

马希龙,张小虎. 中国省域间粮食安全空间格局演化分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(2):294-300.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.02.051

中国省域间粮食安全空间格局演化分析

马希龙¹, 张小虎^{1,2}

(1. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院,河南焦作 454000; 2. 洛阳师范学院国土与旅游学院,河南洛阳 471022)

摘要:以全国31个省级行政区为研究单元,对2003、2006、2009、2012、2015年5个时间断面的人均粮食占有量进行测算,并运用探索性空间数据(ESDA)、半变异函数等方法分析我国省域人均粮食占有量的空间相关性及其空间格局演化特征。结果表明,中国人均粮食占有量总体呈波动上升趋势,粮食安全水平逐渐由温饱走向全面小康水平;粮食生产格局逐渐趋于稳定,主要产粮区集中在东北、华中平原等区域;东北-西南方向空间异质性明显,空间结构呈较大差异,东南-西北方向空间结构呈均质性,空间结构差异较小,粮食安全格局及空间结构趋于稳定;人均粮食占有量结构化分异机理显著性提高,省域尺度上粮食生产逐渐向热点极核靠拢,多极化趋势差异显著。

关键词:粮食安全;人均粮食占有量;空间相关性;空间格局;演化特征;均质性;热点极核

中图分类号: F326.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)02-0294-06

粮食安全关系国计民生,是国民经济研究的重大战略课题^[1]。党中央、国务院始终高度重视粮食安全,通过粮食生产多年连增、连丰,用世界上7%的耕地养活了世界上1/5的人口^[2]。由于中国地域广大、人口众多,对粮食的需求量大,粮食安全的基础较薄弱,且存在区域粮食安全不平衡、不充分的问题^[3]。随着工业化、城镇化的发展以及人口增加和人们生活水平提高,粮食消费需求呈刚性增长,而耕地减少、水资源短缺、气候变化等以及人们对粮食需求从吃饱向吃好的结构性转变对粮食安全的影响日益凸显,保障粮食安全面临严峻挑战^[4]。党的十九大指出新时代的社会主要矛盾是“人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾”,在对粮食安全进行保障的同时,也应该加紧对粮食的质量与种类的安全进行研究,以保障日益增长的需求。因此,分析中国粮食安全

空间格局,揭示中国粮食安全格局的演化趋势,对于正确把握我国粮食安全态势、实现国家粮食安全具有重要意义。粮食安全问题最早于20世纪70年代中期由联合国粮农组织提出^[5],目前粮食安全概念可理解为确保生产足够的粮食和最大限度地稳定粮食供给,并在此基础上确保所有需要粮食的人都能获得粮食^[6]。部分学者通过人均粮食占有量来直观地反映国家或地区的粮食安全水平^[7],进而分析人均粮食占有量在区域内的空间格局演变特征、驱动机制研究^[8-9],从而掌握其在空间结构上的变化及集聚特征。马九杰等在宏观和微观上对粮食安全进行解读并建立粮食安全预警指标体系,从而对粮食安全信息进行预测^[10]。相较于耕地数量变化,耕地质量变化对粮食生产能力的约束作用更加强烈^[11],增加粮食单产对我国粮食安全具有积极作用^[12]。上述研究丰富和发展了我国粮食安全的框架理论体系,推动了粮食安全研究向纵深方向发展,但是相关研究大多关注区域粮食安全问题。由于我国各地区资源禀赋、经济发展、城镇化进程、人口增速等不同,因此研究省域间人均粮食占有量水平及其相互之间的平衡能力、在空间上的关联性与集聚特征,促进在省域范围内形成粮食生产、流通的稳定结构对我国粮食安全战略具有重要意义。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 人均粮食占有量模型 区域人均粮食占有

收稿日期:2018-09-13

基金项目:国家自然科学基金(编号:U1404402);河南省软科学研究计划(编号:162400410273);河南省社会科学规划决策咨询项目(编号:2017JC04);河南省教育厅人文社会科学研究重点项目(编号:2015-ZD-045、2020-ZZZJH-313);河南省教育厅科学技术研究重点项目(编号:13A630346);河南省洛阳市社会科学规划项目(编号:2019B060)。

作者简介:马希龙(1992—),男,河南周口人,硕士研究生,主要从事土地资源与信息技术研究。E-mail:hpumxl@163.com。

通信作者:张小虎,博士,副教授,主要从事土地生态安全评价、土地可持续利用研究。E-mail:zhangxiaohu415@163.com。

量在一定程度上反映了区域粮食的供需状况,模型借鉴刘玉等提出的人均粮食占有量模型^[13]。

$$C_{it} = \frac{G_{it}}{P_{it}} \quad (1)$$

式中: C_{it} 表示*i*区域在*t*年的人均粮食占有量; G_{it} 表示*i*区域相应年份近3年的粮食产量均值; P_{it} 表示*i*区域在*t*年的总人口数量。

同时借鉴潘竟虎等的研究成果^[14],并综合考虑我国全面建成小康社会的现实需求,决定将“人均粮食占有量400 kg”定为粮食安全与否的界线,由此将各省域划分为严重缺粮区(≤ 200 kg)、一般缺粮区(> 200 kg 且 ≤ 400 kg)、供需平衡区(> 400 kg 且 ≤ 700 kg)、一般余粮区(> 700 kg 且 $\leq 1\ 000$ kg)、重要余粮区($> 1\ 000$ kg)。

1.1.2 探索性空间数据分析(ESDA) 以可视化的方式揭示数据的空间依赖性 & 空间异质性,从而发现空间集聚特征及空间异常。空间自相关分析方法有全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。全局莫兰指数 Moran's I 是度量空间自相关的全局指标,可衡量区域间整体上的空间关联及差异程度;局部 Moran's I 别称 LISA 指数,用于度量各区域与周边地区的局部空间关联及差异程度, Moran's I 计算公式参考文献^[15]。

1.1.3 变异函数模型 半变异函数是检测研究对象空间变异性的主要工具,通过计算半变异函数块金方差、结构方差、基台值、块金系数等主要参数,分析区域相关程度及空间异质性,计算公式参照文

献^[13]。

1.2 数据来源与处理

由于中国香港特别行政区、澳门特别行政区、台湾省的数据难以获取,所以本研究区域为中国其余31个省(市、区)。数据主要来源于2000—2016年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》。以省级行政区为研究单元,对31个省级行政辖区(不含港澳台)2000—2016年的人口及粮食总产量数据进行收集整理,计算出各省(市、区)当年的人均粮食占有量。其中,取2003、2006、2009、2012、2015年为时间断面进行分析,为确保数据真实可靠并保证其在时间上具有连续性不受特殊情况影响,故取研究年份相近3年的平均值(如2003年粮食产量数据为2002、2003、2004年3年粮食产量平均值)作为当年粮食产量,计算各省级行政辖区人均粮食占有量。

2 粮食产量空间格局演变

2.1 粮食产量空间总体分布特征

2.1.1 粮食总产量和人均粮食占有量变化趋势分析 由图1可知,2000—2016年全国粮食产量一直呈波动增长态势,自2000年的4 622亿kg增加到2016年的6 163亿kg,增幅约33.3%。其中,2003年由于我国播种面积减少4.3%以及自然灾害等原因,粮食总产量为4 307亿kg,比2002年减少了5.8%。同期人均粮食占有量呈波动上升趋势,从2000年的365 kg/人增长到2015年的452 kg/人。

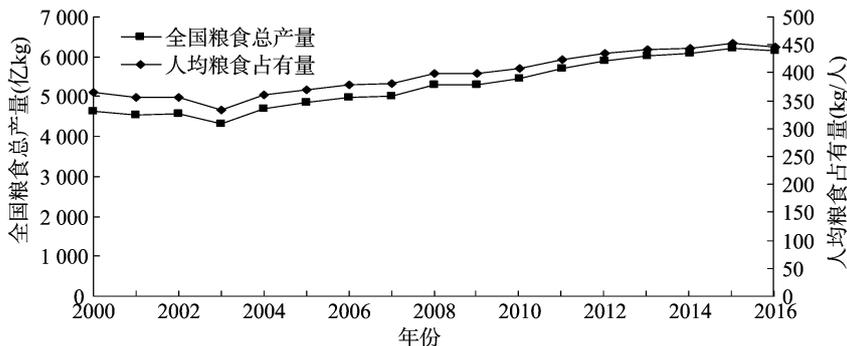


图1 全国粮食总产量-人均粮食占有量变化(2000—2016年)

2.1.2 空间格局演变特征 由图2可知,在31个省(市、区)中,2003年达到供需平衡区(> 400 kg)水平的仅有7个,主要分布在东北及中部平原区域,其他大部分区域均处于缺粮状态。随着一系列惠农政策的实施以及耕地保护力度的加大,农业基础设施逐渐完善,至2009年我国供需平衡区已达15

个,2015年我国达到供需平衡区水平的区域稳定在15个省(市、区),覆盖我国东北、华中、华东等大部分地区,国家粮食安全的空间格局已趋于稳定。从整体来看,2003年我国呈大面积缺粮状态,除少数区域外,全国都处于缺粮状态;2009年缺粮区域主要集中在东南沿海省(市)及西南大部分地区,至

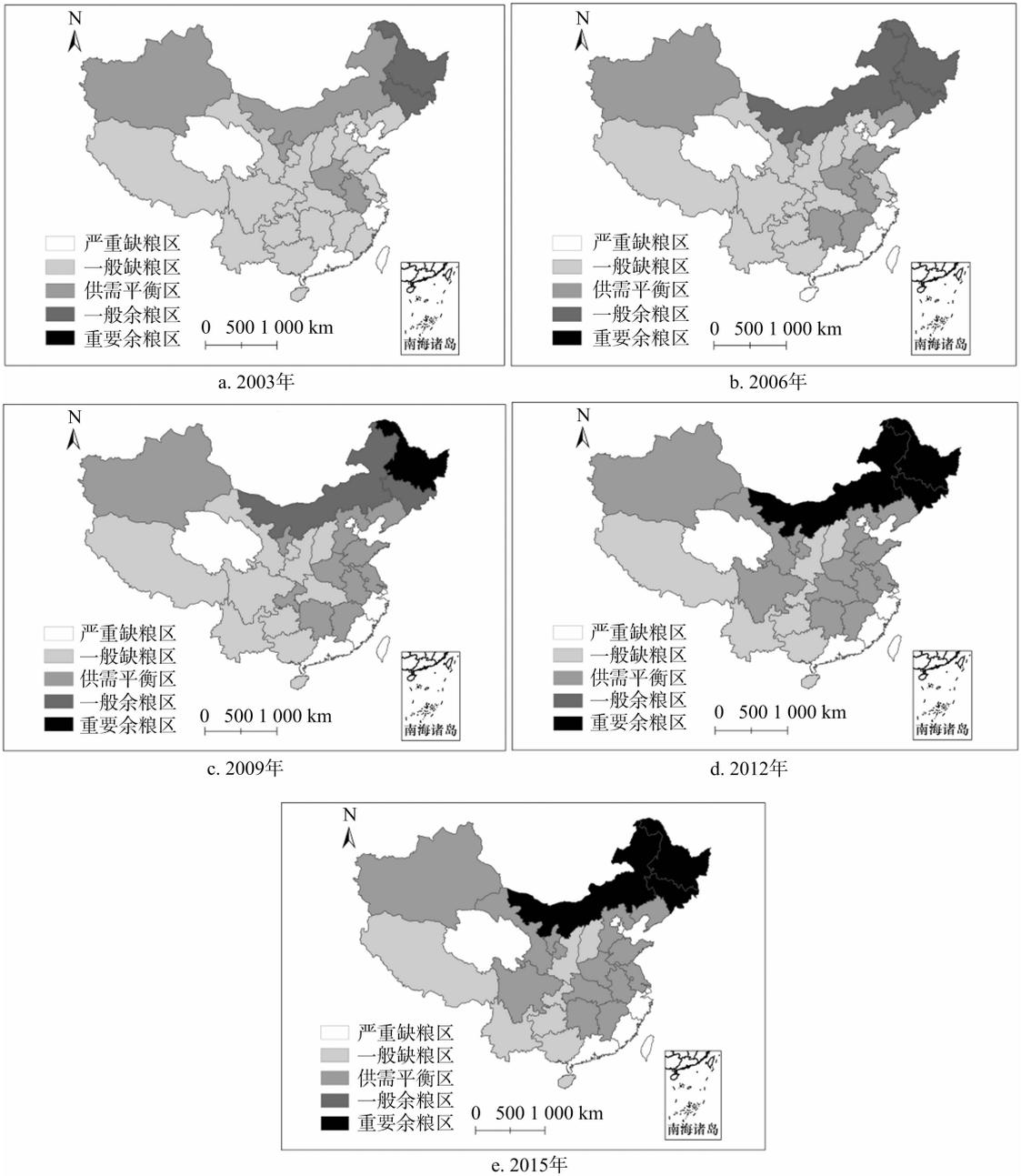


图2 2003—2015年全国粮食供求水平

2015年余粮区以及缺粮区已经在空间上呈现结构化趋势,粮食生产大多集中在中部平原及东北平原,缺粮区域主要集中在东南沿海发达省(市)及西南山区。

纵观我国粮食生产格局,东北平原一直是我国粮食生产调配的重要基地,自2003年以来,黑龙江省、吉林省一直在满足自己粮食供需平衡的基础上为我国大部分缺粮区提供余粮供给,人均粮食占有量一直稳定在700 kg以上。2015年我国重要余粮区为黑龙江省、吉林省、内蒙古自治区,而京津作为我国重要的城市化区域,发展重心侧重于经济及城

市建设,人多地少,因而人均粮食占有量一直处于较低水平。中部的河南省、安徽省自2003年以来一直处于供需平衡状态,该区域人口多,虽然粮食总产量逐年攀升,但作为人口大省仅能满足自身的粮食供给。由于自然禀赋优异,华北及华东地区由一般性的缺粮地区逐渐转变为可以满足自身粮食供给的供需平衡区。2003年东南沿海地区的福建省尚可以实现供需平衡,但之后由于粤闽浙沪等沿海地区承担着我国经济发展的重任,工矿用地需求量较大,耕地逐年减少,粮食生产水平始终处于一般性缺粮状态。西南地区的云南省基本可以实现粮

食自我供给,西藏自治区、青海省由于海拔及气候、气象原因,地广人稀,耕地作物产量较低。

从发展态势上看,当前我国粮食生产格局在空间上趋向稳定,东北平原承担着我国粮食生产及粮食安全重任,中部人口密集区域基本可以在满足自身粮食供给的条件下,配合东北余粮区进行全国粮食调配;西北、西南区域地广人稀,可以因地制宜开展粮食生产;而东南沿海区域经济发展迅速,可在满足自身经济发展需求的情况下提高余粮区粮食作物的经济及流通价值。

2.2 省域人均粮食占有量空间自相关分析

2.2.1 总体空间分布特征 由表 1 可知,各年份的莫兰指数值均为正数,表明中国省域人均粮食占有量在空间分布上呈正相关。对其结果进行验证,发现除 2003 年仅通过 5% 显著性检验外,其他 4 个年份断面均通过 1% 显著性检验,说明 2003 年人均粮食占有量在空间上还呈分散态势,空间相关性关联不强。但是随着农业现代化发展,我国人均粮食占有量的区域相关性不断增强,粮食生产逐渐趋于稳定。2003—2015 年的莫兰指数值逐渐增大,表明省域间人均粮食占有量空间相关性逐渐增大,粮食生产呈区域化、集中化发展的特点,人均粮食占有量水平在空间上呈集聚态势。对莫兰指数值进行检验,发现 2003 年莫兰指数 P 值 < 0.05 , $1.96 < z$ 值 < 2.58 ,说明 2003 年空间自相关数据置信度为 0.95,有 5% 的可能为随机创建;2006、2009、2012、2015 年数据中 P 值均小于 0.01 且 z 值 > 2.58 ,置信度为 0.99,侧面反应 2006—2015 年数据均真实可靠,空间集聚效应呈加强态势。

表 1 2003—2015 年断面总体空间分布特征

年份	Moran's I	P 值	z 值
2003	0.107 1	0.020 00	2.256 1
2006	0.137 4	0.009 68	2.797 1
2009	0.131 4	0.009 95	2.746 3
2012	0.154 8	0.007 36	3.192 6
2015	0.146 8	0.008 61	3.035 6

2.2.2 热点区域演化 由图 3 可知,我国东北、华中、华南、东南沿海等区域空间集聚特征较显著,西南、西北地区集聚特征不显著。依据图 3 可将其划分为 4 个象限,每个象限代表 1 种人均粮食占有量的空间差异类型。第一,“高—高”集聚类型,主要表现为各个集聚区域及邻近区域人均粮食占有量均为高值集聚。2003 年“高—高”区域有内蒙古自治区、河北省、辽宁省,黑龙江省和吉林省人均粮食

占有量明显高于周边区域,故没有显著性。2006—2015 年散点图中增加了黑龙江省和吉林省,主要是由于在惠农政策支持下,激励了农民生产的积极性,我国各省份粮食产量均有提升,与东北区域粮食产量差距进一步缩小。近年来,高—高区域主要集中在华北、东北区域。第二,“低—低”集聚类型,主要表现为其区域人均粮食占有量及周边区域都是低值集聚,2003 年和 2006 年低值集聚省(市、区)为上海、浙江、福建、广东、广西、海南,分布在南方。该区域经济发展水平普遍较高,人口稠密,耕地资源有限,因而表现为人均粮食不高。2009 年低值区域增加了云南省,另外山地较多、粮食产量不稳定的宁夏回族自治区在 2012 年进入低值区,又在 2015 年退出低值区。第三,“高—低”集聚类型,表现为自身高而周边低,称为“凸点”。其分布区域一般为中部平原地区,并随周边高值区域和低值区域的变化而变化。此类区域较高值区域农业基础水平相对较差,且基础农业设施不完善。“高—低”聚类在 LISA 图中一直保持在 5~6 个,其中重庆市在 2012 年由“高—低”集聚类型转变为“低—低”集聚类型,说明其人均粮食占有量存在波动;江西省在 2003 年属于集聚类型不显著的区域,之后成为“高—低”集聚类型,说明江西省人均粮食占有量相对周边区域有所提高。第四,“低—高”集聚类型,此类集聚主要表现为自身低而又被周边高值区域环绕,称为“凹点”。此类地区主要分布在农业条件较好的省域周边或山区—平原的过渡地带。由图 3 可知,在 2003 年及 2009—2015 年仅有北京、天津 2 个直辖市为此类集聚类型;山西省仅在 2006 年成为此类集聚类型。在区位上,山西省为“华北屋脊”,农业生产条件脆弱而又干旱缺雨,常替代以种植多种经济作物,故粮食产量时有波动。

由图 3 可知,随着我国农业生产条件的改善,农业现代化水平的不断提高,人均粮食占有量在空间上的集聚特征越来越明显,且高值和低值区域逐渐趋于稳定。高值区域主要集中在华北、东北平原,承担着我国粮食产量及调配重任。低值区域则主要集中在沿海经济地带,中部平原地区大多为“高—低”集聚类型,能满足自身供给平衡且略高于周边低值区,而“低—高”集聚地带的京津地区为我国城市化核心区域,粮食生产难以维持自给。总体而言,我国粮食生产的集聚特征越来越趋于稳定,并具有极强的空间相关性。随着社会经济的发展,

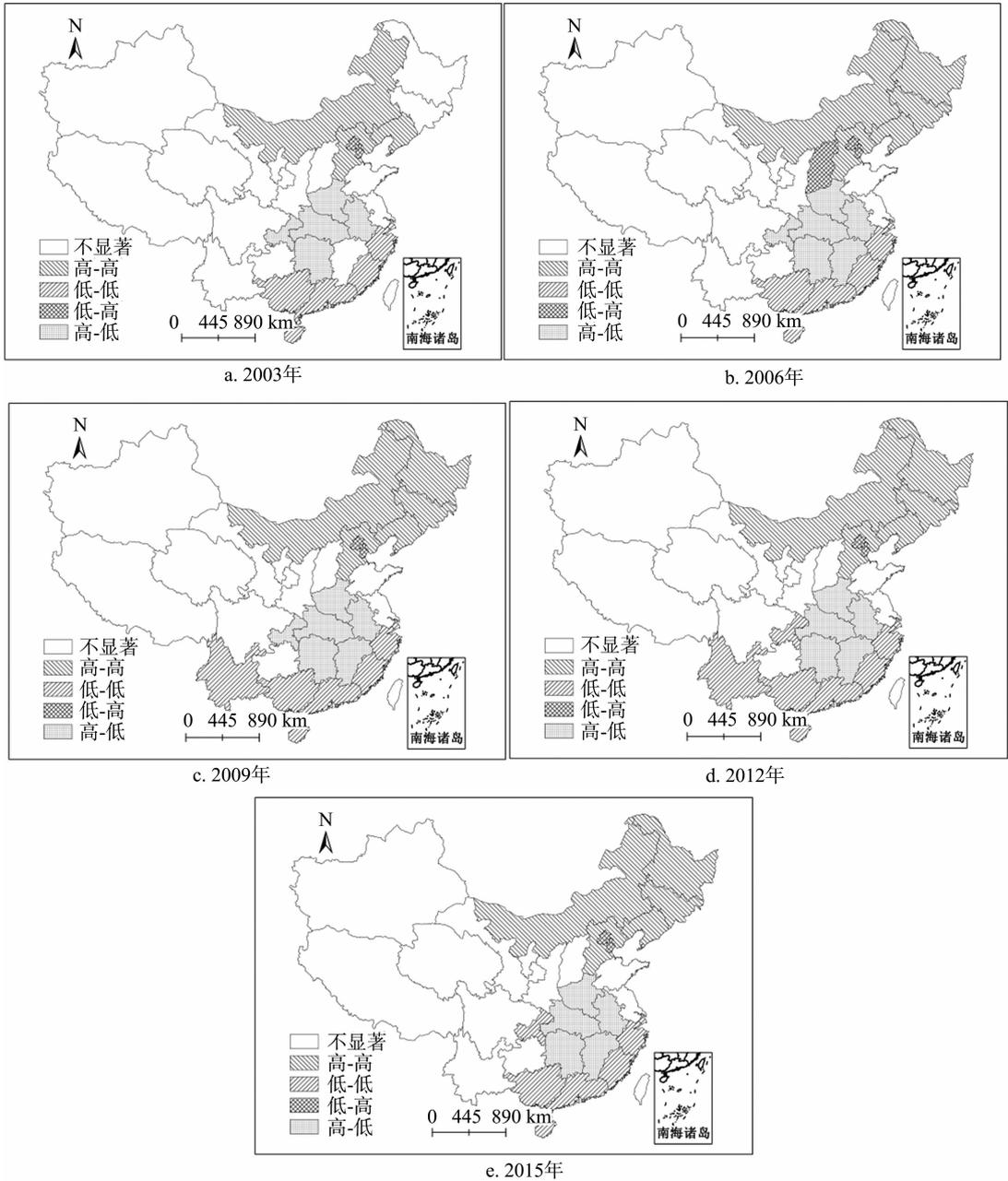


图3 2003—2015年中国省域间人均粮食占有量变化LISA聚集

我国人均粮食占有量的空间结构特征将在满足全国粮食自给的条件下越来越稳定。

2.3 半变异模型分析

半变异函数多用于区域化变量空间变异性的研究,可以描述数据样点间的结构性和随机性。运用GS+软件对5个年份人均粮食占有量的空间演化特征进行考察。为避免比例效应的影响,在进行半变异分析前对数据进行对数转换,转换结果基本呈正态分布,采用转换后的数据进行变异函数计算。按照“决定系数大,残差较小”的规则选择模型,最终确定用拟合度较高的指数模型开展研究

(表2)。

首先,从结构因素分析,块金系数表示系统变量空间的相关程度。2003年以来,粮食生产水平的不断变化及人口迁移带来的影响使得人均粮食占有量在空间上的差异越来越大。由表2可知,基台值自2003年以来呈缓慢上升趋势,到2012年趋于稳定并在2015年略有下降;块金方差呈现先缓慢下降再平稳提升的趋势。块金系数不断下降,到2015年略有回升,表明随机性因素对人均粮食占有量的空间异质性占总变异的比重不断下降,区域性及结构性因素不断占据主导地位,变量之间的空间自相

表2 2003—2015年中国省域人均粮食占有量变异函数拟合参数

年份	块金方差(C_0)	结构方差(C)	基台值($C_0 + C$)	块金系数 [$C_0 / (C_0 + C)$]	有效变程 (a, km)	决定系数 (R^2)	残差平方和 (RSS)
2003	0.419	0.577	0.996	0.421	128.34	0.093	0.668
2006	0.405	0.674	1.079	0.375	123.96	0.140	0.600
2009	0.404	0.683	1.087	0.372	113.52	0.164	0.584
2012	0.414	0.849	1.263	0.328	133.68	0.187	0.601
2015	0.451	0.788	1.239	0.364	135.03	0.157	0.663

关作用逐渐增强,人均粮食占有量间结构化分异的机理显著性越来越高。其次,研究时间段内人均粮食占有量的有效变程虽有波动但基本保持平稳,表明在空间关联效应上的作用范围略有减少,在省域尺度上粮食生产逐渐向热点极核靠拢,且多极化趋势差异显著。最后通过最小二乘法选择拟合度较高的指数模型进行分析,发现由于省域间距离较远,省域间的自然资源禀赋、耕地质量及数量、农业现代化水平、人口数量等均存在较大差异,故决定系数在0.1左右,拟合程度不高。但在省域间的相关关系水平较高,人均粮食占有量仍具有一定的空间结构性。

3 结论与建议

基于2000—2016年全国31个省(市、区)粮食产量及人口数据,对全国省域人均粮食占有量的空间结构、集聚特征等进行分析,得到以下结论:第一,2000—2016年人均粮食占有量水平波动增长,并在2015年达到顶峰,我国粮食生产水平已趋于稳定。总体上看,我国粮食生产现阶段已基本能达到自给自足,人均粮食占有量水平已达到小康水平。但我国粮食自给仍大量依赖于进口及省际间流通,粮食损耗量较大,给政府造成的财政负担也较大。因此,应继续实施“藏粮于地、藏粮于技”战略,推进农业现代化发展,提高农民主动耕作的积极性,以保证国家粮食安全战略实施。第二,省域间人均粮食占有量的空间相关性逐渐增强,粮食生产及发展呈集聚态势,到2015年已有15个省份的粮食生产能够实现自给自足,并在此基础上为缺粮省(市、区)提供粮食供给。基于区域间粮食生产的相关性,由农业发达地区带动农业欠发达地区,实现农业、经济发展互动、互补,保障粮食安全。第三,2003—2015年人均粮食占有量的空间集聚特征越来越显著,全国人均粮食占有量呈集聚特征,并呈现北高—南低的态势。“高—高”集聚类型分布在

东北平原,是我国重要的粮食生产基地;“低—高”集聚类型的京津地区为经济发达区域;“高—低”集聚类型的中部平原,人口众多,粮食生产基本能够实现自给并有富余;“低—低”集聚类型的东南沿海地区经济发达,人均粮食占有量水平偏低。第四,全国人均粮食占有量的空间异质性显著,由北向南逐渐形成稳定结构,区域间空间相关作用逐渐增强,区域性及结构性因素逐渐占据主导地位。粮食生产形成极核效应,且多极化趋势明显。应对粮食生产的热点极核如东北地区加以保护,避免周边区域对此产生严重的依赖性并降低自身粮食产量,并加强冷点极核的新型农业技术的研究应用,从多方法、多角度增加粮食产量供给,以应对可能的粮食安全威胁。

参考文献:

- [1]刘哲. 粮食水分在线检测仪的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2013.
- [2]新华社. 7%耕地养活世界五分之一人口[J]. 农村财务会计, 2001(1):52-53.
- [3]崔亚平. 中国工业化、城镇化与粮食安全[J]. 农业经济,2011(3):20-21.
- [4]温振伟,刘保满. 安徽粮食生产潜力及应对措施探讨[J]. 现代商贸工业,2010,22(17):113-114.
- [5]徐瑞娥. 我国粮食安全问题研究综述[J]. 经济研究参考,2004(71):41-45.
- [6]张苏平. 粮食安全评估指标与方法研究综述[J]. 经济研究参考,2007(13):44-51.
- [7]陈源源,吕昌河,高凯丽. 食物安全的内涵、指标与评价方法综述[J]. 中国农学通报,2017,33(22):158-164.
- [8]潘少奇,李亚婷,苗长虹. 河南省县域人均粮食占有量空间格局演化[J]. 地域研究与开发,2015,34(1):132-137.
- [9]潘竞虎,张建辉,胡艳兴. 近20年来甘肃省县域人均粮食占有量时空格局及其驱动力研究[J]. 自然资源学报,2016,31(1):124-134.
- [10]马九杰,张象枢,顾海兵. 粮食安全衡量及预警指标体系研究[J]. 管理世界,2001(1):154-162.
- [11]杨斐,肖玲,张玲,等. 甘肃省耕地资源态势演变及驱动机制研究[J]. 水土保持通报,2010,30(4):214-218.

邱顶银. 我国城镇化进程中农产品智能供销模式创新[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(2): 300-305.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.02.052

我国城镇化进程中农产品智能供销模式创新

邱顶银

(北京大学, 北京 100871)

摘要:基于我国城镇化进程中农产品供销模式,探讨“互联网+”背景下农产品供销模式呈现多元化、农产品专业合作社主导、供需失衡等现状。结果表明,在城镇化进程中,我国农产品供销模式建设主要存在供销渠道分散、流通成本高、市场组织力弱、农业信息体系建设滞后等问题,进而提出基于信息技术、物联网技术的生产者和消费者预定直销模式、标准化及产业化供销模式。通过新旧供销模式对比研究可知,新模式下农产品经专业合作社直接送给消费市场,农产品的供销渠道得到了优化,专业合作社起到市场组织者和信息传递者的主导作用,有效地组织农产品市场运作,提高了供销效率,加快了产品流通速度,降低了损耗和流通成本。同时,专业合作社向前和生产者合作、向后和消费市场联系,将农产品的生产、流转、销售形成了产业链,在一定标准下指导市场活动,有助于农产品供销模式向标准化、产业化的方向发展。

关键词:城镇化进程;农产品流通;智能供销模式;“互联网+”;专业合作社;产业链

中图分类号:F323.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)02-0300-06

改革开放以来,随着市场经济及信息技术的发展,我国农产品供销模式和流通体系锐意改革、持续完善。1985年,我国取消了以统派购制度为主的农产品供销模式,形成了以市场供需为导向、政府适当调控与监管的供销格局,促使农村调整产业结构。自21世纪以来,随着我国城镇化步伐的进一步加快,对农产品流通效率提出了更高的要求,其供销模式不断修正,流通体系不断完善,建成了以产地、中间商、消费者市场为主,遵循市场法则的多层次流通格局。2016年中央一号文件提出大力推进“互联网+现代农业”的发展,在“十三五”期间借助物联网、信息互联网等技术,推动农产品产业链创新、升级,构建新的供销模式,创建符合当代城镇化国情的智能农产品流通体系,使农业摆脱传统行业消息闭塞、流通受限制,农民分散经营,服务体系滞

后等供销难点,使现代农业借助互联网技术,实现中国农业集体经济规模经营,确保我国农村经济发展,为城镇生活物质提供保障,助力我国2035年基本实现社会主义现代化。本研究基于我国城镇化进程中农产品供销模式,探讨“互联网+”背景下农产品供销模式现状及面临的问题,探索在“互联网+”时代借助信息技术、物联网技术等发展农产品智能供销模式,有助于改变农产品流通所面临的问题,促进农业发展和提高农产品流通效率。

1 我国城镇化进程中农产品供销模式现状

随着我国城镇化的推进,为现代农业构建了完善的流通渠道。近年来,人们生活水平逐渐提高,消费需求逐渐升级为质量与品牌的追求,这对农产品在分拣、包装、运输等流通过程中提出了更高的质量及效率要求,通过流通体制改革,城镇化进程中的农产品供销模式开始以集市贸易为主,经过多年的发展,呈现出一批以中间商和消费市场为代表的流通体系(图1)。由图1可知,供销渠道呈现出

收稿日期:2019-08-24

基金项目:国家自然科学基金(编号:71673273)。

作者简介:邱顶银(1977—),男,四川泸县人,硕士,主要从事区域供应链研究。E-mail:3432181@qq.com。

[12]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[J]. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1709-1720.

[13]刘玉,高秉博,潘瑜春. 中国县域人均粮食占有量空间变异特征研究[J]. 中国农业大学学报, 2012, 17(3): 154-162.

[14]潘竟虎,张建辉. 中国县域人均粮食占有量的时空差异及驱动因素[J]. 长江流域资源与环境, 2017, 26(3): 410-418.

[15]李亚婷,潘少奇,苗长虹. 中国县域人均粮食占有量的时空格局——基于户籍人口和常住人口的对比分析[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1753-1766.