

基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数的 黑龙江省农业生产效率测度

崔宁波, 张正岩

(东北农业大学 经济管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

摘 要:作为重要的商品粮基地,黑龙江省农业的可持续发展关系到我国粮食安全及农业现代化的实现。建立黑龙江 2002—2015 年各地市面板数据,利用超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数分别对黑龙江省农业生产效率进行了静态、动态的测度与分析。结果表明:黑龙江农业生产效率整体水平不高,各地市间效率差异比较明显,非 DEA 有效地市存在不同程度的投入冗余;在农业技术进步主要动力的拉动下,黑龙江省全要素生产率以年均 3.5% 的速度增长,农业生产表现出较强的可持续性。最后提出了进一步提高黑龙江省农业生产效率的对策建议。

关键词:农业生产效率;超效率 DEA;Malmquist 指数

中图分类号:F 307.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)22-0192-08

黑龙江省是我国重要的商品粮基地,其农业产业发展水平对保障农产品有效供给和促进农民增收意义重大。21 世纪初以来,黑龙江省通过多次实施农业产业结构调整并不断加大对农业科技

投入,农业生产总值得到了很大提升。2012 年黑龙江省制定了《现代化大农业发展规划》,做出继续稳步发展粮食生产、加快发展蔬菜产业、同时扩大特色产业规模与拓展外向型农业的部署。2013 年,黑龙江又推出《现代农作物种业发展规划》,助力农业综合生产能力的再提高。截至 2015 年,黑龙江省农业总产值达到 2 911.9 亿元,占整个农林牧渔业总产值的 57.7%。表面看黑龙江省农业产出高效,但农业投入要素也发生了实质性的增长。如 2012 年黑龙江省农作物播种面积为 985.8 万 hm^2 ,2015 年则达到 1 229.4 万 hm^2 ,农用化肥施用折纯量也由 2012 年的 129.7 万 t 增

第一作者简介:崔宁波(1980-),女,黑龙江依安人,博士,教授,博士生导师,现主要从事农业经济理论与政策等研究工作。E-mail:82890000@163.com.

基金项目:国家自然科学基金青年基金资助项目(71303038);黑龙江省普通本科高校青年创新人才培养计划资助项目(UNPYST);东北农业大学“学术骨干”资助项目;黑龙江省社科基金资助项目(17JYB080)。

收稿日期:2017-07-10

residue and food safety are different obviously. The empirical results showed that the level of education, perception about pests and pesticide residue, government propaganda and cooperation's participation lay positive influence on farmers' concern about pesticide residue. Nevertheless, status characteristic as village committee cadres, party members or cooperative cadres, perception about pesticide safety and subsidy policy on control methods exert a negative impact on the application of pesticide. The results indicated imperfect market system, blindness and convergence of dispersal planters result in negligence of pesticide residue in apple planting.

Keywords: farmers; pesticide residue; influence factors

长为 2015 年的 255.3 万 t。因此,很有必要探究黑龙江省农业生产效率问题,如果农业生产效率不高,资源利用不合理,将会影响到农业的可持续发展,继而影响到农业现代化的实现。当前,黑龙江省玉米临储政策取消,种植业正面临着新一轮的结构调整,这为黑龙江省农业生产效率的进一步改善提供了机遇。

对于生产效率的研究,学者多选择 SFA(随机前沿分析)法与 DEA(数据包络分析)法。由于 DEA 方法对投入产出的生产函数形态及数据单位均没有太多要求,而且 DEA 中模型的权重由数学规划根据数据产生,无需提前设定,因此 DEA 法在农业生产效率的研究中应用最为普遍。刘盈盈等^[1]利用 DEA 方法对安塞县退耕区的农业生产效率进行了分析,发现农户的农业生产效率得到了提高,多数农户的农业生产处于规模报酬递增状态;李雪等^[2]通过建立 DEA 模型研究了我国主产省份的玉米生产效率,得出省份间效率差异明显的结论。全要素生产率能够反映农业生产效率的动态变化,通过对全要素生产率的分解还可以找出影响农业生产效率的具体原因,一些学者逐渐将农业全要素生产率纳入生产效率的研究体系内。如白林等^[3]利用 1996—2010 年的面板数据测算了我国农业全要素生产率,吉小燕等^[4]、詹礼辉等^[5]也对不同地区的农业全要素生产率进行了研究。该研究将综合以上 2 种研究方式,借助超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法对黑龙江省农业生产效率进行测度,以期为更好地提高农业生产效率提供参考。

1 模型选择与指标选取

1.1 评价模型

1.1.1 超效率 DEA 模型

超效率 DEA 模型是对传统 DEA 模型的一种改进,该模型由 ANDERSEN 等^[6]提出。传统 DEA 模型虽能计算出决策单元的相对效率值,也能为非有效的决策单元提供效率参照数集,但当出现多个相对有效的决策单元时,传统 DEA 模型无法对其进一步排序评价,超效率模型则很好地解决了这一缺陷。该研究建立基于投入导向下的超效率 DEA 模型,当对 n 个决策单元中的第 k

个决策单元进行评价时,用其它 $(n-k)$ 个决策单元投入、产出值的线性组合来代替 k 单元的投入与产出,以将 k 单元排除在生产集之外,并把按最大比例增加 k 单元投入依然能使其在生产集内保持相对有效的比例值记作超效率值,该效率值可能大于 1。模型建立如下:

$$s. t. \begin{cases} \min \theta \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_k \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_k \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad (1).$$

式中: θ 为规划目标值, θ 值越大,代表其效率值越高; $\lambda_j (j=1, 2, \dots, n)$ 为规划决策变量; s^- 、 s^+ 为松弛变量向量^[7]。

1.1.2 Malmquist 指数模型

Malmquist 指数最早由瑞典经济学家 MALMQUIST^[8]在 1953 年提出,主要用于测度不同时期的消费变化问题。随后,CAVES 等^[9]将该指数运用到生产效率的分析中,并提出多投入产出条件下的 Malmquist 生产率指数概念。1994 年,FARE 等^[10]归纳出一种非参数线性规划法,用于分析生产技术前沿和全要素生产率指数的测算,并借助 Shephard 的距离函数将全要素生产率指数进一步分解为技术变化指数和技术效率指数。

根据 FARE 相关理论,Malmquist 指数建立于基准技术之上,在 t 期参照技术下,从 t 期到 $t+1$ 期的 Malmquist 指数可表示为:

$$M^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (2),$$

式中: D_0^t 表示基于产出的距离函数; x 、 y 分别为投入与产出向量。同样,在 $t+1$ 期参照技术下,从 t 期到 $t+1$ 期的 Malmquist 指数表示为:

$$M^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (3),$$

将 2 期技术条件下的 Malmquist 指数的几何平均数作为理想指数,构造从 t 期到 $t+1$ 期的 Malmquist 生产率指数 $M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \right) \left(\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (4),$$

该方法有效地避免了由时期选择的不同所导致的指数变化的非一致性,将公式(4)进一步变形为:

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}}_{\text{effch}} \times \underbrace{\left[\left(\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2}}_{\text{techch}} \quad (5),$$

右端第一项为技术效率变化指数,记作 effch,该指标描绘了生产前沿的外推状态,反映出决策单位的实际产出相对于生产前沿面潜在的最优产出的距离^[11],可用来评估生产效率的变化对决策单位全要素生产率的贡献水平。effch>1 表明技术效率得到提高,反之则表示技术效率下降;第二项为技术进步指数,记作 techch,该指标刻画出生产前沿面的移动效应,techch>1,代表生产技术发生了进步。上式的分解是建立在规模报酬不变的假设之上,在规模报酬可变的假设条件下,技术效率变化指数可继续分解为纯技术效率变化指数 pech 和规模效率指数 sech,即:

$$\begin{aligned} \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} &= \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}/v, s)}{D_0^t(x^t, y^t/v, s)}}_{\text{effch}} \times \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^t, y^t/v, s)}{D_0^t(x^t, y^t/v, s)}}_{\text{pech}} \\ &\times \underbrace{\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}/c, s)/D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}/v, s)}{D_0^t(x^t, y^t/c, s)/D_0^t(x^t, y^t/v, s)}}_{\text{sech}} \end{aligned} \quad (6),$$

纯技术效率变化指数 pech 反映的是在可变规模报酬下,通过创新与推广农业技术等方式导致的技术效率变化情况,可用来衡量决策单元的农业生产技术和经营管理水平是否达到了最佳状态,pech>1,表明纯技术效率呈递增状态,对技术效率的贡献程度较大;规模效率指数用来衡量当前生产要素投入规模是否具有经济效应^[12-13]。最终, Malmquist 生产率指数 $M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \text{pech}(\text{纯技术效率变化指数}) \times \text{sech}(\text{规模效率指数}) \times \text{techch}(\text{技术进步指数}) \quad (7)。$

当 Malmquist 指数大于 1 时,表明全要素生产率得到了提高,且对于构成 Malmquist 指数的技术效率变化指数和技术进步指数,若其值大于 1,则表明该指数是引起全要素生产率增长的主要

动力因素。

1.2 指标选取

参照黑龙江省的行政区域划分,黑龙江省现设哈尔滨市、齐齐哈尔市等 13 个地级市(区),考虑到伊春市与大兴安岭地区农业在第一产业中所占比重较小,暂时舍弃对其的研究。农业生产投入主要依附于土地、劳动、资本 3 个主要因素,具体到投入产出指标的选择上,众多研究学者往往以农林牧渔业总产值或粮食产量作为产出指标,耕地面积或农作物总播种面积代表土地投入,农林牧渔业或第一产业从业人员数量作为劳动力投入,农业机械总动力、化肥施用量或固定资产投资表征资本投入^[14-16]。受资源禀赋影响的不同,地区间很难保证所种作物的一致性,尤其是当作物间产量差距(如玉米、大豆)明显时,用粮食产量作产出指标评价生产效率可能降低准确性;化肥施用量、耕地面积或农作物面积对农业产出的影响最为直接,而对农林牧渔业影响甚微,农业机械总动力又囊括了用于农林牧渔业的各种动力机械的动力之和,因此通过建立该类投入产出变量的指标体系来测度农业生产效率有失客观性。运用 Malmquist 指数法进行生产率的变动分析,所考察对象通常需满足以下 2 个假设:1)为避免对效率值的高估,被评价单元数目至少为投入与产出指标数量之和的 2 倍;2)投入指标与产出指标之间须具有较强的相关性。结合数据的可获得性,该文重新选取变量并加以定义。投入指标的选择上,以 x_1 农作物总播种面积(单位:万 hm^2)、 x_2 农业从业人员(单位:万人)、 x_3 农业用机械总动力(单位:万 kW)与 x_4 化肥施用量(折纯量)(单位:万 t)分别作为土地、劳动和资本投入,其中,农业从业人员数量、农业用机械总动力依次用农林牧渔业从业人员数、农业机械总动力乘以农业产值所占农林牧渔业总产值的比重得到。产出指标以 y 农业产值(单位:万 t)代替农林牧渔业总产值,并以种植业产品生产价格指数(2002=100)转换为不变价格对农业产值进行物价平减处理。上述指标所用数据来自于《黑龙江统计年鉴》(2003—2016 年),价格指数参照中国统计局网站。

2 结果与分析

2.1 相关性检验

首先,采用 SPSS 17.0 软件对所选的投入与产出指标进行了相关性分析。由表 1 可知,农业产值、农作物总播种面积、农业从业人员、农用机械劳动力及化肥施用量(折纯量)之间具有较强的正向相关关系,且通过了 1%水平的双侧检验,最小系数为 0.722,满足上文提出的假设条件。

表 1 投入指标与产出指标间的相关关系

Table 1 Relationship between input indicators and output indicators

相关系数 Correlation coefficient	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
y	1.000	0.838**	0.826**	0.900**	0.952**
x ₁	0.838**	1.000	0.926**	0.854**	0.909**
x ₂	0.826**	0.926**	1.000	0.722**	0.889**
x ₃	0.900**	0.854**	0.722**	1.000	0.870**
x ₄	0.952**	0.909**	0.889**	0.870**	1.000

注:**在 0.01 水平(双侧)上显著相关。

Note:** means significant 0.01 level (bilateral).

表 2 2002—2015 年黑龙江省各地市农业生产超效率 DEA 值

Table 2 High efficiency DEA of agricultural production in Heilongjiang Province from 2002 to 2015

年份 Year	哈尔滨	齐齐哈尔	鸡西	鹤岗	双鸭山	大庆	佳木斯	七台河	牡丹江	黑河	绥化	均值 Mean
2002	1.812	0.645	0.966	0.727	0.801	0.644	0.841	0.558	0.764	0.806	0.792	0.851
2003	1.696	0.386	0.984	1.267	0.602	0.646	0.737	0.569	0.867	0.600	0.760	0.829
2004	1.407	0.719	1.153	0.860	1.012	0.638	0.758	0.648	0.903	0.887	1.042	0.912
2005	1.387	0.766	1.207	0.869	0.930	0.638	0.731	0.665	1.018	0.854	1.261	0.939
2006	1.182	0.747	1.068	0.794	1.092	0.716	0.779	0.783	1.160	0.782	1.201	0.937
2007	1.197	0.662	1.054	0.762	0.997	0.708	0.817	0.711	1.360	0.877	1.263	0.946
2008	1.125	0.664	1.003	0.707	1.114	0.782	0.801	0.905	1.452	0.901	1.201	0.969
2009	1.081	0.595	0.909	0.664	1.136	0.722	0.777	0.800	1.445	0.783	1.151	0.915
2010	1.027	0.543	0.903	0.656	1.169	0.775	0.782	0.694	1.531	0.723	1.123	0.902
2011	0.947	0.522	0.912	0.680	1.257	0.792	0.795	0.573	1.530	0.869	1.189	0.915
2012	0.858	0.512	0.894	0.707	1.184	0.780	0.821	0.604	1.559	0.906	1.156	0.907
2013	0.897	0.493	0.861	0.598	1.226	0.872	0.848	0.486	1.621	0.870	1.141	0.901
2014	0.922	0.523	0.895	0.606	0.914	0.949	1.047	0.522	1.589	1.069	1.167	0.928
2015	0.920	0.531	0.849	0.608	0.805	0.875	0.897	0.530	1.672	1.217	1.157	0.915
均值	1.176	0.593	0.976	0.750	1.017	0.753	0.817	0.646	1.319	0.867	1.115	0.912
排名	2	11	5	9	4	8	7	10	1	6	3	—

为进一步探究非 DEA 有效地市的投入冗余情况,找出农业生产效率水平低下的原因,课题组以 2015 年的非 DEA 有效地市的投入产出数据为例,通过借助 DEA P2.1 软件,在规模报酬不变

2.2 超效率 DEA 分析

运用 EMS 软件,选择规模报酬不变条件下以投入为导向的 DEA 模型,对 2002—2015 年黑龙江省各地市的投入产出数据进行运算分析,得到效率均值及排名情况。从表 2 可知,2002—2015 年黑龙江省农业生产效率的均值为 0.912,表明农业生产效率并未达到有效的生产前沿面,各地市的农业生产效率发展水平差异也较大。具体来看,排名前四的城市其超效率均值都大于 1,分别是牡丹江、哈尔滨、绥化与双鸭山等市,超效率值为 1.319、1.176、1.115、1.017,表示对于 4 个城市即使等比例增加 31.9%、17.6%、11.5%、1.7%的投入,其在所有决策单元集合中仍能保持相对有效。剩余的鸡西、黑河、佳木斯、大庆、鹤岗、七台河、齐齐哈尔等 7 个地市的效率值均小于 1,效率值分别为 0.976、0.867、0.817、0.753、0.750、0.646、0.593,存在不同程度的投入冗余,处于 DEA 无效状态。齐齐哈尔虽为农业大市,但其农业生产率水平很低,40.7%的投入资源实质被浪费。

条件下以 Multi-Stage DEA 模型继续对鸡西等 7 个地市进行投影分析,结果见表 3。各项投入变量的调整量同时考虑了径向调整和松弛调整,即通过该调整可以解决由技术无效率引起的投入要

素过量问题和由对要素配置不当所导致的松弛量问题,从而使决策单元处于强有效生产前沿面上。由表3可以看出,与其他城市相比,哈尔滨市与齐齐哈尔市在农作物播种面积及农业劳动力投入上冗余量均为最多,超过了投入调整的平均水平。哈尔滨市需减少播种面积38.441万 hm^2 、农业从业人员6.433万人,齐齐哈尔市耕地利用效率、劳动力利用率最低,需减少耕地153.011万 hm^2 、农业劳动力31.235万人。齐齐哈尔市农用机械总动力的冗余量也远高于其他各市,冗余量比例为46.9%,其次为佳木斯市,冗余量为54.638万 kW 。哈尔滨市化肥施用折纯量的利用率仅为47.2%,需减少化肥投入24.663万 t 。鸡西市化肥利用率相对较高,利用率为84.9%。相应的在其它要素投入中,佳木斯市耕地利用率相对最高,利用率为89.7%;哈尔滨市农业劳动力利用率及农用机械劳动力利用率均为最高,且利用率均为92.0%。黑龙江省非DEA有效地市在要素投入上存在不同程度冗余,后期应结合种植结构调整合理配置资源,努力提高资源利用率,提高农业生产效率。

表3 非DEA有效市农业生产各项投入调整量

Table 3 Input adjustment of non-DEA effective city

市(区) City	x_1	x_2	x_3	x_4
哈尔滨	-38.441	-6.443	-45.572	-24.663
齐齐哈尔	-153.011	-31.235	-218.956	-20.331
鸡西	-13.825	-2.198	-47.607	-0.783
鹤岗	-7.984	-2.353	-41.449	-2.869
双鸭山	-8.033	-2.069	-40.959	-2.953
大庆	-33.209	-2.768	-17.703	-7.073
佳木斯	-13.402	-3.454	-54.638	-11.125
七台河	-11.261	-2.658	-16.424	-2.116
均值	-34.896	-6.647	-60.414	-8.989

2.3 Malmquist 指数的动态分析

从表4可以看出,2002—2015年黑龙江省几乎所有地市的农业全要素生产率得到了改善,其中黑河市增长速度最快,年均增长率为7.7%,其次为大庆市,年均增长率为6.1%。绥化市与齐齐哈尔市全要素生产率增长最慢,年均增长率分别为-0.8%、1.0%,地区间表现出明显的差异性。全要素生产率的整体动态变化平均值为1.035,侧面表现出黑龙江省农业发展的可持续

性。通过对全要素生产率的分解可以看出,全要素生产率3.5%的改善多受益于农业技术的进步,但也不能忽视技术效率的拉动作用。以玉米为例,2002年黑龙江省审定适宜推广的玉米品种数量仅为9个,品种全为黑龙江省自主研发。2015年审定玉米品种数量上升到54个,黑龙江省自主研发33个。“十二五”期间,黑龙江省实现审定推广玉米、大豆、水稻等农作物新品种共474个,良种覆盖率稳定在98%以上,而且黑龙江省近些年较为注重农业技术示范工程建设和农技培训开展,一定程度上也促进了技术效率水平的提升。在技术效率的增长中,纯技术效率贡献了0.6个百分点,而规模效率增长率为-0.3%,实质拖慢了技术效率的增长。具体到各个城市全要素生产率的分解情况,绥化市是众多城市中技术进步增长幅度最小的城市,也是唯一一个变化值小于1的城市,年增长率为-2.6%,该因素同时是拖累绥化全要素生产率的关键因素,在后期农业生产中,绥化市应注意加大农业科技的投入,努力提高农业技术水平。在其他发生技术进步的城市中,双鸭山、大庆、佳木斯、牡丹江与黑河等市的技术效率指数均大于1,表明农业生产资源在该城市中得到了有效配置。将技术效率进一步分解发现,5个城市技术效率的改善是纯技术效率作用的结果,表示该城市的生产技术和经营管理水平都有所提高。大庆、牡丹江与黑河等市达到了规模效率的改进,即扩大生产规模将会促进农业生产率的增长。

表5和图1给出了2002—2015年黑龙江省全要素生产率及其分解指数的均值结果和趋势变化。从图1可以看出,该期间内全要素生产率指数(tfpch)波动变化较大,出现了4个上升的波峰和3个下降的波谷,最大值与最小值之间差19.4个百分点,且全要素生产率的变化曲线与技术进步变化曲线走势基本一致。具体来看,2002—2003年,全要素生产率指数为0.915,下降了8.5%,技术变化和技术效率变化共同抑制了生产率的增长,其中技术效率变化的拖累作用更为显著。2003年黑龙江省遭遇了严重的自然灾害,使得农业实际产出水平明显小于在规模投入、要素投入比及市场价格不变情况下的最大产出。2003—2004年、2004—2005年全要素生产率水平得到了

表 4 2002—2015 年黑龙江省 11 个地市的 Malmquist 生产率指数分解平均值

Table 4 Malmquist productivity index decomposition average of 11 cities in Heilongjiang Province from 2002 to 2015

市(区) City	技术效率变化 Effch=Pech×Sech	技术进步变化 Techch	纯技术效率变化 Pech	规模效率变化 Sech	全要素生产率变化 Tfpch=Effch×Techch	排名 Rank
哈尔滨	0.994	1.020	1.000	0.994	1.013	9
齐齐哈尔	0.985	1.025	0.986	0.999	1.010	10
鸡西	0.990	1.063	1.000	0.990	1.052	4
鹤岗	0.986	1.057	1.000	0.986	1.043	6
双鸭山	1.000	1.045	1.007	0.994	1.045	5
大庆	1.024	1.036	1.019	1.005	1.061	2
佳木斯	1.005	1.019	1.006	0.998	1.024	7
七台河	0.996	1.021	1.000	0.996	1.017	8
牡丹江	1.021	1.031	1.015	1.005	1.052	3
黑河	1.017	1.060	1.015	1.002	1.077	1
绥化	1.018	0.974	1.015	1.003	0.992	11
均值	1.003	1.032	1.006	0.997	1.035	—

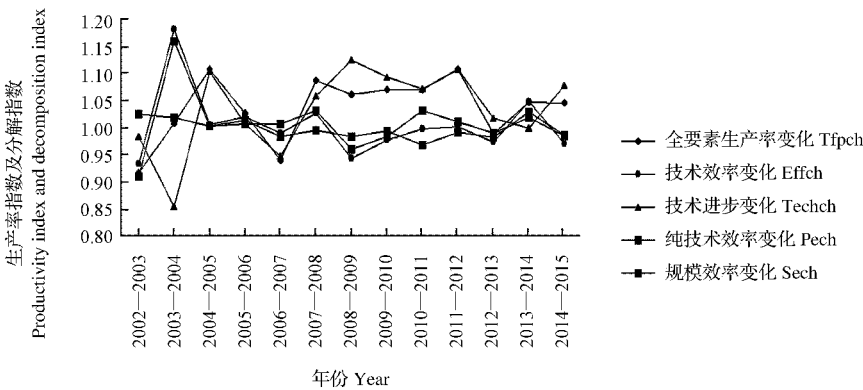


图 1 黑龙江省农业全要素生产效率指数及其分解指数的年度平均变化趋势
Fig. 1 Annual average change trend of agricultural total factor productivity index and decomposition index in Heilongjiang Province

表 5 2002—2015 年黑龙江省全要素生产率指数均值结果及构成

Table 5 Results and composition of total factor productivity index in Heilongjiang Province from 2002 to 2015

年份 Year	技术效率变化 Effch=Pech×Sech	技术进步变化 Techch	纯技术效率变化 Pech	规模效率变化 Sech	全要素生产率变化 Tfpch=Effch×Techch
2002—2003	0.932	0.983	0.909	1.025	0.915
2003—2004	1.183	0.852	1.161	1.018	1.008
2004—2005	1.005	1.104	1.002	1.003	1.109
2005—2006	1.019	1.007	1.007	1.013	1.026
2006—2007	0.990	0.947	1.007	0.983	0.938
2007—2008	1.026	1.059	1.031	0.995	1.087
2008—2009	0.943	1.126	0.960	0.983	1.062
2009—2010	0.977	1.094	0.983	0.994	1.070
2010—2011	0.998	1.072	1.032	0.967	1.070
2011—2012	1.001	1.108	1.010	0.991	1.109
2012—2013	0.972	1.017	0.989	0.982	0.988
2013—2014	1.048	0.999	1.018	1.029	1.047
2014—2015	0.970	1.079	0.984	0.985	1.046
均值 Mean	1.003	1.032	1.006	0.997	1.035

提高,增长幅度分别为0.8%、10.9%,2004—2005年出现了第一个增长高峰,增长主要来源于技术进步的变化,技术水平提高了10.4%。2005—2006年来自规模效率的贡献使得技术效率水平继续提升,进一步带动了全要素生产率的增长。2006—2007年技术变化的下降阻碍了全要素生产率水平的提升,出现第一个波谷期。整体上来看,2007年以前农业技术效率对全要素生产率的贡献度要高于技术进步的变化。随后的2007—2008年、2008—2009年、2009—2010年、2010—2011年、2011—2012年连续5年表现出全要素生产率水平的持续上升,但增长相对缓慢,技术进步的变化贡献作用显著。2007—2008年、2011—2012年分别出现第2、3个波峰,2008—2009年出现第2个波谷。2008—2009年以及2009—2010年,纯技术效率水平与规模效率水平不高,共同产生了对技术效率的抑制作用。2012—2013年全要素生产率下降1.2%,主要原因为来自于技术效率水平的下降。2013—2014年技术效率水平有了很大提升,增长率为4.8%,主要源于纯技术效率和规模效率的双重拉动作用,其中规模效率改善明显,增长了2.9%,全要素生产率达到第4个波峰值。2014—2015年,技术进步作用又开始凸显,全要素生产率增长4.6%。总体上,2002—2015年不同时期内,农业技术效率和农业技术进步对黑龙江省全要素生产率贡献水平呈现出差异性,近年来随着农业技术的不断推进,黑龙江省农业生产率也将得到稳步提升,但也应引起对技术效率的重视,即如何通过改善规模效率以提高技术效率水平。

3 结论与建议

该研究选取农业产值、农作物播种面积等产出投入指标,通过超效率DEA模型和Malmquist指数对黑龙江省农业生产效率进行了测度与分析,结论如下:1)静态来看,黑龙江省农业生产效率不高,地区间水平差异明显。14年来只有牡丹江、哈尔滨、绥化与双鸭山等市处于DEA均值有效状态,其他7个城市均存在不同程度的投入冗余;2)动态来看,2002—2015年黑龙江省全要素生产率整体为上升趋势,表现出一定的农业可持续性。农业技术进步对农业全要素生产率的增加

贡献显著,规模效率的降低实质拖累了农业技术效率水平的提升。90%以上城市的农业全要素生产率得到了提高,技术进步与技术效率的变化对其影响作用表现不一。基于上述结论,为进一步提高黑龙江省农业生产效率,特提出以下建议。

3.1 因地制宜地实施种植结构调整

各地市应充分结合当地的区位条件和资源禀赋特征合理实施种植结构调整,一方面要大力发展当地具有特色性的品牌农业产业,努力提高产品的附加值,使其对结构调整产生助推作用,另一方面积极拓展其它领域内产业,优化产业结构,与已有品牌产业互补性发展。如齐齐哈尔市,在当前耕地资源与农业劳动力利用率水平较低的情况下,可适当发展果蔬等一些劳动密集型产业,一是黑龙江省土壤肥沃、昼夜温差大、生态环境良好,本身具有诸多生产有机果蔬的优势,容易实现优质优价;二是发展果蔬产业可以实现劳动力的就地转移,一定程度上能够解决齐齐哈尔市农业劳动力的冗余问题。当然,相关部门要配合做好完善蔬果冷链物流体系、搭建批发市场产销信息平台等工作,并创新“企业+经营主体+基地”等多种运营模式,积极开展订单合作,保证产品供需协调。

3.2 继续加大农业科技投入与农技推广力度

黑龙江省农业生产效率的提高主要得益于农业技术的进步,因此政府应继续加大对农业科技园区等单位的投入与支持,特别对良种、节水等重点技术项目给予政策倾斜,积极吸引民间或企业资本参与农业科技创新,并建立高效的农技推广机制,努力提高技术成果的转化率。当前河北农业大学的“太行山道路”、南京农业大学的“双百工程”和“科技大篷车”等农技推广模式发展较为成熟,黑龙江省各地市可依托当地高校开展校地合作,对农户尤其是家庭农场等新型农业经营主体在测土配方施肥、秸秆机械粉碎还田等技术方面进行培训,实现良种良法的有效结合,提高农业生产效率。

3.3 其它提高农业生产效率的措施

如加强水利建设、改造农田,最大程度提高单位面积产值;构建培训信息平台,强化对农户的职业教育培训,促进农业剩余劳动力的转移;发展适度规模经营,提高土地利用效率等。

参考文献

- [1] 刘盈盈,姜志德.安塞县退耕还林背景下退耕区农户农业生产效率分析[J].北方园艺,2013(6):198-200.
- [2] 李雪,宗义湘,刘瑞涵.基于 DEA 模型的我国主产省份玉米生产效率研究[J].黑龙江畜牧兽医(下半月),2016(6):33-35.
- [3] 白林,万忠,罗其友,等.中国农业全要素生产率构成及区域趋同性分析:基于 1996—2010 年 Malmquist 指数法[J].农业现代化研究,2012,33(5):552-555.
- [4] 吉小燕,周曙东.全要素生产率及其对农业经济增长的影响:基于江苏省的实证研究[J].科技管理研究,2016,36(21):104-108.
- [5] 詹礼辉,苏时鹏,董艳会,等.福建县域农业全要素生产率测算及其收敛分析[J].资源开发与市场,2016,32(1):60-63,124.
- [6] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A Procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993, 39(10):1261-1264.
- [7] 姜冰,李翠霞.中国乳制品加工业生产效率实证研究:基于超效率 DEA 及 Malmquist 指数的分析[J].中国乳品工业,2013,41(7):35-39.
- [8] MALMQUIST S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos de estadística, 1953, 4(2):209-242.
- [9] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity[J]. Econometrica, 1982(50):1393-1414.
- [10] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. American Economic Review, 1994, 84(1):66-83.
- [11] 李谷成,冯中朝.中国农业全要素生产率增长:技术推进抑或效率驱动:一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究[J].农业技术经济,2010(5):4-14.
- [12] 马海良,黄德春,姚惠泽.中国三大经济区域全要素能源效率研究:基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数[J].中国人口·资源与环境,2011,21(11):38-43.
- [13] 马占新,马生昀,包斯琴高娃.数据包络分析及其应用案例[M].北京:科学出版社,2013:188-196.
- [14] 王兴华.山西农业生产效率分析:基于超效率 DEA 和 Malmquist[J].山西农业大学学报(社会科学版),2016,15(9):659-664.
- [15] 王桂波,韩玉婷,南灵.基于超效率 DEA 和 Malmquist 指数的国家级产粮大县农业生产效率分析[J].浙江农业学报,2011,23(6):1248-1254.
- [16] 许朗,罗东玲,刘爱军.中国粮食主产省(区)农业生态效率评价与比较:基于 DEA 和 Malmquist 指数方法[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2014,15(4):76-82.

Estimation of Agricultural Production Efficiency in Heilongjiang Province Based on Super-efficiency DEA Model and Malmquist Index

CUI Ningbo, ZHANG Zhengyan

(School of Economics and Management, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: As an important commodity grain base, the sustainable development of agriculture in Heilongjiang Province was related to the realization of food security and agricultural modernization in China. Based on the panel data of Heilongjiang Province from 2002 to 2015, the efficiency of agricultural production in Heilongjiang Province was measured and analyzed by using the super efficient DEA model and Malmquist index respectively. The results showed that the overall level of agricultural production efficiency in Heilongjiang was not very high, and the efficiency difference between different cities was obvious. Non-DEA effective cities had different degree of input redundancy. Under the main driving force of agricultural technological progress, the total factor productivity of Heilongjiang Province was an average annual growth rate of 3.5%, agricultural production showed strong sustainability. Finally, putting forward some suggestions to further improve the agricultural production efficiency in Heilongjiang Province.

Keywords: agricultural production efficiency; super efficiency DEA; Malmquist index