

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20180910

· 技术方法 ·

基于索洛余值法的马铃薯全要素生产率探析*

伦闰琪, 罗其友^{*}, 杨亚东

(中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要 [目的] 根据2011—2016年的全国农产品成本收益数据, 从物质资料投入、劳动力投入和技术投入等方面确定5个指标对全国16个省(区、市)的马铃薯全要素生产率的变动进行研究。[方法] 运用含参数的索洛余值法, 构建柯布道格拉斯生产函数模拟我国马铃薯生产的投入和产出之间的关系, 通过回归分析得到各个生产要素对马铃薯生产的贡献大小和影响程度。[结果] (1) 2012—2016年, 我国马铃薯全要素生产率变化呈“N”型, 未来有上升趋势; (2) 在规模报酬不变的假定条件下, 广义的科技进步对马铃薯单产的贡献率高达57%, 肥料和劳动力投入的弹性分别为0.28和0.15, 广义的科技进步对马铃薯生产影响十分显著; (3) 我国马铃薯TFP变化区域差异明显。[结论] 基于以上研究提出了提高肥料的科技含量、加速马铃薯经营主体的人力资本积累、强化政策扶持与制度建设和不断推进科技创新等政策性建议。

关键词 马铃薯 索洛余值 全要素生产率 生产要素 科技进步

中图分类号: F224 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2018]09074-07

0 引言

在国家农业结构调整和马铃薯主粮化战略不断深入的背景下, 中国马铃薯生产不断发展, 年总产量稳居世界首位, 已成为中国第四大粮食作物^[1]。根据FAO统计^[2], 中国马铃薯2016年产量达到9 912.24万t, 总产量排名世界第一, 2016年中国马铃薯播种面积581.51万hm², 平均产量为17.05t/hm², 平均产量世界排名46位, 接近平均产量为19.82t/hm²的2016年世界马铃薯平均产量水平, 但与2016年全球马铃薯平均产量排名第一、马铃薯平均产量达到44.42t/hm²的德国相去甚远。这一系列数据说明中国马铃薯生产效率仍处较低水平, 与全球马铃薯生产发展较为成熟的国家差距较大。假如中国马铃薯生产效率能达到德国的一半, 以2016年的中国马铃薯播种面积来测算, 理论上中国每年将增收马铃薯3 003.10万t, 总产量将增加近1/3, 达到1.291 534亿t, 可见中国马铃薯生产蕴含巨大潜力。同时, 马铃薯是重要的经济作物, 兼具营养价值、经济价值和生态价值, 在实现贫困地区脱贫致富, “镰刀弯”地区农业生产结构调整、保障国家粮食安全中有重要地位, 因此探究中国马铃薯全要素生产率对于提高我国马铃薯生产水平具有重大科学意义。

农业生产中生产要素及其他影响因素对生产的影响是近年来农业经济学中的研究热点, 许多学者对此进行了研究, 主要采用以下几种方法; 运用随机生产前沿函数方法(Stochastic Production Frontier approach)研究农作物生产的技术效率问题, Adam Zhuo Chen等^[3]研究了1995—1999年的中国粮食技术效率; 陈静等^[4](2013)研究了我国油料作物主产区域的TFP变动情况、组成和影响因素。此外, 还有很多学者利用DEA(data envelopment analysis, 数据包络分析法)的Malmquist指数法研究农作物的全要素生产率变动与构成情况, 张冬平等^[5](2005)研究了我国小麦TFP及其构成变动情况, 并探究了导致小

收稿日期: 2018-05-22

作者简介: 伦闰琪(1993—), 男, 河南鹤壁人, 硕士研究生。研究方向: 区域发展、农业经济

*通讯作者: 罗其友(1964—), 男, 四川宜宾人, 研究员、博士生导师。研究方向: 区域发展。Email: luoyiqiu@caas.cn

*资助项目: 国家马铃薯产业技术体系项目(CARS-10); 平原农区空心村整治关键技术研发(2014BAL01B05-03)

麦生产效率下降的因素及提出相关对策建议;李勤志等^[6](2009)对我国主要城市马铃薯生产效率进行研究,探讨了我国主要城市马铃薯生产效率变化趋势;赵姜等^[7](2014)对2010—2012年中国18个省(市、区)西瓜的生产效率进行了研究,并针对生产无效率的地区,提出来相应的改进方案;肖阳等^[8](2016)在DEA模型的基础上,进一步运用Tobit模型分析了影响马铃薯生产效率的因素,结果表明规模效率是影响阻碍其生产效率进一步提高的重要因素;薛思蒙等^[9](2017)对中日水稻产业的生产效率及变化趋势进行了研究,研究结果表明日本水稻生产效率要略高于中国。还有一些采用C-D生产函数(柯布—道格拉斯生产函数)研究农作物的投入与产出情况,孔祥智等^[10](2004)从农户视角评价了土地、劳动、肥料和其他要素对小麦产出的贡献,并给出相应思考和建议;黄季焜等^[11](1995)对我国水稻生产的投入与产出进行了综合分析,探讨了农业生产资源合理配置的问题;王明利(2003)王芳(2004)分别研究了粳稻、籼稻生产投入产出因素和技术进步率^[12-13]。已有文献与马铃薯生产相关的定量研究较少且数据陈旧,且大多运用数据包络分析法,文章将运用含参数的索洛余值法,设定马铃薯生产函数模型,测算重要投入要素和各主产区域的马铃薯TFP并分析各地域差异。

1 研究方法

1.1 索洛余值法

全要素生产率又被称为综合要素生产率,由罗伯特·索洛^[14]首次提出,用于解释经济增长中不能被劳动、资本解释的部分;段文斌等^[15](2009)认为将全要素生产率称为索洛余值更为科学,且索洛余值法模型简明易懂,符合经济规律。罗伯特·索洛最先利用参数的索洛余值法去测算全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP),他在1975年引入两个假定:规模报酬不变和Hicks中性技术进步,并由此提出了表达式为 $Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta$ 的新古典生产函数,他在此基础上,把广义的科技进步定义为产出增长与劳动和资本等要素所引起产出增长之间的差值,并将广义的科技进步与产出增长的比值称为广义的科技进步对产出增长的贡献率。从经济理论来看,索洛余值与Hicks效率参数的增长相同^[15]。但实际上,它既涵盖技术进步等因素的贡献,又有难以量化因素的贡献,因此余值衡量的是非具体化的技术进步对产出增长的贡献^[16]。其中就包括R&D、技能培训、规模经济、组织管理等方面的改善,但不能具体化为生产能力更强的机器设备、更高超的劳动技术、更优质的土地等投入要素的改变^[17]。作为经济研究领域的一个重要概念,全要素生产率衡量的是劳动、资本等要素的综合产出水平。

测算全要素生产率,主要采用索洛残差法或索洛余值法(SR)、随机前沿生产函数法(SFA)和数据包络分析法(DEA)^[18]。其中,数据包络分析法属于非参数分析,优势是进行多投入多产出分析较为方便,生产函数设定较为灵活,但缺陷是计算结果对于不同的测算指标存在明显不同,故不同学者的相似研究结果差异很大,且没有体现随机干扰因素对生产的扰动,政策含义难以量化^[19]。索洛余值法与随机前沿生产函数法均属于参数方法,优势是模型中包括可以确定数值的参数,研究结果便于给出清晰的政策含义。理论上随机前沿生产函数比生产函数法更好,但使用面板数据和稳健估计后不会有明显差异。

1.2 模型设定

通常情况下,测算TFP是从总量生产函数出发,测算全要素生产率。根据生产特点和实际情况,在马铃薯生产中比较重要的投入要素有种薯、肥料、农药、农膜、其他物质投入(包括畜力费、机械作业费、排灌费燃料动力费和其他间接费用)、劳动和土地。除此之外,不直接以某个生产要素形式表现的因素包括栽种方式、田间管理水平、资源禀赋、自然灾害和宏观政策等。统计数据中,农药和农膜的数据缺失比较严重,若加入生产函数模型中,会影响估计效果,使结果发生较大偏差,故不加入生产函数。在研究马铃薯单产时,土地为固定不变的量,故不加入生产函数。栽培方式、管理水平、资源禀赋和自然灾害具有很强的地域性,也缺乏良好的衡量指标,也不直接加入生产函数。宏观政策在一定时期具有很强的连续性和稳定性,年际间变化不大,无法通过统计数据直接反映,故不加入生产函数模型。因此,该文主要关注种薯、肥料、其他物质资本投入和劳动力投入对单产的影响^[20-21]。

构建模型时, 利用 C-D 生产函数模型来研究。其函数形式为:

$$Yield_{it} = Seed_{it}^{\beta_1} Fert_{it}^{\beta_2} Labor_{it}^{\beta_3} Other_{it}^{\beta_4} Tech_{it}^{\beta_5} \mu_{it} \quad (1)$$

模型变量说明如下: Yield 表示马铃薯产量, 单位为 kg/667m²; Seed 表示种薯的费用, 单位为元/667m²; Fert 表示有机肥和化肥的总费用, 单位是元/667m²; Labor 表示劳动投入, 以用工天数 (家庭用工天数和雇工天数) 表示, 单位为工日/667m²; Other 表示其他物质费用 (包括畜力费、机械作业费、排灌费、燃料动力费和其他间接费用等), 单位为元/667m²; Tech 表示广义的技术投入, 将从生产函数模型的余值中进行计算, i 代表不同省市, t 代表不同年份。根据假设, 各生产要素的产出弹性之和为 1, 即 $\sum_{i=1}^6 \beta = 1$ 。

将式 (1) 等式两边同时取对数, 生产函数模型 (3) 可转化为如下形式:

$$\ln Yield_{it} = \beta_1 \ln Seed_{it} + \beta_2 \ln Fert_{it} + \beta_3 \ln Labor_{it} + \beta_4 \ln Other_{it} + \beta_5 \ln Tech_{it} + \ln \mu_{it} \quad (2)$$

2 数据来源与测算结果

2.1 数据来源

根据农业农村部 (原农业部) 《马铃薯优势区域布局规划 (2008—2015 年)》^[22] 和滕宗璠等 (1989) 对我国马铃薯种植地区的研究, 将全国马铃薯生产区划分为 6 部分^[23]: 东北一季区、华北一季区、西北一季区、西南一二季混作区、中原二季区和南方二季区; 再结合《全国农产品成本收益资料汇编 2011—2016》, 基于统计数据的可操作性、完整性和连续性, 选择华北一季区的河北、山西、内蒙古; 东北一季区的辽宁和黑龙江; 西北一季区的青海、甘肃、宁夏、新疆和陕西, 中原二季区的山东和湖北; 西南一二季混作区的四川、贵州、云南和重庆共 16 个省市的马铃薯成本收益数据作为样本数据。

2.2 测算结果

由于样本数据为面板数据, 首先需要进行 Hausman 检验以确定是选择固定效应模型 (Fixed Effects Model) 还是随机效应模型 (Random Effects Models)。根据检验结果, 随机效应模型对目标函数的模拟效果更优, 因此采用随机效应模型。使用 Eviews 软件对马铃薯生产函数进行估计, 结果见表 1。

表 1 生产函数的随机效应估计结果

变量	系数估计值	稳健的标准误	T 统计量	P 值
lnSeed	-0.037 7	0.059 0	-0.638 5	0.524 7
lnFert	0.282 7	0.070 9	3.986 9	0.000 1
lnLabor	0.146 8	0.041 4	3.548 5	0.000 6
lnOther	0.074 4	0.055 3	1.346 0	0.181 7
截距项 c	5.335 0	0.418 2	12.758 6	0.000 0

如表 1 所示, 肥料、劳动力投入和截距项的 P 值小于 0.01, 通过了显著性检验, 而其他物质资料和种薯系数的 P 值不小于 0.01, 没有通过显著性检验。

与理论预期一致的变量为肥料和劳动力投入。肥料的产出弹性是 0.28, 即肥料投入每增加 1%, 最后产出增加 0.28%, 肥料是影响马铃薯单产的重要因素之一; 劳动的产出弹性是 0.15, 即劳动投入每增加 1%, 最后产出将增加 0.15%, 劳动是各个生产要素中唯一具有活力的, 它对于蔬菜类劳动密集型产品的影响比粮食类土地密集型产品的影响更加明显。

根据新古典经济学增长理论和 C-D 生产函数的性质, 可以根据显著影响马铃薯产出的肥料和劳动力来估计生产函数的索洛余值。在规模报酬不变的假设条件下, 可知索洛余值为 0.57, 即广义的科技进步的产出弹性为 57%, 是所有投入要素中占比最高的。根据表 1 中模型估计的结果, 则式 (1)、(2) 可分别转化为:

$$Yield_{it} = Fert_{it}^{\beta_2} Labor_{it}^{\beta_3} Tech_{it}^{\beta_5} \mu_{it} \quad (3)$$

$$\ln Yield_{it} = \beta_2 \ln Fert_{it} + \beta_3 \ln Labor_{it} + \beta_5 \ln Tech_{it} + \ln \mu_{it} \quad (4)$$

其中, $\beta_2 = 0.28$, $\beta_3 = 0.15$, $\beta_5 = 0.57$; 根据等价无穷小理论, 对于任意正变量 X , 在其年增长率不是很大的情况下有如下等价无穷小公式:

$$\ln X_t - \ln X_{t-1} = \ln [1 + (X_t - X_{t-1})/X_{t-1}] \approx (X_t - X_{t-1})/X_{t-1} \quad (5)$$

即采用相邻时间点的自然对数之差来代表变量的年变化率。由式 (5) 可得生产函数增长率的核算公式:

$$\ln Yield_{it} - \ln Yield_{it-1} = \beta_2(\ln Fert_{it} - \ln Fert_{it-1}) + \beta_3(\ln Labor_{it} - \ln Labor_{it-1}) + \beta_5(\ln Tech_{it} - \ln Tech_{it-1}) \quad (6)$$

根据式 (5) 可以计算 2012—2016 年 16 个省份马铃薯单产 ($\text{kg}/667\text{m}^2$)、肥料 ($\text{元}/667\text{m}^2$) 和劳动力 ($\text{工日}/667\text{m}^2$) 的增长率。再根据式 (6) 在得到产量和其他所有要素的变化率之后, 根据表 1 中估计出的各要素的弹性值进一步测算各地区的全要素生产率正负增长情况, 结果见表 2。

如表 2 所示, 2012—2016 年, 各省份马铃薯 TFP 均出现了不同程度的波动, 有的省市波动幅度较大, 比如贵州、重庆、内蒙古、山西和黑龙江。广义的科技进步对马铃薯单产有显著的影响, 故在一定程度上 TFP 的波动解释了马铃薯单产的波动。2012 年以来各省市马铃薯生产进入不稳定时期, 马铃薯生产发展有停滞甚至倒退迹象。

由表 2 计算可得 2012—2016 年各省市全要素生产率的平均增长情况。如表 3 所示, 内蒙古马铃薯 TFP 年平均增速最高, 达到 10.79%, 重庆最低为 -10.40%, TFP 下降明显, 严重影响该地区马铃薯生产持续发展; 从地域分布来看, 华北一季区和中原二季作区马铃薯 TFP 增长高于东北一季区和西南一季混作区; 西北一季区除甘肃外, 均出现连续负增长, 西南一季混作区除云南有小幅正增长之外, 四川、贵州和重庆均有不同程度的负增长, 说明该区域马铃薯生产发展形势不容乐观, 广义的科技进步对马铃薯生产发展的贡献不足, 不利于马铃薯在该地区的推广。

3 结果与结论

3.1 结果

(1) 我国马铃薯 TFP 变化呈“N”型, 有上升趋势

2012—2016 年, 我国马铃薯 TFP 变化呈“N”型, 未来有上升趋势, 如图 1 所示。2011—2012 年, 我国马铃薯 TFP 下降 6.26%, 全要素生产率下降说明马铃薯生产是低效率的, 广义的科技进步停滞不前。2012—2013 年, 我国马铃薯 TFP 有了缓慢回升, 年增长率为 0.76%; 2013—2014 年我国马铃薯 TFP 继续增长, 年增长率为 3.11%, 可知这段时期我国马铃薯生产得到了一定的发展, 大多数主产省份的 TFP 都有了较大幅度增长, 说明马铃薯生产的科技水平稳步提高, 促进了马铃薯生产不断发展。2014—2015 年, 我国马铃薯 TFP 出现一定程度地下降, 降幅达 2.82%。其中, 9 个省市均出现较大幅度的负增长, 甘肃、重庆和贵州尤为严重; 这很大程度上由于前一阶段马铃薯生产状况良好, 市场供给充足, 导致价格走低, “薯贱伤农”, 严重影响马铃薯生产主

表 2 2012—2016 年各省市马铃薯 TFP 变化情况

省份	2012	2013	2014	2015	2016
河北	-0.093 5	0.048 6	-0.084 5	-0.056 9	0.207 6
山西	0.327 6	-0.392 6	0.201 7	-0.603 4	0.605 6
内蒙古	-0.446 8	0.772 8	0.087 8	0.027 2	0.098 7
辽宁	0.152 7	-0.070 7	-0.007 5	-0.123 4	0.008 6
黑龙江	-0.054 0	-0.632 1	0.465 0	-0.102 0	0.010 4
山东	0.184 2	-0.092 3	-0.036 1	0.069 5	0.061 4
湖北	0.374 2	-0.114 0	0.173 3	-0.086 7	-0.058 5
重庆	0.493 8	-0.062 7	-0.843 8	0.087 4	-0.194 7
四川	-0.296 2	0.130 6	0.043 3	0.120 9	-0.064 9
贵州	-0.945 7	0.853 8	-0.020 7	-0.152 7	-0.190 8
云南	-0.327 1	0.306 3	-0.152 4	0.207 0	0.030 7
陕西	-0.236 9	0.025 0	0.141 5	-0.083 9	-0.045 8
甘肃	0.204 7	0.127 8	0.206 3	-0.033 5	-0.304 9
青海	-0.140 8	-0.170 9	0.186 2	0.083 9	0.019 7
宁夏	-0.234 6	-0.326 3	0.195 2	0.075 5	0.013 8
新疆	0.036 7	-0.281 3	-0.057 5	0.119 5	-0.080 3
平均	-0.062 6	0.007 6	0.031 1	-0.028 2	0.007 3



图 1 2012—2016 年中国马铃薯 TFP 变化情况

体的积极性,也可能与当年气候异常有关。2015—2016年,我国马铃薯 TFP 又出现小幅回升,年增长率为 0.73%。长远来看,我国马铃薯 TFP 未来有上升趋势,但仍需警惕 TFP 潜在的下滑风险。从 2012—2016 年来看,我国马铃薯 TFP 年际变化呈现周期波动的趋势,表现为“降一年,升两年”,预计 2017 年我国马铃薯 TFP 仍会呈上升态势。除去外部环境的影响,广义的科技进步水平是促进我国马铃薯 TFP 不断提高的最重要因素,因此应从新型脱毒种薯的研发、先进生产技术与优良品种的推广、薯农科学文化水平的提高等方面着手,促进我国马铃薯 TFP 提升和马铃薯生产的发展。

(2) 广义的科技进步是影响单产的主要因素

在规模报酬不变的假定条件下,广义的科技进步对马铃薯单产的贡献率高达 57%,肥料和劳动力投入的弹性分别为 0.28 和 0.15;应继续坚持科学施肥,提高肥料的利用率;劳动力同样对马铃薯单产有重要影响,各主产省份应积极培育新型经营主体和职业农民,

加快提升薯农的科学素养,树立科学耕作意识,加强对薯农人力资本的投入。广义的科技进步对于马铃薯增产的作用远高于其他生产要素,依靠技术进步提高各种生产要素的产出效率是实现马铃薯单产持续增长的重要途径。要加速推进马铃薯生产技术创新工作,促进生产水平的提高,加强对新型生产技术的推广和扩散,鼓励适度经营,实现生产管理的现代化,增强财政对农业科技的投入力度,合理配置资源,从而实现马铃薯生产科技水平的提高。

(3) 我国马铃薯 TFP 变化区域差异明显

从省域层面看,根据测算结果,2012—2016 年马铃薯 TFP 平均增长最快的是内蒙古,平均增幅达到 10.79%,其次是湖北 5.77%,甘肃 4.01%,山东 3.73%,山西 2.78%,云南 1.29% 和河北 0.43%。年平均增幅最小的是重庆,达到 -10.40%,然后是青海 -0.44%,辽宁 -0.81%,四川 -1.33%,陕西 -4.00%,新疆 -5.26%,宁夏 -5.53%,黑龙江 -6.25% 和贵州 -9.12%。

从区域层面看,中原二季作区和华北一季区马铃薯 TFP 的增速高于东北一季区和西南一二期混作区。山东和湖北所在的中原二季作区,马铃薯全要素生产率年平均增长幅度最大,平均增幅为 4.75%;内蒙古、河北和山西所在的华北一季区平均增幅达到 2.10%,仅次于中原二季作区,说明这两个省份与马铃薯相关的农业科技得到了快速发展,有力推动了地区马铃薯生产的发展;特别是内蒙古,马铃薯全要素生产率年平均增速位列第一,马铃薯生产得到了较快发展,正在成长为华北地区最重要的马铃薯生产基地。黑龙江和辽宁所在的东北一季区,马铃薯 TFP 下降明显,年平均增长率为 -3.53%;东北一季区是农业生产结构调整的重点区域,马铃薯又是农业生产结构调整的优质替代作物,但该区域马铃薯 TFP 的下滑,说明了东北一季区马铃薯生产的科技水平较低,制约了该地区马铃薯生产的发展。除去科技因素,很大程度上也与马铃薯市场价格较低、种植马铃薯的比较收益不高、该区域农户种植马铃薯意愿、相关支持政策不完善、管理制度不健全有关。四川、贵州、云南和重庆所在的西南一二期混作区马铃薯全要素生产率也出现大幅负增长,特别是贵州和重庆,TFP 下滑极为明显。除去西南一二期混作区自然灾害的影响,该区域马铃薯生产发展依然存在较大问题。应通过加大科技创新力度、加快优质脱毒种薯的研发和推广、引导薯农进行适度规模经营、建立健全农技推广制度、加速薯农人力资本的积累等方式,尽快扭转马铃薯 TFP 下滑的颓势。青海、陕西、甘肃、宁夏和新疆所在的西北一季区面积广阔,约占我国国土面积 1/3,各省

表 3 各省市马铃薯 TFP 平均增幅

生产区域	省市	年平均增长率 (%)	排名
华北一季区	内蒙古	10.79	1
中原二季区	湖北	5.77	2
西北一季区	甘肃	4.01	3
中原二季区	山东	3.73	4
华北一季区	山西	2.78	5
西南一二期混作区	云南	1.29	6
华北一季区	河北	0.43	7
西北一季区	青海	-0.44	8
东北一季区	辽宁	-0.81	9
西南一二期混作区	四川	-1.33	10
西北一季区	陕西	-4.00	11
西北一季区	新疆	-5.26	12
西北一季区	宁夏	-5.53	13
东北一季区	黑龙江	-6.25	14
西南一二期混作区	贵州	-9.12	15
西南一二期混作区	重庆	-10.40	16

份自然条件迥异,马铃薯生产发展情况也不尽相同。甘肃马铃薯 TFP 年均增长率为正,陕西、宁夏和新疆则为负,说明了该区域马铃薯生产发展水平有待进一步提升,资源配置不合理,农业科技投入力度不同,马铃薯生产发展空间仍然较大。山东和湖北所在的中原二季区马铃薯 TFP 出现明显正向增长,说明山东和湖北马铃薯生产发展稳定,马铃薯生产效率在稳步提高,也与近年来该地区不断加强农业科技投入、提高农业科技转化率、强化农技培训和完善农业推广制度相契合,这进一步说明了提高广义的科技进步水平对马铃薯生产的显著影响。

3.2 结论

根据测算结果,该文认为提高中国马铃薯全要素生产率首先是提高肥料的科技含量,使肥料效用达到最大化;其次,加速马铃薯经营主体的人力资本积累,积极培育新型经营主体,提高薯农的科学文化水平,充分发挥劳动促进马铃薯产出提高方面的作用,鼓励适度规模经营,实现马铃薯生产的规模经济;再次,强化政策扶持和制度建设,为薯农生产创造良好的政策环境,优化管理制度,使之契合实际生产需要;最后不断推进科技创新,各主产区应加强对新型脱毒种薯和高产技术的研发力度,建立完善推广体系,扩大先进技术和优质种薯的推广范围,让更多的农业科研成果促进生产效率的提升。

参考文献

- [1] 陈萌山,王小虎. 中国马铃薯主食产业化发展与展望. 农业经济问题, 2015, 36 (12): 4-11.
- [2] Database On the World Wide Web. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- [3] Adam Zhuo Chen, Wallace E. Huffman, Scott Rozelle. Technical Efficiency of Chinese Grain Production: A Stochastic Production Frontier Approach. Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Montreal, Canada, 2003, 27-30.
- [4] 陈静,李谷成,冯中朝,等. 油料作物主产区全要素生产率与技术效率的随机前沿生产函数分析. 农业技术经济, 2013 (7): 85-93.
- [5] 张冬平,冯继红. 我国小麦生产效率的 DEA 分析. 农业技术经济, 2005 (3): 48-54.
- [6] 李勤志,冯中朝,李然. 我国马铃薯生产效率的 DEA 分析. 陕西农业科学, 2009, 55 (4): 156-159.
- [7] 赵姜,周忠丽,黄朝. 中国西瓜产业生产效率的实证分析. 中国农业资源与区划, 2014, 35 (6): 93-99.
- [8] 肖阳,朱立志. 基于 DEA-Tobit 模型的马铃薯生产效率分析——以甘肃省定西市为例. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (6): 37-43.
- [9] 薛思蒙,刘瀛波,毛世平. 中日水稻产业生产效率比较研究. 农业经济问题, 2017, 38 (11): 67-76.
- [10] 孔祥智,庞晓鹏,张云华. 北方地区小麦生产的投入要素及影响因素实证分析. 中国农村观察, 2004 (4): 2-7, 80.
- [11] 黄季焜,王巧军,陈庆根. 农业生产资源的合理配置研究: 水稻生产的投入产出分析. 中国水稻科学, 1995 (1): 39-44.
- [12] 王明利. 我国粳米生产、消费和贸易的研究. 中国农业科学院, 2003.
- [13] 王芳. 我国籼米生产、消费和贸易的研究. 中国农业科学院, 2004.
- [14] Solow R M. Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics & Statistics, 1957, 39 (3): 554-562.
- [15] 段文斌,尹向飞. 中国全要素生产率研究评述. 南开经济研究, 2009 (2): 130-140.
- [16] 张青. 经济增长模型中 Solow 余值的研究. 技术经济, 2007 (3): 93-96.
- [17] 周方. 广义技术进步与产出增长因素分解——对“Solow 余值法”的反思. 数量经济技术经济研究. 1994 (8).
- [18] 吴双. 全要素生产率测算的参数方法与非参数方法之比较. 时代经贸, 2008 (2): 63-64.
- [19] 李福柱,杨跃峰. 全要素生产率增长率的测算方法应用述评. 济南大学学报, 2013, 23 (2): 64-68, 92.
- [20] 李雪玲,陶洪. 增长核算法的发展演变对劳动生产率的影响分析——从生产率增长率测算研究发展的角度. 开发研究, 2008 (3): 16-19.
- [21] 曹吉云. 我国总量生产函数与技术进步贡献率. 数量经济技术经济研究, 2007 (11): 37-46.
- [22] 中国马铃薯优势区域布局规划 (2008—2015 年). 农业工程技术, 2009 (11): 4-7.
- [23] 滕宗璠,张畅,王永智. 我国马铃薯适宜种植地区的分析. 中国农业科学, 1989 (2): 35-44.

