

我国玉米种植区生态效率的区域差异及影响因素研究

陈衍俊 (长江大学经济与管理学院, 湖北荆州 434023)

摘要 基于2004—2018年三大玉米种植区的面板数据,运用SBM模型方向性距离函数中的Malmquist-luenberger生产率指数和以产量为导向的DEA-malmquist指数,实证研究我国玉米种区生态效率的区域差异,以及在环境制约下我国玉米不同种区的真实生产状况。随后通过Tobit面板模型,分析不同玉米种区的生态效率和生产效率指数在相同影响因素下的差异。结果表明,我国玉米种区整体为粗放式的发展模式,北部种区整体生态效率较高,生产方式较为低碳;中部种区的平均生态效率较高,但技术效率退步明显;西部种区的生态效率增长缓慢,技术投入不足。受灾率、生态治理水平和环保投入因素对各玉米种区的生态效率和传统M指数存在趋同的影响作用,但不同种植区域还是存在较大的影响差异。

关键词 玉米;SBM模型;地区差异;影响因素

中图分类号 S-9;F326.11 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)05-0196-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.05.050



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Regional Differences and Influencing Factors of Ecological Efficiency of Maize Planting Areas in China

CHEN Yan-jun (Economics and Management School of Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023)

Abstract Based on the panel data of three corn growing areas from 2004 to 2018, this paper used the Malmquist-luenberger productivity index and yield oriented DEA-malmquist index in the directional distance function of SBM model to empirically study the regional differences of ecological efficiency of corn growing areas in China, and the real production situation of different corn growing areas under environmental constraints. Then, through Tobit panel model, the differences of eco efficiency and production efficiency index of different maize seed areas under the same influence factors were analyzed. The results showed that the overall development mode of maize seed area in China was extensive, the overall ecological efficiency of northern seed area was higher, and the production mode was low-carbon; the average ecological efficiency of central seed area was higher, but the technical efficiency declined significantly; the ecological efficiency of western seed area increased slowly, and the technical input was insufficient. The disaster rate, ecological management level and environmental protection input factors have a convergence effect on the ecological efficiency and traditional M index of maize planting areas, but there are still large differences in different planting areas.

Key words Maize; SBM model; Regional difference; Influencing factors

玉米作为我国的三大主粮之一,是饲料用粮和工业用粮的重要来源。伴随玉米高速增产,以化肥农药为主的农业消耗品也会随之大量投入,粮食高产的背后是农业生态资源的损失。据国家统计局公布的数据显示,自临时收储政策实施以来,我国玉米种植平均化肥折纯量至2015年增幅达19.12%,特别是以东北三省为代表的北部种区,农用消耗品施用量占全国总施用量的40.96%,增幅近10%^[1]。虽然目前国家对玉米实行价补分离政策,对农业供给侧调减玉米种植面积,倡导粮食产业以绿色低碳的生产方式来提升单产和生产效率。但最近对粮食产业的研究^[2]发现,我国玉米各种区依旧存在生产经营粗放、种植占比过大等问题,与我国粮食产业要发展协调好资源消耗、高效生产和环境保护的这一目标仍存在差距。

农业生态效率是衡量农业生态化发展水平的测度标准,其目标是为实现在减少环境影响下同时创造农业生产活动的总价值。随着环境问题在粮食产业中越来越受到学者的关注,于婷等^[3]使用SBM-undesirable模型,在碳排放等环境条件约束下测度不同粮食主产区的生态效率,发现不同区域间的农业生态效率存在较大差异,且呈不断扩大趋势;鲁庆尧等^[4]通过SBM模型分析发现我国粮食生产的三大区域生

态效率区域性差异明显,呈由西部、中部到东部显著的递减趋势。较多学者对我国粮食产业整体以及粮食主产区的发展状况进行测度与评估,但由于不同粮食作物生长和适应环境存在差异,对特定粮食产物的生态效率研究较为缺乏。玉米在我国各地的种植范围广泛,不同种植区资源差异禀赋。因此研究玉米不同产区的生态效率,对推动各玉米种植区的低碳绿色发展有一定的引导作用。

基于以往对玉米不同生态类型区^[5]的研究,笔者将我国玉米产区分为北部春播区、中部黄淮海平原种区和西部种区进行区域差异的研究,以玉米生产中碳排放总量作为限制因素,使用SBM模型方向性距离函数中的Malmquist-luenberger生产率指数(ML指数)和传统以产量为导向的DEA-malmquist指数(M指数),分别测度我国各主要种区2004—2018年的生态效率和生产效率,对比反映玉米产业的现状和差异;通过面板Tobit模型,分析不同产区的玉米生态效率和传统M指数的影响因素,以实证结果更清晰地提出针对性建议,从而为实现不同产区玉米高质量发展与资源环境可持续发展的目标提供参考。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法 依据Chung等^[6]的研究,结合SBM模型方向性距离函数构建Malmquist-luenberger指数(ML指数),同时对玉米生产中的期望产出和非期望产出进行测度分析。从T期到T+1期包含非期望因素的Malmquist-luenberger指数函数,表述如下:

基金项目 国家社科基金项目“以生态安全和粮食安全并重的导向的粮食补贴政策研究”(17BGL250)。

作者简介 陈衍俊(1994—),男,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向:农业经济理论与政策。

收稿日期 2021-06-04

$$\begin{aligned}
 ML_T^{T+1} &= \left[\frac{\overline{S}_c^T(x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1})}{\overline{S}_c^T(x^T, a^T, b^T)} \times \frac{\overline{S}_c^{T+1}(x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1})}{\overline{S}_c^{T+1}(x^T, a^T, b^T)} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{\overline{S}_c^{T+1}(x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1})}{\overline{S}_c^T(x^T, a^T, b^T)} \times \\
 &\quad \left[\frac{\overline{S}_c^T(x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1})}{\overline{S}_c^T(x^T, a^T, b^T)} \times \frac{\overline{S}_c^{T+1}(x^T, a^T, b^T)}{\overline{S}_c^{T+1}(x^T, a^T, b^T)} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= MLEFFCH(x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1}; x, a, b) \times MLTECH \\
 &\quad (x^{T+1}, a^{T+1}, b^{T+1}; x, a, b) \quad (1)
 \end{aligned}$$

式中, ML_T^{T+1} 表示从 T 期到 $T+1$ 期的玉米生产生态效率变化情况。当 $ML_T^{T+1} > 1$ 时, 表示玉米生态效率从 T 到 $T+1$ 期有所提高, 反之则降低; ML_T^{T+1} 可以分解为技术效率变化指数 ($MLEFFCH_T^{T+1}$) 和技术进步指数 ($MLTECH_T^{T+1}$)。

1.2 指标选取 参照以往对粮食产业的碳排放^[7]研究, 化肥比例在我国玉米生产六大碳源中的增长比例最大, 与氮肥施用排放量一起所占总量的 59.46%, 其次是柴油占 12.67%, 农药占 7.42%, 种子占 6.90%, 这 4 项投入因素占碳排放总量的 86.45%, 可以很大程度地反映玉米生产中的非期望产出。碳排放系数参照美国橡树岭国家实验室以及 IPCC^[8-11] 公布的化肥 0.895 6 kg/kg, 农药 0.592 7 kg/kg, 柴油 4.934 1 kg/kg, 种子 3.85 kg/kg 来计算碳排放总量。选定的投入产出具体指标见表 1。

1.3 数据来源 根据我国玉米种植区分区^[13]情况, 选择北部春播区包括河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江, 中部黄淮海平原种区包括江苏、安徽、山东、河南、湖北, 西部种区

包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、新疆。以上种植区 2004—2018 年玉米投入产出的数据均来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《全国农产品成本收益资料汇编》《中国物价年鉴》(部分省份年度价格数据缺失以当年全国平均价格替代)。

表 1 玉米种植区生态效率评价指标

Table 1 Evaluation index of ecological efficiency in corn planting area

指标 Indicators	指标类别 Index type	选择标准 Selection criteria
投入 Input	土地投入	玉米播种面积 ($\times 10^3 \text{ hm}^2$)
	人力投入	投入生产的劳动费用 (万元)
	直接费用投入	直接投入生产的所有费用, 包括种子费、农膜费等 (万元)
	间接费用投入	间接费用包括生产中的管理费用、固定资产折旧费等 (万元)
期望产出 Desirable-output	总产量	各省各年份的玉米产量 (万 t)
非期望产出 Undesirable-output	碳排放总量 (C_i)	$C = \sum C_i = \sum T_i \times \delta_i$ ^[12] 其中, $T_i = M_i / P_i$ 为农资施用量, δ_i 为碳排放系数, M_i 为农资总金额, P_i 为各农资单价

2 结果与分析

2.1 玉米种植区生态效率测度结果与分析 根据获取的投入产出数据, 利用公式并借助 MAXDEA 软件测算出我国玉米主要种植区的生态效率值。为突出种植过程中非期望因素的影响, 使用 DEAP2.1 软件测算出未考虑环境要素, 以产量为导向的传统 Malmquist 指数, 并与生态效率的结果进行对比, 结果见表 2。

表 2 2004—2018 年我国玉米种植区生态效率与传统 M 指数分解

Table 2 E-efficiency and traditional M-index decomposition of corn growing areas in China in 2004—2018

区域 Region	省份 Province	生态效率指数 Index of ecological efficiency			传统 Malmquist 指数 Index of traditional Malmquist		
		MLEFFCH	MLTECH	ML	EFFCH	TECH	M
北部春播种区 Northern spring sowing area	河北	1.006 7	0.999 5	1.006 1	1.013 0	0.990 0	1.002 0
	山西	0.995 1	0.997 8	0.992 6	0.992 0	1.067 0	1.059 0
	内蒙古	1.005 0	1.033 6	1.038 6	1.013 0	1.027 0	1.041 0
	辽宁	0.998 3	1.049 3	1.048 7	0.996 0	1.026 0	1.022 0
	吉林	1.000 0	1.028 4	1.028 4	1.000 0	1.005 0	1.005 0
	黑龙江	1.000 1	1.017 7	1.018 6	1.000 0	0.992 0	0.992 0
	总计	1.000 9	1.021 1	1.022 2	1.002 3	1.017 8	1.020 2
中部平原种区 Central plain region	江苏	1.000 0	0.996 2	0.996 2	0.999 0	1.046 0	1.045 0
	安徽	1.005 1	1.019 4	1.024 2	0.993 0	1.010 0	1.004 0
	山东	1.000 6	1.016 4	1.016 1	1.000 0	0.997 0	0.996 0
	河南	1.001 7	1.096 9	1.098 7	1.002 0	1.145 0	1.148 0
	湖北	0.987 6	0.988 8	0.974 5	0.992 0	1.045 0	1.036 0
	总计	0.999 1	1.023 5	1.021 9	0.997 2	1.048 6	1.045 8
	西部山地种区 Western mountainous region	重庆	1.001 0	1.000 6	1.001 6	1.010 0	1.014 0
四川		1.010 2	1.005 4	1.015 6	1.011 0	1.032 0	1.043 0
贵州		1.015 7	1.006 1	1.021 6	1.007 0	1.039 0	1.046 0
云南		1.016 3	1.015 1	1.030 3	1.026 0	1.131 0	1.160 0
陕西		1.020 2	0.978 3	1.000 0	1.021 0	1.033 0	1.055 0
甘肃		1.007 2	1.005 9	1.013 7	1.005 0	1.025 0	1.031 0
新疆		1.000 0	0.977 6	0.977 6	1.000 0	1.053 0	1.053 0
总计		1.010 1	0.998 4	1.008 6	1.011 4	1.046 7	1.058 8
均值	1.003 9	1.012 9	1.016 8	1.004 0	1.037 0	1.042 3	

由表 2 可知,从分区情况来看,北部和中部种区的生态效率演变较为相近,增速相对较明显;西部种区的生长相对较缓。不同种区的生态效率出现缓增的情况,可能与国家对“镰刀弯地区”玉米生产适时调减种植面积,而相对减少了环境污染的负面效益,以及推进玉米市场结构转变的政策有关。进一步对生态效率进行分解为技术效率(MLEFFCH)和技术进步指数(MLTECH),以揭示驱动玉米种植区生态效率变化的因素。结果显示,北部种区和中部平原种区的生态效率增长主要依靠的是前沿技术的进步,但北部种区的技术效率变化不显著,而中部种区的技术效率呈退步趋势,体现出的是大机械化、粗放式经营的增长方式;西部种区的生长依靠的是技术效率提高,而前沿技术指数呈现衰退的状态,表明西部种区的机械化投入程度不足。同时,参照郑丽楠等^[14]对我国农业生态效率空间划分,将玉米种植区按生态效率值划分为相对高效区(ML 指数大于等于 1.03)、相对中效区(ML 指数大于等于 1 且小于 1.03)、相对低效区(ML 指数小于 1)。从分省市的情况来看,根据各省市生态效率变化趋势分析,内蒙古、辽宁、河南、云南相对高效;河北、吉林、黑龙江、安徽、山东、重庆、四川、贵州、陕西、甘肃、新疆相对中效;山西、江苏、湖北、新疆相对低效。

根据表 2 中玉米种植区的生态效率值与产量导向的 Malmquist 指数值,对比分析发现,未考虑环境要素的 M 指数增长均值为 4.23%,加入非期望产出后 ML 指数年均增长为 1.68%,增长效率明显降低 2.55%,因此在不考虑环境要素下,对玉米产业生产效率的测度结果会带来一定的偏差;参考 Färe 等^[15]和相关学者的研究,证明当投入一定时,若 ML 指数>M 指数,则意味着期望产出的增长速度高于非期望产出的增长,那么该生产单位相对低碳,反之则相对高碳不环保。各玉米种区的数据对比可知,北部春播区(0.2%)的生产方式相对低碳,而中部平原种区(-2.39%)、西部山地种区(-5.03%)的生产方式相对高碳,指数结果证明玉米各种植区的生产方式差异明显。

2.2 玉米种植区生态效率的影响因素分析

2.2.1 指标选取。为进一步探讨对生态效率的影响因素,选取宏观环境、农业发展和政策支持 3 个方面进行考量,指

标选取见表 3。

表 3 玉米产业生态效率影响因素指标

Table 3 Indicators of influencing factors of ecological efficiency of maize industry

类型 Type	影响因素 Factors	变量 Variable	选取标准 Selection criteria
宏观环境 Macro environment	经济发展水平	GDP	第一产业增加值/选取地区 GDP 总值(%)
	城镇化水平	URB	城镇人口数量/选取地区总人口数量(%)
农业发展 Agricultural development	产业结构	AREA	玉米播种面积/农作物播种总面积(%)
	财政投入	GOVS	各省市财政第一产业支出/财政总支出(%)
	机械密度	MECH	机械化总动力/农作物总播种面积(kW/hm ²)
	受灾率	DIS	农作物受灾面积/农作物总播种面积(%)
政策支持 Policy support	生态治理水平	ECI	水土流失治理面积/农作物总播种面积(%)
	环保投入	EPM	环保治理投资/农业经济生产总值(%)

注:数据来自《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国科技统计年鉴》

Note: The data are from China Statistical Yearbook, China Rural Statistical Yearbook, China Environmental Statistical Yearbook and China Science and Technology Statistical Yearbook

2.2.2 模型构建。构建以生态效率值为因变量,各影响因素为自变量的面板模型;同时构建以产量为导向的传统 Malmquist 指数为因变量,相同影响因素为自变量的面板模型,对比结果是否具有差异性。为消除数据的不稳定性,所有变量均取对数形式。

$$\ln CEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln gdp_{i,t} + \beta_2 \ln area_{i,t} + \beta_3 \ln urb_{i,t} + \beta_4 \ln govs_{i,t} + \beta_5 \ln mech_{i,t} + \beta_6 \ln dis_{i,t} + \beta_7 \ln ECI_{i,t} + \beta_8 \ln EPM_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式中,CEE_{it}为选取的各种区玉米的生态效率;β₀为常数项,β为回归系数,i=1,2,⋯,18代表玉米产出省份,t代表时序,ε_{it}代表随机扰动项。

2.2.3 回归过程与结果分析。因变量取值均为效率值具有截断特征,使用传统 OLS 回归模型可能存在结果的偏差。故选择 Tobit 面板模型进行回归,使用 Stata 16.0 软件运算结果见表 4。

表 4 我国玉米各种区生态效率、生产效率影响因素结果对比

Table 4 Comparison of ecological efficiency and production efficiency of maize in different regions of China

变量 Variable	北部种区 North		中部种区 Middle		西部种区 West	
	CEE	M	CEE	M	CEE	M
经济发展水平(lnGDP)	0.084(1.25)	-0.046(-1.03)	-0.197(-0.61)	0.050(0.25)	0.020(0.23)	0.004(0.07)
产业结构(lnAREA)	0.005(0.07)	-0.134**(-2.20)	0.125(1.07)	-0.179*(-1.83)	0.058(1.03)	0.038(0.84)
城镇化水平(lnURB)	0.008(0.05)	0.198*(1.68)	-1.276(-1.62)	-0.107(-0.22)	-0.373**(-2.43)	-0.197(-1.58)
财政投入(lnGOVS)	-0.021(-0.63)	-0.016(-0.68)	-0.003(-0.03)	-0.029(-0.49)	-0.080**(-2.04)	-0.001(-0.04)
机械密度(lnMECH)	-0.083**(-2.08)	0.051*(1.82)	-0.221(-1.05)	0.271*(1.67)	0.082(0.89)	-0.012(-0.16)
受灾率(lnDIS)	-0.065**(-2.19)	-0.033(-1.64)	-0.094*(-1.73)	0.005(0.15)	-0.055**(-2.56)	-0.033**(-2.04)
生态治理水平(lnECI)	0.097** (2.23)	0.093*** (2.84)	0.071(0.63)	0.041(0.57)	0.003(0.15)	-0.000(-0.01)
环保投入(lnEPM)	-0.036(-0.71)	-0.049(-1.47)	0.210** (2.09)	0.032(0.56)	0.080*(1.95)	0.055*(1.78)

(1)北部种区是我国玉米种植的重要地区,其中东北三

省的玉米产量占全国玉米总产量的 33.1%^[16]。通过对北部

种区生态效率的影响因素分析,生态治理水平有显著的正向影响,而机械密度、受灾率对生态效率有显著的负向影响;对比 M 指数的回归结果,城镇化水平、机械密度、生态治理水平对生产效率有显著的正向影响,产业结构对生产效率有显著的负向影响。从结果对比来看,北部玉米种区的差异性主要体现在机械密度,机械密度投入的加大,有利于提升玉米的生产效率,因此乔丹等^[5]建议加大玉米产业机械化投入和使用。但从粮食产业高质量发展角度,认为过度使用机械会增大环境的负担,使用不当和效率不高也是对资源的消耗和浪费,不利于北部玉米种区生态效率的提升,因此合理布局机械化生产和指导显得尤为重要。

(2) 中部玉米种区是我国第二大产区,通过对中部种区的生态效率影响因素分析,结果显示环保投入对中部玉米种区的生态效率有显著的正向影响,而负向影响较为明显的是受灾率。因中部种区为黄淮海平原地区,降雨分布不均匀,容易受到春旱和夏涝等自然灾害的影响^[13],因此玉米产业的生态效率受到自然灾害的负面影响较大;对比 M 指数的结果,机械密度对 M 指数有显著的正向影响,产业结构对 M 指数有显著的负面影响;从结果对比来看,中部玉米种区的生产效率影响因素分析结果与北部种区相似,农业技术的利用较为充分,土地利用率高,种植活动对传统农资的依赖大,不利于中部种区生态效率的提升。因此,加大对中部地区的环保投入力度,对促进中部玉米生态效率有重要的推动作用。

(3) 西部玉米种区多为山地地形,土地较为贫瘠,经济水平落后。该种区生态效率的影响因素结果显示,环保投入的正向影响显著,而城镇化水平、财政投入、受灾率对西部种区生态效率的负向影响显著。西部种区包含我国较多经济不发达地区,城镇化的发展虽然会加快区域经济的发展,但也加速农村的劳动力、土地和资金径直流入城镇地区,导致西部农村的资源配置失衡,不利于西部玉米种区的生态效率提升;另一方面,财政对农业的投入倾斜增大,对西部地区农业发展有重要的推动作用,但同时会刺激粮农的种植积极性,可能会存在为提高产量而过度使用农资,增加环境污染的风险性,从而降低西部玉米产业的生态效率。对比 M 指数的结果发现,西部种区的受灾率增加会同时显著降低西部玉米种区的生态效率和生产效率,农业自然灾害直接影响的是作物产量,削弱农业生产者的信心;环保投入的增加会显著提升西部种区的生态、生产效率,基于十四五规划要积极推进农业生产更加低碳,因环保治理投资力度的增大,有利于西部玉米产业生态效率的有效增长。

3 结论与建议

3.1 结论 利用 SBM 模型中的 ML 指数法,基于面板数据测算了我国玉米三大种植区的生态效率,并同时测算了以产量为导向的传统 Malmquist 值,将两类指数的结果进行对比;运用 Tobit 面板模型对两类指数进行相同影响因素分析。

(1) 加入非期望因素测算的生态效率更能真实地反映各种种植区的生产现状,且呈现明显的区域差异。我国玉米产业整体还是处于粗放式经营的发展模式,其中生态效率高产区

数量较少且分布不均,但有较大的改善空间。北部种区整体生态效率较高,增长明显且生产方式较为低碳,其生态效率的增长主要依靠于技术进步;中部种区的平均生态效率较高,但技术效率退步明显,生产方式为高碳的传统方式;西部种区的生态效率增长缓慢,技术投入不足,且生产方式是牺牲环境的高碳方式,但整体提升空间较大。

(2) 虽然在受灾率、生态治理水平和环保投入方面对玉米种植区的生态效率和生产效率存在趋同的影响作用,但产业机构、城镇化水平、机械密度和财政投入等因素对不同玉米种植区的两类指数影响存在明显差异。北部种区机械密度的投入增加虽然会促进玉米产量导向的生产效率提升,但同时也会降低玉米产业的生态效率;中西部种区对产业结构的调整,加大投入财政力度可能会促进种区的生产效率和产量,但不利于该种区生态效率的增长。

3.2 政策建议 由于玉米种区的个体异质性,我国玉米各种种植区应根据自身发展现状,并结合自身优势,根据我国粮食产业高质量发展方向,因地制宜地提出发展策略来提高我国各地玉米产业的生态效率。

(1) 北部种区作为玉米重要种植区,继续保持低碳生产方式的同时,要合理布局机械投入结构,配合玉米规模化种植模式,进一步提高机械化使用效率,提高玉米种植质量和产品质量,利用种植资源的优势积极研发玉米新品种,并形成北部种区优质玉米的品牌化效应。另外,北部种区要增强生态治理的能力,提高土地的利用效率,对农业生产建立灾害预警机制,提高生产活动中灾害的防范能力和管理水平。

(2) 中部种区要积极转变生产方式,加快绿色新技术的引入,提高技术投入的经济效率和力度,从而转变传统的大机械化模式。优化农业生产资料的布局,提高资源利用效率,降低使用不合理所带来的资源浪费和环境污染的可能性。另外中部种区要加强环保投入力度,加强玉米生产对环保技术的认知能力,利用各种形式的宣传环保教育活动,提高种植户的环保意识。

(3) 西部种区要加大机械化投入力度,增加现代机械的应用和研究,推进以新型农资替代传统碳源物资并提高资源的利用率,推动农业绿色技术和绿色肥料的使用,提高耕地质量,积极转变传统的高碳生产方式。另外对于西部种区,城镇化发展进程中要平衡农业资源的合理分配,注重财政补贴结构的优化与调整,加大对节能环保低耗农资研发倾斜,同时加强政策的驱动作用。

参考文献

- [1] 蔡荣,汪紫钰. 中国玉米生产的环境效率及其时空分异:兼论玉米临时收储政策的环境影响[J]. 农林经济管理学报, 2019, 18(5): 569-578.
- [2] 崔爱民,张久刚,张虎,等. 我国玉米生产现状及发展变革[J]. 中国农业科技导报, 2020, 22(7): 10-19.
- [3] 于婷,郝信波. 粮食主产区农业生态效率时空特征及改善路径研究[J]. 生态经济, 2018, 34(9): 104-110.
- [4] 鲁庆尧,王树进,孟祥海. 基于 SBM 模型的我国粮食生产生态效率测度与 PS 收敛检验[J]. 农村经济, 2020(12): 24-32.
- [5] 乔丹,陆迁. 不同生态类型区玉米生产技术效率及有偏演进模式[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2016, 15(5): 28-36.

入,培育优良品种,发展高效种植模式,开发高效绿色肥料,促进农业绿色发展;其次要加大教育和技能培训投入,为农业生产者提供良好的教育和技能培训,提高农业生产者素质,建立稳定通畅的农业科技转化渠道,提高科技转化效率;最后要积极引进和培养各类人才,要积极引进农业科研和推广人才,保障农业科技成果的产生和转化,同时积极培养各类人才,增强自身的造血能力。

(3)构建现代化产业体系,促进农业高质量发展。因此,应当积极发挥长江经济带的区位优势,沟通我国东、中、西部,促进区域间融合互动、融通补充,促进各农业生产要素的流通,提高资源配置效率,促进创新发展。建立多元化投入模式,以政府投入为主导,社会各界资金共同进入,拓展科技创新的资金来源,让社会各界农业科技创新。以长江为依托,将沿线及各战略区域的产业集群(基地)连接起来,借助5G、大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术,打造现代化产业服务体系。

参考文献

[1] SOLOW R M. A contribution to the theory of economic growth [J]. The quarterly journal of economics, 1956, 70(1): 65-94.
 [2] HULTEN C R. Total factor productivity: A short biography [M]. Chicago: University of Chicago Press, 2001: 1-54.
 [3] 顾世祥,朱赟,李亚龙,等. 基于DEA和Malmquist指数的农业水资源利用效率分析:以滇中受水区为例[J]. 中国农村水利水电, 2021(8): 98-102.
 [4] 江然. 浙江省农业全要素生产率实证分析:基于DEA-Malmquist指数[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(21): 9101-9103, 9116.

(上接第199页)

[6] CHUNG Y H, FÄRE R, GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach [J]. Journal of environmental management, 1997, 51(3): 229-240.
 [7] 王海娜. 我国玉米生产碳排放效率研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018: 44-45.
 [8] WEST T O, MARLAND G. A synthesis of carbon sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: Comparing tillage practices in the United States [J]. Agriculture ecosystem and environment, 2002, 91(1/2/3): 217-232.
 [9] 李波, 张俊飏, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(8): 80-86.
 [10] 田云, 张俊飏, 李波. 中国农业碳排放研究: 测算、时空比较及脱钩效应

(上接第205页)

[15] 张瑞涛, 夏英. 我国农村集体资产产权科层分析[J]. 农业经济问题, 2020, 41(11): 8-15.
 [16] ALCHIAN A A, DEMSETZ H. The property right paradigm [J]. The journal of economic history, 1973, 33(1): 16-27.
 [17] DEMSETZ H. Toward a theory of property rights [M]// GOPALAKRISHNAN C. Classic papers in natural resource economics. London: Palgrave Macmillan UK, 1974: 163-177.
 [18] 奥利弗·哈特. 企业、合同与财务结构 [M]. 费方域, 译. 上海: 格致出版社, 2016.
 [19] 黄骏. 论“一肩挑”模式——兼论解决村“两委”关系的基本思路 [J]. 中共南京市委党校南京市行政学院学报, 2003(5): 69-72.
 [20] 陈亚辉. 政经分离与农村基层治理转型研究 [J]. 求实, 2016(5): 71-78.
 [21] 郭丽兰. 农村基层治理的主体变迁与机制创新: 对广东省珠三角地区的考察与分析 [J]. 中州学刊, 2016(11): 6-11.
 [22] 李小云. 中国减贫的实践与经验: 政府作用的有效发挥 [J]. 财经问题研究, 2020(9): 14-17.

[5] 李晓龙, 冉光和. 农产品贸易提升了农业绿色全要素生产率吗? ——基于农村金融发展视角的分析 [J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2021, 23(4): 82-92.
 [6] 陈芳, 杨梅君. 农产品国际贸易对中国农业绿色全要素生产率的影响 [J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2021, 20(5): 94-104.
 [7] 刘霞婷, 李强, 吴超, 等. 中国农业全要素生产率动态分析: 基于SFA模型和log(t)回归方法 [J/OL]. 中国农业资源与区划, 2021-06-09 [2021-09-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20210607.1802.046.html>.
 [8] 曹明霞, 高珊. 我国农业全要素生产率研究: 基于江苏省农业面板数据分析 [J]. 价格理论与实践, 2018(9): 151-154.
 [9] 徐辉, 刘天宇. 长江经济带农业环境全要素生产率影响因素实证分析 [J]. 北方园艺, 2019(18): 152-156.
 [10] 周鹏飞, 沈洋, 郑景丽. 三峡库区重庆段农业绿色全要素生产率测度及影响因素研究: 基于2009—2018年数据 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2020, 37(3): 107-118, 146.
 [11] 李欠男, 李谷成, 尹朝静, 等. 河北省县域农业绿色全要素生产率的空间特征 [J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(7): 845-852.
 [12] PHILLIPS P C B, SUL D. Transition modeling and econometric convergence tests [J]. Econometrica, 2007, 75(6): 1771-1855.
 [13] 李谷成. 中国农业生产率增长的地区差距与收敛性分析 [J]. 产业经济研究, 2009(2): 41-48.
 [14] 韩中. 我国农业全要素生产率的空间差异及其收敛性研究 [J]. 金融评论, 2013, 5(5): 26-37, 123.
 [15] FÄRE R, PRIMONT D. Multi-output production and duality: Theory and applications [M]. Berlin: Springer Science & Business Media, 1994.
 [16] 张恒, 郭翔宇. 农业生产性服务业发展与农业全要素生产率提升: 地区差异性与空间效应 [J]. 农业技术经济, 2021(5): 93-107.
 [17] 徐合帆, 郑军, 余家凤, 等. 乡村振兴背景下财政支农绩效及影响因素分析: 以湖北省为例 [J]. 税收经济研究, 2019, 24(2): 81-90.
 [18] 龙少波, 张梦雪. 中国农业全要素生产率的再测算及影响因素: 从传统迈向高质量发展 [J]. 财经问题研究, 2021(8): 40-51.
 [19] 全炯振. 中国农业全要素生产率增长的实证分析: 1978-2007年: 基于随机前沿分析(SFA)方法 [J]. 中国农村经济, 2009(9): 36-47.

[J]. 资源科学, 2012, 34(11): 2097-2105.

[11] WEST T O, POST W M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: A global data analysis [J]. Soil science society of America journal, 2002, 66(6): 1930-1946.
 [12] 周志花. 利用LCA法核算农作物生产碳足迹[D]. 北京: 中国农业科学院, 2018.
 [13] 王淑萍. 我国玉米种植产区的划分 [J]. 养殖技术顾问, 2010(6): 74.
 [14] 郑丽楠, 洪名勇. 中国农业生态效率的时空特征及驱动因素 [J]. 江西财经大学学报, 2019(5): 46-56.
 [15] FÄRE R, GROSSKOPF S, PASURKA C A JR. Accounting for air pollution emissions in measures of state manufacturing productivity growth [J]. Journal of regional science, 2001, 41(3): 381-409.
 [16] 李明文, 王振华, 张广胜. 东北玉米种植结构调整与粮食高质量增长: 基于全要素生产率视角 [J]. 农业现代化研究, 2019, 40(5): 745-754.
 [23] 项继权, 李增元. 经社分开、城乡一体与社区融合: 温州的社区重建与社会管理创新 [J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2012, 51(6): 1-9.
 [24] 罗良文, 梁圣蓉. 新发展格局下需求侧管理的内涵、特点、难点及途径 [J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 42(5): 29-37.
 [25] 余红军. 农村消费市场疲软的原因分析及路径选择: 基于凯恩斯“有效需求不足”理论 [J]. 中国商贸, 2010(25): 18-19.
 [26] 泽库县志编纂委员会. 泽库县志 [M]. 北京: 中国县镇年鉴出版社, 2005: 213-214.
 [27] 泽库县融媒体中心. 图解政府工作报告 [EB/OL]. (2021-11-29) [2021-12-02]. <http://www.zeku.gov.cn/contents/show/747>.
 [28] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国县统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2021: 395.
 [29] 教育部. 2019年全国教育事业统计公报 [EB/OL]. (2020-05-20) [2021-12-02]. http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/sjzl_fztjgb/202005/20200520_456751.html.
 [30] 泽库县人民政府. 泽库县探索打造以有机品牌为主线的现代高原生态有机畜牧业 [EB/OL]. (2017-06-15) [2021-12-02]. <http://www.zeku.gov.cn/news/show/175>.