

# 特色经济作物绿色生产效率影响因素及传导路径

——以广昌县白莲绿色化种植为例

王思博<sup>1</sup>, 李冬冬<sup>1\*</sup>, 徐金星<sup>2</sup>

(1.中国社会科学院大学研究生院, 北京 102488; 2.广昌县白莲科学研究所, 江西 广昌 344900)

**摘要:** 基于2017年江西省广昌县农户的白莲绿色种植行为问卷数据, 从耕地特征、劳动力特征、家庭收入特征、种植方式四个维度选取15个变量, 采用DEA模型计算并分解白莲绿色生产综合技术效率, 并借助Tobit模型分析其影响因素及传导路径, 结果表明: 耕地特征、劳动力特征、家庭收入特征、种植方式等是影响白莲绿色生产效率的重要因素, 预期稳定的局部耕地制度环境、充足的资本禀赋能够同时改善纯技术效率与规模效率, 提升综合技术效率; 较高的文化程度、良好的健康状况、精细化的种植方式等影响因素主要通过提升纯技术效率改善综合技术效率。

**关键词:** 特色经济作物; 绿色农业; 生产效率

中图分类号: F323.3

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2019)05-0014-10

## Influencing factors and conducting path of green production efficiency of characteristic economic crops: Taking the green planting of white lotus in Guangchang county as an example

WANG Sib<sup>1</sup>, LI Dongdong<sup>1\*</sup>, XU JinXing<sup>2</sup>

(1.University (Graduate School) of CASS, Beijing 102488, China; 2.Guangchang White Lotus Research Institute, Guangchang 344900, China)

**Abstract:** Based on the questionnaire data of farm households' green planting behavior of white lotus in Guangchang county, Jiangxi province in 2017, selecting 15 variables from four dimensions of cultivated land characteristics, labor characteristic, family income characteristics and planting methods, this paper calculated and decomposed the comprehensive technical efficiency of white lotus production using DEA model, and analyzed the influencing factors and conduction path with Tobit model. The results show that the characteristics of cultivated land, labor, household income and planting methods are important factors that affect the green production efficiency of white lotus. The stable of local arable land system environment and sufficient capital endowment can simultaneously improve pure technical efficiency and scale efficiency, and improve comprehensive technical efficiency; higher education level, good health condition, and refined planting methods mainly improve the efficiency of comprehensive technology by improving the efficiency of technology.

**Keywords:** characteristic economic crops; green agriculture; production efficiency

### 一、问题的提出

中国农业产业结构正不断优化、总产值稳步提升, 农业发展取得了巨大的成就, 然而农业部门污染物排放总量远超过工业部门与生活部门<sup>[1]</sup>, 农业产业可持续发展面临严峻挑战。2018年中央一号文件提出“以绿色发展引领乡村振兴”, 绿色农业成

收稿日期: 2019-07-14

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(15CGL039)

作者简介: 王思博(1991—), 男, 内蒙古通辽人, 博士研究生, 主要研究方向为农业经济、资源与环境经济。

\*为通信作者。

为了各个地区农业发展转型的重要方向。特色经济作物的绿色农业兼顾了生产效率与生态环境承载能力,其发展能够有效带动农民增收,是助力“乡村振兴战略”的可行路径,中国部分地区已经开始了特色经济作物绿色产业发展模式的探索。如何处理好生产效率提升与环境承载能力之间的关系是特色经济作物产业可持续发展的关键。

研究农业生产效率最为常见的是数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA),该方法的核心思想由美国经济学家 Michael Farrell 于 1957 年提出<sup>[2]</sup>。自从 Charnes 等明确阐释并提出了成熟的 DEA 模型后<sup>[3]</sup>,国内外诸多学者基于数据包络模型对农业生产效率进行了研究。Toshihiko Kawagoe 等综合利用 DEA 与 CGE 模型验证了国家间农业生产技术效率存在差异的主要原因<sup>[4,5]</sup>。Ruttan 引入资源、环境约束和科技约束分析阐释了发达国家与发展中国家之间农业生产效率差异未收敛的原因<sup>[6]</sup>。McMillan、Lin、Wen 等较早地对中国农业生产技术效率进行研究,肯定了家庭联产承包责任制改革对中国农业效率提升的作用<sup>[7-9]</sup>。黄少安等将 1949—1978 年中国农业发展分为三个阶段进行研究,验证了土地制度改革是中国农业生产技术效率提升的关键因素<sup>[10]</sup>。郁红艳对 1996—2013 年中国农业进行分析发现,城乡一体化发展机制的完善是现代中国农业技术效率提升的关键<sup>[11]</sup>。李谷成、黄海艳、王奇等对中国改革开放后绿色农业生产技术效率进行了测算与探索,认为农业增长要处理好资源、环境与发展之间的关系,依靠技术进步、重视环境因素在生产决策中的影响是构建农业发展与环境之间协调融合机制的关键<sup>[12-16]</sup>。

为了方便探究生产效率影响因素,Coelli 于 1998 年在 DEA 分析的基础上提出了 DEA-Tobit 模型<sup>[17]</sup>。涂俊等利用 DEA-Tobit 模型对中国农业创新系统效率进行评价与探索,验证了农村基础教育水平和自然灾害对区域农业创新系统效率具有显著影响<sup>[18]</sup>。杨伯坚、王胜、李燕凌等就财政支出对农业生产技术效率的影响进行了系统的研究<sup>[19-22]</sup>。洪正和赵楠等则从农业信贷融资角度对农业生产技术效率进行了深入研究<sup>[23,24]</sup>,相关研究均肯定了资本禀赋对农业产业效率提升的积极作用。蔡荣、钱龙等从农户土地退出意愿、土地流转行为方面研究得出,耕

地生产要素市场建设与完善,能够促进耕地生产要素配置效率的提升,进而对农业生产效率提升产生积极的影响<sup>[25,26]</sup>。也有学者基于劳动力老龄化、农田水利设施、水资源、机械化等对农业生产效率的影响进行探索<sup>[27-29]</sup>。马林静、谌贻庆等对农业生产效率影响因素进行了综合性的探讨<sup>[30-35]</sup>。

综上所述,现有文献对农业生产效率影响因素进行了深入探讨,部分文献涉及了绿色农业,但仍存在以下不足:一是特色经济作物绿色农业作为一种新型的农业经营模式,较常规农业而言,生产经营方面的差别可能会导致生产效率影响因素有较大的不同,已有研究尚未针对特色经济作物绿色农业生产效率影响因素进行探索;二是相关文献仅对综合技术效率影响因素进行分析,尚未有文献结合纯技术效率、规模效率进行系统分析,而只有结合纯技术效率、规模效率进行综合分析,才能够揭示相关因素对生产效率影响的传导路径。三是尚未有文献针对耕地局部调整周期或方式对生产效率的影响进行研究。江西省抚州市广昌县是中国白莲主要产地,被称为“中国的白莲之乡”,全县共种植 11 万亩子莲,占全国子莲总种植面积的 30%以上。广昌县于 2007 年制定并推广白莲绿色栽培技术标准(DB36/T429—2007),并成功在全县范围内创建了全国唯一一家绿色食品原料(广昌白莲)标准化生产基地,广昌白莲产业成功实现了绿色化转型,是研究特色经济作物绿色农业的代表性对象。基于此,本研究拟以广昌县白莲产业为例,采用 DEA 模型计算并分解白莲绿色生产综合技术效率,并借助 Tobit 模型分析其影响因素及传导路径,探索特色经济作物的绿色生产效率及影响因素,以为政府相关施政方针调整提供参考。

## 二、理论分析与模型构建

特色经济作物绿色农业与常规农业相比,生产经营方面存在较大差异,影响生产效率的主要因素也可能存在不同,下面以广昌白莲为例从耕地制度、劳动力特征、家庭收入特征、种植方式等四个方面进行分析。

耕地作为农业最重要的生产要素,产权稳定性与农户长期投资行为关系密切。孙小龙、许庆等认为耕地产权稳定性是影响农户农田建设投资行为

的关键因素，土地使用权稳定能够促进农户长期投资行为，而且使用权稳定性越高，农户对农业生产的长期投资越多<sup>[36,37]</sup>。2017 年中央“一号文件”强调要“持续加强农田基本建设，实施耕地质量保护和提升行动，开展有机肥替代化肥试点。”郜亮亮等认为耕地制度稳定会对农户有机肥施用等绿色化种植行为产生促进作用<sup>[38]</sup>，长期来看对提高耕地质量与减少农业生产污染具有积极影响。“三权分置”等土地改革措施极大改善了土地经营权交易制度，盘活了耕地生产要素资源，为充分释放农业经营规模效率提供了必要条件。广昌白莲属于特色经济作物，同时达到了绿色农业生产要求，相比于常规农业，其对农田设施投入要求更高：一是灭虫灯、性诱剂、粘虫板等生态技术设施投入是广昌白莲达到绿色生产要求的重要保障；二是白莲对农田土壤质量要求较高，例如硼元素和有机质含量高能够大幅度降低白莲病虫害发病率，并提高白莲产量、品质。因此，相对于常规农业而言，农田设施投入对其生产效率的影响更大。综上所述，耕地制度会影响莲农的农田设施投入，进而通过纯技术效率对综合技术效率产生影响。另外，耕地流转与种植规模的扩大会通过规模效率对综合技术效率产生影响。

一般说来，机械、农药和化肥的普遍使用，极大便利了农业生产，人力资本对农业生产效率的影响减弱。已有研究发现人口老龄化对常规农业生产效率的影响并不显著<sup>[27]</sup>，并且文化程度、身体状况、种植培训对常规农业生产效率也未产生显著的影响<sup>[39,40]</sup>。然而广昌白莲与常规农业不同，具体体现在以下两个方面：一是亩产收益高，根据调查，水稻、玉米亩均收入约为 1000 元，广昌白莲亩均收入可达到 3500~4500 元，能够吸引素质较高的劳动力参与其中；二是白莲种植工序复杂且机械化程度较低，白莲种植工序分为起挖、翻地、除草、种藕、授粉、施肥、施药、采莲等 8 道工序，仅翻地实现了机械化，其他工序均需要人工完成，种藕消毒、种藕筛选、基肥用量、生态治虫、微量元素追肥、生态技术设施使用与维护等均需要丰富的经验与相关农业科学技术知识，每个环节的完成质量均会对最终种植结果产生较大影响。调查发现，文化程度较高、接受过培训的年轻人能够较好地理解并掌握白莲绿色种植技术，往往会成为一个区域白莲种

植的带头人。综上所述，劳动力特征主要通过纯技术效率对白莲生产综合技术效率产生影响。

资本禀赋会影响农业从业者生产技术与规模的可选择边界。对于常规农业而言，虽然家庭收入结构中农业占比提升能够提高农业生产效率，但是家庭收入对农业生产效率的影响甚微<sup>[27,39]</sup>。相对于常规农业而言，白莲绿色种植更依赖于先进的农业技术，家庭收入可能会对白莲生产效率产生更显著的影响。白莲绿色化种植需要更多农田设施投入，例如灭虫灯、耕地土壤质量维护、无人机喷药等均需要丰裕的资本作为支撑。因此，家庭收入可能通过纯技术效率对综合技术效率产生影响。随着白莲收入成为农户的主要收入来源，农户愿意为白莲生产投资并扩大种植规模，以期未来获得更高、更稳定的收入。因此，农户白莲种植收入占家庭总收入比重则同时通过纯技术效率与规模效率对白莲综合技术效率产生影响。

水稻、玉米等常规作物亩产均在 500 公斤以上，病虫害防控技术相对成熟，相关应急补救措施较为有效，产量波动较小，种植方式改善对常规农业生产效率的提升作用并不明显<sup>[27,40]</sup>。白莲亩产不到 50 公斤，加之白莲属于小宗作物，国内从事莲病虫害研究的科研院所和技术人才较少，相关研究相对滞后，莲腐败病、叶斑病仍未有有效的救治方法，应急补救措施有限，保障措施较少导致产量波动较大。同时，广昌白莲绿色化种植过程中基肥、摘虫、除草等工序均需要较多人力投入，而且要求具备一定的专业技术知识与经验，种植工序中的疏忽，极易造成白莲产量大幅度下降甚至绝收。因此，相对于常规作物而言，种植方式对白莲生产效率影响更大。综上所述，种植方式可能通过纯技术效率对白莲综合技术效率产生影响。

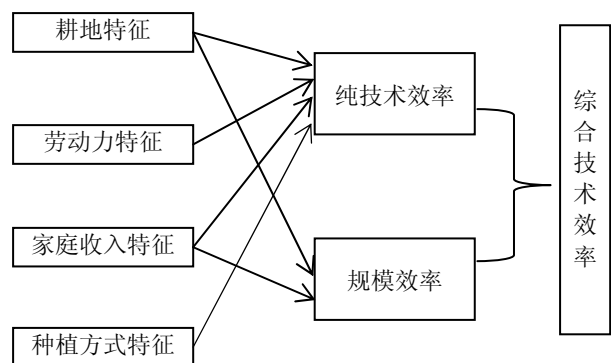


图 1 特色经济作物的绿色生产效率影响因素传导路径

本研究采用数据包络非参数方法测算白莲绿色生产效率，相对于随机前沿生产函数等参数分析法具有以下几点优势：1) 不需要构造具体的生产函数形式，从而避免生产函数形式与实际情况不相符而造成误差；2) 便于处理多投入、多产出的情形；3) 不仅能够得出效率值，而且还能得出一个缺乏效率单位与处于效率边界单位相比的改进方向。生产效率是测算生产投入效率的关键指标，Michael Farrell 数据包络分析的核心思想是根据一组已知样本的投入和产出指标，模拟出样本中所有有效率的单位构成的生产前沿面或效率边界，使其他所有样本值落入该边界之内，根据样本与边界对应的有效投入产出差距，计算该样本的效率值，这一效率值是相对于生产前沿面的效率值。Charnes、Banker 相继提出了规模报酬不变的 C<sup>2</sup>R 模型与规模报酬可变的 BC<sup>2</sup> 模型<sup>[3,41]</sup>，综合 C<sup>2</sup>R 模型与 BC<sup>2</sup> 模型关于生产效率的几何解释如图 2 所示，P 是决策单元，水平直线 AP 分别与规模报酬不变包络面与规模可变的包络面相交于 B 和 C 点，C<sup>2</sup>R 模型下的效率为综合技术效率，即综合技术效率 TE=AB/AP。BC<sup>2</sup> 模型下的效率为纯技术效率，即纯技术效率 PTE=AC/AP。将综合技术效率分解为 AB/AP=(AC/AP)·(AB/AC)，定义规模效率 SE=AB/AC。于是 TE=PTE·SE，综合技术效率变化是纯技术效率与规模效率综合作用的结果。

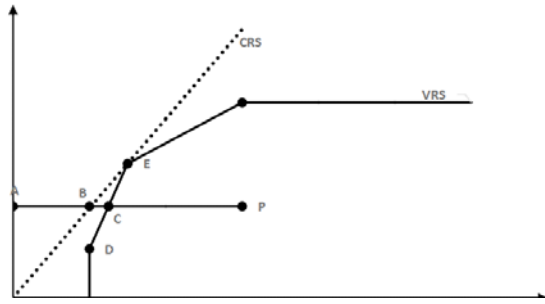


图 2 技术效率、纯技术效率和规模效率的几何解释

1978 年 Charnes 等在规模报酬不变 (constant return to scales, CRS) 的前提假设下提出了第一个重要的 DEA 模型，即 C<sup>2</sup>R 模型<sup>[3]</sup>。该模型借鉴 Farrel 提出的多项投入和产出效率衡量概念，假设有  $n$  个决策单元 (DMU)，每个决策单元都有  $k$  个输入向量  $X_i=(x_{i1},x_{i2},\dots,x_{in})$ ， $i=1,2,\dots,k$  和  $m$  个输出向量  $Y_r=(y_{r1},y_{r2},\dots,y_{rm})$ ， $r=1,2,\dots,m$ 。Charnes - Cooper 等价变换，并引入一个在广义实数领域内小于任何正数且大于零的非阿基米德无穷小量  $\varepsilon$ ，简化后最终

模型如下：

$$(\hat{D}_{C^2R}) \begin{cases} \min_{\theta, \lambda} [\theta - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + e^T s^+)] = h_D \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + S^- = \theta x_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - S^+ = y_{j_0} \\ \lambda_j = 0, j=1, 2, \dots, n \\ S^+ = 0, S^- = 0 \\ \hat{e}^T = (1, 1, \dots, 1) \in E^m, e^T = (1, 1, \dots, 1) \in E^s \end{cases} \quad (1)$$

其中， $X_{iP}$  和  $Y_{mP}$  分别表示第  $P$  个决策单元 DMUP 的第  $i$  个输入和第  $m$  个输出  $\lambda_j$  为权重变量， $S^-$  为松弛变量， $S^+$  为冗余变量， $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小量。在本文模型 1 中  $\theta$  ( $0 < \theta < 1$ ) 为综合技术效率值 (TE)，该指标值越大，则白莲种植户绿色生产效率越高。当  $\theta=1$  时，表示对应白莲种植户绿色生产效率位于最优生产的前沿面上，投入相对产出达到了综合效率最优。

由于 C<sup>2</sup>R 仅能处理规模报酬不变的假设条件下的决策单元 DEA 效率测算，只能判断一个决策单元是否既“技术有效”又“规模有效”，无法判断决策单元是否“技术有效”或“规模有效”。实际生产过程中，由于市场环境、气候变化、政策法规等因素限制，白莲种植户无法在理想状态下生产经营，规模报酬是可变的。针对 C<sup>2</sup>R 模型存在的不足，Banker 等提出了不考虑生产可能性集满足锥性的数据包络分析方法<sup>[41]</sup>，即 BC<sup>2</sup> 模型：

$$(\hat{D}_{BC^2}) \begin{cases} \min_{\sigma, \lambda} [\sigma - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + e^T s^+)] = h_D \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + S^- = \theta x_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - S^+ = y_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j = 0, j=1, 2, \dots, n \\ S^+ = 0, S^- = 0 \end{cases} \quad (2)$$

模型 (2) 中各变量含义均同 (1)。在本文模型 (2) 中的  $\sigma$  表示纯技术效率 (PTE)， $\sigma$  ( $0 < \sigma < 1$ ) 越大表示白莲种植户的纯技术效率越高。综合两个模型测算结果，可以将 BC<sup>2</sup> 模型中的综合技术效率 (TE) 分解为纯技术效率 (PTE) 和规模效率 (SE)，即 TE=PTE·SE。通过 TE=PTE·SE 剥离出的规模效率 SE，易推导  $0 < SE < 1$ ，SE 越大，表示白莲种植

户的规模效率越高,当白莲种植户的  $PTE$ 、 $SE$  均为最优,即同时满足  $SE=1$  和  $PTE=1$  时,决策单元(DMU)为有效。

本研究将利用数据包络模型 1 和模型 2 计算出的广昌白莲生产综合技术效率、纯技术效率、规模效率三个指标作为被解释变量,检验外生变量对广昌白莲生产效率的影响。由于计算出的技术效率取值范围均为  $(0, 1)$ ,属于典型的两端截断的“受限被解释变量”,如果使用最小二乘法进行参数估计,会造成估计结果不一致、有偏等问题。因此,无法满足最小二乘法的经典假设。为解决参数估计中遇到的此类问题,笔者选用极大似然法截取回归模型(即 Tobit 模型)探讨影响广昌白莲生产效率的外生影响因素。具体模型设置如下:

$$T = \beta_0 + \beta_i \cdot X_i + \xi \quad (3)$$

式中  $T$  为通过数据包络分析计算所得广昌白莲生产相关效率指标,根据研究需求将效率指标分为三类,即综合技术效率( $TE$ )、纯技术效率( $PTE$ )、规模效率( $SE$ );  $X_i$  为引入的种植效率影响因素,  $\beta_i$  为对应的变量待估参数;  $\beta_0$  为常数项;  $\xi$  为随机扰动项。

### 三、数据来源及其计量结果分析

本研究数据来源于 2017 年抚州市广昌县特色经济作物白莲绿色化种植行为问卷调查,按照广昌县白莲产业发展局的大于 20000 亩、5000~20000 亩、小于 5000 亩的种植规模划分标准,将 11 个乡镇划分为大、中、小三个等级。问卷调查区域选择遵循样本抽样的无偏性、随机性、一致性等要求,依据各乡镇白莲种植规模,选择白莲种植规模大、中、小的乡镇各 2 个作为问卷调查区域。在各乡镇随机

选择两个村进行问卷调查,并对白莲种植者进行随机访问,每个村调查样本量均约为 30 户,最终有效样本量总计为 350 户。

#### 1. 生产效率评价模型和生产效率影响因素模型的变量测量与描述

调查发现,抚州市广昌白莲种植者以出售莲子为主,本研究选取调查种植户 2017 年莲子实际产量为因变量,评价白莲生产情况,莲子当年实际户均产量为 389.53 千克。由于白莲植物自身特点,白莲种植过程中仅在翻地阶段使用机械,其他种植阶段尚无法使用机械,只能依靠人工,白莲种植机械化程度较低,机械投入对产量影响较小。因此,未将机械投入纳入白莲生产主要投入变量。白莲生产主要投入包括:人工投入、耕地投入、化肥投入、农药投入,平均值分别约为 1.99 人、6.81 亩、587 千克、249 元。

本研究以数据包络(DEA)方法计算出的样本农户白莲绿色化种植综合技术效率、纯技术效率、规模效率作为被解释变量,根据计算结果,2017 年广昌白莲种植户综合技术效率、纯技术效率、规模效率均值分别为 0.673、0.819、0.822,规模效率稍高于纯技术效率,两者均具有较大的提升空间。

根据前文文献整理与分析,兼顾研究需要,引入耕地特征(调整周期、局部调整方式、土地流转、种植面积)、劳动力特征(平均年龄、文化程度、身体状况、种植培训)、收入特征(总收入、白莲收入占总收入比例)、种植方式特征(种藕密度、更换周期、人工摘虫、人工除草、商用有机肥),共 4 个潜在变量下的 15 个观测变量为自变量,如表 1 所示。

表 1 白莲绿色生产效率模型变量及统计描述

类别	变量	变量说明及赋值	平均值	标准差
白莲种植技术效率	综合技术效率	受访者 2017 年种植白莲综合技术效率	0.610	0.21
	纯技术效率	受访者 2017 年种植白莲纯技术效率	0.819	0.18
	规模效率	受访者 2017 年种植白莲规模效率	0.822	0.19
耕地特征	调整周期(年/次)	受访者所在村小组耕地调整周期	11.41	12.75
	局部调整方式	非抓阡调整=0; 抓阡调整=1	0.74	0.44
	土地流转	没有土地流转=0; 土地流转=1	0.60	0.49
	种植面积(亩)	受访者 2017 年白莲种植总面积	6.81	5.03
劳动力特征	平均年龄(周岁)	受访种植户从事白莲种植劳动力 2017 年平均年龄	53.65	9.31
	文化程度	受访种植户从事白莲种植劳动力平均受教育程度:不能读写=1; 识字不多=2; 小学=3; 初中=4; 高中=5; 中专技校=6; 大专及以上=7	3.29	0.98

表 1 (续)

类别	变量	变量说明及赋值	平均值	标准差
	身体状况	受访种植户从事白莲种植劳动力平均健康状况：年老无劳动能力=1；患病无劳动能力=2；患病有劳动能力=3；健康=4	3.75	0.43
	种植培训	受访种植户从事白莲种植劳动力平均接受培训情况：未参加培训=0；参加培训=1	0.45	0.43
收入特征	总收入(元)	受访者 2017 年家庭总收入	64235	57102
	白莲收入占总收入比例	受访者 2017 年白莲收入占家庭总收入比例	0.62	0.58
种植方式特征	种藕密度(株/亩)	受访者 2017 种植白莲种藕密度	181.86	80.67
	更换周期(年)	受访者白莲种藕重新栽种周期	2.08	2.35
	人工摘虫(天)	受访者 2017 年实际人工摘虫投入时间	1.90	2.06
	人工除草(天)	受访者 2017 年实际人工除草投入时间	2.92	3.49
	商用有机肥(千克)	商用有机肥实际使用量	24.07	23.90

就受访白莲种植户耕地特征而言，白莲平均种植规模为 6.81 亩，局部耕地调整平均周期为 11.41 年，耕地抓阩调整与有耕地流转行为农户分别占到总样本的 74%、60%；就劳动力特征而言，受访农户 2017 年从事白莲种植劳动力平均年龄为 53.65 岁，主要劳动力平均文化程度为 3.29，即受访种植户劳动力平均文化程度为初中文化水平及以下。身体健康状况平均水平为 3.75，白莲种植者身体健康状况整体处于良好水平，主要劳动力参加过白莲种植培训者占样本总量的 45%；就收入特征而言，白莲种植户户均总收入达到 64235 元，白莲种植收入约占总收入的 62%；就种植方式特征而言，种藕密度约为平均每亩地 182 株，种藕更换平均周期为 2.08 年。一个白莲种植生产周期中，人工摘虫、人工除草平均用工分别为 1.90、2.92 天，商用有机肥亩均施用量为 24.07 千克。

## 2. 白莲绿色化种植生产效率影响因素实证结果分析

本研究分别对综合技术效率、纯技术效率、规模效率影响因素进行实证检验，为保证模型结果估计的有效性、一致性与无偏性，避免变量间的多重共线性，对模型变量进行筛选，并优化模型结构。由于白莲种植面积与白莲收入占家庭总收入比例两个解释变量的相关系数达到了 0.42，而两个变量具有不同的含义，前者表示种植规模对白莲种植综合技术效率的影响，后者表示白莲生产重要程度对白莲种植综合技术效率的影响，需要分别估计两个变量对白莲生产效率的影响，同时对模型设置的稳健性进行检测。因此，设置了 2 个综合技术效率影响因素模型，即模型 1 与模型 2，模型实证结果如表 2 所示：

表 2 白莲绿色生产综合技术效率影响因素实证结果

变量	模型 1(TE)		模型 2(TE)	
	系数	t	系数	t
调整周期	0.01**	1.64	0.01*	1.52
局部调整方式	-0.71***	-2.06	-0.72***	-2.11
土地流转	0.03**	1.72	0.04**	1.76
种植面积	—	—	0.01***	2.15
平均年龄	-0.15*	-1.53	-0.10*	-1.56
文化程度	0.07*	1.52	0.07*	1.53
身体状况	0.03	0.46	0.05	0.87
种植培训	0.02****	2.73	0.02****	3.46
总收入	0.11****	5.53	0.04**	1.77
白莲占总收入比例	0.21****	6.29	—	—
种藕密度	0.04**	1.75	0.04**	1.78
更换周期	-0.02****	-2.69	-0.02****	-3.05
人工摘虫	0.08****	2.34	0.08****	2.30
人工除草	0.09****	2.48	0.10****	2.90
商用有机肥	0.004****	2.79	0.006****	3.21
Cons	-1.28***	-2.45	-0.17	-0.13
Prob > Chi2	0.000		0.000	
Log Likelihood	21.76		3.85	
Log $\sigma^2$	0.19		0.21	
Obs	350		350	

注：\*\*\*\*、\*\*\*、\*\*、\*分别表示在 1%、5%、10%、15%统计水平上显著。

模型 1、模型 2 的实证结果表明，就耕地特征而言，耕地调整方式在 5%显著性水平与综合技术效率呈现负相关关系，即抓阩式耕地调整方式对综合技术效率具有一定的抑制作用。耕地调整周期在 15%的显著性水平上与综合技术效率呈现正相关关系，构建预期稳定的耕地局部调整制度能够提高白莲绿色种植综合技术效率。白莲种植面积、耕地流转行为分别在 5%、10%的显著性水平上与综合技术效率呈现正相关关系，种植规模扩大能够显著提升

白莲绿色种植综合技术效率。就劳动力特征而言,劳动者平均年龄在 15%显著性水平上与综合技术效率呈现显著的负相关关系,年龄大的劳动者在白莲绿色种植、生态技术应用方面具有一定的劣势,劳动力老龄化是制约白莲绿色种植综合技术效率提升的关键因素。文化程度在 15%的显著性水平上与综合技术效率呈现正相关关系,劳动力受教育水平的提升对综合技术效率的提升具有重要意义。身体状况对综合技术效率的影响并不显著,农村医疗制度改革大幅度提高了农村医疗保障水平,农民身体素质得到了全面的提升,大部分村民身体处于健康水平,加之身体因素会对是否从事农业劳动存在一定筛选作用,因此白莲从业者身体状况对综合技术效率的提升作用并不显著。就收入特征而言,总收入在 1%显著性水平上与综合技术效率呈现正相关关系,总收入较高的家庭具有良好的资本禀赋。绿色农业对种植技术投入要求较高,资本充裕能够在一定程度消除生态种植技术应用的资本束缚,拓宽技术可选择范围,有助于提高白莲绿色种植综合技术效率。白莲种植收入占家庭总收入比例在 1%显著性水平上与综合技术效率呈现正相关关系,相对于白莲种植收入非家庭主要收入的农户而言,白莲种植收入为家庭主要收入的农户对白莲种植重视程度较高,综合技术效率较高。就种植方式特征而言,种藕密度在 10%显著性水平上与综合技术效率呈正相关关系,更换周期在 1%显著性水平上与综合技术效率呈负相关关系,人工摘虫、人工除草、商用有机肥施用量均在 1%显著性水平上与综合技术效率呈正相关关系,说明种植精细化程度越高、人工投入越多,对提升白莲绿色化种植综合技术效率具有一定的帮助。Tobit 模型影响因素实证结果与前文理论分析结果相吻合。

已有文献对常规农业生产效率影响因素进行了深入研究,通过对比发现(表 3),特色经济作物的绿色生产效率影响因素显现出不同的特征。

### 3. 白莲绿色化种植生产效率影响因素传导路径实证结果

在白莲绿色化种植生产效率影响因素传导路径模型构建过程中,为提高模型估计的精准性,对计量关系不显著且逻辑关系不明显的变量予以剔除,仅报告简化后模型结果,实证结果如表 4 所示。模型 4 的实证结果表明,就耕地特征而言,耕地调

整周期、流转行为、白莲种植面积分别在 15%、5%、1%显著性水平上与规模效率呈现显著正相关关系,预期稳定的耕地局部调整制度、适度地提升种植规模有助于规模效率的提升。就劳动力特征而言,除平均年龄在 15%的显著性水平上与规模效率呈现显著的负相关关系外,其它劳动力特征变量与规模效率之间均不存在显著的相关性。就家庭收入特征

表 3 特色经济作物与常规农业生产效率影响因素对比分析

类别	变量	影响显著性	
		常规农业	绿色农业
耕地特征	调整周期	未涉及	正
	局部调整方式	未涉及	负
	耕地流转	弱正或不显著 <sup>[26,39]</sup>	正
	种植面积	正 <sup>[34]</sup>	正
劳动力特征	平均年龄	正或不显著 <sup>[27,40]</sup>	负
	文化程度	不显著 <sup>[27]</sup>	正
	身体状况	不显著 <sup>[35]</sup>	不显著
家庭收入特征	种植培训	不显著 <sup>[27]</sup>	正
	总收入或资本禀赋	不显著 <sup>[27,35]</sup>	正
种植方式特征	农业收入占总收入比例	正 <sup>[27,35]</sup>	正
	种植精准化程度	不显著 <sup>[27,40]</sup>	正

表 4 白莲绿色生产效率影响因素传导路径实证结果

变量	模型 3(PTE)		模型 4(SE)	
	系数	t	系数	t
调整周期	—	—	0.002*	1.48
局部调整方式	-0.70**	-1.89	—	—
土地流转	-0.05*	0.138	0.08***	2.42
种植面积	—	—	0.09****	4.15
平均年龄	-0.08*	-0.72	-0.07*	-1.54
文化程度	0.04*	1.54	0.02	0.55
身体状况	0.04	0.71	0.06	0.93
种植培训	0.02****	2.89	0.02	0.40
总收入	0.03****	1.30	0.03**	2.01
白莲占总收入比例	0.09****	2.84	—	—
种藕密度	0.0003**	1.65	—	—
更换周期	-0.10****	-4.99	—	—
人工摘虫	0.08***	2.23	—	—
人工除草	0.10****	2.56	—	—
商用有机肥	0.006****	3.42	—	—
Cons	-0.09	-0.14	0.71****	13.35
Prob > Chi2	0.025		0.000	
Log Likelihood	-24.09		30.45	
Log $\sigma^2$	0.21		0.18	
Obs	350		350	

注:\*\*\*\*、\*\*\*、\*\*、\*分别表示在 1%、5%、10%、15%统计水平上显著。

而言,总收入在 10%的显著性水平上与规模效率存在正相关关系,丰裕的资本禀赋对农户扩大白莲种植规模具有一定的激励作用,规模效率得以提升。就种植方式而言,相关特征变量均未与规模效率之间呈现显著计量关系。

白莲种植户生产效率影响因素传导路径实证结果如表 5 所示。

表 5 白莲绿色生产效率影响因素传导路径

类别	变量	PTE	SE	TE
耕地特征	调整周期	/	+	+
	局部调整方式	-	/	-
	耕地流转	-	+	+
	种植面积	/	+	+
劳动力特征	平均年龄	-	-	-
	文化程度	+	/	+
	身体状况	/	/	/
	种植培训	+	/	+
家庭收入特征	总收入或资本禀赋	+	+	+
	农业收入占总收入比例	+	/	+
种植方式特征	种藕密度	+	/	+
	更换周期	-	/	-
	人工摘虫	+	/	+
	人工除草	+	/	+
	商用有机肥	+	/	+

就耕地特征而言,调整周期、种植面积均通过提升规模效率,进而提升综合技术效率,调整周期的延长有利于稳定农户对耕地承包经营权预期,激励了农户规模化种植行为。这符合前文理论分析结论与实际调查情况,如表 6 所示,采用周期长、非抓阡式耕地局部调整方式的村小组,农户大多使用有机肥,更多的农户会采用手工除草、除虫,田间管理精细化程度较高,病虫害发病率少。而采用周期短、抓阡式耕地局部调整方式的村小组,农户大多不使用有机肥,土壤质量下降严重,病虫害发病率较高,田间管理水平较低,田中白莲品种杂乱,通常多种品种共生,严重制约生产效率提升。就白莲每亩产量、综合技术效率而言,非抓阡组较抓阡组分别高约 15 千克、0.07。耕地流转行为虽然促进了规模效率的提升,同时对纯技术效率产生抑制作用,但前者强于后者,因此耕地流转行为对综合技术具有显著的促进作用。抓阡式耕地局部调整方式通过抑制纯技术效率提升,从而对综合技术效率提升产生抑制作用。就劳动力特征而言,平均年龄对

纯技术效率、规模效率提升均有显著的抑制作用。文化程度、种植培训均通过提高纯技术效率,从而提升综合技术效率。就家庭收入特征而言,总收入或资本禀赋通过提升纯技术效率与规模效率,进而提升综合技术效率,农业收入占总收入比例通过提升纯技术效率,从而提升综合技术效率。就种植方式特征而言,种植方式精准化的提高均是通过提升纯技术效率,从而改善综合技术效率。

表 6 不同耕地局部调制度下种植情况对比简表

	全部样本	抓阡样本	非抓阡样本
人工摘虫天数(天/亩)	1.9	1.76	1.95
人工除草天数(天/亩)	2.92	2.81	3.22
亩均施用有机肥量(千克)	24.07	17.52	43.11
综合技术效率均值	0.61	0.60	0.67
亩产均值(千克)	57.70	57.40	68.13

#### 四、结论与启示

上述研究表明:耕地特征、劳动力特征、家庭收入特征、种植方式特征等相关影响因素改善均会对特色经济作物生产效率产生积极的影响。对比特色经济作物与常规农业的生产效率影响因素可知,特色经济作物绿色生产相对于常规农业需要大量农田建设投入,预期稳定的耕地制度、资本禀赋对提升其综合技术效率尤为重要。特色经济作物绿色生产方式不同于常规农业,常规农业只需要按照要求将化肥、农药投入田中,技术门槛较低。特色经济作物绿色生产需要借助生态技术与先进生产方式,技术门槛显著提升,对农业从业者的综合素质提出了较高的要求,同时需要充足的资本支撑。因此,相对于常规农业而言,人力资本、资本禀赋均对提升特色经济作物绿色生产综合技术效率的重要性显著增强。由于特色经济作物绿色生产方式需要达到一定的生态标准,限制了化肥、农药的使用量,化肥、农药资源投入利用效率显著提升,提高种植精准化程度是提升特色经济作物绿色生产效率的必要途径。从特色经济作物绿色生产效率影响传导路径看,预期稳定的局部耕地制度环境、充足的资本禀赋能够同时改善纯技术效率与规模效率,提升综合技术效率;劳动力特征与种植方式特征改善,主要通过提升纯技术效率来改善综合技术效率。

以上结论对于提高特色经济作物绿色生产效率具有如下启示:



在制定特色经济作物绿色产业发展相关政策过程中,首先应制定预期稳定、产权界定清晰的耕地制度,合理的耕地局部调整制度能够减少耕地制度与绿色农业规模化经营及技术升级之间的摩擦。党的十九大报告明确提出,要保持耕地承包关系稳定并长久不变,第二轮耕地承包到期后再延长30年,国家层面耕地调整难度较大,因而,以小组为单位协商制定耕地局部调整制度成为了现阶段提高耕地利用效率主要途径。因此,适当延长耕地局部调整周期并采用预期稳定的耕地局部调整方式,有利于提升特色经济作物绿色生产效率。其次,应重视新型职业农民的培育工作,加强农民农业技能培训投入,提高农业从业者技能培训的财政支持力度,吸引高素质人才进入农业生产领域,提升农业从业者综合素质。再次,应增强绿色农业金融支持力度,创新绿色农业融资制度,为绿色农业技术升级与规模经营打通融资渠道。最后,应加强农业科技研发力度,重视农业技术推广工作,设置特色农业技术推广部门,提高特色经济作物绿色生产精细化程度,为绿色农业发展提供技术支撑。

#### 注释:

- ① 农村通常以村或小组为单位协商制定耕地局部调整政策,耕地局部调整政策一般分为两类:一类是耕地局部调整到期后,村或小组所属耕地全部通过抓阄的方式重新随机分配,农户对某块耕地没有长久、稳定的承包、经营权;另一类是耕地局部调整到期后,根据本村耕地利用实际情况,在保证大部分耕地承包经营权不变的前提下,对富余或缺失的土地进行调整,农户对部分耕地拥有长久、稳定的承包经营权。

#### 参考文献:

- [1] 孔祥才,王桂霞.农业供给侧改革背景下中国农业污染的治理路径[J].云南社会科学,2017(6):53-57,103,185.
- [2] Farrell M J.The measurement of productive efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society Series a-General, 1957, 120(3): 253-290.
- [3] Charnes A, Cooper W W, Phodes E. Measuring the efficiency of DMU[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6), 429-444.
- [4] Toshihiko Kawagoe, Yujiro Hayami, Vernon W Ruttan. The intercountry agricultural production function and productivity differences among countries[J]. Journal of Development Economics, 1985, 19(1): 113-132.
- [5] Diego Restuccia Dennis, Tao Yang, Xiaodong Zhu. Agriculture and aggregate productivity: A quantitative cross-country analysis[J]. Journal of Monetary Economics, 2008, 55 (2): 234-250.
- [6] Ruttan V W. Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints[J]. Journal of Economic Perspectives, 2002, 16 (4) : 161 - 184.
- [7] McMillan John, Whalley John, Zhu Lijing. The impact of China's economic reforms on agricultural productivity growth[J]. Journal of Political Economy, 1989, 97(4): 781-807.
- [8] Lin Yifu. Rural reform and agricultural growth in China[J]. American Economic Review, 1992, 82(1): 34-51.
- [9] Wen G J. Total factor productivity change in China's farming sector :1952-1989[J]. Economic Development and Cultural Change, 1993, 42 : 1-41.
- [10] 黄少安,孙圣民,宫明波.中国土地产权制度对农业经济增长的影响——对1949—1978年中国大陆农业生产效率的实证分析[J].中国社会科学,2005(3):38-47,205-206.
- [11] 邹红艳.中国农业生产效率的萃取与空间差异——基于1996—2013年31个省份面板数据的测度[J].江汉论坛,2019(1):33-42.
- [12] 李谷成.中国农业的绿色生产率革命:1978—2008年[J].经济学(季刊),2014,13(2):537-558.
- [13] 黄海艳.“三化”视角下省域农业生产效率及其影响因素——基于中部农业大省安徽2000—2011年的数据[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2014,15(1):21-27.
- [14] 王奇,王会,陈海丹.中国农业绿色全要素生产率变化研究:1992—2010年[J].经济评论,2012(5):24-33.
- [15] 黄安胜,许佳贤,刘振滨,等.中国绿色农业技术效率及其省际差异分析——基于1998—2012年的面板数据[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2014,15(4):68-75.
- [16] 侯孟阳,姚顺波.1978—2016年中国农业生态效率时空演变及趋势预测[J].地理学报,2018,73(11):2168-2183.
- [17] Coelli T. A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models [J]. Operations Research Letters, 1998, 23 (3): 143-149.
- [18] 涂俊,吴贵生.基于DEATobit两步法的区域农业创新系统评价及分析[J].数量经济技术经济研究,2006(4):136-145.
- [19] 杨伯坚.2004~2008年中国财政农业支出效率的实证分析——基于省际面板数据的DEA-TOBIT两步法

- [J]. 财政研究, 2012(3): 23-25.
- [20] 王胜. 分税制以来中国地方财政支农绩效评价: 基于分级支出视角[J]. 中国管理科学, 2010, 18(1): 26-32.
- [21] 李燕凌. 基于 DEA-Tobit 模型的财政支农效率分析——以湖南省为例[J]. 中国农村经济, 2008(9): 52-62.
- [22] 王谦, 张兴荣. 基于 DEA-Tobit 模型的财政支农支出效率评价与影响因素——以山东省为例[J]. 系统工程, 2017, 35(4): 91-100.
- [23] 洪正. 新型农村金融机构改革可行吗?——基于监督效率视角的分析[J]. 经济研究, 2011, 46(2): 44-58.
- [24] 赵楠, 李江华. 中国农业信贷效率及其影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015, 32(4): 22-37, 70.
- [25] 蔡荣, 朱西慧, 刘婷, 等. 土地流转对农户技术效率的影响[J]. 资源科学, 2018, 40(4): 707-718.
- [26] 钱龙, 洪名勇. 非农就业、土地流转与农业生产效率变化——基于 CFPS 的实证分析[J]. 中国农村经济, 2016(12): 2-16.
- [27] 郭晓鸣, 左喆瑜. 基于老龄化视角的传统农区农户生产技术选择与技术效率分析——来自四川省富顺、安岳、中江 3 县的农户微观数据[J]. 农业技术经济, 2015(1): 42-53.
- [28] 汤洁娟. 农田水利工程效率及其影响因素分析——基于 DEA-Tobit 模型多阶段实证[J]. 求索, 2014(6): 85-89.
- [29] 叶文辉, 郭唐兵. 我国农田水利运营效率的实证研究——基于 2003~2010 年省际面板数据的 DEA-TOBIT 两阶段法[J]. 山西财经大学学报, 2014, 36(2): 63-71.
- [30] 马林静, 王雅鹏, 吴娟. 中国粮食生产技术效率的空间非均衡与收敛性分析[J]. 农业技术经济, 2015(4): 4-12.
- [31] 谌贻庆, 王华瑞, 陶春峰. 江西省农业生产效率评价及影响因素研究[J]. 华东经济管理, 2016, 30(7): 21-28.
- [32] 朱丽娟, 王志伟. 黑龙江省种粮大户的技术效率及其影响因素[J]. 资源科学, 2018, 40(8): 1583-1594.
- [33] 张永强, 蒲晨曦, 王珧, 等. 化肥投入效率测度及归因——来自 20 个玉米生产省份的面板证据[J]. 资源科学, 2018, 40(7): 1333-1343.
- [34] 陈海磊, 史清华, 顾海英. 农户土地流转是有效率的吗?——以山西为例[J]. 中国农村经济, 2014(7): 61-71, 96.
- [35] 麦尔旦·吐尔孙, 杨志海, 王雅鹏. 农村劳动力老龄化对种植业生产技术效率的影响——基于江汉平原粮食主产区 400 农户的调查[J]. 华东经济管理, 2015, 29(7): 77-84.
- [36] 孙小龙, 郜亮亮, 钱龙, 等. 产权稳定性对农户农田基本建设投资行为的影响[J]. 中国土地科学, 2019, 33(4): 59-66.
- [37] 许庆, 章元. 土地调整、地权稳定性与农民长期投资激励[J]. 经济研究, 2005 (10): 59 - 69.
- [38] 郜亮亮, 黄季焜, Rozelle Scott, 等. 中国农地流转市场的发展及其对农户投资的影响[J]. 经济学(季刊), 2011, 10(4): 1499-1514.
- [39] 黄祖辉, 王建英, 陈志钢. 非农就业、土地流转与土地细碎化对稻农技术效率的影响[J]. 中国农村经济, 2014(11): 4-16.
- [40] 聂正彦, 燕彬. 老龄与非老龄农户的生产技术效率差异研究——基于传统农区农户调查数据[J]. 农林经济管理学报, 2016, 15(5): 507-514, 523.
- [41] Banker R D, Charnes A, Copper W W. Some models for estimating technical and scale in efficiency in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.

责任编辑: 李东辉