

【农业经济】

# 农户可持续生产技术采用的关联效应及影响因素

——基于辽宁设施蔬菜种植户的实证分析

李想<sup>1,2</sup>, 穆月英<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学 经济管理学院, 北京 100083; 2. 安徽财经大学 三农问题研究所, 安徽 蚌埠 233041)

**摘 要:**依据辽宁省设施蔬菜种植户调研数据,运用 Multivariate probit 回归模型分析设施农户可持续生产技术采用的关联效应及影响因素,研究表明:设施农户采用5种可持续生产子技术决策相互依赖,有较强的替代和互补关系;农家肥技术与有机肥技术、绿色病虫害防治技术、轮茬技术存在互补效应,秸秆生物反应堆技术与有机肥技术、轮茬技术之间存在替代效应;影响农户采用不同可持续生产子技术的因素具有异质性,其中主要受到村干部、种植年限、文化程度、家庭总收入、种植规模、农业技术推广、加入合作社、与市场距离、农户环境效应认知、两型农技认知等因素的影响。

**关键词:**可持续生产技术;农户采用;关联效应;影响因素

**中图分类号:**F323.3      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-7465(2013)04-0062-07

## 一、引言

作为设施蔬菜主产区,辽宁省已有近20年设施蔬菜种植的历史。长期封闭系统下的种植实践,加之普遍过量或不合理使用化肥与农药,导致设施内土壤盐渍化、板结,各类土传病害等一系列生态环境问题日益凸显,采用可持续生产技术由此成为农户主要的应对方式。事实上,可持续生产技术是由多项子技术构成的技术包,农户可能同时选择采用其中几种技术解决种植过程面临的问题。多项子技术采用之间存在的关联效应及其影响因素对于政府实施促进设施主产区可持续发展的政策措施有重要的参考价值。

对于农户采用技术包中子技术相关问题的研究,Mann首次提出农业技术可能包含一系列存在补充性的子技术,不是所有子技术都是同时采用,农户会在技术包中进行子技术组合采用。<sup>[1]</sup>Feder据此发展了技术包采用的理论模型。<sup>[2]</sup>随后,学者们依据不同地区调研数据对农户子技术采用进行

实证探索。如Rauniyar and Goode实证分析瑞士农户采用七项子技术时,常选择其中部分子技术组合,并通过因素分析得出其中三种组合采用最普遍。<sup>[3]</sup>Khanna考虑样本选择偏差,运用双选择模型分析两种具体技术共同采用情况。<sup>[4]</sup>Moyo and Veeman, Yu et al. 研究证实农户在技术采用决策时,会采用一组技术束以实现最大效用。<sup>[5-6]</sup>Mahmud and Gunnar运用局部可观察双变量probit模型分析了农户施肥与水土保持技术采用行为的影响因素。<sup>[7]</sup>国内研究方面,学者们主要运用probit、logit模型对农户采用单一技术行为进行深入研究,成果较为丰硕。然而农户采用技术决策可能不是独立的,而是同时发生且相互依赖,孤立地对单项技术进行研究会忽视其同时采用多种技术带来的经济信息,降低研究结论的可信度。鉴于此,有少数学者已开始关注技术包中农户采用子技术之间存在的关联效应,如褚彩虹等利用联立双变量Probit模型考察了农户施用商品有机肥与农家肥之间的互补效应。<sup>[8]</sup>王静和霍学喜运用局部可观察双变量probit模型分析探讨了农户果园精细管

收稿日期:2013-04-10  
基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金(20120008110032);公益性行业科研专项(201103001)  
作者简介:李 想,男,中国农业大学经济管理学院博士生,安徽财经大学三农问题研究所助理研究员,研究方向为农业可持续发展。  
穆月英,女,中国农业大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向为农业经济理论与政策。

理技术的联立选择行为。<sup>[9]</sup>

总体而言,国外文献对农户采用技术包中子技术问题的研究较早且较为深入,而国内成果对此则关注较少,尤其研究农户多种子技术之间的采用行为更是鲜见。考虑到 Multivariate probit 回归模型能够同时分析不同技术采用决策的影响因素,并且能够考察各种技术采用决策之间的相互关联,<sup>[10]</sup>因此,本文尝试运用 Multivariate probit 回归模型,以商品有机肥(O)、农家肥(M)、秸秆生物反应堆技术(S)、绿色病虫害防治技术(G)、轮茬(R)5种可持续生产子技术为研究对象,分析农户可持续生产技术采用的关联效应及影响因素。

## 二、理论分析与模型构建

### 1. 理论分析

一般来说,设施蔬菜主产区农户日常生产中常用的有商品有机肥(O)、农家肥(M)、秸秆生物反应堆技术(S)、绿色病虫害防治技术(G)、轮茬(R)5种技术。这5种技术本质都属于可持续生产技术,是可持续生产技术包的子技术。现实的复杂性与多样性决定了设施种植农户采用可持续生产技术决策时更可能同时采用多种子技术而不是单一技术以解决其面临的诸多问题,这表明农户采用技术决策不是独立的,而是同时发生且相互依赖的,这种相互联系既可能是替代关系,也可能是互补关系。因此孤立地对单项技术进行研究可能会忽视设施农户同时采用多种子技术带来的经济信息。

多项可持续生产子技术采用之间可能存在互补或替代关系,应据此分析农户技术采用的影响因素。本文借鉴已有研究成果,将影响设施农户采用可持续生产技术的因素归纳为户主个人特征、家庭特征、信息可获性和技术环境特征与农户认知5个方面。

(1)个人特征。农户从事设施蔬菜种植的年限越长,经验也越丰富,获取生产与技术信息的能力更强,进而采取可持续生产技术的可能性就越大。农户为村干部,文化程度与见识一定较普通农户高,而教育可以增加农户采用可持续生产技术的可能性。女性环保认知程度高于男性环保认知程度。<sup>[11]</sup>农户技术风险类型表明其是否愿意并敢于尝试采用新技术。因此,本文假设种植设施年限长、女性、是村干部、文化程度高与农户偏好技术风

险对于农户采用可持续生产技术有正向影响。

(2)家庭特征。农户家庭人口越多,设施种植人口与种植规模也越大,一般能获得更多的家庭总收入,农户也就可以投入更多的劳力与资金进行技术交流,由此对技术采用产生促进作用。<sup>[12]</sup>然而家庭非种菜收入比例越高,意味着在收入一定的条件下,其劳动力务农机会成本越高,农户必然较少关注农业生产,采用可持续生产技术的动力势必不足。因此,本文假设,家庭人口越多,设施种植人口与规模越大,家庭总收入越多,家庭非种菜收入比例越小,对于农户采用可持续生产技术有正向影响。

(3)信息可获性。能够获取相关农业生产技术信息是提高农户采用新技术的前提。经常与村民交流、有较多获得技术信息渠道能够加快信息传递,克服环境影响与减少采用可持续技术的风险。因此,本文假设经常与村民交流、有较多获得技术信息渠道对农户采用可持续生产技术有促进作用。

(4)技术环境特征。农户采用可持续生产技术需要一定的资金支持,能够获得贷款可减轻农户资金约束的压力;加入合作社与政府农业技术推广中的农技人员指导、参加培训观摩、由政府推广项目有助于农户提高环境效应认知,得到技术指导,减少新技术采用成本,进而采用新技术。农户距离市场的远近与其采用新技术呈现出负相关性。<sup>[13]</sup>因此,本文假设能够获得贷款,加入合作社,加强农业技术推广,距离市场远近对于农户采用可持续生产技术有正向作用。

(5)农户认知。设施种植环境影响中的土壤污染、水污染、土传病害与健康危害不仅导致土壤肥料下降、劳动力不足等间接影响生产产量,而且多种病虫害直接影响生产产量,这些与农户自身利益息息相关,加强农户对此方面认知无疑有利于其采用可持续生产技术;如果农户能够提高对环境影响的可持续生产技术认知程度,必然促进其采用可持续生产技术。因此本文假设农户对设施种植的环境影响与可持续生产技术认知水平越高,就越可能采用可持续生产技术。

### 2. 模型构建

Multivariate probit 回归模型包括多个二元被解释变量,模型具体形式如下:

$$Y_{hpi}^* = X_{hpi} \beta_j + \mu_{hpi}, j = 1, \dots, 5 \tag{1}$$

$$\mu_{h_{pj}} \sim MVN(0, \Psi)$$
$$Y_{h_{pj}} = \begin{cases} 1 & \text{if } Y_{h_{pj}}^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

上述式中  $j=1, \cdots, m$  表示采用的商品有机肥(O)、农家肥(M)、秸秆生物反应堆技术(S)、绿色病虫害防治技术(G)、轮茬(R) 5 种可持续生产技术。假设有  $h$  个农户有潜变量  $Y_{h_{pj}}^*$ , 代表第  $j$  个可持续生产技术的不可观测的选择。这个潜变量是可观测变量  $X_{h_{pj}}$  的线性组合。 $\beta_j$  是待估参数。潜变量  $Y_{h_{pj}}^*$  方程的估计是基于农户在  $p$  地块是否采用可持续生产技术的  $Y_{h_{pj}}$  来实现。

如果农户采用单项技术是独立的, 式(1)、(2)为单变量 probit 模型,  $\mu_{h_{pj}}$  为独立同分布, 那么农户采用单项技术的信息不影响他们采用其他技术的可能性; 但是如果农户采用多项技术是可能的,  $\mu_{h_{pj}}$  将遵循零条件均值与变异值的多元正态分布(MVN), 即  $\mu_{h_{pj}} \sim MVN(0, \Psi)$ , 协方差矩阵  $\Psi$  如下:

$$\Psi = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{OM} & \rho_{OS} & \rho_{OG} & \rho_{OR} \\ \rho_{MO} & 1 & \rho_{MS} & \rho_{MG} & \rho_{MR} \\ \rho_{SO} & \rho_{SM} & 1 & \rho_{SG} & \rho_{SR} \\ \rho_{GO} & \rho_{GM} & \rho_{GS} & 1 & \rho_{GR} \\ \rho_{RO} & \rho_{RM} & \rho_{RS} & \rho_{RG} & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

式(3)中, 非对角线上的元素代表多项可持续生产技术随机组成部分之间无法观测的联系, 非零值表明各潜变量误差项之间存在关联, 这意味着可以采用能够对多项可持续生产技术进行联合估计的 Multivariate probit 模型, 以此分析影响多项可持续生产技术采用无法观测到的因素。

### 三、实证研究与结果分析

#### 1. 数据来源与变量选择

本文研究数据来源于“现代农业产业技术体系北京市果类蔬菜产业创新团队项目”课题组于 2012 年 6 月对设施蔬菜主产区辽宁省的海城市、北镇市、新民县、昌图县、凌源市、绥中县 6 个市(县)<sup>①</sup>种植番茄、黄瓜、茄子、辣椒四种设施蔬菜农户的问卷调查。调查采取实地走访方式, 在每个县随机抽取 3 个乡镇, 每个乡镇抽取 2 个行政村, 每个村抽取 10 户农户作为调查样本。调查内容涉及包括农户个人特征、家庭特征、农业技术采用、信息获取、农业技术推广情况、所处村域特征等方面。此次调研共获得 335 户设施农户调查数据<sup>②</sup>, 剔除缺失数据的样本, 实际获得有效问卷 324 份, 样本有效率为 96.72%。

依据理论分析中提出的影响设施农户采用可持续生产技术因素, 选择户主个人特征、家庭特征、信息可获性和技术环境特征与农户认知五大类变量。一是户主个人特征。包括农户种植年限、性别、是否为村干部、文化程度、技术风险类型 5 个变量。二是家庭特征。包括家庭人口、家庭总收入、非种菜收入比例、种植规模 4 个变量。三是信息可获性。包括信息获取渠道、与村民交流两个变量。四是技术环境特征。包括贷款可获性、农技人员指导、加入合作社、培训与观摩经历、政府推广、与市场距离 6 个变量。五是农户认知。包括环境影响认知、两型农技认知 2 个变量。具体变量描述性统计见表 1。

表 1 变量定义与描述性统计

| 变量名称    | 变量定义                         | 均值       | 标准差      | 预期影响方向 |
|---------|------------------------------|----------|----------|--------|
| 个人特征    |                              |          |          |        |
| 种植年限    | 户主实际种植年限(年)                  | 12.41    | 6.74     | +      |
| 性别      | 女=0;男=1                      | 0.87     | 0.33     | -      |
| 村干部     | 否=0;是=1                      | 0.08     | 0.27     | +      |
| 文化程度    | 小学及以下=1;初中=2;高中或中专=3;大专及以上=4 | 1.82     | 0.54     | +      |
| 技术风险类型  | 风险偏好=1;风险中立=2;风险厌恶=3         | 1.95     | 0.78     | -      |
| 家庭特征    |                              |          |          |        |
| 家庭人口    | 按实际人数计算(个)                   | 3.65     | 1.08     | +      |
| 家庭总收入   | 按实际年收入计算(元)                  | 70462.13 | 44742.01 | +      |
| 非种菜收入比例 | 按非种菜收入占总收入的比例计算(%)           | 0.18     | 0.20     | -      |
| 种植规模    | 按种植面积计算(亩)                   | 5.72     | 5.34     | +      |

① 辽宁省的海城市、北镇市、新民市、昌图县、凌源市、绥中县均为《全国蔬菜产业发展规划(2011—2020 年)》划定的设施蔬菜产业重点县(市)。

② 在调查中发现, 少量抽样农户已经放弃种植设施蔬菜, 因此只获取 335 份调查问卷。

续表

| 变量名称    | 变量定义           | 均值   | 标准差  | 预期影响方向 |
|---------|----------------|------|------|--------|
| 信息可获得性  |                |      |      |        |
| 信息获取渠道  | 按技术信息渠道计算(条)   | 2.00 | 0.94 | +      |
| 与村民交流   | 否=0,是=1        | 0.93 | 0.26 | +      |
| 技术环境特征  |                |      |      |        |
| 贷款可获得性  | 否=0;是=1        | 0.25 | 0.44 | +      |
| 农技人员指导  | 否=0;是=1        | 0.39 | 0.49 | +      |
| 加入合作社   | 否=0;是=1        | 0.19 | 0.39 | +      |
| 培训与观摩经历 | 否=0;是=1        | 0.13 | 0.34 | +      |
| 政府推广    | 否=0;是=1        | 0.28 | 0.45 | +      |
| 与市场距离   | 所在村到批发市场的距离(里) | 7.12 | 7.50 | -      |
| 农户认知    |                |      |      |        |
| 环境影响认知  | 否=0;是=1        | 0.70 | 0.46 | +      |
| 两型农技认知  | 否=0;是=1        | 0.75 | 0.44 | +      |

2. 实证检验及结果分析

运用 stata10.0 对 Multivariate probit 回归模型进行估计,chi<sup>2</sup>(10)=72.6615,且通过 10% 显著性水平检验,表明农户采用不同的可持续生产技术存

在关联,使用 Multivariate probit 回归模型是合适的,Multivariate probit 回归方程的协方差矩阵与 Multivariate probit 模型估计结果见表 2、表 3。

表 2 Multivariate probit 回归方程的协方差矩阵

|  | 有机肥                   | 农家肥                   | 秸秆生物反应堆技术            | 绿色病虫害防治技术         |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| 农家肥  | 0.0435 *<br>(0.076)   |                       |                      |                   |
| 秸秆生物反应堆技术  | -0.0299 **<br>(0.021) | -0.1741<br>(0.260)    |                      |                   |
| 绿色病虫害防治技术  | 0.1028<br>(0.395)     | 0.3092 **<br>(0.029)  | -0.1125<br>(0.346)   |                   |
| 轮茬   | 0.01292<br>(0.925)    | 0.4538 ***<br>(0.001) | -0.2532 *<br>(0.093) | -0.019<br>(0.893) |
| Likelihood ratio test of rho <sub>21</sub> =rho <sub>31</sub> =rho <sub>41</sub> =rho <sub>51</sub> =rho <sub>32</sub> =rho <sub>42</sub> =rho <sub>52</sub> =rho <sub>43</sub> =rho <sub>53</sub> =rho <sub>54</sub> =0<br>chi <sup>2</sup> (10)=72.6615      Prob>chi <sup>2</sup> =0.0849 |                       |                       |                      |                   |

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平下通过显著性检验。

表 3 Multivariate probit 回归模型估计结果

| 解释变量    | 有机肥<br>系数 | 农家肥<br>系数 | 秸秆生物反应堆技术<br>系数 | 绿色病虫害防治技术<br>系数 | 轮茬<br>系数    |
|---------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|-------------|
| 个人特征    |           |           |                 |                 |             |
| 种植年限    | -0.0065   | 0.0203 ** | 0.0058          | -0.0040         | 0.0269 *    |
| 性别      | -0.3915   | 0.2909    | -0.0144 *       | 0.4542          | 0.5099      |
| 村干部     | 0.6536 *  | 1.1679    | -0.0608         | 0.1905 *        | 0.4118      |
| 文化程度    | 0.0309 *  | -0.1660   | 0.2275 **       | 0.2255          | 0.2506      |
| 技术风险类型  | -0.1876   | -0.0136   | -0.1050         | -0.0281         | -0.0702     |
| 家庭特征    |           |           |                 |                 |             |
| 家庭人口    | 0.1082    | 0.0808    | 0.0367          | -0.0131         | -0.2055     |
| 家庭总收入   | 2.36E-06  | 2.07E-06  | 1.22E-06        | 6.77E-06 ***    | 4.51E-06 ** |
| 非种菜收入比例 | -0.7502   | -1.1326 * | -0.3982         | -0.7423         | 0.1204      |
| 种植规模    | 0.0137    | -0.0366   | -0.0266 *       | -0.0017         | 0.0650 ***  |
| 信息可获得性  |           |           |                 |                 |             |
| 信息获取渠道  | 0.0764    | 0.0691    | 0.1813          | -0.2493         | 0.0546      |
| 与村民交流   | -0.0114   | 0.8136 ** | 0.1272          | 0.1455          | 0.2877      |
| 技术环境特征  |           |           |                 |                 |             |
| 贷款可获得性  | -0.1264   | -0.1667   | 0.2615          | -0.0109         | 0.3626      |
| 农技人员指导  | 0.2204 ** | 0.4891    | 0.1202 **       | 0.2292 *        | 0.0020      |
| 加入合作社   | 0.0256 *  | 0.2075    | -0.0401         | 0.8749 ***      | 0.2100      |
| 培训与观摩经历 | -0.3673   | 0.0159    | 0.3688 **       | -0.0492         | -0.9235 **  |



续表

| 解释变量   | 有机肥<br>系数  | 农家肥<br>系数 | 秸秆生物反应堆技术<br>系数 | 绿色病虫害防治技术<br>系数 | 轮茬<br>系数    |
|--|------------|-----------|-----------------|-----------------|-------------|
| 政府推广   | 0.3261 **  | -0.1061   | 1.6683 *        | 0.0916 **       | 0.0037      |
| 与市场距离  | 0.0291     | -0.0058   | -0.0067         | -0.0210 *       | -0.0695 *** |
| 农户认知   |            |           |                 |                 |             |
| 环境影响认知   | 0.6885 **  | 0.0006    | 0.2078 *        | 0.5048 **       | 0.3850 *    |
| 两型农技认知   | 0.0935     | 0.2797    | 1.4579 ***      | 0.3909 *        | -0.4838 *   |
| 常数项  | -1.9832 ** | 0.2711    | -3.4875 ***     | -2.4372 ***     | -2.3658 *** |
| Wald chi <sup>2</sup> (95) = 229.83      Prob>chi2 = 0.000 |            |           |                 |                 |             |
| Log likelihood = -490.05561                                |            |           |                 |                 |             |
| 样本总量   | 324.0000   |           |                 |                 |             |

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平下通过显著性检验。

在协方差矩阵表中,有 5 个系数通过显著性检验,其中 3 个有正效应,2 个有负效应。这显示采用一项可持续生产技术受到是否采用其他可持续生产技术的影响。具体而言,农家肥技术与有机肥技术、绿色病虫害防治技术、轮茬技术存在互补效应;有机肥技术、轮茬技术与秸秆生物反应堆技术存在替代效应。有机肥与农家肥的互补效应与褚彩虹等(2012)研究结论一致。

(1) 户主特征变量的影响

种植年限对农家肥、轮茬技术有正向影响且通过显著性检验,表明种植年限越长的农户,拥有丰富的种植经验,能够据此施用农家肥,实行菜类的轮茬种植。两类技术存在互补效应体现了施用农家肥的农户更可能进行轮茬生产。

性别对秸秆生物反应堆技术有负向影响且通过显著性检验,表明女性更可能采用秸秆生物反应堆技术,有效发挥家庭中女性的作用,对于新技术采用具有积极作用。

村干部对有机肥、绿色病虫害防治技术有正向影响且通过显著性检验,表明作为农村的基层干部,一般具有较普通农户更高的眼界与生产意识,有更大的可能性施用有机肥与采用绿色防虫技术。调研情况显示村干部能够优先获取免费的绿色防虫用品,如防虫板、防虫网等,这可能也是其采用绿色防虫技术的主要原因。

文化程度对有机肥、秸秆生物反应堆技术有正向影响且通过显著性检验,表明有机肥、秸秆生物反应堆技术知识含量相对较高,文化程度越高的农户,才越能明白其对蔬菜种植的积极作用。有机肥与秸秆生物反应堆技术的替代关系反映出农户在理解两种技术的实质后,通过采用其中之一就能够较好地实现农业生产。

技术风险类型对五类技术都没有显著影响,但系数均为负,一定程度表明对待新技术持积极态

度,愿意且能够承受技术风险的农户,更可能采用可持续生产技术。

(2) 家庭特征变量的影响

家庭总收入对绿色病虫害防治技术、轮茬技术有正向影响且通过显著性检验,表明家庭总收入越高,拥有更多资金的农户愿意购买绿色防虫用品,进行轮茬生产。

非种菜收入比例对农家肥有负向影响且通过显著检验,表明能够获取更多非种菜收入的农户,普遍认为施用农家肥需要投入更多劳动力,因此不倾向于采用它。

种植规模对秸秆生物反应堆技术负向影响且通过显著检验,与预期不符。可能的原因是设施种植需要投入大量劳动力,一般家庭大多为 1~2 个劳力,勉强可以维持两个设施的种植,若采取秸秆生物反应堆技术势必需要投入更多劳力,超出其承受能力。种植规模对轮茬技术有正向影响且通过显著检验,这非常符合设施种植的特点。种植规模大的农户完全能够通过在不同设施轮换种植不同菜类方便地实现轮茬种植。

家庭人口都没有通过显著检验,可能的原因是家庭真正从事种植的人口就 1~2 人,其他家庭人口再多也不影响可持续生产技术的采用。

(3) 信息可获性变量的影响

村民交流对农家肥有正向影响且通过显著性检验,表明经常与村民交流的农户更可能施用农家肥,这与获取信息渠道对可持续技术采用没有显著影响的原因一致,即农户整体文化程度不高,信息流通相对闭塞,技术信息渠道较多也不一定能显著提升农户对技术的采用,而与村民相互交流成为农户获取技术信息的重要途径。

(4) 技术环境特征变量的影响

加入合作社对有机肥、绿色病虫害防治技术有正向影响且通过显著性检验,表明加入合作社能够提

升农户的技术采用。然而调研显示合作社主要通过销售有机肥、绿色防虫用品间接提高农户采用技术的可能性,对于秸秆生物反应堆技术这类新发展的,需要详细提供技术指导的可持续生产技术基本无法有效承担“最后一公里”的推广重任,这也证实了现有合作社受制于资金、信息、人才等多方限制,自身发展水平不高的发展现状。

农技人员指导、政府推广对有机肥、秸秆生物反应堆技术、绿色病虫害防治技术有显著的正向影响;参加培训与观摩经历对秸秆生物反应堆技术有显著正向影响,而对轮茬技术有显著负向影响且与预期不符,这表明农业技术人员指导、参加培训观摩、政府推广有助于强化设施种植户对采取可持续生产方式的了解,从而促进其采用可持续生产技术。事实上,农技人员指导、培训观摩、政府推广均属农业技术推广的主要途径,对实物使用型(如使用有机肥、防虫板、秸秆生物反应堆等)、能看见明显效果的技术对农户采用有较好促进作用,但对于轮茬技术这类无法直观感受技术采用效果的则起着相反作用。

与市场距离对绿色病虫害防治技术、轮茬技术有显著的负向影响,表明农户所在村庄到乡镇与集贸市场越远,信息获取有限,采取绿色病虫害防治与轮茬技术进行可持续生产行为的可能性就越小。

贷款可获性对于可持续生产技术没有通过显著性检验,可能是源于目前小农户大多难以获得贷款所致。

#### (5) 农户认知变量的影响

农户环境效应认知对有机肥、秸秆生物反应堆技术、绿色病虫害防治技术、轮茬技术有显著正向影响,表明真实感受并且认知到设施内土壤污染,水污染、土传病害等环境效应对产量影响的农户,越会寻求采用可持续生产技术加以应对,以此保障设施的持续种植。此外,秸秆生物反应堆技术与有机肥、轮茬技术的替代关系反映了农户采用秸秆生物反应堆技术后,能够减少肥料使用,一定程度解决重茬带来的环境效应,从而不再同时采用有机肥、轮茬技术。

两型农技认知对秸秆生物反应堆技术、绿色病虫害防治技术有显著正向影响,表明设施农户对资源节约型技术与环境友好型技术两型农业技术认知程度越高,越能认识到可持续生产的益处,进而更多采用可持续生产技术。然而两型农技认知对轮茬技术有显著负向影响,与预期不符。可能的原因

在于蔬菜轮茬生产虽是缓解土壤盐渍化与土传病害的重要举措,但因北方适宜设施种植品种有限,调茬后可能无法与市场对接,影响农户收益,加之农户种植习惯不易改变,因此多数农户都选择重茬生产。而对于认知两型农技的农户而言,秸秆生物反应堆技术这类可持续生产技术在一定程度上能够解决重茬带来的生态问题,从而更愿意采用此类技术替代轮茬生产。

## 四、结论与政策含义

本文运用 Multivariate probit 回归模型与辽宁省设施蔬菜种植农户实地调研数据,对设施种植农户可持续生产技术采用的关联效应及影响因素进行分析,得到以下研究结论:(1)设施农户采用5种可持续生产技术决策相互依赖,有较强的替代与互补关系,孤立地研究单项可持续生产技术可能会忽视技术之间的关联效应,据此估计的影响因素也会产生偏差。(2)设施农户对5种可持续生产技术采用决策的结果表明农家肥技术与有机肥技术、绿色病虫害防治技术、轮茬技术存在互补效应;秸秆生物反应堆技术与有机肥技术、轮茬技术之间存在替代效应。(3)影响农户采用不同可持续生产技术的因素具有异质性,其中主要受到村干部、种植年限、文化程度、家庭总收入、种植规模、农技人员指导、政府推广、参加培训与观摩经历、加入合作社、与市场距离、农户环境效应认知、两型农技认知等因素的影响。

可持续生产技术采用决策的关联性有重要的政策启示,即促进采用一项可持续生产技术的相关政策可能对其他可持续生产技术有溢出效应。具体而言:政府进行农技推广时,应综合考虑农户采用决策可能存在的替代与互补效应,在不断完善农业技术推广体系,加大实施讲座、现场观摩与田间试验等多种形式技术指导力度的同时,对于存在互补关系的可持续生产技术应注重多种技术的协同采用,对于存在替代关系的可持续生产技术,应根据实际情况采取措施扭转农户对部分技术采用的偏见,从而鼓励农户积极采用多种可持续生产技术,实现设施蔬菜生产的可持续发展。此外,在合作社快速发展的背景下,应积极提升合作社发展质量,将农业技术推广与合作社有机结合,充分发挥其组织载体作用,逐步解决一家一户生产管理、技术推广的难题,更好地为农户提供相关技术服务。

## 参考文献:

- [1] Mann C K. Packages of Practices: A Step at A Time with Clusters[J]. Middle East Technical Institute: Studies in Development, 1978, 21: 73-82.
- [2] Feder G. Adoption of Interrelated Agricultural Innovations: Complementarity and the Impact of Risk, Scale and Credit [J]. American Journal of Agricultural Economics, 1982, 64: 94-101.
- [3] Rauniyar G P, Goode F M. Technology Adoption on Small Farms[J]. World Development, 1992, 20: 275-282.
- [4] Khanna M. Sequential Adoption of Site-Specific Technologies and its Implications for Nitrogen Productivity: A Double Selectivity Model[J]. American Journal of Agricultural Economics, 2001, 83(1): 35-51.
- [5] Moyo S, Veeman M. Analysis of Joint and Endogenous Technology Choice for Protein Supplementation by Smallholder Dairy Farmers in Zimbabwe[J]. Agrofor Syst, 2004, 60: 199-209.
- [6] Yu T, Hurley J, Kliebenstein and Orazen P. Testing for Complementarity and Substitutability among Multiple Technologies: The Case of U. S. Hog Farms[C]. Working Paper, Iowa State University, Department of Economics, 2008.
- [7] Mahmud Y, Gunnar K. Market Imperfections and Farm Technology Adoption Decisions: A Case Study from the Highlands of Ethiopia[C]. Working Papers in Economics, Göteborg University, Department of Economics, 2009.
- [8] 褚彩虹, 冯淑怡, 张蔚文. 农户采用环境友好型农业技术行为的实证分析——以有机肥与测土配方施肥技术为例[J]. 中国农村经济, 2012(3): 68-77.
- [9] 王静, 霍学喜. 果园精细化管理技术的联立选择行为及其影响因素分析——以陕西洛川苹果种植户为例[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2012, 12(2): 58-67.
- [10] Belderbos R, Carree M, Diederer B, Lokshin B, Veugelers R, Heterogeneity in R&D cooperation strategies[J]. International Journal of Industrial Organization, 2004, 22: 1237-1263.
- [11] 邢美华, 张俊飏, 黄光体. 未参与循环农业农户的环保认知与影响因素研究[J]. 中国农村经济, 2009(4): 72-79.
- [12] Franzel S. Socioeconomic factors affecting the adoption potential of improved tree fallows in Africa[J]. Agroforestry Systems, 1999(47): 1-3.
- [13] 朱希刚, 赵绪福. 贫困山区农业技术采用的决定因素分析[J]. 农业技术经济, 1995(5): 18-21.

(责任编辑: 宋雪飞)

## The Correlation Effect of Farmers Adopting Sustainable Production Technologies and Their Influencing Factors

LI Xiang<sup>1,2</sup>, MU Yueying<sup>1</sup>

(1. College of Economic & Management, China Agriculture University, Beijing 100083, China;

2. Institute of Three Agricultural Issues, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233041, China)

**Abstract:** This paper analyzes the correlation effect of farmers adopting sustainable production technologies as well as their influencing factors by using Multivariate Probit Model. The results show that farmers' uses of five kinds of sustainable production technology decisions are mutually dependent. Technologies of farm manure and organic manure, green pest control and rotation all display a complementary effect. Straw bio-reactor, organic fertilizer and rotation exhibit a substitution effect. Farmers adopting sustainable production technologies are mainly affected by such factors as village cadres, planting years, educational level, total household income, the scale of planting, agricultural technology promotion, the membership of cooperatives, distance from market, farmers' environmental cognition, and two types of agricultural technologies cognition.

**Key words:** Sustainable Production Technologies; Farmers' Adoption; Correlation Effect; Influencing Factors