》。

土地成本。如前所述,玉米增产带来的价格下降导致种植分布发生改变,一部分低效率土地的产出将会退出市场,从而推动土地成本的上涨。例如,2021年全国玉米种植土地成本平均为每亩294.8元,其中辽宁、吉林、黑龙江三省土地成本平均为每亩451.7元,而四川、贵州、云南三省土地成本平均为每亩131.8元。这也意味着增产带来的价格竞争势必会先淘汰低效区域产出,从而维持土地成本甚至推高土地成本,只有当增产带来的价格跌破成本门槛时,才会导致弃耕从而引发土地成本下降。值得一提的是,四川、贵州、云南等西南丘陵区在坡地宜机化改造和高标准农田推进的背景下,如果效率提升可以追上或逼近平原地区,那么将直接导致土地成本的下降,而不是部分低效率土地的产出退出市场。再有就是西南丘陵区玉米种植方式绝大多数仍然是小农经营,主要满足生计需求,因此存在种植刚性。这也意味着当西南丘陵山区的低效率土地的玉米产能不退出市场时,有可能导致平原地区经济生产的产能退出市场,从而带来东北和华北平原地区玉米种植的土地成本的下降。

人力成本。与土地成本上涨一体两面,随着转基因玉米的推广,抗虫抗除草剂的性状特征将会节约相当数量的人力成本。能够看到,2021年全国玉米亩均人工成本为448.3元,辽宁、吉林、黑龙江三省亩均人工成本平均为336.9元,四川、贵州、云南三省亩均人工成本平均为955.6元。实际上,造成当前西南丘陵区玉米人工成本高企的主要原因是立地条件及相应的生产组织方式。考虑到西南丘陵地区家庭的小规模生产经营,人工成本往往表现为自我雇用,而产出也是家庭使用,并不体现在会计核算上,因此西南丘陵区的高人工成本面对性状提升时,完全有可能展现出更大的生产韧性。反倒是东北和华北平原地区,如果不能有效控制人力成本,将会导致转基因玉米种植的退坡。

对此,可以对标美国转基因玉米推广以后,玉米生产的成本构成,人力成本存在明显的下降过程。

尽管这一过程存在一定的滞后性,但是仍然十分显著。可以观察到,美国玉米种植人力成本每公顷从1991-1995年的32.03美元增加到1996-2000年的33.78美元,但是到2001-2009年就下降到27.62美元。当然,这种人力成本下降主要是通过农场兼并的规模化实现的,而非维持原有规模来减少雇用^[8]。站在这一点上,如果未来东北、华北转基因玉米种植规模不能扩大的话,那么人工成本的下降幅度很难平衡玉米价格下跌。

4.2.2 转基因玉米种子溢价问题

在模型情景设定时,参照美国转基因玉米种子的溢价率45%~50%设定了未来种子市场增量可以达到96亿~144亿元。从当前非转基因玉米种子的物质与服务费用及种子成本来看,无论是东北、华北平原,还是西南丘陵区,大致成本相似,并不存在明显差异。2021年辽宁、吉林、黑龙江的玉米生产当中,物质与服务费用为每亩388.1元,而四川、贵州、云南三省平均为每亩360.1元,相差不大。从种子费用来看,2021年全国亩均种子费用为55.73元,最低为重庆的46.6元,最高为广西的77.1元,除了重庆与广西之外,其他省份之间的差异不大。

在这一背景下,转基因种子玉米溢价将是一个成本收益的平衡问题。如果前序分析成立,那么在东北、华北玉米主产区,玉米增产导致价格下降,使得成本收益重新均衡导致经济生产的退出,即东北、华北玉米出现弃耕和土地成本下降,转基因玉米种子的溢价45%~50%将难以达成。如再叠加种子市场的不规范行为,那么转基因种子很有可能通过与非转基因种子的平行竞争来提高市场占有率,或者说通过10%~20%的溢价实现。毕竟,从未来10年中国农业基本经营制度来看,国内有很大可能会通过类似美国一样的土地兼并来提升规模效率,如果没有规模效率,则很难支撑投入品的高溢价水平。

进一步地,东北、华北转基因玉米种子将会形成价格标杆,从而对全国转基因玉米种子形成影响,即

便是在西南丘陵山丘,尤其是云南、广西等草地贪夜蛾多发地区,以及传统用种成本较高地区,因为技术效率产生一部分溢价,但是很难对其他市场形成示范。综合来看,转基因玉米种子的溢价在未来一段时间可能不会如情景设计的那么理想化。

5 结论、讨论及因应之策

5.1 转基因作物推广将大幅提升粮食产能裕度

尽管在本文中,转基因玉米推广带来的产量增加属于人为假设,但是这一假设的成立具有高度的可实现性。一方面是因为美国、巴西等国家的转基因推广的经验数据,另一方面则来自中国玉米单产的增长历史。1949年中国玉米平均单产为每公顷962千克,2022年为每公顷6.4吨,而当前美国玉米单产为每公顷11吨。根据模型设定的60%、75%和90%的转基因比例,相应的玉米增产比例为6.0%、9.4%和13.5%时,对应的增产将分别达到1663万吨、2599万吨、3742万吨。就中国玉米种植经验和现状来看,该数字略显保守;反过来说,本文所做的模型设定是相对容易实现的。

实际上,如果考虑玉米转基因商业化带来的单产增加,也会带来成本收益的比较效应,加之未来几年高标准农田建设的成效^[10],部分地区如西北半干旱区、西南丘陵山区,仍有其他大田作物将转向玉米生产,这也会增加玉米种植面积,可以有效支撑未来玉米产量增加,这也与国家新一轮千亿斤[®]粮食增产相吻合。在此背景下,中国粮食产能将会再上一个台阶,粮食安全水平将会进一步提高。农产品进口,无论是谷物、油籽油料等大宗农产品进口,还是畜产品、水产品等经济类产品进口,对国内粮食安全的影响,或者说“断链”对国内消费者生计并不会构成实质影响。换言之,国内农业生产与农业贸易之间在安全性上可以相互独立,形成“国产守底线,贸易守高线”的战略格局,为农业高质量开放奠定基础。

5.2 中国谷物进口与中美农业贸易

总体来看,中国谷物进口都是调剂性和结构性

的,无论是作为口粮的稻谷和小麦,还是饲用或其他用途的谷物。包括玉米在内的饲用谷物进口每年约为3700万吨,主要目的是国内畜产品需求引致产生的饲料需求,当然大豆进口量接近1亿吨,但这不是本文讨论重点,在此不冗述。根据模型设定和预测结果,在中国转基因商业化之后,谷物进口将会大幅下降,这也对美国玉米出口和全球农业生产格局带来新的影响。

最直接的影响在于,中国的玉米增长可以视为全球增产,如果对应美国玉米对中国出口下降找不到其他出口的话,就会带来美国玉米和大豆竞争,从而改变美国种植结构。最有可能的结果就是美国将降低玉米种植面积,同时增加大豆种植面积,从而加剧与巴西的大豆出口竞争。据此,在中国转基因作物大规模推广之后,将会有效抑制全球农产品价格上涨趋势,并对全球农产品价格形成下行压力,从而形成有利于农产品进口国的贸易环境。

从间接影响来看,当饲用谷物出口受阻之后,其消费用途可能转向本国养殖业或深加工(如玉米乙醇等)。如前所述,在双碳目标和新能源转型的历史进程中,如果不能通过畜牧业消耗饲用谷物,那么美国有可能进一步增加玉米乙醇的产量。这也意味着有可能从美国增加动物产品进口。

5.3 完善中国农政体制的讨论

当前所讨论的中国转基因商业化仍然是基于现有国家农政体制的。如前所述,转基因玉米推广对西南丘陵山区的生计农业而言属于福利改进,但是由于产出增长导致的价格下降势必重构平原地区,或者传统产区的生产模式。从美国转基因商业化以来,1996–2022年,美国玉米平均种植规模从189公顷提高到278公顷,美国大豆平均种植面积从220公顷提高到314公顷,呈现逐年提高的趋势。当然,在中国也存在“土地流转+社会化服务”等多种模式的规模化经营,但同时也存在适度规模经营概念,其中“适度”概念在生产力和生产关系层面都不严密。如果按照美国种植规模的持续扩大来看,“适度”并不

是几公顷和几十公顷的体量概念。那么,启发之处在于规模应当由农业生产者来自行适配,而非人为界定“适度”范围。

对于农业贸易,尤其是农产品进口而言,随着转基因商业化的放开,谷物进口配额可以考虑作为贸易救济工具,而非日常的贸易约束。农产品贸易配额作为入世谈判结果,其前提是当时中国是农产品净出口国,而当前中国作为全球最大的农产品进口国,情况已经发生重大变化。因此,在正常贸易环境中,配额约束实际上增加了中国资源性农产品进口成本,从而催生了替代品的进口,这种折中方式其实是增加贸易成本的。如前文所述,在转基因商业化之后,中国粮食安全裕度已经可以独立于农业贸易之外,仅靠国内农业生产就可以实现国内粮食安全的必要裕度,因此谷物和农产品进口配额可以进行更具弹性的策略调整。即便是考虑品种多元化与来源多元化之间的关系,其核心策略也是增加稻谷和小麦的进口数量,从而平衡饲料来源相对单一的情形。

就转基因商业化而言,目前尚未对海外种业进行市场开放,这一点也值得讨论。可以分为以下几个层面:一是转基因育种对海外的有序开放。站在国家角度,这可以丰富种质资源和加强种业安全,目前种业尚未纳入美国“小院高墙”的限制范围,因此有必要在相对宽松条件下扩大种业开放,争取更多的种业资源。二是有限利润分配与无限市场拓展的关系。转基因商业化的核心在于种业利润的再分配。这里固然存在国家间的竞争,但无论是美国还是中国,即便是国内转基因种业市场十分庞大,也都会很快进入市场饱和,科技溢价最终都会消失。因此整个转基因种业市场将会在全球更多的地区拓展,这就要求农政体系需要更具“进取性”,通过国内开放为国际拓展做好铺垫。

整体来看,中国转基因商业化不仅会改变国内农业生产结构、利益分配格局,同时也对农政体系提出更高的要求,从而走一条符合历史发展规律的农

业强国之路。这也是从美国农政体系发展与转基因商业化中得出的启示。

注释:

①资料来源:美国农业部经济研究局,<https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-u-s/recent-trends-in-ge-adoption/>。

②1亩=1/15公顷。

③此处价格为不变价格,即不考虑货币等外部影响的实际价格。

④玉米1美分/蒲式耳=0.3936825美元/吨。

⑤根据美国农业部数据,1996年美国玉米销售平均价格为282美分/蒲式耳,2000年降至177美分/蒲式耳,这也可以作为旁证。

⑥参考美国农业部玉米供需报告数据,自1993年以来美国乙醇消耗玉米量仅为1163万吨,约占美国玉米总需求量的6%。而到了2022年美国乙醇消耗玉米高达1.36亿吨,约占美国玉米总需求量的36%。

⑦当前国内食用玉米大约1000万吨,玉米总产量2.77亿吨,因此非食用玉米占比可以达到96.4%,那么理想化渗透水平可以达到这个水平。也可以参照美国转基因玉米在2021年的93%的种植比例。

⑧1斤=0.5千克。

参考文献:

[1]徐振伟,文佳筠.美欧对待转基因农作物的态度差异及其原因兼后果分析[J].经济社会体制比较,2016(6):165-179.

[2]刘银良.美国生物技术的法律治理研究[J].中外法学,2016,28(2):462-485.

[3]BROOKES G, BARFOOT P. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2016[M]. UK: PG Economics Ltd., 2018.

[4]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.

[5]展进涛,邓鹏程,谢锐.中国转基因玉米生物技术创新及其产业化经济效应研究[J].农业经济问题,2017,38(10):18-26.

[6]仇焕广,李新海,余嘉玲.中国玉米产业:发展趋势与政策建议[J].农业经济问题,2021(7):4-16.

[7]PILLARISETTI J R, KYLIE R. Economic and environmental issues in international trade and production of genetically modified foods and crops and the WTO[J]. Journal of Economic

Integration, 2004, 19(2): 332-352.

[8]胡冰川,周竹君.城镇化背景下食品消费的演进路径:中国经验[J].中国农村观察,2015(6):2-14,94.

[9]FINGER R, NADJA E, TIMO K. A meta-analysis on farm-level costs and benefits of GM crops[J]. Sustainability, 2011, 3(5): 743-762.

[10]张宗毅.“十四五”期间丘陵山区农田宜机化改造若干重大问题与举措[J].中国农村经济,2020(11):13-28.

The American Agricultural Administration System and the Commercialization of Genetically Modified Organisms: Impact of Promoting Genetically Modified Plants in China

Hu Bingchuan Liu Huijing

Abstract: Although there is still controversy, the development of genetically modified technology from laboratory technology to commercialization is an important progress in global agricultural development. In this historical process, the American agricultural system played an important role, especially in the legal restraint and policy reality. This article also starts from this and discusses the relationship between technological progress and commercial realization in the US agricultural system by tracing back to representative laws and policies related to the commercialization of genetically modified organisms in the US. From a development perspective, the historical experience of the US has reference value in promoting the commercialization of genetically modified organisms in China, especially in addressing economic and social impacts and related disputes. In order to concretize the issue, this article takes the comprehensive promotion and variety liberalization of genetically modified technology for Chinese corn varieties as an example to evaluate the specific economic impact of China's commercialization of genetically modified organisms. The results not only include the fact that the promotion of genetically modified crops will significantly increase China's grain production capacity margin, but also change the domestic agricultural production structure and profit distribution pattern, and even indirectly affect the agricultural trade structure between China and the US. This also puts forward new requirements for enriching and improving China's agricultural administration system, and plans a new chapter in strategy.

Key words: agricultural administration system; commercialization of genetically modified organisms; food security; high level openness