

新时期我国国民营养与粮食安全

成升魁¹, 汪寿阳², 刘旭³, 刘晓洁¹, 吴良^{1*}

1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100190;

3. 中国工程院, 北京 100088

* 联系人, E-mail: wuliang@igsrr.ac.cn

2018-02-10 收稿, 2018-04-27 修回, 2018-04-28 接受, 2018-06-04 网络版发表

中国科学院重点部署项目(ZDBS-SSW-DQC)和中国科学院 A 类先导科技专项(XDA19040303)资助



摘要 粮食安全是关乎国家长治久安和国计民生的重大战略性、科学性和综合性问题。随着我国经济社会和现代化建设进入新的历史时期, 粮食安全在粮食生产、流通和消费等方面面临新的挑战与风险。如何消除这些挑战和风险, 实现合理有序的粮食生产和消费, 是当前及今后一定时期保障国民营养和粮食安全的关键。本文从粮食供需的各个方面出发, 梳理当前国民营养和粮食需求与供给方面的主要变化, 同时剖析农业资源环境压力与风险及其与粮食安全的关联, 并提出综合性战略与政策建议。作者认为, 在乡村振兴和我国实现社会主义现代化的大的时代背景下, 我国农业发展正处于“提质增效”的新的历史时期, 国民营养与粮食安全仍然是我国“三农问题”的重中之重。粮食生产有关政策需要同我国城市化进程、老龄化社会、农业现代化趋势相衔接, 并与中国新时代国家战略相协调; 认为有必要将我国粮食安全的体制机制和战略都统一到绿色、开放、共享、可持续发展的理念中去, 更好发挥市场作用。与此同时, 在“一带一路”的战略框架下, 充分利用国内国外“两种资源, 两个市场”, 实现农业转型、国家粮食安全和绿色发展。

关键词 国民营养, 粮食安全, 战略与政策, 中国

粮食问题关乎国计民生、经济发展、社会稳定乃至国家安全。粮食安全既是国家重大战略需求, 又是重大的、跨学科的综合性科学问题^[1]。粮食需求既受供给侧影响, 又与特定的社会经济发展阶段密切相关。改革开放30多年以来, 我国农业与粮食安全保障经历了从政府发挥主导作用的计划经济时期向市场和政府共同发挥作用转变的发展历程, 当前正进入一个粮食供需多元化发展的新时期。粮食产量持续增加, 肉、蛋、奶、水果、蔬菜、水产等消费也迅速增长, 国民膳食结构和消费观念已发生和正在发生历史性变化^[1~4]。国际粮食贸易格局和地缘环境形势变化对国内粮食安全形势也产生显著影响^[1,5]。

当前, 我国面临国民营养与粮食安全的形势主要表现在以下方面: 一方面是我国粮食进口居高不下, 粮食自给率不断降低。根据国家统计局的公告, 2017年, 我国粮食进口总量达1.31亿吨, 占国内粮食总产量的五分之一强, 其中大豆和稻米均创历史高位, 引发国内各界对于“饭碗是否端在自己手中”的担忧; 另一方面, 粮食库存高企, 粮食消费量逐渐达到峰值, 食物浪费加剧, 粮食供给呈现相对过剩的状态, 粮食供给的结构性矛盾突出^[1,4]。据有关部门估计, 截至2017年底, 全国三大主粮(小麦、稻谷和玉米)粮食库存约为6.08亿吨, 库存比接近100%(数据来源: 中华粮网数据中心)。除此之外, 农田环境污染、水土资源退

引用格式: 成升魁, 汪寿阳, 刘旭, 等. 新时期我国国民营养与粮食安全. 科学通报, 2018, 63: 1764–1774

Cheng S K, Wang S Y, Liu X, et al. Food nutrition and food security of China in a new development phase (in Chinese). Chin Sci Bull, 2018, 63: 1764–1774, doi: 10.1360/N972018-00159

化触目惊心,由此导致的“问题粮食”事件频发,农业系统可持续发展面临较大困难,也为我国的乡村振兴战略的实施带来一定的挑战。

这些剧烈的形势变化昭示着,当前经济和体制思维下,以粮食增产和保障农民收入为主要目标、以牺牲资源环境和生态系统健康为结局和仅囿于国内农业资源而忽视利用国际农业资源的传统粮食战略思维面临挑战。在全面建成小康社会、实现乡村振兴和中华民族伟大复兴的未来30多年内(到2050年),与时俱进地构建以国民健康营养和绿色文明消费为目标的我国新时期国家粮食或食物安全体系,具有重要意义。

本文在归纳总结第601次“香山科学会议”主要内容的基础上,立足于当前我国粮食安全体系需求和供给,通过粮食供给和需求主要方面的变化分析,结合农业生产条件及其面临的压力和风险,进一步论述当前保障粮食安全面临的问题和挑战,并提出针对性的粮食安全战略与政策,推动我国粮食安全向更高水平发展。

1 新时期国民营养与粮食需求变化

1.1 国民膳食结构与饮食习惯变迁

随着我国经济社会的快速发展,民众生活在过去的几十年内发生了翻天覆地的变化,特别是实行改革开放和家庭联产承包责任制之后,收入大幅度提高,消费能力显著提升,带来国民膳食结构和饮食习惯的巨大变迁。以谷物为主的膳食结构逐渐改变为谷物、肉类、果蔬多样化的结构;健康营养多样,消费需求旺盛,特别是肉类消费,这个趋势同全球发展中国家的食物消费趋势是一致的^[6]。虽然目前同欧美国家还有一定的差距,但同日韩和我国台湾地区已经较为接近(图1)。根据国家统计局历年的大样本调查,从1982~2012年(调查取样时间为2010~2013年),我国城乡居民的食品购买量或者消费量逐渐丰富,特别是肉类和奶制品的消费迅速增长,而粮食、蔬菜、酒类的消费呈现先增后减的趋势(图2)^[7]。城镇和农村变化趋势相似,但从消费量来看,农村除了粮食消费,其他如畜肉、禽肉、蔬菜、奶制品、水产品等消费量均低于城镇水平,表明城乡经济差距还在一定程度上影响膳食结构。

1.2 粮食需求变化

关于“我国到底需要多少粮食”的研究与争论从

建国后就一直在进行。从全国而言,粮食需求同居民膳食结构以及人口数量与结构密切相关,并随着社会经济发展和民众生活水平的改善而不断变化。1986年,中国农业科学院根据当时的研究结果,提出人均每年粮食需求应不少于400 kg的论断,并据此认为20世纪90年代粮食总产量需达到4.5亿吨才能实现“解决人民的温饱问题,膳食结构得到初步改善”的目标。

随着我国粮食供给水平不断提升,粮食消费量也呈显著增加态势。据农业部食物与营养发展研究所的研究显示,2015年人均粮食供给量达到541.7 kg;与此同时,人均粮食消费量也上升到459 kg,而包含饲料、种子、工业用粮等全口径的人均粮食消费量达到500 kg。农业部食物与营养发展研究所王东阳研究团队据此认为,保障食物消费结构较大改善所对应的人均粮食占有量至少要达到500 kg;而食物消费结构要得到根本的改善,人均粮食占有量必须达到700 kg以上。在此基础上,基于我国人口变化趋势,从居民合理膳食营养需求及食物结构变化总体态势出发,结合国际上膳食转型的若干特征,并着眼于口粮、饲料粮、工业用粮及种子用粮的消费变化,推断到2020年,我国人均粮食需求要达到500 kg,方可满足国人对食物营养的需要。

畜牧业也是粮食需求的重要部分。我国从2000年后逐步开始畜禽规模化、标准化养殖。2007~2017年成为畜牧业的黄金发展期。到2016年,全国有4300家示范牧场,生猪养殖占到全部产量的45%,奶牛占19%,肉禽生产基本实现规模化。从中央到地方各级政府也出台了各种政策,扶持畜牧业发展,包括生猪调出大县奖励、规模化建设、牧区草原奖励补偿等。近些年来,畜产品总产量增长逐步放缓。到2016年,肉类总产量达到8540万吨,禽蛋3059万吨。在这样的背景下,饲料产业近些年也获得较快发展。2015年饲料总产量突破2亿吨,其中,配方饲料1.74亿吨,浓缩饲料1961万吨,添加剂预混合饲料653万吨,我国由此成为饲料生产第一大国。饲料增长加大了对玉米、小麦等谷物类粮食的消耗,也大大增加了大豆等蛋白类粮食产品的需求,导致大豆、豆粕、玉米及其替代品如大麦、高粱等产品进口量激增,严重冲击了国内的粮食市场,导致玉米的国内库存居高不下,形成高悬于市场的粮食“堰塞湖”,危害国家粮食安全。

1.3 食物消耗与浪费变化

在解决温饱之后,必然要求进一步增加食物消

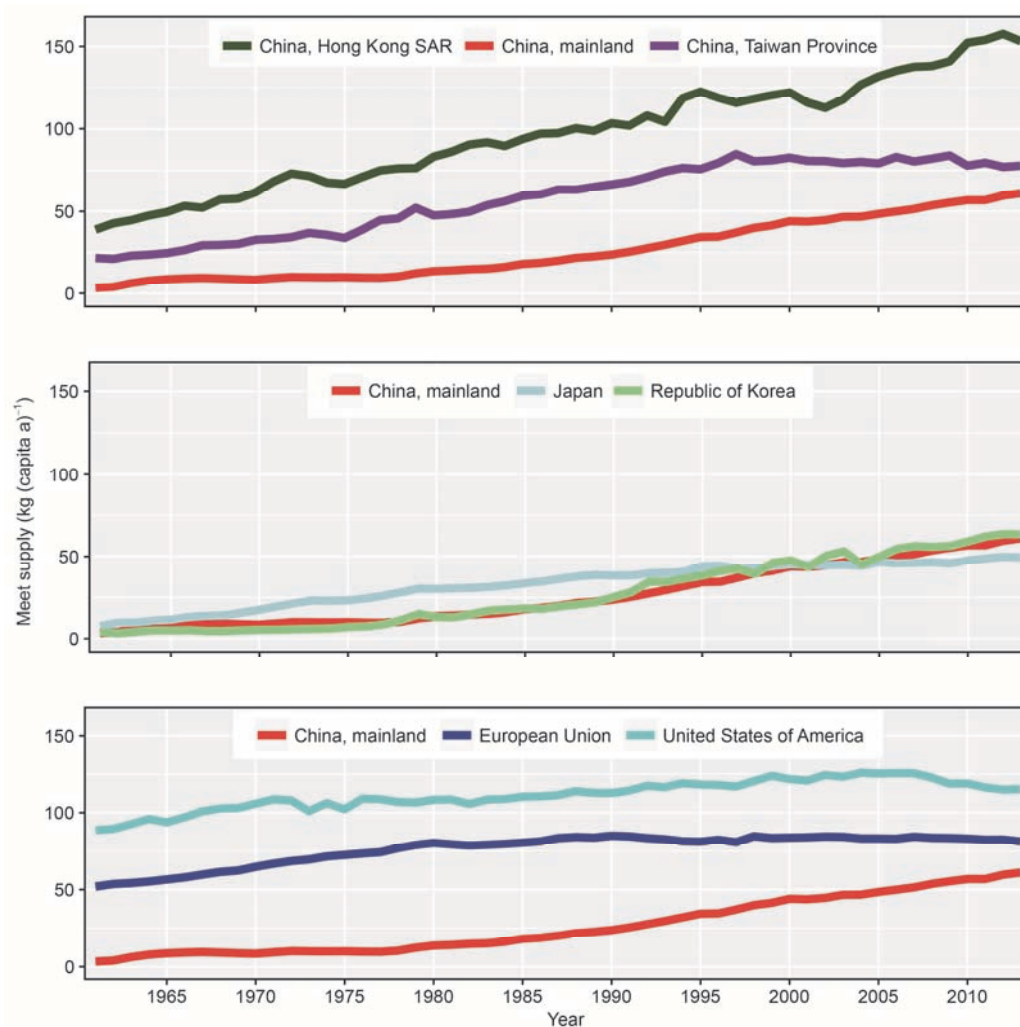


图1 中国与其他国家和地区肉类消费的比较. 数据来源: 根据FAOSTAT数据整理得到

Figure 1 Comparison of meat supply between China and other countries or regions. Data source: FAOSTAT

费和营养水平. 然而, 供应多了, 消费得起了, 浪费就逐渐多起来, 不合理的消费行为和浪费作风也呈加剧趋势, 加上中国自身历史和文化传统的影响, 导致民众和社会经历了一场“从勤俭节约到铺张浪费”的巨大风暴. 这些行为、理念、习惯和作风已经开始影响到从城市到农村的每个人, 也通过粮食供应链和消费市场, 传递给粮食生产、流通和加工的所有利益相关者.

运用流动和代谢的思想, 可以有效刻画食物从生产、加工、运输到消费全生命周期过程的浪费量^[8]. 通过对我国4个典型案例城市(北京、上海、成都、拉萨)餐饮食物浪费的进行调查发现, 人均食物浪费量随不同城市、餐馆类型、消费群体和就餐目的不同而有较大差异. 2013~2015年间4个城市平均每人每

餐食物浪费量约为93 g, 其中蔬菜、大米、水产品和小麦位居前4(图3). 根据调研和统计分析估算, 全国城市餐饮业浪费总量约1700~1800万吨, 折合4300~4600万吨粮食^[9]. 减少食物浪费不仅意味着减少不合理的需求增长, 还对广义的粮食安全概念中所包含的食用健康安全和农业生产的资源环境安全有重要意义. 欧美国家目前在减少食物损失和浪费方面的经验和教训对我国有一定的启示意义^[8]. 减少食物浪费, 也日渐成为确保国民粮食安全的重要环节^[9].

2 新时期粮食生产与农业供给侧变化

2.1 粮食生产格局变化

我国农业生产的地域格局主要体现为: (1) 总体

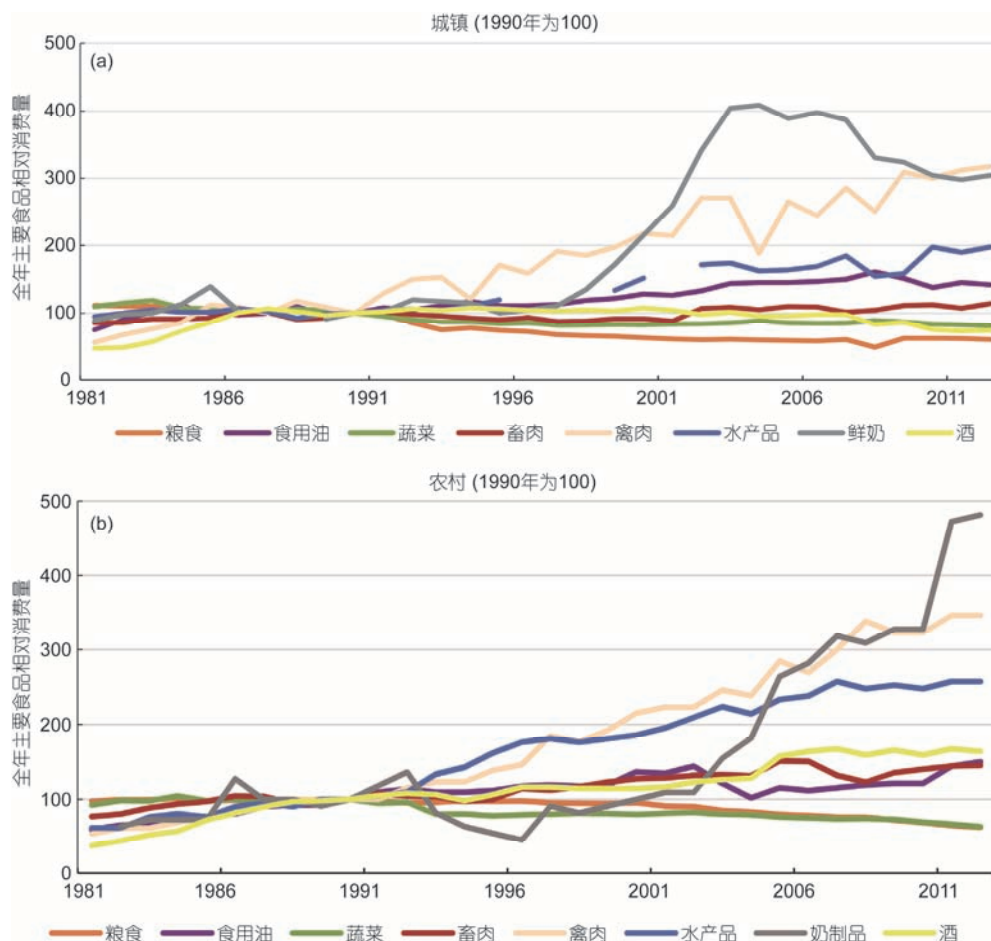


图2 基于城乡居民入户调查的1981~2012年人均食物购买量(消费量)变化。(a) 城镇; (b) 农村。数据来源: 国家统计局

Figure 2 Dynamic of per capita food purchase for urban and rural citizens from 1981–2012. (a) Urban; (b) Rural. Data source: National Bureau of Statistics of China

呈现东-中-西阶梯格局, 平原仅占总国土面积的12%, 总体来看, 优质耕地少, 且城镇、工矿空间集聚交错, 耕地保护难、不法侵占多; (2) 水热条件限制农业格局。粮食生产呈现显著的南-北(以秦淮线为界)和东-西(以胡焕庸线为界)差异, 400 mm等降雨量线东南为农业区, 秦淮线以北多一年一熟或一年两熟。总体南部优于北部, 东部优于西部。然而, 2005年以来, 随着城市化的推进, 以及经济结构的演化, 北方地区粮食产量开始超过南方, 昔日的“南粮北运”逐渐演变为“北粮南调”和“西粮东输”, 中国粮食生产的总体成本、资源困境和生态代价日益凸显。2004~2015年粮食生产“十二连增”的背后潜伏着粮食安全格局的新挑战和新问题, 成为构建中国粮食安全战略长效机制的重点和难点。刘彦随研究团队依据地理学中的人地关系理论, 分析了1990~2012年中国粮食生产重心地域演进格局。

研究发现, 随着我国气候变暖加剧, 暖温带和北亚热带北界到2050年将向北移动190~220 km, 极大改变我国的粮食种植空间布局, 对传统的农业生产和供给模式也构成较大挑战。

除了粮食种植面积和单产, 土地流转也呈现显著的东-西和南-北格局。根据对我国各省的土地流转交易进行研究发现, 2015年每个家庭农场的平均交易耕地地块数为33.38块, 平均下来, 每个流转户需要与46.5个农户进行交易。其中, 尤以安徽、浙江和天津等东部地区最多, 新疆、内蒙古、山西、吉林等西部和北部省份较少, 表明北方土地碎片化程度总体较轻, 而碎片化程度与经济社会发展水平呈正相关(图4)。

2.2 粮食产量变化

粮食生产是粮食安全的基础, 也是从中央到地

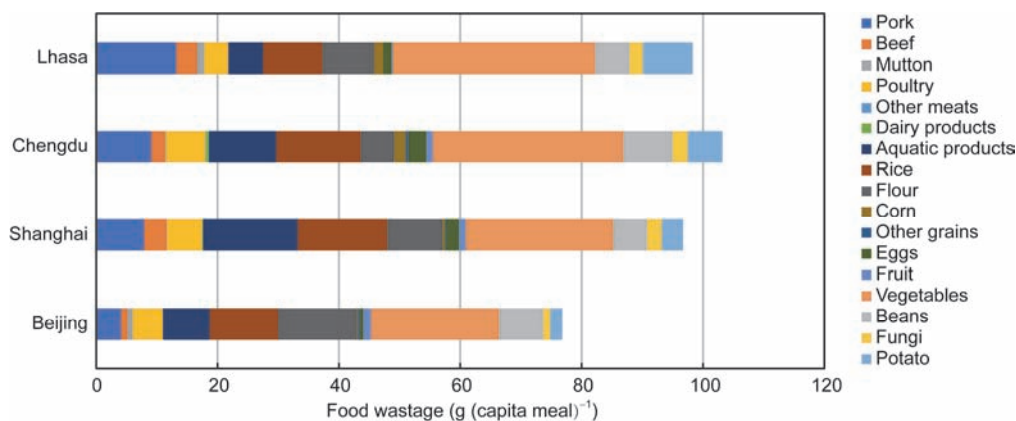


图3 4个典型案例城市餐饮食物浪费总量及结构^[9]

Figure 3 Food waste volume and structure of four typical case cities in China^[9]

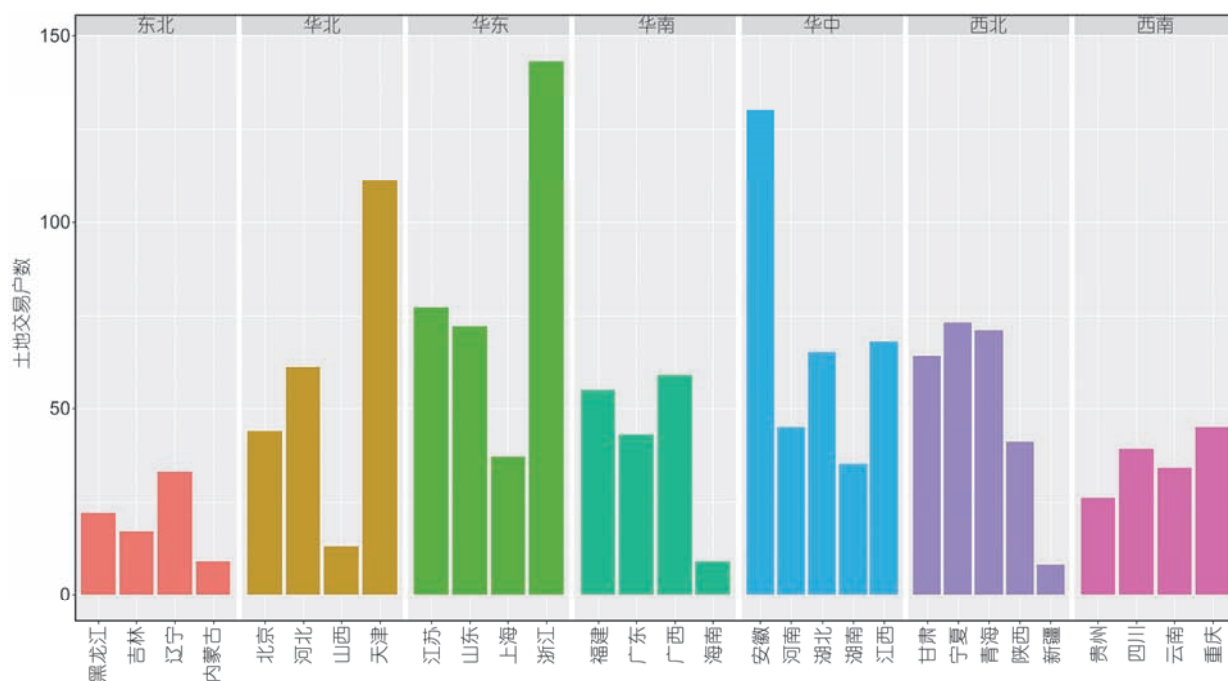


图4 土地流转交易平均农户数分布示意图. 西藏、台湾没有调研数据

Figure 4 Average number of households for land transaction in China. The data from both Xizang and Taiwan are not available from this study

方各级政府关注的重点. 自1985年开始, 我国就超过美国, 成为世界第一大粮食生产国. 自2003年开始, 在一系列的财政、土地和农技扶持和优惠政策的刺激下, 我国粮食播种面积和总产量都实现了快速增长. 到2013年全国粮食总产量就已经超过5.5亿吨(图1), 提前实现粮食生产的2020规划目标. 再到2015年, 我国粮食产量实现“十二连增”, 总产量超过6.2亿吨. 2016年粮食产量略有降低, 但也达到6.16亿吨, 2017年也达到6.18亿吨, 其中三大谷物(小麦、玉米、水稻)

年产量达到5.65亿吨. 即便按照人均400 kg/a的粮食消费量计算, 粮食生产消费比也达到了113%, 远超95%的粮食自给目标, 表明我国粮食生产已经实现了自给自足.

通过对2004~2015年粮食生产“十二连增”进行分析, 认为主要有三方面原因: 一是1999~2003年间粮食调整阶段的减产幅度过大, 粮食增产的基数较低; 二是中央对农业高度重视, 从2004年起每年中央“一号文件”全部关注农业, 给粮食生产注入强劲动力;

三是中国经济快速增长,从财力物力等方面对农业进行有力支持.2008年以来,连续6年提高粮食最低收购价格,极大调动了农民种粮积极性,最终导致粮食产量不断攀升.

研究粮食增产的因素发现,过去50多年内,粮食种植面积和单产对总产量的贡献率经历了3个显著变化的时期(表1).从贡献率可以看出,粮食种植面积经历了增加到平稳再到增加的过程,而单产则持续增加,在1980~2000年间尤其显著.Zhang等人^[10]分析了单产增加的技术和政策驱动因素,研究结果表明,科技进步和政策因素共同推动了单产的增加,其中,技术进步包括化肥、品种改良、栽培、灌溉等,政策因素则包括家庭联产承包责任制的推行、取消农业税、农业补贴、“粮袋子”工程等(图5).

2.3 粮食生产条件变化

当前社会化大市场与小农经营的矛盾已经成为我国农业发展的主要矛盾之一.发展农户适度规模经营,而不是小农户或者大规模农场,是目前我国农业政策的主要发展方向.适度经营的内涵至少包括这3个方面:一是以农户为经营单位,以家庭劳动力为主;二是能实现各种生产要素的协同作用,实现较高产能;三是适度经营的规模应是动态,且随市场和技术条件变化.2014年11月,中共中央办公厅、国务院办公厅发布《关于引导农村土地经营权有序流转发展农业适度规模经营的意见》指出,“现阶段,对土地经营规模相当于当地户均承包地面积10~15倍、务农收入相当于当地二三产业务工收入的,应当给予重点扶持”.由于各个地区户均承包面积不同,因此适度规模的数量在各个地区也有所区别,但大多为75~115亩之间的土地面积流转.

当前,我国支持耕地的措施主要有延长承包期、土地确权(包括增人不增地,减人不减地等)、土地流转与规模经营补贴、发展中介组织、减小交易成本等.在这些措施的推动下,2008年以来我国土地流转规模迅速扩大,到2017年初,全国家庭承包耕地流转面积达到4.47亿亩,占家庭承包经营耕地总面积的35%,但区域差异明显(农业部.对十二届全国人大五次会议记者会(<http://finance.people.com.cn/n1/2017/0307/c1004-29129227.html>)).同样值得注意的是,土地流转率与农户规模经营并不是简单的线性关系.目前我国规模农户(>50亩的农户)只占总户数的1%,且主

要集中在北部地区,尤其是黑龙江与内蒙古,分别占19%与11%.超过80%的农户耕地面积都小于10亩,表明土地流转还有较大的发展空间.

土地细碎化严重,交易成本高是限制土地承包规模最主要的制约因素.根据农村固定观察点2009年的数据,我国农户户均土地只有7.1亩,大约分为4.1块,相当于每块平均1.7亩.另外,耕地资源禀赋、经济发展水平与政策也是土地承包规模的重要影响因素.目前我国土地流转与规模经营存在的最大问题,是如何通过制度建设降低流转的交易费用.从日本的发展经验来看,规模经营的实现可能需要较长的时期.

随着农村人口结构和农业生产方式的变化,各种新的农业种植模式开始在全国各地施行.其中,针对当前我国“三农问题”现实存在的农村空心化、生产碎片化和农民贫困化等问题以及农业生产中面临的劳动力、技术、服务、销售和资金等问题而创新性提出的土地托管模式有了较快的发展.土地托管是指在不改变现有土地所有权、承包权和经营权的情况下,由社会化的组织来实现土地的连片种植和服务,实现农业生产和经营集约化的一种组织形式^[11].土地托管可以有效解决大农户面临的劳动力不足、农机不配套、农产品销售不畅和资金筹措困难等方面问题,顺应了农户对土地经营权流转的多样化需求,也可以解决小农户务农动力和劳动力不足、不掌握最新农业技术和农业收入比重低等方面问题^[11].从一些农业托管种植企业的运行情况来看,当前的土地托管可以实现产量增加、成本增加、效率提升和价值增加等方面的收益,是在现有小农经济条件下,迅速实现适度规模化的有效方式,是可以成功复制的模式^[11,12].

3 新时期农业资源环境压力与风险

3.1 我国农业生产资源利用效率

在过去的半个多世纪中,在绿色革命的引领下,

表1 1960年以来我国粮食种植面积和单产对总产量的贡献率(%)^{a)}
Table 1 Contribution of harvest area and yield to total cereal production from 1960

	1960~1980	1981~2000	2001~2015
种植面积	18	3	52
单产	82	97	48

a) 数据来源: 中国统计年鉴, 1961~2016

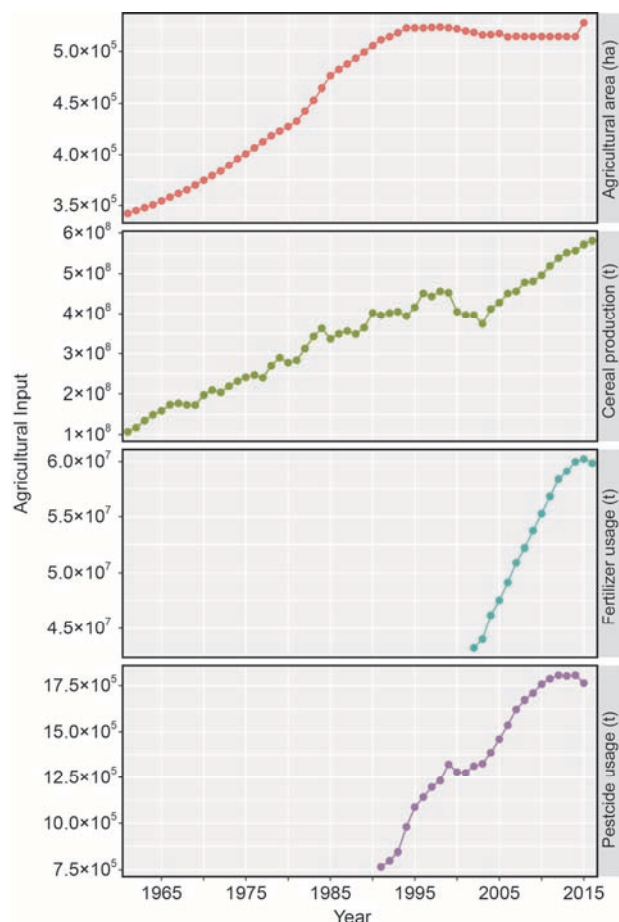


图5 20世纪60年代至今的粮食生产和农业资源投入。从上往下依次为：从农业用地面积、谷物产量、化肥施用量和农药用量，根据FAOSTAT数据整理得到

Figure 5 Cereal production and agricultural resources input from 1960. From top: Agricultural land, Cereal production, fertilizer input and pesticide usage. Data source: FAOSTAT

全球粮食生产率都有了显著的提升^[13]。中国的粮食单产从1 t/ha提高到6 t/ha，成功地利用全球9%的耕地养活了全球22%的人口，创造了农业生产的奇迹。与欧美等发达国家相比，中国的粮食生产也付出了巨大的资源与环境代价。由于人口增长和膳食结构改变等因素，未来农业生产所面临的挑战更加严峻。特别是，在提高单位产量，满足粮食需求的同时，要努力提高资源利用效率，从而降低粮食生产的环境代价。中国农业大学张福锁研究团队基于长期研究，提出中国农业现代化的三步走策略：第一步，减肥增效：解决施肥用量、时期、位置、类型不合理等关键问题，保证产量的同时节约10%~30%的化肥，提高肥料利用率，实现国家层面“化肥零增长”；第二步，

绿色增产增效：同步解决栽培、水肥、土壤障碍、养分损失阻控等关键技术问题，实现增产、增效10%~20%，同时降低环境风险；第三步，提质增效：在绿色增产增效基础上大幅度提高农产品品质，优化产业链，构建未来可持续的技术体系，实现产业结构的根本性转变^[10,14,15]。通过实地研究和分析发现，如果全国都能实现试验产量的80%，就可以在现有耕地资源基础上保证不断增长的饲料粮需求和口粮消费，同时减少30%以上的活性氮损失，实现高产高效的现代农业^[14,15]。这些研究作为中国未来农业发展历程提供了强有力的理论支撑，同时也为发展中国家(印度、非洲和东南亚)的粮食安全发展提供可参考的范例。

3.2 我国粮食生产与水资源足迹

水与粮食生产和消费均有着密切关系。由于土地和水资源在空间分布上的不匹配，以及消费等因素的驱动，全球普遍存在利用贸易，由于干旱地区向湿润地区输送虚拟水的情况^[16]。据估计，所有国家间的虚拟水流动(即贸易粮食中包含的水资源)占全球粮食生产耗水量的19%^[16,17]。中国人均粮食消费伴生水资源消耗的35%来自于省外地区，表明我国的虚拟水流动远高于全球平均水平，且粮食生产和贸易在不同地区之间存在较高的关联性^[16~18]。不过，不同地区之间的异质性仍然存在，且随着粮食种植格局的变迁而更为显著。北方耕地面积占全国的60%以上，但水资源仅占19%。始于20世纪90年代的“北粮南运”，引发我国虚拟水的“北水南调”，虚拟水流动量从1990~2000年的每年238亿立方米，增加到2001~2010年的每年530亿立方米，而且随着近些年东北粮食产量的增加，这部分虚拟水还有继续增加的趋势^[19]。据预测，到2030年，我国净进口虚拟水占国内农业灌溉水的比例将有可能达到35%~40%，而净进口虚拟耕地约占我国耕地的49%；南美和北美将是虚拟水和虚拟耕地的主要流出区域^[16,20]。

当前，我国粮食生产用水出现了“一重视，三忽视”问题，从而造成了一系列的后果，即：重视实体性节水，过度关注蓝水；忽视农业全产业链水管理，重视产前与产中环节；忽视区域水土资源匹配性，农业产业结构不尽合理；忽视农业虚拟水管理研究，导致南北方水资源矛盾加剧。从粮食和水资源管理方面考虑，应该分别从粮食生产与粮食消费两个视角，

着眼粮食生产的产前、产中、产后3个环节对水资源的利用与影响,提出粮食生产用水应统筹考虑实体水与虚拟水的全产业链水管理新理念,构建实体水-虚拟水耦合流动理论框架与调控方法,提高水资源对国家粮食安全生产的保障能力^[16,21]。

3.3 我国农业水土资源环境风险

新中国成立后,特别是20世纪80年代后,我国农业发展走过了一条高投入、高资源环境代价的道路。2000年后,随着资源投入持续增加、产量徘徊、效率下降、环境问题凸现^[22,23]。这其中有几个突出的影响因素:一是我国粮食生产与水土光热资源匹配错位,导致资源代价高,例如:北方地下水过量开采;二是氮肥资源利用效率不高,氮肥消耗总量从20世纪70年代末的500多万吨,迅速增加到2013年的3000多万吨,但生产效率却从50 kg/kg,逐步降低到当前的32 kg/kg,下降近40%。大量的氮肥进入土壤、大气和水循环中,引发严重的农业面源污染。据测算,2015年全国氮肥损失量高达1335万吨,较20世纪80年代增加612万吨,而温室气体排放则较20世纪80年代增加235万吨。从土地利用强度来看,中国现在的利用强度已经是世界平均水平的2.87倍,远高于美国(1.28)、巴西(1.07)、印度(0.88)和俄罗斯(0.45)的水平(<https://wri.org/blog/2014/11/6-graphs-explain-world%E2%80%99s-top-10-emitters>)。从2004~2012年间,全国粮食生产的环境效率均值下降了27%,这侧面说明中国的粮食产量增收是以农业生态环境不断恶化作为代价换来的。

2015年,农业部正式启动“2020年化肥、农药使用量零增长行动”。在从中央到地方的共同努力下,预计到2020年,在不影响国家粮食安全的基础上,我国化肥和农药使用总量将实现零增长,逐步实现“化肥减量提效、农药减量控害”的目标。这项政策正是基于目前我国耕地环境承载力现状的客观理性认知和前瞻性担忧而出台的。即便如此,在粮食需求刚性增长的背景下,当前我国的粮食生产结构调整驱动所面临的环境污染压力仍然很大,水土资源和环境风险不容忽视。

4 粮食安全战略与政策

我国农业发展已进入新时代。在乡村振兴和我国实现社会主义现代化大的时代背景下,国民营养

与粮食安全仍然是我国“三农问题”的重中之重,但发展的重点已经从注重“吃饱肚子”向“吃好”以及“吃得健康”转变,粮食生产有关政策也需要同我国城市化进程、老龄化社会、现代化农业和机械化趋势相衔接,并同中国新时代国家战略相协调,确保政策和政府支持落实到位。为了确保我国的国民营养和粮食安全,需要在以下方面进行深入的改革和探索。

首先,树立新的食物安全观,构建安全协调可持续的食物安全体系。国民营养和粮食安全涉及国土资源、生态安全、区域发展、城乡关系、国际贸易与地缘环境等复杂系统,需要中央相关部门树立宽广的视野和系统目标,在我国的现代化建设和乡村振兴的战略中进行统筹谋划。要树立“有所为、有所不为”发展观和绿色、开放、共享的发展理念。从食物品种来看,未来应力保口粮安全,放开饲料粮管控,更加关注肉类等高质农产品在国内的生产以及高价值、多功能农业的发展,促进畜牧、水产、果蔬等特色产品的供给,退出新疆等生态脆弱区的棉花等经济作物的种植,并最终实现结构调整和优化。

其次,统筹解决政府与市场的关系(职能)问题。建立系列规章制度、法律环境、监管体系等,完善市场环境,明确政府与市场的职能分工。行政长官粮食安全问责制度本质上已落伍于当前市场发展需求,建议进行合理调整,满足市场健康发展的需要,降低政府对市场的干预。完善财政支农政策,将农民收入和福祉同稳粮价和粮食安全保障相剥离,由政府着力解决扶贫和农民收入保障等方面的问题。

第三,合理统筹和利用国际农产品市场和资源。随着我国与国际农产品市场贸易增加以及与其他国家农业合作的不断深化,中国与全球粮食安全的联系更加紧密。一方面,水土资源和人口现状决定了我国土地密集型农产品在国际市场上缺乏竞争力,需要依靠国际市场保障国内多样化的食物供给;另一方面,许多国家和地区在实现粮食安全和2030年可持续发展目标的进程并不顺利,中国可以提供力所能及的帮助。在“走出去”和“一带一路”倡议的推动下,中国同东南亚、南亚、中亚、东欧等地区国家的国际农业合作前景十分广阔,农业也逐渐成为中国对外交往的桥梁和纽带。建议建立健全我国农业贸易政策体系,充分利用国内国外“两种资源,两个市场”,特别是深化与“一带一路”沿线国家和地区农产品贸易关系,助推国内农业种植结构调整和优化,逐

步提高国内农产品的国际竞争力。

第四,努力降低生产成本、提高全要素生产力。在农业生产方面,生产成本居高不下是导致我国“新粮入库、洋粮入市、陈粮入口”的直接原因。充分认识到生产力增长是中国及许多发展中国家未来农业增长的主要途径,是农业发展和竞争力的关键。应通过逐步减少政策干预,构建健康的农地流转市场,实现适度经营规模;在提升全要素生产力、合理控制粮食生产成本的同时,维护种植者利益,理顺农产品价格形成机制。

第五,推动农业绿色发展。中国粮食安全要遵从经济规律和社会规律,更要遵从自然规律。应协调水土资源的短期和长期利用,改善农业生产环境;科学构建粮食生产功能区、重要农产品保护区和特色农产品优势区,优化绿色发展格局。与此同时,运用现代农业科技,落实“藏粮于地、藏粮于技”战略,保护和提升粮食产能。各地探索科学的种植“红绿灯制度”(种地、轮作与轮休交替进行),实现用地养地结合,实施种养循环模式,探索循环发展模式。推行无公害、绿色、有机农产品和农产品地理标志,实现资源节约高效的优质绿色生产。拓展农业绿色功能、倡导绿色节约消费、健全绿色发展制度。

第六,充分利用和发展农业新业态,挖掘农业增长与农民增收新动能。因地制宜发展以土地托管、订

单农业、农业合作社等为主的发展模式,重点解决农业生产中面临的运输、存储、加工、销售等方面问题,大力开发农业多种功能,延长产业链和提升农产品价值链,形成农村一二三产业融合发展体系。

5 展望

我国粮食安全正在面临需求侧和供给侧的诸多变化和挑战,也是我国实现乡村振兴战略和中华民族伟大复兴的关键一环。粮食安全要遵从自然规律、经济规律和社会规律。从粮食供需形势来看,我国农业发展和粮食安全正处于“提质增效”的关键时期,传统的粮食安全管理体系和思想观念已经落伍于时代要求。中国的粮食安全必须与新时代国家战略相协调,以绿色、开放、共享、可持续为理念,并与乡村振兴战略相结合。随着我国农业科技水平提高、综合国力增强,加上国际粮食贸易的逐步完善,我国已经进入了国内外市场高度互动的阶段。面对新的历史时期,有必要正确认识和理解全球农产品供需关系以及国内粮食生产的资源环境和经济社会发展制约,积极倡导健康和绿色的生活方式和生产模式;更好发挥市场作用,通过合理配置国际国内“两种资源,两个市场”,实现粮食去产能、去库存以及缓解国内水土资源矛盾和农业生态系统保护的目,最终推动农业供给侧改革和绿色生态可持续农业的实现。

参考文献

- 1 Cheng S K, Wang S Y. Food security strategy and food supply-side reform for new development phase (in Chinese). *Bull Chin Acad Sci*, 2017, 32: 1074–1082 [成升魁, 汪寿阳. 新时期粮食安全观与粮食供给侧改革. 中国科学院院刊, 2017, 32: 1074–1082]
- 2 Cheng S K, Xu Z R, Xie G D, et al. The history of China's food security in the past hundred years (in Chinese). *J Agric*, 2018, (1): 186–192 [成升魁, 徐增让, 谢高地, 等. 中国粮食安全百年变化历程. 农学学报, 2018, (1): 186–192]
- 3 Lü J, Yu Z H, Zhao Y. A review on structural changes of China's food demand (in Chinese). *Issues Agric Econ*, 2013, (5): 15–19 [吕捷, 余中华, 赵阳. 中国粮食需求总量与需求结构演变. 农业经济问题, 2013, (5): 15–19]
- 4 Xie G D, Cheng S K, Xiao Y, et al. The balance between grain supply and demand and the reconstruction of China's food security strategy in the new period (in Chinese). *J Nat Resour*, 2017, (6): 895–903 [谢高地, 成升魁, 肖玉, 等. 新时期中国粮食供需平衡态势及粮食安全观的重构. 自然资源学报, 2017, (6): 895–903]
- 5 Zhang Y H, Liu C Q, Guo L L. Appraisal and strategic consideration on food security status of China (in Chinese). *China Agric Surv*, 2015, (1): 2–14, 29 [张元红, 刘长全, 国鲁来. 中国粮食安全状况评价与战略思考. 中国农村观察, 2015, (1): 2–14, 29]
- 6 He P, Baiocchi G, Hubacek K, et al. The environmental impacts of rapidly changing diets and their nutritional quality in China. *Nat Sustainabil*, 2018, 1: 122–127
- 7 China National Bureau of Statistics. *China Yearbook of Household Survey*. Beijing: China Statistics Press, 2016 [国家统计局住户调查办公室. 中国住户调查年鉴 2016. 北京: 中国统计出版社, 2016]
- 8 Xue L, Liu G, Parfitt J, et al. Missing food, missing data? A critical review of global food losses and food waste data. *Environ Sci Technol*, 2017, 51: 6618–6633
- 9 Wang L E, Liu G, Liu X J, et al. The weight of unfinished plate: A survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities.

Waste Manage, 2017, 66: 3–12

- 10 Zhang W, Cao G, Li X, et al. Closing yield gaps in China by empowering smallholder farmers. *Nature*, 2016, 537: 671–674
- 11 Chen J H. A new model of agricultural scale business model—Land trusteeship cooperatives (in Chinese). *Rural Finance Res*, 2012, (10): 29–32 [陈建华. 农业规模经营的新模式——土地托管合作社. *农村金融研究*, 2012, (10): 29–32]
- 12 Lü Y R, Li D W. Business mode, performance, problems and suggestions of land trust specialized cooperatives: Taking Hongyun Fumin Cooperative as an example (in Chinese). *Agric Econ Manage*, 2013, (5): 28–32 [吕亚荣, 李登旺. 土地托管专业合作社: 运作模式、成效、问题及对策建议——以嘉祥县鸿运富民合作社为例. *农业经济与管理*, 2013, (5): 28–32]
- 13 Mueller N D, Gerber J S, Johnston M, et al. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, 2012, 490: 254–257
- 14 Chen X, Cui Z, Fan M, et al. Producing more grain with lower environmental costs. *Nature*, 2014, 514: 486–489
- 15 Cui Z, Zhang H, Chen X, et al. Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers. *Nature*, 2018, 555: 363–366
- 16 Dalin C, Hanasaki N, Qiu H, et al. Water resources transfers through Chinese interprovincial and foreign food trade. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2014, 111: 9774–9779
- 17 Hoekstra A Y, Mekonnen M M. The water footprint of humanity. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2012, 109: 3232–3237
- 18 Zhuo L, Mekonnen M M, Hoekstra A Y. The effect of inter-annual variability of consumption, production, trade and climate on crop-related green and blue water footprints and inter-regional virtual water trade: A study for China (1978–2008). *Water Res*, 2016, 94: 73–85
- 19 Wu P T, Zhao X N, Cao X C, et al. Status and thoughts of Chinese “agricultural north-to-south water diversion virtual engineering” (in Chinese). *Trans Chin Soc Agric Eng*, 2010, 26: 1–6 [吴普特, 赵西宁, 操信春, 等. 中国“农业北水南调虚拟工程”现状及思考. *农业工程学报*, 2010, 26: 1–6]
- 20 Ali T, Huang J, Wang J, et al. Global footprints of water and land resources through China’s food trade. *Glob Food Secur*, 2017, 12: 139–145
- 21 Zhuo L, Mekonnen M M, Hoekstra A Y. Consumptive water footprint and virtual water trade scenarios for China—With a focus on crop production, consumption and trade. *Environ Int*, 2016, 94: 211–223
- 22 Zhang F S, Chen X P, Vitousek P. Chinese agriculture: An experiment for the world. *Nature*, 2013, 497: 33–35
- 23 Li Y X, Zhang W F, Ma L, et al. An analysis of China’s fertilizer policies: Impacts on the industry, food security, and the environment. *J Environ Qual*, 2013, 42: 972

Summary for “新时期我国国民营养与粮食安全”

Food nutrition and food security of China in a new development phase

Shengkui Cheng¹, Shouyang Wang², Xu Liu³, Xiaojie Liu¹ & Liang Wu^{1*}

¹ Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

² Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

³ Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China

* Corresponding author, E-mail: wuliang@igsrr.ac.cn

Food security is a problem that requires strategic, scientific and comprehensive solutions, and has great significance for national security and the wellbeing of the people. As China's socio-economic development and modernization enter a new historic phase, its food security is faced with new challenges and risks. Managing these challenges and risks will be of vital importance for the country and its people in order to ensure appropriate food production, supply and consumption. This study begins with the various aspects of food provision and consumption, analyzes the major changes in nutrition and food demand and provision under current conditions, presents the resource and environmental risks as well as their correlations with food security, and proposes a comprehensive strategy and policy suggestions for the future. The authors consider that nutrition and food security remain the top priority of the issues relating to agriculture, rural areas, and rural people, and propose that the agricultural development of the nation is in a critical stage of improving both food quality and production efficiency in the backdrop of practicing a Rural Vitalization Strategy and building a Modern Socialist China. Six approaches are raised by the authors to address these issues, i.e., (1) Establish a new perception of food security; (2) Comprehensively reconcile the conflicts between market and government by applying less restriction to the market; (3) Balance domestic and international markets, and make better use of international market goods; (4) Lower the production costs in the country; (5) Promote green development, and urge that agricultural production follow the natural law; (6) Explore a new agricultural development paradigm, and inspire new momentum for rural growth. The authors further insist that the current agricultural production policies need to be scrutinized to comply with the current status of the urbanization process, aging society and agricultural modernization trends, and in order to be coherent with the national strategy in this new stage. As a consequence, it is critical that each and every part of the food security system and policy framework is lifted up to this optimal level in order to bring the market fully into play, and that the domestic and international resources and markets are well considered and utilized under the Belt and Road Initiative. All efforts combined must be dedicated to transform the agricultural sector, to build a green, open, inclusive, and sustainable food security system, and to achieve national food security and the green development of China.

food nutrition, food security, strategy and policy, China

doi: 10.1360/N972018-00159