

Empirical Analysis on Agricultural Production Efficiency in Jilin Province Based on DEA Method*

Yufeng Yan¹, Zhuoxi Yu^{2#}

¹Faculty of Management Science and Information Engineering, Jilin University of Finance and Economics, Changchun

²Key Laboratory of Logistics Industry Economy and Intelligent Logistics at University of Jilin Province, Changchun

Email: 8906020@qq.com, [#]yzx8170561@163.com

Received: Jun. 10th, 2013; revised: Jun. 17th, 2013; accepted: Jul. 3rd, 2013

Copyright © 2013 Yufeng Yan, Zhuoxi Yu. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: Based on the method of Data Envelopment Analysis, we analyzed the changes of agricultural production efficiency in county-level cities of Jilin Province, including scale efficiency, pure technical efficiency and the total factor productivity index, since the New Socialist Countryside policy was put forward. This article suggests that the scale efficiency of the county-level cities in Jilin Province shows a tendency of increasing, which reveals that changing the output production scale efficiency by depending on outside inputs has achieved remarkable success. New Socialist Countryside policy promotes the rapid increase of total factor productivity index in the county-level cities of Jilin Province and helps to increase the agricultural productivity in rural areas. The initial increase and later decrease of pure technical efficiency illustrates that the efficiency of agricultural production in Jilin Province mainly relies on the expansion of production scale, and the technical inputs should be further strengthened.

Keywords: DEA; Scale Efficiency; Pure Technical Efficiency; Total Factor Productivity Index; Socialist New Countryside Policy

基于 DEA 方法的吉林省农业生产效率的实证分析*

闫玉枫¹, 于卓熙^{2#}

¹吉林财经大学管理科学与信息工程学院, 长春

²吉林财经大学物流产业经济与智能物流实验室, 长春

Email: 8906020@qq.com, [#]yzx8170561@163.com

收稿日期: 2013 年 6 月 10 日; 修回日期: 2013 年 6 月 17 日; 录用日期: 2013 年 7 月 3 日

摘要: 本文利用 DEA 方法分析了自社会主义新农村政策提出以来吉林省县级市的农业生产效率, 包括规模效率、纯技术效率及全要素生产力指数的变化。本文认为吉林省县级市的规模效率处于递增状态, 即依靠外界投入改变产出生产规模效益的方法取得了很好的效果。社会主义新农村政策提出以后, 促进了吉林省县级市的全要素生产力指数快速增加, 农村农业生产率有了显著提高。纯技术效率初期递增而后处于递减状态, 说明吉林省的农业生产效率的提高除了依赖扩大生产规模, 在技术层次上的投入也需进一步加强。

关键词: DEA; 规模效率; 纯技术效率; 总生产力指数; 社会主义新农村政策

*基金资助: 吉林省社科基金(2012B387)。

#通讯作者。

1. 引言

吉林省是全国的粮食主产省之一,是国家重要的商品粮基地。作为东北三省的老工业基地之一,吉林省以占全国 4.1%的耕地面积,交售了占全国 5.6%的粮食。多年来,吉林省粮食商品率、人均粮食占有量均居全国第 1 位。吉林省的粮食生产为保证国家粮食安全和社会稳定做出了巨大贡献。对吉林省来说,发展好现代农业,提高农业生产效率具有重要战略意义。

2005 年 10 月国家提出了以“生产发展、生活宽裕、乡风文明、村容整洁、管理民主”为目的的社会主义新农村政策,把发展要形成“新格局”,加快建设现代农业,繁荣农村经济,提高农村生产力水平,作为建设新农村的首要任务。同时农民生活水平也要实现“新提高”,把增加农民收入,改善消费结构,提高农民生活质量作为新农村建设的根本目标。吉林省积极响应国家号召,采取积极有效的措施,如全面免征农业税,结束“皇粮国税”的历史,减轻农民负担;努力增加农民收入出台了水稻最低收购价格政策,深化粮食流通体制改革,放开玉米市场价格,促进了农民增产增收;推行种粮农民直接补贴、良种补贴和大型农机具购置补贴三项政策,大幅增加农民的转移性收入;加大农业农村资金投入,促进农业综合生产能力的提高;加大农村基础设施建设投入,改善农民生产生活环境等政策。这些政策都对吉林省提高农业生产力产生了重大影响。

近年来,有关农村生产效率的研究一直是农业生产发展研究领域中的一项重要课题,已取得了较多的研究成果。如杨印生(2008)^[1]等利用 DEA (Data Envelopment Analysis, 数据包络分析)方法分析了吉林省农业信息化系统投入产出效率;马凤才(2008)^[2]等利用 DEA 方法分析了黑龙江省县域层面上的农业生产效率,并基于效率分析了黑龙江省农业生产的可持续性;宋殿霞(2006)^[3]等利用 DEA 方法分析了吉林省玉米生产要素配置效率;李周(2005)^[4]等利用 DEA 方法分析了我国西部地区农业生产效率等。

本文旨在以吉林省县级市作为基本评价单位进行农业生产效率分析。对吉林省农业生产效率变化进行比较研究。运用数据包络分析法中的 Malmquist 方法进行对全要素生产力指数(TFP)变化的分析,通过建

立综合性的投入、产出指标体系,选取社会主义新农村政策提出后到现阶段的县级市数据,全面评价吉林省县级市农业生产效率。

2. DEA 原理及数学模型

数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, DEA)是由美国著名的运筹学家 A. Charnes、W. W. Cooper、Rhodes 等学者于 1978 年提出的一种用于多投入多产出问题的效率评价方法^[5]。DEA 方法是采用数学模型评价具有多元投入和产出的单位(称为决策单元,简记为 DMU)间的相对有效性(称为 DEA 有效)的非参数计算方法^[6]。DEA 的基本原理是通过保持决策单元(DMU)的投入或者产出不变,运用线性代数、运筹学和统计学理论进行数据分析并确定相对有效性的生产前沿面,将各个决策单元投影到 DEA 的生产前沿上,并通过比较决策单元偏离 DEA 前沿的程度来评价他们的相对有效性。使用 DEA 分析方法我们能够有效地得到生产要素投入和产出之间的效率关系,从而衡量投入和产出的合理性。当我们运用 DEA 是以投入主导型,即基于投入的角度做分析时,我们可以测定在投入要素非 DEA 有效的情况下如何改进要素投入量,从而使要素投入达到最优状态。而以产出主导型,即基于产出角度做数据包络分析时,我们可以测定在产出产量非 DEA 有效地情况下应如何改变产出,才能使产出产量达到最优状态。

DEA 中最基本的数学模型有不变规模报酬模型(CRS)和可变规模报酬(VRS),其中 CRS 采用 BCC 数学模型进行投入产出效率评价分析,VRS 采用 CCR 数学模型进行投入产出效率分析。其中 CRS 模型采用了比较理想的评价单位规模报酬不变对多投入多产出进行评价分析。

2.1. 不变规模报酬

(Constant Return to Scale, CRS)模型

在规模报酬不变的假设前提下,有 N 个决策单位 DMU_i ($i=1,2,\dots,n$),每个决策单位都有 m 种投入并有 k 种产出,分别以 m 维向量 X_i 和 k 维向量 Y_i 表示第 i 个生产单元的投入量和产出量,可以得出在加入松弛变量以后的 CCR 模型:

$$\min \left[\theta_{crs} - \varepsilon (e_1^T SA + e_2^T SB) \right] \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \sum_i^n \lambda_i X_i + SA = \theta_{\text{crs}} X_0 \quad (2)$$

$$\sum_i^n \lambda_i X_i - SB = Y_0 \quad (3)$$

$$\lambda_i \geq 0; i=1,2,\dots,n; SA \geq 0; SB \geq 0 \quad (4)$$

公式(1)中: ε 为非阿基米德无穷小量, θ_{crs} 表示规模报酬不变情况下的生产单元技术效率; e_1 、 e_2 为单位行向量。 $SA = (sa_1, sa_2, \dots, sa_m)^T$, $SB = (sb_1, sb_2, \dots, sb_k)^T$ 分别表示对 DMU0 进行结构调整的松弛变量列向量并且 $SA \geq 0$, $SB \geq 0$; 公式(2)中: X_0 表示评价决策单位 DMU0 的投入向量; X_i 表示评价决策单位 DMU i 的投入向量; λ_i 为最优解, $\lambda_i \geq 0$, 其中 $i=1,2,\dots,n$, 把这些最优解表示的有效点连接起来, 形成有效前沿面; 公式(3)中: Y_0 分别表示评价决策单位 DMU0 的投入和产出列向量; Y_i 表示评价决策单位 DMU i 的产出列向量; 当上述规划的所有最优解都满足 $\theta_{\text{crs}} = 1$, $SA = SB = 0$ 时, 则称 DMU0 是有效的; 若 $\theta_c = 1$, 但 $SA \neq 0$, $SB \neq 0$, 则称 DMU0 是弱有效的; 若 $\theta_c \neq 1$, 则称 DMU0 无效。

2.2. 可变规模报酬

(Variable Returns to Scale, VRS)模型

由于很多原因都可能导致 DMU 存在规模报酬变化, 因此, 在固定的规模报酬基础上, Banker (1984) 在 CCR 模型上增加了一个凸性假设

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (5)$$

公式(5)中 λ_i 为最优解。得到了 BCC 模型。

$$\min [\theta_{\text{vrs}} - \varepsilon (e_1^T SA + e_2^T SB)] \quad (6)$$

$$\text{s.t. } \sum_i^n \lambda_i X_i + SA = \theta_{\text{vrs}} X_0 \quad (7)$$

$$\sum_i^n \lambda_i X_i - SB = Y_0 \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (9)$$

公式(6)中: θ_{vrs} 表示规模报酬可变时生产单元的纯技术效率; ε 为非阿基米德无穷小量; e_1 、 e_2 为单位行向量; $SA = (sa_1, sa_2, \dots, sa_m)^T$, $SB = (sb_1, sb_2, \dots, sb_k)^T$ 分别表示对 DMU0 进行结构调

整的松弛变量列向量。并且 $SA \geq 0$, $SB \geq 0$; 公式(7)中: λ_i 为最优解, $\lambda_i \geq 0$, 其中 $i=1,2,\dots,n$, 把这些最优解表示的有效点连接起来, 形成有效前沿面; X_i 表示评价决策单位 DMU i 的投入向量; X_0 表示评价决策单元 DMU0 的投入向量; 公式(8)中: Y_0 分别表示评价决策单元 DMU0 的产出列向量; Y_i 表示评价决策单位 DMU i 的产出列向量。公式(9)即为公式(5)。当上述规划的所有最优解都满足 $\theta_{\text{vrs}} = 1$, $SA = SB = 0$ 时, 则称 DMU0 是有效的; 若 $\theta_{\text{vrs}} = 1$, 但 $SA \neq 0$, $SB \neq 0$, 则称 DMU0 是弱有效的; 若 $\theta_{\text{vrs}} \neq 1$, 则称 DMU0 无效。

CCR 模型和 BCC 模型在我们评价多单位多投入多产出的相对技术效率、相对纯技术效率、相对规模效率时是合适的方法。但是这两个模型都是以在某一时期内技术不变这一假设前提下进行的效率比较。因此只能评价某一时间截面的 DMU 的相对效率, 而不能动态地评价生产部门的技术变化、纯技术变化、规模效率和技术进步的绝对数值变化。本文用 DEA 中的 Malmquist 方法分析全要素生产力指数的变化, 克服了 CCR 和 BCC 模型在分析动态评价方面的不足。下面我们来介绍能完成这一工作的 Malmquist 方法。

2.3. Malmquist 方法

Malmquist 方法首先是由 Caves Christen 和 Diewert (1982) 引入, 而后由 Fare 等人(1994)进一步发展起来。Malmquist 方法运用 Shephard (1953) 的距离函数(Distance functions)来定义, 用来描述不需要说明具体行为标准(例如投入最小化和产出最大化)的多个投入变量多个产出变量的生产技术变化。Malmquist 方法分析出的全要素生产力指数就是全要素生产力的变化比值, 全要素生产力指数以 1 为分界, 大于 1 为正, 说明全要素生产力提高, 小于 1 为负, 说明全要素生产力降低。Malmquist 方法不仅可以度量全要素总生产力指数的动态变化, 而且可以更进一步分解为技术进步 TE、纯技术进步 PE、规模效率变动 SE 这 3 个重要组成部分, 即:

$$TFP = TE \times PE \times SE \quad (10)$$

公式(10)中: TE 为技术效率, SE 为规模效率, PE 为纯技术效率。

规模效率(SE)评价规模收益不变的生产前沿与规模收益变化的生产前沿之间的距离, 当以产出为主导

模型时,反应的就是产出规模是否最优,即是否为最适当的产出规模,规模为1则达到最适当的产出规模,规模效率值愈小则愈需要改善。当以投入为主导模型时,反应的就是投入规模是否最优,即是否为最适当的投入规模,规模为1则达到最适当的生产规模,规模效率值愈小则愈需要改善。

技术效率(TE)是评价单位的投入转化为产出的效率。所谓的效率,我们可以表示为在给定投入的情况下所能获得的最大产出的能力。也可以表示在固定产出的情况下,如何使投入要素最小化的能力。

纯技术效率(PE)评价单位当前的生产点与规模收益变化的生产前沿之间技术水平运用的差距,反应了对当前技术水平的运用程度。在 BCC 模式就是在变动规模报酬(VRS)假设下,修正 CCR 模式的观念和使用范围,推导出纯技术效率以及规模效率。它把技术效率(TE)分解为纯技术效率(PE)和规模效率(SE),即技术效率 = 纯技术效率 × 规模效率。纯技术效率(PE)指每年能否有效利用生产技术,使产出最大化,该值表示了投入要素在使用上的效率。规模效率(SE)则指的是每年产出与投入比例是否适当,实现产出的最大化;该值越高表示规模越适合,生产力也越大,两者乘积构成技术效率。

全要素生产力指数(TFP)是评价单位指多投入多产出的生产活动在一定时期内全要素生产力变化的比值。它有三个影响因素:一是技术效率的改善;二是技术进步;三是规模效率。因此全要素生产力指数一般被视为科技进步的指标。

3. 数据选择与来源

3.1. 评价单位的选取

由于吉林省地级市和县级市的发展重心有所不同,农业生产的基础也有所不同,为了合理评价吉林省农村地区农业生产效率,我们选取吉林省县级市作为我们进行分析的评价单位。

3.2. 评价单位指标的选择

运用 DEA 模型进行农业的生产投入产出效率的评价,首先要确立科学的指标体系,指标体系科学与否决定我们研究的结论是否科学^[7]。

DEA 方法中,投入产出设计的因素很多。我们主

要依据三个原则:1)选择的决策单元的数目应大于或者等于评价指标数目;2)指标的选择必须满足模型的应用条件,同时能客观地反映出决策单元的基本特征;3)从技术上应避免各投入指标之间及各产出指标之间具有较强的线性关系^[8]。

本文选择的效率分析指标分为两类,一类是产出指标,一类是投入指标。产出指标为农业作物的产量。投入指标包括:化肥施用量、有效灌溉面积、农业机械总动力、耕地面积、劳动力投入。我们选择了2005年、2008年、2011年三个时间点的数据。

3.3. 数据来源

以上指标的数据来源主要来自2005年吉林省统计年鉴、2008年吉林省统计年鉴、2011年吉林省统计年鉴。

4. 吉林省农业生产效率的评价结果

对吉林地区农业生产效率的评价,目的在于分析社会主义新农村建设政策提出以后,吉林省农村生产效率的变化。这里,采用 DEA 方法和 DEAP2.1 软件对吉林省地区 40 个县级市的数据分析规模效率、纯技术效率及全要素生产力指数的变化。

4.1. 规模效率

表 1 是吉林 40 个县级市的农业生产的规模效率变化情况。从中可以看出,与 2005 年相比,2008 年有 28 个县的农业生产规模效率递减,占 70%;仅有 3 个县效率不变,占 7.5%;而 9 个县农业效率生产规模效率增加,占 22.5%。到了 2011 年,情况发生了较大变化,有 18 个县的农业生产规模效率递减,占 45%;仅有 3 个县效率不变,占 7.5%;而 19 个县农业生产规模效率增加,占 47.5%。这一结果表明,社会主义新农村政策提出到现在,吉林省农村地区农业生产在更多地方具备了规模效率。也就是说,社会主义新农村政策提出后,吉林省增加农业生产规模来提高农业生产效率是一种有效的生产方式。

4.2. 纯技术效率

纯技术效率变化可见表 2。由表 2 可知,2008 年有 15 个县的农业生产纯技术效率递减,占 37.5%;有

Table 1. Changes in agricultural production scale in county-level city of Jilin Province
表 1. 吉林省县级市农业生产规模变化情况

效率变化	2008 年		2011 年	
	数量	比例	数量	比例
递减	28	0.7	18	0.45
不变	3	0.075	3	0.075
增加	9	0.225	19	0.475
合计	40	100	40	100

Table 2. Changes in agricultural production of pure technical efficiency in county-level city of Jilin Province
表 2. 吉林省县级市农业生产纯技术效率变化情况

效率变化	2008 年		2011 年	
	数量	比例	数量	比例
递减	15	0.375	23	0.575
不变	10	0.25	10	0.25
增加	15	0.375	7	0.175
合计	40	100	40	100

10 个县效率不变, 占 25%; 而 15 个县纯技术效率是增加的, 占 37.5%; 到了 2011 年, 有 23 个县的农业生产纯技术效率递减, 占 57.5%; 仅有 10 个县效率不变, 占 25%; 而 7 个县农业效率生产纯技术效率增加, 占 17.5%。这表明, 吉林省县级市农业生产效率提高在依赖技术投入方面成效降低了。也就是说有更多的县级市在纯技术效率方面没有进步, 反而与纯技术效率变化的生产前沿之间技术水平产生了差距。

就技术的发展过程来说, 只要不发生经济衰退, TE 通常都是增加的。而对于 PE 来说, 技术推广与应用, 生产资金在投入方面的增加, 前沿技术创新活动都可能在宏观上影响纯技术效率的增加。

4.3. 全要素生产力指数

表 3 是吉林省地级市农村的全要素生产力指数变化情况, 无论是 2008 年还是 2011 年, 全要素生产效率在绝大多数的县级市都有所增长。

表 4 是吉林省 40 个县的不同全要素生产力指数变化范围。从表 4 可以看出, 2008 年, 有 4 个县发生递减, 占有 10%; 有 12 个县递增在 0%到 30%, 占了总数的 30%; 有 15 个县递增在 30%到 60%, 占了总数的 37.5%; 有 9 个县增加超过 60%, 占了总数的

Table 3. Changes in total factor productivity index of agricultural production in county-level city of Jilin Province
表 3. 吉林省县级市农业生产全要素生产力指数变化情况

效率变化	2008 年		2011 年	
	数量	比例	数量	比例
递减	2	0.05	3	0.075
不变	0	0	0	0
增加	38	0.95	37	0.925
合计	40	1	40	1

Table 4. Distribution of total factor productivity variation range in county-level city
表 4. 各县级市全要素生产力变化范围的分布情况

效率变化	2008 年		2011 年	
	数量	比例	数量	比例
0%以下	4	0.1	3	0.075
[0%,30%)	12	0.3	9	0.225
[30%,60%)	15	0.375	10	0.25
60%以上	9	0.225	18	0.45
合计	40	100	40	100

22.5%。到了 2011 年, 有 3 个县发生递减, 占 7.5%; 有 9 个县递增在 0%到 30%之间; 有 10 个县的增长在 30%到 60%之间; 有 18 个县的增长超过 60%。

5. 社会主义新农村政策提出与吉林省县农业生产效率变化的关系分析

2005 年 10 月份, 国家提出了社会主义新农村政策, 吉林省采取免征农业税、深化粮食流通体制改革、推行种粮农民直接补贴、良种补贴和大型农机具购置补贴、加大农业农村资金投入、加大农村基础设施建设投入等政策。6 年来, 吉林省粮食产量大幅提升, 农民收入持续大幅增长。农业基础设施、农业综合生产能力和农村产业结构调整都有了长足的发展和进步。2011 年, 粮食总产量达到 634.2 亿斤, 亩产实现 930.2 斤, 实现双突破双晋位。农民人均纯收入达到 7510 元, 同比增长 20.4%。基础设施和公益事业全面加强使农村民生得到显著改善。新农村建设村镇共完成产业项目 13,222 个, 总投资达 602.2 亿元。在省级新农村建设专项资金的辐射引导下, 各级财政进一步加大新农村建设投入力度, 形成了省、市、县、乡四级财政共聚财力和各方面共同支持新农村建设的

的大好局面。吉林省投入专项资金 11 亿元，带动各方面投入，放大效应达到 25.5 倍。形成了以政府投入为引导、农民投入为主体、社会投入为补充的多元投入新格局，实现了工业反哺农业、城市支持农村和市带县、城帮乡，促进了城镇资源要素向农村配置。这些措施加快了农村发展的脚步，提高了吉林省县级市农业生产效率。

通过对本文中吉林省县级市农业生产数据的分析，我们也验证了社会主义新农村政策的提出对于吉林省县级市农业生产效率的影响。对于规模效率而言，越来越多的县级市规模效率增加了，也就是说依靠外界投入产生规模效益取得了较好的效果。对于纯技术效率而言，有更多的县级市处于递减的，这说明了在技术进步上面，虽然有更多的县级市呈现出了在新农村政策开始时候出现快速技术进步，但是并没有维持平稳或者递增而发生了递减的现象，即在技术投入和提高方面应该进一步加强。对于全要素生产力指数来说，TFP 在绝大多数吉林省县级市都取得了明显的增加，并且超过 90%的县级市增长超过了 30%，即总体上来说县级市的 TFP 每年都取得了较大增长。

6. 结论

通过对吉林省各个县级市在社会主义新农村政策下农业生产的规模效率变化，纯技术效率变化以及全要素生产力指数变化关系的分析，我们可以初步得

到如下结论：

第一，在社会主义新农村建设至今，吉林省县级市的规模效率处于递增状态，即依靠外界投入改变产出生产规模效益的方法取得了很好的效果。

第二，纯技术效率初期递增而后处于递减状态，这说明社会主义新农村政策提出后，起初在技术层面上取得了良好效果，而后出现技术投入和改进不足的现象，未来的技术投入需进一步加强。

第三，社会主义新农村政策提出后，吉林省县级市农业生产得到了快速发展，并且全要素生产力指数明显增加，农村农业生产有了显著提高。

参考文献 (References)

- [1] 杨印生, 赵罡. 基于 DEA 的吉林省农业信息化系统投入产出效率测度[J]. 现代情报, 2008, 4: 220-222.
- [2] 马凤才, 赵连阁, 任莹. 黑龙江农业生产效率分析[J]. 农业技术经济, 2008, 3: 91-95.
- [3] 宋殿霞, 吕峰. 基于 DEA 的吉林省玉米生产要素配置效率测算及分析[J]. 吉林省教育学院学报, 2006, 8: 55-56.
- [4] 魏权龄. 数据包络分析(DEA)[J]. 科学通报, 2000, 17: 1973-1808.
- [5] 李周, 于法稳. 西部地区农业生产效率的 DEA 分析[J]. 中国农村观察, 2005, 6: 2-10.
- [6] 董洪清, 李思. 基于 DEA 模型的中国农业生产效率实证研究[J]. 前沿, 2010, 17: 98-102.
- [7] 黄丽军, 胡同泽. 我国西部地区农业生产效率 DEA 分析[J]. 农业与技术, 2006, 3: 1-5.
- [8] 李正欢. 基于 DEA 方法的我国饭店业整体效率研究[J]. 闽江学院学报, 2009, 2: 116-121.