

# 气候变化对食品安全的影响

李 裕<sup>1,2</sup>, 张 强<sup>1,3</sup>, 王润元<sup>1</sup>, 肖国举<sup>4</sup>, 王 胜<sup>1</sup>

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 西北民族大学化工学院, 甘肃 兰州 730030; 3. 甘肃省气象局, 甘肃 兰州 730020; 4. 宁夏大学生物工程研究所, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**最近一系列的研究集中讨论气候变化对农产品、陆地利用、污染和生物多样性的影响, 意味着气候变化对食品安全的影响已成为广泛关注和研究的焦点。虽然如此, 气候变化对消费者的食物和饲料安全影响的专题研究报道仍然很少。通过文献综述, 主要围绕气候变化对种植业和畜牧业的影响, 分析气候变化对食品安全的各种影响。一般认为, 种植业是农业和养殖业中对气候变化反映最为敏感的环节, 气候参数如温度、干旱、降雨、风和 CO<sub>2</sub> 水平的变化, 将改变农业化肥、农药投入, 引起土壤退化, 加重作物害虫、昆虫和病害受灾程度。气候变化对畜牧业也将产生严重的影响, 而且, 极端天气如洪水和热浪伴随的食品病原菌污染都对将来的食品安全构成严重威胁。因此, 在气候变化背景下人类将面临食品安全的严峻挑战。

**关键词:**气候变化; 食品安全; 环境变化

**中图分类号:** Q142.2

**文献标识码:** A

## 引 言

世界卫生组织定义食品安全为数量充足、安全和营养丰富的食品。这一概念有 2 层意思: 一是指食品的数量属性, 即足够数量的食品是人类生存、劳动和繁衍的最基本的物质基础; 二是食品的安全属性, 在保障人类“吃饱”的同时还要求食品有利于人类的健康, 无毒、无害、符合一定的营养要求, 不存在可能危及消费者及其后代的隐患, 所谓“从农田到餐桌”的安全, 包括生产安全、加工安全、经营安全、现实安全和未来安全。为了解决“吃饱”的问题, 从 1 万 a 前的农业文明开始, 人类就已认识到农业生产与气候因素温、湿度和降雨的密切关系, 并在长期农业实践中取得了“顺天时, 量地利”适应气候环境的巨大成功。然而, 就在人类基本上解决“吃饱”问题并积极探索解决“安全和营养”问题的关键时刻, 全球气候变化又对人类提出了一个严肃的问题, 气候变化是否影响食品安全? 虽然 IPCC 的全球气候变化的评估中已经关注气候变化对发展中国家食品安全的负面影响, 尤其是非

洲粮食产量可能下降的问题, 但对于气候变化对食品生产系统从“农田到餐桌”(初级生产、运输和贸易)的影响, 仍然缺乏全面的认识。

现在预估, 由于气候变化, 21 世纪末全球平均温度可能会升高 1.1~6.4 °C, 降雨、干旱和降雪量将发生季节性和地区性的重大变化(图 1)。一些学者因此预测气候变化将引起农业季节性、可耕地的变迁和作物产量的变化, 以及土壤质量等方面深刻的变化; 还可能引起植物害虫数量和种类的波动; 以及改变病菌的分布, 以及在食用动植物产品、家畜和人类传播的途径<sup>[1-2]</sup>。同时, 甚至有的学者呼吁“如若不能采取及时措施, 全球农业产量将面临下降风险, 动摇食品安全的基础<sup>[2]</sup>”。气候变化可能成为“绿色革命”以来人类即将在食品安全问题中面临的最严峻挑战。

国内外的大量研究集中报道了气候变化对农产品、陆地利用、污染和生物多样性等方面的影响, 但对于气候变化对食品安全影响的专题研究报道仍然较少。本文通过文献综述, 主要围绕气候变化对种植业和畜牧业的影响, 讨论气候变化对食品安全的各种影响。

收稿日期: 2009-09-14; 改回日期: 2009-10-15

基金项目: 国家自然科学基金重点项目“黄土高原陆面过程观测试验研究”(40830957)和公益性气象行业科研专项“西北地区旱作农业对气候变暖的响应特征及其预警和应对技术研究”(GY-HY200806021)共同资助

作者简介: 李裕(1964-), 男, 甘肃会宁人, 博士, 副教授, 主要从事干旱气候与环境领域研究. E-mail: lifumeng@yahoo.com.cn

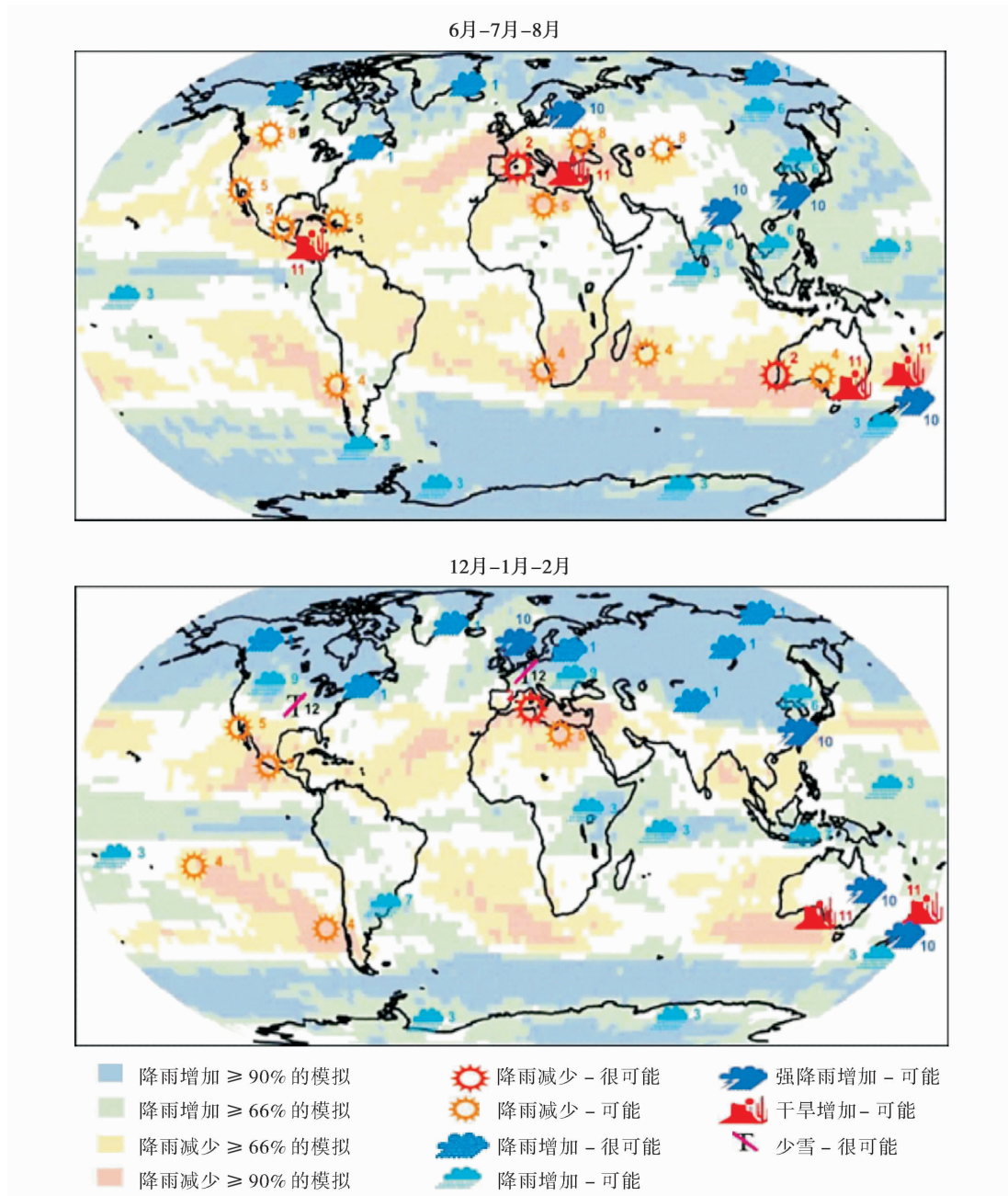


图1 6~8月和12月依据大气-海洋环流的一般性模型(AOGCM)对地区气候变化引起的平均和强降雨、干旱和降雪预测(引自 Christensen et al. [31])

Fig.1 Regional climate change prediction for mean and extreme precipitation, drought and snow based upon Atmosphere - Ocean General Circulation Model (AOGCM) studies (from Christensen et al. [31])

### 1 气候变化对农业产量的影响

首先,全球变暖已成不争的事实,尽管温度升高的幅度因地域而异。21世纪(到2050年)温度升高幅度最大的是北半球高纬度地区,最小的是海岸和内陆地区。对于不同的地域来讲,干旱地区相比潮湿地区温度变化的幅度要大得多<sup>[2]</sup>。下一个50 a

内,大陆地区温度升高的幅度很可能超过全球温度的自然变率,酷热、热浪发生的频率将增大,持续的时间将延长<sup>[2-3]</sup>。

在此情况下,全球农业生产总体将受到负面影响,虽然一些地区农业生产可能因全球温度升高而收益。比如北欧的瑞典、芬兰和波罗的海诸国的年平均气温增加3~4.5℃情况下,可能年降

雨量将比现在增加 40%,将变得适宜种植,玉米产量将可能提高 30%~50%<sup>[4]</sup>。但由于整个大陆中部地区夏季可能面临较大的干旱风险,一些地区,包括南欧及欧洲东南部,包括葡萄牙、西班牙、法国南部、意大利、斯洛文尼亚、希腊、马耳他、塞浦路斯、保加利亚和罗马尼亚南部的广大地区年平均温度上升 4~5℃的情况下,供水能力减少可能使已有的水电设施,尤其在夏天面临瘫痪风险,气温升高可能将引起农业产量下降 10%~30%,同时干旱、热浪、土壤和生态系统退化,最终导致沙漠化<sup>[5]</sup>。

国内研究报道,气候变化,尤其是极端气候条件对粮食生产的冲击强度在加大,我国每年由于气象灾害造成的农业直接经济损失达 1 000 多亿元,约占国民生产总值的 3%~6%<sup>[6]</sup>。现在预估到 2030 年中国种植业产量在总体上因全球变暖可能会减少 5%~10% 左右,其中小麦、水稻和玉米 3 大作物均以减产为主<sup>[7]</sup>。虽然 Parry<sup>[8]</sup>认为中国可能成为全球气候变化的受益国,作物产量将提高 25%,但肖国举和王静<sup>[9]</sup>的观测研究支持了秦大河等人的预测,他们的研究发现,由于气候变暖影响,降水供给作物的水分(包括降水减少与土壤水分蒸发增加)20 世纪 90 年代较 50 年代平均减少 100 mm 左右,夏粮作物如春小麦、豌豆的产量显著下降。

其次,随着全球气候变化,全球水循环强度增强,高纬度地区降雨量可能增加,而大多亚热带地区(尤其是亚热带的两极)降雨量可能减少<sup>[2]</sup>。欧洲和非洲的年降雨量减少极有可能与地中海地区相当,澳大利亚西南冬季降雨也面临同样的问题。南欧、东南亚、澳大利亚和新西兰,以及许多地区的日降雨量很可能增加<sup>[2]</sup>。因气候变化而引起的强降雨将加速土壤侵蚀和土壤有机质的流失,导致土壤生态系统功能失调,对食品生产及食品品质都将构成潜在的风险。

另外,由于将来全球变暖,陆地和海洋对 CO<sub>2</sub> 吸收能力的下降,人类活动排放到大气中的 CO<sub>2</sub> 不仅将维持一个较暖的气候,同时将使海水酸化,在 21 世纪内可能降低海洋表面水 pH 值 0.14 到 0.35 pH 单位,直接影响到海产品生产<sup>[2]</sup>。

## 2 气候变化对食品生产系统的影响

气候变化将直接影响种植业、畜牧业,并通过病菌和病毒传播影响食品加工、运输、储藏,将对人类

健康构成潜在威胁。

### 2.1 种植业

就种植业而言,食品生产系统,包括土壤质量、作物产量以及相关的生物环境,气候变化对任何一个因素的影响可能引起整个系统的变化。根据目前的认知来推断,未来一些地域因年降雨量的减少而降低作物产量;气候变化通过对作物品种的地域适应性以及植物害虫波动的影响,将改变栽培作物的生物地理适应性,并对种植业构成主要以负面为主的影响;干旱期延长和温度的升高也许将引起作物生长期和生命周期缩短;对于一个特定局域来讲,作物种植期和收获期都可能改变,导致已有作物品种的变异;同时,海平面上升和沙漠化也会使作物种植面积下降。

从土壤质量方面分析,气候变化引起的泥石流和侵蚀将使土壤质量恶化<sup>[10]</sup>。温度升高和强降雨事件都可能导致土壤矿物质,尤其是土壤侵蚀强度增大,也许会大幅度降低矿质元素的植物有效性<sup>[11]</sup>。但由于植物生长与矿物学、理化反应、微生物、降雨和温度之间的复杂关系和不确定性,评价气候变化对植物生长的影响具有很大的挑战性<sup>[12]</sup>,更深层次上的理解还需深究土壤矿物质的构成与各种气候因素、水文因素之间的交互作用,以及次级矿物特征与侵蚀产物、土壤微生物的分布与土壤理化性质相关性<sup>[13]</sup>。

在土壤中,营养成分和微量元素浓度和组成,以及在土壤中的移动性,一定程度上受到各种气候和水文因素的制约<sup>[14]</sup>,植物吸收这些营养和微量元素的数量是土壤性质和生物因素共同作用的结果,例如铁,是植物必需元素,但由于其较低的水溶性常常限制了植物的利用度,迫使植物从进化策略上,比如根区释放含铁细胞流出液进行适应<sup>[15]</sup>。

微生物对植物吸收微量元素也发挥着关键的作用,它们以各种方式对土壤中元素浓度的高低变化做出反应。气候变化对土壤微生物的影响,直接关系到植物对矿质营养元素的利用度,最终间接地影响到植物的生长和发育<sup>[16-17]</sup>。

从种植业的生物环境分析,温度升高和趋强趋多的极端天气事件,对作物病虫害的发生有利,一定程度上将导致作物系统和产量的重大改变,引起农业产量加速下降<sup>[1]</sup>。因此,文献报道尤其强调降雨模式的改变对农业生产的影响,认为年降雨量的增加可能加重农作物病虫害的受灾程度。并且温度升

高也将使作物发育早期受害虫危害的风险增加,不同纬度冬季和夜晚温度不成比例升高不仅影响作物的发育,而且还会改变作物与其相关害虫的生态平衡。气候变化尤其影响昆虫的越冬、地理分布,以及农业系统中的繁殖次数和丰富度。Petzoldt<sup>[18]</sup>认为气候变化对一些昆虫和病原菌生长发育可能是有益的,但对少数昆虫和病原菌的发育和生长会起到抑制作用。气候变化还可能提高外来种的传播速度,例如新西兰吉斯伯恩的一项研究发现,冬季气候变暖的情况下,暖风帮助昆虫长距离迁徙,从而提高了外来种入侵的几率<sup>[19]</sup>。

由此来看,随着全球气候变化,作物种植系统,包括土壤质量、作物对矿质元素的利用度,以及作物病虫害等方面都将发生新的变化,最终导致作物产量下降,不利于人类食品安全保障。

## 2.2 畜牧业

依据局域和环境方面的观测和模型预测,气候变化对家畜同样有有益和负面的潜在影响。有益的方面,主流观点认为温度升高和湿度增加将提高局域畜产品产量,而且,许多研究充分肯定了暖冬对畜牧业的积极意义,并被认为是好的农业实践,因为暖冬对减少家畜的寒冷胁迫、降低家畜饲养取暖设施建设费用方面具有不可忽视的经济优越性<sup>[20]</sup>。另一方面,温度升高将使病原菌更加适合寄主生活环境,有可能提高家畜发病率(例如疯牛病),对畜产品生产构成负面影响。气候及环境变化促使动物迁徙,将导致病原菌在更大范围内传播<sup>[21]</sup>,可能增加家畜流行病的风险(如禽流感等)。从季节性分析,估计畜产品的产量在夏季会受到热浪的负面影响,不过,冬季变暖的正面效应有可能平衡负面影响<sup>[22]</sup>。但从已有的观察资料来看,气候变化对畜牧业生产的影响总体以负面为主,例如我国牧区在一般年份牲畜死亡率在5%左右,但在极端气候条件下如寒潮、暴风雪、急剧降温等灾害年份的死亡率可高达24%<sup>[23]</sup>,气候变化背景下的极端天气虽然现在存在很大不确定性,但不排除对畜牧业生产产生严重影响的极端天气事件发生的可能性。

不过,与作物相比,动物以其灵活的移动性能够更好地应对气候的变化,适应不同环境和饲养条件<sup>[20]</sup>。并且,人工通风和制冷技术也容易控制温度的升高,从而减轻温度升高对家畜的负面影响。一般情况下,气候变化对家畜的直接影响可能是一些因素(例如高温)胁迫对其消化功能影响,而间接地

影响则表现为草料质量的变化引起的畜产品质量的下降,这可能与一些未确定的因素和限制因子有关<sup>[3]</sup>。因此,围绕已有的饲养设计(如设施、养殖户)来权衡气候变化的利弊,探索家畜饲养和畜产品生产最优方案仍是今后相当长时期内科学值得关注的课题。

## 2.3 气候变化与食源性疾病的传染性

食源性病原菌生长和繁殖与气候参数存在一定的关系。温度升高、洪水和环境湿度变化引起水和食品病原菌污染,导致水和食源性传染病蔓延的事件已有报道<sup>[24]</sup>,如出血性结肠炎、溶血性尿毒症综合症(*Escherichia coli* O157:H7)和脑膜炎(*Listeria monocytogenes*)。因此,现在预估全球气候变化可能会影响传染病的发生模式。

病原菌在环境、食品和饲料中生存、繁殖或传播,特别受到温度、洪水和环境湿度的影响,其它因素如风,一定程度上对病原菌的传播起到媒介作用。研究发现,许多病原菌在农田和水环境中普遍存在<sup>[25]</sup>。饮水和食品传播的大多数病毒、细菌和原生动物喜欢在温水和温暖的气候中繁殖,因此水温和空气温度的升高可能会加重环境其他生物的受害程度<sup>[26-27]</sup>。不仅如此,水和食品中病原菌季节性爆发直接导致人类和动物疾病的季节性流行。几个研究也证明了大多数细菌性和病毒性疾病,具有非常明显的季节性流行趋势,例如,水传播的弧菌属类细菌(*Vibrio vulnificus*)与气候参数,尤其是温度显著相关,常常呈现季节性分布。其它病原菌如奶牛和猪易感的沙门氏菌(*Salmonella* spp.)、家禽易感的*E. coli* O157:H7,它们的爆发和疾病流行都依赖于气象参数<sup>[28]</sup>。分析流行病流行的特点,一些研究认为气候变化引起的强降雨事件加大了病原菌污染风险,例如洪水泛滥将加重水和食品传播疾病的流行趋势<sup>[24,29-30]</sup>。

依此推论,气候变化通过对病原菌传播的影响,也将对食品的生产、运输、销售和储藏全过程构成污染威胁,影响食品的生产和安全,最终将导致人类传染病的流行。

## 3 结论与建议

全球变暖已成为不争的事实,尽管这种变化的原因仍存在一定的不确定性。气候变化可能造成大陆不同层次的气象和环境参数的改变,直接影响种植业和畜牧业生产,并通过对病原菌传播途经的影

响,加重食源性疾病流行的可能性,带来新的食品安全问题。

种植业被认为是食品生产中可能最易受气候变化影响的部分,气候参数如温度、干旱、降雨、风和二氧化碳水平的变化,通过害虫和昆虫、植物疾病的传播动态的变化,以及由此带来的化肥农药需求增加、土壤质量退化问题,直接威胁到食品安全。同样,由于可能的有害与有益双方面的生态效应,气候变化对畜产品能够构成地域性的影响。另外,过去存在的食品安全问题,如真菌、农药残留,以及持久性化学物质污染,在未来气候变化的情况下有可能变得更为突出,鉴于篇幅问题本文不再讨论。

由此看来,气候变化对食品安全的影响,对人类生存和健康风险提出了挑战性课题,这个问题解决的好坏,直接关系到人类社会的可持续发展。为了采取更好的适应和减缓措施,本文对气候变化与食品安全的研究工作提出以下建议:

(1)完善不同气候背景下影响食品生产系统风险预测模型;

(2)从人类和动物健康、农业、气象、政府政策和社会经济方面,综合评价气候变化可能对种植业、牧业和渔业的潜在风险,提出应对和减缓影响的措施,指导食品生产;

(3)优选最适应措施以减轻食物链对气候变化的脆弱性;

(4)预估适应气候变化的成本—效益比率,回答早期采取应对措施是否会有一个较高的成本效益比率等科学问题。

#### 参考文献:

- [1] Rosenzweig C, Iglesias A, Yang X B, et al. Climate change and extreme weather events: implications for food production, plant diseases, and pests [J]. *Global Change Hum Health*, 2001, 2, :90 - 104.
- [2] Solomon S, Qin D, Manning M, et al. Technical summary. In: Solomon S, Qin D, Manning M, et al. (Eds). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*[M]. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2007. < <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-ts.pdf> >.
- [3] Bernstein L, Bosch P, Canziani O, et al. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva. 2007. < <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm> >.
- [4] Wolf T, Menne B. *The Health Risk of Climate Variability and Change in Italy*. World Health Organization and Italian Agency for Environmental Protection and Technical Services, Rome, 2007. < <http://www.euro.who.int/document/E90707.pdf> >.
- [5] European Commission. *Adapting to Climate Change in Europe - Options for EU Action*. Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2007)354 final, SEC(2007)849. European Commission, Brussels. < [http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007\\_0354en01.pdf](http://www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0354en01.pdf) >.
- [6] 秦大河,王馥棠,赵宗慈,等. *气候变化对农业生态的影响*[M]. 北京:气象出版社.2003.
- [7] 秦大河. *气候变化的事实与影响及对策*[J]. *中国科学基金*, 2003, 1: 1 - 3.
- [8] Parry M. *Climatic change and world agriculture*[M]. Beijing: China Meteorology Press, 1994. 102.
- [9] 肖国举,王静. *黄土高原集水农业研究进展*[J]. *生态学报*, 2003, 23(5): 1003 - 1011.
- [10] Smith J, Smith P, Wattenbach M, et al. Projected changes in mineral soil carbon of European croplands and grasslands, 1990 - 2080 [J]. *Global Change Biol*, 2005, 11: 2141 - 2152.
- [11] Buol S W, Sanchez P A, Kimble J M, et al. Predicted impact of climatic warming on soil properties and use[A]. In: Kimball B A, Rosenberg N J, Allen Jr L H (Eds). *Impact of Carbon Dioxide Trace Gases and Climate Change on Global Agriculture*[M]. ASA Special Publication Number 53, American Society of Agronomy, Madison WI, 1990. 71 - 82.
- [12] Sparks DL. Elucidating the fundamental chemistry of soils: past and recent achievements and future frontiers [J]. *Geoderma*, 2001, 100:303 - 319.
- [13] Loladze I. Rising atmospheric CO<sub>2</sub> and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry [J]. *Trends Ecol Evol*, 2002, 17:457 - 461.
- [14] Kabata - Pendias A. Soil - plant transfer of trace element - an environmental issue[J]. *Geoderma*, 2004, 122 (2 - 4):143 - 149.
- [15] Hall JL, Williams L E. Transition metal transporters in plants[J]. *J Experim Bot*, 2003, 54:2601 - 2613.
- [16] Banfield J F, Barker W W, Welch SA, et al. Biological impact on mineral dissolution: application of the lichen model to understanding mineral weathering in the rhizosphere[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1999, 96, :3404 - 3411.
- [17] Silver S. The bacterial view of the periodic table: specific functions for all elements[J]. *Rev Mineral* 1997, 35: 357 - 360.
- [18] Petzoldt C, Seaman A. *Climate Change Effects on Insects and Pathogens*. Climate and Farming. org, Cornell University, Ithaca. 2005. < <http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.2Insects.Pathogens.pdf> >.
- [19] Rosenzweig C E, Tubiello F, Goldberg R, et al. Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change [J]. *Global Environ Change*, 2002, 12:197 - 202.
- [20] Anonymous *Agriculture and Climate Change*. International Institute

- for Sustainable Development and the Environmental Adaptation Research Group, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Toronto. 1997. <[http://www.iisd.org/pdf/agriculture\\_climate.pdf](http://www.iisd.org/pdf/agriculture_climate.pdf)>.
- [21] Klinedinst P L, Wilhite D A, Hahn G L, et al. The potential effects of climate change on summer season dairy cattle milk production and reproduction[J]. *Climatic Change*, 1993, 23: 21–36.
- [22] Pauluis O, Czaja A, Korty R. The global atmospheric circulation on moist isentropes [J]. *Science*, 2008, 321 (5892): 1075–1078.
- [23] 林而达, 吴绍洪, 戴晓苏, 等. 气候变化影响的最新认知[J]. *气候变化研究进展*, 2007, 3(3): 125–131.
- [24] Rose J B, Epstein P R, Lipp E K, et al. Climate variability and change in the United States: potential impacts on water and foodborne diseases caused by microbiologic agents[J]. *Environ Health Perspect*, 2001, 109 (Suppl. 2): 211–221.
- [25] Isaacson R E, Torrence M, Buckley M R. Preharvest Food Safety and Security. American Society for Microbiology, Washington, DC. 2004. <<http://www.asm.org/Academy/index.asp?bid=33019>>.
- [26] Gantzer C, Dubois E, Crance J M, et al. Influence of environmental factors on the survival of enteric viruses in seawater[J]. *Oceanol Acta*, 1998, 21: 983–992.
- [27] Wetz J J, Lipp E K, Griffin D W, et al. Presence, infectivity, and stability of enteric viruses in seawater: relationship to marine water quality in the Florida Keys[J]. *Mar Pollut Bull*, 2004, 48: 698–704.
- [28] Pangloli P, Dje Y, Ahmed O, et al. Seasonal incidence and molecular characterization of Salmonella from dairy cows, calves, and farm environment[J]. *Foodborne Pathog Dis*, 2008, 5: 87–96.
- [29] Curriero F C, Patz J A, Rose J B, et al. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948–1994 [J]. *Am J Public Health*, 2001, 91: 1194–1199.
- [30] Kistemann T, Classen T, Koch C, et al. Microbial load of drinking water reservoir tributaries during extreme rainfall and runoff[J]. *Appl Environ Microbiol*, 2002, 68: 2188–2197.
- [31] Christensen J H, Hewitson B, Busuioc A, et al. Regional climate projections [A]. In: Solomon S, Qin D, Manning M, et al (Eds.). *Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [M]. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 858–860.

## Food Security Challenge Under the Background of Global Climate Change

LI Yu<sup>1,2</sup>, ZHANG Qiang<sup>1,3</sup>, WANG Runyuan<sup>1</sup>, XIAO Guoju<sup>4</sup>, WANG Sheng<sup>1</sup>

(1. Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Climatic Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China; 2. College of Chemical Engineering, Northwest University for Nationalities, Lanzhou 730000, China; 3. Gansu Provincial Meteorological Bureau, Lanzhou 730020, China; 4. Bioengineering Institute of Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** A series of recent researches focuses on the impact of climate change on agricultural production, land use, pollution and biodiversity, which implies the potential impact of climate change on food security is a widely debated and investigated issue. Nonetheless, the specific safety influence of food and feed for consumers has remained a less studied topic. This review identifies the various food safety issues from some literatures about climate change impacts on crop cultivation and livestock systems. According to general consensus, crop cultivation is recognized as a relatively susceptible part of the food and feed production sector that could be affected by climate change, variations in climatic parameters such as temperature, drought, precipitation, wind, and CO<sub>2</sub> levels are projected to have notable consequences on crops in terms of changes in the demand for fertilizer and pesticides, deterioration of the quality of soils, and expanding ranges of crop pests and altered transmission dynamics of insects, pests and plant diseases. Livestock production also could be heavily influenced by climate change, and the presence of pathogenic bacteria in foods following more frequent extreme weather conditions, such as flooding and heat waves. Therefore the challenges facing food security will pose new risks to human under the background of the global climate change.

**Key words:** climate change; food safety; environmental change