

基于随机前沿分析的新疆甜瓜生产技术效率及其影响因素研究

谢文宝, 刘国勇

(新疆农业大学 经济与贸易学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:以新疆伊吾县甜瓜种植户的调研数据为样本,基于随机前沿生产函数模型对其生产技术效率及其影响因素进行分析。结果表明:农户的技术效率为 0.157 0~0.972 2,平均技术效率为 0.598 6。在影响农户技术效率的各因素中,家庭年总收入、参加技术培训的频率、是否参加合作社和是否有政府补贴对技术效率有显著的正向影响,中度规模的甜瓜种植农户其技术效率显著高于小规模农户。甜瓜种植农户存在显著的技术效率损失,通过提升技术效率,甜瓜产量还有 40.14%的提升空间。农户家庭年总收入的增加以及政府的补贴政策促进了技术应用,合作社对社员的技术服务、专业机构的技术培训提升了农户的技术水平,甜瓜的适度规模种植促进了技术效率的提高。

关键词:甜瓜;随机前沿生产模型;技术效率;影响因素

中图分类号:S 652(245) **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0197-04

在现有种植技术条件下,增加甜瓜产量、提高甜瓜品质,依赖于农户对现有甜瓜生产技术的使用程度和效率的发挥。该研究的意义在于通过对农户的技术效率及其影响因素的研究,采取合理有效的措施提高农户的技术效率,推动甜瓜种植技术的发展,促进甜瓜产业的快速发展。关于西甜瓜技术的研究,发现科技在西甜瓜的产业升级中贡献非常大,主要在栽培品种和塑膜覆盖技术实现了突破^[1],但是目前甜瓜栽培管理不规范,高效规范的简约化栽培技术滞后,机械化程度低^[2];研究发现我国甜瓜的生产技术管理水平较低,瓜农多以片面追求高产为主,田间管理多采用粗放式管理模式^[3]。新疆农户对新品种、新技术没有完全掌握,栽培管理标准化程度非常低,病虫害防治措施不到位等影响了哈密瓜的产量和质量,损害了瓜农利益^[4-6]。以上研究仅对甜瓜的生产技术进行了定性的分析和描述,对技术效率没有定量的研究,而且对制约甜瓜农户提高技术效率的影响因素没有深入研究。现通过随机前沿分析(SFA)模型对伊吾县甜瓜种植户的技术效率进行测算,再采用技术效率损失模型,找出影响甜瓜生产技术效率提高的关键因素,提出提高新疆甜瓜产业技术效率的对策建议。

第一作者简介:谢文宝(1987-),男,甘肃平凉人,硕士研究生,研究方向为区域经济发展。E-mail:xuezai2010@126.com

责任作者:刘国勇(1964-),男,甘肃武威人,博士,教授,研究方向为农业经济管理。E-mail:xjaulgy1234@163.com

收稿日期:2015-05-19

1 材料与方法

1.1 试验材料

伊吾县淖毛湖镇具有哈密瓜生长最佳的水土光热条件,是新疆最大的优质晚熟哈密瓜生产基地,2013年哈密瓜播种面积 1 466.67 hm²,占农作物总播种面积的 95.65%。该文数据来自 2013 年底对伊吾县淖毛湖镇的实地调查,采取随机抽样的方法,以淖毛湖镇下辖的新建村、团结村等 10 个行政村为调查范围,每个村随机选择部分农户进行调查,共发放调查问卷 166 份,剔除个别数据不完整的问卷,获得有效问卷 162 份。

1.2 试验方法

1.2.1 技术效率模型 AIGNER 等^[7]和 MEEUSEN 等^[8]同时提出了随机前沿分析(Stochastic Frontier Analysis)方法来测算技术效率,此后大量学者对此方法的适用条件进行深入研究并在实证研究中得到广泛应用。BATTESE 等^[9]提出了一种新的随机前沿生产函数模型,该模型可以同时测定技术效率和各因素对技术效率的影响,且适用于截面数据和面板数据,在实证研究中得到广泛应用。BC(1995)模型的表达式为:

$$Y_{it} = f(X_{it}; \beta) \exp(V_{it} - U_{it}), \\ i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T.$$

Y_{it} 代表第 i 个生产单位的第 t 年的实际产出; $f(X_{it}; \beta)$ 表示生产可能性边界上的确定性产出,它代表了现有技术条件下的最佳产出; X_{it} 为 $K \times 1$ 向量,表示第 i 个生产单位第 t 年的 K 种要素投入, β 为生产函数中的

待估参数; $\exp(V_{it} - U_{it})$ 是合成误差项, 其中 V_{it} 为第 i 个生产单位第 t 年生产中不能控制的因素, 用来判别测量误差和随机干扰的效果, 并且 $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$; U_{it} 为第 i 个生产单位第 t 年生产技术无效率的部分, 即样本产出与生产可能性边界的距离, U_{it} 服从截尾正态分布, 即 $U_{it} > 0$, 且 $U_{it} \sim N^+(m_{it}, \sigma_u^2)$ 。根据 BATTESE 等^[9] 提出的参数化处理方式, 可用 $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 和 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$, 分别代替 σ_v^2 和 σ_u^2 , 然后用 Frontier 软件采用最大似然估计法估计。 γ 表示技术无效率的方差 σ_u^2 所占的比例, $\gamma \in [0, 1]$; 当 γ 趋近于 0 时, 表明生产单位的实际产量与最大潜在产量的差距来自统计误差, 当 γ 趋近于 1 时, 则这种技术差距主要来自技术无效率。技术效率为现有技术水平条件下, 农户在既定不变的生产要素投入的实际产出与潜在最大产出的比值, 因此第 i 个生产单位第 t 年的技术效率表示为:

$$TE_{it} = E(Y_{it} | U_{it}, X_{it}) / E(Y_{it} | U_{it} = 0, X_{it}).$$

当 $U_{it} = 0$ 时, 则 $TE_{it} = 1$, 恰好处于前沿生产函数上; 若 $U_{it} > 0$, $TE_{it} \in [0, 1]$, 则处于前沿生产函数下方, 也就是处于非技术效率状态。

为了测算甜瓜种植户的技术效率情况, 按照随机前沿生产函数模型, 构建甜瓜种植农户投入产出变量。选取农户甜瓜产量 Y 为产出指标(非产值, 剔除市场价格因素的影响), 投入向量 X 指标为 8×1 向量, 分别为化肥费用 X_1 , 有机肥费用 X_2 , 农药费用 X_3 , 农膜费用 X_4 , 种子费用 X_5 , 灌溉费用 X_6 , 机械费用 X_7 , 劳动力投入 X_8 。对各变量的说明和描述性统计分析结果如表 1 所示。

1.2.2 影响因素模型 技术效率损失函数表示为:

$$m_i = \delta_0 + \sum \delta_i z_{ij} + \omega_i, m_i \text{ 为效率损失指数, } z_{ij} \text{ 表示对生}$$

表 1 随机前沿生产函数模型中各变量的解释及统计性描述

Table 1 Explain and statistical description of the production function to the main variables

变量	变量解释	单位	平均值	标准差
Variable code	Variable description	Unit	Average	Variance
Y	甜瓜产量	kg	1 554.17	641.077 1
X ₁	化肥费用	元	314.11	213.493 0
X ₂	有机肥费用	元	255.52	204.617 2
X ₃	农药费用	元	110.89	102.147 8
X ₄	农膜费用, 包括地膜和棚膜费用	元	49.92	12.845 1
X ₅	种子费用	元	203.62	112.735 2
X ₆	灌溉费用	元	72.62	65.834 1
X ₇	机械费用, 机械租赁作业费或机械作业费	元	61.76	21.738 0
X ₈	劳动力投入, 包括家庭用工天数与雇工天数	d	8.50	6.474 1

产单位技术效率的第 j 项影响因素, δ 为技术效率损失函数中的待估系数, ω_i 为随机误差项; 其中 δ 为负值表明该变量对技术效率有正向影响, δ 为正值表明该变量对技术效率有负向影响。为了构建效率损失函数中各主要变量, 需要确定影响农户技术效率的影响因素。现实环境中影响农户甜瓜生产技术效率的因素较多, 根据农户家庭经营的特点, 主要分为: 1) 农户家庭及户主个体特征, 包括家庭人口、家庭收入、户主受教育年限、年龄等; 2) 生产因素, 包括甜瓜销售收入占家庭总收入的比重、甜瓜种植规模、政府补贴等; 3) 技术因素, 包括农户获得技术的途径、是否加入甜瓜专业合作社、参加技术培训的频率等。因此, 该研究选择上述因素分析其对技术效率的影响, 影响因素变量 Z 指标为 15×1 向量, 各影响因素变量的解释和相关统计性描述及预期的影响方向如表 2 所示。

表 2 效率损失函数中各主要变量的解释及统计性描述

Table 2 Explain and statistical description of the efficiency loss function to the main variables

变量	变量解释	平均值	预期方向
Variable	Variable description	Average	Expected direction
Z ₁	户主年龄, 单位: 年; 反映户主年龄的影响	45.60	—
Z ₂	1/100 × 户主年龄平方; 反映户主年龄的影响	21.44	+
Z ₃	户主文化程度, 小学文化程度=1, 初中文化程度=2, 高中文化程度=3, 大专及以上=4; 反映户主受教育程度的影响	1.88	+
Z ₄	家庭总人口数, 单位: 人; 反映家庭规模的影响	3.75	+
Z ₅	家庭年总收入, 单位: 万元; 反映农户资金投入的影响	7.57	+
Z ₆	种植规模(以小规模为参照对象), 中度规模=1, 其它=0; 反映种植规模的影响	0.64	+
Z ₇	种植规模(以小规模为参照对象), 大规模=1, 其它=0; 反映种植规模的影响	0.16	—
Z ₈	甜瓜销售收入占家庭总收入比重; 反映农户家庭收入来源的影响	0.88	+
Z ₉	技术获取途径, 1=农户经验积累或农户间技术模仿学习, 0=组织机构培训指导; 反映技术途径的影响	0.95	—
Z ₁₀	参加技术培训的频率, 1=没有参加, 2=偶尔参加, 3=经常参加; 反映技术培训的影响	2.12	+
Z ₁₁	技术培训时间, 1=农闲时间参加技术培训, 0=其它; 反映不同时间技术培训的效果	0.28	+
Z ₁₂	技术培训时间, 1=农忙时间现场学习技术, 0=其它; 反映不同时间技术培训的效果	0.36	+
Z ₁₃	是否参加合作社, 1=参加, 0=没有参加; 反映组织化程度的影响	0.69	+
Z ₁₄	参加合作社年限, 单位: 年; 反映合作社技术积累影响	2.09	+
Z ₁₅	是否有政府补贴, 1=有补贴, 0=没有补贴; 反映政府补贴的影响	0.11	+

注: “+”表示该影响因素对技术效率影响方向预期为正向影响, “—”表示该影响因素对技术效率影响方向预期为负向影响。此外, 依据伊吾县淖毛湖镇农户种植情况, 定义种植规模在 1 hm² 以下为小规模, 1~2 hm² 为中度规模, 2 hm² 以上为大规模种植。

Note: “+” indicates that the impact of factors expectedly affects a positive direction to the technical efficiency, while “—” indicates a negative direction to the technical efficiency. In addition, according to farmers planting circumstances in the Nom town, Yiwu county, defines the scale of planting under 1 hectare as small-scale, 1 to 2 hectares as moderate size, over 2 hectares as large-scale cultivation.

2 结果与分析

根据伊吾县农户调研数据,运用上文中设定的 BC (1995)模型,利用软件 Frontier 4.1 测算农户的技术效率^[10]。随机前沿生产函数和效率损失函数的估计输出结果如表 3 所示。从计算结果可以看出,在甜瓜生产各投入要素中有机肥费用、农膜费用的产出弹性显著且为正值,灌溉费用的产出弹性显著且为负值。农户的技术效率为 0.157 0~0.972 2,平均技术效率为 0.598 6。在影响农户技术效率的各因素中,家庭年总收入、参加技术培训的频率、是否有政府补贴和是否参加合作社对技术效率有显著的正向影响,中度规模的甜瓜种植农户其技术效率显著高于小规模农户。

最大似然比检验统计量(LR)服从 χ^2 分布,在该文模型中其单边误差值 $LR=141.960 0 > \chi^2_{0.01}(8)=20.09$,显著通过检验,表明估计的计量模型在统计上是可靠的。从表 3 可以看出, γ 的 t 值为 16.197 1, σ^2 的 t 值为 5.459 9,均高度显著,这就说明甜瓜种植农户的实际产出与潜在的最大产出之间的差距主要来自于生产技术应用上的差距。 γ 的值为 0.849 2,说明在影响农户甜瓜产出的各因素中,有 84.92%的技术效率损失可以用模型来解释。

表 3 生产函数和效率损失函数估计结果

Table 3 The production function and the efficiency loss function estimation results

变量	系数	T 统计量	变量	系数	T 统计量
Variable	Coefficient	T-Statistic	Variable	Coefficient	T-Statistic
Con ₁	6.229 6***	14.877 2	Z ₅	-0.046 1***	-7.472 2
X ₁	0.010 2	0.191 4	Z ₆	-0.199 5**	-2.057 3
X ₂	0.097 1***	2.977 1	Z ₇	-0.123 5	-0.777 4
X ₃	-0.033 1	-0.967 4	Z ₈	-0.171 6	-0.426 6
X ₄	0.899 1***	7.368 7	Z ₉	0.278 4	1.045 9
X ₅	-0.033 9	-0.793 8	Z ₁₀	-0.318 2***	-2.723 2
X ₆	-0.198 9***	-4.890 6	Z ₁₁	-0.159 0	-1.341 9
X ₇	-0.108 0	-0.857 8	Z ₁₂	-0.012 3	-0.085 7
X ₈	0.055 8	1.069 7	Z ₁₃	-0.313 0*	-1.847 5
Con ₂	-0.396 2	-0.396 1	Z ₁₄	0.029 6	0.617 8
Z ₁	0.021 3	0.489 5	Z ₁₅	-1.943 0***	-6.958 9
Z ₂	-0.020 0	-0.433 4	σ^2	0.079 0***	5.459 9
Z ₃	0.003 8	0.045 7	γ	0.849 2***	16.197 1
Z ₄	-0.037 2	-0.654 7			
Log likelihood function		11.489 5	LR test of the one-sided error		141.960 0
最大技术效率 Max efficiency		0.972 2	最小技术效率 Min efficiency		0.157 0
平均技术效率 Mean efficiency		0.598 6			

注:Con₁ 为生产函数的常数项,Con₂ 为技术效率损失函数的常数项。***、**、* 分别表示 α 在 1%、5%、10%置信水平条件下显著。

Note:Con₁ is a constant of production function;Con₂ is a constant of technical efficiency loss function.***,**,* indicate statistical significance at the 1%,5%, and 10% levels,respectively.

3 讨论与结论

3.1 技术效率分析

调查农户的平均技术效率为 0.598 6,说明甜瓜的产量与前沿最大产量之间还存在较大的差距,通过提升技术效率,甜瓜产量还有 40.14%的提升空间。其中最高的技术效率为 0.972 2,说明该农户基本达到产出前沿,现有技术得到充分发挥;最小仅为 0.157 0,说明该农户的实际产量严重不足,仅达到最大潜在产出的 15.70%。通过对农户技术效率程度分段统计,由表 4 可以看出,技术效率在农户之间基本呈 N 型分布状态,表明不同农户之间对现有技术的应用存在较大差距;其中,农户技术效率分布在 0.40~0.60 的占比最大,为 29.63%,其次是 0.80~1.00,占比为 27.16%,技术效率在 0.20~0.40 和 0.60~0.80 范围内的比重均为 19.75%技术效率低于 0.20 的农户数最少,仅为 6 户,占比 3.70%。

表 4 农户不同阶段技术效率农户数量统计

Table 4 Number of farmers statistic of different stages technical efficiency

技术效率	0~0.20	0.20~0.40	0.40~0.60	0.60~0.80	0.80~1.00
Technical efficiency					
农户数	6	32	48	32	44
Number of farmers					
所占比例 Percent/%	3.70	19.75	29.63	19.75	27.16

3.2 影响因素分析

3.2.1 农户家庭及户主特征因素影响分析 户主年龄、户主文化程度和家庭总人口数对技术效率的影响均不显著。家庭年总收入对技术效率具有显著正相关影响,其原因是农户在甜瓜生产过程中需要投入资金购买种子、肥料、水、农药、农膜等各种生产要素,家庭收入较高的农户经济实力较强,对甜瓜种植投入的资金较多,体现出高投入下的高产出,导致家庭收入较高的农户其技术效率要高于低收入家庭。

3.2.2 生产因素影响分析 甜瓜销售收入占家庭收入比重对技术效率的影响不显著。以小规模农户为参考对象,大规模种植农户与小规模种植农户之间不存在显著的技术效率差异,而中度规模种植农户的技术效率要显著高于小规模农户。说明农户为了增收适度扩大甜瓜的种植规模,提高了专业化、规模化程度,因对甜瓜种植技术的应用比较重视,农户的生产技术熟练程度较高,规模效益得到发挥。是否有政府补贴对农户技术效率呈显著正影响,政府补贴减轻了农户的生产负担,提高了农民种瓜的积极性,对技术效率的提高具有一定的积极作用。

3.2.3 技术因素影响分析 农户获取技术途径对技术效率的影响不显著。参加技术培训频率较高的农户要显著高于频率较低的农户,而农闲时间和农忙时间的技

术培训对技术效率有正向影响但均不显著。从农户技术效率统计数据发现,农户获取技术的各种途径之间的技术效率差异不大,说明无论农户从何种途径获取技术,均会对技术效率产生影响。在淖毛湖镇调研过程中发现,只有少部分农户是在农闲时参加培训,由于培训时间与技术应用时间不一致,农户对所学技术遗忘导致技术效率不高。农忙时间的技术培训主要为培训人员的现场技术示范、农户的观摩学习,加之培训时间较短,农户很难完全掌握技术要领。农户参加合作社的年限对技术效率的影响不显著,而参加合作社的农户的技术效率要高于未参加合作社的农户,说明当地成立的甜瓜农民专业合作社对农户提供完善、及时、有效的技术服务对技术效率的提高具有显著的激励作用。

在现有技术水平条件下,甜瓜生产过程中普遍存在技术效率损失,为了扩大甜瓜种植规模、提高产量,在耕地面积有限的情况下,必须依靠科技即提高技术效率来增加甜瓜产量,促进甜瓜产业的健康可持续发展。基于研究结论,针对伊吾县甜瓜产业发展的实际,在提高农户甜瓜生产技术效率方面的具体措施如下:一是鼓励农户按照专业化、规模化的发展要求,适度扩大甜瓜种植规模,发挥规模效益;二是充分发挥农技推广站、甜瓜专业合作社等组织在技术服务方面的优势,选择适当的时间,为农户提供甜瓜种植全过程的技术指导和培训,提高培训效果;三是积极引导农民加入甜瓜专业合作社,

完善合作社的内部管理,强化合作社的技术服务功能,提高农民组织化程度。

参考文献

- [1] 马跃. 西瓜甜瓜生产发展与科技进步[C]. 山东园艺学会蔬菜西瓜专业委员会论文集, 2011(7):6-13.
- [2] 许勇. 国家西瓜产业技术体系“十二五”任务及科技支撑优势产区发展工作平台的构建[J]. 中国瓜菜, 2011(5):71-73.
- [3] 王志丹, 吴敬学, 毛世平. 中国甜瓜产业国际竞争力比较分析与提升对策[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(1):81-84.
- [4] 乔志霞, 张艳荣. 新疆哈密瓜产业的 SWOT 分析与发展对策[J]. 甘肃农业大学学报, 2005, 40(3):407-412.
- [5] 竞中梅. 实施品牌战略, 推动哈密瓜产业发展[J]. 新疆农业科学, 2008, 45(增刊):264-268.
- [6] 李俊华, 王豪杰, 翟文强, 等. 喀什地区甜瓜生产现状与发展策略研究[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(6):1171-1176.
- [7] AIGNER D, LOVELL C, SCHMIDT C. Formulation and estimation of stochastic frontier production function model[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1):21-37.
- [8] MEEUSEN W, BROECK V J. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error[J]. International Economic Review, 1977, 18(2):435-444.
- [9] BATTESE E, COELLI T. A model of technical in efficiency effects in stochastic frontier production for panel data[J]. Empirical Economics, 1995, 20(2):325-332.
- [10] COELLI T. A guide to FRONTIER version 4. 1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation[R]. CEPA Working Paper, University of New England, 1996.

SFA-based Influencing Factors Analysis of Technical Efficiency of Xinjiang Muskmelon Production

XIE Wenbao, LIU Guoyong

(College of Economics and Trade, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract: Based on stochastic frontier production function model, and using survey data of farmers planting muskmelon in Yiwu county in Xinjiang Province, this article estimated technical efficiency of their productions and analyzed factors which influenced technical efficiency. The results showed that the technical efficiency value was from 0.157 0 to 0.972 2, and average efficiency value was 0.598 6. Influencing factors such as farmer household income, the frequency of participating in technical training, the government subsidy and participating in cooperative had a significant effect on technical efficiency, while the technical efficiency of medium-scale planting melon farmers was significantly higher than small-scale farmers'. There was a significant loss of farmers planting technical efficiency, melon production as well as 40.14% of room for improvement. Household's total income increasing and government subsidies promoted the technology applications, the technical services of cooperative and technical training from the professional organizations enhanced technical level of farmers, and moderate scale cultivation of melon improved the technical efficiency.

Keywords: muskmelon; stochastic frontier production function; technical efficiency; influencing factors