

中国农业温室气体排放研究

——基于农产品对外贸易的视角

闵继胜◎著

 安徽师范大学出版社

ZHONGGUO NONGYE WENSHI QITI PAIFANG YANJIU

中国农业温室气体排放研究

——基于农产品对外贸易的视角

闵继胜◎著



安徽师范大学出版社

· 芜湖 ·

本书受到以下项目基金的资助:安徽省高校人文社会科学研究重大项目“新型城镇化背景下安徽省城乡人口迁移对农业碳排放的影响机制研究”(编号:SK2015ZD15),国家自然科学基金青年项目“城乡人口迁移、新型农业经营主体发育与农业碳排放研究”(编号:71503005),中国博士后科学基金“新型城镇化背景下我国农业面源污染治理政策创新研究”(编号:2015M581237)。

图书在版编目(CIP)数据

中国农业温室气体排放研究:基于农产品对外贸易的视角/闵继胜著.—芜湖:安徽师范大学出版社,2016.12

ISBN 978-7-5676-2601-0

I. ①中… II. ①闵… III. ①农产品—对外贸易—影响—农业污染源—温室效应—气体污染物—研究—中国 IV. ①X511

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第202200号

中国农业温室气体排放研究

——基于农产品对外贸易的视角

闵继胜 著

责任编辑:祝凤霞

装帧设计:任 彤

出版发行:安徽师范大学出版社

芜湖市九华南路189号安徽师范大学花津校区 邮政编码:241002

网 址:<http://www.ahnupress.com/>

发 行 部:0553-3883578 5910327 5910310(传真) E-mail:asdcbsfxb@126.com

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

版 次:2016年12月第1版

印 次:2016年12月第1次印刷

规 格:700 mm × 1000 mm 1 / 16

印 张:9.75

字 数:150千

书 号:ISBN 978-7-5676-2601-0

定 价:26.00元

凡安徽师范大学出版社版图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换。

前 言

农业生产虽然能通过光合作用吸收一定量的二氧化碳，但是，生产环节的温室气体排放效应不容忽视。据联合国粮食及农业组织2006年的估计，仅生产和养殖两个环节，种植业中耕地释放的温室气体已超过全球人为温室气体排放总量的30.00%（150亿吨CO₂当量），农业养殖所带来的温室气体排放占全球总排放量的比重已达到18.00%。另外，如果将化肥、农药生产过程中的温室气体排放考虑进来，所占比重可能远远超过这一数字。因此，农业的碳减排对于我国总体减排目标的实现具有重要意义。

为此，2010年，我的导师胡浩教授以“建立以低碳排放为特征的农业产业体系和农产品消费模式研究”为题，成功申报了国家社会科学基金重大项目，当时我作为胡老师的博士生也参与了课题的申报工作。由于之前发表过一篇文章《基于VAR（向量自回归）模型的我国碳排放与经济增长关系的动态分析》，于是胡老师让我参与课题研究，并在项目中寻找博士论文选题。在阅读了大量的国内外相关文献和农业统计资料之后发现，从农产品对外贸易视角系统研究中国农业温室气体排放问题的文献缺乏。另外，我国农产品的对外贸易规模和结构不断变化，化肥、农药等要素的施用量也在不断增加，二者之间还存在一些简单的统计关系。在胡老师的鼓励下，我鼓起勇气，大胆进行了融合经济学、生态学、畜牧学等学科的研究工作，初步将博士论文题目定为《农产品对外贸易对我国农业温室气体排放的影响研究》，并顺利通过了博士论文开题，进入下一步的研究和论文撰写阶段。经过两年多艰苦的资料收集、数据分析、文献整理等研究工作，我完成了博士论文并通过了论文答

辩。其间，还将论文的阶段性研究成果在《中国人口·资源与环境》《软科学》《科技进步与对策》等期刊上发表，论文被多次引用，得到了同行的肯定和认可。

当然，博士论文的完成不是我研究的终点，而是新的起点，我的研究领域主要集中在农业碳减排和农村环境治理方面。近几年，我又陆续在《改革》《农业经济问题》和《农业技术经济》等期刊上发表了多篇学术论文。在安徽师范大学经济管理学院领导的关怀下，在安徽省高校人文社会科学研究重大项目和国家自然科学基金等的资助下，为总结近几年的研究成果，我将博士论文进行整理、修改和完善，以形成书稿，愿与学界同仁共同交流和进步，不足之处敬请批评指正。

本书主要包括以下五个方面的内容：第一，利用结构效应、规模效应和技术效应分析框架，定性分析了农产品对外贸易对中国农业温室气体排放的影响机理。第二，描述1991—2008年中国农产品进出口贸易的格局及结构演变，总结农产品进出口贸易的变化趋势及变动特征。第三，构建农产品温室气体排放量的测度模型，测算1991—2008年中国农业生产过程中的温室气体排放量。第四，借鉴Grossman等的研究方法，实证分析1991—2008年中国主要进出口农产品的温室气体排放效应。第五，参考Grossman和Krueger（1995）提出的经济增长与环境关系的经典计量模型，引入贸易开放度（出口导向率、进口渗透率）和农业环境变量（温室气体排放量），利用省际面板数据，实证分析农产品贸易开放度对中国农业生产温室气体排放的影响。

研究的主要结论如下：第一，1991—2008年中国农业生产的温室气体排放呈现上升趋势，地区分布不均现象明显。中国水稻的 CH_4 排放量呈下降趋势，而同期的 N_2O 和 CO_2 排放量却逐年升高；中国畜牧业 CH_4 和 N_2O 排放量均呈先升后降的趋势；种植业所占份额不断缩减，畜牧业所占份额呈增加趋势；从温室气体排放的地区特征来看，四川（为保持统计空间的前后一致性，本书中四川省1997年及以后的统计数据中含重庆市数据）、湖南、江苏、河南和安徽等农业大省一直位居全国前列，这与各地区的农业生产结构密不可分。第二，整体而言，中国主要农产品进出

口贸易呈现出显著的温室气体排放负效应，即有利于国内农业生产的温室气体减排。排放效应的分解结果表明：中国农产品对外贸易结构的优化呈现出显著的温室气体排放负效应；由于农业生产的技术进步速度缓慢，技术进步的减排效果并不明显，中国农产品对外贸易对国内温室气体减排呈现出显著的技术负效应；农产品对外贸易对中国国内温室气体排放呈现出显著的规模负效应。第三，农产品贸易开放度对中国农业生产的不同品种温室气体排放的影响不同。具体而言：农产品出口导向率和进口渗透率对农业生产的 CO_2 排放量影响显著，然而，二者对 CH_4 和 N_2O 排放量的影响并不明显。

目 录

1 导 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.3 研究目标、假说和内容	5
1.3.1 研究目标	5
1.3.2 研究假说	5
1.3.3 研究内容	6
1.4 研究方法	7
1.5 技术路线	9
1.6 创新之处	10
1.7 结构安排	10
2 概念界定与国内外研究综述	13
2.1 概念界定	13
2.1.1 贸易自由化	13
2.1.2 温室气体	14
2.1.3 农产品	14
2.2 国内外研究综述	15
2.2.1 贸易自由化对生态环境的影响研究	15
2.2.2 农产品对外贸易对农业环境的影响研究	17
2.2.3 农业生产温室气体排放的相关研究	19

2.3 本章小结	21
3 理论基础与分析框架	23
3.1 理论基础	23
3.1.1 比较优势理论	23
3.1.2 外部性理论	25
3.2 分析框架	26
3.2.1 农产品对外贸易的结构效应	27
3.2.2 农产品对外贸易的规模效应	30
3.2.3 农产品对外贸易的技术效应	32
3.3 本章小结	33
4 中国农产品进出口贸易格局及结构演变	35
4.1 中国农产品进出口贸易基本特征	35
4.1.1 农产品进出口贸易额波动幅度较大	37
4.1.2 农产品进出口贸易在商品对外贸易中的地位不断下降	38
4.2 中国农产品进出口贸易结构演变	39
4.2.1 中国农产品进出口贸易的产品结构变化	40
4.2.2 中国农产品进出口贸易的市场分布变化	44
4.2.3 中国农产品进出口贸易的国内地区分布变化	46
4.2.4 中国农产品进出口贸易的主体结构变迁	49
4.3 中国农产品进出口贸易与比较优势	52
4.4 本章小结	54
5 中国农业生产温室气体排放量的测算	55
5.1 农业生产温室气体排放量测算的研究概况	55
5.2 中国农业生产规模的发展概况及演变趋势	56
5.2.1 中国主要农作物品种播种面积的变化趋势	56
5.2.2 中国主要畜禽品种饲养规模的变化趋势	58

5.3 中国农业生产温室气体排放量的测算模型	59
5.3.1 种植业农业生产过程中温室气体排放量的测算模型	59
5.3.2 畜禽养殖过程中温室气体排放量的测算模型	60
5.3.3 温室气体排放量的主要计算参数	61
5.4 测算结果及变化趋势	66
5.4.1 中国农业生产的温室气体排放总量	66
5.4.2 中国农业生产温室气体排放的结构演变	72
5.4.3 本研究测算结果与相关研究的比较	73
5.4.4 中国农业生产温室气体排放的地区特征	75
5.5 本章小结	82
6 中国主要进出口农产品温室气体排放效应的分解	85
6.1 计量模型、数据来源与指标说明	85
6.1.1 计量模型	85
6.1.2 数据来源	87
6.1.3 指标说明	88
6.2 温室气体排放强度测算及其变化趋势	88
6.2.1 农作物温室气体排放量测算公式	88
6.2.2 畜禽温室气体排放量测算公式	89
6.2.3 农产品温室气体排放强度测算公式	89
6.2.4 测算结果及变化趋势	90
6.3 中国主要进出口农产品温室气体排放效应的分解结果	91
6.3.1 结构效应	91
6.3.2 技术效应	94
6.3.3 规模效应	97
6.4 本章小结	100

7 农产品贸易开放度对中国农业生产温室气体排放影响的实证分析 ——基于省际面板数据	103
7.1 计量模型、指标选取和数据来源	104
7.1.1 计量模型	104
7.1.2 指标选取	105
7.1.3 数据来源	105
7.2 计量方法、回归结果及分析	106
7.2.1 计量方法	106
7.2.2 回归结果及分析	109
7.3 本章小结	110
8 研究结论及政策建议	113
8.1 研究结论	113
8.2 政策建议	115
主要参考文献	117
附录：EViews7.0输出结果	125
附录1 面板数据的单位根检验结果	125
附录2 面板数据的模型运行结果	139
后 记	145

1 导 论

1.1 研究背景

农业生产活动直接作用于自然环境，伴随着化学农业、机械农业等的发展，农业已成为重要的温室气体排放源。据联合国粮食及农业组织（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO，下文简称“粮农组织”）2006年的估计，仅生产和养殖两个环节，种植业中耕地释放的温室气体已超过全球人为温室气体排放总量的30.00%（150亿吨CO₂当量），农业养殖所带来的温室气体排放占全球总排放量的比重已达到18.00%。2009年《世界观察》刊登的《牲畜与气候变化》一文中指出，牲畜及其副产品实际上至少排放了325.64亿吨CO₂当量的温室气体，占世界总排放量的51.00%，远远超过粮农组织先前估计的18.00%（Robert Goodland et al., 2009）。在中国，农业也是“排碳”大户，农业温室气体总排放量占全国温室气体排放总量的比重约为17.00%^①。这一比例还未考虑化肥、农药等农业投入品生产过程中排放的温室气体量，以及农业生产作业中农业机械等消耗的化石能源所间接排放的温室气体量。

节能减排是党中央、国务院做出的重大战略部署。农业和农村节能减排是国家节能减排的重要组成部分。《“十二五”节能减排综合性工作方案》明确将农业源污染物减排纳入国家总体减排目标。推进农业和农村节能减排，充分利用农业生产的废弃物，扩大农业生产规模，减少农

^① 胡启山. 低碳农业 任重道远[J]. 农药市场信息, 2010 (2): 1.

业生产过程中的温室气体排放量,不仅有利于保护和改善农村生态环境,提高农民生活质量,而且对于缓解中国的温室气体减排压力具有重要的现实意义。

自由贸易对中国农业的总体影响是利大于弊(黄季焜等,2005a;黄季焜等,2005b;刘宇等,2009),促进农产品的自由贸易符合中国的国家利益和长远利益。因此,过去几十年,中国为此做出了巨大努力,在放宽进出口市场准入的同时,采取了一系列措施以削减关税。中国于2001年12月11日加入世界贸易组织(World Trade Organization, WTO),承诺通过扩大市场准入、取消出口补贴等途径,促进农产品的自由贸易。自2001年以来,中国农业进口的平均关税水平从2001年的21.00%下降到2004年年底的17.00%;同时,中国的非关税壁垒措施也在不断减少。中国农产品贸易额由1978年的61.00亿美元增加到2008年的992.10亿美元,年均增长率约为9.70%^①。此外,产品结构也发生了变化,大豆、食用油、棉花等加工原料型农产品进口量激增,蔬菜等农产品出口量稳步增长。

目前,学者的共识是农产品自由贸易通过影响中国农产品的对外贸易结构,进而改变国内资源的配置和农业生产结构(杜晓君等,1998;黄季焜等,1999;赵慧娥,2005)。具体表现为:国内生产成本相对较高的农产品,如玉米、小麦、大豆和棉花等农作物,其播种面积和产量占农作物总播种面积和总产量(或总产值)的比重不断下降;相反,蔬菜和水果等农产品所占比重有所上升。因此,随着贸易开放程度的不断加大,中国农产品进出口贸易结构会发生改变,进而影响国内农业生产结构,并带来国内农业生产温室气体排放量的变化。

1.2 研究意义

对于对外贸易所产生的环境后果,国内外学术界观点不一,一些学者

^① 数据来源:2006年至2009年《中国农产品贸易发展报告》。

持消极观点,认为对外贸易的实施将直接导致环境的恶化;另一些学者则认为尽管自由贸易在短期内的环境效应是消极的,但随着时间的推移,对外贸易将对环境产生长期的积极影响。然而,前人的研究多集中于工业领域,针对农产品对外贸易对农业生产温室气体排放影响的研究相对较少。农业的发展关乎国家的稳定,粮食等农产品的生产更是具有重要的战略意义,因此,必须保证国内农产品的充分供给。实现国家的粮食安全,国内生产和借助于国际市场都是重要手段,即一国既可以自己生产,也可以通过对外贸易来获得农产品。农业生产需要土地、劳动力等各种生产要素的投入,与工业不同,土地资源是固定和不可再生的,而且农业技术进步速度缓慢,土地的边际生产率处于下降趋势,这就导致通过增加要素投入以提高单产的方法并不始终奏效。因此,要增加一种农产品的供应量就必须增加其生产规模,这就会压缩其他农产品的生产规模。受农业自身特性的影响,对于一国而言,若农产品对外贸易引起农产品的相对价格发生改变,则会促使农产品的生产规模发生改变,进而改变国内资源配置和农业生产结构。不同品种农产品农业生产过程中的要素投入品种和投入量存在差异,导致其温室气体排放强度发生改变,最终影响农业生产的温室气体排放量。那么,农产品对外贸易对于农业生产温室气体排放的影响程度和方向究竟如何呢?

普遍的共识是中国小麦、玉米、棉花、大豆等土地密集型农产品的生产已不具备明显的比较优势,而蔬菜、肉类等劳动密集型农产品的生产则具备明显的比较优势(刘剑文,2004;黄季焜等,2005a;黄季焜等,2005b;刘宇等,2009)。这可能会导致小麦、玉米、棉花、大豆等土地密集型农产品的国内生产规模缩减,蔬菜、肉类等劳动密集型农产品的国内生产规模扩张。不同农作物及畜产品农业生产过程中的温室气体排放量不同,以种植业为例,劳动密集型农作物和土地密集型农作物的化肥、农药等要素投入量存在很大差异。与小麦、玉米等农作物相比,蔬菜和水果等的化肥、农药等要素投入量较多(黄季焜等,2005b),而化肥、农药等农业生产要素的生产过程和施用过程都会带来温室气体的排放。相关研究结果表明,不同畜产品农业生产过程中的温室气体排

放量也存在很大差异。因此,根据大卫·李嘉图的比较优势理论,随着改革开放的不断深入和贸易开放程度的不断加深,在中国农产品的对外贸易中,劳动密集型农产品的出口量和土地密集型农产品的进口量增加,会导致国内劳动密集型农产品的生产规模扩张、土地密集型农产品的生产规模缩减,从而可能会促使国内农业生产的温室气体排放量发生改变。

经济增长带来的国内农产品需求增加、生产技术条件和市场环境改善等,会促使国内资源配置和农业生产结构发生改变,进而影响农业生产的温室气体排放量。但是,农产品对外贸易在一定程度上会有助于国内经济发展水平和农业生产技术的提升,带来国内农业生产温室气体排放量的变化。本书只关注农产品对外贸易对中国农业生产结构调整、资源配置的影响,进而测算其对国内农业生产温室气体排放量的影响,因此,经济增长等其他因素的影响不在研究范围之内。

本书关注的主要问题是:农产品对外贸易对中国农业生产温室气体排放的影响机理如何?近几十年来,随着贸易开放程度的不断加大,中国农业生产的温室气体排放量究竟有何变化,变化趋势如何?中国主要农产品进出口贸易的温室气体排放效应如何?农产品对外贸易是否会增加中国农业生产的温室气体排放量,影响程度如何?

本书通过分析农产品对外贸易对于中国农业生产温室气体排放的影响,农业生产温室气体排放的变化趋势,以及农产品进出口贸易的排放效应,可以为今后的相关研究提供新的研究思路和分析方法,具有一定的理论意义。此外,对于中国而言,人口增长、收入增加等因素都会增加国内农产品的需求量,改变农产品的需求结构。在保证国内农产品充分供给的条件下,农产品的出口规模和结构变化均会影响国内的农业生产结构和规模;同理,农产品的进口规模和结构变化亦是如此。因此,农产品的对外贸易结构和规模,通过影响国内农业生产的结构和规模,影响国内各种农业生产要素(化肥、农药等)的投入数量和品种结构,从而改变国内农业生产的温室气体排放量。由于农业生产过程中化肥等要素投入,以及畜禽的粪便排放是重要的温室气体排放源,农业上的节能减排不容忽视。随着农产品对外贸易规模的日益扩大,对外贸易引起

的温室气体排放对我国农业生产温室气体减排产生的压力也不可小视。因此,本书的结论可以为今后中国选择合适的农产品对外贸易与农业环境保护政策,实现农业生产的温室气体减排与农产品对外贸易的协调发展提供一定的决策参考。

1.3 研究目标、假说和内容

1.3.1 研究目标

研究的总目标:在测算中国农业生产温室气体排放总量的基础上,对农产品对外贸易对中国农业生产温室气体排放的影响进行理论和实证分析。

研究的具体目标如下:

目标 1: 测算 1991—2008 年中国农业生产过程中的温室气体排放量,为实证分析农产品贸易开放度对中国农业生产温室气体排放的影响提供数据支撑,并厘清农产品贸易自由化程度不断加大的背景下,中国农业生产温室气体排放的演变趋势。

目标 2: 基于效应分解模型,分析中国主要进出口农产品的温室气体排放效应。

目标 3: 实证分析农产品贸易开放度对中国农业生产温室气体排放的影响。

1.3.2 研究假说

为了实现以上研究目标,本书提出如下研究假说:

中国劳动力资源丰富、土地资源稀缺,根据比较优势理论,随着农产品贸易开放度的不断加大,国内农业生产结构会发生改变;此外,由于不同农产品农业生产过程中的要素投入量存在差异,其温室气体排放强度也各不相同。

假说 1: 农产品贸易开放会诱导中国农业生产温室气体排放量发生

改变。

高排放强度农产品的出口规模增加、进口规模缩减，低排放强度农产品的出口规模增加、进口规模缩减，均会诱导国内农业生产规模增加。由于不同农产品的温室气体排放强度存在差异，不同排放强度农产品的净出口份额变化也会影响国内农业生产的温室气体排放量。

假说2：高排放强度农产品的净出口份额提升会增加国内农业生产的温室气体排放量，而低排放强度农产品的净出口份额提升则有助于减缓温室气体排放压力。

农产品贸易开放程度表现为农产品出口导向率和进口渗透率的高低。农产品出口导向率提高，表明该国对于农产品出口的依赖程度提高，会增加其国内农业生产的规模与要素投入量；相反，农产品进口渗透率提高，表明该国对于农产品进口的依赖程度提高，会缩减其国内农业生产的规模与要素投入量。

假说3：农产品出口导向率提高，会增加国内农业生产的温室气体排放量；农产品进口渗透率提高，有助于国内农业生产的温室气体减排。

1.3.3 研究内容

第一，根据经济学理论和原理，定性分析农产品对外贸易对中国农业生产温室气体排放的影响机理。

第二，描述1991—2008年中国农产品进出口贸易的格局及结构演变，厘清中国农产品进出口贸易的变化趋势及演变特征，为下文的研究提供现实佐证。

第三，根据联合国政府间气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）（2006）、粮农组织（2004）和其他学者所提供的农产品生产过程中的温室气体排放系数，构建农产品温室气体排放量的测度模型，测算1991—2008年中国农业生产过程中的温室气体排放量，为下文的研究提供数据支撑。

第四，借鉴Grossman等（1991）、Chai（2002）和李怀政（2010）的研究方法，构建效应分解模型，实证分析1991—2008年中国主要进出口

农产品的温室气体排放效应。

第五,参考Grossman和Krueger(1995)提出的经济增长与环境关系的经典计量模型,引入贸易开放度(出口导向率、进口渗透率)和农业环境变量(温室气体排放量),利用省际面板数据,实证分析农产品贸易开放程度对中国农业生产温室气体排放的影响。

1.4 研究方法

在测算中国农业生产温室气体排放量的基础上,通过理论和实证分析,探讨农产品对外贸易对中国农业生产温室气体排放的影响。在研究过程中,综合运用规范和实证分析,经验和计量模型分析,以及归纳和演绎的逻辑分析方法。

(1)规范分析与实证分析相结合。在阅读国内外大量文献的基础上,借鉴已有的农业经济学、环境经济学和国际贸易的有关理论,对农业生产的温室气体和比较优势等相关概念进行阐述和界定;在厘清中国农产品对外贸易和农业生产温室气体排放的概况以及区域分布的基础上,运用规范分析方法,建立农产品对外贸易对中国农业生产的温室气体排放影响的理论分析框架,为下文的实证研究提供理论支撑。

(2)经验分析与计量模型分析相结合。在对客观现实进行经验分析的基础上,运用计量模型,对数据进行回归分析,以验证本书的逻辑推理和研究假说。具体的温室气体排放量的测算方法及农产品对外贸易对温室气体排放量影响的计量模型如下:

①种植业温室气体排放量的测度方法。

$$CH_{4crop} = \sum_{i=1}^n s_i \times \alpha_i \quad (1-1)$$

$$N_2O_{crop} = \sum_{i=1}^n (s_i \times \beta_i + Q_i \times \gamma_i) \quad (1-2)$$

$$CO_{2crop} = \sum_{i=1}^n T_i \times \chi_i \quad (1-3)$$