

“一带一路”沿线国家粮食消费时空格局

张超^{1,2,3}, 杨艳昭^{1,2,4}, 封志明^{1,2,4}, 贾琨^{1,2}, 郎婷婷^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049;
3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875; 4. 自然资源部资源环境承载力评价重点实验室, 北京 101149)

摘要: “一带一路”沿线国家是世界重要粮食生产—消费区, 开展该区域粮食安全研究具有重要意义。聚焦粮食消费, 剖析沿线国家 1995—2017 年粮食消费时空格局特征, 揭示影响因素。结果表明: (1) 1995—2017 年, 粮食消费数量逐渐增长, 总量占世界比例介于 55%~59%, 人均消费量增至 367 kg, 为世界水平的 95%。(2) 1995—2017 年, 其他用粮和工业用粮高速增长, 饲料和口粮快速增长, 损耗和种子用粮缓慢增长, 形成“口粮为主、饲料为辅”的消费结构, 处于粮食消费初级阶段。(3) 消费总量空间差异大而人均消费差异小, 中东欧国家消费水平高, 人口大国、岛屿小国、粮食生产条件欠佳国家消费水平较低。(4) 各类用途粮食人均消费量空间差异不大, 饲料总量空间差异最大且逐渐增大, 近半数国家仍以口粮为主, 约 25% 的国家完成了向相对均衡型转变的消费结构升级。(5) 人口数量和消费水平累积贡献率约为 43% 和 57%, 中亚、东南亚、南亚多数国家受消费、人口共同影响, 西亚及中东国家多受人口影响, 中东欧内部差异大。口粮、饲料累积贡献量占比约为 46% 和 34%, 南亚、东南亚国家多受口粮影响, 中蒙俄、中亚国家多受饲料影响, 中东欧和中南半岛国家多为综合贡献型。

关键词: 粮食消费; 时序特征; 空间格局; 影响因素; “一带一路”沿线国家

粮食安全一直以来是地理学和资源科学研究的焦点问题之一^[1,2]。粮食是人类赖以生存和发展的重要物质基础^[3], 粮食安全体现在粮食生产、消费、贸易和库存等多个方面^[4]。随着世界经济发展和城市化加速推进, 世界食物消费模式正处于从植物性食物为主向动植物食物并重转变的关键期, 畜产品需求增加、食品工业发展等导致粮食需求总量增加和结构多元化^[5]。由此, 粮食消费变化对粮食供求平衡带来诸多不确定性^[6], 给粮食生产和供给带来巨大冲击, 对世界各国或地区粮食安全的影响程度不断加深, 进而影响了区域粮食安全。

2013 年习近平主席提出“丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”构想, 2015 年《推动共建丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路的愿景与行动》正式发布, “一带一路”倡议成为国内外各界密切关注的热点^[7]。农业对外合作是“一带一路”建设的重要支撑^[8]。从中国与沿线国家的农业合作来看, 2018 年中国与“一带一路”参与国的农产品贸易额超过 770 亿美元, 农业合作项目超 650 个, 投资存量达到 94.4 亿美元, 较五年前增长了 70%, 累计雇佣参与国员工 10 万余人, 带动了当地粮食、畜牧、农产品加工等产业的发展^[9]。与沿线国家农业合作日益密切的同时, 农业投资也面临着贸易保护主义抬头^[10]、

收稿日期: 2020-06-08; 修订日期: 2020-08-28

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项 (XDA20010201); 国家重点研发计划项目 (2016YFC0503505)

作者简介: 张超 (1991-), 男, 河南平顶山人, 博士研究生, 主要从事资源开发与区域发展研究。

E-mail: zhangc.18b@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 杨艳昭 (1977-), 女, 辽宁朝阳人, 博士, 研究员, 主要从事资源开发与区域发展研究。

E-mail: yangyz@igsnrr.ac.cn

区位选择经验不足、种植业投资过度集中等多种挑战^[11]。另一方面,“一带一路”沿线是全球主要的人口集聚区,人均粮食产量国别差异显著^[12]。《全球食物安全和营养状况报告2019》显示,“一带一路”沿线多个国家饥饿人口增加^[13],该区域粮食安全状况不容乐观,由此可能引发的社会经济动荡等问题,成为“一带一路”建设的风险挑战^[14]。“一带一路”倡议是顺应世界经济格局变化和经济全球化深入发展趋势的必然结果,有利于促进全球战略资源优化配置和联合国2030年可持续发展目标实现^[15,16]。确保充足、营养的粮食消费,是实现可持续发展目标的内在要求。开展“一带一路”沿线国家粮食消费研究,有助于深入把握沿线国家粮食消费特征和区域粮食安全状况,可为我国对沿线国家进行粮食产业投资、粮食贸易合作提供参考,有利于“一带一路”倡议顺利推进和区域性粮食安全可持续发展目标如期实现。

粮食消费数量、结构变化对粮食安全具有重要影响。国内外学者基于不同时间序列和空间尺度,针对粮食消费问题开展了较为深入的研究,主要包括粮食消费影响因素^[17-19]、粮食消费与粮食安全关系^[5,20-24]、未来粮食消费预测^[25-27]、区域/国别粮食消费变化^[28-31]、粮食消费与生产空间格局研究^[32-34]等等。既有研究多基于联合国粮食及农业组织(FAO)或国家/区域统计数据,利用数理统计、计量模型、GIS空间分析等方法展开,为粮食消费时空格局研究提供了科学的方法借鉴。实际上,粮食消费不同于以产量为基础的人均占有量,是考虑进出口因素后的实际消费状况,可以从供需的需求侧面反映国家、区域粮食安全状况。因此,针对“一带一路”沿线国家粮食消费研究并不多见的研究现状,在“一带一路”沿线国家农业与粮食生产^[8,12,35]、粮食贸易^[36,37]等相关研究的基础上,开展沿线国家粮食消费研究,对科学认识“一带一路”沿线国家粮食消费特征,促进我国与沿线国家在粮食贸易、加工产业等领域合作,具有重要科学意义和应用价值。

鉴于此,区别于以往侧重“一带一路”沿线国家粮食生产、贸易的研究倾向,本文聚焦粮食消费,应用区域差异分析、分级分类、LMDI分解等方法^[38,39],基于FAO统计数据,从粮食消费总量、人均消费量以及消费结构等维度,定量分析“一带一路”沿线国家1995—2017年粮食消费时序演变特征与地域空间格局,揭示其主要影响因素,以期提高对“一带一路”沿线国家粮食消费的认知,为在“一带一路”倡议下,加强我国与沿线国家粮食产业、粮食贸易领域合作,促进“一带一路”建设和区域性粮食安全目标实现提供科学依据和决策支持。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 概念界定与研究范围

粮食一般指谷物,但其概念有广义与狭义之分,国内外对其界定也存在差异。基于“一带一路”沿线国家长时间序列数据的可得性,本文采用FAO定义的谷物(Cereals)概念。粮食消费用途主要包括六个部分:口粮(Food),指人类直接消费的原粮或仅进行初步加工的粮食;饲料(Feed),指用于牲畜和家禽饲养的粮食;工业用粮(Processing),指用作食品用途的粮食加工消费;种子(Seed),指用做播种的粮食;其他用粮(Other use),指游客消费的相关商品用粮,和非食品用途用粮(如肥皂油等);损耗(Losses),主要指仓储、加工和运销阶段的粮食损耗,不包括收获前和收获阶段、厨房浪费和非食用部分损耗^[40]。

“一带一路”是一个开放的国际区域经济合作网络。在参考相关研究基础上,本文

“一带一路”沿线国家包括了中国在内的65个国家，可以划分为六大区域^[41]（表1）。其中，巴林、不丹、卡塔尔、新加坡、叙利亚、巴勒斯坦等6国在数据库中无相关数据，文中暂未做讨论。

表1 “一带一路”沿线国家
Table 1 Countries along the Belt and Road

六大区域	国家名称	数量/个
中亚	哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦	5
中蒙俄	中国、蒙古国、俄罗斯	3
东南亚	越南、老挝、柬埔寨、泰国、马来西亚、新加坡、印度尼西亚、文莱、菲律宾、缅甸、东帝汶	11
南亚	印度、巴基斯坦、孟加拉国、阿富汗、尼泊尔、不丹、斯里兰卡、马尔代夫	8
中东欧	波兰、捷克、斯洛伐克、匈牙利、斯洛文尼亚、克罗地亚、罗马尼亚、保加利亚、塞尔维亚、黑山、北马其顿、波黑、阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、立陶宛、拉脱维亚、乌克兰、白俄罗斯、摩尔多瓦	19
西亚及中东	土耳其、伊朗、叙利亚、伊拉克、阿联酋、沙特阿拉伯、卡塔尔、巴林、科威特、黎巴嫩、阿曼、也门、约旦、以色列、巴勒斯坦、亚美尼亚、格鲁吉亚、阿塞拜疆、埃及	19

1.2 数据来源及处理

本文使用的数据主要包括“一带一路”沿线国家1995—2017年的口粮、饲料、工业用粮、种子、其他用粮、损耗等主要粮食消费用途数据，均来自FAO历年数据库，并采用三年周期简单移动平均法对原始数据进行平滑处理。粮食消费总量由不同消费用途的粮食消费数量加和得到。其中，文莱、马尔代夫、沙特阿拉伯、泰国、也门、塞尔维亚、黑山等国个别年份数据缺失，采用相邻年份值插值法补齐。人口数据来源于联合国人口署统计资料。中国数据均不包括港澳台。

1.3 研究方法

1.3.1 变异系数

变异系数是反映区域内各单元间相对差异的常用指标，本文用变异系数分析“一带一路”沿线国家粮食消费空间差异，计算公式为^[42]：

$$CV=\sqrt{VAR/AVE}$$
(1)

式中： CV 为粮食消费变异系数； VAR 为1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费量的方差； AVE 为1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费量平均值。

1.3.2 LMDI分解

平均迪式分解法（LMDI）是揭示目标变量主导因素的有效方法^[43]，常用于粮食产量增加的贡献因素分解^[44]。本文采用LMDI将粮食消费总量变化分解为人口数量和人均消费量两个直接贡献因素，并计算贡献率^[38]，即：

$$\Delta CON_t=\Delta CON_{POP_t}+\Delta CON_{PER_t}$$
(2)

$$\Delta CON_{POP_t}=\frac{CON_{it}-CON_{0i}}{\ln CON_{it}-\ln CON_{0i}}\ln \frac{POP_{it}}{POP_{0i}}$$
(3)

$$\Delta CON_{PER_t}=\frac{CON_{it}-CON_{0i}}{\ln CON_{it}-\ln CON_{0i}}\ln \frac{PER_{it}}{PER_{0i}}$$
(4)

$$CR_{POP_i} = \frac{\Delta CON_{POP_i}}{\Delta CON_i} \times 100\% \quad (5)$$

$$CR_{PER_i} = \frac{\Delta CON_{PER_i}}{\Delta CON_i} \times 100\% \quad (6)$$

$$CR_i = CR_{POP_i} - CR_{PER_i} \quad (7)$$

式中： CON_{0i} 、 CON_{ti} 表示*i*区域期初和期末的粮食消费总量（kg）； POP_{0i} 、 POP_{ti} 表示*i*区域期初和期末人口总量（人）； PER_{0i} 、 PER_{ti} 表示区域*i*期初和期末人均消费量（kg/人）； ΔCON_i 表示*i*区域粮食消费总量变动量（kg）； ΔCON_{POP_i} 、 ΔCON_{PER_i} 表示*i*区域由于人口数量和人均消费量变化所带来的消费总量变动量（kg）； CR_{POP_i} 、 CR_{PER_i} 表示*i*国人口数量和人均消费量对消费总量贡献率； CR_i 表示人口数量贡献率和人均消费量贡献率差值，参考前人研究^[45]，将其主导因素划分为强消费（<-1.0）、消费（-1.0~-0.3）、消费—人口均衡（-0.3~0.3）、人口（0.3~1.0）、强人口（>1.0）五种类型。

1.3.3 消费用途贡献率

消费用途贡献率指不同用途粮食消费量变动占当年粮食消费总量变动量的比例^[38,46]。本文利用消费用途贡献率分析不同用途粮食消费总量增减变化对粮食消费总量的影响程度，计算公式为：

$$\Delta C_j = \frac{\Delta CON_j}{\sum_{j=1}^k \Delta CON_j} \times 100\% \quad (8)$$

式中： ΔC_j 表示第*j*种用途粮食消费量变动对粮食消费总量变动的贡献率； ΔCON_j 表示第*j*种用途粮食消费变动量（t）； $k=6$ 。为进一步区分不同国家粮食消费用途贡献程度，本文按用途贡献率大小将其划分为口粮主导（口粮贡献率>50%）、饲料主导（饲料贡献率>50%）和综合型（6种粮食消费类型贡献率均<50%）三种类型。

2 结果分析

2.1 粮食消费时序演变特征

2.1.1 消费数量时序特征

1995—2017年，“一带一路”沿线国家粮食消费总量逐渐增加，从 1025.06×10^6 t增加到 1706.98×10^6 t，增长了66.52%，年均增长2.35%，增速与世界平均水平基本持平，占世界粮食消费总量比例介于54.87%~58.68%之间。分阶段来看，1995—2012年“一带一路”沿线国家粮食消费总量增长缓慢，年均增长1.44%。2013年以来，消费总量快速增长，年均增速达到3.86%。

从人均消费量来看，1995—2017年，“一带一路”沿线国家人均粮食消费量经历了缓慢下降（1995—2004年）和快速上升（2005—2017）两个阶段，整体上从1995年的280.68 kg增加到2017年的366.76 kg，年均增长1.22%，与世界平均水平差距逐渐缩小，2017年增至世界平均水平的95%（图1）。

2.1.2 消费结构时序特征

1995—2017年，“一带一路”沿线国家不同用途粮食消费数量均呈增加态势。其中，其他用粮和工业用粮高速增长，增幅分别达301.94%和169.96%；饲料和口粮增长也

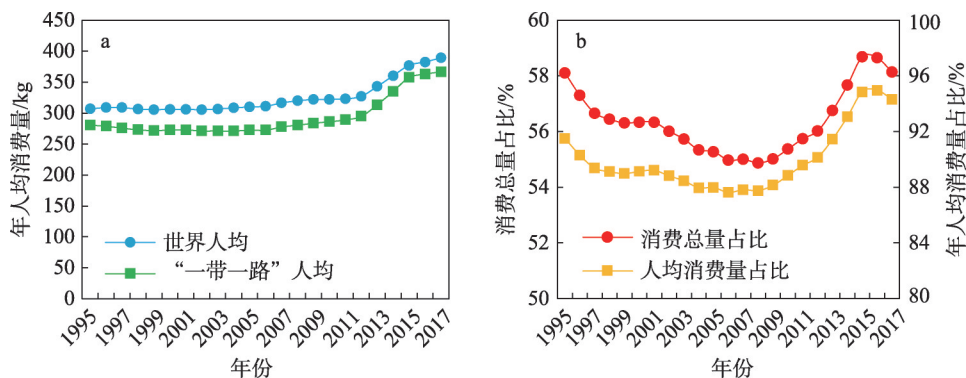


图1 1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费与占世界比例情况

Fig. 1 Cereals consumption of countries along the Belt and Road and its share in the world during 1995-2017

较为迅速，分别为84.43%和52.33%；损耗和种子相对缓慢。对比来看，1995—2017年，“一带一路”沿线国家工业用粮、饲料用粮增量占世界增量的50%以上，增幅分别高出世界平均水平111.82个和28.09个百分点，在世界粮食消费中占有重要地位。其中，种子和口粮增量占世界粮食增量超过70%，主导着世界种子和口粮增长。

一般而言，粮食消费结构发展演变可分为三个阶段：以满足温饱需求的口粮为主阶段，以满足动物性产品需求增加的饲料为主阶段，以及以追求食物便捷和营养均衡的各类型粮食消费比例相对均衡阶段^[47]。“一带一路”沿线国家呈现出“口粮为主、饲料为辅”的粮食消费结构。2017年，口粮和饲料消费占比分别为53.81%和29.62%，工业用粮、种子、其他用粮、损耗占比不足10%，仍处于“口粮为主”的粮食消费初级阶段。从消费结构变化来看，口粮、种子和损耗占比下降，隐含着口粮依赖度下降、种植技术提高、粮食收储技术改善，工业用粮、饲料、其他用粮比例均上升，表明沿线国家对食品品质的追求在提升、肉蛋奶等动物性食物需求在增长，粮食消费状况有所改善。就人均量而言，2017年“一带一路”沿线国家人均口粮消费量为197.36 kg，高于世界水平25.60 kg，而非口粮消费普遍低于世界平均水平。可见，“一带一路”沿线国家仍处于“高口粮”的粮食消费阶段，随着食物消费全球趋同发展进程加速^[48,49]，未来该区域“非口粮”粮食需求可能会持续增加（图2）。

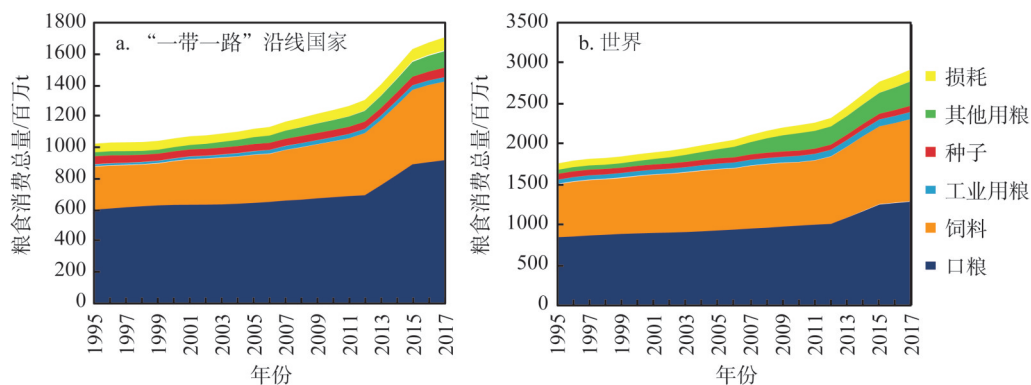


图2 1995—2017年“一带一路”沿线国家与世界粮食消费结构演变

Fig. 2 The evolution of the cereals consumption structure of countries along the Belt and Road and the world during 1995-2017

2.2 粮食消费空间格局特征

2.2.1 消费数量空间格局

1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费总量的变异系数“先降后升，逐渐平稳”，由1.72降至1.68再增到1.76，空间差异大但整体变化幅度不大（图3）。根据粮食消费总量由小到大的特征，采用自然断裂法，按照小于 18.28×10^6 t、 $18.28 \times 10^6 \sim 59.79 \times 10^6$ t、 $59.79 \times 10^6 \sim 118.62 \times 10^6$ t、 $118.62 \times 10^6 \sim 292.61 \times 10^6$ t、大于 292.61×10^6 t的标准，将粮食消费总量分为低、较低、中等、较高、高五个等级。受人口规模等因素影响，“一带一路”沿线国家以低等级消费为主（图4），粮食消费大国主要包括中国、印度、印度尼西亚、俄罗斯、孟加拉国等国家。从变化情况的的空间分布来看，1995—2017年，各等级国家数量变化均不明显，但有42个国家粮食消费总量增加，遍布于沿线地区，17个国家消费量减少，以中东欧国家为主，主要包括乌克兰、罗马尼亚、匈牙利、捷克、保加利亚等国。

从人均消费量变化来看，“一带一路”沿线国家人均消费量变异系数呈阶梯式下降，从0.74下降到0.64，表明人均粮食消费量空间差异小且逐渐缩小（图3）。2017年，沿线国家

人均粮食消费量介于161~827 kg之间，差异较大。根据人均粮食消费量由小到大的特征，采用自然断裂法，按照小于257.41 kg、257.41~363.07 kg、363.07~451.87 kg、451.87~616.24 kg、大于616.24 kg的标准，将人均粮食消费量分为低、较低、中等、较高、高五个等级。受人口数量、粮食生产条件和经济发展水平等因素影响，“一带一路”沿线中等及以上粮食消费水平的国家较多（图5）。其中，人口大国以及粮食生产条件较差的岛屿小国、干旱气候主导国家人均粮食消费量较低，如南亚、东南亚的马尔代夫、巴基斯坦、印度、阿富汗、斯里兰卡、文莱、东帝汶，以及蒙古、也门、阿曼、伊拉克、黑山等国，年人均粮食不足250 kg。农业生产条件较好、生产力较高的国家人均粮食消费量大，如中东欧的白俄罗斯、匈牙利、波兰、罗马尼亚、立陶宛、俄罗斯，以及柬埔寨、哈萨克斯坦、老挝等国人均粮食消费量超600 kg。就变化而言，1995—2017年，低等级国家减少和中等等级国家有所增加，其他等级国家数量变化不明显，37个国家人均

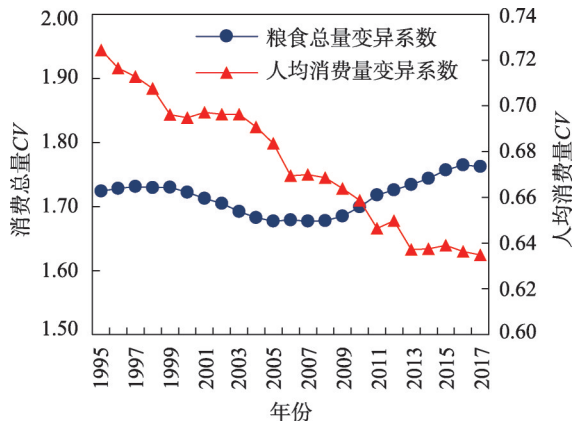
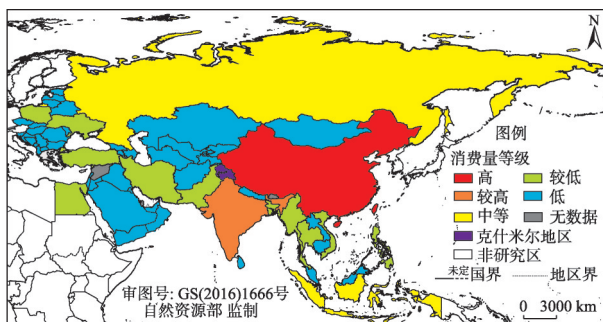


图3 1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费变异系数

Fig. 3 Variation coefficients of cereals consumption of countries along the Belt and Road during 1995-2017



注：本图基于自然资源部标准地图服务系统下载的标准地图制作，底图无修改，下同。

图4 2017年“一带一路”沿线国家粮食消费总量空间格局

Fig. 4 The spatial pattern and changes of the cereal consumption in countries along the Belt and Road in 2017

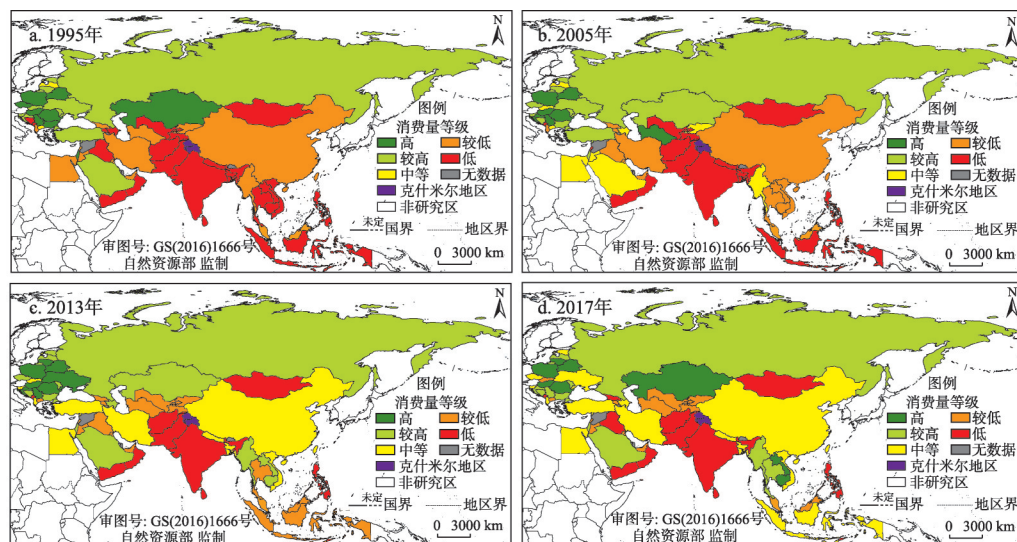


图5 1995—2017年“一带一路”沿线国家人均粮食消费格局及变化

Fig. 5 The spatial pattern and changes of per capita cereals consumption in countries along the Belt and Road during 1995-2017

粮食消费量在提高, 22个国家人均粮食消费量有不同程度的下降, 主要是中东欧国家。

2.2.2 消费结构空间格局

“一带一路”沿线国家各类粮食消费总量变异系数均较大, 空间差异显著。1995—2017年, 饲料消费总量变异系数随时间演进呈现出“先升后降再上升”的变化态势, 整体从6.13上升至8.91, 空间差异最大且逐渐增大。种子消费总量变异系数位居其次, 整体呈下降趋势, 从3.73下降到2.52, 空间差异渐小。其他各类型粮食消费总量变异系数较小且变化不显著。各类型粮食人均消费量变异系数均小于消费总量变异系数, 人均口粮消费量变异系数最小且变化不显著, 即刚需特征显著的口粮消费空间差异较小。其他用粮、工业用粮和种子用粮人均消费量变异系数相对较大, 人均饲料消费量变异系数从1.03下降至0.89, 空间差异逐渐缩小, 人均饲料消费普遍增加, 印证了沿线国家动物性产品需求增加的事实(图6)。

粮食消费结构是一个国家粮食消费发展阶段的重要反映。本文按照不同粮食消费用途占比情况, 将“一带一路”沿线国家粮食消费结构划分为“口粮为主(口粮占比>50%)、饲料为主(饲料占比>50%)、相对均衡(各类粮食占比均<50%)”三种不同类型(图7), 表征不同的粮食消费发展阶段, 进行粮食消费结构空间格局分析。

从粮食消费主导类型来看, 2017年, “一带一路”沿线口粮为主型国家有25个, 主要分布在南亚、西亚及中东毗邻地区; 以饲料为主的国家有10个, 主要分布在中东欧。相对均衡型国家有24个, 分布相对分散。从变化情况来看, 1995—2017年, 中东欧的保加利亚、斯洛文尼亚、斯洛伐克、爱沙尼亚、乌克兰, 以及缅甸、约旦等7国从饲料为主型转向相对均衡型; 中东欧的阿尔巴尼亚、黑山, 东南亚的柬埔寨、老挝、泰国, 以及阿塞拜疆、吉尔吉斯斯坦和中国等8个国家从口粮为主转向相对均衡型, 共计15个国家实现了粮食消费结构升级(图8)。

从人均口粮消费量来看, 2017年, 有35个国家人均口粮低于世界水平, 中东欧的斯

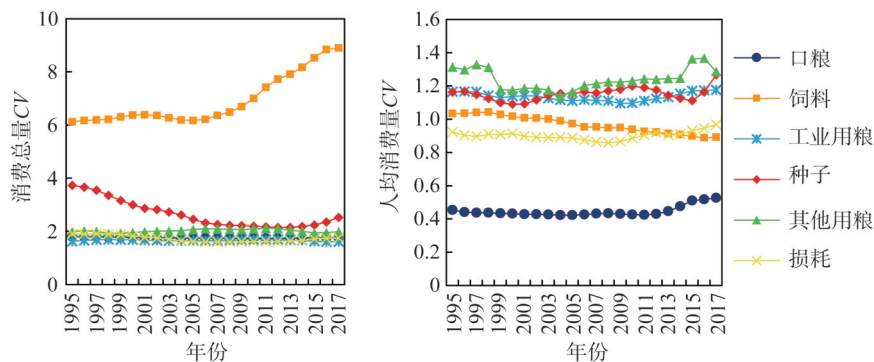


图6 1995—2017年“一带一路”沿线国家不同用途粮食消费总量和人均消费量变异系数

Fig. 6 Variation coefficients of total cereals consumption and per capita consumption with different types of use in countries along the Belt and Road during 1995-2017

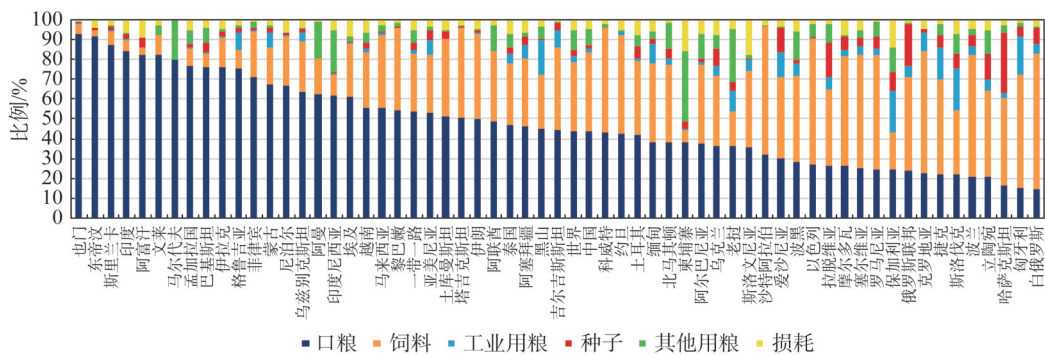


图7 2017年“一带一路”沿线国家粮食消费结构

Fig. 7 The structure of cereals consumption in countries along the Belt and Road in 2017

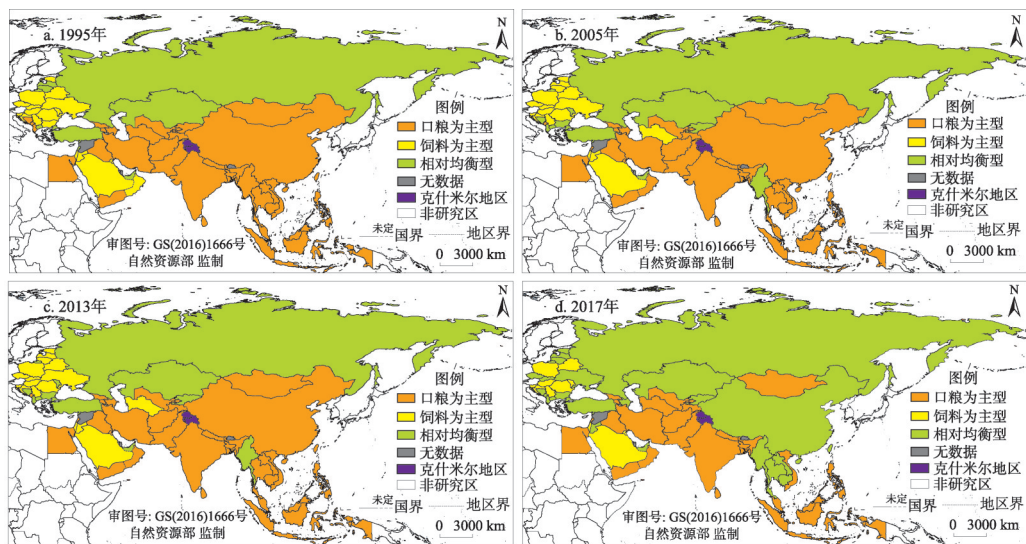


图8 1995—2017年“一带一路”沿线国家粮食消费结构主导类型空间格局及变化

Fig. 8 The spatial pattern and changes of the dominant types of cereals consumption structure of countries along the Belt and Road during 1995-2017

洛伐克、捷克等经济相对发达国家,以及畜牧业为主国家人均口粮消费水平低,年人均量不足 120 kg。东南亚、南亚的老挝、印度尼西亚、柬埔寨、越南、尼泊尔、菲律宾、孟加拉国等经济欠发达和人口较多的国家人均口粮消费水平高,超过 230 kg。就变化而言,1995—2017年,老挝、孟加拉国、菲律宾、印度尼西亚、越南等 10 个南亚东南亚国家人均口粮明显改善,增量超过 50 kg。阿尔巴尼亚、哈萨克斯坦、黑山等多数中东欧国家人均口粮显著下降,下降量超过 40 kg。

从人均饲料消费量来看,2017年,30 个国家人均饲料高于世界水平,中亚的哈萨克斯坦,中东欧的克罗地亚、塞尔维亚、罗马尼亚、波兰、匈牙利、白俄罗斯,以及西亚及中东的以色列、沙特阿拉伯人均饲料消费水平高,年人均消费量超过 300 kg。南亚、东南亚地区国家人均饲料消费水平低。就变化而言,1995—2017年,波黑、阿塞拜疆、缅甸等 6 国人均饲料消费量增长显著,增量超过 100 kg。中东欧的克罗地亚、斯洛文尼亚、乌克兰等 8 国人均饲料消费量下降明显,下降量超过 100 kg。

2.3 主要影响因素

2.3.1 人口数量与消费水平

人口数量、人均粮食消费量是区域粮食消费总量变化最直接的表现影响因素。1995—2017年,“一带一路”沿线国家人口从 36.52 亿增加到 46.54 亿,人均粮食消费量从 280.68 kg 增加到 366.76 kg。人口数量、人均粮食消费量与粮食消费总量的相关系数分别为 0.9403 和 0.8227,显示出人口数量、人均粮食消费水平与粮食消费总量存在显著相关性。

进一步对二者的贡献进行分析发现,1995—2017年,人口数量对粮食消费的贡献量变化相对平稳,年贡献量在 $12 \times 10^6 \sim 16 \times 10^6$ t 之间,研究期内对消费总量增长贡献量为 291.67×10^6 t,占比 42.77%。消费水平对粮食消费贡献量年际波动大,1995—2011年,年贡献量在 $-7 \times 10^6 \sim 22 \times 10^6$ t 之间小幅度波动,2012—2017年,年贡献量在 $17 \times 10^6 \sim 102 \times 10^6$ t 之间高幅波动,正负效应各有 8 个和 14 个年份,负效应主要集中在 2007 年前,由人均粮食消费水平下降导致。研究期内消费水平对粮食消费增长累积贡献量为 390.25×10^6 t,占比为 57.23% (图 9)。

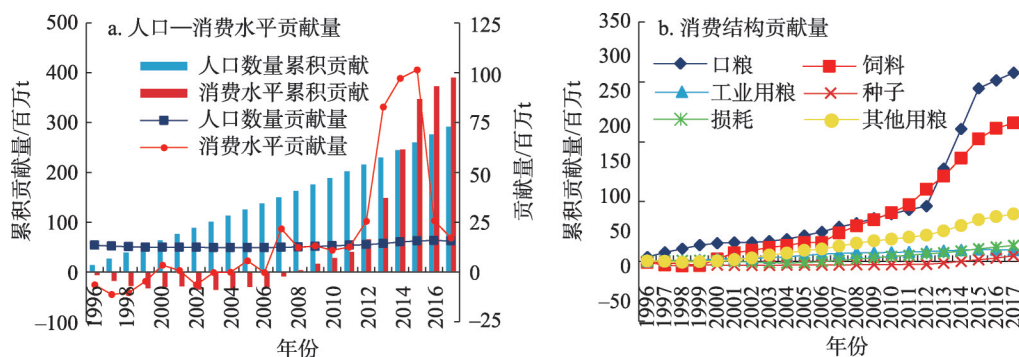


图9 1995—2017年“一带一路”沿线国家消费水平—人口数量贡献与消费结构贡献

Fig. 9 Contribution of consumption level-population and structure contribution for cereals consumption changes of countries along the Belt and Road during 1995-2017

粮食消费变化主导因素分类结果显示(图10)，“一带一路”沿线粮食消费总量变化受人口数量和消费水平变化共同影响的国家居多(15个)，紧随其后是以人口数量影响为主(14个)，然后是以消费水平为主(12个)。

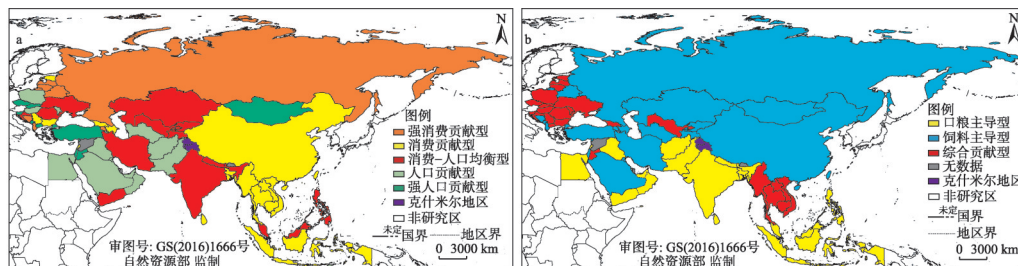


图10 “一带一路”沿线国家粮食消费总量变化的人口数量—消费水平与消费结构贡献类型空间格局

Fig. 10 The spatial pattern of dominant types of population-consumption level contributions and structure contribution to changes in total cereals consumption in countries along the Belt and Road

分地区来看，中亚除土库曼斯坦为人口型外，其余4国均为消费—人口均衡型；中东欧消费和消费—人口均衡型国家分别有6个和5个，受人口数量影响显著国家有8个。中蒙俄分属消费、强人口、强消费三种类型。南亚的斯里兰卡、孟加拉国粮食消费状况改善明显，属消费型，尼泊尔、印度、马尔代夫人口数量与消费水平均有提升，属消费—人口型，阿富汗、巴基斯坦人口快速增长但人均粮食消费水平改善不明显，属人口型。东南亚的东帝汶、文莱受人口影响显著，菲律宾、马来西亚属消费—人口均衡型，其余7国均属消费型。西亚及中东的亚美尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚受消费影响大，伊朗属消费—人口均衡型，其余11国受人口影响显著。

2.3.2 不同消费用途

不同用途的粮食消费变化是粮食消费总量变化的结构性因素。消费用途贡献率分析结果显示，口粮和饲料增长是“一带一路”沿线国家粮食消费量增长的主要因素，贡献量占比分别为46.27%、33.94% (图9)。“一带一路”沿线国家口粮、饲料主导型国家数量不相上下，综合主导型略多。具体而言，中亚除乌兹别克斯坦为综合贡献型外，其余四国属饲料主导型；中东欧除阿尔巴尼亚、白俄罗斯、波黑三国为饲料主导型，其余15国属综合贡献型；中蒙俄三国均为饲料主导型；南亚7国均为口粮主导型；东南亚5个陆地国均为综合贡献型，5个岛屿国均为口粮主导型，西亚及中东地区内部差异较为明显 (图10)。

3 结论与讨论

本文以FAO统计数据为基础，从“一带一路”全域到国别，从粮食消费总量、人均粮食消费量以及粮食消费结构等维度，定量分析了“一带一路”沿线国家1995—2017年粮食消费的时序特征与空间格局，揭示了其表现影响因素，结果表明：

(1) 1995—2017年，“一带一路”沿线国家粮食消费水平逐渐提高。粮食消费总量呈增加态势，从 1025.06×10^6 t增加到 1706.98×10^6 t，年均增长2.35%，占世界比例稳定在55%~59%左右，是世界主要的粮食消费区。人均消费量从280.68 kg增加366.76 kg，年

均增长1.22%，2017年人均粮食消费量为世界水平的95%，与世界水平仍有一定差距。

(2) “一带一路”沿线国家形成了以“口粮为主、饲料为辅”的粮食消费结构。2017年，口粮和饲料消费总量占比约为54%和30%，人均口粮消费量高于世界平均水平。1995—2017年，“一带一路”沿线国家其他用粮和工业用粮高速增长，饲料和口粮快速增长，损耗和种子相对缓慢，工业用粮、饲料增量占世界增量的50%以上。

(3) 1995—2017年，“一带一路”沿线国家粮食消费总量变异系数“先降后升，逐渐平稳”，整体空间差异大但时序格局变化小。人均消费量变异系数阶梯式下降，消费水平空间差异小且逐渐缩小。人口大国、岛屿小国、粮食生产条件欠佳的国家人均粮食消费量较低，中东欧国家粮食消费水平高但多个国家消费量有所下降。

(4) 各类型粮食消费总量国别差异大而人均消费量国别差异小，饲料消费总量空间差异最大且逐渐增大，人均口粮消费量空间差异最小且相对稳定。中东欧多数国家人均口粮水平低而饲料水平高，南亚及东南亚多数国家人均口粮水平高而饲料水平低。2017年，接近半数国家仍以口粮为主，处于粮食消费初级阶段，不足两成国家人均粮食消费以饲料为主，处于粮食消费中级阶段。研究期内15个国家粮食消费结构完成了向相对均衡型的转变，实现了结构升级。

(5) 人口数量和消费水平对粮食消费总量变化的累积贡献量分别为43%、57%，中东欧、中俄蒙地区粮食消费总量变化的主导因素内部差异大，中亚、东南亚、南亚多数国家粮食消费水平和人口数量均有所升高，主要受消费水平和人口数量共同影响，西亚及中东粮食消费水平改善不明显，受人口数量变化影响较大。口粮和饲料增长是“一带一路”沿线国家粮食消费量增长主要的结构性因素。1995—2017年，口粮和饲料的累积贡献量占比分别约为46%和34%，中东欧和中南半岛主要为综合贡献型，南亚、东南亚多为口粮主导型，中蒙俄、中亚多为饲料主导型，西亚及中东内部差异较大。

“一带一路”沿线国家是世界主要的粮食消费区和人口集聚区，其他用粮和工业用粮高速增长，但近半数国家仍处于口粮为主的粮食消费发展阶段，诸多国家面临着粮食消费结构转型与粮食消费水平提升的双重压力，由此带来的不确定性对世界粮食安全格局有显著影响，对“一带一路”建设顺利推进也有潜在影响。近年来，中国在粮食安全领域取得的成就有目共睹，在“一带一路”倡议下，与沿线国家存在广泛合作契机。一方面，加深与低、较低人均粮食消费水平国家合作，在现有基础上，加强与我国粮食贸易关系密切但消费水平较低的蒙古、巴基斯坦、阿富汗、斯里兰卡等国家粮食安全合作，通过粮食出口、技术援助、经验分享等方式，帮助改善粮食消费状况和营养摄入水平，支持其落实2030年可持续发展议程。另一方面，抓住“非口粮”消费增加趋势，加强与沿线国家粮食加工产业合作，鼓励国内有实力有意愿的企业特别是饲料企业走出去，积极参与饲料需求水平高的中东欧国家和发展潜力大的南亚、东南亚国家饲料产业发展建设。

需要指出，粮食供需是粮食安全保障体系的关键组成部分，包括粮食生产和消费两个环节^[34]，把生产与消费关联，并将贸易因素考虑在内，开展“一带一路”沿线国家粮食供需平衡研究，将有助于进一步把握沿线国家粮食余缺状况，为我国开展与沿线国家更深层的粮食安全合作、粮食贸易提供决策支持。“一带一路”沿线国家经济发展水平、农业生产体系、食物消费习惯都存在差异，粮食消费除了受到人口因素和消费水平表现因素影响外，更深层次上与粮食生产、收入水平、产业发展、饮食习惯等因素存在关联，导致粮食消费变化的深层次影响因素及机理是未来深入研究的科学问题。

参考文献(References):

- [1] 傅伯杰, 冷疏影, 宋长青. 新时期地理学的特征与任务. 地理科学, 2015, 35(8): 939-945. [FU B J, LENG S Y, SONG C Q. The characteristics and tasks of geography in the new era. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(8): 939-945.]
- [2] 孙鸿烈, 封志明. 资源科学研究的现在与未来. 资源科学, 1998, 22(1): 5-14. [SUN H L, FENG Z M. Present and future of resources science. *Resources Science*, 1998, 22(1): 5-14.]
- [3] 孙振远. 世界粮食问题概论. 北京: 农业出版社, 1986. [SUN Z Y. Introduction to World Food Problems. Beijing: Agricultural Press, 1986.]
- [4] 封志明, 李香莲. 耕地与粮食安全战略: 藏粮于土, 提高中国土地资源的综合生产能力. 地理学与国土研究, 2000, 16(3): 1-5. [FENG Z M, LI X L. Cultivated land and food security strategy: Storing grain in the soil, improve the comprehensive production capacity of land resources in China. *Geography and Land Research*, 2000, 16(3): 1-5.]
- [5] KEARNEY J. Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 2010, 365(1554): 2793-2807.
- [6] 简朴. 粮食消费结构变动对粮食安全的影响及对策研究. 湛江: 广东海洋大学, 2017. [JIAN P. Analysis and countermeasure on influence of foodstuff consumption structure alteration on foodstuff security. Zhanjiang: Guangdong Ocean University, 2017.]
- [7] 刘卫东. “一带一路”战略的科学内涵与科学问题. 地理科学进展, 2015, 34(5): 538-544. [LIU W D. Scientific understanding of the Belt and Road Initiative of China and related research themes. *Progress in Geography*, 2015, 34(5): 538-544.]
- [8] 李富佳, 董锁成, 原琳娜, 等. “一带一路”农业战略格局及对策. 中国科学院院刊, 2016, 31(6): 678-688. [LI F J, DONG S C, YUAN L N, et al. Study on agriculture patterns and strategy of the Belt and Road. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(6): 678-688.]
- [9] 中华人民共和国商务部. “一带一路”农业投资合作项目已超 650 个. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/e/201907/20190702883466.shtml>, 2020-07-10. [Ministry of Commerce of the People's Republic of China. China has over 650 agricultural investment cooperation projects in countries along the "Belt and Road". <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/e/201907/20190702883466.shtml>, 2020-07-10.]
- [10] 杨光, 柏娜, 陈瑞剑. 我国农业对外投资合作的特点及形势分析. 农业经济, 2019, 40(11): 131-132. [YANG G, BAI N, CHEN R J. Analysis of the characteristics and situation of China's agricultural foreign investment cooperation. *Agricultural Economy*, 2019, 40(11): 131-132.]
- [11] 詹琳, 杨东群, 秦路. 中国农业企业对“一带一路”沿线国家对外直接投资区位选择问题研究. 农业经济问题, 2020, 41(3): 82-92. [ZHAN L, YANG D Q, QIN L. Analysis on the location choice of OFDI by Chinese agricultural enterprises in countries along the Belt and Road. *Issues in Agricultural Economy*, 2020, 41(3): 82-92.]
- [12] 贾琨, 杨艳昭, 封志明. “一带一路”沿线国家粮食生产的时空格局分析. 自然资源学报, 2019, 34(6): 1135-1145. [JIA K, YANG Y Z, FENG Z M. An evaluation of the Belt and Road cereals production from a view of spatial-temporal patterns. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(6): 1135-1145.]
- [13] FAO. The state of food security and nutrition in the world 2019. Rome, 2019.
- [14] 赵捷, 姜小鱼, 陈秧分. “一带一路”农业投资风险评估及其对农业“走出去”的启示. 农业现代化研究, 2020, 41(5): 1-9. [ZHAO J, JIANG X Y, CHEN Y F. Risk evaluation of agricultural investment along "the Belt and Road" route and its implications for China's agricultural "Going Out". *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(5): 1-9.]
- [15] HONG P F. Jointly building the "Belt and Road" towards the sustainable development goals. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2812893, 2020-07-10.
- [16] HOWARD K W F, HOWARD K K. The new "Silk Road Economic Belt" as a threat to the sustainable management of Central Asia's transboundary water resources. *Environmental Earth Sciences*, 2016, 75(11): 1-12.
- [17] GODFRAY H C J, BEDDINGTON J R, CRUTE L R, et al. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 2010, 327(5967): 812-818.
- [18] 钟甫宁, 向晶. 人口结构、职业结构与粮食消费. 农业经济问题, 2012, 33(9): 12-16. [ZHONG F N, XIANG J. Impacts

- of demographic dynamics and professional structure on food demand. *Issues in Agricultural Economy*, 2012, 33(9): 12-16.]
- [19] 钟甫宁, 向晶. 城镇化对粮食需求的影响: 基于热量消费视角的分析. *农业技术经济*, 2012, 31(1): 4-10. [ZHONG F N XIANG J. Impact of urbanization on food demand: An analysis based on the perspective of calorie consumption. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2012, 31(1): 4-10.]
- [20] 陈永红, 刘宏. 中国粮食中长期需求总量与结构分析预测. *中国食物与营养*, 2013, 19(1): 32-36. [CHEN Y H, LIU H. Analysis and prediction of total amount and structure of grain consumption demand in China in mid long term. *Food and Nutrition in China*, 2013, 19(1): 32-36.]
- [21] 周竹君. 当前我国谷物消费需求分析. *农业技术经济*, 2015, 34(5): 68-75. [ZHOU Z J. Analysis of current grain consumption demand in China. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015, 34(5): 68-75.]
- [22] 骆建忠. 中国居民粮食消费量与营养水平关系分析. *中国食物与营养*, 2008, 14(3): 37-40. [LUO J Z. Analysis of the relationship between food consumption and nutrition level of Chinese residents. *Food and Nutrition in China*, 2008, 14(3): 37-40.]
- [23] 宋亮, 曹宝明, 朱强. 粮食安全、消费转型与政策调整. *新疆社会科学*, 2019, 39(3): 23-32. [SONG L, CAO B M, ZHU Q. Food security, consumption transformation and policy adjustment. *Social Sciences in Xinjiang*, 2019, 39(3): 23-32.]
- [24] 姚成胜, 殷伟, 黄琳, 等. 中国粮食生产与消费能力脆弱性的时空格局及耦合协调性演变. *经济地理*, 2019, 39(12): 147-156. [YAO C S, YIN W, HUANG L, et al. Spatial-temporal pattern and coupling coordination evolution of the vulnerability of food production and consumption ability in China. *Economic Geography*, 2019, 39(12): 147-156.]
- [25] 胡小平, 郭晓慧. 2020年中国粮食需求结构分析及预测: 基于营养标准的视角. *中国农村经济*, 2010, 26(6): 4-15. [HU X P, GUO X H. Analysis and forecast of China's food demand structure in 2020: Based on the perspective of nutrition standards. *Chinese Rural Economy*, 2010, 26(6): 4-15.]
- [26] 罗其友, 米健, 高明杰. 中国粮食中长期消费需求预测研究. *中国农业资源与区划*, 2014, 35(5): 1-7. [LUO Q Y, MI J, GAO M J. Research on forecasting for long-time grain consumption demands in China. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2014, 35(5): 1-7.]
- [27] 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, 34(5): 15-19. [LYU J, YU Z H, ZHAO Y. A review on structural changes of China's food demand. *Issues in Agricultural Economy*, 2013, 34(5): 15-19.]
- [28] 吴宝森. 世界粮食供需形势及安全性分析. *价格理论与实践*, 2008, 28(3): 56-57. [WU B S. Analysis of world food supply and demand situation and safety. *Price: Theory & Practice*, 2008, 28(3): 56-57.]
- [29] 颜波, 陈玉中, 姜明伦, 等. 全球粮食供求形势分析. *中国粮食经济*, 2020, 33(3): 68-73. [YAN B, CHEN Y Z, JIANG M L, et al. Analysis of global food supply and demand situation. *China Grain Economy*, 2020, 33(3): 68-73.]
- [30] 许世卫. 中美两国粮食消费差异比较与中国粮食问题. *中国食物与营养*, 2001, 7(2): 51-53. [XU S W. Comparison on the difference of food consumption in China and the U.S.A. and China's food issue. *Food and Nutrition in China*, 2001, 7(2): 51-53.]
- [31] 曹冲. 哈萨克斯坦粮食生产和消费变迁. *欧亚经济*, 2014, 19(6): 78-85. [CAO C. Changes in food production and consumption in Kazakhstan. *Russian Central Asian & East European Market*, 2014, 19(6): 78-85.]
- [32] 何友, 曾福生. 中国粮食生产与消费的区域格局演变. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(3): 1-8. [HE Y, ZENG F S. The regional pattern evolution of China's grain production and consumption. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(3): 1-8.]
- [33] 吴建寨, 张建华, 孔繁涛. 中国粮食生产与消费的空间格局演变. *农业技术经济*, 2015, 34(11): 46-52. [WU J Z, ZHANG J H, KONG F T. The evolution of the spatial pattern of China's grain production and consumption. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2015, 34(11): 46-52.]
- [34] 胡甜, 鞠正山, 周伟. 中国粮食供需的区域格局研究. *地理学报*, 2016, 71(8): 1372-1383. [HU T, JU Z S, ZHOU W. Regional pattern of grain supply and demand in China. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(8): 1372-1383.]
- [35] 孙致陆, 李先德. “一带一路”沿线国家粮食发展潜力分析. *华中农业大学学报: 社会科学版*, 2017, 37(1): 32-43. [SUN Z L, LI X D. Study on grain development potential of "One Belt and One Road" areas. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2017, 37(1): 32-43.]

- [36] 孙致陆, 贾小玲, 李先德. 中国与“一带一路”沿线国家粮食贸易演变趋势及其虚拟耕地资源流量估算. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2019, 39(1): 24-32. [SUN Z L, JIA X L, LI X D. The variation trend of grain trade and estimation on the virtual arable land resource flows between China and the countries along the Belt and Road. Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition, 2019, 39(1): 24-32.]
- [37] 陈艺文, 李二玲. “一带一路”国家粮食贸易网络空间格局及其演化机制. 地理科学进展, 2019, 38(10): 1643-1654. [CHEN Y W, LI E L. Spatial pattern and evolution of cereal trade networks among the Belt and Road countries. Progress in Geography, 2019, 38(10): 1643-1654.]
- [38] 封志明, 孙通, 杨艳昭. 2003—2013年中国粮食增产格局及其贡献因素研究. 自然资源学报, 2016, 31(6): 895-907. [FENG Z M, SUN T, YANG Y Z. Study on the spatiotemporal patterns and contribution factors of China's grain output increase during 2003-2013. Journal of Natural Resources, 2016, 31(6): 895-907.]
- [39] 段健, 徐勇, 孙晓一. 青藏高原粮食生产、消费及安全风险格局变化. 自然资源学报, 2019, 34(4): 673-688. [DUAN J, XU Y, SUN X Y. Spatial patterns and their changes of grain production, grain consumption and grain security in the Tibetan Plateau. Journal of Natural Resources, 2019, 34(4): 673-688.]
- [40] FAO. Food balance sheets: A handbook. Rome, 2001.
- [41] 刘卫东. 共建绿色丝绸之路: 资源环境基础与社会经济背景. 北京: 商务印书馆, 2019. [LIU W D. Joint Construction of Green Silk Roads: Social, Economic, Environment Context. Beijing: The Commercial Press, 2019.]
- [42] 李裕瑞, 卞新民. 江苏省粮食生产地域格局变化研究. 地域研究与开发, 2008, 27(2): 113-117. [LI Y R, BIAN X M. The regional pattern changes of grain production in Jiangsu province. Areal Research and Development, 2008, 27(2): 113-117.]
- [43] ANG B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method?. Energy Policy, 2004, 32(9): 1131-1139.
- [44] 刘玉, 高秉博, 潘瑜春, 等. 基于LMDI模型的中国粮食产量变化及作物构成分解研究. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1709-1720. [LIU Y, GAO B B, PAN Y C, et al. Investigating contribution factors to China's grain output increase based on LMDI model during the period 1980 to 2010. Journal of Natural Resources, 2014, 29(10): 1709-1720.]
- [45] 封志明, 肖池伟, 杨艳昭. 东南亚稻米生产时空变化格局分析. 科技导报, 2018, 36(3): 75-81. [FENG Z M, XIAO C W, YANG Y Z. Spatial and temporal pattern changes of rice production in Southeast Asia. Science & Technology Review, 2018, 36(3): 75-81.]
- [46] 孙通, 封志明, 杨艳昭. 2003—2013年中国县域单元粮食增产格局及贡献因素研究. 自然资源学报, 2017, 32(2): 177-185. [SUN T, FENG Z M, YANG Y Z. Study on spatiotemporal patterns and contribution factors of China's grain output increase at the county level during 2003-2013. Journal of Natural Resources, 2017, 32(2): 177-185.]
- [47] 孙倩, 李晓云, 杨志海, 等. 粮食与营养安全研究评述及展望. 自然资源学报, 2019, 34(8): 1782-1796. [SUN Q, LI X Y, YANG Z H, et al. Food and nutrition security: A literature review and prospects for research. Journal of Natural Resources, 2019, 34(8): 1782-1796.]
- [48] REGMI A, TAKESHIMA H, UNNEVEHR L. Convergence in global food demand and delivery. Economic Research Report, 2008, Doi: 10.2139/ssrn.1354244.
- [49] FRAZAO E, MEADE B, REGMI A. Converging patterns in global food consumption and food delivery systems. Amber Waves, 2008, 6(1): 22-29.

Spatio-temporal pattern of cereals consumption in countries along the Belt and Road

ZHANG Chao^{1,2,3}, YANG Yan-zhao^{1,2,4}, FENG Zhi-ming^{1,2,4}, JIA Kun^{1,2}, LANG Ting-ting^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Key Laboratory of

Carrying Capacity Assessment for Resource and Environment, Ministry of Natural Resources, Beijing 101149,

China)

Abstract: The countries along the Belt and Road are regarded as the world's important food production and consumption areas, so it is of great significance to carry out the regional food security research. The paper aims to focus on cereals consumption, analyze the spatial and temporal patterns of the cereals consumption quantity and structure of these areas during 1995-2017, and reveal their influencing factors. The results show that: (1) From 1995 to 2017, the total cereals consumption and per capita volume presented an increasing trend and the total cereals accounted for about 55%- 59% of the world's total. The per capita consumption increased to 367 kg in 2017, which was 95% of the world level. (2) From 1995 to 2017, the other use and processing consumption increased dramatically, feed and food increased rapidly, but the losses and seed increased slowly, which showed a "Food-based and Feed-assisted" cereals consumption structure that was at the primary stage of cereals consumption. (3) The spatial difference of the total cereals consumption is obvious and the per capita consumption is small. The cereals consumption level is very high in Central and Eastern European countries, but it is generally low in countries with a large population, small island areas, or poor cereals production conditions. (4) The spatial difference in per capita consumption of various types of cereals is not obvious except for the total amount of feed. Nearly half of the countries are still dominated by food, and about one-quarter of the countries have completed the upgrade of the cereals consumption structure that has shifted to a relatively balanced consumption structure. (5) The cumulative contribution rate of population and consumption level is about 43% and 57%. In Central Asia, Southeast Asia and South Asia, most countries are jointly affected by consumption level and population. West Asia and the Middle East are significantly affected by population. The cumulative contribution of population and consumption level have large differences in Central and Eastern Europe. The cumulative contribution of food and feed accounted for about 46% and 34%, respectively. South Asia and Southeast Asia were mostly dominated by foods, China-Mongolia-Russia and Central Asia were mostly dominated by feed, and Central and Eastern Europe and Indochina Peninsula were mostly integrated contributors.

Keywords: cereals consumption; time-series characteristics; spatial pattern; influencing factor; countries along the Belt and Road