

劳动禀赋变化、技术选择与粮食种植结构调整*

闫周府¹, 吴方卫², 袁凯彬³

(1. 上海海洋大学 经济管理学院, 上海 201306; 2. 上海财经大学 三农研究院, 上海 200433;
3. 西南财经大学 金融学院, 四川 成都 611130)

摘要: 掌握粮食安全主动权是国家安全的重要基础, 城市化带来的农村劳动力转移以及劳动力价格上涨是否会对粮食安全构成威胁值得深入研究。文章从技术选择具有多种途径的视角出发, 重新考察了劳动力短缺变化对粮食生产的影响。研究发现, 劳动力价格上涨对粮食种植比例存在显著的正向影响, 对不同粮食作物的影响存在差异, 劳动力价格上涨显著促进了水稻、小麦、玉米种植比例的扩大, 但对大豆和其他粮食作物种植比例存在显著的抑制作用。要素相对价格变化显著诱致了水稻、小麦、玉米机械品和生物品投入的增加, 对大豆机械品投入的诱致作用显著, 但对大豆生物品投入的诱致作用不明显, 导致不同粮食作物生产方式转型从而适应劳动禀赋变化冲击的能力存在差异, 这也是不同粮食作物生产轨迹存在差异的一个重要原因。研究还发现, 玉米调整能力最强、水稻其次、小麦再次、大豆最弱。研究认为, 保障粮食安全, 进一步增加现代生产要素供给尤为重要。

关键词: 劳动禀赋变化; 技术选择; 粮食生产; 结构调整

中图分类号: F326 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2021)04-0079-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20210119.301

一、引言

在中央各项决策部署下, 2019 年底爆发的新冠肺炎疫情已经得到初步控制, 但全球范围内的新冠肺炎疫情仍在持续发酵, 且有进一步加深的趋势。疫情带来的次生灾害, 使得一些国家粮食安全预期趋紧, 引发了国际社会对于粮食安全问题的忧虑和恐慌。反思我国粮食生产的形势, 梳理粮食生产变迁的逻辑及其所面临的困境, 对于制定相关政策和巩固粮食生产具有重要意义。特别是 21 世纪以来, 劳动力价格加速上涨, 诱使数以亿计的农村劳动力转移至城市工业部门从事非农生产活动, 农业劳动供给短缺变化已成为当前农业生产面临的主要矛盾和挑战, 这一变化是否会对粮食安全构成威胁引起了学界的广泛关注。

为了回答这一问题, 已有文献进行了专题式研究: 如研究劳动力转移对要素投入的影响(王跃梅等, 2013; 黄枫和孙世龙, 2015; 郑旭媛和徐志刚, 2017); 研究劳动力转移对粮食产出的影响(Rozelle 等, 1999; 钱文荣和郑黎义, 2010; 刘亮等, 2014); 研究粮食生产区域特征及布局变化(伍山林, 2000; 应瑞瑶和郑旭媛, 2013; 程名望等, 2015); 以及对农业种植结构调整的探讨(万宝瑞, 2014; 钟甫宁等, 2016; Li 等, 2017)等。这些研究为我们认识中国粮食安全问题提供了诸多视角和启发, 但也至少存在以下两方面不足。

收稿日期: 2020-08-14

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71873082)

作者简介: 闫周府(1988-), 男, 江苏徐州人, 上海海洋大学经济管理学院讲师;

吴方卫(1957-)(通讯作者), 男, 浙江杭州人, 上海财经大学三农研究院教授, 博士生导师;

袁凯彬(1990-), 男, 湖南津市人, 西南财经大学金融学院讲师。

一方面,现有研究主要关注粮食总量变化,少有涉及粮食内部的结构性问题,^①在农业结构性矛盾日益凸显的背景下,系统、客观地总结不同粮食作物生产变迁的规律及其所面临的困境是必要的。由于不同粮食作物生产存在很大异质性,面临的实际生产约束不尽相同,平均尺度的粮食研究容易掩盖作物生产的差异,在考虑作物生产差异之后,以往研究结论是否成立,还需要进一步的检验给出说明。另一方面,如何缓解劳动供给短缺变化对粮食生产的冲击,大多数学者都把关注的焦点放在机械技术变化上,忽略了对其他技术进步途径的考察,这对于我们全面认识并把握农业技术变迁是有偏失的。如果将劳动力刚性约束下粮食生产变迁的主要成因归因于机械技术发展,有可能导致相关政策措施的缺位,并有可能使我们错过在激励农业技术创新上有所作为的机会,延缓实现农业现代化的进程。

一般来讲,技术进步的目的在于降低成本或创造更大收益,面对劳动力刚性约束增强,农户直接的应对逻辑是借助市场机制调节要素投入结构,通过相对丰裕、廉价的机械要素替代劳动力,促使生产方式向节约劳动力的技术方向转变。但机械替代并非是缓解劳动力刚性约束的唯一途径,通过选用改良品种或新型肥料来提升农业生产的标准化程度,同样有助于直接或间接替代劳动。由于劳动力和土地为互补性的生产要素,通过提升土地生产率从而提高单位面积收益,也有助于缓解劳动力成本上涨的冲击。因此,农户的理性选择也会增加生物品投入。两种不同的技术进步途径共同作用于粮食生产,成为缓解劳动力刚性约束的综合手段。

本文的贡献主要体现在以下三个方面:第一,从技术选择具有多种途径的视角出发,重新考察了粮食生产响应劳动禀赋变化冲击的逻辑,证实了机械技术和生物技术协同发展是缓解劳动力刚性约束的重要途径。第二,评估了劳动禀赋变化对不同粮食作物生产的影响及其差异,区分不同粮食品种的实证分析发现,劳动禀赋变化对不同粮食作物生产的影响存在很大差异,那些更容易实现机械替代同时生物品投入增加更快的粮食品种将在劳动禀赋变化冲击下获得更快发展。第三,刻画了不同粮食作物的结构调整能力,这对于我们认识和挖掘粮食调整潜力,进一步推进农业供给侧结构性改革以及推进农业生产方式的现代化转型均具有一定政策涵义。

二、劳动禀赋变化冲击与粮食生产响应逻辑

中国市场化改革以来,城市工业部门的用工需求不断增长,拉动了大量农村劳动力转移。如图1所示,1985-2017年间,农村居民工资性收入由205.72元增加到3607.07元(2000年不变价),增长了16.5倍,农村劳动力非农就业数由6713.6万人增加到27579.1万人。2017年底,农村地区非农化率达到51.8%,非农就业水平显著提升。从时间变化上来看,20世纪90年代中期到21世纪初的10年时间里,农村劳动力非农就业率快速提升,但从2007年开始,农民工工资加速上涨,农村劳动力转移增速却呈逐年下降的趋势,劳动力转移率明显落后于就业创造率,此后“用工荒”现象表现出常态化特征,这意味着劳动力供给潜力开始下降,农村剩余劳动力的“蓄水池”日趋枯竭,中国经济进入了“刘易斯拐点”模式,有利的人口因素对农业生产的补充和调节作用逐渐减小,这不可避免地会对传统小农经济构成冲击。

随着人口发展的变化,通过追加传统生产要素来促进农业增长缺乏可持续性,农业增长需要寻找新的动力和源泉。解决劳动力短缺瓶颈的出路在于提高生产效率(Ranis和Fei,1961),通过引入价格相对低的现代生产要素,降低收入流的成本,从而实现改造传统农业的目的(Schultz,

^① USDA数据库统计显示,截止到2016年,我国玉米、小麦、大米和大豆产量和消费量之比分别为123.6%、110.7%、103.5%和12.4%,玉米和小麦供给过剩,大豆供给存在很大缺口,87.6%的国内消费依赖进口,而像薏仁、红豆等小品种粮豆作物同样存在很大供给缺口。

1964)。技术进步是这一转变的核心,现代生产要素的技术含量高,有助于改造传统农业的生产组织方式。根据诱导发展模式,因劳动供给缺乏弹性对农业生产带来的限制会诱致农业生产出现节约劳动的倾向(Hayami 和 Ruttan, 1971),农业机械化是最直接的经济反应。图 2 显示了四种粮食作物用工数量的变动情况,能够看出,20 世纪 90 年代初期,粮食生产的用工需求比较大,随着农业劳动供给的短缺变化,资本替代劳动力的进程不断加快,粮食生产的劳动密集度快速下降,对劳动投入的依赖程度大幅降低。2017 年底,水稻、小麦、玉米、大豆的每亩用工需求显著降低,分别下降为 5.0 工日、4.19 工日、5.03 工日、2.33 工日。已有大量研究论证了机械化发展对缓解劳动力刚性约束进而促进粮食生产具有重要意义(钟甫宁等, 2016; 郑旭媛和徐志刚, 2017)。

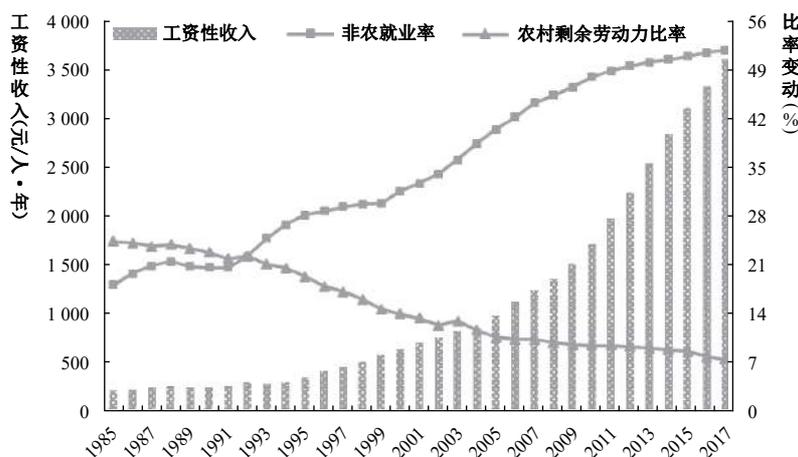


图 1 劳动力转移与农村剩余劳动力 (1985-2017 年)

资料来源:根据《中国住户调查年鉴》《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》等资料整理。注:① 2013 年,国家统计局对住户调查制度进行了改革,本文按照新统计口径对工资性收入进行调整;② 工资性收入按照 2000 年不变价进行调整;③ 非农就业率=非农就业量/乡村从业人员,其中,非农就业量通过乡村劳动力资源与农林牧渔从业人员的差值计算;④ 农村剩余劳动力比率参考钱纳里和赛尔昆(1988)提出的标准结构法测算。

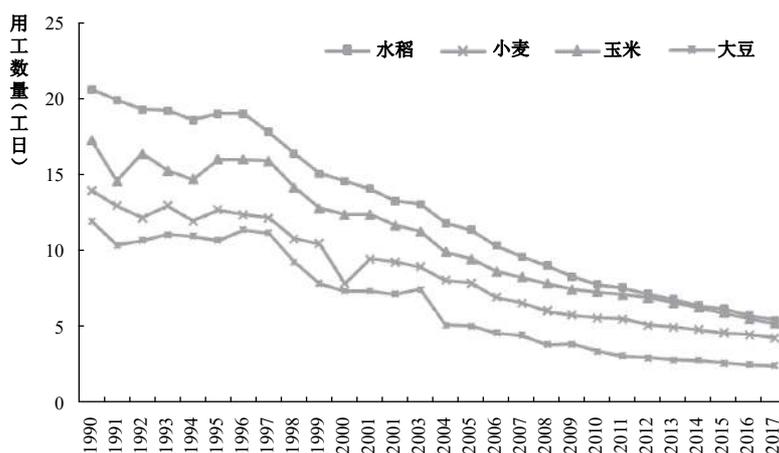


图 2 粮食作物每亩用工状况 (1990-2017 年)

资料来源:《全国农产品成本收益资料汇编》。

需要指出的是,机械替代劳动并不是缓解劳动力刚性约束的唯一途径,生物技术(种子、化肥、农药)在缓解劳动力刚性约束、引导粮食生产上同样发挥了重要作用。有研究表明,农村劳动力流失正在逐渐瓦解农户精耕细作的生产习惯,传统的农事操作体系逐步被“一炮轰”式的粗放式经营取代,导致了生物投入的增加和浪费(纪月清等, 2015),高度依赖生物投入已成为农

民的一种新的生产习惯(饶静和纪晓婷,2011)。不可否认农户生产方式变化影响了生物品投入,但产生这些变化的主要原因在于农户利润最大化目标的驱使,由于劳动力外出务工降低了田间管理强度,为了避免劳动投入不足对产量造成的负面影响,农户倾向于增加生物品投入替代劳动(何浩然等,2006)。胡瑞法和冷燕(2006)、胡浩和杨泳冰(2015)分别借助省级和农户层面数据证实了生物品对劳动力的替代作用,并指出随着劳动力成本上升,二者之间的替代关系越来越明显,通过机械品和生物品投入替代劳动已成为粮食生产技术变迁的重要发展方向。张舰等(2017)进一步使用邓小平“南巡讲话”这一外生事件作为工具变量,证实了劳动力外出务工显著促进了生物品投入增加。

现实中,生物技术的替代作用并不容易体现。我们通常认为,生物技术的广泛采用利用了充裕劳动力和更多可变投入之间的互补优势,增加生物品投入往往会增加劳动力需求。仔细观察生物品投入类型的变化能够发现,生物技术适应劳动力短缺以及农户生产习惯变化所给予的创新支持。如采用更多的抗逆品种(抗涝、抗旱、抗倒伏、抗病虫害等)减少田间管理的用工需求,使用复混肥替代氮、磷、钾肥减少施肥环节,使用缓控释肥替代短效肥料减少施肥次数,使用高溶解性、高扩散性、高粘着性的药剂提升喷施效率,选用改良品种培育适合机械插秧的种苗提升农机农艺融合程度,或者配合使用改良品种和长效肥料实现“种肥精准同播”等。以上变化是众多生物技术直接或间接替代劳动从而缓解劳动力刚性约束的一个子集,这些变化会显著提升农业生产的标准化程度,降低劳动力投入需求。

通过追加机械品和生物品实现对劳动力的直接或间接替代,可以有效缓解劳动力投入不足的问题。不过,我们发现大豆劳动投入同样维持在原有水平甚至是更低的水平,但大豆并没有获得和水稻、小麦、玉米同样的发展,近十年来,大豆生产表现出了明显的停滞和萎缩特征。因此,对劳动力投入数量的控制还不足以稳定粮食生产,粮食生产比例的扩大可能还存在其他的作用机制。值得一提的是,劳动力投入农业生产并非纯粹是劳力的集合,还可以通过田间管理等阴性劳动提升粮食产出效率。随着劳动力转移,机械动力可以实现对劳力的直接替代,但难以弥补田间管理放松造成的效率损失。前面分析没有区分要素替代与技术变化之间的差异,技术变化往往内生于要素投入结构调整当中,物化在具有更高产出效率的特定要素上,特别是生物技术。从动机上来讲,生物技术主要以消除土地供给缺乏弹性对农业生产的限制为主要目的,其对粮食增产具有显著的促进作用(Gong, 2018; 孔祥智等, 2018),追加生物品投入有助于缓解田间管理放松导致的效率损失,如通过采用缓释肥料等可以实现对农田的长效管理。因此,按照要素相对价格体系,积极调整劳动、机械品和生物品等的投入结构,综合发挥不同资本品的技术特点和优势,构成了中国粮食生产规模不因劳动力流失而下降的重要前提。

能否有效获得机械技术和生物技术支持,需要一个有效的现代农业生产要素的供给市场。然而,中国农业技术存在有效需求和有效供给不足的双重矛盾(顾焕章和张景顺,1997),随着资源禀赋约束增强,这一矛盾日益突出(杨建利和邢骄阳,2016)。目前,我国农业机械化发展不平衡、不充分问题依然突出,在一些农业领域(特别是经济作物)还存在“无机可用”“无好机用”的问题。^①截至2017年,水稻、小麦、玉米、大豆的综合机械化率均已突破80%,其中,小麦的综合机械化率达到95%,基本实现了全程机械化,而其他非粮食作物的综合机械化率仅为40.02%。^②虽然粮食总体的综合机械化率大幅提升,但在粮食作物内部,除三大主粮和大豆以外的其他粮食

^① 参见《三个短板制约我国农业机械化发展》, <http://www.caamm.org.cn/hygz/1501.htm>。

^② 根据《中国农业机械工业年鉴》计算整理。

作物机械化发展依然缓慢,如马铃薯的综合机械化率仅为 38.43%,机播和机收的机械化水平均不足 30%,远远低于三大主粮作物。从市场的角度来看,技术供给和产品市场规模有关,某一产品的技术创新率是对该产品市场需求的反应(Lin, 1991),具有较大市场规模的产品具备更广阔的盈利空间,从而潜在的获利机会会刺激更积极的技术创新活动(Griliches 和 Schmookler, 1963)。因此,像杂粮、杂豆这一类小宗粮食作物就很难获得与三大主粮作物同样的技术创新支持。而且小宗粮食作物规模化生产的优势明显落后于大田粮食作物,在较小规模的耕地上追加投入也会增加农业生产的成本(蔡昉和王美艳, 2016)。

不仅如此,保障粮食安全向来是中国农业发展的首要目标,确保粮食有序生产,农业研发资金更多向粮食倾斜,特别是向高产的水稻、小麦、玉米这三种主粮作物倾斜,从而主要粮食作物的技术选择机会更多,要素投入结构调整的进展更快。以种子费用投入为例,1990-2017年间,水稻、小麦、玉米、大豆的每亩种子费用投入分别增长了 4.93 倍、4.31 倍、5.67 倍、2.31 倍,四种粮食作物种子费用投入比由 1 : 1.29 : 0.81 : 1.08 变为 1 : 1.15 : 0.91 : 0.60,能够看出,三种主要粮食作物的种子费用投入增长水平显著高于大豆,这意味着三种主要粮食作物的生物技术创新率更高,从而更有助于激励生产。其他一些国家的农业实践同样表明了这一点,即主要粮食作物的技术创新率明显更快(速水佑次郎和神门善久, 2009),“绿色革命”是一个更加明显的例子,为了解决粮食危机,人们在玉米、小麦、水稻品种培育和改良方面的努力明显大得多,这就容易导致技术选择机会的非均衡性。

总体而言,在劳动力价格快速上涨的背景下,按照要素相对价格体系增加机械品和生物品投入符合农户利润最大化目标的理性选择,也是维持粮食生产的必要条件。但我国农业技术的有效供给不足,使得不同粮食作物的技术选择机会存在很大差异,适应劳动力价格上涨冲击的调整能力存在差异,从而不同粮食作物生产方式的现代化转型进程不同。在劳动力刚性约束下,如果一行业不能选择一条可以有效消除资源条件制约的技术发展途径,就会抑制该行业发展,甚至导致该行业退出农业生产领域(吴方卫和闫周府, 2018)。在无法获得有效的农业技术支持,要素投入结构调整无法顺利实现的情况下,农户会通过调整农业生产结构对此做出回应,压缩当前作物的生产比例,同时增加技术进步率更快的作物生产比例,从而在调整后的生产结构中获取更大利润。

三、研究设计

(一)模型设定。为了检验劳动禀赋变化对粮食生产结构的影响,构建如下计量回归模型:

$$Y_{it} = \alpha + \beta wage_{it} + \theta X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型(1)中,变量下标 i 代表省份, t 代表时间。 Y_{it} 为某省某种粮食作物播种面积占该省农作物播种面积的比例,是被解释变量。 $wage_{it}$ 为劳动力价格,用粮食雇工工价衡量,是关键解释变量。 X_{it} 为一系列控制变量。 μ_i 为地区非观测效应,以捕捉那些不随时间变化的地区固定效应(如土壤质量、降水、气温等); ε_{it} 为随机误差项; α 、 β 、 θ 为待估参数。

控制变量设定为三组,第一组控制变量为常规投入要素和农户特征变量,包括农业劳动力、农业机械总动力、耕地面积、人口老龄化和平均受教育年限。第二组控制变量为农产品市场特征变量,包括粮食消费占比、粮食作物与替代作物比较收益。粮食消费占比反映了市场容量,市场容量提升会诱使种植结构向具有更大市场规模的农产品方向调整;比较收益提升会诱使种植结构向具有更大获利空间的方向发展。第三组控制变量为政策变量,包括财政支农强度和农业税。财政支农支出主要用于支援农业生产或与农业生产联系较为紧密的生产活动,包括农业基

础设施建设和政策补贴支出等。本文使用各省财政支农支出占财政总支出的比率表示财政支农强度。2004年以来,中央政府加大了对粮食主产区减免农业税的力度,2005年进一步扩大农业税免征范围,并于2006年全面取消农业税。为了衡量农业税政策变动对粮食生产的影响,本文引入农业税政策变量指标。

要素投入结构调整不仅反映了要素投入组合适应要素相对价格的调整,同时也反映了农业技术选择偏向,为进一步考察要素禀赋结构变动对物质资本投入的诱致作用,同时判断作物生产的技术进步方向,将资本投入分解为机械品投入和生物品投入两种,其中,机械品投入由亩均机械作业费、排灌费、蓄力费、燃料动力费及固定资产折旧费五部分组成;生物品投入由种子费、化肥费及农药费三部分组成。调整后的模型如下:

$$\begin{cases} MC_{it} = \alpha + \beta reprice_{it} + \theta X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \\ BC_{it} = \alpha + \beta reprice_{it} + \theta X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \end{cases} \quad (2)$$

模型(2)中, MC_{it} 、 BC_{it} 分别指不同农作物亩均机械劳动投入比和亩均生物劳动投入比,为被解释变量; $reprice$ 指劳动资本相对价格,反映要素禀赋变动状况,为关键解释变量。控制变量包括模型(1)中的常规投入要素和农户特征变量、市场特征变量以及政策变量。

(二)样本、数据及处理。由于各地区土壤、气温、降水等资源禀赋状况差异较大,不同粮食品种的区位分布不同,本文对不同粮食作物选择不同区域样本进行研究。首先对1998—2017年各省粮食作物播种面积进行累加,然后用地区累加值占全国比重进行排序,最后从高到低选出占全国98%的播种面积所对应的省份。样本选择过程中兼顾一些重要的粮食生产省份,如山东、河北水稻播种面积以及湖南小麦播种面积占比均偏低,考虑到三省均是粮食生产大省,也将这三省份纳入研究范围。

本文所用数据为1998—2017年各省相关指标构成的面板数据,数据来源于官方统计:《全国农产品成本收益资料汇编》《中国统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》《中国住户调查年鉴》《中国农村统计年鉴》《China's National Income: 1952—1995》《中国国内生产总值核算历史资料》(包括1952—1995年版、1996—2002年版、1952—2004年版)《中国固定资产投资统计年鉴》以及各省历年统计年鉴等。

本文对相关变量进行如下处理:(1)劳动资本相对价格数据统计缺失,需要进行合理估算,在中国国民经济核算体系中,地区收入法GDP核算数据提供了全国各省1978年以来农业部门的要素收入分配状况,并将农业增加值划分为劳动者报酬、生产税净额、固定资产折旧和营业盈余四部分,本文通过劳动者报酬与劳动力投入数量的比值计算得到劳动力价格,通过固定资产折旧和营业盈余之和与资本存量的比值计算得到资本价格,进而计算得到劳动资本相对价格;^①(2)人口老龄化指农村地区65岁及以上人口占比;(3)平均受教育年限=小学人口比例×6+初中人口比例×9+高中人口比例×12+中专人口比例×14+大学人口比例×16;(4)粮食消费占比用粮食消费支出占食品消费支出比例来衡量,《中国住户调查年鉴》没有直接给出居民粮食消费变动状况,分别计算城乡居民粮食消费支出占食品消费支出比例,以城乡人口比例作为权重,计算得到各省粮食消费占比;(5)粮食作物与替代作物比较收益指某种粮食作物亩均收益与高附加值经济作物亩均收益之比,高附加值经济作物亩均收益用烤烟、蚕桑和苹果平均亩均收益表示,^②亩均收益=亩均产值-亩均生产成本;(6)财政支农支出的影响往往具有滞后性,比如粮食补贴政策

① 具体计算过程中涉及指标统计口径的一致可比性调整,限于篇幅,这里不再汇报。

② 一般而言,蔬菜、烤烟、蚕桑、水果和茶叶均是具有高附加值的经济作物,根据《全国农产品成本收益资料汇编》统计,茶叶价格从2001年开始统计,蔬菜价格从2010年开始统计。因此,根据统计资料的可得性,在计算价格比时,主要选择烤烟、蚕桑、苹果进行计算。

主要根据当年粮食播种面积进行补贴,影响具有滞后性,为有效观察政策支出的影响,使用财政支农强度变量的滞后值;(7)农业税的准确数据不易获取,引入虚拟变量来表示农业税政策变动,当存在农业税时,该变量设定为1,当农业税大幅降低或取消时,该变量设定为0。^①表1报告了主要变量的描述性统计结果。

表1 主要变量统计描述

变量	均值	标准差	最小值	最大值
粮食总播种面积比例(%)	66.52	12.09	32.80	95.85
水稻播种面积比例(%)	25.88	15.16	0.90	61.11
小麦播种面积比例(%)	17.55	11.02	0.21	39.52
玉米播种面积比例(%)	21.78	14.53	2.43	66.91
大豆播种面积比例(%)	4.75	6.03	0.51	40.62
水稻雇工工价(元/日)	41.99	25.18	7.22	113.77
小麦雇工工价(元/日)	37.12	24.02	4.53	105.48
玉米雇工工价(元/日)	35.46	20.54	5.85	107.34
大豆雇工工价(元/日)	34.82	20.13	6.62	92.71
水稻机械品(元/亩)	82.29	30.76	26.17	179.65
小麦机械品(元/亩)	63.45	30.44	10.68	139.12
玉米机械品(元/亩)	46.39	23.89	6.96	146.54
大豆机械品(元/亩)	33.33	16.88	3.12	96.56
水稻生物品(元/亩)	113.49	28.94	53.31	193.08
小麦生物品(元/亩)	105.95	30.78	34.95	176.32
玉米生物品(元/亩)	100.01	19.58	49.07	150.05
大豆生物品(元/亩)	52.93	12.26	27.16	90.39
劳动资本相对价格	1.53	1.07	0.18	6.31
农业劳动力(万人)	1 146.20	723.09	114.79	3 564.21
农业机械总动力(万千瓦)	2 960.64	2 640.54	191.71	13 353.78
耕地面积(千公顷)	4 798.85	2 673.01	429.22	15 864.19
人口老龄化(%)	8.98	2.55	3.41	20.61
受教育年限(年)	6.77	0.90	4.09	8.65
粮食消费占比(%)	20.03	8.67	5.41	48.69
作物比较收益(粮食平均)	0.36	0.28	-0.19	1.45
作物比较收益(水稻)	0.43	0.23	-0.27	1.83
作物比较收益(小麦)	0.32	0.37	-0.28	1.23
作物比较收益(玉米)	0.29	0.33	-0.31	1.54
作物比较收益(大豆)	0.27	0.41	-0.35	1.42
农业税	0.35	0.48	0	1
财政支农强度(%)	11.30	3.60	2.33	19.03

注:①以1998年为基期,雇工工价、机械品、生物品分别用农村居民消费者价格指数、农业生产资料价格指数逐年平减;②作物比较收益分别指某种粮食作物亩均收益与高附加值经济作物亩均收益之比。

四、实证结果分析

(一)基本回归结果。在 Hausman 检验的基础上,选用固定效应模型进行估计。表2报告了对模型(1)的估计结果,6组方程的估计结果均在1%统计水平上显著,回归方程是显著的,适合用来分析。就粮食总体而言,劳动力价格的参数回归结果为0.034,在10%统计水平上显著,意味

①由于各省农业税的减免和取消进度不一,农业税变量设置存在一定差异,具体而言:2004年开始取值为0的省份有北京、吉林、黑龙江、上海;2005年开始取值为0的省份有安徽、福建、甘肃、广东、广西、贵州、海南、河南、湖北、湖南、江苏、江西、浙江、辽宁、内蒙古、宁夏、青海、陕西、山西、重庆、四川、天津、新疆、云南;2006年开始取值为0的省份有河北、山东(陈飞等,2010)。

着劳动力价格每增加1倍,粮食比例增加3.4%。可以看出,劳动力价格上涨并没有使中国粮食生产形势恶化,相反,在一定程度上促进了粮食生产比例的扩大。但面对劳动力价格上涨,不同粮食品种的表现存在明显差异,劳动力价格对水稻、小麦、玉米存在显著的正向影响,对大豆和其他粮食作物存在显著的负向影响。从回归系数来看,劳动力价格每增加1倍,各省倾向于增加4.9%的水稻播种面积比例,8.5%的小麦播种面积比例以及7.1%的玉米播种面积比例,同时减少18.3%的大豆播种面积比例以及19.8%的其他粮食作物播种面积比例。

表2 劳动力价格上涨对粮食种植比例的影响

	播种面积比例					
	粮食总体	水稻	小麦	玉米	大豆	其他粮食
雇工工价	0.034*(0.018)	0.049*(0.026)	0.085*(0.043)	0.071*** (0.026)	-0.183** (0.072)	-0.198** (0.083)
农业劳动力	-0.057** (0.025)	0.022(0.037)	-0.625*** (0.082)	0.265*** (0.052)	-0.788*** (0.145)	0.116(0.108)
农业机械总动力	0.126*** (0.011)	0.157*** (0.016)	0.749*** (0.018)	0.184*** (0.021)	0.272*** (0.100)	0.079(0.080)
耕地面积	-0.059** (0.025)	-0.024(0.045)	-0.351*** (0.076)	-0.035(0.047)	-0.245*(0.131)	-0.504*** (0.133)
人口老龄化	-0.090(0.204)	-0.002(0.003)	-0.013*(0.007)	-0.002(0.005)	-0.017(0.011)	-0.006(0.009)
受教育年限	-0.044*** (0.011)	-0.082*** (0.020)	-0.041(0.039)	-0.009(0.024)	-0.127** (0.053)	0.078(0.051)
消费占比	0.003*** (0.001)	0.002(0.001)	0.006** (0.003)	-0.004*** (0.002)	0.009*** (0.004)	0.006*(0.003)
作物比较收益	0.006** (0.003)	0.009*(0.005)	0.001(0.002)	0.004*(0.002)	0.001(0.002)	—
农业税	-0.024(0.023)	0.033(0.038)	0.003(0.081)	0.023(0.044)	0.189*** (0.054)	-0.042(0.088)
财政支农强度	-0.002(0.002)	0.007** (0.003)	0.020*** (0.006)	-0.004(0.004)	-0.013** (0.007)	-0.021*** (0.00)
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.46	0.43	0.88	0.69	0.40	0.59
F统计量	15.52***	8.74***	109.97***	34.37***	28.03***	21.34***
样本数	620	440	508	500	460	460

注:①第2-6列雇工工价分别指粮食、水稻、小麦、玉米、大豆雇工工价,由于其他粮食雇工工价缺失严重,第7列雇工工价用粮食平均雇工工价代理;②第2-6列作物比较收益分别指粮食、水稻、小麦、玉米、大豆与高附加值经济作物亩均收益之比;③“-”表示该变量数据缺失,从模型中舍去;④***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著水平,括号内数字为回归标准误。下表同。

常规投入要素中,增加劳动力投入有助于促进玉米种植比例的扩大,但对粮食总体、小麦和 大豆种植比例存在显著的负向影响。可能因为劳动力丰裕性的增加会提升农户安排农业生产的 自由度,为获取更大利润,农户会选择种植高附加值的经济作物或选择养殖业,从而对粮食作物 存在一定的替代和挤出。玉米则相对特殊,养殖规模扩大会提升对玉米作为饲料粮的需求。农业 机械总动力对粮食总体、水稻、小麦、玉米、大豆种植比例均存在显著正向影响,这是粮食生产 规模不因劳动力流失而下降的重要原因。耕地面积对粮食总体、小麦、大豆和其他粮食作物均存 在显著的负向影响。一般而言,耕地面积扩大有助于提升人均耕地禀赋,从而有助于实现更大规 模经营。现实中,耕地规模扩张的省份主要集中在西部,^①这些地区往往不具备粮食生产的有利 条件,特别是在新开垦的土地上,无论是资源禀赋状况还是产品产出品质均落后于其他地区,从 而降低了农户投入粮食生产的积极性。与此同时,随着农业生产区位布局的不断调整,经济作物 生产逐渐向西部地区转移,从而对当地粮食生产存在一定替代作用。此外,小麦生产的优势区域 不断向黄淮海流域集中,中部和东部地区小麦集聚生产的优势不断扩大,而这些地区的耕地资源 因受城市化冲击不断缩减,从而导致粮食生产和耕地面积呈相反方向的变化。

① 1990-2015年,东部地区耕地面积减少了18.77%,中部地区耕地面积总量平衡,但以2005年为界呈先增后减的倒“U”形变化,西部地区耕地面积增加了14.38%(数据来源:历年《中国统计年鉴》)。

就市场特征变量而言,粮食消费占比对粮食总体、小麦、大豆、其他粮食种植比例存在显著的正向影响,对玉米种植比例存在显著的负向影响。一般来讲,粮食消费占比的提升意味着更大的市场需求,从而引导粮食生产。粮食消费占比的提升也意味着解决温饱是农业生产的首要任务,在物资匮乏的年代,农户会选择各种粮食作物均种植一些的策略,特别是大豆作为蛋白质的重要来源,农户会增加大豆的种植比例。由于玉米具有饲料粮的属性,在温饱问题没有得到充分解决的前提下,农户首选种植的还是其他主要口粮作物,从而对玉米存在一定替代和挤出效应。粮食作物与经济作物比较收益对粮食总体、水稻、玉米种植比例存在显著的正向影响,对小麦和大豆存在正向影响,但不显著。这意味着作物之间的比较收益对种植决策调整具有重要影响。虽然粮食生产的比较收益依然偏低,但其与其他经济作物之间的收益差距逐渐缩小(范成方和史建民,2013),引导粮食种植比例不断扩大。

很多学者对农村人口老龄化问题深表担忧,本文的结果显示,人口老龄化除了对小麦种植比例存在一定的负向影响之外,对其他粮食作物的影响均不明显。受教育年限对粮食总体、水稻、大豆存在显著的负向影响,可能的原因是随着人力资本水平的提升,农业劳动力选择非农就业的概率大大增加,从而降低了农户从事粮食生产的积极性。农业税变量在多数情况下不显著,意味着政策实施的效果没有得到充分发挥。财政支农强度显著促进了水稻、小麦种植比例的扩大,但对大豆和其他粮食种植比例存在显著抑制作用,原因可能在于财政支农支出提升了主要口粮作物的比较优势。因此,强化财政支农政策的瞄准效果对于稳定粮食生产具有积极意义。

(二)作用机制检验。以劳动力价格上涨为主要特征的劳动供给短缺变化并没有使水稻、小麦、玉米等粮食生产的形势恶化,相反一定程度促进了上述粮食作物生产比例的扩大,但其对大豆和其他粮食作物产生了明显的抑制作用,这其中的差异是如何形成的呢?本文对此做进一步分析,由于其他粮食作物的投入产出数据缺失严重,以下分析暂不包括其他粮食作物。

考虑到模型(2)两个方程间的扰动项可能存在相关性,为了控制变量间的内生性,解决单一方程估计会忽略方程间的联系,这里使用 *SUR* 模型进行估计。表 3 报告了对模型(2)的 *SUR* 估计结果,结果显示,各方程的扰动项之间“无同期相关”检验的 p 值均为 0.000,即在 1% 显著性水平上拒绝了各方程的扰动项相互独立的原假设,使用 *SUR* 模型可以提高估计的效率。从要素相对价格对机械劳动投入比的诱导结果来看,4 组回归方程中,要素相对价格的回归系数均在 1% 统计水平下显著为正,说明要素相对价格上涨显著促进了机械劳动比的提升。具体而言,水稻、小麦、玉米、大豆回归方程中劳动资本相对价格对机械劳动比的诱导系数分别为 0.177、0.157、0.184、0.130,意味着劳动资本相对价格每增加 1 倍,则水稻、小麦、玉米、大豆的机械劳动比分别增加 17.7%、15.7%、18.4%、13.0%。上述回归结果验证了诱致性技术变迁假说,即在劳动供给短缺的背景下,农户通过增加价格相对低的机械投入来缓解劳动力价格上涨冲击以及劳动供给不足的问题,这构成了稳定粮食生产的一个必要条件。

从要素相对价格对生物劳动投入比的诱导结果来看,水稻、小麦、玉米 3 组方程的要素相对价格的系数均在 1% 水平下显著为正。从诱导作用大小来看,水稻、小麦、玉米方程的诱导系数分别为 0.151、0.176、0.165,即劳动资本相对价格每增加 1 倍,水稻、小麦、玉米的生物劳动比分别增加 15.1%、17.6%、16.5%。这说明劳动资本相对价格变化显著诱使了生物品投入的增加,加快了上述作物要素投入结构调整的进程。要素相对价格变化对大豆生物品投入存在正向影响,但不显著。由于生物劳动比调整幅度的大小反映的是生物技术进步的快慢,这说明水稻、小麦、玉米生物技术进步水平明显快于大豆。一般地,面对劳动力价格上涨,大豆农户具有增加相对低价格生物品的动机,但生物技术供给不足的矛盾阻断了这一目标的实现。前面提到,生物品投入可以

配合农机使用提升农业生产的标准化程度,进而缓解劳动力刚性约束。更重要的,生物品投入可以有效提升土地产出效率,单位面积收益的增加也可以缓解劳动力价格上涨的冲击,进而巩固粮食生产。而大豆生物技术发展缓慢,对促进大豆增产的贡献有限。事实上,1990-2017年间,水稻、小麦、玉米、大豆的亩均产出水平分别由387.01公斤、212.93公斤、301.60公斤、97.00公斤增加到461.13公斤、365.40公斤、407.33公斤、123.60公斤,其中,小麦单产提升幅度最大,大豆提升幅度最小,大豆不仅单产水平低,其增速也明显落后于小麦和玉米。加之大豆价格优势并不明显,近年来表现出明显的下降趋势,从而增加了其生产的危机。

表3 劳动资本相对价格变化对要素投入结构调整的影响

	要素投入结构调整							
	水稻		小麦		玉米		大豆	
	MC	BC	MC	BC	MC	BC	MC	BC
相对价格 w/r	0.177*** (0.061)	0.151*** (0.039)	0.157*** (0.035)	0.176*** (0.034)	0.184*** (0.037)	0.165*** (0.023)	0.130*** (0.044)	0.0141 (0.048)
农业劳动力	-0.167 (0.170)	0.071 (0.110)	-0.205** (0.097)	-0.017 (0.096)	-0.875*** (0.115)	-0.223*** (0.070)	-0.497*** (0.141)	-0.365** (0.154)
农业机械总动力	0.028 (0.093)	0.073 (0.060)	0.187*** (0.052)	-0.052 (0.052)	0.163*** (0.057)	0.008 (0.035)	0.284*** (0.068)	0.441*** (0.074)
耕地面积	0.592*** (0.126)	0.164** (0.081)	0.296*** (0.098)	0.342*** (0.097)	0.107 (0.098)	0.213*** (0.060)	0.269** (0.114)	0.074 (0.124)
人口老龄化	0.018* (0.010)	0.013** (0.006)	-0.022*** (0.008)	-0.016** (0.008)	0.041*** (0.008)	-0.002 (0.005)	0.006 (0.010)	0.020* (0.011)
受教育年限	0.155*** (0.053)	0.135*** (0.034)	0.019 (0.043)	-0.008 (0.043)	0.152*** (0.039)	0.141*** (0.024)	0.106** (0.046)	0.322*** (0.050)
消费占比	-0.026*** (0.005)	-0.005* (0.003)	0.002 (0.003)	0.008*** (0.003)	-0.025*** (0.003)	-0.017*** (0.002)	-0.004 (0.004)	-0.009** (0.004)
作物比较收益	-0.001 (0.001)	-0.001 (0.001)	0.051*** (0.016)	0.052*** (0.016)	0.026*** (0.010)	0.009 (0.006)	0.207 (0.165)	-0.031* (0.018)
农业税	-0.017 (0.055)	-0.324*** (0.036)	0.078 (0.084)	0.067 (0.083)	-0.084* (0.043)	-0.207*** (0.027)	-0.321*** (0.049)	-0.255*** (0.053)
财政支农强度	0.042*** (0.015)	0.053*** (0.010)	-0.013** (0.006)	0.007 (0.006)	0.017*** (0.006)	0.002 (0.003)	-0.038 (0.131)	-0.035 (0.143)
地区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R^2	0.87		0.95		0.91		0.90	
P 值	0.000***		0.000***		0.000***		0.000***	
样本数	520		440		440		320	

综上,不同粮食作物的机械技术和生物技术均获得了一定发展,但受限于技术供给的非均衡、不充分性,不同粮食生产方式的现代化转型存在明显差异,水稻、小麦、玉米转型较成功,这有利于生产效率的改进。而大豆转型明显滞后,特别是受生物技术发展缓慢的影响,导致大豆生产出现了生产停滞甚至萎缩现象。这回答了不同粮食作物生产差异的成因。应当说,要素禀赋结构的丰缺性变化已经改变了农业比较优势的品种分布格局,那些转型较成功的粮食品种通过低密度的劳动投入和高效率的生产方式,正在逐步获取农业生产中的比较优势,并在种植结构调

整中占据更加有利的位置。而转型较慢的作物品种,面对劳动供给短缺冲击,生产劣势将不断加深。作为改造传统农业的主要手段,机械技术和生物技术协同发展是稳定农业生产的两个必要条件。当前,中国农业现代化转型在不同作物品种中存在很大差异,降低了收入流的价格,实现农业现代化的全面转型,需要进一步加大科技研发力度,增加现代生产要素供给的广度和深度。

五、粮食结构调整能力分析

劳动力外出务工、劳动力价格上涨一定程度促进了粮食生产比例的扩大,但不同粮食作物面对禀赋约束变化表现出一定差异,这种差异和作物的调整能力有关。认识和了解不同粮食作物的调整能力,对于进一步推进农业供给侧结构性改革具有一定政策涵义。

Nerlove 和 Bessler(2001)在研究中国粮食播种面积调整问题时,假设当期最优播种面积与上期实际播种面积之差和相邻两期的实际播种面积之差正相关,二者相关关系可以表示为:

$$Y_{it} - Y_{it-1} = \gamma(Y_{it}^d - Y_{it-1}) + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, Y_{it} 为当期实际播种面积, Y_{it-1} 为上期实际播种面积, Y_{it}^d 为当期最优播种面积,反映的是供需平衡状态下的粮食播种面积; γ 为结构调整参数,反映粮食生产根据市场需求进行调整的能力,在(0, 2)之间取值,取值越大,结构调整能力越强。 ε_{it} 为随机误差项。

由于粮食最优播种面积不易直接观察, Nerlove(1958)的适应性预期模型假设最优播种面积是粮食预期价格的函数,函数模型可以表示为如下形式:

$$Y_{it}^d = \alpha + \beta P_{it}^e + \theta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, P_{it}^e 为粮食预期价格, X_{it} 为相关控制变量。将式(4)带入式(3),得到:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 Y_{it-1} + \beta_2 P_{it}^e + \theta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

结构调整参数可以表示为 $\gamma = 1 - \beta_1$ 。通过对模型(5)的估计,可以得到粮食生产的结构调整参数。需要说明的是,由于粮食预期价格 P_{it}^e 难以直接观测,参考陈飞等(2010)的做法,采用 ARIMA 模型进行预测。此外,回归模型中包含了被解释变量的滞后项,会带来一定内生性问题,从而导致回归结果有偏、非一致性,研究选择动态面板广义矩估计(GMM)进行回归。表4给出了对模型(5)的估计结果,从 Sargan 检验值来看,使用 GMM 估计是有效、可靠的,适合用来分析。

表4 粮食结构调整参数的估计结果

分类	粮食播种面积					
	粮食 1	粮食	水稻	小麦	玉米	大豆
滞后一期面积	0.745*** (0.024)	0.690*** (0.0188)	0.594*** (0.009)	0.649*** (0.010)	0.506*** (0.008)	0.696*** (0.031)
预期价格	0.141*** (0.009)	0.099*** (0.012)	-0.012 (0.008)	-0.009 (0.012)	0.093*** (0.008)	0.249*** (0.088)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Sargan 检验	0.896	0.761	0.537	0.541	0.531	0.701
样本量	341	279	279	279	279	232

注:①因存在滞后项,数据起始年份调整为1991年;②考虑农业税政策调整,粮食1方程的样本观察期为1991—2006年,其他方程的样本观察期为2006—2017年。

根据结构调整参数的表达式 $\gamma = 1 - \beta_1$ 和表4的结果,可以得到粮食作物的结构调整参数。如表5所示,1991—2006年和2006—2017年两个时期,粮食总体的结构调整参数分别为0.255和0.310,参数取值增大,将粮食种植规模调整到最优水平所需时间缩短。随着现代生产要素投入水

平的不断增长,相关政策的支持力度和粮食综合生产能力不断提升,以及市场化改革的推进使得农民能够灵敏且迅速地对市场变化做出反应,这些都推动了粮食结构调整能力持续提升。

表5 不同粮食作物结构调整参数的计算结果

分类	粮食1	粮食	水稻	小麦	玉米	大豆
调整参数	0.255(3.92)	0.310(3.23)	0.406(2.46)	0.351(2.85)	0.494(2.02)	0.304(3.29)

注:括号内数字为结构调整所需时间,即结构调整参数的倒数。

分品种来看,水稻、小麦、玉米、大豆的结构调整参数分别为0.406、0.351、0.494、0.304。其中,玉米的结构调整能力最强,大豆的结构调整能力最弱,水稻和小麦居于中间。应当说,结构调整能力和作物自身的比较收益、作物生产地位以及作物区位分布均有关。从作物生产的比较收益来看,随着现代生产要素供给增加,水稻、小麦、玉米生产方式的现代化转型不断加快,这对降低劳动成本,促进产出增长,提升作物比较收益,进而引导粮食结构调整具有重要意义。而大豆的生产方式转型较慢,面对要素市场变化的调整能力欠缺。尽管大豆的价格水平高于其他主粮作物,但大豆价格增速最慢,数据显示,20世纪90年代以来,大豆价格仅增加0.11倍(不变价,下同),同期水稻价格增加了1.21倍,玉米价格增加了1.09倍,小麦价格增加了0.79倍,水稻、小麦、玉米的价格水平与大豆之间的差距逐渐缩小,从而使得价格上涨在引导大豆生产结构调整方面的激励作用逐渐下降。

从作物生产地位来看,随着人们收入水平提升以及消费结构变化,人们对禽肉的消费需求日益增长,具有饲料粮属性的玉米生产地位不断提升。在中国北方农牧地区,畜牧业的快速发展加大了对玉米等饲料粮的需求,带动玉米播种面积的增加,在耕地资源有限的情况下,农民不断压缩小麦生产比例。如内蒙古和黑龙江地区,玉米播种面积比例分别由1990年的16.4%和25.3%上升到2017年的41.2%和39.7%,小麦播种面积比例分别由1990年的24.4%和20.8%下降到2017年的7.4%和0.5%。此外,在中国南方一些地区,受耕作制度调整的影响,“水稻-小麦”双季轮作的生产模式也在发生变化,逐渐由双季轮作改为单季种植,在耕作制度改变的过程中,理性农户根据比较收益和机会成本差异,倾向于减少小麦种植比例。

从作物区位布局来看,现实中,玉米生产从东北到西南均有广泛种植,水稻分布在秦岭-淮河以南的水田区,近期在东三省也获得了较快发展,而小麦主要分布在华北平原地区,近70%的小麦生产集中在河南、山东、安徽、河北、江苏五省。由于小麦生产区位分布并不像玉米和水稻那样广泛,导致其结构调整空间相对局限,在结构调整过程中面临一定的资源禀赋约束。还需要改良小麦品种,推动小麦生产区位的转移和扩散。总体而言,提升粮食作物结构调整能力,一方面在于理顺作物之间的比较优势关系,更为关键的是增加现代生产要素的供给,促进粮食生产方式加快转型升级。

六、结论与讨论

技术进步是农业现代化转型所依赖的重要因素。本文从技术进步具有多种途径的视角出发,重新考察了粮食生产响应劳动禀赋变化冲击的逻辑,评估了劳动力价格上涨对不同粮食作物生产的影响。研究结论有助于澄清劳动力刚性约束下粮食生产的技术选择问题,同时也有助于深化对我国新发展阶段粮食生产形势的认识。研究结论如下:第一,面对劳动力刚性约束增强,粮食生产遵循要素禀赋结构及其相对价格体系,增加机械品和生物品投入,但不同粮食作物表现出很大差异。要素相对价格变化诱使水稻、小麦、玉米的机械品投入和生物品投入大幅增

长,推动水稻、小麦、玉米生产方式加快转型升级;要素相对价格变化对大豆机械品投入存在显著的诱致作用,对大豆生物品投入的诱致作用不明显,大豆生产方式转型明显落后于三种主要粮食作物。第二,水稻、小麦、玉米种植比例不因劳动力价格上涨而下降,相反,劳动力价格上涨一定程度促进了上述粮食作物种植比例的扩大,但劳动力价格上涨对大豆和其他粮食作物生产构成了显著的抑制作用。原因在于水稻、小麦、玉米能够有效借助机械技术和生物技术全面提升生产效率,有效缓解劳动力价格上涨冲击,并在种植结构调整中占据有利位置。而大豆生产方式转型不畅,生物技术的缓慢发展严重制约了大豆产出水平的提升,单纯依靠降低劳动投入方面的努力不足以稳定大豆生产。在劳动禀赋变化冲击背景下,机械技术和生物技术协同发展是巩固粮食生产的两个必要条件。第三,20世纪90年代以来,粮食结构调整能力不断提升,这意味着将粮食生产规模调整到理想状态所需要的时间大幅缩短。但不同粮食作物结构调整能力存在明显差异,玉米结构调整能力最强、水稻其次、小麦再次,大豆结构调整能力则远远落后于以上三种粮食作物。

根据上述研究结论,本文认为:第一,应当把握粮食产能不断提升的有利形势,优化粮食种植结构。目前,我国三大主粮作物正在逐步获取农业生产中的比较优势,粮食生产规模有进一步扩大的趋势,但在耕地资源有限的情况下,这一变化会挤占其他作物生产空间,加剧农产品供求结构矛盾。应当抓住粮食产能大幅提升的有利时机,调减低效粮食播种面积,释放更多结构调整空间。第二,补齐短板,推进粮食生产的全程机械化。由于劳动力价格已经进入到一个快速上涨的发展空间,粮食用工成本不断增加,巩固粮食生产,提升粮食生产的比较收益还需要进一步推进农地适度规模经营,通过社会化工服务实现粮食生产的全程机械化。第三,加大优质粮种自育水平,化解粮食种源“卡脖子”风险。我国主要口粮作物的种子基本可以实现自我培育,但在高产、高质方面依然存在很大发展空间,需要依托良种研发推进口粮作物产能提升由依赖播种面积扩大向单产水平提升上转变。需要特别强调的是,大豆和部分杂粮的种业发展高度依赖进口,面临严重的“卡脖子”问题,需要加大相关粮食品种的自育水平。种质资源研发对于提升粮食竞争优势更具长远意义。

* 本文同时得到了清华大学中国农村研究院博士论文奖学金项目(201908)的资助。作者衷心感谢两位匿名审稿专家和编辑提出的宝贵建议。当然,文责自负。

参考文献:

- [1]蔡昉,王美艳.从穷人经济到规模经济——发展阶段变化对中国农业提出的挑战[J].经济研究,2016,(5):14-26.
- [2]陈飞,范庆泉,高铁梅.农业政策、粮食产量与粮食生产调整能力[J].经济研究,2010,(11):101-114.
- [3]程名望,黄甜甜,刘雅娟.农村劳动力外流对粮食生产的影响:来自中国的证据[J].中国农村观察,2015,(6):15-21.
- [4]仇童伟,罗必良.种植结构“趋粮化”的动因何在?——基于农地产权与要素配置的作用机理及实证研究[J].中国农村经济,2018,(2):65-80.
- [5]顾焕章,张景顺.完善农业科技成果转化的供求机制[J].农业技术经济,1997,(2):22-23.
- [6]何浩然,张林秀,李强.农民施肥行为及农业面源污染研究[J].农业技术经济,2006,(6):2-10.
- [7]胡浩,杨泳冰.要素替代视角下农户化肥施用研究——基于全国农村固定观察点农户数据[J].农业技术经济,2015,(3):84-91.
- [8]胡瑞法,冷燕.中国主要粮食作物的投入与产出研究[J].农业技术经济,2006,(3):2-8.
- [9]黄枫,孙世龙.让市场配置农地资源:劳动力转移与农地使用权市场发育[J].管理世界,2015,(7):71-81.
- [10]纪月清,刘亚洲,陈奕山.统防统治:农民兼业与农药施用[J].南京农业大学学报(社会科学版),2015,(6):61-67.

- [11]孔祥智,张琛,张效榕.要素禀赋变化与农业资本有机构成提高——对1978年以来中国农业发展路径的解释[J].
管理世界,2018,(10):147-160.
- [12]刘亮,章元,高汉.劳动力转移与粮食安全[J].统计研究,2014,(9):58-64.
- [13][美]钱纳里,[以]赛尔昆.发展的型式:1950—1970[M].李新华等译.北京:经济科学出版社,1988.
- [14]钱文荣,郑黎义.劳动力外出务工对农户水稻生产的影响[J].中国人口科学,2010,(5):58-65.
- [15]饶静,纪晓婷.微观视角下的我国农业面源污染治理困境分析[J].农业技术经济,2011,(12):11-16.
- [16]史常亮,李赞,朱俊峰.劳动力转移、化肥过度使用与面源污染[J].中国农业大学学报,2016,(5):169-180.
- [17][日]速水佑次郎,[日]神门善久.发展经济学:从贫困到富裕[M].李周译.3版.北京:社会科学文献出版社,2009.
- [18]万宝瑞.当前我国农业发展的趋势与建议[J].农业经济问题,2014,(4):4-7.
- [19]吴方卫,闫周府.劳动禀赋变化:要素替代抑或生产退出——以蚕桑生产为例[J].农业技术经济,2018,(12):
30-40.
- [20]伍山林.中国粮食生产区域特征与成因研究——市场化改革以来的实证分析[J].经济研究,2000,(10):38-45.
- [21]许丽丽,李宝林,袁焯城,等.2000—2010年中国耕地变化与耕地占补平衡政策效果分析[J].资源科学,2015,(8):
1543-1551.
- [22]杨建利,邢娇阳.我国农业供给侧结构性改革研究[J].农业现代化研究,2016,(4):613-620.
- [23]杨进,钟甫宁,陈志钢,等.农村劳动力价格、人口结构变化对粮食种植结构的影响[J].管理世界,2016,(1):78-87.
- [24]应瑞瑶,郑旭媛.资源禀赋、要素替代与农业生产经营方式转型——以苏、浙粮食生产为例[J].农业经济问题,
2013,(12):15-24.
- [25]余振国,胡小平.我国粮食安全与耕地的数量和质量关系研究[J].地理与地理信息科学,2003,(3):45-49.
- [26]张舰,亚伯拉罕·艾宾斯坦,玛格丽特·麦克米伦,等.农村劳动力转移、化肥过度使用与环境污染[J].经济社会体制
比较,2017,(3):149-160.
- [27]郑旭媛,徐志刚.资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁——以中国粮食生产的机械化为例[J].经济学(季
刊),2017,(1):45-66.
- [28]钟甫宁,陆五一,徐志刚.农村劳动力外出务工不利于粮食生产吗?——对农户要素替代与种植结构调整行为及约
束条件的解析[J].中国农村经济,2016,(7):36-47.
- [29]Acemoglu D, Linn J. Market size in innovation: Theory and evidence from the pharmaceutical industry[J]. [The
Quarterly Journal of Economics](#), 2004, 119(3): 1049-1090.
- [30]Gong B L. Agricultural reforms and production in China: Changes in provincial production function and productivity in
1978-2015[J]. [Journal of Development Economics](#), 2018, 132: 18-31.
- [31]Griliches Z, Schmookler J. Inventing and maximizing[J]. [The American Economic Review](#), 1963, 53(4): 725-729.
- [32]Hayami Y, Ruttan V W. Agricultural development: an international perspective[M]. Baltimore: The Johns Hopkins
Press, 1971.
- [33]Li T X, Yu W S, Baležentis T, et al. Rural demographic change, rising wages and the restructuring of Chinese agricul-
ture[J]. [China Agricultural Economic Review](#), 2017, 9(4): 478-503.
- [34]Lin J Y. Prohibition of factor market exchanges and technological choice in Chinese agriculture[J]. [The Journal of
Development Studies](#), 1991a, 27(4): 1-15.
- [35]Lin J Y. Public research resource allocation in Chinese agriculture: A test of induced technological innovation hypo-
theses[J]. [Economic Development and Cultural Change](#), 1991b, 40(1): 55-73.
- [36]Nerlove M, Bessler D A. Expectations, information and dynamic[A]. Gardner B L, Rausser G C. Handbook of agricul-
tural economics (Vol.1)[M]. Amsterdam: Elsevier Science, 2001.

- [37] Nerlove M. The dynamics of supply: Estimation of farmers' response to price[M]. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1958.
- [38] Ranis G, Fei J C H. A theory of economic development[J]. The American Economic Review, 1961, 51(4): 533–565.
- [39] Schultz T W. Transforming traditional agriculture[M]. New Haven: Yale University, 1964.
- [40] Taylor J E, Rozelle S, De Brauw A. Migration, remittances, and agricultural productivity in China[J]. *American Economic Review*, 1999, 89(2): 287–291.

Labor Endowment Change, Technological Choice and Grain Planting Structure Adjustment

Yan Zhoufu¹, Wu Fangwei², Yuan Kaibin³

(1. College of Economics and Management, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;
2. Research Institute for Agriculture, Farmer and Rural Society in China, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China; 3. School of Finance, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China)

Summary: Since the COVID-19 outburst in the end of 2019, many countries have implemented food export restrictions, which has tightened food security expectations and caused concerns over food security issues. Food security has a strong implication for national security. It is urgent to investigate food production and, particularly, the rising labor cost on food security in China.

The existing literature has carried on many beneficial discussions, but there are at least two deficiencies. First, it mainly focuses on the changes in total amount of grain, instead of incorporating structural issues within grain. Second, most of it only investigates the technological progress in mechanical equipment, which might compromise the understanding of food security. This paper re-examines the impact of rising labor prices on the overall and different types of grain production, and finds that labor prices have a positive effect on the proportion of planting in grain. However, the effects on different grain crops are heterogeneous. Labor prices have significantly increased the proportion of rice, wheat, and corn, but reduced the proportion of soybeans and other grain crops. The changes in the relative price of factors have significantly induced the increase of the machinery and biological input of rice, wheat and corn, and significantly induced the machinery input of soybeans, but not significantly induced the biological input of soybeans. This result provides a novel explanation for the different production trajectories of different grain crops. In addition, it is found that corn has the strongest adjustment capabilities, followed by rice, wheat, and soybeans.

The conclusions of this paper provide explicit implication for food security in China. First, main grain crops are gaining comparative advantages in agricultural production, so we should seize the opportunity to optimize the grain planting structure. Second, we should strengthen the utilization of germplasm resources and self-cultivation levels of main grain crops, and improve the seed research of soybeans and other grain crops to cultivate grain varieties suitable for growth in different latitudes. Third, we should further promote the full mechanization of grain production, and improve the ability of grain production to respond to the changes in labor supply shortages.

Key words: labor endowment change; technological choice; grain production; structure adjustment

(责任编辑 石头)