

气候变化与 中国粮食安全

居輝 熊伟 马世铭 谢立勇等著



气候变化与中国粮食安全



居 輝 熊 伟 马世铭 谢立勇等著

學苑出版社

图书在版编目 (CIP)数据

气候变化与中国粮食安全 / 居辉等著. — 北京: 学苑出版社, 2008.10

ISBN 978-7-5077-3158-3

I. 气… II. 林… III. 气候变化—影响—粮食—问题—研究—中国 IV. F326.11 P468.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 150584 号

责任编辑: 陈 真

装帧设计: 徐徐书装

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100079

网 址: www.book001.com

电子信箱: xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话: 010-67674055 67675512 67678944

经 销: 新华书店

印 刷 厂: 北京正道印刷厂

印 张: 5.25

开本尺寸: 787×1092 1/16

字 数: 50 千字

版 次: 2008 年 10 月北京第 1 版

印 次: 2008 年 10 月北京第 1 次印刷

定 价: 20.00 元

本书作者

中国农业科学院 林而达 居 辉 熊 伟 马世铭 杨 修 马春森
马占云 王贺然 李迎春 韩 雪 郝兴宇
沈阳农业大学 谢立勇
内蒙古农业大学 李立军

摄 影

© 绿色和平 / John Novis 匡 钢 马美艳 黎民富
耿云生 张 涛 杜 江 部分图片由 CFP 提供

绿色和平协调员 潘文婧 李 雁 罗媛楠 郑明清

GREENPEACE 绿色和平

目 录

1

摘要

5

第一章 中国农业与气候变化

- 1.1 观测到的气候变化对我国农业的影响 /6
- 1.2 预估未来气候变化对农业影响 /11
- 1.3 气候变化与未来粮食安全 /16

25

第二章 生态农业与气候变化

- 2.1 生态农业的特点 /26
- 2.2 生态农业模式的内涵与类型 /28
- 2.3 生态农业与气候变化响应的关系分析 /29
- 2.4 生态农业模式案例分析 /32

37

第三章 生态农业与气候变化的减缓和适应

- 3.1 生态农业与减少 GHG 排放 /38
- 3.2 生态农业与固碳 /42
- 3.3 生态农业与病虫害防治 /46
- 3.4 生态农业与生物多样性保护 /50
- 3.5 生态农业与农民生计多样化 /53

62

第四章 生态农业应对气候变化的案例

- 4.1 辽宁省冬麦北移 /63
- 4.2 内蒙古旱地保护性耕作 /65
- 4.3 农田林网生态农业模式 /71
- 4.4 农业适应的区域发展案例 /72

75

第五章 生态农业适应气候变化的对策与建议

- 5.1 开展气候变化条件下的生态农业建设 /76
- 5.2 普及低成本的生态农业适应技术 /76
- 5.3 提高公众的生态农业和气候变化适应意识 /77
- 5.4 制定适应行动的激励政策 /77
- 5.5 适应的行动建议 /78

摘要



全球气候变化已经成为人类面对的一个重大挑战,将对人类活动的各个方面产生影响,其中包括对人类赖以生存的农业生产的影响。对于中国而言,农业一直是社会和经济发展的基石,但由于我国农业人口多,资源压力大,地域类型复杂、各地气候差异明显等特点,致使我国农业成为气候变化影响最敏感的领域之一。在此背景下,生态农业显示出明显的优势。分析气候变化对我国农业与粮食安全的影响,规避气候变化风险,制定与实施正确的应对措施,特别是大力发展生态农业,对我国农业可持续发展和国家安全稳定均具有重大意义。

气候变化威胁粮食安全

气候变化主要通过温度、水资源、极端天气事件、土壤、病虫害等因素影响农业生产,并因区域和季节而异。总体而言,气候变化对我国农业的影响利弊并存,但以负面影响为主。气候变化将造成我国未来粮食生产波动增大,甚至对我国的粮食安全构成威胁。

气候变化以温度上升为主要特征,而温度升高能够直接影响作物的生长发育,从而影响粮食生产能力。预测显示,今后20~50年间,农业生产将受到气候变化的严重冲击。按照目前的趋势,全国平均温度升高2.5~3℃之后,气候变化将导致我国三大主要粮食作物(水稻、小麦和玉米)产量持续下降。最新研究的初步结果显示:温度升高、农业用水减少和耕地面积下降会使中国2050年的粮食总生产水平下降14%~23%。^①

受气候变化影响,在我国北方地区,温度的升高将加剧水资源短缺,特别是在北方干旱和半干旱区情况更为严重,沙漠化趋势进一步恶化;在长江中下游等地区,强降水事件频率将有所增加,洪涝灾害加重。干旱或降水的发生直接影响或终止农业生产进程,使

一些作物受灾减产或绝收。

在气象灾害面前,我国农业相对脆弱。中国每年因各种气象灾害造成的农作物受灾面积达五千万公顷。随着未来热浪、暴雨、旱涝、台风等极端天气灾害的频率和强度的加剧,农业生产可能遭受更大的损失。

气候变化导致土壤微生物活性提高,加速土壤有机质和氮的流失,从而加速土壤退化、侵蚀、盐渍化的发展,削弱农业生态系统抵御自然灾害的能力。

气候变化带来的环境变化会加剧病虫害的流行和杂草蔓延。目前我国农业因病虫害造成的损失大约为农业总产值的20%~25%。冬季增温将使北方许多害虫和病原物容易越冬,一年中害虫世代数增多,农田多次受害的机率增大,农业生产将可能面临更多来自病虫害的威胁。

另一方面,气候变化使我国长期形成的农业生产格局和种植模式受到水热条件变化等冲击,特别是纬度较低的地区,但却为中高纬度和高原区发展多熟种植制度带来了可能,比如黑龙江省的水稻种植,还有东北地区的冬麦北移。

为了减少气候变化对农业的负面影响,农药、化肥的施用量和灌溉用水量均相应增大,加上进行土壤改良和水土保持的费用也在增大,都使农业的投资增加,提高了农业生产成本。

目前,受需求增长的影响,特别是严重自然灾害导致世界粮食减产和粮食储备连续下降等因素影响,加上生物燃料异军突起,全球粮价飞涨,而气候变化将有可能使这种局面进一步恶化。对我国来说,气候变化将给粮食生产带来冲击。结合未来粮食需求增长分析,未来气候变化将会影响我国粮食的供需平衡。在温室气体高排放情景下,我国未来社会发展的基本

^① 与2000年的5亿吨粮食生产水平相比。

粮食供给将有可能在2030年前后出现粮食缺口；在中低排放情景下，未来社会发展的基本粮食供应将不存在问题，而社会长期可持续发展的粮食需求将无法得到满足。

在此情况下，发展合适的适应政策尤为重要，除了有效利用良好的灌溉条件、调整播种日期、适当更替品种之外，应当更大力度地发展生态农业这种既有助于实现农业减排，又能够保证农业生产的一举两得之选。

生态农业的优势

本书提出，与现有的过度依赖化肥和农药的农业生产模式相比，综合的生态农业体系既可以有效地减少温室气体的排放，而且也由于其本身的特点，它在气候变化带来的温度升高、水资源匮乏、极端天气事件频发、土壤变化和病虫害频发等情况下，能够更好地适应和保证我国农业生产和粮食安全。

生态农业的主要特点是通过生物措施保持土壤肥力，尽可能减少外部投入，最大限度减少对人工合成的化肥、农药的依赖，更多地利用自然的调控机制，合理利用和保护自然资源，建立因地制宜的多样化生产模式。

生态农业模式具有减排和固碳功能，可以减少温室气体的排放。

首先，生态农业系统能够减少甲烷等温室气体的排放。报告指出稻—鱼生态农业系统改善了土壤的氧化还原状况，显著降低了甲烷排放通量，而稻—鸭系统也有利于改善田间小气候，减少甲烷的排放；发展农村沼气可以减少有机肥处理过程中的甲烷排放，在2010~2050年间，沼气替代生物质能和煤炭可使CO₂年排放减少307.77~4592.80万吨，SO₂年排放减少13.11~98.87万吨，使用有机肥还能减少对氮肥

的依赖，降低氧化亚氮的排放。

其次，生态农业具有固碳作用。本书说明实施退耕还林还草、减免耕、秸秆还田等保护性耕作的生态农业方式，能够极大地增加我国的碳储量，改善生态环境，减缓气候变化的影响。

生态农业作为一种综合的、系统的、因地制宜的农业生产方式，与其他方式相比能够更好地应对气候变化。本书通过辽宁省冬麦北移和内蒙古自治区保护性耕作等具体案例说明了生态农业适应气候变化的潜力。

生态农业能有效控制病虫害，减少农药投放量。比如增加农田的物种多样性，利用物种间相生相克的自然规律，能够有效地减轻植物病害的危害，可大幅度减少化学农药的施用和环境污染。

在我国云南省进行的试验表明，净栽易感的糯稻品种，稻瘟病的平均发病率为20%，而与其他品种混栽，稻瘟病发病率则仅为1%。杂交稻与糯稻混栽减少了因稻瘟病和倒伏引起的产量损失，增产6.5%~8.7%。综合使用物理的、农业的及生物的防治措施也可以达到更好的控制农业病虫害的目的。

本书指出通过在保护地黄瓜间作莴苣，采用稻—鸭、稻—鱼等综合种养模式可以实现病虫害的综合防治，不仅增加了农民收入，而且降低了除草剂和杀虫剂对自然生态系统的人为干扰。有研究表明，稻—鸭共作对稻飞虱的综合防效达到65.5%，连续4年稻—鸭共作，对田间杂草的控制效果甚至高达99%，可使水稻纹枯病病率减少56.0%，病株率减少57.7%。气候变化有可能导致病虫害加剧，而生态农业模式下，既能保证一定的粮食产量，又有利于减少农业污染。

辽宁省和内蒙古自治区案例具体分析了生态农业模式在应对气候变化中的重要作用。冬麦北移能高效的利用土地和气候资源，改进间套作模式，增加复种

指数,为生态农业的发展和气候变化的适应起到积极的作用。保护性耕作通过免耕、少耕、地表覆盖等措施,可以增加天然降水渗入,大幅度减少地表径流和蒸发,增强抗旱节水能力,有效缓解气候变化带来的不利影响。保护性耕作可以调节旱作农田的温度和水分变化、降低农田呼吸和增加土壤碳储量、防止风蚀水蚀和防御沙尘暴、改善农户生计和增加农民收入,对提高气候变化适应能力具有一定的实施潜力。另外,农田林网是农林结合的复合农业系统,具有防止风沙干旱、调节气候、改善农业条件、保障农业高产稳产等功能,也能够更好地适应和减缓气候变化。

政策建议

面对严峻的气候变化的挑战,制定适宜的应对措

施,对于保障粮食安全推进中国的可持续发展具有十分重要的作用。

在适应气候变化方面,本书认为应积极开展生态农业,以促进环境发展和农业稳定。具体建议为:

1. 开展气候变化条件下的生态农业建设;
2. 普及低成本的生态农业适应技术;
3. 提高公众的生态农业和气候变化适应意识;
4. 增加农资补贴,保证农民利益和种粮积极性;
5. 加强农业基础建设和农业科技创新,因地制宜地开展各种适应措施。

在开展农业适应措施的同时,大力调整我国能源结构,提高能源使用效率并发展可再生能源,以控制温室气体排放,从而从源头上减缓气候变化也是必不可少的。





全球温室气体增加导致的气候变暖已成为人们关注的焦点。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四次评估报告明确指出,最近一百年 (1906~2005年) 全球平均地表温度上升了 0.74°C , 自 1850 年以来最暖的 12 个年份中有 11 个出现在近期的 1995~2006 年 (除 1996 年)。多模式多排放情景的研究预估,到 21 世纪末,人类活动造成的温室气体增加将使地表平均气温比 1990 年增加 $1.1\sim 6.4^{\circ}\text{C}$, 平均海平面增高 $18\sim 59\text{cm}$, 尽管预测的结果中还有一定的不确定性,但气候变化对人类的影响已成为公认的事实。

农业一直以来都是我国社会发展的基础,但我国农业人口多,生产面积大、地域类型复杂、气候差异显著,因此也是气候变化最敏感的领域之一。同时,我国几亿人依赖农业生存,气候变化会造成我国大多数主要作物水分亏缺,生育期缩短,产量下降;使我国现行的农业种植制度发生改变;未来农业气象灾害会更加频繁,农业生产的不稳定性加大,农业在气候变化下变得更加脆弱。中国是一个农业大国,也是一个人口大国,气候变化对农业的影响由于作物种类、区域、环境条件等因素的不同而不同。农业生产特别是粮食生产直接关系到社会的稳定和可持续发展,明确气候变化对我国农业与粮食安全的影响,规避气候变化风险,把握发展机遇,对农业持续发展和国家安全稳定都具有重要意义。

1.1 观测到的气候变化对我国农业的影响

气候变化以温度上升为主要特征,我国近 100 年来增温 $0.5\sim 0.8^{\circ}\text{C}$, 近 50 年以增暖尤其明显,且主要发生在 20 世纪 80 年代中期后。1951~2001 年,我国年平均气温整体的上升趋势更加明显,51 年间平均气温上升了约 1.1°C , 四季平均气温都呈上升趋势,其中

冬季上升趋势最明显,其次是春季 (气候变化国家评估报告, 2007)。我国近百年来的年降水量变化不明显,仅有微弱的减少,但年际和年代际间存在一定的振荡。从 1902~2001 年季节降水量变化来看,秋季和春季分别减少了 27.3mm 和增加了 20.6mm , 而夏季和冬季的变化趋势则不明显。从近 50 年来看,我国年降水量呈现小幅增加,但地区差异明显,东北东部、黄淮海平原和山东半岛、四川盆地以及青藏高原部分地区的年降水量出现不同程度的下降趋势,其余地区降水量出现不同程度增加 (气候变化国家报告, 2007)。

1.1.1 对农业生产环境的影响

气候变化主要通过温度、降水、 CO_2 浓度、极端天气及气候事件等影响农业, 并因区域和季节而异。总体而言,气候变化对我国农业的影响利弊并存,但以负面影响为主。

温度 气温上升改善了农业热量条件,我国北部地区表现相对明显,高温使区域的低温冷害减少,种植期延长。例如,辽宁省苹果生产中遭遇 ≥ 4 级冻害的频率已由上世纪 50 年代的 80% 下降到 20%, 冻害程度明显降低 (李丕杰等, 2001), 吉林省的玉米品种熟期较以前延长了 $7\sim 10$ 天, 且中晚熟品种种植面积增长迅速 (潘铁夫等, 1998)。温度升高也改善了西北地区的作物生长有效积温, 甘肃省日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间活动积温 1987~2003 年与 1961~1986 年相比平均增加 161°C , 该地区 $< 0^{\circ}\text{C}$ 期间负积温绝对值的年代际变化呈持续减少趋势 (刘德祥等, 2005)。抗寒能力低的水果产业在西北地区得到发展,以往仅是小范围家庭种植的葡萄、苹果现在大规模种植,促进了区域酿酒和水果加工经济发展 (居焯等, 2007a)。

但地表温度的上升也给我国农业发展带来诸多不利条件。对于作物个体来讲,温度升高会增加农作物的呼吸消耗,影响光合作用的进行,子粒灌浆不充分,

导致作物减产。此外,较高的温度还可能加快农作物的生育进程,甚至中断或终止作物的正常生育过程(杨永岐等,2001)。高温胁迫也会导致作物的水分胁迫更加严重,使水分成为农业生产的重要限制因子,导致缺水干旱严重,农业生态环境更加脆弱。气温的升高对农作物害虫的繁殖、越冬、迁飞等习性产生明显影响,使作物和家畜病虫害的地理范围扩大,尤其是目前受热量限制的病虫害会向较高纬度地区扩散,使中高纬度地区的病虫害加重(蔡运龙等,1996)。如果作物无法适应其生长地区的温度变化,人们不能根据温度上升的幅度和当地气候特点及时调整种植结构和制度,温度上升的负面影响可能会抵消其为改善农业生产环境所带来的正面影响。

降水 由于气候变暖导致水分蒸发量增加,降水量相应增加。在20世纪,全球陆地降水增加了约2%(Jones P D, et al., 1996; Hulme, M et al., 1998),但我国降水的有效性区域差异明显。在我国北方地区,由于温度的升高,积雪融化提前,雨季提前,夏季干旱较为明显,北方干旱和半干旱区情况更为严重,沙漠化趋势进一步增加(王铮等,2001;叶柏生等,2006)。近20年来,中国黄土高原土壤湿度下降、华北地区有暖干化趋势,导致北方地区可用水量减少(陈少勇等,2008;居辉等,2007b)。尤其近10年来,南涝北旱现象尤为明显,不仅洪灾受灾面积增加,而且旱灾受灾面积也在增加,突出表现为1998年长江流域大水和2003年的淮河流域大水,以及上世纪90年代中后期黄河下游愈演愈烈的断流问题(叶柏生等,2006)。与降水相关的极端气候事件变化具有明显的区域性,近50年来长江中下游流域和东南丘陵地区夏季暴雨日数增多较明显,西北地区强降水事件频率也有所增加。中国西北东部、华北大部和东北南部干旱面积呈增加趋势。干旱或强降水的发生直接影响或终止农业生产进程,导致一些作物受灾减产或绝收。

大气 气候变暖主要是由于人类活动向大气排放的温室气体增加所致,其中 CO_2 是主要的温室气体之一,其增温贡献占到全部温室气体的一半以上。 CO_2 浓度的增加,使绝大部分作物的 CO_2 交换速率、净同化速率、生物量和产量增加,而气孔导度、蒸腾却相应降低,所以其直接效应有利于作物光合利用率提高,对作物有增产作用,一般而言,C3作物(如小麦、水稻、大豆等)较C4类作物(如玉米、高粱等)增产表现明显(吴志祥等,2004)。 CO_2 浓度的增高,导致植物的光合作用增强,还会使作物根系吸收更多的矿物元素,有助于提高作物产品的矿物元素含量。气候变化后植株代谢过程中含碳量增加,含氮量相对降低,蛋白质会降低,粮食品质有所降低,经济系数也可能下降;对豆科作物而言, CO_2 增加可通过光合作用速率提高而增加其固氮能力,但温度的升高又会减弱固氮作用和增加固氮过程中氮的能量消耗,气候变化会使豆类的含油量和油分碘值下降,而蛋白质含量有增加的趋势(吴志祥等,2004)。因此,在农产品加工过程中,对于不同作物及其品质特性需要加以考虑。

土壤 气候变化导致土壤微生物活性提高,增加了土壤有机质和氮的流失,加速了土壤退化、侵蚀、盐渍化的发展,削弱了农业生态系统抵御自然灾害的能力。在内蒙古草原区,近20年来冬季增温明显,春旱加剧,沙尘暴现象日趋明显和严重,经常淹没农田、草场等,使草原的生产力和载畜量下降,给畜牧业带来严重损失;东北地区的降水变率增大,极端气候事件(旱涝灾害)的频率和强度明显加强,干旱的现象已经使有些地区出现了土壤盐碱、荒漠化现象,降低了农业生产环境质量;独特的地形和气候使我国西南地区山地灾害频繁,水土流失严重,灾害导致当地土壤质量下降,土壤肥力损失较大,粮食减产严重,四川省坡耕地因为水土流失每年减少粮食产量490万吨,严重影响当地农业经济的发展。土壤有机质分解产生的



干旱影响了春耕



干旱影响了春耕

CO_2 和 CH_4 等温室气体也会改变全球碳循环(居焯等, 2007a)。

1.1.2 对农业生产模式的影响

种植制度调整 由于区域热量条件的改变, 气候变化使我国长期形成的农业生产格局和种植模式受到冲击, 特别是目前纬度较低的地区, 但却为中高纬度和高原区发展多熟种植制度带来了可能(徐斌等, 1999; 邓可洪等, 2006)。1986~1995年的10年间, 中国耕地复种指数增加了9.5%, 东北地区耕地复种指数达102%(杜鹃等, 2007)。近20年来黑龙江省水稻种植面积扩展迅速, 以前由于温度限制的水稻禁区伊春、黑河, 如今也可以种植水稻(潘华盛等, 2002)。温度的升高虽然为农业生产提供了更多的热量资源, 但同时也存在诸多的不利方面。由于气候条件的改变, 一些传统的技术正在失去以往的优势, 例如以往北方地区为第二年保墒、疏松土壤, 冬季田间

灌水用以杀死病虫害,但由于气候变暖,冬水的作用逐渐减弱,反而增加了水资源的损耗。所以应注意,在温度升高的同时,土壤水分的蒸散量也将加大,一些作物的可利用水资源量会减少,这种热量资源增加的有利因素可能会由于水资源的匮乏而无法得到充分利用(居辉等,2007a)。如在蒸发大于降水的西北地区,即使热量改善,但要增加熟制,水分供给依然是主要的限制因素。

病虫害加剧 气候变暖会加剧病虫害的流行和杂草蔓延,目前在我国北方地区出现一些以前没有或是较少的病虫害,尤其是春、秋发生的种类、数量、面积都较过去增加。气候变化(尤其冬季增温)使北方许多害虫和病原物容易越冬,使病原和虫源基数增大;温度升高使害虫发育起点提前,越冬休眠期推迟,一年中害虫世代数增多,农田多次受害的机率增大; CO_2 增高使植物含氮量下降,引起害虫采食量增大,以满足其对蛋白质的生理需求,农作物的改变和复种指数的增加可能更有利于害虫和病原物的传播和危害(吴志祥等,2004)。如1987年长江三角洲地区稻飞虱大规模爆发,其成因与前期南方地区暖冬少雨有着密切关系;此外,气温升高对农作物害虫的繁殖、越冬、迁飞等习性产生明显影响,使作物和家畜病虫害的地理范围扩大,病虫害的治理难度将加重,环境危害增加,利用生态农业的理念,采用生物防治措施是一个可行的治理病虫害途径。

农业成本和投资需求增加 气候变化导致农业投入增加,以减少负面影响,改善农业生产环境。农业病虫害加重,杂草蔓延,土壤有机质分解加快,化肥释放周期缩短,可使农药的施用量增大,加上气候变化还会提高灌溉成本,进行土壤改良和水土保持的费用增大,都使农业的投资增大,提高了农业成本。另一方面,农业生态环境向不利的方向发展也使农业成本增大。

极端气候增加且损失增大 温度上升在全球是不均匀的,从而影响到全球天气系统的热动力机制,由此造成极端天气事件时间和分布的改变,灾害频率和强度加大。极端气候是造成我国农业大幅度减产和粮食产量波动的重要因素。据1950~2001年的旱灾资料统计,我国年均受旱面积2000多万公顷,其中成灾930万公顷,全国每年因旱灾损失粮食1400多万吨,占同期全国粮食产量的4.7%(成福云,2002);1950~2006年,我国年均洪涝受灾面积967多万公顷,成灾542多万公顷,其中2006年是我国创纪录的暖年,同年特大干旱、登陆台风和超强台风强度明显提高(秦大河等,2007)。极端气候对畜牧业生产也会产生致命危害,我国牧区在一般年份牲畜死亡率在5%左右,但在寒潮、暴风雪、急剧降温等灾害年份的死亡率可高达24%(吴孝兵,2001)。我国每年因各种气象灾害造成的农作物受灾面积达五千万公顷,受重大气象灾害影响的人口达4亿人次,造成的经济损失平均达2000多亿元人民币,相当于国内生产总值的1%~3%。气象灾害中影响最大的是旱灾,其次是洪涝和风雹灾害。2008年初,我国长江中下游至江南地区发生了历史罕见的低温雨雪冰冻灾害,灾害发生区域的最大连续低温日数、最大连续降雪量和最大连续冰冻日数均为1951年以来历年冬季的最大值,综合各种指标统计其强度为百年一遇(王遵亲等,2008)。据民政部统计,2008年冰冻雨雪灾害受灾人口达1亿多人,直接经济损失超过1500亿元,为近50年来同类灾害之最。极端气候灾害对热量资源、农作物种植结构与种植方式、病虫害害、农作物生长发育、产量和品质都会产生影响,甚至导致我国农作物气候适应性脆弱、农业病虫害加剧,最终导致沙漠化、盐碱化等(魏瑞江等,2007)。

从以上的叙述和分析可以看出,气候变化给某一地区带来的总体影响是正面还是负面,要综合考虑,

可以说气候变化给我国农业不仅带来了机会,也带来了挑战,如何应对气候变化已成为亟待解决的问题。因此气候变化条件下,及时调整农业生产结构,开发新的适应技术,发展生态农业建设,是农业持续稳定发展的必要途径。

1.2 预估未来气候变化对农业影响

1.2.1 主要粮食生产能力和农业环境的预测

气候变化对农业生产影响评价的一个重要研究内容,是气候变化对我国粮食生产和农业环境的影响,这一直受到学术界和有关政府部门的广泛关注,对此国内外学者开展了大量的研究工作。

未来CO₂浓度增加,气温升高,在生理上直接影响作物的生长发育,从而影响粮食生产能力。研究认为,较高的CO₂浓度可以提高作物的水分利用效率和光合作用效率,有利于粮食生产,其中CO₂浓度升高对C3作物(如小麦、水稻、大豆等)正效应更明显(白莉萍, 2003; Nowak, 2004; Kimball et al., 2002)。然而温度升高又给作物产量带来负面影响,

会抵消CO₂肥效作用,特别是异常高温会导致不育(Matinez, 2005)。国内外学者利用模拟方法评价了现有的不同气候变化情景下未来(2010~2100年)全球三大作物(小麦、玉米和水稻)产量变化,结果表明,在CO₂浓度倍增时,高纬度地区温度增加较明显,北半球发达国家的小麦、水稻、玉米将不同程度增产;在中纬度的谷物地带,如美国中部、西北欧等地区,小麦等将会减产;在北欧,小麦、玉米和其他谷物的产量将依赖于降水的变化。

就我国而言,今后20~50年间由于受气温升高的影响(对应着IPCC颁布的最低稳定浓度450~500ppm和600ppm两个情景,具体见表1-1),作物生育期将缩短,农业生产将要受到气候变化的严重冲击(表1-2),如果不采取任何措施未来气候变化将导致我国水稻、玉米和小麦大面积减产(张建平, 2007; 杨修等, 2004, 2005; 孙芳等, 2005; 熊伟等, 2005a; 居辉等, 2005),到21世纪中叶,小麦、水稻、玉米几种作物的产量最多将下降23%(Lin et al., 2005);而且不同区域产量变化存在差异(图1-1),主产区减产明显,个别非主产区减产幅度相对较小,甚

表 1-1 气候变化情景 (与基准气候 1961~1990 年的比较值)

时段	A2 (中-高排放情景)			B2 (中-低排放情景)		
	温度上升 (℃)	降水增加 (%)	CO ₂ 体积百分 含量 (10 ⁻⁶ v)	温度上升 (℃)	降水增加 (%)	CO ₂ 体积百分 含量 (10 ⁻⁶ v)
2020s (2011~2040 年)	1.4	1	440	1.5	3	429
2050s (2041~2070 年)	3.0	5	559	2.7	5	492

(气候变化国家评估报告, 2007。A2: 中高温室气体排放情景, 反映区域性合作, 对新技术的适应较慢, 人口继续增长; B2: 中低温室气体排放情景, 方案假定生态环境的改善具有区域性。)

表 1-2 预测的未来中国三种主要粮食作物单产的变化情况（与 2000 年的产量水平相比）

气候 情景	CO ₂ 肥效 作用	耕作 方式	水稻单产变化率 (%)		小麦单产变化率 (%)		玉米单产变化率 (%)	
			2020s	2050s	2020s	2050s	2020s	2050s
A2	不考虑	雨养			-18.5	-20.4	-10.3	-22.8
		灌溉	-8.9	-12.4	-5.6	-6.7	-5.3	-11.9
	考虑	雨养			15.4	13.3	9.8	18.4
		灌溉	3.8	6.2	20.0	25.1	-0.6	-2.2
B2	不考虑	雨养			-10.2	-11.4	-11.3	-14.5
		灌溉	-1.1	-4.3	-0.5	-2.2	0.2	-0.4
	考虑	雨养			4.5	6.6	1.1	8.5
		灌溉	-0.4	-1.2	11.0	14.2	-0.1	-1.3

(Lin et al., 2005)

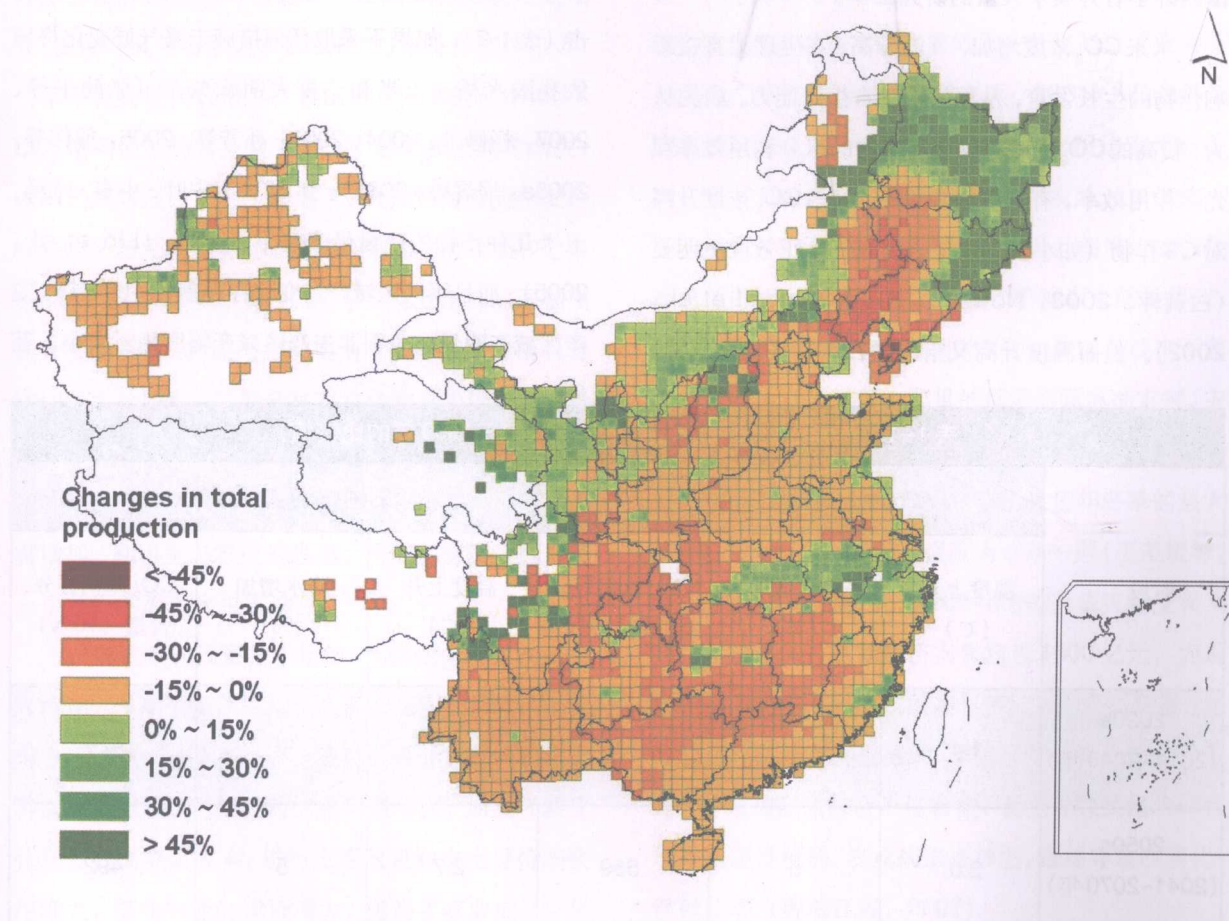


图 1-1 不考虑 CO₂ 的肥效作用时，未来中远期（2041~2070 年）气候变化（温度增加 2.0℃；CO₂561ppmv）的全国谷物总产量变化情况