

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20181223

· 资源区划 ·

# 我国玉米生产空间布局变迁及其影响因素分析\*

杨宗辉, 蔡鸿毅, 陈珏颖, 刘合光\*

(中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081)

**摘要** [目的] 玉米是我国重要的粮食作物之一, 玉米空间布局的变化对国内玉米市场的供求价格及供需关系产生影响之外, 并在更深层次对我国玉米产业的发展产生影响。[方法] 立足空间计量经济学的研究理论, 文章首先应用全局 Moran's I 指数检验 1997—2015 年我国省域玉米种植面板数据的空间相关性, 并进一步通过构建空间杜宾模型 (SDM) 实证分析我国玉米种植布局变化的影响因素。[结果] 计量结果显示, 我国玉米种植布局存在显著的空间正向相关性; 农户的以往决策、农业技术、农村基础水利设施、市场粮食价格指数对我国省域玉米种植面积扩大有正向影响, 其中技术和政策的空间溢出效应显著; 各影响因素的局部性效应致使中国玉米种植布局发生变化。[结论] 建议政府部门重视我国省域间玉米产业空间之间的联动性, 出台差异化的玉米产业支持办法, 稳定省域之间粮食的供求关系, 切实做好跨区域粮食调配工作, 实现我国粮食自给自足, 保障粮食安全。

**关键词** 玉米 种植布局 变动趋势 影响因素 空间杜宾模型

**中图分类号**: F301.2; F224 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2018]12169-08

## 0 引言

玉米是我国重要的粮食作物之一, 其种植面积大及单位产量高, 成为我国日常口粮、动物饲料的主要来源<sup>[1]</sup>。2015 年我国玉米产量达到 2.246 0 亿 t, 连续 3 年产量超过水稻, 成为我国第一大粮食作物, 对我国粮食增产增收、粮食安全保障起到卓越贡献<sup>[2]</sup>, 同时玉米下游产业链开发用途广、附加值高, 在国民经济中占据重要地位<sup>[3]</sup>, 集经济、粮食和饲料三位一体的作物。随着我国城镇化水平快速提升、人口基数不断增加以及膳食结构的调整<sup>[4]</sup>, 粮食安全问题引起政界和学界密切关注。但我国玉米播种面积分散性过大, 而且各省域的内部种植结构不均衡, 玉米质量低下、省域之间的比较优势难以发挥等问题日益严重<sup>[5]</sup>, 加之近年来劳动力价格大幅提升、老龄化趋势明显, “无人种地”和“谁来种地”的问题在“刘易斯”拐点到来之际, 传统以满足口粮需要的玉米种植生产难以满足我国玉米产业发展面临的“新诉求”<sup>[6]</sup>。玉米产量的稳定性差及年际间产量震荡波动剧烈<sup>[7]</sup>, 导致玉米价格各年间起伏较大, 传导至上下游玉米产业, 影响经济平稳发展。

国内学者对于玉米产业发展问题研究主要集中在产量和种植面积两大视角, 展开研究粮食 (包括玉米) 种植空间布局变化以及其影响因素等问题。在研究粮食 (包括玉米) 产量空间布局变化的问题上, 我国学者以生产集中度 (某地某产品占全国总产量的比重) 为指标, 通过计算粮食生产重心在全国范围内的轨迹变动, 得出中国粮食生产中心逐渐“北移”的结论<sup>[8][9][10]</sup>。对于播种面积研究视角分析粮食 (包括玉米) 种植空间布局变化的问题, 我国学者认为种植结构调整以及布局变动会影响农作物之间的比较利益变化<sup>[11][12]</sup>; 除此之外, 随着城镇化和工业化的进一步推进, 城乡关系越来越紧密, 农村的基础交

收稿日期: 2017-11-30

作者简介: 杨宗辉 (1994—), 男, 山东青岛人, 硕士研究生。研究方向: 农业经济理论与政策

\*通讯作者: 刘合光 (1975—), 男, 湖北阳新人, 研究员, 博士。研究方向: 农业经济理论与政策, 国际农业经济与贸易。Email: hg-  
iu111@163.com

\*资助项目: 国家自然科学基金项目 (71673274); 中国农业科学院科技创新工程创新团队项目 (ASTIP-IAED-2019-06)

通便利程度得以改善,农业科技也随之进步,农业生产选择区位会逐渐趋向于自然资源禀赋条件较好以及容易发挥比较优势的区位集中<sup>[13]</sup>,同时亦要注意农业劳动力投入以及市场供求关系亦是影响调整农业产业内部结构的重要因素<sup>[14]</sup>。

由于空间区域布局的变化是由于微观众多农户种植行为变化的集体表现<sup>[15]</sup>,因此学者还从宏观到局部,分解作物空间布局变化的影响因素,从微观角度探究哪些因素起主要作用。解析粮食(包括玉米)种植空间布局的变迁的内在原因,包括其他作物净收益引起的替代效应,自然资源禀赋要素、农业投入的生产要素、市场经济效益、当地非农就业机会以及政策变化等<sup>[16][17][18]</sup>。农户种植不同粮食比较净收益的差距基于市场竞争和集聚效应,从而导致不同区域水稻布局变化<sup>[19]</sup>,而自然资源禀赋的约束只在部分地区起到显著作用<sup>[20]</sup>;基于人文社会、自然环境的差异,不同区域种植农作物的比较优势不尽相同<sup>[21][22]</sup>。与此同时,在农作物种植空间布局转移的过程中,一定程度上能够使得农业社会化服务市场得以发育成长,有如农业产前产后服务公司、交通物流运输仓储、科技研发及农业保险金融服务等,从而进一步服务于农业,稳定和提高粮食产量<sup>[23]</sup>。但我国粮食(包括玉米)种植空间布局的变动亦可能带来潜在的负面影响,随着粮食生产重心的北移,将进一步加剧开垦我国北部天然草地资源及过度开采地下水资源等生态问题,从而增加粮食生产的波动性和脆弱性<sup>[24]</sup>,同时“北粮南运”将加重我国沿海地区的粮食种植规模的萎缩<sup>[25]</sup>。

纵观现有文献,鲜有研究将我国粮食(包括玉米)产量的变化因素和粮食发展的空间格局联系起来。在探讨粮食种植空间格局的文献中,尽管发现了我国粮食种植在空间布局上存在的明显变化,同时亦刻画了区域层面上的空间变化特征,但局限于简单的描述性统计分析。另外,学者在探讨粮食种植面积的影响因素分析中,较少增加空间效应的实证检验,亦未用空间计量经济学的方法实证分析粮食(包括玉米)种植空间布局变迁的原因。

文章在前人研究的基础上,针对1997—2015年我国各省域玉米种植生产布局,尝试采用全局 Moran's I 指数检验各省域玉米播种面积的空间相关性,并进一步建立空间动态面板模型(Dynamic Panel Model, DPM)与空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM),描述出各变量对玉米种植的直接、间接影响。由于玉米价格行情的起伏,我国玉米主产区亦随之发生变化<sup>[26]</sup>。玉米种植布局的变化除了对国内玉米市场的供求价格及供需关系产生影响之外,并在更深层次对我国玉米产业的发展产生影响。因而研究我国玉米种植布局变化的特征及厘清其内在规律,探讨影响其具体的因素,有利于发挥我国不同区域之间的自然资源禀赋,进一步提高我国区域之间粮食生产的比较效益,对于调整我国玉米种植布局的农业资源区位配置,协调社会和经济结构的关系具有现实意义,为我国政府部门制定出台玉米种植布局提供实证可靠的支撑证据。

## 1 研究方法 & 数据来源

### 1.1 空间计量模型的选取

计量经济学认为如果样本数据违背观测值独立同分布假设,此时模型参数的估计值是有偏的,则需要采用空间计量经济学的方法来识别空间效应的存在<sup>[27]</sup>。经典模型空间杜宾模型(spatial Durbin model, SDM)不仅能优化遗漏变量问题和修正模型的不确定性<sup>[28]</sup>,同时还能将空间计量模型修改为无偏系数估计。空间杜宾模型的一般形式为:

$$y = \lambda Wy + X\beta + WX\delta + \varepsilon \quad (1)$$

式(1)中, $y$ 表示被解释变量, $X$ 表示解释变量, $W$ 表示空间权重, $\beta$ 表示待估参数, $\lambda$ 表示空间滞后效应系数, $WX\delta$ 表示来自邻居自变量的影响, $\delta$ 表示相应的系数变量, $\varepsilon$ 为误差项。如果 $\lambda$ 、 $\delta$ 当中有一个系数为零,表示空间杜宾模型不稳定,当 $\lambda$ 、 $\delta$ 都等于零,则说明该模型不存在空间效应,可以采取普通的计量方法即可<sup>[29]</sup>。

该研究选择模型具体形式如下:

$$\ln A_{it} = \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln A_{it} + a \ln P_{it} + b \ln G_{it} + c \ln D_{it} + d \ln C_{it} + e M_{it} + f Y_{it} + g N_{it} + h F_{it} + i I_{it} + j T_{it} + \lambda_1 \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln P_{ij} + \lambda_2 \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln G_{ij} + \lambda_3 \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln D_{ij} + \lambda_4 \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln C_{ij} + \lambda_5 \sum_{j=1}^n W_{ij} M_{ij} + \lambda_6 \sum_{j=1}^n W_{ij} Y_{ij} + \lambda_7 \sum_{j=1}^n W_{ij} N_{ij} + \lambda_8 \sum_{j=1}^n W_{ij} F_{ij} + \lambda_9 \sum_{j=1}^n W_{ij} I_{ij} + \lambda_{10} \sum_{j=1}^n W_{ij} T_{ij} + \mu + \varepsilon \quad (2)$$

其中,  $W_{it}$  表示空间权重矩阵的元素;  $W_{it} \ln A_{it}$  表示省域之间玉米播种面积存在的空间相关性;  $W_{ij} \ln P_{ij}$ 、 $W_{ij} \ln G_{ij}$ 、 $W_{ij} \ln D_{ij}$ 、 $W_{ij} \ln C_{ij}$ 、 $W_{ij} M_{ij}$ 、 $W_{ij} Y_{ij}$ 、 $W_{ij} N_{ij}$ 、 $W_{ij} F_{ij}$ 、 $W_{ij} I_{ij}$ 、 $W_{ij} T_{ij}$  代表邻近省域玉米种植面积的空间滞后因变量;  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$ 、 $f$ 、 $g$ 、 $h$ 、 $i$ 、 $j$ 、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_5$ 、 $\lambda_6$ 、 $\lambda_7$ 、 $\lambda_8$ 、 $\lambda_9$ 、 $\lambda_{10}$  为待估及参数;  $\mu$  表示个体效应;  $\varepsilon$  表示残差项。

## 1.2 实证模型的构建及变量的选择

根据农业区域要素理论、农业生产布局理论、资源禀赋比较优势理论以及相关空间经济学理论, 可以认为我国玉米种植过程中揉合了经济社会再生产和自然再生产, 其中自然、经济、市场、技术、政策等影响因素相互交叉、综合影响, 从而形成现今我国独特的玉米种植生产布局。同时仍需考虑理性农户行为假设, 农户往往以最大化纯收入作为主要目标, 因此影响农民收入的因素亦会对玉米种植区域布局产生一定影响。基于上述理论和农户决策的理论, 该研究主要从以下五大方面分析各因素的影响机理: 自然资源禀赋条件、社会经济发展程度、市场供求价格因素、农业技术进步条件、国家个人决策因素以及空间溢出效应。具体的变量设置以及定义见表 1。

表 1 玉米生产空间布局变迁模型的变量设置和指标定义

变量	符号	含义
被解释变量		
玉米播种面积	Area (A)	某省某一时期的玉米播种面积 (万 $\text{hm}^2$ )
解释变量		
农户以往决策	Prearea (P)	某省前一年玉米播种面积 (万 $\text{hm}^2$ )
单位面积产量	Yield (Y)	某省某一时期玉米单位面积产量 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )
非农就业机会	Nonagriincome (N)	某省某一时期非农收入占家庭收入的占比 (%)
有效灌溉面积	Irrigation (G)	某省某一时期玉米有效灌溉面积 (万 $\text{hm}^2$ )
有效受灾面积	Disaster (D)	某省某一时期玉米有效受灾面积 (万 $\text{hm}^2$ )
化肥投入量	Fertilizer (F)	某省某一时期农户种植玉米投入的化肥总量 (万 t)
种植玉米总成本	Cost (C)	某省某一时期农户种植玉米投入总成本 (元)
种植玉米净利润	Margin (M)	某省某一时期农户种植玉米获得净利润 (元)
市场价格指数	Index (I)	某省某一时期农村粮食零售价格指数
农业税	Tax (T)	2006 年以前取值为“1”, 2006 年以后取值为“0”

## 1.3 数据的来源及处理

选取前述我国 1997—2015 年 31 个省 (市、自治区) 的玉米生产面板数据进行模型的实证检验。其中, 玉米播种面积、单位面积产量、农村粮食零售价格指数来源于《中国农村统计年鉴》(1997—2015 年), 玉米种植成本和净利润来源于《全国农产品成本收益资料汇编》(1997—2015 年), 非农就业机会为家庭非农收入占家庭总收入的比重, 数据来源于《中国农村统计年鉴》(1997—2015 年), 由于我国统计年鉴中并没有收录各省份历年的玉米生产有效受灾面积和灌溉面积以及实际的化肥投入情况, 因此该研究参考大多数学者的研究方法, 对相关数据进行处理:

$$\text{玉米有效受灾面积} = \frac{\text{玉米种植面积}}{\text{总农作物种植面积}} \times \text{农作物有效受灾面积}$$

$$\text{玉米有效灌溉面积} = \frac{\text{玉米种植面积}}{\text{总农作物种植面积}} \times \text{农作物有效灌溉面积}$$

$$\text{玉米化肥投入量} = \frac{\text{玉米种植面积}}{\text{总农作物种植面积}} \times \text{农作物总化肥投入量}$$

## 2 玉米种植空间面板模型实证检验

### 2.1 空间自相关检验

“莫兰指数” (Moran's I) 是常见的衡量空间自相关的方法, 运用 STATA12.0 计量软件对 1997—2015 年中国省域的玉米生产在地理空间上的相关性进行检验。空间相关性检验结果见表 2。从表 2 可知, 1997—2015 年间, 我国玉米种植面积全局 Moran's I 指数的  $P$  值在 5% 的水平上显著性, 通过检验说明过去近 20 年间我国省域玉米种植面积存在明显的正向空间自相关性。并且 Moran's I 指数值逐年提升, 进一步表明我国省域之间玉米种植的空间效应逐渐加强, 玉米种植将逐渐往某一地区集中。因此在后续研究中需要考虑空间效应给玉米种植布局带来的影响。

### 2.2 空间依赖性及固定效应检验

空间依赖性检验结果见表 3。从表 3 可知, LM-lag、LM-lag-R、LM-sem、LM-sem-R 数值分别为 15.463、13.457、5.872 和 4.519, 均在 1% 的水平上通过显著性检验, 说明我国玉米种植明显存在空间依赖性。同时, 根据空间杜宾模型的豪斯曼检验统计量 (Hausman Test = 55.690) 在 1% 的水平上通过显著性检验, 则说明该研究实证模型应该选取固定效应的空间杜宾面板模型较为合理。

该研究实证方面采用 QMLE (极大似然估计法) 对空间杜宾模型 (SDM) 进行实证参数估计, 模型系数回归结果见表 4。检验结果显示, 方差 ( $\ln \theta$ ) 及 ( $\sigma^2_e$ ) 值分别为 -8.89 和 5.88, 均在 1% 水平上拒绝  $\theta = 0$  和  $\theta + \rho\beta = 0$  的原假设, 这说明模型不能进一步简化成空间误差模型 (SEM) 或者空间滞后模型 (SLM)。因此空间杜宾模型 (SDM) 适合分析我国玉米种植布局的空间变化影响因素。

从表 4 可以看出, 空间自回归系数  $\rho$  在 1% 的水平上通过显著性检验且为正, 因此可以得知我国玉米种植面积在省域之间存在明显的空间集聚效应, 并且不同省份之间存在空间溢出效应, 进一步验证前文所做的 Moran's I 指数的结论。从模型解释变量的空间滞后项来看, 以往决策 (prearea)、单位面积产量 (yield)、化肥投入量 (fertilizer) 的  $W \cdot X$  的估计系数分别在 1%、5% 和 10% 的水平上显著, 说明农业技术、农户的以往决策能够通过空间溢出效应来影响玉米种植布局的变迁。进一步通过直接效应、间接效应、总效应分析解释变量对被解释变量的影响。

## 3 玉米种植布局影响因素的空间计量结果分析

与普通的计量模型不同, 空间杜宾模型 (SDM) 的解释变量估计系数并不是反映解释变量对被解释变量的影响。在空间计量的模型中解释变量对被解释变量的影响需要参照总效应、直接效应以及间接效应<sup>[30]</sup>。总效应表示某解释变量的每变化一个单位对所有省份造成影响平均值; 直接效应表示某解释变量的每变化一个单位, 对该省份的被解释变量造成影响平均值, 而间接效应则表示某个解释变量对邻近省份的被解释变量造成影响平均值<sup>[31]</sup>。以下为对计量结果的具体分析。

(1) 从表 5 可以得知 SDM 模型直接效应中, 农户以往决策 ( $\ln \text{prearea}$ )、有效灌溉面积 ( $\ln \text{irrigation}$ )、化肥投入量 (fertilizer) 以及市场粮食价格指数 (index) 均在 1% 的水平上显著, 玉米生产成本 ( $\ln \text{cost}$ )、单产 (yield) 及农业税 (tax) 均在 5% 的水平上显著, 上述解释变量对我国的玉米种植布局均具有显著的影响。农民在开始决策新一年的种植行为计划时, 往往会参考上一年或过往多年的生产经验及实际情况, 因此农户以往的种植布局大多数会与本期种植情况存在惯性, 会对本期的玉米种植面积产生正

表 2 1997—2015 年我国玉米种植面积的

Moran's I 检验结果

年份	Moran's I	Z 统计量	P 值
1997	0.269	2.265	0.024
2000	0.238	2.048	0.041
2003	0.306	2.515	0.012
2006	0.366	2.912	0.004
2009	0.371	2.994	0.003
2012	0.373	3.120	0.002
2015	0.400	3.322	0.001

表 3 空间依赖性及固定效应检验结果

检验项目	统计量	P 值
LM-lag	15.463	0.002
LM-lag-R	13.457	0.004
LM-sem	5.872	0.006
LM-sem-R	4.519	0.000
豪斯曼检验 Hausman test	55.690	0.023

表 4 空间杜宾模型 (SDM) 估计结果

解释变量	系数	Z 值	解释变量	系数	Z 值
农户以往决策 (lnprearea)	0.824*** (0.000)	15.26	农户以往决策空间滞后项 (lnprearea)	-0.222*** (0.000)	-5.75
有效灌溉面积 (lnirrigation)	0.087** (0.021)	2.31	有效灌溉面积空间滞后项 (lnirrigation)	-0.003 (0.905)	-0.12
有效受灾面积 (lndisaster)	0.018*** (0.002)	3.12	有效受灾面积空间滞后项 (lndisaster)	-0.008 (0.519)	-0.65
玉米种植成本 (lncost)	-0.001 (0.978)	-0.03	玉米种植成本空间滞后项 (lncost)	-0.013 (0.699)	-0.39
单位面积产量 (yield)	0.000 (0.111)	-1.59	单位面积产量空间滞后项 (yield)	0.000** (0.034)	2.12
非农就业机会 (nonagriincome)	-0.209*** (0.001)	-3.41	非农就业机会空间滞后项 (nonagriincome)	0.109 (0.263)	1.12
化肥投入量 (fertilizer)	0.001** (0.021)	2.31	化肥投入量空间滞后项 (fertilizer)	0.001* (0.086)	1.72
市场价格指数 (index)	0.001 (0.110)	1.6	市场价格指数空间滞后项 (index)	0.001 (0.369)	0.9
农业税 (tax)	-0.025** (0.019)	-2.34	农业税空间滞后项 (tax)	-0.018 (0.125)	-1.53
玉米种植利润 (profit)	0.000 (0.073)	0.38	玉米种植利润空间滞后项 (profit)	0.000 (0.193)	-1.3
_ cons	0.057 (0.789)	0.27			
rho	0.156*** (0.000)	3.64			
lgt_theta	-2.158*** (0.000)	-8.89			
sigma2_e	0.002*** (0.000)	5.88			
Log-likelihood	531.0922				
Hausman	587.21				

注:\*\*\*、\*\*、\*表示 1%、5%、10% 的显著性水平,括号内数字为标准误

表 5 我国玉米生产布局变化的影响因素影响效应评估

	直接效应	间接效应	总效应
农户以往决策 (lnprearea)	0.596*** (0.000)	0.106*** (0.000)	0.702*** (0.000)
有效灌溉面积 (lnirrigation)	0.213*** (0.000)	0.040** (0.019)	0.253*** (0.000)
有效受灾面积 (lndisaster)	0.018*** (0.004)	0.003* (0.06)	0.021*** (0.005)
玉米种植成本 (lncost)	-0.042** (0.012)	-0.008* (0.066)	-0.050** (0.014)
单位面积产量 (yield)	0.000** (0.049)	0.000*** (0.004)	0.000* (0.058)
非农就业机会 (nonagriincome)	-0.105 (0.146)	-0.019 (0.206)	-0.124 (0.147)
化肥投入量 (fertilizer)	0.001*** (0.001)	-0.001 (0.202)	0.001 (0.287)
市场价格指数 (index)	0.002*** (0.000)	0.000** (0.017)	0.002*** (0.000)
农业税 (tax)	-0.025** (0.014)	-0.005 (0.103)	-0.030** (0.02)
玉米种植利润 (profit)	0.000* (0.066)	0.000 (0.125)	0.000* (0.068)

注:\*\*\*、\*\*、\*表示 1%、5%、10% 的显著性水平,括号内数字为标准误

向的影响,同时,农户作为独立的理性经济主体,在决定是否种和种多少时,需要考虑玉米的种植成本以及经济收益,玉米种植成本越低,农户倾向于种植玉米的积极性就会越高。玉米的种植依赖于自然资源、基础设施及农业技术进步,当灌溉条件完善、化肥施用量合理适中、农业科技水平进步带来单产提升时,诸多因素的合力作用会使得玉米的播种面积增加,产量增加。此外,农业税变量对于玉米种植面积的影响为负,如果一个地区的农业税赋税越高,即会对农户种植的积极性产生负的效应,因此会导致玉米的种植面积减少。农户的非农就业机会 (nonagriincome) 回归并不显著,直接效应为负,从农户的自身角度来说,当下玉米种植的社会化服务发达,使得农户能够兼顾农业生产及外出打工,同时赚取农业的种植收益及非农工作的工资性收入;从国家层面来解释,政府为了稳定、巩固和发展我国玉米产业,从而颁布了一些列强农惠农政策如临时储备政策,极大提高了农户种植玉米的积极性,因此在模型中模糊了外出打工频率的增加对玉米种植面积产生的负效应。值得注意的一点是受灾面积在本估计结果中显示为正向的影响,该文认为主要原因在于各地区的玉米受灾面积并不是呈现一种非常明显的减少的趋势,而是一种波动的趋

势,当这种波动的趋势同玉米种植面积增长的趋势结合时,会造成某些年份玉米受灾面积同玉米种植面积同时增多的情形,致使最终的估计结果中呈现玉米受灾面积对玉米种植面积有正向影响的现象,这也从侧面说明过去一段时期内对于玉米受灾情况的应对与重视并不够,玉米的防灾治灾科技仍需不断进步。

(2) 同样从表5中可以得知再SDM模型间接效应中,农户往期决策对玉米种植布局的间接效应在1%水平上通过显著性检验,说明农户以往的生产行为决策能够对下一年的生产决策产生影响,农户在做决策的时候往往会参考上一期的经验和决策。在当前动态开放的交换市场条件下,玉米播种面积会存在一定的空间溢出效应,倘若某一地区的以往玉米播种面积的减少,则会消极影响邻近地区该年的玉米播种面积。此外,农业技术进步的间接效应为正向且通过显著性检验,则说明农业技术的推广运用在玉米生产的过程中,并不局限于某一省内传播与应用,而会通过空间溢出效应,将该地区的农业科技传播到临近地区,从而影响到临近地区玉米播种面积的变化。市场粮食价格指数的间接效应在5%水平上通过显著性检验,且方向为正,意味着在一定程度上农作物公开市场价格的行情高低会影响农户拟定生产决策。同样基于动态开放的交换市场前提下,假设当玉米的市场价格行情普遍较好的时候,当地农户会第一时间反应将部分其他农作物改种为玉米,经由市场信息的传递与扩散效应,邻接省份的农户知悉市场行情之后亦会做出类似改种行为,从而影响到玉米播种面积的变化。值得关注的是,非农就业(nonagriincome)的间接效应方向为负,虽然并未通过显著性水平检验,但从方向上可以知道外出打工将会消极影响对农户从事玉米生产工作,原因在于本地区外出务工的情况会通过一定的信息传播影响到临近地区农民对于外出打工的选择。

(3) 从SDM模型总效应结果来看,总效应的结果与直接效应的结果类似,农户往期决策的估计系数通过了显著性水平检验,并且方向为正。意味着我国玉米的播种面积正在逐年扩张。有效灌溉面积、农业生产技术进步显著为正,说明农村基础设施设备较好、农业科技水平较高的区域,其玉米播种面积亦较多,因此可以推测得知玉米生产布局将会逐步移向基建较好、农业科技水平高的地区,并且,随着科学技术研发的投入,玉米从育种、栽培、耕作、收割、储存、运输等新技术面世,将有效提高玉米产业的转型升级,进而对我国的玉米播种面积产生积极的影响,不仅从提高了单产的吨位,并且扩大了玉米在我国的可种范围。国家农业政策对玉米播种面积布局影响的总效应显著且为负,即农业税越低,农户玉米种植面积越高,原因在于国家取消农业税费减轻了农户的种植负担,农户能够在低廉的成本条件下种植,获取更多的种植收入,极大地提高了农户种植的积极性,从而影响我国玉米产布局的变迁。

#### 4 研究结论与政策建议

该研究基于1997—2015我国省际面板数据,从玉米播种面积角度解析我国玉米生产布局的变化情况,并运用全局Moran's I指数检验我国各省域玉米种植面积的空间相关性,进一步构建动空间杜宾模型(SDM),实证分析我国各省域玉米生产布局变动的影响因素。得出主要结论如下。

(1) 我国玉米空间集中趋势明显,并且随着年份推进效应越来越明显。究其原因,内在变化主要由于我国各地城镇化进程不同步所致。如传统玉米种植区四川,近年来省内劳动力大量外出务工致使“无人种地”问题越发严重<sup>[32]</sup>,导致主产区地位逐渐下降。

(2) 国家农业政策、农业技术进步及市场价格指数均对我国玉米种植布局具有显著的影响。全面取消农业税,减少了农户种植成本的重担;农业现代化程度较高、灌溉等基础设施完备、科技进步水平高的省份不单单推进动本省范围内的玉米产业发展,而且会通过农业技术进步的空间溢出效应,进一步积极拉动邻近传统生产要素充裕、现代化生产要素缺乏省份的玉米种植布局。

(3) 农户的以往决策会对当前决策产生影响。该研究实证表明,农户在种植过程中上一期决策会影响本期决策行为,即农户决策表现为“依赖路径”,存在自我强化效果及期望报酬递增内在机制,同时农户属于“风险厌恶者”,难以改变原有种植计划。

(4) 非农收入比重对玉米产布局在10%水平上不显著,说明国家的临时储备玉米政策极大的拉动农

户种植玉米的积极性,使部分地区的非农就业机会对玉米种植的影响不敏感。

基于以上结论,该研究建议政府在调整中国总体玉米生产布局、制定优化玉米产业政策时,需要额外关注地理空间因素的作用,着重探究我国省域之间玉米种植布局空间的联动性,注意各地自然资源禀赋的差异,因地制宜,出台符合当地特色的玉米产业扶持政策。对于灌溉等基础设施不完善的北方春播玉米区及黄淮海夏播玉米区,应大力资助农村基础水利设施,开发智能化精准灌溉技术及装备;提高玉米防灾治灾技术水平,增强玉米的抗灾能力,减少生产波动的风险,确保主产区可持续发展;对于东南沿海地区、西南山区等地的玉米产业萎缩现状,应提升农业科技投入“质”与“量”,节本增效以弥补农村劳动力外流带来的减产效应,同时加大力度调配跨区域粮食运输能力,稳定粮食调入省的供求关系,确保粮食安全。考虑农户种植行为“路径依赖”,积极培养农户经营良好外部环境,引导其正确的种粮行为,加强农民职业教育及农技推广工作。

## 参考文献

- [1] 毛学峰,刘靖,朱信凯. 中国粮食结构与粮食安全:基于粮食流通贸易的视角. 管理世界, 2015 (3): 76-85.
- [2] 田甜,李隆玲,黄东,等. 未来中国粮食增产将主要依靠什么?——基于粮食生产“十连增”的分析. 中国农村经济, 2015 (6): 13-22.
- [3] 尹靖华,顾国达. 我国粮食中长期供需趋势分析. 华南农业大学学报, 2015, 14 (2): 76-83.
- [4] 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 (9): 12-16.
- [5] 钱文荣,王大哲. 如何稳定我国玉米供给——基于省际动态面板数据的实证分析. 农业技术经济, 2015 (1): 22-32.
- [6] 吕捷,林宇洁. 国际玉米价格波动特性及其对中国粮食安全影响. 管理世界, 2013 (5): 76-87.
- [7] 戴彤,王靖,赫迪,等. 基于 APSIM 模型的气候变化对西南春玉米产量影响研究. 资源科学, 2016, 38 (1): 155-165.
- [8] 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 (11): 46-52.
- [9] 徐春春,周锡跃,李凤博,等. 中国水稻生产重心北移问题研究. 农业经济问题, 2013 (7): 35-40.
- [10] 邓宗兵,封永刚,张俊亮,等. 中国粮食生产区域格局变动及成因的实证分析. 宏观经济研究, 2014 (3): 94-99.
- [11] 林大燕,朱晶. 从供应弹性的视角看我国主要农作物种植结构变化原因. 农业技术经济, 2015 (1): 33-41.
- [12] 杨春,陈文宽,葛翔,等. 发展饲用作物推进种植业结构调整的综合效益评价研究. 农业技术经济, 2016 (8): 119-125.
- [13] Roger W, Gray. An Economic Analysis of the Impact of the Price Support Program upon the Development of the Potato Industry in the United States. Journal of farm Economics, 1954, 35 (5): 1010-1013.
- [14] Warren E, Johnston, Alex F. McCalla. Whither California Agriculture: Up, Down, or Out? Some Thought about the future [R]. Giannini Foundation of Agriculture Economics, University of California Agriculture and Natural Resources, August, 2004.
- [15] 李炎子,戴家武,王秀清. 我国种植业空间布局是否呈区域分散化趋势. 中国农业大学学报, 2012, 29 (2): 118-124.
- [16] 姜长云. 农户分化对粮食生产和种植行为选择的影响及政策思考. 理论探讨, 2015 (1): 69-74.
- [17] 朱晶,李天祥,朱珏. 江苏省粮食增产的贡献因素分解与测算(2004—2013年)——基于粮食内部种植结构调整的视角. 华东经济管理, 2015 (3): 11-16.
- [18] 钟甫宁,陆五一,徐志刚. 农村劳动力外出务工不利于粮食生产吗?——对农户要素替代与种植结构调整行为及约束条件的解析. 中国农村经济, 2016 (7): 36-47.
- [19] 李文明,罗丹,陈洁,等. 农业适度规模经营:规模效益、产出水平与生产成本——基于 1552 个水稻种植户的调查数据. 中国农村经济, 2015 (3): 4-17.
- [20] 聂建亮,钟涨宝. 农户分化程度对农地流转行为及规模的影响. 资源科学, 2014, 36 (4): 749-757.
- [21] 向云,祁春节. 新疆水果生产的区域比较优势分析. 干旱区资源与环境, 2015, 29 (10): 152-158.
- [22] 管曦. 中国出口茶叶产品的比较优势探讨——基于不同类别和包装的分析. 中国农村经济, 2010 (1): 28-34.
- [23] 邓军蓉. 粮食类家庭农场发展状况调查. 经济纵横, 2015, 359 (10): 96-100.
- [24] 刘影,肖池伟,李鹏,等. 1978—2013 年中国粮食主产区“粮—经”关系分析. 资源科学, 2015, 37 (10): 1891-1901.
- [25] 桂华,刘洋. 我国粮食作物规模化种植及其路径选择——江苏射阳“联耕联种”做法与启示. 南京农业大学学报, 2017, 17 (1): 100-107.
- [26] 李国祥. 玉米价格与生产者收益关系的研究——基于我国玉米收储制度改革背景下的思考. 价格理论与实践, 2016 (4): 53-58.
- [27] Jesús Mur, Ana Angulo. The Spatial Durbin Model and the Common Factor Tests. Spatial Economic Analysis, 2006, 1 (2): 207-226.
- [28] Elhorst J P. Spatial Panel Data Models. Fischer M M, Getis A. Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Application, Springer Verlag, 2010: 377-407.

- [29] Beer C, Riedl A. Modelling spatial externalities in panel data: The Spatial Durbin model revisited \*. Papers in Regional Science, 2012, 91 (2): 299 – 318.
- [30] LeSage J, Pace R K. Introduction to spatial econometrics. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- [31] Arbia G, Kelejian H. Advances in spatial econometrics. Regional Science & Urban Economics, 2010, 40 (5): 253 – 254.
- [32] 王敏琴, 李辉, 郭儒鹏. 现代化进程中的农民职业化发展研究. 贵州社会科学, 2015 (8): 150 – 155.

## ANALYSIS ON THE CHANGE OF MAIZE PRODUCTION SPATIAL LAYOUT AND ITS INFLUENCING FACTORS \*

Yang Zonghui, Cai Hongyi, Chen Jueying, Liu Heguang\*\*

(Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

**Abstract** Maize is one of the most important grain crops in China. The change of spatial distribution of maize has an impact on the price of supply and demand and the relationship between supply and demand in the domestic maize market, it also has an impact on the development of maize industry in China. Based on the theory of spatial econometrics, this paper first used the global Moran's I index to test the spatial correlation of provincial maize planting panel data in China from 1997 to 2015, and further analyzed the spatial analysis of China's population by using the Spatial Durbin Model (SDM) influencing factors of maize planting layout change. The results show that there are significant spatial positive correlations in the layout of maize in China. Farmers' previous decision-making, agricultural technology, rural basic water conservancy facilities and market grain price index and the spatial spillover effect of technology and policy are significant. The local effect of each factor causes the change of corn planting in China. It is suggested that the government departments attach importance to the linkage between the inter-regional corn industry space, introduce the different corn industry support measures, stabilize the grain supply and demand relationship among provinces, do a good job in cross-regional food distribution work, to achieve China's food self-sufficiency to ensure food security.

**Keywords** maize; planting layout; changing trend; influencing factors; Spatial Durbin Model