

中国大豆压榨企业空间格局及其演变机制

杨 晓^{1,2}, 刘爱民¹, 贾盼娜^{1,2}, 薛 莉^{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, 北京 100149)

摘要: 随着中国居民生活水平的不断提高, 国内肉蛋奶的消费需求逐年增长, 致使作为主要饲料蛋白原料的豆粕需求也不断增加。而豆粕是大豆压榨行业的主要产品, 因此, 大豆生产、大豆压榨、饲料生产和畜禽养殖组成了一个密切关联的产业系统, 大豆原料生产与供给区分布、饲料生产和畜禽养殖业布局又会对大豆压榨行业空间格局的形成产生重要影响。以大豆压榨企业为研究对象, 通过产业链视角, 运用平均最近邻分析、核密度分析方法, 研究了1996-2016年间中国大豆压榨企业的空间格局演变规律与集聚特征, 然后构建了条件Logit模型探讨影响中国大豆压榨企业区位选择的主要因素。结果表明: 中国大豆压榨企业空间集聚程度较高, 自1996年以来, 经历了从大豆主产区向沿海港口城市集聚再沿长江、哈大铁路、陇海铁路等交通运输线路扩散的演化特点。各地原料资源禀赋、运费成本、市场规模与潜力、集聚经济以及政府政策都会不同程度地影响中国大豆压榨企业的空间格局, 并且不同时期影响大豆压榨企业空间格局的因素显著性及强度都会有所变化。2000-2005年原料资源禀赋、运输成本、豆粕市场规模以及集聚经济发挥着较大作用; 2006-2010年间集聚经济和政府政策共同主导了大豆压榨企业的区位决策; 2010年以后市场潜力与集聚不经济则表现出更强的作用。

关键词: 大豆压榨企业; 空间格局; 条件Logit模型; 区位因素; 驱动机制

大豆压榨是大豆全产业链中的一个重要中间环节, 它的两种产品分别是豆油和豆粕, 其中豆粕质量占比78%左右, 是大豆压榨的主要产品, 也是主要的饲料蛋白原料^[1], 大约85%左右的豆粕用于家禽和猪的饲养中。所以, 上游的大豆生产为大豆压榨提供了丰富的原料资源, 下游的饲料生产与畜禽养殖是豆粕主要的市场空间。大豆生产、大豆压榨、饲料生产和畜禽养殖组成了一个密切关联的产业系统, 而大豆原料的生产与供给方式、畜禽养殖业与饲料加工业的布局又在很大程度上影响着大豆压榨企业空间格局的形成。

近年来随着国民经济的快速增长, 中国人民的生活水平不断提高, 人们对肉蛋奶的消费需求日益增长, 使得国内市场对豆粕的需求量也迅速增加。自1996年以来, 为了满足快速增长的市场需求, 中国大豆进口量逐年攀升, 2017年中国大豆进口量达9554万t, 大豆成为中国进口量最多的农作物品种。随着进口大豆的增长, 中国大豆压榨企业的主要原料由国产大豆变成进口大豆, 原料对外依存度超过89%。随着原料供给方式的变化, 1996年后, 中国大豆压榨企业的空间格局发生了巨大变化。从企业区位选择视角关注中国大豆压榨企业空间格局演变特征以及影响其空间区位选择的因素, 对一直在多变的国际贸易体系下艰难生存的中国大豆压榨企业的健康发展来说, 具有一定的借鉴意

收稿日期: 2019-01-06; 修订日期: 2019-04-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(41430861); 中国工程院重大咨询项目(2016-ZD-001)

作者简介: 杨晓(1993-), 女, 山东聊城人, 硕士, 主要从事农业资源管理研究。E-mail: yangxiao9304@163.com

通讯作者: 刘爱民(1966-), 男, 山东德州人, 博士, 副研究员, 主要从事农业资源管理研究。

E-mail: liuam@igsnrr.ac.cn

义, 同时对中国大豆生产、饲料以及畜禽产业的发展也可以提供一定启发。

企业的区位选择主要取决于, 在追求自身利润最大化时, 各种区位因素之间的相互作用。古典区位理论认为资源禀赋、企业成本、市场格局是影响企业空间格局的重要因素^[2-3], 现代区位理论则将企业组织、企业行为以及企业战略对区位决策的影响均考虑进来^[4-5]。20世纪90年代初, 以藤田^[6]、Krugman^[7]为代表提出的新经济地理学强调在非完全竞争市场下, 规模经济和运输成本等之间的相互博弈带来了企业的不同区位选择。在实证研究方面, 国内外探究影响企业空间格局因素的成果也十分丰富, Nicholas等^[8]解释了资源禀赋和规模经济对英国工业区位选择的作用, 认为资源禀赋在前期具有突出作用, 但后期规模经济的作用越来越大; Head等^[9]通过对日本700家跨国公司的企业研究, 发现市场潜力对于企业集聚具有积极的影响; 还有学者考虑了基础设施、税收制度、劳动力市场等因素对企业区位的作用^[10-11]。国内方面, 叶素云等^[12]认为市场潜力、资源禀赋越好越有利于企业集聚并培育新企业, 而高税负水平则阻碍企业落户; 张晓平等^[13]使用泊松回归模型验证了交通通达度、土地成本对北京市制造业空间格局的影响; 吕卫国等^[14]从城市空间重构视角, 分析了交通条件、政府政策以及技术水平对制造业的影响; 贺灿飞等^[15]指出劳动力素质和成本、集聚经济也是影响企业空间格局的重要因素, 但是不同类型的企业, 表现出不同的区位偏好, 使得影响不同行业、不同类型的企业的因素也各不相同。

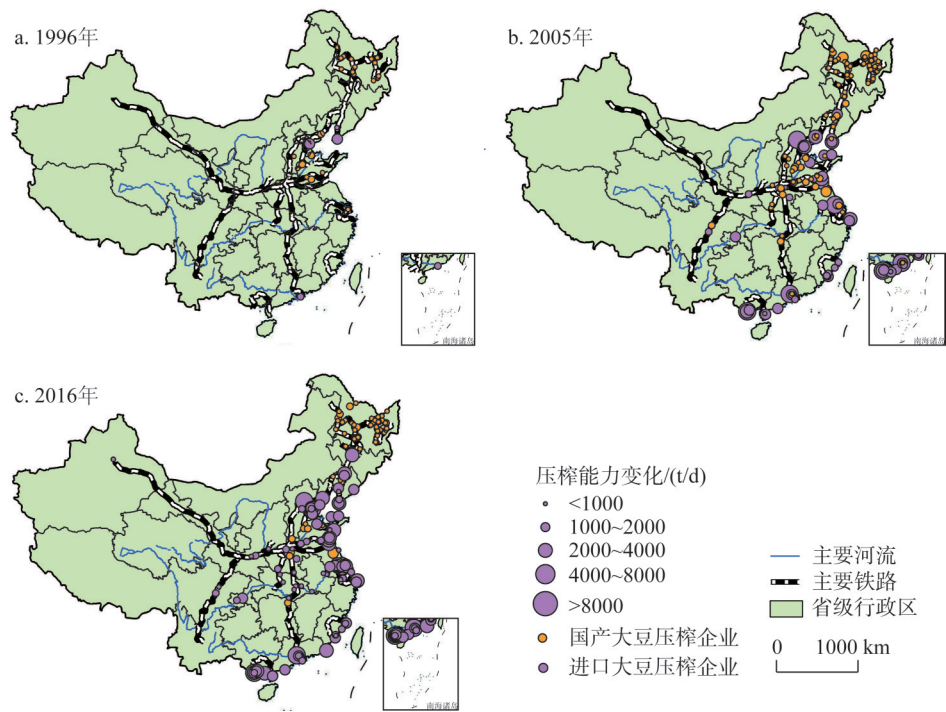
大豆压榨行业与中国国民生活息息相关, 目前国内学者对大豆产业问题的研究多集中在大豆生产^[16-17]、大豆流通贸易^[18-20]和大豆需求^[21]方面。关于大豆压榨企业空间格局问题, 研究成果较少, 其中, 刘爱民^[22]指出中国大豆压榨企业呈现“一面、两线”分布特点; 王永刚等^[23]进一步指出沿海及内陆油粕消费区的压榨企业逐步取代油料主产省, 行业中心向沿海集聚; 毛学峰^[24]也认为大豆压榨中心从东北向沿海地区转移; 钟莉莉等^[25]则把大豆压榨区域细分为东北、环渤海、江浙、华南等内陆五大压榨圈。这些研究虽然都关注了大豆压榨企业空间格局的变动, 但缺乏对其演变特征及机制的探讨, 难以反映大豆压榨企业空间格局演变的内在机理; 并且现有研究主要以定性的描述分析为主, 缺乏深层次的定量分析。因此本文基于课题组持续收集的1996-2016年中国大豆压榨企业的空间选址、存续时间以及压榨产能等数据, 建立了面板数据库, 利用ArcGIS进行时空分析, 系统展示近二十年来中国大豆压榨企业空间格局的演变特征; 然后以省(市、自治区)为基本行政单元, 利用STATA软件, 构建条件Logit模型, 对影响大豆压榨企业空间格局变化的相关因素进行量化评价, 并探讨大豆压榨企业空间格局的演变机制, 为未来中国大豆压榨企业的进一步发展提供参考。

1 研究方法与数据来源

1.1 数据来源

以课题组收集的1996-2016年的主要大豆压榨企业为研究对象。首先, 借助谷歌地图查获每个压榨工厂的详细地址和经纬度坐标, 并在风行、企业征信等相关网站查找每个压榨工厂具体的运营时间和工商在册时间, 建立研究对象的基础数据库; 然后, 在此基础上, 将1996-2016年每年的大豆压榨工厂的经纬度坐标导入ArcGIS 10.2中, 生成各年份大豆压榨工厂的空间点图层; 最后, 基于数据的可获得性和可比性, 以中国34个省(市、自治区)为基本研究单元, 分别依据1996-2016年海关进口数据、《中国统计年鉴》

《中国交通统计年鉴》《中国饲料统计年鉴》获得各省（市、自治区）大豆进口量、人均GDP、城镇化率、铁路、公路、水路路网密度以及饲料产量数据，并借助 ArcGIS 测算每个压榨进口大豆的工厂距离其原料港口的距离，作为主要的运输成本指标。



注：数据来源根据课题组多年数据积累整理，本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS (2016)1549号的标准地图制作，底图无修改，下同。

图1 1996-2016年中国大豆压榨企业空间格局演变

Fig. 1 The distribution of Chinese main soybean processing plants from 1996 to 2016

1.2 研究方法

1.2.1 大豆压榨企业空间格局测度方法

(1) 平均最近邻指数法

平均最近邻指数利用每一个空间点与之最邻近的空间点之间的平均距离，与假设分布下点的期望值的平均距离比例来判断点要素之间的集聚和离散关系。以大豆压榨工厂作为点集合，判断中国大豆压榨企业空间分布形态，其公式如下^[26,27]：

$$ANN = \frac{\overline{D_o}}{\overline{D_e}} = \frac{\sum_i d_i / n}{\sqrt{n/A} / 2} = \frac{2\sqrt{\lambda}}{n} \sum_i d_i \tag{1}$$

式中： $\overline{D_o}$ 为相邻两个工厂之间的平均距离； $\overline{D_e}$ 为假设随机分布条件下两个工厂之间的期望平均距离； n 为总压榨工厂个数； d_i 为压榨工厂之间的距离； A 为研究区面积。当最近邻点对的平均距离与随机分布下的最近邻点对的期望平均距离相等时，点之间是随机分布格局；如果前者大于后者，则表现为集聚分布；如果前者小于后者，则表示为分散分布。具体表现为平均最近邻指数 ANN 等于1为随机分布，小于1为集聚分布且值越小表示越集聚，大于1为分散分布且值越大越分散。

(2) 核密度估计法

核密度估计方法 (KDE) 通过对每个点进行内插, 基于数学方法建立一个平滑的搜索区域, 分配不同的权重, 从中心点向外, 分配的权值逐级递减。该方法可以生成空间递变图, 将大豆压榨企业作为“点”, 通过 ArcGIS 10.2 计算每年大豆压榨工厂分布的核密度, 其数值大小与压榨工厂分布的疏密程度成正比, 这样可以比较直观地看出大豆压榨工厂点分布的密集程度及分布区域, 其计算公式如下^[28]:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n K_n^{d_i} \quad (2)$$

式中: $f(x, y)$ 为位于 (x, y) 位置上的核密度估计; n 为观测数值; h 为带宽, 即平滑参数; k 为核函数, d_i 为 (x, y) 位置距第 i 个观测位置的距离。

1.2.2 企业区位决策条件 Logit 模型

Logit 模型最早由 Carlton^[29] 开始使用, 其背后的经济学原理为利润最大化, 同企业区位的选择机制非常契合。企业区位选择受到多种区位因子的综合影响, 而决策人做出理性的区位选择时一般受到利润最大化原则指导, 那么这一过程可以看作是决策人在综合考虑备选地区的区位条件、并综合公司发展战略的基础上选择的具备使企业利润达到最优条件的地区。

假设每一家大豆压榨企业都面临一系列的备选区位 J ($J=j, i, \dots, n$) 作为新建企业的选址, 每个地区不同的区位条件都会对企业决策产生一定的效用, 企业经营者作为理性决策人, 综合考虑各种因素后, 能够产生最高预期效用的区位将会作为最终的选择。假设地区 j 对企业 i 入驻带来预期效用为 π_{ij} , 那么 π_{ij} 可以分解为受地区特征影响的决定项 U_{ij} 以及随机项 ε_{ij} 。因此, 效用函数可以表达为:

$$\pi_{ij} = U_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

式中: U_{ij} 受到区位因子的影响, 是区位特征向量 X_{ij} 的函数, $U_{ij} = \beta X_{ij}$; β 为待估计参数。当地区 j 产生的效益大于其他地区时, 地区 j 将会被选中。假设企业 i 选择地区 j 获取的最大利润受到 m 个因素的影响, 那么效用 U_{ij} 可以写成:

$$U_{ij} = \beta_1 X_{ij}^1 + \beta_2 X_{ij}^2 + \dots + \beta_m X_{ij}^m \quad (4)$$

条件 Logit 模型中 ε_{ij} 符合独立不相关假设 (Independence from Irrelevant Alternatives, IIA), 即企业 i 选择每两个备选地区 j, k ($j \neq k$) 的机会比率与其他任何地区都无关, 企业 i 选择地区 j 的条件概率为:

$$P_{ij} = \exp(\beta U_{ij}) / \sum_{k=1}^J \exp(\beta U_{ik}) \quad (5)$$

由于条件 Logit 模型并非线性模型, 模型给出的估计回归系数不能用来直接解释自变量对因变量的边际影响, 因此参考 Cheng 等^[30]、余珮等^[31]及赵浚竹等^[32]的方法, 运用平均概率弹性 (Average Probability Elasticity, APE) 来计算回归系数的边际大小。计算方法如下:

$$\frac{\partial \ln P_{ij}}{\partial R_{ij}} = \beta_i (1 - P_{ij}) \quad (6)$$

地区 j 的区域特征向量 (R_{ij}) 决定了大豆压榨企业 i 选择地区 j 的概率弹性, 因此, 区位特征的平均概率弹性是上式所有企业和地区的总和, 即: $APE_j = \beta_j \frac{J-1}{J}$, 对于本文而

言需要为待估参数 β_i 乘以 0.9677。

1.2.3 变量选择

虽然企业行为和战略决策也对企业空间格局具有重要影响，但是考虑到数据的可获得性，在全面分析大豆压榨企业产业链的基础上^[20]，本文选取原料资源禀赋、运费成本、市场需求、集聚经济和政府政策等相关因素进行分析，相应指标选取见表 1。

表 1 中国大豆压榨企业空间格局演变影响因素与指标选取

Table 1 The factors influenced soybean processing plants layout and selection of explanatory variables

变量类型	解释名称	变量符号	指标解释
原料资源禀赋	原料供给	raw material	某个地区进口大豆数量
运费成本	原料运输距离	distance	某个压榨工厂到港口的距离
	铁路网密度	railway	某个地区铁路网密度
	公路网密度	highway	某个地区公路网密度
	水路网密度	river	某个地区水路网密度
	港口设施	ports	某个地区港口数量
市场规模和潜力	市场规模	meal demand	某个地区豆粕需求量
	市场潜力	GDPD	某个地区相对于其他所有地区的 GDP 水平
集聚经济	地方化经济	firms	某个地区大豆压榨工厂数量
	城市化经济	urbanization	城镇化率
政府政策	政策力度	policy	某个地区所有政策量化得分

(1) 被解释变量指标。由于 2000 年以后，新建的大豆压榨企业多数都是以进口大豆为压榨原料，因此，选取 2000-2016 年间以进口大豆为原料的新建压榨工厂为研究对象。每一个新建工厂 i 在进行空间选址决策时，会面临着 31 个备选区域（以省、直辖市或自治区为备选单元，除去香港、澳门、台湾地区），那么被选的地区赋值为 1，未被选择的地区赋值为 0。

(2) 原材料资源禀赋。对于压榨进口大豆的企业来说，原料资源禀赋的空间分布优势主要是指进口大豆原材料的数量，因此选用海关 2000-2016 年分省（市、自治区）的大豆进口数量作为主要指标进行评估。

(3) 运费成本。企业的原材料和产品的运输距离是影响运费成本大小的最重要因素。由于进口大豆压榨企业的原料主要分布在港口地区，因此选取企业到其原料所在港口的距离作为运输距离，通过 ArcGIS 10.2 的近邻分析功能计算得到。另外选取《中国交通年鉴》各省（市、自治区）2000-2016 年的铁路路网密度、公路路网密度以及水路路网密度作为交通通达度和便捷度的主要指标。

(4) 市场需求。豆粕是畜禽饲料中的重要蛋白原料来源。中国饲料工业的快速发展和饲料需求的不断增加是我国豆粕需求不断增加的原因，由此导致我国大豆进口量不断增加，大豆压榨能力不断提高。我国工业化饲料品种主要包括猪、蛋禽、肉禽以及水产、反刍动物饲料，而主要饲料类型包括配合料、浓缩料、预混料，根据不同畜禽品种的科学营养要求，不同类型的饲料品种类型中的能量和蛋白原料也存在差异^[33-34]。基于 2000-2016 年全国各省市饲料的产量数据推算出各省市豆粕的消费量，并以此作为衡量各省市（市、自治区）市场规模的指标放入模型。同时选取地区 j 的 GDPD 作为市场潜力指

标, $GDPD$ 是以地区 j 的 GDP 值与其他各省市的 GDP 经过地理加权的结果来表征的^[31,35], 其计算公式如下:

$$GDPD_j = GDP_j + \sum_{j \neq i} \frac{GDP_i}{d_{ji}} \quad (7)$$

(5) 集聚经济。集聚经济对于企业区位选址决策有积极意义。按照 Hong^[36]、贺灿飞等^[37]的划分, 将集聚经济分为地方化经济和城市化经济两部分, 并使用各省(市、自治区)前一年已有的压榨企业数量作为衡量地方化经济的指标, 使用城镇化率作为衡量城市化经济的指标。

(6) 政府政策。政府政策量化一直是个难题, 并且由于中国政策实施一般不以法律的形式推出, 而是按照通知、意见、细则、规划、规定、条例等文件的形式由各级政府或者相关部门下发, 具有其特殊性。分别以“农产品加工”以及“粮油加工”为关键词, 在“北大法宝”以及各省市人民政府和粮食局等网站进行检索, 并逐条查阅内容, 筛选出 2000-2016 年间有关大豆产业以及农产品加工业相关的税收、规范、金融扶持或者限制政策。参考唐晓云^[38]对于旅游政策量化的方法, 对相关政策进行分级打分量化, 即按照法律、行政法规、国务院行政规范性文件、部门规章以及行政规范性文件划分为 5 个等级, 并分别赋值 5、4、3、2、1 分。由于此处还涉及“农产品加工”和“粮油加工”政策带来的影响力度不同, 在上述划分基础上, 凡是明确规定“粮油加工”发展政策的再分别加 1 分。

2 结果分析

2.1 中国大豆压榨企业空间格局变化

2.1.1 大豆压榨企业空间集聚强度

由平均最近邻分析计算结果(表 2)可以看出, 中国大豆压榨企业的空间分布不是随机的, 尤其是 2000 年以后呈现出显著的集聚状态。1996-1998 年, 平均最近邻指数虽然都小于 1, 但 P 值未通过检验, 说明此阶段是压榨企业空间集聚的起步阶段。1998 年之后平均最近邻指数不断减小, 直至 2007 年达到最小值 0.351, 说明此阶段压榨企业的空间分布呈现不断集聚的态势。2007 年以后, 平均最近邻指数呈现波动变化, 说明中国大豆压榨企业在向外迁移扩张的过程中, 承受市场的竞争选择, 空间分布正在不断地调整变化, 但是平均最近邻指数一直小于 1, 企业集聚状态未发生根本改变。

2.1.2 中国大豆压榨企业空间格局演化特征

根据核密度空间分布变化(图 2)显示, 中国大豆压榨企业空间分布呈现出比较明显的集聚特征, 但是不同时期的集聚核心在不断变化。1996 年大豆压榨企业主要集聚在黑龙江和山东省内(图 2a), 核密度最高的地区企业数量为 3.2×10^{-3} 个/ km^2 ; 2000 年黑龙江、山东省仍是企业的布局核心, 但企业集聚程度有所上升, 沿海港口的企业密度也开始增长(图 2b); 2005 年沿海地区的企业密度增长较为迅速, 大连、日照、东莞、厦门等港口城市的核心态势初步显露(图 2c); 2010 年山东省内部压榨企业核密度有所降低, 但主要港口城市的企业集聚度则进一步上升, 形成了以大连、日照、青岛、张家口、厦门、漳州、东莞、湛江、防城港、北海等港口为集聚中心的多核心格局(图 2d), 这一时期内新建企业一直倾向于在沿海港口地区集聚; 2010 年以后各地企业核密度都有所下降, 港

表2 1996-2016年中国大豆压榨企业平均最近邻分析

Table 2 The result of nearest neighbor analysis of Chinese processing plants from 1996 to 2016

年份	检测的平均最近邻距离/km	期望的平均最近邻距离/km	平均最近邻指数	Z值得分	P值得分	分布模式类型
1996	140.109	152.872	0.917	-0.875	0.382	集聚
1997	127.965	152.872	0.837	-1.707	0.088	集聚
1998	107.184	133.250	0.804	-2.367	0.018	集聚
1999	79.897	121.947	0.655	-4.937	0.000	集聚
2000	78.633	127.138	0.618	-0.611	0.000	集聚
2001	57.115	101.678	0.562	-7.684	0.000	集聚
2002	46.637	93.659	0.498	-9.556	0.000	集聚
2003	43.953	106.684	0.412	-12.271	0.000	集聚
2004	40.428	99.794	0.405	-13.272	0.000	集聚
2005	32.836	92.306	0.356	-15.542	0.000	集聚
2006	32.750	93.100	0.352	-15.389	0.000	集聚
2007	31.669	90.202	0.351	-16.081	0.000	集聚
2008	32.681	91.431	0.357	-15.980	0.000	集聚
2009	46.109	120.740	0.382	-15.865	0.000	集聚
2010	47.989	120.075	0.400	-15.494	0.000	集聚
2011	339.156	867.770	0.391	-15.979	0.000	集聚
2012	45.985	117.880	0.390	-16.041	0.000	集聚
2013	43.462	118.509	0.367	-16.567	0.000	集聚
2014	33.665	103.535	0.325	-20.208	0.000	集聚
2015	45.334	115.756	0.392	-16.294	0.000	集聚
2016	43.679	116.624	0.375	-16.450	0.000	集聚

口集聚已经过度，新建企业开始向豆粕需求区扩散，内陆省份企业密度有所增加，尤其是长江、哈大铁路、陇海铁路沿线企业核密度增长较快（图2e）。

同压榨企业的个数相比，大豆压榨企业压榨能力的核密度变化向沿海地区集聚的态势更加快速明显（图3）。1996年前后压榨能力主要集中在山东省、河北省和黑龙江省，1997年东海粮油在张家港成立了日压榨能力为1.2万t的进口大豆加工厂，压榨能力的核密度最高点直接转到张家港地区。此后，压榨能力不断向沿海港口集聚，2010年形成了以青岛、日照、张家港、东莞、防城港、北海为压榨集聚中心，以天津、大连、湛江、以及黑龙江东北部地区为次中心的多核心格局。同企业数量核密度分布不同，1996年以后沿海港口地区压榨能力核密度一直不断增长，2016年达到1.9 t/km²。这说明，沿海地区的压榨企业虽然数量在减少，但是单个企业的规模还在不断扩张，该地区压榨企业竞争加剧，大型企业吞并或者挤出小企业的现象正在发生。

根据压榨企业的平均最近邻指数结果以及核密度分布变化的规律，并综合2005年发生的全国大豆压榨行业危机事件，将中国大豆压榨企业空间格局的变化大致分为以下四个阶段：（1）传统分布阶段，此阶段主要指2000年以前，压榨企业原料以国产大豆为主，主要分布在原料主产区的黑龙江省、山东省，此时大豆压榨企业沿省内交通干线呈现“大集聚，小分散”的形态；（2）沿海扩张阶段，2000年以后中国大豆压榨企业的主

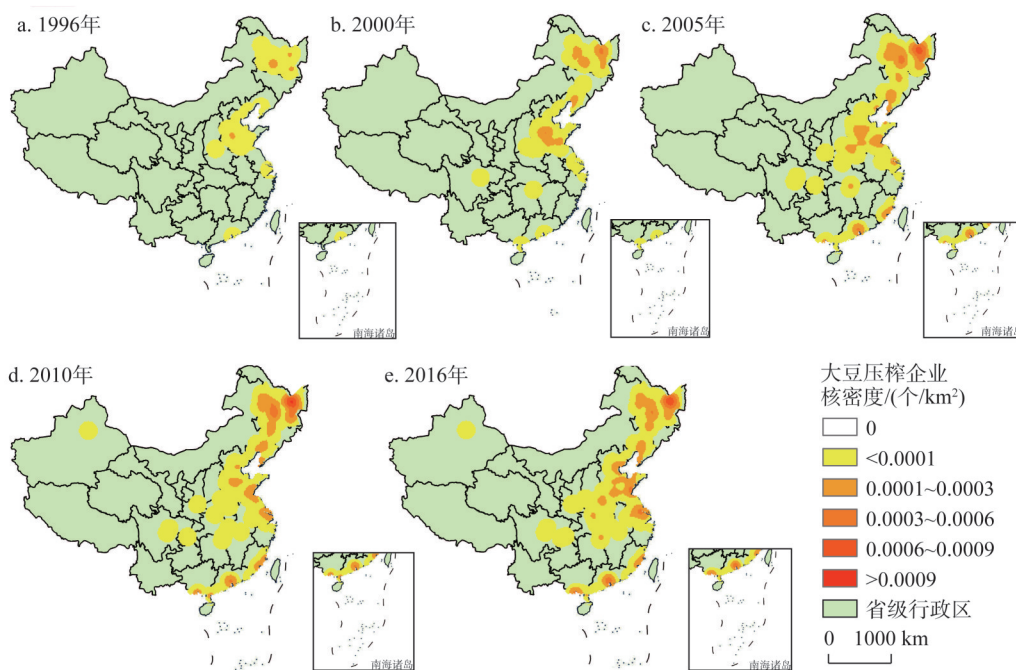


图2 1996-2016年中国大豆压榨企业核密度分布变化

Fig. 2 The distribution of Chinese major soybean processing plants in 2000 and 2016

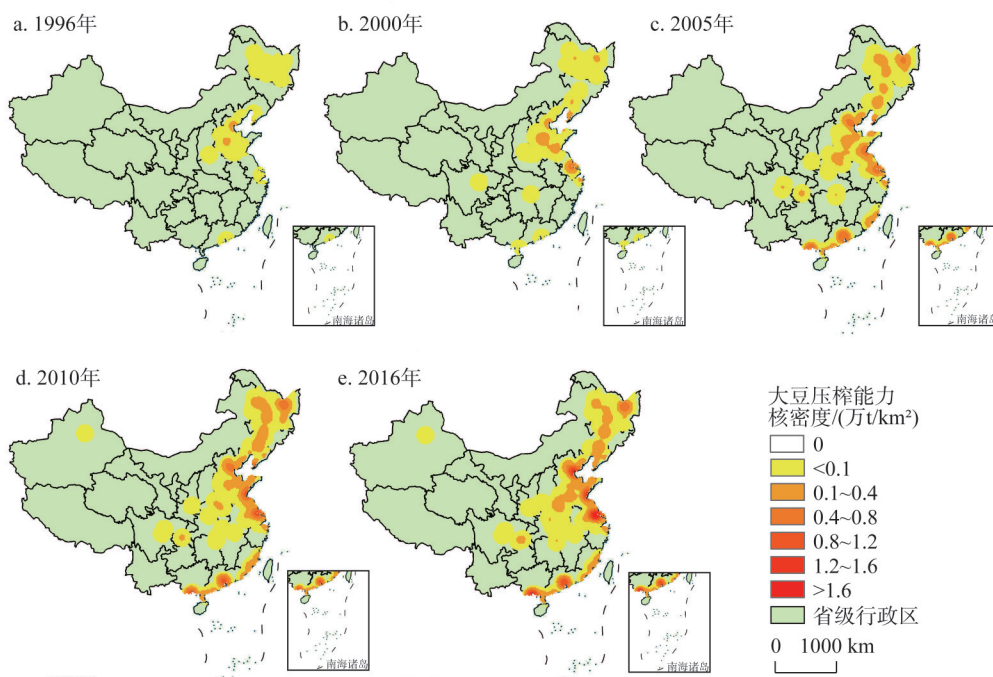


图3 1996-2016年中国大豆日压榨能力核密度分布变化

Fig. 3 The changes of kernel density of soybean processing plants in China from 1996 to 2016

要原材料逐渐转变为进口大豆,2000-2005年间,压榨企业迅速向沿海港口集聚;(3)多核形成阶段,2005-2010年沿海港口地区进口压榨企业的集聚程度不断提高,最终形成了以大连、天津、青岛、张家港、东莞、湛江、厦门、北海和防城港为主要核心的多核心分布态势;(4)沿轴扩散阶段,2010年以后,中国大豆压榨企业核心区集聚态势有所减弱,这一时期企业开始沿长江、哈大铁路、陇海铁路等交通运输线路向四川、湖北、吉林、黑龙江、河南、陕西等内陆豆粕需求区扩散,但是受到运输线路承载量限制,企业规模较小。

2.2 中国大豆压榨企业空间格局演化影响因素及机制

2.2.1 中国大豆压榨企业空间格局变化影响因素

为了排除选择变量的多重共线性问题,在STATA中对所有变量进行了多重共线性检验,结果显示不存在多重共线性。然后根据变量特点,分别在每个时间段创建了4个模型,按照原料与运输成本、市场规模与潜力、集聚经济与政府政策以及上述所有因素对大豆压榨企业选址决策的不同作用进行条件Logit回归,以解释不同时期影响压榨企业空间格局形成的主要影响因素(表3)。

(1) 模型1:原料和运输成本对企业空间格局的影响

模型1结果显示,三个时间段内,原料的资源禀赋优势均显著为正,说明压榨企业偏向于在原料供给充足的地区布局,原料丰富、价格低廉便于企业规模扩大和集聚;压榨企业到港口的距离均显著为负,说明企业更倾向于在靠近原料的地区集聚,越靠近原料地运费成本越小。2011-2016年间,企业区位决策与交通便捷度之间的显著性明显提高,但是铁路和水路路网密度指标的影响显著为负,可能主要是因为虽然企业已经开始沿铁路线和长江航道向东北、西北和西南等市场区扩散,但是西部地区铁路、水路等交通运输设施较差,路网密度小,企业也主要沿长江、陇海铁路、哈大铁路等主干线进行扩散,而东部设施较好的地区这一时期企业扩张较少,因此其影响显著为负。

(2) 模型2:市场规模和市场潜力对压榨企业空间格局的影响

模型2结果显示,只有2000-2005年间豆粕市场规模对压榨企业格局呈现显著的正向影响,其他年份均不显著。猜测主要原因是沿海地区的大豆压榨企业规模较大,其市场辐射范围远远超过本省的行政区域,如天津除满足本市需求外,还有大部分豆粕供应给河北、山东北部和河南北部市场;而长江三角洲地区的压榨企业则会将豆粕运输到长江中上游的湖北、四川等省份销售。囿于市场空间界线难以划分,模型中所使用的数据均为行政省市的面域数据,造成了一定的误差。2000-2005年间中国经济正在腾飞起步阶段,受此影响,各省份畜禽养殖业空前发展,每个省市的豆粕需求缺口都较大,而压榨企业首先供应省内市场,因此模型结果较为显著。

对市场潜力指标来说,三个时间段内对企业空间格局的影响均显著为正,说明市场潜力在企业发展的过程中始终都是一个重要的影响因素,企业都倾向于向市场发展潜力较大的地区布局。

(3) 模型3:集聚经济和政府政策对压榨企业空间格局的影响

模型3结果显示,城市化经济不显著,地方化经济全部显著为正,这意味着压榨企业选址更倾向于获得与同行业企业之间集聚带来的外部规模经济,而不是城市发展所带来的技术进步和完备的基础设施条件。政府政策的影响只在2006-2010年间显著为正,其

表3 2000-2016年中国大豆压榨企业条件Logit模型计算结果
Table 3 The result of the condition Logit model of soybean processing plants in China from 2000 to 2016

变量	2000-2005年				2006-2010年				2011-2016年			
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型1	模型2	模型3	模型4	模型1	模型2	模型3	模型4
raw material	0.6246*** (3.14)			0.0504 (0.14)	0.4798** (2.12)			-1.5304** (-1.96)	0.3414** (2.35)			0.282 (1.52)
distance	-1.6145*** (-2.77)			-2.2557** (-2.37)	-1.0183* (-1.68)			-1.0434 (-1.35)	-1.5996** (-2.56)			-1.3349** (-2.23)
ports	0.3621** (2.39)			-0.867* (-1.73)	-0.1004 (-0.33)			-0.6882 (-0.95)	-0.20857* (-0.96)			-0.2794 (-0.84)
railway	-0.2202 (-0.87)			-0.3723 (-1.14)	-0.1192 (-0.31)			0.8596 (1.15)	-1.6234** (-2.06)			-1.3746 (-1.08)
highway	-0.3099 (-1.20)			-0.343 (-0.85)	-0.0167 (-0.04)			-0.5813 (-0.96)	0.7016** (2.41)			0.7382** (2.09)
river	-0.4151* (-1.77)			0.1296 (0.38)	0.1019 (0.45)			1.3696** (2.15)	-0.2086* (-1.93)			-1.0233** (-2.4)
GDPD		0.6219*** (4.41)		-0.3358 (-0.89)		0.5915*** (3.05)		0.3014 (0.36)		0.6601*** (4.25)		1.1838** (2.01)
meal demand		0.3148* (1.92)		0.6733** (2.27)		0.1584 (0.71)		0.0525 (0.13)		-0.0158 (-0.10)		-1.0851*** (-2.77)
urbanization			-0.1623 (-0.76)	-0.1438 (-0.47)			0.1261 (0.46)	-1.8863* (-1.87)			0.1846 (1.24)	-0.0841 (-0.21)
firms			0.7799*** (6.76)	1.0488*** (3.09)			0.6442*** (4.36)	2.5877*** (3.18)			0.2636*** (3.31)	0.3204* (1.73)
policy			-29.4911 (-0.01)	-29.7346 (-0.01)			0.6019** (2.86)	0.7606*** (2.47)			0.0714 (0.27)	-0.3581 (-1.08)
Obs	1364	1364	1364	1364	744	744	744	744	1426	1426	1426	1426
Log Likelihood	-115.25	-128.82	-91.40	-81.45	-70.59	-73.54	-67.52	-58.05	-132.01	-142.59	-152.74	-125.81
Pseudo R ²	0.2372	0.1474	0.2008	0.2877	0.1435	0.1077	0.1804	0.2954	0.1643	0.096	0.0316	0.2024

注：回归系数下方为z统计量，大样本情况下（ $n > 30$ ），t统计量与标准正态分布统计量z相似，通常用Z检验代替t检验，*、**和***分别表示10%、5%和1%的显著水平。

他年间不显著,这可能是因为2005年中国大豆压榨行业遭遇危机之后,政府出台了一系列政策来扶持并促进大豆压榨行业的健康发展,因此这一时期企业对于政策影响的反应比较积极。

(4) 模型4:综合考虑上述所有因素对于压榨企业区位选择的影响

从三个时间段的回归结果来看,虽然多数变量回归结果并不显著,但是仍然可以看出在每个不同的阶段影响压榨企业空间格局的主要因素是不同的。

2000-2005年企业到港口的距离、港口数量、豆粕市场需求以及已有的压榨企业数量等变量显著。其中反应运费成本的企业到港口的距离变量显著为负,说明这一时期企业倾向于选择距离港口较近的地区布局,这里靠近原料供应地,运费成本较小;同时市场规模和集聚经济的指标均显著为正,说明市场需求和集聚经济也是这一时期拉动企业集聚的重要因素。港口数量指标显著为负,与预期结果相反,可能是由于国内的港口码头分工比较明确,用于粮食贸易和装卸的码头较少。

2006-2010年的回归结果同2000-2005年的相比有较大不同,2006-2010年间,原材料指标回归系数为负,并且显著,资源禀赋优势丧失,主要是因为2005年以前,中国大豆压榨行业运行模式单方面依靠国内巨大的市场缺口,投机思想较重,没有正确预估国际原料的风险。当时中国进口的大豆主要掌控在ADM、邦基、嘉吉和路易达孚四大粮商手中,2003年国际市场先是哄抬原料价格,等中国压榨企业完成交易之后,再猛然下跌,导致2003-2005年中国大豆压榨企业遭遇了由原料期货严重下跌带来的一次全行业危机,进口原料优势降低,2006-2008年间只有5个新建的压榨工厂;地方化经济和政府政策则显著为正,受到全行业危机影响,中国出台了一系列农产品加工和粮油产业税收、金融等扶持政策,各地区也纷纷颁布农产品加工和粮油加工规划,扶持当地龙头企业发展,这一时期企业空间集中带来的集聚经济和政府政策是影响大豆压榨企业空间格局的最重要的因素。

2011-2016年企业到港口距离、公路密度、水路密度、市场潜力、豆粕市场规模、地方化经济指标都呈现显著相关。这一阶段中国压榨企业已经出现明显转移趋势,交通等基础设施在其中发挥的作用较大。这一时期市场规模大小已经不是主要的决定因素,市场潜力作用开始凸显,主要是沿海省(市、自治区)市场已经被完全竞争,进入壁垒提高,为追求更高的利润,扩张企业规模,减少固定资产投入,企业更倾向于在市场潜力较大的地区布局,随着资源环境的约束,国家提出东部沿海省市限养措施,并鼓励畜禽养殖业转移到东北、西南、西北等土地密集、人口稀疏、农业发达的地区,这些地区所呈现的市场潜力吸引着企业的扩散。

2.2.2 中国大豆压榨企业空间格局演变机制

企业空间格局的演化是以获取利润最大化为前提的,根据各影响因素对企业选址作用力方向的不同,将其划分为集聚吸引力、分散驱动力和不确定突变力三类(图4)。其中,原料集聚、运距缩短、集聚经济、市场规模扩大、政府税收金融优惠政策等因素的变化,会大幅降低企业的运营成本或带来较大的规模效益,对企业在某一地区的集聚起着重要的吸引作用,即集聚吸引力;而原料所在地转移、其他地区的交通设施条件改善、便捷性增加、原企业集聚区市场竞争增大等因素则会推动企业从原集聚区向其他地区扩散,是扩散推动力。此外,企业家的行为决策以及公司的管理战略等受管理层的意志以及外部环境的共同影响,或引导集聚形成,或致使扩散发生,归属为不确定突变

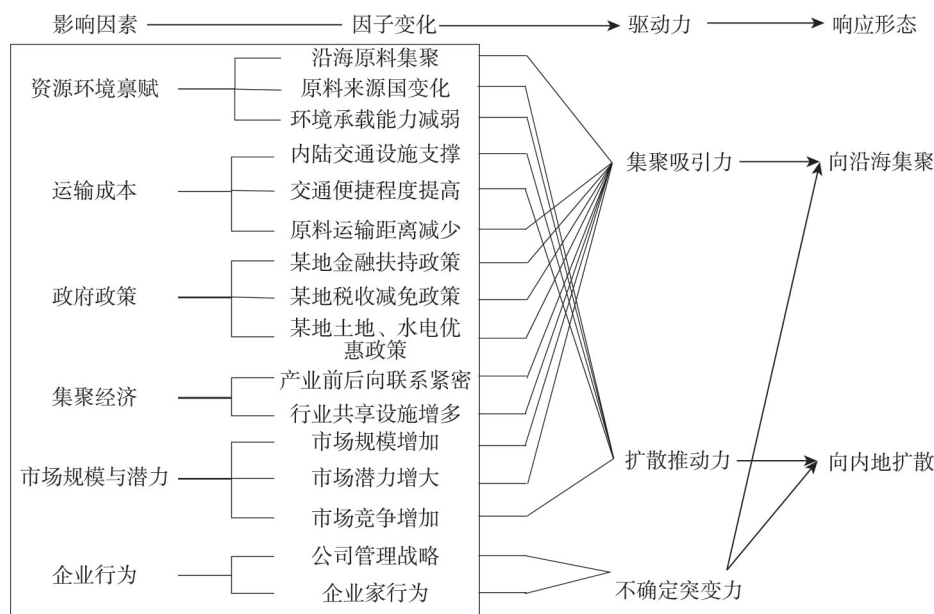


图4 中国大豆压榨企业空间格局演化驱动机制

Fig. 4 Evolution mechanism of spatial pattern of soybean processing plants in China

力。企业的选址决策在集聚吸引力、扩散推动力以及不确定突变力“三力”的共同驱动下，在不同时期呈现出不同的空间响应形态。

对于中国大豆压榨企业来说，自1996年以来，中国新建压榨企业空间选址决策主要经历了从大豆传统产区到沿海港口地区、再从港口地区到内陆豆粕需求区不断扩散的过程。一方面，市场规模的扩大以及压榨大豆原料和市场分布位置的相对变化带来了不同地区企业运费成本的改变；另一方面，企业在港口过度集聚造成了集聚不经济，使得企业间竞争加剧，生产成本上升，这些因素的变化带来了大豆压榨企业空间格局不同阶段的演变。

（1）原料空间转移和集聚经济促使大豆压榨企业从大豆传统产区向沿海港口集聚

大豆压榨行业属于资源密集型产业，整个行业生产技术发展已经相对比较成熟，对于劳动力数量和质量的要求较低。由于忽略豆油产品对于大豆压榨企业选址的影响，那么按照韦伯对于原料指数的定义，压榨用的大豆属于失重原料，豆粕的运输费用远远小于原料的运输费用，所以行业发展初期企业靠近原料产地布局可以减少原料转移带来的运费成本上升。1996年以前，中国大豆压榨企业以国产大豆作为主要原料，当时东北、华北等大豆主产区集聚了中国90%以上的压榨企业。此时中国的畜禽养殖还处在传统阶段，以小农养殖为主，山东、黑龙江、广东是主要的养殖大省，山东和黑龙江等豆粕市场需求区域分布与大豆原料分布空间上重合度较高，而广东省的豆粕则主要通过铁路或者海运等由大豆产区运送得到，这种产业空间格局形态和发展方式减少了大豆原料和豆粕产品的运输成本，符合当时的现实需要。1996年以后，随着居民生活水平的提高，对于畜禽产品的需求大幅度增长，由此带来的豆粕需求也持续增长，全国各省市的豆粕需求缺口都较大，国产大豆产量已明显不足。为了满足国内巨大的市场需求，中国放开了大豆进口配额政策，自此，中国大豆进口量不断增长。特别是2000年以后，进口大豆突

破1000万t,企业的主要原料变为进口大豆,由美国、巴西进口的大豆经海运到达中国东部沿海港口城市。大豆主产区的原料优势不在,沿海港口城市成为压榨原料新的集聚地,资源优势凸显,再加之进口大豆原料价格明显低于国产大豆价格,沿海港口城市吸引了大批压榨企业进入。此外,大量的原料集聚促使已有企业规模不断扩张,以寻求规模效应。港口码头的仓储和运输廊道等设施间的共享形成的协同效应,带来了更多成本的下降,规模效应和协同效应所形成的集聚经济又吸引更多的企业向港口集聚,形成集聚效应累积。

(2) 集聚不经济和市场扩张推动大豆压榨企业从沿海港口向内陆市场扩散

2010年以后中国大豆压榨企业多核心的集聚模式形成,此时沿海港口城市压榨企业十分密集,港口所辐射的市场空间基本被完全瓜分,行业进入壁垒提高,过度集聚带来的行业间恶性竞争和成本上升已经非常明显。其次,因为畜禽养殖粪污污染较为严重,受到资源环境条件的约束,东部沿海省市已经不适宜进行大规模畜禽养殖业扩张,豆粕市场增长潜力有限,而相对偏远的四川、湖北、黑龙江等内陆省份,土地资源密集,环境约束力小,是畜禽养殖的重点转移区,豆粕需求强劲。但是这些省市的市场需求一直由江苏、广东等沿海港口企业的产能来满足,在此新建压榨企业,市场竞争小。当沿海集聚不经济带来的成本上升大于原料运输所需要的运输费用时,部分企业为占据更大的市场规模以完成自身的扩张需求,追求更多的经济利润,就开始向内陆市场消费区扩散。

由于大豆原料运输时具有需要防雨防潮且量大不易打包等粮食特有的运输特征,运量较大且运价低廉的长江内河航运成为运输的首选,因此多由企业沿长江航道向湖北、四川、重庆等省市扩散。对于河南、东北、西北等内河航运能力不足的地区,只能选择铁路粮食运送专列作为主要的运输方式,这些地区的压榨企业主要布局在哈大铁路、陇海铁路周围。受制于长江及主要铁路的运输承载能力限制,一般建设在内陆地区的工厂压榨规模都较小,并不能满足巨大的市场需求,因此仍然有一部分大企业集团选择在港口城市扩建新厂,或者提升压榨能力,依赖其自身庞大的资本能力和规模经济优势,中和市场竞争带来的成本上升,最终形成以沿海港口城市为核心,以长江、哈大铁路、陇海铁路为扩散通道的空间格局。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文基于1996-2016年中国大豆压榨企业数据,以省(市、自治区)级行政区为基本空间单元,刻画了自1996年以来中国大豆压榨企业空间格局及其演化特征,结果显示:

(1) 中国大豆压榨企业空间格局呈现明显的集聚态势,1996-2016年间经历了从大豆传统产区向沿海港口区集聚再向内地豆粕需求区扩散的过程。2000年之前,国内大豆压榨企业主要分布在东北、华北等大豆主产区;2000-2010年,中国大豆压榨企业迅速向沿海港口集聚,到2010年左右,压榨企业在沿海港口地区集聚的多核心格局已经形成,天津港、大连港、青岛港、张家港、湛江港、北海和防城港是主要的集聚核心;2010年后部分压榨企业开始沿长江、哈大铁路、陇海铁路等交通运输路线向内陆豆粕市场需求区扩散,并逐渐形成以沿海港口城市为核心、以交通运输路线为扩散轴线的带状分布特点。

(2) 从影响大豆压榨企业区位选择的影响因素来看,各地原料资源禀赋、运费成

本、市场规模与潜力、集聚经济以及政府政策都会不同程度地影响中国大豆压榨企业的空间格局,并且不同时期影响大豆压榨企业空间格局的因素显著性及强度都会有所变化。2000-2005年的原料资源禀赋、运输成本、豆粕市场规模以及集聚经济均发挥着较大作用;2006-2010年间集聚经济和政府政策共同主导了大豆压榨企业的区位决策;2010年以后市场潜力与集聚不经济则表现出更强的作用。

(3) 大豆原料和豆粕市场空间分布位置的相对变化带来了不同地区企业运费成本的改变,它与市场规模的扩大共同吸引了压榨企业从国产大豆产区向沿海港口地区集聚;随着港口企业的过度集聚,集聚不经济使得企业间竞争加剧并造成了生产成本上升,推动了企业从沿海港口地区向内陆豆粕消费区扩散。

3.2 讨论

原料供给和豆粕市场规模潜力是影响大豆压榨企业空间格局形成的重要因素。未来,一方面,受到土地资源条件的约束,中国大豆压榨企业仍会以进口大豆作为主要原料,大豆进口来源国的变化将会成为影响压榨企业选址的重要因素之一。因此,压榨企业在选址决策时应充分考虑地缘政治及国际贸易摩擦的影响。另一方面,随着沿海港口地区大豆压榨企业过度集聚,行业间的恶性竞争和成本上升已经非常明显,而西南、东北、西北地区的畜禽养殖业规模扩大,内陆省市豆粕市场规模和潜力不断增加,企业为完成自身的扩张,追求更多的利润,将会逐渐向内陆豆粕市场消费区扩散。目前来看,长江、陇海铁路、哈大铁路沿线省市是压榨企业的主要选址目标,未来,广西北海、防城港地区的大豆原料可经由贵州、云南的铁路线路向四川南部扩散。但在企业扩散过程中,受交通运输线路承载力的限制,内陆压榨企业规模不会太大,国家应加强对中国西部地区交通等基础设施的建设,以促进内陆省份大豆压榨行业与畜禽养殖业的发展。

需要指出的是,本文对影响中国大豆压榨企业空间格局的因素进行了定量分析,但是由于企业家的决策行为及企业的战略管理等因素相对较难量化,未能将这些因素纳入模型计算。另外,对各因素之间的相互作用揭示不足,难以全面解释企业区位决策及空间格局变化的内在驱动机制。在进一步的研究中应当在对企业家行为、企业战略决策、企业微观异质性等进行全面考虑的基础上,深入研究各种影响因素间的相互作用,探讨大豆压榨企业空间格局演变的内在机制,以期能为中国大豆压榨企业的进一步发展提供相应的思路。

参考文献(References):

- [1] 刘爱民,于潇萌,李燕玲.基于供求平衡表的大豆市场预警分析及模拟.自然资源学报,2009,24(3): 423-430. [LIU A M, YU X M, LI Y L. The prewarning analysis and simulation of soybean market based on supply demand balance sheet. Journal of Natural Resources, 2009, 24(3): 423-430.]
- [2] WEBER A. 李刚剑译.工业区位论.北京:商务印书馆,1997. [WEBER A. Translated by LI J G. Industrial Location Theory. Beijing: The Commercial Press, 1997.]
- [3] 王守礼.经济空间秩序.北京:商务印书馆,1995. [WANG S L. Economic Spatial Order. Beijing: The Commercial Press, 1995.]
- [4] 王中昭,黎鹏.边境区位利益博弈与企业行为效应分析.中南财经政法大学学报,2007, (6): 129-133, 140. [WANG Z Z, LI P. Analysis on the benefit gaming of border location and the effect of corporate behavior. Journal of Zhongnan University of Economics and Law, 2007, (6): 129-133, 140.]
- [5] 费洪平.中国企业组织空间联系模式研究.地理科学,1996,16(1): 18-25. [FEI H P. Spatial linkages of industrial organizations in China. Scientia Geographica Sinica, 1996, 16(1): 18-25.]

- [6] 金相郁. 20世纪区位理论的五个发展阶段及其评述. 经济地理, 2004, 24(3): 294-298. [JIN X Y. Survey and evaluation of location theory in 20 century by five development stage. Economic Geography, 2004, 24(3): 294-298.]
- [7] KRUGMAN P. First nature, second nature and metropolitan location. Journal of Regional Science, 1993, 133(2): 129-144.
- [8] NICHOLAS C, ABAY M. What explains the location of industry in Britain, 1871-1931. Journal of Economic Geography, 2005, 5: 499-518.
- [9] HEAD K, MAYER T. Market potential and the location of Japanese investment in the European Union. Review of Economics and Statistics, 2004, 86: 959-72.
- [10] HOLL A. Manufacturing location and impacts of road transport infrastructure: Empirical evidence from Spain. Regional Science and Urban Economics, 1999, 29: 197-218.
- [11] AMITI M, JAVORCIK B S. Trade costs and location of foreign firms in China. Journal of Development Economics, 2008, 85: 129-49.
- [12] 叶素云, 叶振宇. 中国工业企业的区位选择: 市场潜力、资源禀赋与税负水平. 南开经济研究, 2012, (5): 94-110. [YE S Y, YE Z Y. Location choice of industrial firms in China: Market potential, resource endowment and tax burdent level. Nankai Economic Studies, 2012, (5): 94-110.]
- [13] 张晓平, 孙磊. 北京市制造业空间格局演化及影响因子分析. 地理学报, 2012, 67(10): 1308-1316. [ZHANG X P, SUN L. Manufacture restructuring and main determinants in Beijing metropolitan area. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(10): 1308-1316.]
- [14] 吕卫国, 陈雯. 制造业区位选择与南京城市空间重构. 地理学报, 2009, 64(2): 142-152. [LYU W G, CHEN W. Manufacturing industry enterprises location choice and the urban spatial restructuring in Nanjing. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(2): 142-152.]
- [15] 贺灿飞, 谢秀珍, 潘峰华. 中国制造业省区分布及其影响因素. 地理研究, 2008, 27(3): 623-635. [HE C F, XIE X Z, PAN F H. Location studies of Chinese manufacturing industries. Geographical Research, 2008, 27(3): 623-635.]
- [16] 刘爱民, 封志明, 阎丽珍, 等. 基于耕地资源约束的中国大豆生产能力研究. 自然资源学报, 2003, 18(4): 430-436. [LIU A M, FENG Z M, YAN L Z, et al. Study on soybean throughput based on cultivated land resources restriction in China. Journal of Natural Resources, 2003, 18(4): 430-436.]
- [17] 蒋慕东, 王思明. 二十世纪中国大豆生产及其发展动因分析. 中国农史, 2006, (3): 31-40. [JIANG M D, WANG S M. The anslysis of the production and motivation of the development of Chinese soybean in the 20th century. Agricultural History of China, 2006, (3): 31-40.]
- [18] 高颖, 田维明. 基于引力模型的中国大豆贸易影响因素分析. 农业技术经济, 2008, (1): 27-33. [GAO Y, TIAN W M. Analysis of influential factors of soybean trade in China based on gravity model. Journal of Agrotechnical Economics, 2008, (1): 27-33.]
- [19] 谷强平, 周静, 杜吉到. 基于贸易视角的中国大豆产业安全分析. 大豆科学, 2015, 34(2): 314-319. [GU Q P, ZHOU J, DU J D. China's soybean industry safety analysis based on the perspective of trade. Soybean Science, 2015, 34(2): 314-319.]
- [20] 杨树果. 产业链视角下的中国大豆产业经济研究. 北京: 中国农业大学, 2014. [YANG S G. Economics of soybean industry in China from industry chain perspective. Beijing: China Agricultural University, 2014.]
- [21] 赵殷钰, 郑志浩. 中国大豆和大豆油需求: 基于SDAIDS模型的实证分析. 中国农村经济, 2015, (11): 15-28. [ZHAO Y H, ZHENG Z H. Demand of soybean and soybean oil in China: An empirical analysis based on SDAIDS model. Chinese Rural Economy, 2015, (11): 15-28.]
- [22] 刘爱民. 中国大豆产业格局与大豆进口政策. 中国农业信息, 2003, (2): 9-11. [LIU A M. China soybean industry layout and soybean import policy. China Agricultural Information, 2003, (2): 9-11.]
- [23] 王永刚, 王永强, 刘志雄. 中国植物油工业发展的现状与瓶颈. 农产品加工: 学刊, 2005, (3): 35-37. [WANG Y G, WANG Y Q, LIU Z X. Present situation and problems of vegetable oil processing industry in China. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2005, (3): 35-37.]
- [24] 毛学峰. 中国大豆进口与大豆产业. 北京: 中国农业出版社, 2009. [MAO X F. China's Soybean Imports and Soybean

- Industry. Beijing: China Agricultural Press, 2009.]
- [25] 钟莉莉, 徐超. 中国植物油加工业产业集聚现状研究. 东方企业文化, 2010, (14): 233-234. [ZHONG L L, XU C. A study on the status of industrial agglomeration of vegetable oil processing industry in China. *Oriental Enterprise Culture*, 2010, (14): 233-234.]
- [26] 陈君子, 刘大均, 谢双玉. 武汉市旅游景区空间结构演化. 热带地理, 2013, 33(3): 349-355. [CHEN J Z, LIU D J, XIE S Y. Evolution of the spatial structure of the scenic spots in Wuhan. *Tropical Geography*, 2013, 33(3): 349-355.]
- [27] 王远飞, 何洪林. 空间数据分析方法. 北京: 科学出版社, 2007: 58-60. [WANG Y F, HE H L. *Spatial Data Analysis Method*. Beijing: Science Press, 2007: 58-60.]
- [28] 蔡雪娇, 吴志峰, 程炯. 基于核密度估算的路网格局和景观破碎化分析. 生态学杂志, 2012, (1): 158-164. [CAI X J, WU Z F, CHENG J. Analysis of network pattern and landscape fragmentation based on kernel density estimation. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, (1): 158-164.]
- [29] CARLTON D W. Why new firms locate where they do: An econometric model. In: WHEATON W. *Interregional Movements and Regional Growth*. Washington D C: The Urban Institute, 1979: 13-50.
- [30] CHENG S, STOUGH R. Location decisions of Japanese new manufacturing plants in China: A discrete-choice analysis. *Annals of Regional Science*, 2006, 40: 369-387.
- [31] 余珮, 孙永平. 集聚效应对跨国公司在华区位选择的影响. 经济研究, 2011, 46(1): 71-82. [YU P, SUN Y P. The impacts of agglomeration on MNE's location choice in China. *Economic Research Journal*, 2011, 46(1): 71-82.]
- [32] 赵俊竹, 孙铁山, 李国平. 中国汽车制造业集聚与企业区位选择. 地理学报, 2014, 69(6): 850-862. [ZHAO J Z, SUN T S, LI G P. Agglomeration and firm location choice of China's automobile manufacturing industry. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(6): 850-862.]
- [33] 杨在宾, 刘丽, 杜明宏. 我国饲料业的发展及饲料资源供求浅析. 饲料工业, 2008, 29(19): 45-49. [YANG Z B, LIU L, DU M H. Analysis on the development of feed industry in China and the supply and demand of feed resources. *Feed industry*, 2008, 29(19): 45-49.]
- [34] 韩昕儒, 陈永福, 钱小平. 中国目前饲料粮需求量究竟有多少. 农业技术经济, 2014, (8): 60-68. [HAN X R, CHEN Y F, QIAN X P. What is the current demand for feed grain in China. *Agricultural Technology Economy*, 2014, (8): 60-68.]
- [35] 黄娉婷, 张晓平. 京津冀都市圈汽车产业空间格局演化研究. 地理研究, 2014, 33(1): 83-95. [HUANG P T, ZHANG X P. Spatial evolution of automobile industry in Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan region. *Geographical Research*, 2014, 33(1): 83-95.]
- [36] HONG J J. Firm heterogeneity and location choices: Evidence from foreign manufacturing. *Urban Studies*, 2009, 46 (10): 2143-2157.
- [37] 贺灿飞, 魏后凯. 信息成本、集聚经济与中国外商投资区位. 中国工业经济, 2001, (9): 38-45. [HE C F, WEI H K. Information cost, agglomeration economy and location of foreign investment in China. *China Industrial Economics*, 2001, (9): 38-45.]
- [38] 唐晓云. 中国旅游发展政策的历史演进(1949-2013): 一个量化研究的视角. 旅游学刊, 2014, 29(8): 15-27. [TANG X Y. The evolution of Chinese tourism development policies (1949-2013): A quantitative perspective. *Tourism Tribune*, 2014, 29(8): 15-27.]

Spatial pattern and evolution mechanism of China's soybean processing plants

YANG Xiao^{1,2}, LIU Ai-min¹, JIA Pan-na^{1,2}, XUE Li^{1,2}

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

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: With the improvement of the living standards of Chinese residents, the domestic demand for meat, eggs and milk has increased year by year. As the main food protein, soybean meal is the main product of the soybean processing industry. As an important part of the soybean industry chain, the soybean processing industry has influence on the distribution of soybean production, feed, and animal husbandry. This paper chooses the soybean processing plants from 1996 to 2016 as the study object. We explore the spatial pattern of China's soybean processing plants by using the average nearest neighbor analysis and nuclear density analysis method. Then we analyze the factors that influence the layout of soybean processing plants in different periods using the conditional Logit regression model. The results show that since 1996, the layout areas of China's processing plants have shifted from the main soybean producing areas to the coastal ports to soybean market area. Up to now, a belt-like pattern has formed, which takes the coastal port cities as the core, and the Yangtze River, Harbin-Dalian Railway and Longhai Railway as diffusion paths. Raw material supply, transportation cost, market size and potential, agglomeration and policy are all important factors which affect the spatial pattern of soybean processing plants and the main factors are different in different periods. Raw material supply, transportation cost, market size and agglomeration have the most important influence on the layout decisions of soybean processing plants from 2000 to 2015. But the agglomeration and policy were the dominant factors from 2006 to 2010 and it turned into market potential after 2010. The change of distribution of raw materials and soybean meal market lead to the change of transportation cost. The cost and expansion of soybean meal market attracted plants agglomeration from domestic soybean producing areas to the coastal port areas. With the agglomeration in the coastal ports, the increased competition among enterprises promoted the diffusion of enterprises from coastal port areas to soybean meal consumption areas.

Keywords: soybean processing plants; spatial pattern; conditional Logit regression model; impact factors of location; evolution mechanism