

农业产业集群创新效率及影响因素 ——基于山东省寿光蔬菜产业集群的实证分析

史焱文¹, 李二玲¹, 李小建^{1,2}

(1. 河南大学 环境与规划学院, 河南 开封 475001; 2. 河南财经政法大学 资源与环境学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 创新是当前农业产业集群研究的重要内容, 掌握集群创新状况对指导农业产业集群发展具有重要意义。结合实地调研的数据, 利用DEA-Tobit两阶段模型, 对山东省寿光蔬菜产业集群企业创新效率及其影响因素进行研究。结果表明: 寿光蔬菜产业集群规模已接近最优状态, 综合创新效率处于中等偏上水平, 但仍未达到最优状态, 主要原因是集群在科研技术投入、创新资源利用配置等方面不足造成的。进一步Tobit回归的影响因素分析发现: 企业知识技术吸收扩散能力、政府财政支持力度、企业家创新精神和企业发展的外向性与农业产业集群企业创新效率存在显著的正相关关系, 而企业规模对农业产业集群企业创新效率影响并不显著。最后, 根据集群创新影响因素分析, 提出发展建议。

关键词: 农业产业集群; 创新效率; DEA; Tobit回归分析; 寿光蔬菜产业集群

doi: 10.11820/dlkxjz.2014.07.015

中图分类号: K902

文献标识码: A

1 引言

作为人口和农业大国, 农业问题一直是中国国民经济的基本问题。随着全球经济的快速发展, 农业的现代化、产业化要求不断提高, 农业产业集群作为农业现代化发展的重要体现, 为农村地区经济的发展做出了重要贡献(李二玲等, 2012)。农业产业集群是指在接近农产品生产基地的一定区域范围内, 同处或相关于某一特定农业产业领域的大量企业和关联支撑机构, 由于具有共性或互补性而与农产品生产基地相对集中在一起, 从而形成的一个有机群体(尤晨等, 2007)。在当前经济发展背景下, 产业集群竞争力的高低和发展的活力取决于集群企业创新的水平。为此, 掌握农业产业集群创新发展的状况, 对指导农业产业集群的发展具有重要意义。

农业产业集群创新集中表现在产品创新和效益的提升上, 是集群内企业通过自身科研投入, 结合集群合作创新网络, 在诸多因素影响下产生的新

产品和新利润, 体现的是一种多投入多产出的生产模式。近年来, 在分析多投入多产出转化的效率及影响因素方面, DEA-Tobit两阶段模型分析法得到有效应用(Kirjavainen et al, 1998)。这一方法被国内学者运用到国家创新系统、区域创新系统、农业创新系统等研究中。在农业创新系统中, 涂俊等(2006)首次将DEA-Tobit两阶段模型运用到中国农业创新系统效率及效率影响因素的研究中。在农业资源利用效率、农业生产灌溉效率、农村义务教育资源配置效率及影响因素等方面, DEA-Tobit两阶段模型也得到了相关运用(杨斌等, 2009; 宋伟等, 2010; 陈大波等, 2012)。在区域创新系统方面, 官建成等(2005)应用两阶段模型分析了中国区域创新系统的绩效。在评价国家创新系统的技术效率、经济效率和综合效率研究中该方法也得到了体现(郭淡泊等, 2012)。在企业的创新研究中, 樊霞等(2012)利用DEA-Tobit两阶段模型对企业产学研合作的创新效率及其影响因素进行了分析。总体上, 创新系统相关领域的研究表明, DEA-Tobit两阶段

收稿日期: 2014-03; 修订日期: 2014-04。

基金项目: 国家自然科学基金项目(41071080, 41071082); 中国博士后科学基金第七批特别资助项目(2014T70672); 河南大学优秀博士学位论文培育项目(Y1317004)。

作者简介: 史焱文(1987-), 男, 河南柘城人, 博士研究生, 主要研究方向为产业集聚与农区发展, E-mail: shiyanwen8@126.com。

通讯作者: 李二玲(1969-), 女, 河南兰考人, 教授, 博士生导师, 主要从事产业集聚与农区发展研究, E-mail: erlingli@126.com。

模型能够为农业产业集群创新效率的计算以及影响因素分析提供很好的定量分析途径。

近年来,有关农业产业集群的研究主要关注于集群的形成演化机理(周新德, 2009; 陈太政等, 2013)、创新发展模式(李二玲等, 2009; 李春海等, 2011)、竞争力分析(郭欣旺等, 2011)等方面,对创新发展状况的研究较少。农业产业集群创新受多方面因素的影响,在集群形成与发展过程中,自然、社会文化环境起到关键作用(周新德, 2009),从而影响到集群内部的创新;地方政府对农业发展具有指导作用(余贤等, 1990),政府决策与措施在某种程度上对农业企业创新起到引导作用;农业产业集群发展中受农村地区“能人效应”的带动,农业企业家精神影响着企业的发展战略(李二玲等, 2009);农业产业集群的形成与发展受多种关系的影响,演化出关系网络,为知识、技术在集群内部扩散传播提供了通道,最终形成对产业集群创新具有主导作用的创新网络(李二玲等, 2012; Giuliani, 2013)。农业产业集群创新效率是刻画集群创新发展的核心指标,不同创新影响因素使得农业产业集群与其他类型产业集群在创新发展上具有一定的异质性。因此,为更好地掌握农业集群创新状态,了解这些因素在集群创新中的影响程度,本文利用2012年山东寿光蔬菜产业集群32家农业企业的实地调研数据,采用DEA-Tobit两阶段模型,分析农业产业集群企业在创新生产过程中各要素投入产出转化的创新效率,揭示影响集群企业创新效率的关键因素,并提出相关发展建议。这对提高农业企业创新资源利用率,促进农业产业集群竞争力的提升具有重要意义。

2 研究方法

本文选取数据包络分析法(DEA)来测度农业集群企业多投入多产出转化的创新效率,同时,为了更好地结合企业创新效率分析影响创新的因素,选用Tobit回归分析模型对影响因素进行分析。

2.1 第一阶段:数据包络分析法

数据包络分析简称DEA(Data Envelopment Analysis),是一种评价具有相同类型多种投入、产出的决策单元(Decision Making Unit, DMU)相对效率的非参数统计方法(魏权龄, 2004)。该方法是Charnes等(1978)提出的,其目的是找到1个能包揽所有决策单元的分段性生产前沿面,通过测度决策

单元生产点与最佳生产前沿面的距离,得出各决策的单元效率。落在最佳生产前沿面上的决策单元称为DEA有效,效率值为1;未落在最佳生产前沿面上的决策单元称为DEA无效,其效率值介于0和1之间。为了更好地了解农业产业集群创新实际产出的效果,选取规模报酬可变的Input-BC²模型对农业产业集群企业创新效率进行测度。

式(1)是通过偶规划形式引入松弛变量后,对综合评价模型C²R增加权重 λ 的约束条件($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$)得到的BC²模型数学表达式:

$$(D) \begin{cases} \min \theta \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{cases} \quad (1)$$

式中: $S^- = (s_1^-, s_2^-, \dots, s_m^-)^T$, $S^+ = (s_1^+, s_2^+, \dots, s_s^+)^T$ 表示投入和产出松弛变量; λ_j ($j = 1, 2, \dots, n$) 为 n 个决策单元的某种组合权重; X_j 为第 j 个决策单元的投入向量, Y_j 为第 j 个决策单元的产出向量, X_0 , Y_0 分别为决策单元 DMU_0 的投入、产出向量; θ 为各决策单元相对综合创新效率(TE) ($0 \leq \theta \leq 1$)。

2.2 第二阶段:Tobit 回归分析

由于DEA方法只能测度农业产业集群企业创新效率,并不能直接分析影响效率的因素。因此,采用DEA测度的集群企业创新效率作为因变量,各影响因素作为自变量,运用Tobit回归模型分析影响因素,即把效率分析与因素分析相结合(McDonald, 2009)。Tobit回归模型分析的是数据集的某些指标对于某些被删失个体的回归问题,其因变量具有被切割或截断的特点(周华林等, 2012)。本研究中,第一阶段通过DEA测度的集群企业创新效率值介于0和1之间,回归方程的因变量被限制在这个区间。为避免参数估计出现明显的偏差,就不能采用传统的回归分析方法(Greene, 1981)。因此,本文选取Tobit回归模型来估计农业产业集群创新影响因素,理论模型公式为:

$$\begin{aligned} Y_i^* &= \sum_i \beta X_i + \varepsilon_i; i = 1, 2, \dots, n; \\ Y_i &= Y_i^*, \text{如果 } Y_i^* > 0; \\ Y_i &= 0, \text{如果 } Y_i^* \leq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

式中: Y_i^* 为因变量; Y_i 为企业创新效率; X_i 代表影响因素, 为自变量; i 代表第 i 家企业; β 为回归相关系数; ε_i 为误差项。

3 数据来源、指标选取与理论假设

山东寿光蔬菜产业集群是中国发展较好的农业产业集群之一, 在农业创新方面有较强的典型性。基于此, 本文选择其作为研究案例, 于2012年11月10日-15日对寿光蔬菜产业集群企业创新发展情况进行了为期一周的实地问卷调查, 并收集了当地的统计年鉴和政府部门相关资料。本次调研共投放集群企业创新调查问卷45份, 收回有效问卷32份。考虑到典型性和代表性, 所选样本企业涉及寿光市9个乡镇的大、中、小不同规模的企业, 包含蔬菜产品加工企业、蔬菜种子企业、蔬菜种植企业等, 能够反映集群的整体概况(表1)。

3.1 投入产出指标选取

根据农业企业调查数据的可得性, 选取农业产业集群企业在创新投入产出方面的投入产出指标来反映企业2011年创新投入产出状况。这些数据包括5个投入指标: 企业科研经费投入、科研人员数量、土地投入、企业合作的科研机构数量、合作交流的企业数量; 2个产出指标: 企业新产品数量、新产品产生的利润。根据投入产出指标, 运用DEA

模型对寿光蔬菜集群企业的创新效率进行测算。企业创新投入产出指标的描述性统计分析结果见表2。

3.2 影响因素与理论假设

农业企业的创新包括来自企业内部研发的自主创新、外部驱动的引进创新以及内外部互动的网络创新。企业创新绩效的发挥也受多种因素影响, 如企业家的创新精神、企业的知识吸收和技术扩散能力(网络创新)、企业规模、企业和政府财政支持力度(自主创新), 以及企业发展的外向性(引进创新)等。

农业产业集群企业之间由于创新、合作等发展需要, 在知识、技术方面进行交流, 由此形成的关系联系使集群内部形成了合作创新网络, 各农业企业成为网络的节点。在整个网络中, 处于中心位置的企业拥有较多的知识、技术资源, 其创新能力相对就更强。企业知识技术吸收扩散能力是指企业在合作创新网络中吸收、利用、转化知识和技术的能力。吸收扩散能力决定了企业在产业集群中获取知识、技术的广度和深度, 进而决定了整个集群的创新绩效(吴先华等, 2010)。根据调研的数据, 构造了32家企业的合作创新网络, 用社会网络分析法(SNA)测度了合作创新网络中每个企业的点度中心度^①指标(李二玲等, 2007), 将点度中心度作为反映企业知识技术吸收扩散能力的指标, 并假设其与

表1 寿光蔬菜产业集群被调查企业类型及所占比率

Tab.1 Type of surveyed enterprises in Shandong Shouguang vegetable industry cluster

类型	大	中	小	合计
样本企业数	6	9	17	32
企业总数	15	48	347	410
样本企业所占比例/%	40	18.75	4.89	7.8
规模(固定资产)	> 3亿	5000万~3亿	< 5000万	

表2 农业企业创新投入产出指标描述性统计

Tab.2 Descriptive statistics of innovation input and output indicators of agricultural enterprises

指标维度	指标	均值	标准差	最大值	最小值
投入	科研经费投入/万元	309.063	452.444	2000.000	10.000
	科研人员投入/人	22.719	24.936	100.000	2.000
	合作企业数量/家	4.313	2.494	11.000	1.000
	土地投入/公顷	3774.063	8946.092	50000.000	20.000
	合作科研院校/家	1.500	1.566	5.000	0.000
产出	新品种/种	12.063	13.026	50.000	1.000
	新产品利润收入/万元	5633.497	11629.431	53333.300	10.000

农业产业集群企业创新效率正相关,由此得出本文的理论假设1:企业知识技术吸收扩散能力与农业产业集群企业创新效率正相关。

一般来说,不同规模的企业拥有的资源优势不同,在创新方面也表现出不同的趋势。通常来说规模较大的企业,在资金、市场信息、合作伙伴、人员技术等方面拥有规模优势,而且这些企业为了确保自己的优势地位,不断地在技术、产品等方面加强创新。农业产业集群企业的创新通常是一个自主创新的过程,一般经历了企业初期的原始创新,到通过引进技术消化吸收再创新,最后随着实力的提升形成集成创新的发展趋势。本文选取企业的固定资产来衡量一个企业的规模大小,并假设其与农业产业集群企业创新效率正相关,得出理论假设2:企业规模与农业产业集群企业创新效率正相关。

一个地区农业的发展离不开当地政府的支持,在农业产业集群的发展过程中,政府通过制定相关政策和减免税收等优惠措施来促进集群企业的发展。在调研的过程中发现,寿光政府每年对农业企业的科技创新都会进行相应的资金支持和奖励,以鼓励企业加强创新,提升企业的竞争力。政府在科研上的资助提高了企业的科研投入,激励企业进行创新,从而影响企业创新效率。本文将政府提供的资金支持占企业科研投入的比例作为政府财政支持力度的衡量指标,并假设其与农业产业集群企业创新效率正相关,得出理论假设3:政府对企业的财政支持力度与农业产业集群企业创新效率正相关。

农业产业集群是由众多经营类型类似的农业企业构成的。在农村地区,农业企业的发展离不开村里“能人”的带动,成为农业产业集群形成演化中重要的人为因素。山东寿光蔬菜产业集群能够发展起来离不开三元朱村村支部书记王乐义的带动,并逐渐形成了以蔬菜生产、加工、销售、储藏于一体的集群化发展模式。因此,农业企业家的创新精神对企业创新有一定的促进作用。针对企业家创新精神在调研问卷中设定了里克特量表,划分了7个等级量表来表示农业企业家创新精神强度^②,通过深入交谈来判定企业家创新精神所处的等级,并假

设其与农业产业集群企业创新效率正相关,得出本文的理论假设4:企业家创新精神与农业产业集群企业创新效率正相关。

随着农业企业规模和销售网络的不断扩大,其接触的资源也越来越多,开放程度也越来越高,这为企业的创新发展提供了有利的途径。在企业创新的过程中,企业从外部环境寻找创新资源的数量多少代表企业创新开放程度的高低,且企业从外界寻找和利用新资源的程度对企业的创新起到重要的作用(Katila et al, 2002)。本文选取企业的分公司数量、对外出口国家的数量、联系外地科研机构和企业数量之和来代表企业的外向性程度,并假设其与农业产业集群企业创新效率正相关,得出本文的理论假设5:企业发展的外向性与农业产业集群企业创新效率正相关。

根据地方农业企业创新的基本状况,结合调研数据处理的结果,选取上述5个因素作为农业产业集群企业创新的影响因素。影响因素相关指标的描述性统计结果见表3。

4 寿光蔬菜集群企业的创新效率评价

利用软件 MAXDEA 6.0,选择 DEA 模型中的 BC²模型对农业企业创新效率进行测算(表4)。从表4可以看出,集群农业企业的综合创新效率(TE)、纯技术效率(PTE)、规模效率(SE)的平均值分别为0.713, 0.718, 0.992,说明规模效率(SE)接近最优。受纯技术效率(PTE)无效的影响,农业产业集群综合创新效率(TE)没有达到最优,处于中等偏上的水平。因此,集群企业在科研技术创新方面还需要加强,这与调查了解到的寿光蔬菜产业集群的发展规模较好,但在科研技术和创新资源利用等方面不足的情况相对应。

根据测算的企业创新效率结果,结合企业规模大小对综合创新效率达到1的最优企业进行了统计(表5)。在32家调研样本企业中,有18家企业的综合创新效率达到了1,占企业总数的56.25%,表明寿光蔬菜产业集群的总体创新状况较好;其中,

① 点度中心度是社会网络的1个指标,反映的是网络中个体成为中心的程度,中心度越高,越有可能成为网络的中心,在网络中越能掌握更多的资源。

② 调研问卷中通过“创办企业的动机”、“是否愿意尝试新技术”、“是否经常外出培训”、“企业的发展规划”等相关问题对企业家创新精神的强度进行判定。

表3 企业创新影响因素指标描述性统计

Tab.3 Descriptive statistics of enterprise innovation influencing factor indicators

影响因素指标	均值	标准差	最大值	最小值
企业知识技术吸收扩散能力	7.281	2.317	15.000	3.000
企业规模	0.340	0.611	2.500	0.001
政府财政支持	0.390	0.156	0.600	0.100
企业家创新精神	5.220	1.497	7.000	1.000
企业外向性强度	9.875	4.070	17.000	3.000

表4 基于DEA计算的农业产业集群企业创新效率值

Tab.4 Calculated enterprise innovation efficiency values for agricultural industrial cluster using DEA

<i>DMU</i>	<i>TE</i>	<i>PTE</i>	<i>SE</i>	<i>RTS</i>	<i>DMU</i>	<i>TE</i>	<i>PTE</i>	<i>SE</i>	<i>RTS</i>
<i>DMU</i> ₁	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₁₈	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₂	0.986	1	0.986	drs	<i>DMU</i> ₁₉	0.997	1	0.997	irs
<i>DMU</i> ₃	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₂₀	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₄	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₂₁	0.960	1	0.960	irs
<i>DMU</i> ₅	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₂₂	0.800	1	0.800	irs
<i>DMU</i> ₆	0.521	0.628	0.829	irs	<i>DMU</i> ₂₃	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₇	0.378	0.378	1	---	<i>DMU</i> ₂₄	0.694	1	0.694	irs-
<i>DMU</i> ₈	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₂₅	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₉	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₂₆	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₁₀	0.777	0.788	0.986	irs	<i>DMU</i> ₂₇	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₁₁	0.914	1	0.914	irs	<i>DMU</i> ₂₈	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₁₂	0.320	0.353	0.907	irs	<i>DMU</i> ₂₉	0.532	1	0.532	irs
<i>DMU</i> ₁₃	1	1	1	---	<i>DMU</i> ₃₀	0.714	0.719	0.993	irs
<i>DMU</i> ₁₄	0.461	0.462	0.998	drs	<i>DMU</i> ₃₁	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₁₅	0.800	1	0.800	irs	<i>DMU</i> ₃₂	1	1	1	---
<i>DMU</i> ₁₆	1	1	1	---	<i>Mean</i>	0.713	0.718	0.992	irs
<i>DMU</i> ₁₇	1	1	1	---					

注：*DMU*为决策单元，*Mean*为平均值，*TE*、*PTE*、*SE*分别为综合创新效率、纯技术效率和规模效率，irs、---、drs分别为规模收益递增、不变、递减。

大型企业创新发展状况最好，其次是小型企业，中型企业中创新最优的企业所占比例相对较低。这说明大型企业仍是农业集群创新的龙头，对整个集群的创新具有带动作用，中型企业的创新状况稍低于小型企业，可能与这些企业在创新资源利用配置方面存在不合理的情况有关。

5 寿光集群企业创新效率的影响因素分析

为了进一步了解影响农业企业创新发展状况的因素，将DEA测算的农业企业创新效率作为被解

释变量，构建了农业产业集群企业创新效率影响因素的多元线性回归模型：

$$TF = \beta_0 + \beta_1 ZJKS + \beta_2 GM + \beta_3 ZC + \beta_4 JS + \beta_5 WXX + \varepsilon$$

(3)

式中：*TF*为DEA企业创新综合效率；*ZJKS*、*GM*、*ZC*、*JS*、*WXX*，分别为企业知识技术吸收扩散能力、企业规模、政府财政支持力度、企业家创新精神和企业发展的外向性强度； $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ 为模型待估系数； ε 为随机扰动项。

利用Stata 12.0软件对影响因素进行Tobit回归分析(表6)。结果表明，企业知识技术吸收扩散能力与农业产业集群企业创新效率呈正相关关系，意味着企业知识技术吸收扩散能力每提高1个单位，

企业创新效率可提高0.0315个单位。企业知识技术吸收扩散能力不仅决定了企业在集群创新网络中所拥有的创新资源优势,更对企业的创新投入产出效率起到正面作用,假设1得到了验证。企业规模与农业产业集群企业创新效率系数为负,且不显著,说明农业企业创新效率与企业的规模大小没有显著的相关关系,这与企业创新发展状况统计的中型企业的创新状况低于小型企业这一情况相吻合。这是因为对于农业产业集群小企业来说,虽然在资金、人员等方面比不上大型企业,但其在追逐核心知识技术方面的热情很高,对外吸收创新资源的意愿更迫切,从而影响到企业创新效率,假设2不成立。政府财政支持与企业创新效率呈显著地正相关关系,其每提高1个单位,农业企业创新效率就提高0.9130个单位,说明政府对地方农业的发展有重要的指导作用。对农业的创新来说,政府的在资金、政策方面的资助增加了集群企业的创新投入,对企业的创新起到鼓励作用,也减轻了企业在创新资金上的压力,进一步说明政府的财政支持对农业企业的创新有重要的推动作用,假设3得到了验证。企业家创新精神与农业产业集群创新呈显著地正相关关系,其每提升1个单位,农业企业创新效率就提升0.0806个单位。企业家创新精神代表着一个企业的管理者对企业创新发展的渴望程度,能够决定企业在科研创新方面倾斜的力度,从

而影响到企业的创新,因此假设4得到验证。企业外向性与农业产业集群创新呈正相关关系,每提高1个单位,农业企业创新效率就被提升0.0308个单位。企业的外向性使企业能够了解更多的市场发展动态、产品、需求状况和农业技术的发展趋势,同时外部的知识技术支持更容易打破集群内部技术的锁定,有利于企业创新效率的提高,因此假设5也得到了验证。

6 结论与讨论

利用DEA-Tobit两阶段模型对山东省寿光蔬菜产业集群企业创新效率及其影响因素进行了分析。创新效率研究结果表明,寿光蔬菜产业集群整体创新处于中等偏上的水平,但没有达到最优状态;集群平均规模已接近最优;集群整体综合创新效率没有达到最优主要是由纯技术效率(PTE)无效造成,说明集群企业在科研技术、创新资源利用配置方面还存在不足。

农业产业集群创新效率影响因素分析的结果显示:①集群企业知识技术吸收扩散能力对寿光蔬菜产业集群创新有重要的促进作用。说明在集群整体创新氛围下,集群企业在提高创新效率方面要积极培养自己的科研队伍,充分利用好集群创新网络的关系通道,积极吸收集群内外部的创新资源,

表5 农业产业集群企业创新发展状况统计
Tab.5 Enterprise innovation development of agricultural industrial cluster

企业类型	综合创新效率值 θ	样本企业数量	达到最优企业数量	所占比例/%	创新最优企业的总比例/%
大型企业	$\theta=1$	6	5	83.33	56.25
中型企业		9	4	44.44	
小型企业		17	9	52.94	

表6 农业产业集群创新影响因素Tobit回归分析结果
Tab.6 Factors affecting agricultural industrial cluster innovation using Tobit regression analysis

影响因素	回归系数	标准误差	T值	P值	
企业知识技术吸收扩散能力	0.0315*	0.0182	1.7300	0.0950	Pseudo $R^2=0.6670$ Prob>chi2=0.0000 LR chi2(5)=32.60
企业规模	-0.0172	0.0265	-0.6500	0.5230	
政府财政支持	0.9130***	0.5200	1.7600	0.0090	
企业家创新精神	0.0806**	0.0331	2.4400	0.0220	
企业外向性	0.0308**	0.0148	2.0800	0.0470	

注:***表示 $p < 0.01$; **表示 $p < 0.05$; *表示 $p < 0.1$ 。

探索出适合自身发展的创新道路,才能满足当前农业产业集群发展的需要。②政府财政支持对寿光蔬菜产业集群企业创新具有非常重要的影响。一方面,说明集群企业自主创新的不足和创新资金的缺乏,另一方面,也表明政府的财政支持和政策鼓励在农业产业集群创新中的作用,因此加强地方政府对农业企业的联系,能够为企业创造优良的创新环境,对提升企业创新效率很有帮助。③企业家创新精神对农业企业创新影响显著。通常企业家创新精神影响着企业对创新发展的追求,也决定着企业在创新方面的投入。因此,开拓农业企业家的视野,培养创新意识,对农业企业的发展很重要。④企业发展的外向性是影响集群企业创新的关键因素。集群长期的发展容易形成内部的创新锁定。因此,集群企业应积极与科研院校、外来企业等进行合作,特别是加强与国外同行的交流,拓展市场。这些措施不仅可以打破创新锁定,还能为企业创新带来新的活力和动力。⑤企业规模的大小并不一定决定企业创新效率的高低。农业企业的发展不能只注重规模的扩大,更应该关注生产、管理效率的提升,这样才能提高企业对创新资源的利用效率,给企业带来更高的利润。通过对寿光蔬菜产业集群创新效率及影响因素的分析能够适时掌握农业产业集群创新发展的状态及其影响因素的作用程度,这对推动并改善地方农业产业集群创新建设具有重要的帮助。

本文还存在一定不足,首先,研究数据主要来自于实地调研,数据获取困难且不稳定,一些调研数据与企业现实的创新指标可能会出现一定的偏差,从而影响到集群企业创新效率及影响因素的分析;其次,农业产业集群的创新受多种因素的综合作用,本文只选取了5个主要的影响因素,而企业的区位、属性、职工素质、市场需求等都可能影响到集群企业的创新效率;最后,对寿光蔬菜产业集群创新的研究是偏静态的,缺乏动态性的考察。在今后的研究中,应进一步完善。

参考文献(References)

陈大波, 张新焕, 杨德刚, 等. 2012. 三工河流域农户灌溉效率及影响因素. 地理科学进展, 31(4): 468-475. [Chen D B, Zhang X H, Yang D G, et al. 2012. A study of farmers' irrigation efficiency and influencing factors in Sangong River basin. Progress in Geography, 31(4): 468-475.]

- 陈太政, 李二玲, 李琬. 2013. 1989-2009年河南省农作物地理集聚及其演化机制. 地理科学进展, 32(8): 1237-1245. [Chen T Z, Li E L, Li W. 2013. Geographical agglomeration of crops and its evolutionary mechanism in Henan Province during 1989-2009. Progress in Geography, 32(8): 1237-1245.]
- 樊霞, 赵丹萍, 何悦. 2012. 企业产学研合作的创新效率及其影响因素研究. 科研管理, 33(2): 33-39. [Fan X, Zhao D P, He Y. 2012. Enterprise innovation efficiencies of university-industry cooperation and their influential factors. Studies in Science of Science, 33(2): 33-39.]
- 官建成, 何颖. 2005. 基于DEA方法的区域创新系统的评价. 科学学研究, 23(2): 265-272. [Guan J C, He Y. 2005. The performance of Chinese regional innovation system evaluation based on data envelopment analysis. Studies in Science of Science, 23(2): 265-272.]
- 郭淡泊, 雷家骥, 张俊芳, 等. 2012. 国家创新体系效率及影响因素研究: 基于DEA-Tobit两步法的分析. 清华大学学报: 哲学社会科学版, 27(2): 142-150, 160. [Guo D B, Lei J X, Zhang J F, et al. 2012. Study on national innovation system efficiency and influencing factors: analysis of DEA-Tobit two-stage method. Journal of Tsinghua University: Philosophy and Social Sciences Edition, 27(2): 142-150, 160.]
- 郭欣旺, 李莹, 陈伟维, 等. 2011. 基于GEM模型的甘肃省定西马铃薯农业产业集群竞争力研究. 中国科技论坛, (3): 127-132. [Guo X W, Li Y, Chen W W, et al. 2011. The competition of agricultural industrial clusters based on GEM model: taking the potato industrial cluster in Dingxi of Gansu as an example. Forum on Science and Technology in China, (3): 127-132.]
- 李春海, 张文, 彭牧青. 2011. 农业产业集群的研究现状及其导向: 组织创新视角. 中国农村经济, (3): 49-58. [Li C H, Zhang W, Peng M Q. 2011. Research situation and direction of agricultural industry clusters: organizational innovation perspective. Chinese Rural Economy, (3): 49-58.]
- 李二玲, 李新建. 2007. 基于社会网络分析方法的产业集群研究: 以河南省虞城县南庄村钢卷尺产业集群为例. 人文地理, 22(6): 10-15, 128. [Li E L, Li X J. 2007. Social network analysis approach in the industrial cluster studies: the case study of the steel measuring tape cluster in Nanzhuang Village, Yucheng County, Henan Province. Human Geography, 22(6): 10-15, 128.]
- 李二玲, 李新建. 2009. 欠发达农区传统制造业集群的网络演化分析: 以河南省虞城县南庄村钢卷尺产业集群为例. 地理研究, 28(3): 738-750. [Li E L, Li X J. 2009. The evolution of networks in traditional manufacturing clusters of undeveloped rural areas: the case of steel measur-

- ing tape cluster in Nanzhuang Village, Yucheng County, Henan Province. *Geographical Research*, 28(3): 738-750.]
- 李二玲, 史焱文, 李小建. 2012. 基于农业产业集群的农业创新体系结构分析: 以河南省鄢陵县花木产业集群为例. *经济地理*, 32(11): 113-119. [Li E L, Shi Y W, Li X J. 2012. The structure analysis of agricultural innovation system based on agricultural cluster: a case study of flower and plant industrial cluster in Yanling County, Henan Province. *Economic Geography*, 32(11): 113-119.]
- 李二玲, 朱纪广, 李小建. 2012. 2008年中国种植业地理集聚与专业化格局. *地理科学进展*, 31(8): 1063-1070. [Li E L, Zhu J G, Li X J. 2012. Geographical agglomeration and specialized pattern of planting in China based on the different classifications. *Progress in Geography*, 31(8): 1063-1070.]
- 宋伟, 陈百明, 陈曦炜, 等. 2010. 农业资源利用效率的重新诠释与评价: 以江苏省常熟市和江西省泰和县为例. *地理科学进展*, 29(3): 319-326. [Song W, Chen B M, Chen X W, et al. 2010. Reinterpretation and evaluation for use efficiency of agricultural resources: a case study of Changshu in Jiangsu Province and Taihe in Jiangxi Province. *Progress in Geography*, 29(3): 319-326.]
- 涂俊, 吴贵生. 2006. 基于DEA-Tobit两步法的区域农业创新系统评价及分析. *数量经济技术经济研究*, (4): 136-145. [Tu J, Wu G S. 2006. The evaluation and analysis of regional agro-innovation systems by DEA-Tobit two-stage method. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, (4): 136-145]
- 魏权龄. 2004. 数据包络分析. 北京: 科学出版社. [Wei Q L. 2004. DEA analysis. Beijing, China: Press of Science.]
- 吴先华, 郭际, 胡汉辉, 等. 2010. 知识吸收能力影响内生型产业集群创新的实证: 以苏州市乌鹊桥电脑产业集群为例. *科学学研究*, 28(6): 941-951, 815. [Wu X H, Guo J, Hu H H, et al. 2010. The empirical impact of knowledge absorptive capacity on the endogenous industrial clusters' innovation: take the Wuqueqiao industrial cluster in Suzhou city as example. *Studies in Science of Science*, 28(6): 941-951, 815.]
- 杨斌, 温涛. 2009. 中国各地区农村义务教育资源配置效率评价. *农业经济问题*, (1): 29-37, 110. [Yang B, Wen T. 2009. The evaluation of allocation efficiency of rural compulsory education resources in various regions of Chinese. *Issues in Agricultural Economy*, (1): 29-37, 110.]
- 尤晨, 魏世振, 陈良珠, 等. 2007. 农业产业集群形成机制分析及启示. *福建论坛: 人文社会科学版*, (6): 35-38. [You C, Wei S Z, Chen L Z, et al. 2007. The formation mechanism analysis and enlightenment of agricultural industry cluster. *Fujian Tribune: The Humanities & Social Sciences Monthly*, (6): 35-38.]
- 余贤, 吴峻. 1990. 略论地方政府对农业增长的干预行为. *中国农村经济*, (12): 18-22. [Yu X, Wu L. 1990. On local government interventions to the agricultural growth. *Chinese Rural Economy*, (12): 18-22.]
- 周华林, 李雪松. 2012. Tobit模型估计方法与应用. *经济学动态*, (5): 105-119. [Zhou H L, Li X S. 2012. Tobit model estimation method and application. *Economic Perspectives*, (5): 105-119.]
- 周新德. 2009. 基于生命周期阶段的农业产业集群形成和演化机理分析. *经济地理*, 29(7): 1134-1138. [Zhou X D. 2009. Analysis on the agricultural industry's cluster composing on lifecycle stage and evolvement mechanism. *Economic Geography*, 29(7): 1134-1138.]
- Charnes A, Cooper W, Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of DMU. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- Giuliani E. 2013. Network dynamics in regional clusters: evidence from Chile. *Research Policy*, 42(8): 1406-1419.
- Greene W H. 1981. On the asymptotic bias of the ordinary least squares estimator of the tobit model. *Econometrica*, 49(2): 505-513.
- Katila R A, Ahuja G. 2002. Something old, something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Academy of Management Journal*, 45(6): 1183-1194.
- Kirjavainen T, Loikkanen H A. 1998. Efficiency differences of finnish senior second ary schools: an application of DEA-Tobit analysis. *Economics of Education Review*, 17(4): 377-394.
- Mcdonald J. 2009. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2): 792-798.

Innovation efficiency and influencing factors : analysis of 32 enterprises in the Shouguang vegetable industrial cluster of Shandong Province

SHI Yanwen¹, LI Erling¹, LI Xiaojian^{1,2}

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China;

2. School of Resources and Environment, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450002, Henan, China)

Abstract: Innovation is an important research topic of agricultural cluster at present. However, existing research on agricultural industry cluster has focused on the evolution mechanism, innovation models and competitiveness of such clusters and studies on innovation efficiency of agricultural clusters are relatively few. Exploring the key influencing factors of innovation will play an important role in guiding the development of agricultural clusters. Innovation of agricultural industry cluster is often reflected in product innovation and benefit, mainly through investment in scientific research, developing innovation networks, among others. The two-phase DEA-Tobit model has been used to analyze efficiency and influencing factors of multiple inputs and outputs for national, regional, and agricultural innovation systems and is considered an effective quantitative analysis method. Based on survey data, this paper analyzes the innovation efficiency and influencing factors of the vegetable industrial cluster in Shouguang County, Shandong Province, China, using a two-phase DEA-Tobit model. The DEA model analysis shows that innovation in this vegetable industrial cluster is in a good condition, with the large enterprises being the best. The scale of the vegetable industrial cluster in Shouguang County is at approximately the optimal state, while the comprehensive innovation efficiency is only at the average level, not reaching the optimal state. The main reason for this is the pure technical inefficiency derived from the lack of scientific research and technology strength. Tobit regression analysis indicates that knowledge dissemination and absorption capacity of enterprises, financial support of the government, innovative spirit of entrepreneurs and enterprises' development extraversion strength have significant positive correlation with agriculture innovation, while the scale of enterprises do not have significant influence on the cluster's innovation efficiency. The knowledge dissemination and absorption capacity of enterprises not only enables enterprises to have innovation resources in the cluster innovation network, but also has effects on innovation efficiency. Financial support of the government has the greatest influence on industrial cluster innovation, and the government has an important role in innovation of agricultural industry cluster. The innovative spirit of entrepreneurs represents an attitude towards innovation and development, thereby affecting enterprise investment in research and innovation. The paper also presents suggestions for encouraging agricultural innovation. Through facilitating the development of the cluster's innovation network, strengthening support from government agencies and foreign investment and cultivating the innovative spirit of entrepreneurs, efficiency oriented enterprise resource utilization will prevail.

Key words: agricultural industrial cluster; innovation efficiency; DEA; Tobit regression analysis; Shouguang vegetable industrial cluster