

# 中国居民膳食结构升级、国际贸易与粮食安全

辛良杰

(中国科学院地理科学与资源研究所, 陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101)

**摘要:** 目前, 中国居民膳食消费水平与结构正在由温饱型向全面小康型转变, 形式上表现为由“粮菜型”向“粮肉菜果”多元型和由传统家庭烹饪型向现代便捷型转变。膳食消费结构和水平的改变将影响未来中国的粮食消费量。以中国台湾居民的膳食消费发展规律判断, 目前中国大陆居民的膳食消费水平距离富裕水平下的稳定状态整体差距超过 50%, 肉禽类差距超过一倍。而 2018 年中国粮食表观自给率已经下降到了 85%, 大豆自给率仅为 15%, 虚拟耕地自给率仅为 72.6%。在食物消费达到富裕稳定态时, 中国不仅需要进口大量的蛋白饲料, 还可能需要进口相当数量的能量饲料。基本结论为: 仅仅依靠中国本土的农业生产资源已难以维持全面小康水平下的本土农产品需求, 发展到富裕水平短缺将会更甚, 依赖国际市场是必然需求。从维护生态环境的角度讲, 在农产品进口贸易上可多考虑进口动物性产品, 适当放开粮食类产品进口数量, 自己生产水果、蔬菜等类的农产品。

**关键词:** 膳食结构升级; 农产品进出口; 粮食安全; 中国

居民膳食消费的影响因素比较复杂(图 1)。联合国粮农组织将膳食消费与食物安全划分为个人、家庭、国家与全球四个层次<sup>[1]</sup>。从个人与家庭的角度, 居民收入、受教育水平、工作状况、食品价格、身体特征、消费偏好等均会对膳食消费产生明显影响<sup>[2-4]</sup>, 家庭生命周期通过作用于家庭成员的态度与行为, 进而对其食物消费产生显著影响<sup>[5,6]</sup>。区域或国家层面上, 农业生产与贸易会影响区域食物供给的数量与种类, 而城市化水平、民族等会影响区域食物需求总量与构成<sup>[7,8]</sup>。其中, 居民收入水平是影响食物消费的最主要的经济因素<sup>[9,10]</sup>。

改革开放以后, 中国经济得到了快速发展, 城镇人均可支配收入与农村居民人均纯收入水平也快速提高。根据国家统计局的数据, 1978—2018 年 40 年间, 两者名义增长率分别为 114.3 倍与 109.4 倍, 城镇居民和农村居民恩格尔系数也分别由 1978 年的 57.4% 和 69.9% 下降到 2018 年的 27.7% 和 30.1%, 初步达到 20%~30% 的国际富足标准<sup>[11]</sup>。随着中国城乡居民收入的大幅增长, 居民膳食消费水平也明显提升, 中国居民的生活质量也经过了贫困阶段, 当前正从温饱水平向全面小康生活迈进<sup>[10,12,13]</sup>。膳食结构的升级主要体现在两个方面<sup>[14-17]</sup>: 一是膳食结构中口粮消费量逐步减少, 肉类食物量快速增加; 二是饮食趋向多元化。膳食结构的升级导致饲料粮和其他食物的需求正逐步扩大, 保障口粮安全已不能满足未来粮食安全的需要<sup>[18]</sup>。粮食安全的范围也不应局限于口粮, 而应涵盖动物性产品所需的饲料粮、蔬菜瓜果等居民膳食营养所需的食物。从 2000 年开始, 中国由粮食

收稿日期: 2020-09-14; 修订日期: 2020-12-15

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFE0104600)

作者简介: 辛良杰(1978-), 男, 山东潍坊人, 博士, 副研究员, 主要从事土地利用变化与效应研究。

E-mail: xinlj@igsnrr.ac.cn

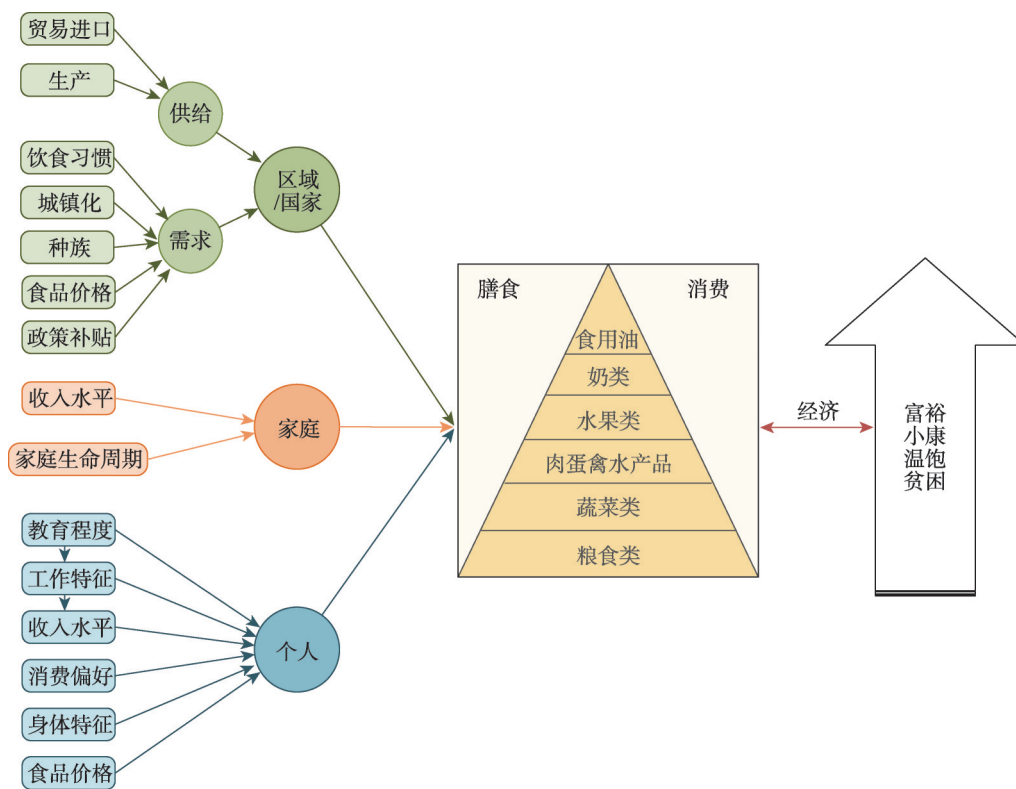


图1 膳食影响因素与阶段划分

Fig. 1 Driving factors and stage division of dietary consumption

净出口国转变为净进口国,且农产品贸易逆差迅速扩大,动物性食品需求增长带动的饲料粮需求增长,导致粮食自给率不断下降<sup>[19]</sup>。2018年中国累计进口谷物2047万t,占中国粮食总产量的3.1%,进口大豆8804万t,占中国粮食总产量的13.4%。进口大豆数量超过进口谷物数量的4倍,占据进口农产品主导地位。而进口的农产品折算成虚拟耕地资源已超过6千万hm<sup>2</sup>,总面积接近我国耕地资源数量的一半<sup>[20]</sup>。在粮食进口增加的同时,食用植物油、肉类等农产品的进口量也在快速增长。中国农产品的供需形势正从“基本平衡、丰年有余”经“紧平衡”转向“供需紧张”<sup>[21]</sup>,中国粮食安全重心由主粮供给安全逐步向整体食物供给安全转移。

国内外针对中国粮食安全主题进行了广泛而深入的研究,尤以粮食生产量及其相关影响因素的研究为多<sup>[22-25]</sup>,在粮食消费与需求的研究方面,对未来判断的研究略显薄弱<sup>[26-28]</sup>。居民膳食结构升级引起居民对多元食物特别是肉类食物需求量的大幅增加,而我国现有农产品供给水平尚不能满足未来多元农产品尤其是饲料粮的需求,饲料粮供求缺口不断扩大,届时大豆、玉米等饲料粮的主要原料的对外依存度将增加<sup>[29]</sup>,冲击我国的粮食安全。在这种背景下,一系列问题迫切需要得到科学的回答:第一,中国城乡居民膳食需求正在发生什么样的变化?第二,中国居民膳食消费的稳定形态如何?稳定状态下,中国的粮食安全形势如何?本文首先分析目前中国居民膳食消费从温饱向小康升级的表现特征,从粮食自给率角度判断未来中国粮食安全形势,进而讨论国家粮食安全策略以及未来待解决的重大科学问题。

## 1 中国居民膳食消费升级及未来情景

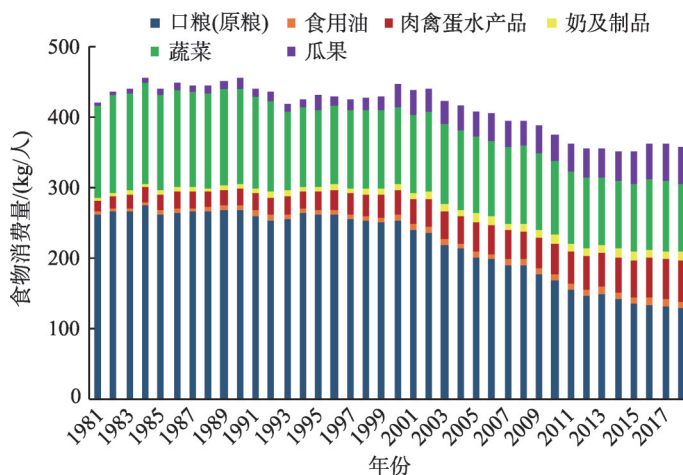
### 1.1 当前中国居民膳食消费升级特征

人类的食物种类很多,从营养学角度可分为五大类<sup>[30]</sup>,第一类为谷薯类,包括米、面、杂粮、马铃薯、甘薯等,主要提供碳水化合物、蛋白质、膳食纤维等营养物质;第二类为动物性食物,包括肉类、禽蛋类、水产品、奶类等,主要提供蛋白质、脂肪、矿物质、维生素等营养物质;第三类为豆类,包括大豆及其他豆类,其提供的营养物质与动物性食物类似;第四类为蔬菜水果类,主要提供膳食纤维、维生素C和胡萝卜素等;第五类为纯热能食物,包括动植物油、淀粉、食用糖和酒类,主要提供能量。对居民膳食营养状况起主要影响的有粮食、食用油、肉、蛋、奶和水产品等<sup>[31]</sup>,国家统计局的食物分类体系,将食物类别划分为口粮、肉禽及制品、水产品、蛋类、奶类、酒类等,其中口粮重点统计了谷物、豆类与薯类的消费量,肉禽及制品重点统计了猪、牛、羊、禽及其制品的消费量。本文依据国家统计局的食物分类体系,重点分析中国居民口粮类、动物性食物(包括肉禽、水产品与蛋类)等食物的消费特征。

当前,中国社会经济正处于由温饱型向全面小康型转变的关键时期,居民膳食结构也转变明显,具体表现为以下两个方面:

#### (1) 由“粮菜型”向“粮肉菜果”多元型转变

从食物消费累计总量来看(图2),中国居民年消费的食物总量呈现减少趋势。1981年中国居民年消费口粮(原粮)、食用油、肉禽蛋水产品、奶类、蔬菜瓜果共计419.4 kg,至2018年下降至356.8 kg,减少了60.4 kg,减少量占1981年食物消费总量的14.4%。食物消费总量的降低主要是由口粮消费量减少造成的,1981—2018年间,中国居民年口粮消费量由260.1 kg/人下降到127.2 kg/人,降低了132.9 kg/人。相对口粮消费量减少,动物性食物消费量增加,1981—2018年间,中国居民人均肉禽蛋水产品年消费量由16.2 kg增加至59.6 kg,40年间增加了2.7倍,奶类人均消费量也由4.2 kg上升到12.2 kg。从总



注:数据来源于国家统计局,由于2013年统计指标与统计范围有所变化,数据出现跳跃现象,本文根据2012—2013年数据的变化特征对1981—2012年数据进行了调整,下同。

图2 1981—2018年中国大陆居民主要食物消费量

Fig. 2 Food consumption of residents in the Chinese mainland, 1981-2018

量上看,蔬菜瓜果的消费总量增加不明显,1981年与2018年中国居民人均蔬菜瓜果的消费量分别为134.0 kg与149.1 kg,但实际上,中国居民蔬菜消费量整体呈持续下降趋势,由1981年的129.7 kg下降到2018年的96.1 kg,而水果的消费量明显增加,尤其是2001年后,1981年、2001年与2018年三年的水果消费量分别为4.3 kg、35.2 kg与52.1 kg。

1981—2018年,中国居民口粮、肉禽蛋水产品、蔬菜、瓜果的消费比例由62:6:31:1演变为36:23:27:15,膳食结构已由“粮菜型”转变为“粮肉菜果”多元型。

## (2) 由传统家庭烹饪型向现代便捷型转变

在改革开放初期,中国大部分居民的一日三餐,均在家里进行烹饪,甚至红白喜事宴请宾客等聚餐行为也在家庭中完成,需要在家庭厨房里耗费很多时间来准备原料、烧菜做饭,农村居民的食材更多是自己生产或来自当地,但随着经济的发展,中国居民的生活节奏也在不断加快,膳食消费的便捷性不断提高<sup>[32,33]</sup>。膳食消费的便捷性主要体现在三个方面:一是餐馆、食堂消费,二是外卖消费,三是半成品食物消费。

1978年全国餐饮收入仅54.8亿元,1980年上海第一家个体餐馆“美味馆”和北京第一家个体餐馆“悦宾饭店”陆续开业,近年来我国餐饮业得到了快速发展,2017年底餐馆数量达到566.6万家,2018年中国餐饮业收入达到了42716亿元<sup>[34]</sup>,占到社会消费品零售总额的11.2%。艾瑞咨询调查数据显示,2019年中国餐饮外卖产业规模为6536亿元,相比2018年增长39.3%。截至2019年底,中国9亿网民中外卖消费者规模约为4.6亿人,同比增长12.7%。与外卖型的成品菜不同,半成品菜具有可体验烹饪乐趣、方便快捷、卫生等功能,标准化、符合新生代生活节奏的半成品已经逐步成为中国当前膳食消费向全面小康阶段转变的一个重要消费市场<sup>[35]</sup>。

餐馆、食堂消费、外卖消费与半成品食物消费明显改变了中国居民的消费习惯,进而影响了膳食消费结构。

## 1.2 未来中国居民膳食消费预测

在膳食消费方面,中国台湾与中国大陆均属于典型的中华民族饮食习惯<sup>[36]</sup>,目前,中国台湾地区膳食消费量已经达到富裕状态下的稳定状态(图3),且膳食营养较为均衡、结构较为合理。因此,本文以当前中国台湾居民膳食消费量为基础,作为中国大陆经济达到充分富裕时居民膳食消费量稳定状态的数值,同时给出了当前日本和韩国的消费数据作为对比参考(表1)。

2018年,中国台湾居民主要膳食消费总量为543.3 kg/人,比中国大陆居民多消费187.2 kg/人,中国大陆居民在肉禽类、奶类、瓜果类食物方面与中国台湾居民消费量差距较大,分别少45.0 kg/人、36.6 kg/人、72.1 kg/人,中国大陆居民口粮消费量比中国台湾居民高出20 kg/人。和稳定状态相比,中国大陆居民膳食消费总量仍有53%左右的提升空间,肉禽类食品消费的提升空间超过一倍。

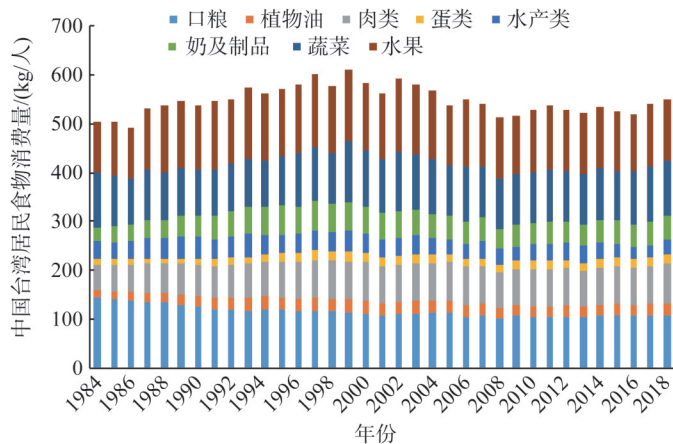
## 2 中国农产品的自给水平

### 2.1 粮食表观自给率

粮食表观自给率主要是从供给端的角度出发,指国内粮食产量占粮食总供给量(国内产量+净进口量)的百分率<sup>[37]</sup>。

2000年前中国一直是粮食净出口国,2001年加入WTO后,中国迅速由粮食净出口





注：数据来源于中国台湾农委会（<http://statview.coa.gov.tw>），口粮包括大米与面粉，分别按照0.73与0.85系数折算成原粮。

图3 中国台湾居民人均主要食物消费量  
Fig. 3 Food consumption of residents in Taiwan, China

国转变为粮食净进口国，2017年中国进口粮食总量达到13062万t，其中大豆进口量也达到9553万t，2018年受中美贸易摩擦的影响，粮食进口数量略有下降。尽管中国粮食总产量也在快速增长，2000—2018年间，由4.6亿t增长到6.6亿t，平均每十年增长一亿t，但远赶不上粮食需求的增长速度。受粮食进口量快速增长的影响，中国粮食表观自给率快速下降，2000年中国的粮食表观自给率还是100%，但发展到2018年，仅为85%了，几乎每年下降一个百分点。粮食表观自给率的下降主要是由大豆大量进口引起的，中国大豆自给率开始下降的年份为1996年，早于粮食自给率4年。发展到2018年，中国大豆自给率仅为15%（图4）。

2.2 虚拟耕地自给率

通常，粮食自给率的计算方法是用粮食的自产量除以各类粮食的总消费量；用总消费量中的净进口量占比，作为粮食的对外依存度。这样的测算存在两个问题：一是未考虑畜牧产品的进出口贸易。实际上肉蛋奶等畜牧产品的生产也需要消耗大量的粮食转化，畜牧等产品的进出口实际上就是粮食的进出口。二是棉花、食用植物油、食糖等食物及豆粕、DDGS等加工成品均是由耕地直接或间接生产的，与粮食在耕地占用上是生产竞争关系，其进口量也应该纳入到大的粮食自给率的范畴中来。考虑到以自给率作为

表1 中国大陆居民膳食消费现状与中国台湾、日本和韩国的对比

Table 1 Dietary consumption of residents in the Chinese mainland, Chinese Taiwan, Japan, and South Korea (kg/人)				
指标	中国大陆	中国台湾	日本	韩国
粮食（原粮）	127.2	107.2	111.8	164.6
食用油	9.6	22.5	15.6	18.6
蔬菜及食用菌	96.1	112.6	91.1	197.1
肉禽类	38.5	83.5	49.3	70.7
水产品	11.4	29.4	30.7	35.2
蛋类	9.7	18.1	19.6	10.3
奶类	12.2	48.9	58.6	18.2
瓜果类	52.1	124.2	33.1	59.1
总量	356.8	546.4	409.8	573.8

注：中国台湾数据来源于《台湾统计年鉴2019》，日本和韩国为2017年数据，来源于<http://www.fao.org/>。

粮食安全的量化指标,实际上强调的是境内包括土地在内的所有农业资源的生产能力,如果不考虑与粮食作物竞争的其他作物的进出口贸易,显然是不全面的。

因此采用“虚拟耕地资源”这一指标来综合衡量中国农业的自给程度。计算思路是,首先将畜牧产品折算为饲料粮<sup>[38]</sup>,同时折算获得粮食、棉花等源自耕地的农产品进出口数量,然后再利用单产数据,折算成虚拟播种面积,结合中国自有的农作物播种面积,计算虚拟耕地自给率。

2018年中国农产品进出口数量合计为13675万t,其中出口农产品合计1708万t,净进口量为11967万t。进口虚拟耕地数量为6488万hm<sup>2</sup>,出口虚拟耕地面积为229万hm<sup>2</sup>,净进口虚拟耕地6259万hm<sup>2</sup>。2018年中国农作物总播种面积为16590万hm<sup>2</sup>,照此计算,2018年中国虚拟耕地自给率为72.6%(表2)。这意味着:

(1) 中国的粮食安全正在从保障口粮安全逐步转为保障饲料粮安全。按照我国生产大豆、玉米等饲料粮的产能现状,中国大陆达到膳食消费稳定态时食物全部自给的难度较大。届时仍需要依靠国内国际两种资源、两个市场来解决国内的食物供给,充分融入国际市场将会成为和平时解决粮食问题的常态。

(2) 中国大陆居民膳食结构的改变引起各类农产品特别是肉禽类产品的消费量大幅增加,这就导致我国饲料粮方面可能出现较大缺口,对粮食安全产生较大冲击。按照中国大陆居民膳食消费稳定值推算,届时中国饲料粮消费量将达到4.3亿t,其中能量饲料3.3亿t,玉米仅饲料消费量就将达到2亿t。可以预见,在中国大陆居民膳食消费达到稳定态时,中国不仅需要进口大量的大豆,以保证蛋白饲料供应,还需进口一定数量的玉米或其替代品,以保证能量饲料的供应。届时,中国虚拟耕地自给率将会继续下降,粮食安全形势不容乐观。

### 3 膳食消费视角下的国家粮食安全思考

#### 3.1 讨论

近年来中国经济得到了快速的发展,居民膳食消费水平与结构也在由温饱型向全面小康型转变,形式上表现为由“粮菜型”向“粮肉菜果多元型”转变和由传统家庭烹饪型向现代便捷型转变。在此趋势下,以中国台湾地区的膳食消费水平现状作为中国大陆地区居民膳食消费水平未来可能达到的稳定状态,对比发现目前中国大陆居民的膳食消费水平距离富裕水平下的稳定状态还有较大的差距,整体差距超过50%,肉禽类差距甚至接近120%。1981—2018年间,中国居民年口粮消费量由260.1 kg/人下降到127.2 kg/人,而动物性食物消费量则由16.2 kg增加至59.6 kg。动物性食物消费量的快速增长引起了中国饲料粮消费的快速增加,尤其是作为蛋白饲料来源的大豆消费需求,在1996年后呈现井喷态势。受此影响,中国由2000年的粮食净出口国迅速转变为世界上最大的粮食进口国,粮食自给率迅速下降,2018年中国粮食表观自给率已经下降到了85%,大豆自给率

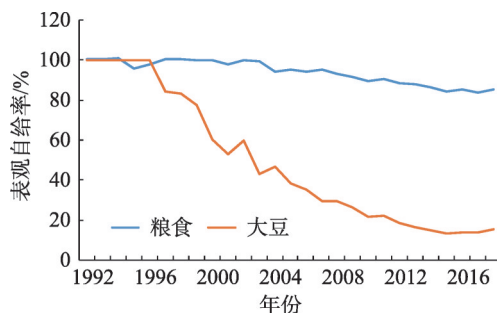


图4 中国粮食与大豆表观自给率

Fig. 4 China's nominal self-sufficiency rates of grain and soybean

表2 2018年中国虚拟耕地进出口情况

Table 2 Import and export of virtual cultivated land in China in 2018

品名	进口数量/万 t	出口数量/万 t	进口耕地/万 hm <sup>2</sup>	出口耕地/万 hm <sup>2</sup>
小麦	310		57	
稻谷和大米	308	209	44	30
大麦	682		187	
高粱	365		78	
玉米/玉米酒糟（DDGS）	367		60	
干木薯	480		601	
食糖	280	20	4	
棉花/棉纱	363	5	200	3
大豆/豆粕	8806	13	4640	7
油菜籽	476		235	
花生及花生仁		20		5
豆油	55		29	
棕榈油	357		92	
菜籽油	130		64	
蔬菜		948		28
中药材及中式成药		13		3
烤烟		14		7
植物性农产品合计	12978	1242	6289	82
猪肉/猪杂碎	215	22	95	10
牛肉	104		36	
羊肉	32		11	
禽肉		11		4
水产品	231	425	38	70
蛋类		8		3
奶粉	115		19	60
动物性农产品合计	697	466	199	146
所有农产品合计	13675	1708	6488	229

注：数据来源于中国海关总署，空白表示该项未发生或数值可忽略。

仅为 15%，而将所有的进出口农产品综合考虑的话，中国虚拟耕地自给率仅为 72.6%。仅仅依靠中国本土的农业生产资源已难以维持全面小康水平下的国民农产品需求，发展到富裕水平短缺将会更甚。有效保障我国的粮食安全，依赖国际市场是必然需求。届时，动物性农产品及其饲料粮将会是中国农产品进口的主要品类。扩大粮食特别是饲料粮进口的来源和渠道，维持良好的国际贸易关系，是稳定我国粮食进口和保障我国粮食安全的重要途径。

那么，综合考虑生态环境与经济因素，进口哪类农产品性价比比较高呢？

从农产品的碳足迹数值来看（图 5），动物性食物的碳足迹数值要明显高于植物性食物，牛羊肉的碳足迹最高，达到 25~27 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg，其次为猪肉、禽肉，粮食的碳足迹居于中间水平，水果、蔬菜的碳足迹值较低。仅从碳足迹角度讲，要保护生态环境，

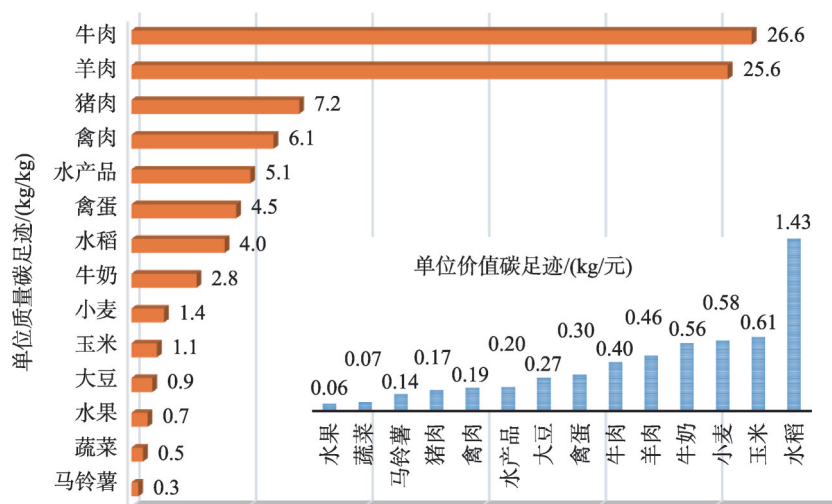


图5 主要农产品单位质量与单位价值碳足迹

Fig. 5 Carbon footprint per kilogram and unit value of food products

需要尽可能地减少动物性食物的生产, 增加水果、蔬菜等农产品的生产量。将经济因素考虑在内, 情况出现翻转, 粮食类食物单位价值的碳足迹值最高, 尤其是水稻生产, 这主要是生产水稻会排放大量的温室气体造成的<sup>[38,39]</sup>。单位价值小麦与玉米的碳足迹也较高。单位价值动物性食物的碳足迹数值居于中间水平, 单位价值水果、蔬菜的碳足迹值较低。由此可见, 粮食生产并不利于维护生态环境。综合来讲, 在农产品进口贸易上应多考虑进口动物性产品, 适当放开粮食类产品进口数量, 自己生产水果、蔬菜等类的农产品。

### 3.2 未来我国粮食安全领域关键的研究课题

保障14亿人口的粮食安全关乎国运民生, 是维护国家安全的基础与新时期社会经济稳定发展的最根本保证。针对我国的粮食安全问题, 国内外学者在粮食生产、流通、贸易、消费、健康及资源环境等方面, 都开展了广泛且深入的工作, 在中国粮食安全的关键方面有了较为清晰的认识。但是, 粮食安全是涉及多尺度、多过程的复杂耦合系统, 涉及资源、生产、流通、储存多个部门, 涵盖农户、政府、企业等海量利益主体, 嵌含在受经济、政治、文化等多方影响的国际市场与国内市场内。因此, 研究粮食安全, 需要多学科融合, 尤其是农学、经济学、地学、管理学、生理学等学科的交叉, 探索运用多种方法, 紧密结合时代背景, 开展综合研究。具体而言, 未来时期以下重大研究课题需要着重深入探讨。

#### (1) 国民营养与身体素质提高与粮食安全的耦合研究

农业生产与粮食安全的最终目标是不断满足国民膳食营养的需求, 逐步提升国民身体素质。目前, 国民膳食营养与粮食安全的耦合研究还是短板, 现有研究多集中于医学与生理学学科膳食与健康的关系方面, 尚缺乏全局性的整体认知。应进一步加强国民膳食结构和营养状况时空演变特征研究, 获取准确的膳食消费与营养摄入数据, 开展我国膳食营养区域评估与膳食消费数量与质量的未来情景模拟, 以此作为调整我国农业生产与食品工业结构的科学参考。



## (2) 未来我国粮食供给与需求的平衡问题研究

近年来,国内外针对我国粮食安全保障的研究多集中对粮食需求总量的预测上,但不同学者的研究结果差别迥异,品种也多集中在口粮安全与肉类安全方面,因此需要从时空、营养健康、全食物口径、全球视角预测粮食需求,同时需要将损耗、浪费考虑在内<sup>[40]</sup>。在粮食供给上,以往研究也更多关注国内生产,尤其是关注耕地的自然生产潜力,对国际市场的研究集中于粮食贸易量及对外依存度变化方面。在未来研究中,国内生产与供给需要引入营养安全目标,突破以往仅从“光、热、水、土、气、生”研究农业生产的思路,充分考虑自然基底、社会经济可能性、生态环境约束等多方因素,系统刻画粮食生产与供给的可能性方案;在国际供给的研究方面,需集中于国外农业资源禀赋评价、稳定贸易网络构建、粮食贸易效应评估等方面。在此基础上,构建基于全球视角的我国粮食供需平衡策略体系。

## (3) 粮食系统供应链风险研究

目前针对我国粮食供应链研究上已有一些总结归纳,但如何量化各类风险的触发机制及其可能性、如何量化评估系统风险对粮食系统的冲击仍然缺乏有效的方法;而且,目前量化分析技术主要应用于环境风险对粮食产量(生产环节)的评估,对供应链其他环节的量化分析较为欠缺。量化度量风险因素以及风险因素之间的相关性需要在供应链风险评估研究中重点考虑。

## (4) 粮食安全保障的应急管理体系研究

针对我国的粮食系统管理,国内外学者多从常规管理方面开展,缺失应急管理体系的研究工作,而且定性、单一方面分析较多,定量、系统性研究相对较少。因此,亟需在供应链风险研究的基础上,研究风险关键区域、风险等级、影响深度与广度,评估风险与粮食储备、粮食市场价格变化等方面的耦合机制,构建以口粮、食用油为核心的粮食安全储备体系与加工、物流保障体系,开展粮食安全保障的应急体系综合研究。

## (5) 面向人民生命健康的环境效应与粮食安全耦合研究

在自然环境、高投入生产、粗放管理等方式的影响下,我国农业环境污染表现出广域性、分散性、复合性的特征,多种污染物共存于食物供应链的多个环节,污染效应叠加,所造成的人民生命健康问题更为严重与复杂,揭示其作用规律已成为目前学术研究的迫切需求,当然亦是难点所在。截至目前,服务于人民生命健康标准的剂量—反应—残留—吸收关系尚未完全建立,宏观层面的环境污染、粮食安全与微观层面的人体生命健康耦合关系尚不明确,难以支撑农业生产、生态环境管理的需求。因此,这方面的研究亟待加强,从而助推复杂国际国内形势下我国粮食安全与生态环境安全工作的稳定开展,更好地保障人民生命健康。

## 参考文献(References):

- [1] SMITH L C, EL OBEID A E, JENSEN H H. The geography and causes of food insecurity in developing countries. *Agricultural Economics*, 2000, 22(2): 199-215.
- [2] ADRIAN J, DANIEL R. Impact of socioeconomic factors on consumption of selected food nutrients in united-states. *American Journal of Agricultural Economics*, 1976, 58(1): 31-38.
- [3] LIU C, FEI J, HAYASHI Y, et al. Socioeconomic driving factors of nitrogen load from food consumption and preventive measures. *AMBIO*, 2014, 43(5): 625-633.
- [4] GURBASKAN A. Factors that influence local food consumption motivation and its effects on travel intentions. *Anatolia*,

- 2019, 30(3): 358-367.
- [5] 石芳. 人口年龄结构与家庭消费选择: 基于生命周期消费理论的新探讨. 商业经济研究, 2020, (4): 71-73. [SHI F. Population age structure and family consumption choices: New discussion based on life cycle consumption theory. Journal of Commercial Economics, 2020, (4): 71-73.]
- [6] QI Y, ZHANG Y, JIANG H, et al. Life cycle assessment of urban food consumption. International Conference on Advances in Energy, 2016, 76: 43-46.
- [7] 邓婷鹤, 毕洁颖, 聂凤英. 城镇化与老龄化对未来食物消费需求的影响研究. 城市发展研究, 2018, 25(12): 7-14. [DENG T H, BI J Y, NIE F Y. The impact of population aging and urbanization on food consumption. Urban Development Studies, 2018, 25(12): 7-14.]
- [8] POWER M, UPHOFF E P, STEWART-KNOX B, et al. Food insecurity and socio-demographic characteristics in two UK ethnic groups: An analysis of women in the Born in Bradford cohort. Journal of Public Health (Oxford, England), 2018, 40(1): 32-40.
- [9] 廖永松, 黄季焜. 21世纪我国粮食安全保障与灌溉需水预测. 中国水利, 2004, (1): 36-38. [LIAO Y S, HUANG J K. Food safety and prediction of irrigation water demand in the 21st century. China Water Resources, 2004, (1): 36-38.]
- [10] PREUSSE H. Household expenditure on food: An analysis of income and consumption sample data 2013. Ernährungs Umschau, 2019, 66(11): M644.
- [11] 陈梦根. 恩格尔系数与居民收入: 扩展 Working-Leser 模型研究. 中国人口科学, 2019, (4): 79-91. [CHEN M G. The Engel's coefficient and resident income: A study with augmented Working-Leser Model. Chinese Journal of Population Science, 2019, (4): 79-91.]
- [12] 汪希成, 谢冬梅. 我国农村居民食物消费结构的合理性与空间差异. 财经科学, 2020, (3): 120-132. [WANG X C, XIE D M. The rationality and temporal differences of food consumption structure of rural residents in China. Finance & Economics, 2020, (3): 120-132.]
- [13] REN Y J, LI H, WANG X B. Family income and nutrition-related health: Evidence from food consumption in China. Social Science & Medicine, 2019, 232: 58-76.
- [14] SATORU S. Sustainable meat consumption in China. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(6): 1023-1032.
- [15] 许菲, 白军飞, 张彩萍. 中国城市居民肉类消费及其对水资源的影响: 基于一致的 Two-step QUAIDS 模型研究. 农业技术经济, 2018, (8): 4-16. [XU F, BAI J F, ZHANG C P. Impact of meat consumption in urban China on water resources: A consistent two-step QUAIDS model. Journal of Agrotechnical Economics, 2018, (8): 4-16.]
- [16] ZHANG H, WANG J, MARTIN W. Factors affecting households' meat purchase and future meat consumption changes in China: A demand system approach. Journal of Ethnic Foods, 2018, 5(1): 24-32.
- [17] YU X H. Meat consumption in China and its impact on international food security: Status quo, trends, and policies. Journal of Integrative Agriculture, 2015, 14(6): 989-994.
- [18] 辛良杰, 王立新, 刘爱民. 我国饲料粮区域产销平衡特征及政策启示. 自然资源学报, 2018, 33(6): 965-977. [XIN L J, WANG L X, LIU A M. Regional production and consumption equilibrium of feed grain in China and its policy implication. Journal of Natural Resources, 2018, 33(6): 965-977.]
- [19] 辛翔飞, 王济民. 我国粮食自给水平目标设定: 研究综述与政策启示. 自然资源学报, 2019, 34(11): 2257-2269. [XIN X F, WANG J M. Target setting of food self-sufficiency level in China: Literature review and policy enlightenment. Journal of Natural Resources, 2019, 34(11): 2257-2269.]
- [20] 刘爱民, 薛莉, 成升魁, 等. 我国大宗农产品贸易格局及对外依存度研究. 自然资源学报, 2017, 32(6): 915-926. [LIU A M, XUE L, CHENG S K. A study on the trade and external dependence of agricultural products in China: Analysis and evaluation based on virtual land resources. Journal of Natural Resources, 2017, 32(6): 915-926.]
- [21] 黄季焜. 食品安全与农业经济. 科学观察, 2019, 14(3): 52-54. [HUANG J K. Food security and agricultural economics. Science Focus, 2019, 14(3): 52-54.]
- [22] 陈秧分, 李先德. 中国粮食产量变化的时空格局与影响因素. 农业工程学报, 2013, 29(20): 1-10. [CHEN Y F, LI X D. Spatial-temporal characteristics and influencing factors of grain yield change in China. Transactions of the CSAE, 2013, 29(20): 1-10.]
- [23] 刘瑶, 张凤荣, 谢臻, 等. 耕地利用视角下全国粮食生产时空特征演变. 中国农业大学学报, 2019, 24(11): 173-182.

- [LIU Y, ZHANG F, XIE Z, et al. Evolution of spatio-temporal characteristics of grain production in China from the perspective of arable land use. *Journal of China Agricultural University*, 2019, 24(11): 173-182.]
- [24] 戈大专, 龙花楼, 乔伟峰. 改革开放以来我国粮食生产转型分析及展望. *自然资源学报*, 2019, 34(3): 658-670. [GE D Z, LONG H L, QIAO W F. The transformation of China's grain production since reform and opening-up and its prospects. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(3): 658-670.]
- [25] 杨宗辉, 李金锴, 韩晨雪, 等. 我国粮食生产重心变迁及其影响因素研究. *农业现代化研究*, 2019, 40(1): 36-43. [YANG Z H, LI J K, HAN C X, et al. The evolution path of China's grain production base and the influencing factors. *Research of Agricultural Modernization*, 2019, 40(1): 36-43.]
- [26] 郭安宁, 魏德宏. 中国未来粮食问题的忧患: 以石油、煤为原料的化石农业将终结. *灾害学*, 2003, 18(2): 79-84. [GUO A N, WEI D H. Worry of future food problem in China: Fossil-agriculture depended on petrol and coal will end. *Journal of Catastrophology*, 2003, 18(2): 79-84.]
- [27] HE G H, ZHAO Y, WANG L Z, et al. China's food security challenge: Effects of food habit changes on requirements for arable land and water. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 229: 739-750.
- [28] 刘景辉, 王志敏, 李立军. 超高产是中国未来粮食安全的基本技术途径. *农业现代化研究*, 2003, 24(3): 161-165. [LIU J H, WANG Z M, LI L J, et al. Higher-yield is key technical method of maintaining future food security in China. *Research of Agricultural Modernization*, 2003, 24(3): 161-165.]
- [29] 刘洋, 罗其友, 周振亚, 等. 我国主要农产品供需分析与预测. *中国工程科学*, 2018, 20(5): 120-127. [LIU Y, LUO Q Y, ZHOU Z Y, et al. Analysis and prediction of the supply and demand of China's major agricultural products. *Strategic Study of CAE*, 2018, 20(5): 120-127.]
- [30] 刘越, 耿延敏, 朱亚成. 中国《居民膳食指南》演变及启示. *四川体育科学*, 2017, 36(4): 21-25. [LIU Y, GENG Y M, ZHU Y C. Chinese *Dietary Guideline for Residents* evolution and enlightenments. *Sichuan Sports Science*, 2017, 36(4): 21-25.]
- [31] 封志明, 史登峰. 近20年来中国食物消费变化与膳食营养状况评价. *资源科学*, 2006, 28(1): 2-8. [FENG Z M, SHI D F. Chinese food consumption and nourishment in the latest 20 years. *Resources Science*, 2006, 28(1): 2-8.]
- [32] 谢瑾岚. 居民食物消费升级与我国农业转型发展. *农村经济*, 2020, (6): 66-73. [XIE J L. The upgrading of residents' food consumption and China's agriculture transformation. *Rural Economics*, 2020, (6): 66-73.]
- [33] 陈忠明, 郭庆海, 姜会明. 居民食物消费升级与中国农业转型. *现代经济探讨*, 2018, (12): 120-126. [CHEN Z M, GUO Q H, JIANG H M. Residents' food consumption upgrading and China's agricultural transformation. *Modern Economic Research*, 2018, (12): 120-126.]
- [34] 于千千, 赵京桥. 改革开放四十年来中国餐饮业发展历程、成就与战略思考. *商业经济研究*, 2020, (11): 5-8. [YU G Q, ZHAO J Q. The development process, achievements and strategic thinking of China's catering industry since reform and opening up. *Journal of Commercial Economics*, 2020, (11): 5-8.]
- [35] 卜俊芝, 徐迅, 严利强, 等. 真空低温烹调技术在半成品食品加工中的应用及展望. *四川旅游学院学报*, 2020, (5): 14-17. [BU J Z, XU X, YAN L Q, et al. Application and prospect of sous vide cooking techniques in the processing of half-finished foods. *Journal of Sichuan Tourism University*, 2020, (5): 14-17.]
- [36] 辛良杰. 中国大陆可能的膳食消费水平与粮食需求量: 基于中国台湾的历程判断. *中国工程科学*, 2018, 20(5): 135-141. [XIN L J. Prediction of food consumption and grain demand in Chinese mainland. *Strategic Study of CAE*, 2018, 20(5): 135-141.]
- [37] 叶兴庆. 我国农牧产业协调发展的新动能: 提高中国农业竞争力的思考. *中国禽业导刊*, 2017, (4): 4-8. [YE Q X. The new impetus for the coordinated development of China's agriculture and animal husbandry industry: Thoughts on improving China's agricultural competitiveness. *China Poultry Industry Guide*, 2017, (4): 4-8.]
- [38] MA Q, LI J, AAMER M, et al. Increasing methane (CH<sub>4</sub>) emissions and altering rhizosphere microbial diversity in paddy soil by combining Chinese milk vetch and rice straw. *PEERJ*, 2020, 8(e9653), Doi: 10.7717/peerj.9653.
- [39] XU P, ZHOU W, JIANG M, et al. Conversion of winter flooded rice paddy planting to rice-wheat rotation decreased methane emissions during the rice-growing seasons. *Soil & Tillage Research*, 2020, 198(104490), Doi: 10.1016/j.still.2019.104490.
- [40] 成升魁, 黄锡生, 胡德胜, 等. 科学立法制止餐饮浪费的若干问题: “食物节约立法”专家笔谈. *自然资源学报*, 2020,

35(12): 2821-2830. [CHENG S K, HUANG X S, HU D S, et al. Several issues on scientific legislation for prohibiting food waste: Some personal reflections. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(12): 2821-2830.]

## Dietary structure upgrade of China's residents, international trade and food security

XIN Liang-jie

(Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences  
and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** At present, Chinese residents' dietary consumption structure is upgrading, changing from a subsistence type to a comprehensive well-off type and from traditional home cooking to modern convenience. Changes in the structure and level of dietary consumption will affect China's future food consumption. Judged from the development law of food consumption of residents in Taiwan, China, the overall gap between the current level and the stable state under the affluent level of Chinese residents' dietary consumption is about 53%, and the gap of animal food consumption is more than doubles. In the past, Chinese residents mainly used grains and vegetables as their main food. Now, they increase consumption of high value-added foods such as animal foods and fruits. China's nominal self-sufficiency rate of grain dropped to 85% in 2018, and that of soybean dropped to 15% at the same time. The self-sufficiency rate of virtual farmland was only 72.6%. Then, China needs to import not only a large amount of protein feed, but also a considerable amount of energy feed. It is concluded that it is difficult to maintain the demand for agricultural products only relying on China's local agricultural production resources. China should rely on domestic production and the international market to ensure food security. To protect the ecological environment, China should import more animal products, especially beef and lamb, appropriately liberalize the import volume of food products, self-produced fruits, and vegetables.

**Keywords:** dietary structure upgrade; import and export of agricultural products; food security; China