

中国三大粮食作物产能提升的源泉

杨 骞^{1,2}, 祝辰辉^{1,2}, 寇相涛^{1,2}, 白鲁佳^{1,2}

(1. 山东财经大学经济学院, 山东 济南 250014;

2. 山东财经大学高质量发展研究中心, 山东 济南 250014)

摘要:保障粮食和重要农产品稳定安全供给始终是建设农业强国的头等大事。在新一轮千亿斤粮食产能提升背景下,聚焦稻谷、小麦、玉米三大主要粮食作物,利用增长核算分析框架揭示中国三大主要粮食作物产能提升的源泉。研究发现:对于稻谷和小麦而言,全要素生产率提升是这两类作物产能提升的主要源泉,其对稻谷、小麦产能提升的贡献率分别达到 85.39%、100.93%,拉动稻谷、小麦产能分别提升 0.91%、2.39%。就玉米而言,党的十八大之前,土地是玉米产能提升的主要源泉,其贡献率达到 64.13%,拉动玉米产能提升 4.11%;党的十八大以来,全要素生产率成为玉米产能提升的主要源泉,其贡献率达到 64.38%,拉动玉米产能提升 1.27%。研究结果为粮食品种结构优化及粮食产量可持续增长提供重要参考。

关键词:粮食产能提升;粮食安全;索洛余值;全要素生产率;增长源泉

中图分类号:F326.11

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2024)04-0046-10

Source of China's three major grain production capacity increases

YANG Qian^{1,2}, ZHU Chenhui^{1,2}, KOU Xiangtao^{1,2}, BAI Lujia^{1,2}

(1. School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

2. Center for High Quality Development, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

Abstract: Based on the new round of 100 billion catty of grain production capacity increase action, this paper uses the growth accounting framework to reveal the sources of China's rice, wheat, and corn production capacity increase. Results show that: total factor productivity improvement is the main source of grain production capacity increase for rice and wheat, and its contribution for the two grain reaches 85.39% and 100.93%, pulling the production capacity increase of them by 0.91% and 2.39% respectively. For corn, before the 18th National Congress of the Communist Party of China, land is the main source of its production capacity increase, with a contribution rate of 64.13%, pulling corn production capacity up by 4.11%. Since the 18th National Congress of the Communist Party of China, total factor productivity has shifted to be the main source of production capacity increase, with a contribution rate of 64.38%, pulling corn production capacity increase by 1.27%. This paper provides important references for the optimization of grain structure as well as the sustainable growth of grain production.

Key words: grain capacity increase; food security; Solow residual; total factor productivity; source of growth

收稿日期:2024-01-10 修回日期:2024-03-07

基金项目:国家社科基金重点项目“‘双碳’背景下农业减排固碳与粮食安全协同推进研究”(22AJY008);“泰山学者工程专项经费”。

作者简介:杨骞(1983—),女,山东泗水人,山东财经大学经济学院教授,博士生导师,泰山学者青年专家,山东财经大学高质量发展研究中心研究员,研究方向为新质生产力、乡村振兴、粮食安全。

党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央提出了“确保谷物基本自给、口粮绝对安全”的新粮食安全观,明确了“以我为主、立足国内、确保产能、适度进口、科技支撑”的国家粮食安全战略。2004—2023年的20年间,中国的粮食生产实现了“二十连丰”,粮食总产量连续9年保持在1.3万亿斤(1斤=500kg)以上,2023年中国粮食总产量达到13908亿斤,创历史最高纪录。在粮食生产取得重大成就的同时,还要清醒地看到,全球粮食产业链、供应链不确定风险持续增加,洪涝、风灾、高温干旱等极端天气多发频发。伴随着人民生活水平提高、城镇化进程加快、消费结构升级,粮食需求呈刚性增长态势,粮食产需在今后相当长的时期内仍将处于紧平衡态势,因此提升粮食产能成为保障粮食安全的首要任务。2022年中央农村工作会议提出“启动新一轮千亿斤粮食产能提升行动”。2024年中央一号文件进一步提出要扎实推进新一轮千亿斤粮食产能提升行动,确保粮食产量保持在1.3万亿斤以上。在此背景下,准确把握中国主要粮食作物产能提升的源泉及各要素的贡献,对于毫不放松抓好粮食稳定安全供给、确保2024年粮食产量保持在1.3万亿斤以上具有重要意义。

根据现有文献,目前关于粮食产能提升源泉的研究主要集中在两个方面:一是聚焦于全要素生产率这一核心。高鸣等^[1]基于2009—2020年全国农村固定观察点的农户数据测算了粮食全要素生产率,得出全要素生产率是粮食产出增长的主要动力源泉,其对粮食产出的贡献率超五成。彭小辉等^[2]基于2004—2015年省际面板数据,发现全要素生产率可以解释69.36%的粮食增产。郑志浩等^[3]基于1980—2018年省际面板数据,发现粮食产出增长主要源于全要素生产率的贡献,且全要素生产率呈现加速增长模式。二是探索土地、化肥等投入要素对粮食产能提升的贡献。王祖力等^[4]研究了1978—2006年化肥变动对中国粮食产量的影响作用,发现化肥投入的增加可以促进粮食产量提升,其贡献率达到56.81%。聂英^[5]对1950—2011年耕地面积变化与中国粮食产量波动的相关性展开分析,发现耕地面积的增

减变化是粮食产量波动的主要因素。然而,目前较少有研究同时揭示并比较投入要素与全要素生产率对粮食产量增长的贡献,进而无法科学研判粮食产能提升的主要来源。在研究对象上,目前对于粮食产能提升源泉的研究,多数围绕粮食总产量展开,而针对不同作物品种产能提升源泉的研究相对较少。在实际生产过程中,不同粮食作物对于各投入要素的需求存在较大差异,不同作物品种产能提升的源泉与要素贡献也不尽相同。本文以稻谷、小麦、玉米三大主要粮食作物为研究对象,综合揭示土地、资本、劳动、化肥等投入要素与全要素生产率对不同作物的贡献,深入研究三大粮食作物产能提升的源泉,不仅补充了中国粮食产能提升源泉的相关研究,而且有助于实现新一轮千亿斤粮食产能提升目标。

一、研究方法

柯布—道格拉斯生产函数作为经济学经典函数之一,可以综合考虑多个生产要素对于产量的影响,其估计结果可以直接获得不同要素的弹性系数,目前仍是用于研究农业经济问题最主流的模型之一。结合中国粮食生产特征,本文在传统的资本、劳动投入要素基础上,将土地和化肥要素纳入其中,构建包含土地C、资本K、劳动L、化肥F要素的中国粮食生产柯布—道格拉斯生产函数,见式(1)。

$$Y = f(C, K, L, F) = AC^{\alpha} K^{\beta} L^{\theta} F^{\gamma} \quad (1)$$

根据粮食生产的柯布—道格拉斯生产函数,粮食产能提升的源泉可以分解为土地、资本、劳动、化肥以及全要素生产率。如何核算不同要素对于增长的贡献,索洛开创了先河。索洛基于希克斯中性和规模报酬不变假设,估算出总量生产函数后,以产出增长率扣除各投入要素增长率的剩余部分来测算全要素生产率增长^[6],从而清晰刻画各投入要素与全要素生产率对于经济增长的推动作用。作为新古典增长理论的重要贡献^[7],索洛余值法为学者们从事增长核算提供了全新的思路。

参考已有文献^[8-10]做法,式(1)两边同时取自然对数再进行求导得式(2),将产量增长分解为全

要素生产率提升和要素禀赋积累。 α 、 β 、 θ 和 γ 分别代表土地、资本、劳动和化肥的产出弹性。

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \alpha \frac{\Delta C}{C} + \beta \frac{\Delta K}{K} + \theta \frac{\Delta L}{L} + \gamma \frac{\Delta F}{F} \quad (2)$$

选用回归法进行各投入要素弹性测算,明确 α 、 β 、 θ 和 γ 数值,并按照式(3)进一步测算全要素生产率增长率。其中, g 表示各变量的增长速度,本文增长速度选用几何平均法计算。全要素生产率增长率为扣除土地、劳动、资本和化肥投入后产量增长的剩余部分,即“索洛余值”。全要素生产率增长率代表技术进步、生产和要素配置效率改善以及政策红利等因素带动的增长。

$$\begin{aligned} \text{索洛余值} \quad \text{产量增长} \\ \widehat{g}_A = \widehat{g}_Y - \underbrace{\alpha \widehat{g}_C - \beta \widehat{g}_K - \theta \widehat{g}_L - \gamma \widehat{g}_F}_{\text{要素贡献度}} \quad (3) \\ \text{土地要素贡献度} \quad \text{资本要素贡献度} \quad \text{劳动要素贡献度} \quad \text{化肥要素贡献度} \end{aligned}$$

在规模报酬不变的约束条件下,有 $\alpha + \beta + \theta + \gamma = 1$, 则粮食生产函数可改写为劳均形式:

$$\frac{Y}{L} = A \left(\frac{C}{L} \right)^\alpha \left(\frac{K}{L} \right)^\beta \left(\frac{F}{L} \right)^\gamma \quad (4)$$

两边取自然对数可得线性化的函数模型:

$$\ln \left(\frac{Y}{L} \right) = \ln A + \alpha \ln \left(\frac{C}{L} \right) + \beta \ln \left(\frac{K}{L} \right) + \gamma \ln \left(\frac{F}{L} \right) \quad (5)$$

对式(5)进行回归分析,再利用公式 $\theta = 1 - \alpha - \beta - \gamma$ 可得劳动弹性系数。弹性系数乘以增长速度即为贡献度,将产量增长设为 100%, 进一步计算各要素及全要素生产率对产出的贡献率。各要素对粮食增产的贡献率为各自贡献度除以产量增长率,全要素生产率的贡献率为 1 减去各要素贡献率之和。

二、样本数据

(一) 样本选取

就品种而言,粮食作物包括谷物、薯类和豆类。谷物主要包括稻谷、小麦和玉米。本文聚焦稻谷、小麦和玉米三大粮食作物,出于两方面考量。一是,出于粮食安全战略的考量。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央提出“谷物

基本自给、口粮绝对安全”的新粮食安全观,新粮食安全观的提出,标志着稻谷、小麦和玉米三大谷物的稳产增产是保障国家粮食安全的根基。二是,出于中国粮食结构的考量。中国稻谷、小麦和玉米三者的产量之和占粮食总产量的比重、播种面积之和占粮食总播种面积的比重 2010 年起分别超过 90% 和 80%。因此,本文以稻谷、小麦和玉米为研究对象,探究中国三大主要粮食作物产能提升的源泉,以期更具有针对性地助力新一轮千亿斤粮食产能提升行动。

在样本选取上,充分考虑粮食生产实际情况,本文选取三大粮食作物主产区所涵盖的省份。由于中国各地区自然条件差异较大,稻谷、小麦和玉米生长分布情况并不相同,根据历年《全国农产品成本收益资料汇编》数据,汇总、整理各省份情况。从省域范围来看,本文选取 23 个稻谷主要生产省份,具体省份为河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、宁夏;选取 15 个小麦主要生产省份,具体省份为河北、山西、内蒙古、黑龙江、江苏、安徽、山东、河南、湖北、四川、云南、陕西、甘肃、宁夏、新疆;选取 20 个玉米主要生产省份,具体省份为河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、山东、河南、湖北、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、宁夏、新疆。

(二) 数据来源及处理

数据选取和处理方法对于索洛余值法的运用结果至关重要^[11]。参考已有研究并结合数据可得性,本文选取稻谷、小麦和玉米三大粮食作物总产量作为产出变量,选取土地、资本、劳动、化肥作为投入变量。产出变量数据清晰且易得,数据来源于《中国统计年鉴》。下面主要介绍投入变量的数据处理^①。

1. 土地变量

土地是粮食生产活动中最基本的生产要素,严禁耕地非农化和过度非粮化(主要是指过度非

① 根据 2022 年《全国农产品成本收益资料汇编》编者说明第三条,“稻谷指早籼稻、中籼稻、晚籼稻和粳稻平均”。本文所采用的稻谷资本、劳动和化肥投入量为样本省份稻谷品种的均值。

谷物化),已经成为保障国家粮食安全的重要政策^[12]。本文选取稻谷、小麦和玉米的播种面积代理土地投入,数据来源于《中国统计年鉴》。选取播种面积主要是考虑了复种因素,即一年内在同一块土地上多次播种作物的情况,更能反映土地实际利用效果^[13]。

2. 资本变量

参考李俊鹏等^[14]的做法,本文选取物质与服务费用代理资本投入。物质与服务费用具体包括直接费用和间接费用,其中直接费用包括种子费、农家肥费、农药费、农膜费、租赁作业费、燃料动力费、技术服务费、工具材料费、修理维修费和其他直接费用;间接费用包括固定资产折旧费、保险费、管理费、财务费和销售费。将稻谷、小麦和玉米的亩均物质与服务费用与各自播种面积相乘,获得稻谷、小麦和玉米的资本投入总量,各作物亩均物质与服务费用来源于2003—2022年《全国农产品成本收益资料汇编》。需要指出的是,由于将化肥投入单独纳入模型,因此资本投入量为剔除化肥费后的物质资本量。为了消除价格影响,本文以2002年为基期利用种植业生产价格指数进行平减,价格指数来源于国家统计局。

3. 劳动变量

选取实际从事作物生产的用工数量(标准劳动日)代理劳动投入。将稻谷、小麦和玉米的亩均用工数量乘对应作物品种的播种面积,获得稻谷、小麦和玉米的劳动用工总量,各作物亩均劳动用工数量来源于2003—2022年《全国农产品成本收益资料汇编》。劳动投入采用实际从事作物生产的用工数量而非劳动人数^[3],出于以下两方面的

考量。一是各粮食作物具体劳动人数缺乏官方统计数据。有学者采用农林牧渔劳动力人数进行表征^[14],无法将粮食种植业劳动人数进行剥离。也有学者通过构建权重系数 $\alpha = (\text{农业产值}/\text{农林牧渔总产值}) \times (\text{粮食作物播种面积}/\text{农作物播种总面积})$,分离粮食种植业劳动人数^[15]。然而,采用系数加权剥离法并不准确,存在高估可能。二是选取用工数量更为合理。大多数农民种植多种不同作物,且农业生产存在季节性和周期性,部分农民只把部分时间花在农业上,采用从事作物生产的用工数量表征劳动投入更为准确合理。

4. 化肥变量

选取生产过程中实际施用的各种化肥数量代理化肥投入。将稻谷、小麦和玉米的亩均化肥用量与各自播种面积相乘,获得稻谷、小麦和玉米的总化肥用量,各作物亩均化肥用量来源于2003—2022年《全国农产品成本收益资料汇编》。

三、实证结果及分析

为全面把握稻谷、小麦、玉米产能提升源泉,本部分对中国三大粮食作物产能提升源泉及其要素贡献进行实证分析,将各自粮食作物产能提升源泉分解为土地、资本、劳动、化肥以及全要素生产率,并进一步分析不同时期三大粮食作物产能提升源泉及其要素贡献的变动情况。本文以党的十八大为节点,将全样本划分为2002—2011年、2012—2021年前后两个分时期。采用面板数据进行实证分析,模型估计结果如表1所示。从稻谷、小麦和玉米全样本和分时期的回归结果来看,拟合优度 R^2 均超过0.80,说明拟合度较好。因此,本文将利用这一回归结果对粮食各要素弹性进行核算。

表1 面板数据估计结果

变量	稻谷			小麦			玉米		
时期	2002—2021年	2002—2011年	2012—2021年	2002—2021年	2002—2011年	2012—2021年	2002—2021年	2002—2011年	2012—2021年
ln c/l	0.831 *** (0.040)	0.884 *** (0.070)	0.778 *** (0.057)	0.665 *** (0.080)	0.560 *** (0.185)	0.842 *** (0.122)	0.809 *** (0.073)	0.888 *** (0.128)	0.815 *** (0.123)
ln k/l	0.046 * (0.024)	-0.003 (0.043)	0.110 *** (0.027)	0.244 *** (0.054)	0.281 ** (0.119)	0.143 ** (0.069)	-0.053 (0.038)	-0.036 (0.070)	-0.028 (0.057)
ln f/l	0.072 *** (0.025)	0.148 *** (0.044)	0.084 ** (0.038)	0.030 (0.061)	0.163 (0.111)	-0.019 (0.069)	0.239 *** (0.052)	0.243 *** (0.071)	0.078 (0.086)
常数项	-0.409 ** (0.179)	-0.607 * (0.343)	-0.469 ** (0.214)	-1.860 *** (0.368)	-2.072 *** (0.764)	-1.474 *** (0.441)	0.084 (0.406)	-0.690 (0.847)	0.425 (0.496)
样本量	460	230	230	300	150	150	400	200	200
R^2	0.975 7	0.926 5	0.970 4	0.960 8	0.891 4	0.940 8	0.942 3	0.822 0	0.909 7

注:***、**、*分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$ 时有统计学意义;括号内为稳健标准误。

(一) 稻谷产能提升的源泉及贡献分析

稻谷产量从 2002 年的 17 263.02 万 t 上升到 2021 年的 21 098.49 万 t, 年均增长率达到 1.06% (见表 2)。从全样本时期来看, 全要素生产率与要素投入对粮食产能提升的贡献次序为“全要素生产率—土地—资本—化肥—劳动”。全要素生产率对稻谷产能提升的贡献率为 85.39%, 拉动稻谷产量增长 0.91 个百分点, 说明稻谷生产实现高质量发展。土地对稻谷产能提升的贡献率为 24.98%, 拉动稻谷产量增长 0.27 个百分点, 是稻谷增产重要的要素来源之一, 这主要归结于土地要素较高的边际产出弹性与相对稳定的增长率。土地边际产出弹性为 0.831, 年均增长 0.32%, 呈持续平稳态势。考虑到土地资源的稀缺性, 大幅度增加稻谷播种面积已不现实^[16], 未来应从提高耕地边际产出弹性入手实现“藏粮于地”。资本与化肥对稻谷产能提升的贡献率分别为 7.73% 和 6.30%, 分别拉动稻谷产量增长 0.08 与 0.07 个百分点, 主要是资本与化肥的边际产出弹性与增长率较低导致的。资本边际产出弹性为 0.046, 资本投入实现年均 1.78% 的增长。化肥边际产出弹性为 0.072, 年均增长率为 0.93%, 可能的原因是化肥使用量“零增长”行动方案的出台, 化肥施用量增速降缓且出现小幅度回落趋势, 造成化肥贡献率较低。劳动要素贡献率为 -24.41%, 向下拉动稻谷产量降低 0.26 个百分点, 这主要是劳动边际产出弹性为正

与劳动年均增长率为负共同作用的结果。劳动边际产出弹性为 0.051, 劳动要素投入年均下降 5.08%。科技进步带动了农业机械化的发展, 粮食作物播种与收获环节中的劳动力越来越多地被机械替代, 使得用于稻谷生产的劳动数量不断减少。

从不同时期来看, 党的十八大以来, 稻谷产量年均增长率下降, 这主要是由于粮食产量基数变大, 粮食增产所用时间相应变长、增长率降缓, 符合粮食生产一般规律^[17]。从 2002—2011 年这一时期到 2012—2021 年这一时期, 全要素生产率和投入要素对稻谷产量增长的贡献次序由“土地—全要素生产率—化肥—劳动—资本”转变为“全要素生产率—化肥—资本—劳动—土地”。党的十八大以来, 全要素生产率成为稻谷产能提升的主要源泉, 稻谷生产实现高质量发展, 而投入要素对稻谷产能提升的推动作用明显减弱。具体来看, 2002—2011 年稻谷全要素生产率拉动稻谷产量增长 0.65 个百分点, 其对稻谷产量增长率的贡献率达到 37.95%; 2012—2021 年稻谷全要素生产率为稻谷产量增长提供了 0.54 个百分点, 但对稻谷产量增长率的贡献率上升为 158.19%, 说明党的十八大以来“藏粮于技”战略取得重大成效, 全要素生产率成为稻谷增产的主要动力。土地要素贡献率由 42.86% 转变为 -45.99%, 从推动产量年均增加 0.73% 转变为拉动产量年均下降 0.16%, 主要是土地边际产出弹性变动与土地投入量变动共同作用的结果。土地边际弹性由 0.884 转变为 0.778, 土地要素投入的增长率也由年均增长 0.83% 转变为年均下降 0.20%, 说明稻谷播种面积减少对稻谷产量增加产生较大影响。资本要素贡献率从 -0.51% 上升到 6.90%, 这主要归结于资本边际产出弹性提高。虽然资本年均增长率由 2.88% 转变为 0.21%, 但资本边际产出弹性由 -0.003 上升为 0.110, 说明增加资本投入是党的十八大以来推动稻谷产能提升的有效途径。劳动贡献率从 9.48% 转变为 -38.50%, 主要是劳动投入量下降而边际产出弹性提升导致的。劳动边际

表 2 稻谷产能提升的源泉及贡献 单位: %

指标	2002—2021 年	2002—2011 年	2012—2021 年
稻谷产量年均增长率	1.06	1.71	0.34
土地年均增长率	0.32	0.83	-0.20
资本年均增长率	1.78	2.88	0.21
劳动年均增长率	-5.08	-5.59	-4.65
化肥年均增长率	0.93	1.18	0.78
土地贡献度	0.27	0.73	-0.16
资本贡献度	0.08	-0.01	0.02
劳动贡献度	-0.26	0.16	-0.13
化肥贡献度	0.07	0.17	0.07
全要素生产率贡献度	0.91	0.65	0.54
土地贡献率	24.98	42.86	-45.99
资本贡献率	7.73	-0.51	6.90
劳动贡献率	-24.41	9.48	-38.50
化肥贡献率	6.30	10.21	19.40
全要素生产率贡献率	85.39	37.95	158.19

注: 全要素生产率贡献度即为“索洛余值”。下同。

产出弹性由 -0.029 转变为 0.028, 劳动投入量由年均下降 5.59% 转变为年均下降 4.65%, 下降速度有所降缓, 但下降趋势并未改变, 说明劳动投入的减少会对稻谷产能的提升起到阻碍作用, 要提高劳动投入推动稻谷产能进一步提高。化肥要素贡献率从 10.21% 上升至 19.40%, 主要原因是边际产出弹性始终为正且化肥年均增长率相对稳定。化肥边际产出弹性由 2002—2011 年的 0.148 降为 2012—2022 年的 0.084, 化肥投入量由年均增长 1.18% 转变为年均增长 0.78%。虽然化肥使用量增速有所变缓, 但合理的化肥使用方式使得化肥贡献度上升, 并弥补土地和劳动要素投入减少对稻谷产能提升的阻碍作用。

(二) 小麦产能提升的源泉及贡献分析

小麦产量不断提高, 为全国粮食产能提升做出重要贡献。小麦产量从 2002 年的 8 617.77 万 t 上升到 2021 年的 13 447.04 万 t, 产量年均增长率达到 2.37% (见表 3)。从全样本时期来看, 全要素生产率和投入要素对小麦产能提升的贡献次序为“全要素生产率—资本—土地—化肥—劳动”。小麦产能提升主要来源于全要素生产率的提高, 这与程申等^[18]的研究结论一致。全要素生产率为小麦产量年均增长率贡献了 2.39 个百分点, 贡献率达到 100.93%, 这可能是因为中国在小麦育种研发方面取得显著成效, 产量与品质同步改良的育种技术发展迅速, 引领了世界杂交小麦育种方向^[19], 小麦优良品种的推广应用以及种业科技创新为小麦产能提升提供坚强保障。资本和土地对于小麦产能提升的贡献率相似, 分别拉动小麦产量增长 0.12 个百分点和 0.10 个百分点, 贡献率分别为 5.03% 与 4.30%, 这主要是边际产出弹性与要素投入增加共同作用的结果。资本边际产出弹性为 0.244, 年均增长率为 0.49%, 土地边际产出弹性为 0.665, 年均增长率为 0.15%, 说明大幅度提高土地要素投入带动小麦产能提升较为困难, 积极推动资本投入增加对于小麦产量提升仍存在空间。化肥投入对小麦产量增加的贡献率为 1.74%, 为小麦产量年均增长率贡献了 0.04 个百分点, 化肥贡献

率较低主要是由于化肥边际产出弹性与增长率较低。化肥边际产出弹性为 0.030, 年均增长率为 1.37%, 说明积极践行化肥提质增效方案对于小麦产量提升具有重要作用。劳动对于小麦产量增长的贡献率为 -12.00%, 向下拉动小麦产量变动 0.28%, 主要是由于劳动边际产出弹性为正而劳动增长率为负。劳动边际产出弹性为 0.061, 这一时期劳动投入量年均下降 4.66%, 可能的原因是随着劳动力机会成本的提高以及就业机会的增加, 农村劳动力逐渐从农业部门转移到非农业部门, 使得农村劳动数量不断减少。农村人口呈现老龄化趋势导致小麦种植农户应用新技术概率降低, 进一步减缓了小麦全要素生产率提高^[20]。因此, 要提高农民种植小麦的积极性, 增加小麦生产过程中的劳动投入。

表 3 小麦产能提升的源泉及贡献 单位: %

指标	2002—2021 年	2002—2011 年	2012—2021 年
小麦产量年均增长率	2.37	3.32	1.31
土地年均增长率	0.15	0.67	-0.38
资本年均增长率	0.49	0.12	0.53
劳动年均增长率	-4.66	-4.97	-4.04
化肥年均增长率	1.37	1.89	0.82
土地贡献度	0.10	0.37	-0.32
资本贡献度	0.12	0.03	0.08
劳动贡献度	-0.28	0.02	-0.14
化肥贡献度	0.04	0.31	-0.02
全要素生产率贡献度	2.39	2.58	1.71
土地贡献率	4.30	11.28	-24.33
资本贡献率	5.03	0.99	5.82
劳动贡献率	-12.00	0.60	-10.46
化肥贡献率	1.74	9.28	-1.19
全要素生产率贡献率	100.93	77.85	130.17

从不同时期来看, 党的十八大以来, 小麦产量年均增长率有所下降。从 2002—2011 年这一时期到 2012—2021 年这一时期, 全要素生产率和投入要素对小麦产量增长的贡献次序由“土地—全要素生产率—化肥—劳动—资本”转变为“全要素生产率—化肥—资本—劳动—土地”。全要素生产率始终是小麦增产的主要动力, 而要素贡献明显下降。具体来看, 全要素生产率的贡献率从 77.85% 上升到 130.17%, 在保持高水平贡献率基础上实现飞跃, 这

表明在小麦生产过程中始终重视先进技术的引入、注重农业技术的创新与推广,同时相关支农强农政策充分释放政策红利,为全要素生产率的提升提供了良好环境。土地要素的贡献率从 2002—2011 年的 11.28% 下降到 2012—2021 年的 -24.33%, 主要是边际产出弹性变动以及土地投入量增速减缓导致的。土地边际产出弹性由 0.560 上升至 0.842,而土地要素投入从 2002—2011 年的年均增长 0.67% 转变为 2012—2021 年的年均下降 0.38%。土地要素投入增长率下降主要是受生产结构调整和种植比较效益低等多重因素影响,以及农业农村部部署实施 200 万 hm^2 以上的轮作休耕试点面积要求,华北地下水超采区、条锈病高发区等地区调减冬小麦播种面积。资本要素的贡献率由 0.99% 提高至 5.82%,拉动小麦产量增长从 0.03% 上升至 0.08%,主要是资本边际产出弹性变动与资本要素投入增长率提高共同作用的结果。资本边际产出弹性由 0.281 变为 0.143,资本要素增长率从 0.12% 上升至 0.53%。资本投入量的增加拉动了资本要素贡献率的提高,说明继续增加资本投入可以进一步促进小麦产能的提升。劳动要素对小麦产量增加的贡献率由 0.60% 下降为 -10.46%,主要是由于劳动的边际产出弹性发生变动的结果。劳动的边际产出弹性由 -0.004 提高至 0.034,而劳动要素投入的年均增长率从年均下降 4.97% 变为年均下降 4.04%。化肥要素的贡献率从 9.28% 下降到 -1.19%,主要是化肥边际产出弹性变动而增长率始终为正。化肥要素投入的年均增长率从 2002—2011 年的 1.89% 下降到 2012—2021 年的 0.82%,化肥边际产出弹性由 0.163 转变为 -0.019,表明在初期化肥使用量的增加有助于小麦产能的提升,但到达一定程度后将对小麦产能产生负面影响,化肥投入已经进入到边际报酬递减阶段,继续增加化肥使用量无法实现小麦产能提升。

(三) 玉米产能提升的源泉及贡献分析

随着居民食物消费结构由植物性食物为主向动物性食物为主转变,作为饲料粮的玉米需求量

增大,玉米产量实现大幅上升,玉米产量从 2002 年的 11 791.01 万 t 上升到 2021 年的 26 731.25 万 t, 年均增长率达到 4.40% (见表 4)。从全样本时期来看,2002—2021 年全要素生产率和投入要素对玉米产量增长的贡献次序为“土地—全要素生产率—化肥—劳动—资本”,玉米产量增长主要源于投入要素驱动,表明玉米增产属于外延式增长。具体来看,投入要素的贡献率总和为 76.01%,全要素生产率的贡献率较低为 23.99%。土地要素的贡献率为 56.48%,拉动玉米产量提高 2.49%,主要是由于土地具有较高的边际产出弹性以及年均增长率。玉米的饲用量大幅上升,使得玉米播种面积不断扩大,玉米的土地投入量快速增长,年均增长率达到 3.07%,边际产出弹性为 0.809,说明提高玉米播种面积是促进玉米产能提升的重要途径。化肥对于玉米增产的贡献率为 23.95%,向上拉动玉米产量增加 1.05%,主要是化肥边际产出弹性与增长率较高的原因。化肥边际产出弹性达到 0.239,实现年均 4.41% 的增长。劳动要素的贡献率为 -0.17%,主要是劳动边际产出弹性为正而劳动投入量减少导致的。劳动边际产出弹性为 0.005,而劳动要素年均减少 1.46%,一定程度上阻碍了玉米产量增长。因此,提高农户种植玉米的积极性,增加玉米劳动数量可以进一步提高玉

表 4 玉米产能提升的源泉及贡献 单位: %			
指标	2002—2021 年	2002—2011 年	2012—2021 年
玉米产量年均增长率	4.40	6.41	1.97
土地年均增长率	3.07	4.63	1.18
资本年均增长率	3.54	4.45	1.55
劳动年均增长率	-1.46	-0.40	-2.87
化肥年均增长率	4.41	6.28	2.16
土地贡献度	2.49	4.11	0.96
资本贡献度	-0.19	-0.16	-0.04
劳动贡献度	-0.01	0.04	-0.39
化肥贡献度	1.05	1.52	0.17
全要素生产率贡献度	1.06	0.90	1.27
土地贡献率	56.48	64.13	48.97
资本贡献率	-4.26	-2.50	-2.21
劳动贡献率	-0.17	0.60	-19.71
化肥贡献率	23.95	23.79	8.56
全要素生产率贡献率	23.99	13.98	64.38

米产能。资本是粮食增产直接动力,同时也是引入现代化要素以发展性现代农业的必由之路^[21],但资本对玉米产能提升的贡献率为-4.26%,主要是由于资本边际产出弹性为负而资本投入量不断增加。资本要素年均增长率达到3.54%,而资本边际产出弹性为-0.053,可能是玉米资本要素投入已经处于边际报酬递减阶段,阻碍了玉米产能的提升。

从不同时期来看,玉米产量年均增长率虽有所下降,但仍位于三大粮食作物之首。从2002—2011年这一时期到2012—2021年这一时期,全要素生产率和投入要素对玉米产量增长的贡献次序由“土地—化肥—全要素生产率—劳动—资本”转变为“全要素生产率—土地—化肥—资本—劳动”。党的十八大以来,全要素生产率取代土地要素成为玉米产能提升的主要源泉,说明玉米的生产已经进入了高质量发展的通道,而投入要素对玉米产能提升的推动作用明显减弱。具体而言,全要素生产率贡献率从13.98%上升到64.38%,表明党的十八大以来,玉米新品种新技术的推广创新能力大幅上升。土地要素是贡献率最高的投入要素,贡献率由64.13%下降至48.97%,拉动玉米产量增长从4.11%下降至0.96%,主要是土地边际产出弹性降低与土地投入量增速降缓共同作用的结果。2002—2011年,土地边际产出弹性为0.888,土地要素投入的年均增长率为4.63%。而到2012—2021年这一时期,土地边际产出弹性变为0.815,土地要素投入的年均增长率也下降为1.18%,造成土地贡献率下降,这说明玉米播种面积稳定是玉米增产的重要保障。资本要素的贡献率由-2.50%转变为-2.21%,从拉动玉米产量下降0.16%改善为拉动玉米产量下降0.04%,主要是由于边际产出弹性变动与资本投入量增速降缓。资本边际产出弹性由-0.036转变为-0.028,资本要素投入从年均增长4.45%转变为年均增长1.55%。劳动要素贡献率从2002—2011年的0.60%下降到2012—2021年的-19.71%,从向上拉动玉米产

量变动0.04%转变为拉动玉米产量下降0.39%,这主要是劳动边际产出弹性变动与劳动投入量不断减少共同作用的结果。在2002—2011年这一时期,劳动边际产出弹性为-0.095,同时劳动要素年均下降0.40%,使得劳动贡献率为正。而到2012—2021年,劳动边际产出弹性转变为0.135,而劳动要素仍年均下降2.87%,导致劳动要素对玉米产量提升的贡献率为负。化肥要素贡献率从23.79%下降到8.56%,对玉米产量提升的拉动作用也从1.52%下降至0.17%,主要是化肥要素投入增速放缓以及化肥边际产出弹性下降共同作用的结果。化肥要素投入的年均增长率从2002—2011年的6.28%下降至2012—2021年的2.16%,边际产出弹性由0.243转变为0.078,说明依靠化肥投入量的增加促使玉米产能提升的空间不断缩小,积极践行化肥要素提质增效是提高产能的必然选择。

(四)三大粮食作物产能提升源泉的比较

在稻谷、小麦和玉米生产过程中,三大粮食作物产量均实现不同程度上升。2002—2021年期间,稻谷和小麦的产量实现稳定增长,年均增长率分别为1.06%和2.37%,玉米产量大幅上升,年均增长率高达4.40%。通过比较稻谷、小麦和玉米产能提升源泉及贡献,可以发现以下结论:

第一,三大粮食作物产能提升源泉不尽相同。整个样本期内,稻谷产能提升主要来自于全要素生产率驱动,全要素生产率的贡献率达到85.39%,高于所有投入要素的贡献率之和。土地贡献率位于第二位达到24.98%,是稻谷增产的重要动力之一,资本和化肥对稻谷增产的贡献率处于较低水平。小麦产能提升全部来源于全要素生产率的贡献,全要素生产率快速增长对小麦增产的贡献作用明显,贡献率达到100.93%,全要素生产率的提升是小麦增产的最主要动力。玉米产能提升主要源于投入要素驱动,说明玉米产能提升仍属于外延式增长。土地和化肥对玉米增产的贡献率分别高达56.48%和23.95%,而全要素生产率的贡献率为

23.99%。如果能大力提升玉米的全要素生产率,玉米将有巨大的增产潜能。

第二,投入要素中土地和化肥对粮食产能提升贡献显著。整个样本期内,土地对于稻谷、小麦和玉米的贡献率分别为 24.98%、4.30% 和 56.48%,土地投入是玉米增产的第一动力,这表明稳面积对于玉米的稳产增产具有极端重要性。就化肥的贡献而言,化肥对于三大粮食作物的贡献率分别为 6.30%、1.74% 和 23.95%。特别是对于玉米而言,化肥仍是产能提升的重要动力。资本对于三大粮食作物的贡献率分别为 7.73%、5.03% 和 -4.26%,均处于较低水平。劳动对于三大粮食作物增产的贡献率均为负,分别为 -24.41%、-12.00% 和 -0.17%。综合来看,土地和化肥始终是粮食产能提升的重要投入要素。

第三,全要素生产率已成为粮食产能提升的主要力量。党的十八大以来,全要素生产率对于稻谷、小麦和玉米的贡献率分别为 158.19%、130.17% 和 64.38%,特别是玉米产能提升的主要源泉已由依靠要素投入转向全要素生产率提升,这意味着玉米仍存在较大增产空间。锚定建设农业强国及新一轮千亿斤产能提升目标,以着力提高粮食全要素生产率为主攻方向,通过改良品种、推广新技术、优化资源配置和改进调控政策等推动粮食产能提升,已成为粮食高质量发展的必由之路。

四、结论与建议

探究中国粮食产能提升源泉,明晰投入要素和全要素生产率的变化趋势以及具体贡献程度,对于毫不放松抓好粮食稳定安全供给以及确保 2024 年粮食产量稳定在 1.3 万亿斤以上具有重要的启示意义。本文在增长核算框架下构建粮食生产的柯布一道格拉斯生产函数,揭示了中国稻谷、小麦、玉米三大粮食作物产能提升的源泉。主要研究结论如下:整个样本期内,稻谷、小麦这两种粮食作物的产能提升主要来源于全要素生产率的增长,全要素生产率年均增长分别达到 0.91% 和

2.39%,贡献率分别为 85.39% 和 100.93%。玉米产能提升主要来源于土地要素,其贡献率达到 56.48%。稻谷和玉米产能提升源泉存在时期差异,党的十八大之前,稻谷和玉米产能提升主要源于土地要素;党的十八大以来,全要素生产率取代土地要素,成为稻谷和玉米产能提升的最主要驱动力量,全要素生产率对稻谷和玉米产能提升的贡献率分别达到 158.19% 和 64.38%。

根据本文的研究结论,中国的粮食生产已进入以全要素生产率提升为主要源泉的高质量发展新阶段。全要素生产率的大幅提升是发展新质生产力的核心标志。新质生产力由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生,其基本内涵是劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升。在新一轮千亿斤粮食产能提升行动中,新质生产力将为中国粮食生产的全要素生产率增长提供新动能。

第一,紧紧抓住“种粮人”这一粮食产能提升的核心要素。人是生产力中最活跃的因素,要推动新质生产力赋能粮食生产首先要解决好人才技术的问题。一是强化新型农业经营主体和服务主体的培训。各地政府要规律性地向种粮大户免费提供精准有效的高质量技术培训,提升农业生产者数智技能,加速种粮技术的推广应用,确保农户能将先进技术运用到粮食生产中。二是建立科研院所与种粮大户的长效对接机制。积极搭建对接平台,推动粮食产业科技成果供给端与需求端精准对接。引导研发机构、高等院校围绕粮食科技需求有针对性地开展技术攻关,鼓励种粮大户积极应用农业科技并发挥带动作用。

第二,以人工智能赋能粮食生产,深入挖掘粮食产能提升空间与潜力。今年全国两会上,李强总理在政府工作报告中指出,要深化大数据、人工智能等研发应用,开展“人工智能+”行动。粮食安全是国之大者,粮食生产要积极主动与人工智能深度融合,放大粮食产能提升的空间。一是加快基础设施的转型升级。以粮食生产设施的智能

化转型升级为着力点,加快无人机、智能收获机、智能除草机等高性能、智能化设备的研发与应用,推动粮食生产效率和产能的提升。二是构建智能化粮食生产体系。积极开展大数据、物联网、区块链、人工智能等现代数智技术在粮食生产中的深度应用,通过搭建智慧生产系统,实现土壤湿度、水肥施用以及病虫害的精准监测与治理,为粮食产能提升保驾护航。

第三,加快推进高标准农田建设,实现粮种关键性技术突破。新质生产力赋能粮食生产,必须将高水平的种粮人、高标准农田建设、高科技的种子相组合。为此要深入实施“藏粮于地”与“藏粮于技”战略,持续加强高标准农田建设,打好种业翻身仗。一是建立并完善数量、质量、生态三位一体的耕地质量提升机制。建立严格的耕地监管制度,遏制耕地“非农化”与“非粮化”现象。通过完善休耕和轮耕制度,提升耕地生产能力。加大秸秆还田、有机肥综合利用等绿色生产技术推广力度,提高耕地可持续发展能力。二是深入实施种业振兴行动方案。着力突破粮种的“卡脖子”核心技术,创新生物育种核心技术。充分发挥政府政策支持和引导作用,推动形成种业创新的国家体系,打造“国家队”与“地方队”共同发展的新型种业创新格局^[22]。

参考文献:

- [1]高鸣,魏佳朔.新一轮千亿斤粮食产能提升的源泉:全要素生产率的增长与贡献[J].华中农业大学学报(社会科学版),2024(1):15-27.
- [2]彭小辉,史清华,朱喜.中国粮食产量连续增长的源泉[J].农业经济问题,2018(1):97-109.
- [3]郑志浩,程申.中国粮食种植业 TFP 增长率及其演进趋势:1980—2018[J].中国农村经济,2021(7):100-120.
- [4]王祖力,肖海峰.化肥施用对粮食产量增长的作用分析[J].农业经济问题,2008(8):65-68.
- [5]聂英.中国粮食安全的耕地贡献分析[J].经济学家,2015(1):83-93.
- [6]郭庆旺,贾俊雪.中国全要素生产率的估算:1979—2004[J].经济研究,2005(6):51-60.
- [7]LUCAS R. On the mechanics of economic development [J]. Journal of monetary economics,1988,22(1):3-42.
- [8]CHARI A, LIU E M, WANG S Y, et al. Property rights, land misallocation, and agricultural efficiency in China [J]. The review of economic studies,2021,88(4):1831-1862.
- [9]王璐,杨汝岱,吴比.中国农户农业生产全要素生产率研究[J].管理世界,2020(12):77-93.
- [10]胡晨沛,胡霞,计薇.基于生产要素视角的中国农业经济增长模式探析:来自75个国家面板数据的国际比较[J].中国农业大学学报,2023(4):238-247.
- [11]叶裕民.全国及各省区市全要素生产率的计算和分析[J].经济学家,2002(3):115-121.
- [12]李国祥.新时代国家粮食安全的目标任务及根本要求:学习习近平关于国家粮食安全论述及十九届六中全会相关精神的体会[J].中国农村经济,2022(3):2-11.
- [13]李谷成,范丽霞,冯中朝.资本积累、制度变迁与农业增长:对1978—2011年中国农业增长与资本存量的实证估计[J].管理世界,2014(5):67-79,92.
- [14]李俊鹏,冯中朝,吴清华.农业劳动力老龄化与中国粮食生产:基于劳动增强型生产函数分析[J].农业技术经济,2018(8):26-34.
- [15]杨林,许丹.基于粮食生产效率的财政补贴政策地区差异化研究[J].经济学动态,2021(12):81-84.
- [16]李建平,李俊杰,李文娟,等.“十四五”期间我国水稻增产潜力与实现路径[J].农业经济问题,2021(7):25-37.
- [17]郭书田.把中国人的饭碗牢牢端在自己手中:新中国粮食生产发展钩沉及策略[J].北京工业大学学报(社会科学版),2020(5):1-11.
- [18]程申,郑志浩.基于 Tornqvist-Theil 方法的中国粮食生产增长核算研究[J].河南农业大学学报,2017(6):884-892.
- [19]韩一军,韩亭辉.“十四五”时期我国小麦增产潜力分析与实现路径[J].农业经济问题,2021(7):38-46.
- [20]魏佳朔,高鸣.农业劳动力老龄化如何影响小麦全要素生产率增长[J].中国农村经济,2023(2):109-128.
- [21]李谷成.资本深化、人地比例与中国农业生产率增长:一个生产函数分析框架[J].中国农村经济,2015(1):14-30,72.
- [22]杨骞,寇相涛,金华丽.种业振兴的中国道路:历程、成效与展望[J].农村经济,2023(12):1-11.

(本文责编:润泽)