

引用格式:霍瑜,夏文浩,郎禹超,等.绿色防控技术采纳及其对新疆棉农福利的影响[J].资源科学,2023,45(1):130-143.[Huo Y, Xia W H, Lang Y C, et al. The impact of green control technology adoption on cotton farmers' welfare in Xinjiang[J]. Resources Science, 2023, 45(1): 130-143.] DOI: 10.18402/resci.2023.01.10

绿色防控技术采纳及其对新疆棉农福利的影响

霍瑜¹,夏文浩¹,郎禹超²,李凯旋¹,颜廷武^{3,4}

(1. 塔里木大学经济与管理学院,阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学马克思主义学院(法学院),阿拉尔 843300; 3. 华中农业大学经济管理学院,武汉 430070; 4. 湖北农村发展研究中心,武汉 430070)

摘要:【目的】病虫害绿色防控技术的发展、推广及应用是改善生态环境、提高棉花种植户(简称棉农)劳作效率、促进棉花提质增产与实现棉花产业可持续发展的重要手段。【方法】基于新疆684位棉农的调查数据,利用内生转换模型与分位数回归模型,探讨绿色防控技术采纳对新疆棉农的增收效应,及其在区域和收入水平方面的异质性。【结果】结果表明:①新疆绿色防控技术的采纳率普遍不高,近40%的棉农仍未采纳,南疆采纳率比北疆高出近5%;②获取途径感知、他人意愿感知、成本感知、技术培训感知与邻里效应均显著正向影响棉农绿色防控技术采纳行为,棉花种植规模显著负向影响棉农绿色防控技术采纳行为;③采纳组棉农年龄、兼业程度与文化水平可以显著正向影响其家庭收入,棉花种植规模、技术认知与邻里效应显著负向影响棉农家庭收入;④处理效应表明,未采纳绿色防控技术的棉农若采纳了该技术,其家庭收入将显著提高9.1%;若已采纳绿色防控技术的棉农放弃采纳该技术,其家庭收入将显著降低25.4%;且绿色防控技术的福利效应存在群组差异,南疆棉农采纳绿色防控技术所带来的增收效果明显高于北疆,高出15.49%;采纳绿色防控技术对高收入水平棉农家庭收入的增收效果更强,对低收入水平棉农家庭收入的增收效果最弱。【结论】根据研究结论本文提出,政府应分类施策,针对不同类型棉农制定绿色防控技术匹配方案,促进棉农持续使用绿色防控技术,加快构建绿色防控技术推广机制。

关键词:绿色防控技术;福利效应;棉花种植户;内生转换模型;分位数回归;新疆

DOI: 10.18402/resci.2023.01.10

1 引言

病虫害问题严重降低了农作物的产量和品质。化学农药的使用为中国病虫害防治与粮食安全做出了卓越的贡献,但长期不合理施用化学农药导致农业碳排放激增、土壤变质严重、土地板结频发与面源污染加剧等一系列问题^[1]。为贯彻落实“两山”生态理念,农业部于2015年发布了《到2020年农药使用量零增长行动方案》,要求建立可持续的病虫害绿色防控体系。病虫害绿色防控技术(以下简称绿色防控技术)兼顾生态环境和农产品品质,优先采用生态调控、生物和物理控制等环保技术措施来预防和有效控制病虫害^[2],是缓解农作物

病虫害问题的新兴手段之一。新疆棉花种植业在全国棉花产业中占据重要地位^[3],2020年新疆棉花种植面积和总产量分别是250.2万hm²和516.1万t,占全国总量的79.0%和87.5%,占全球棉花总产量的20%左右。值得注意的是,棉花的生长周期较长,是受病、虫危害最为严重的经济作物之一^[4]。新疆目前常见的棉花病虫害多达50余种,是导致棉花减产的主要原因之一^[5]。绿色防控技术的采纳能有效缓解棉花病虫害问题,从而促进农户增收。因此,农户作为使用绿色防控技术的关键环节,权衡自身采纳行为与增收之间的关系刻不容缓。

国内外学者在绿色农业技术采纳方面的研究

收稿日期:2022-07-19,修订日期:2022-12-06

基金项目:国家自然科学基金项目(71663045);兵团社会科学基金项目(22YB22);塔里木大学研究生科研创新项目(TDGRI202264)。

作者简介:霍瑜,女,甘肃天水人,博士,教授,研究方向为农业技术经济理论与政策。E-mail: huoyu050301@163.com

通讯作者:颜廷武,男,山东安丘人,博士,教授,研究方向为农业资源与环境经济。E-mail: yantw@mail.hzau.edu.cn

2023年1月

成果较丰富,主要围绕3个方面展开论述:1)采纳决策诱因。由最初的农户利润最大化目标^[6]转至采纳新技术后边际收益与成本的比较^[7],再到采纳新技术的收益是否大于现有技术的理性判断^[8];2)技术采纳影响因素。农户的个体资本禀赋^[9]、家庭特征^[10]、土地规模特征^[11]、农户感知^[12]、市场环境^[13]、政策环境^[14]等均会对农户采纳决策造成差异性影响;3)绿色农业技术采纳效果评价。除了在产出效果^[15]、节约成本^[16]、生态环境效益^[17,18]与减贫效应^[19]研究之外,对其增收效应也进行了3点深入的探讨:①绿色农业技术对收入的影响机制与路径。农户采纳绿色农业技术可以提高自身劳动生产率,促进农产品升级,显著提高农户收入与福利水平^[20];②农户采纳绿色农业技术后增收时效的差异性。采纳绿色农业技术后所获得的收入效应在长期与短期内的反应程度不同^[21],大部分学者均认为采纳绿色农业技术对农户收入的增收效应非常可观^[22],也有部分学者认为短期的采纳决策行为会提高农户收入,而长期采纳该技术会对家庭收入造成负向影响^[23];③绿色农业技术增收效应的异质性。多体现在不同技术类型应用^[24]、农户禀赋之间的差异^[25]、区域差异^[26]等方面。

综而言之,现有研究在如下两方面有待加强:①研究区域多以中国农业发展水平较高、绿色农业技术应用较为成熟的中东部地区为主,较少涉及西部地区棉农采纳绿色防控技术的增收效应;②研究内容多从节水灌溉技术、保护性耕作技术等硬性技术类型(物化型)进行考量,而对棉农长期学习直至最终掌握的软技术及其收入效应的探讨相对较少。截至2020年年底,新疆已累计建成绿色防控专业化示范区483个,核心示范区与辐射带动区的种植面积分别是18万 hm^2 与85.33万 hm^2 ,主要农作物绿色防控技术覆盖率达到35.9%,示范区内绿色防控技术采纳率高达90%以上^[27]。那么,病虫害绿色防控技术推广17年以来,棉农采纳绿色防控技术是否会对收入起到促进作用,这种促进作用在区域性与收入水平两个方面是否会存在差异性这一问题值得探讨。鉴于此,本文以新疆684位棉农的调查数据为基础,考察绿色防控技术采纳带给棉农的增收效果及其异质性,以期制定绿色防控技术推广

应用相关政策提供参考。

2 理论分析与研究假说

2.1 绿色防控技术采纳对棉农家庭总收入的影响

绿色防控技术采纳会通过提高产量和价格影响棉农收入。一方面,对于采纳绿色防控技术的棉农来说,基于该技术的生物靶向性和可持续防治特征,能有效减少农药的施用量和施用次数,进而降低病虫害防控成本^[5]。于是,棉花更少地受到病虫害的侵害,棉农劳动生产效率进一步提升,最终棉花产量得到大幅提高。另一方面,绿色防控技术的应用可以显著提高棉花纤维长度、伸长率和断裂比强度^[28]。可见,绿色防控技术改善了棉花品质,帮助棉农拓宽了销售市场,并在市场竞争中获得更高的价格^[29]。综合以上两方面,产量和价格的提高增加了棉农的销售收入,从而提高总收入^[30]。据此,提出假说1:

H1:绿色防控技术采纳能够提高棉农家庭总收入。

2.2 绿色防控技术采纳对不同类型棉农家庭总收入的影响

2.2.1 绿色防控技术采纳对不同区域棉农的影响

因地理位置、气候条件、人文习俗等差异,不同区域采纳绿色防控技术后所产生的影响各有不同。新疆常年干旱少雨,深居内陆且周围被山脉阻隔,存在交通不便、水资源匮乏、人才紧缺等问题,严重限制了传统种植业的发展^[31]。依据天山山脉,新疆被划分为南疆与北疆。北疆自然条件相对优渥,水资源丰富,传统种植业收益良好且稳定,对绿色防控技术的依赖程度较低^[32]。相比之下,南疆传统种植业长期受土地沙漠化和水资源匮乏等因素的影响,棉农采纳新型技术的意愿更加强烈,有助于绿色防控技术的推广。此外,为巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接,保证不发生规模性返贫,南疆地区的棉农受到科技帮扶的力度更强,且多方主体同聚合力,基层党组织建设与对口援疆输送人才精准帮扶^[33],因此棉农采纳绿色防控技术后,收益增长幅度较大。据此,提出假说2:

H2:绿色防控技术的增收效应存在区域异质性。绿色防控技术对南疆棉农收入的影响大于北疆棉农。

2.2.2 绿色防控技术采纳对不同初始收入水平棉农的影响

低收入家庭一般在人力资源、社会资本等方面存在劣势,严重制约了棉农对绿色防控技术的采用。于是,对低收入棉农而言,绿色防控技术采纳难以明显地促进增收。即便采纳了绿色防控技术,也会考虑到投资成本的高低、棉花是否高产高质、种植过程中风险的大小等多种因素,导致农业产出能力相对较低,难以在短期内提升农业收入。相比之下,高收入棉农在人力资源、社会资本等方面具备更多的优势,在就业市场具有较强的竞争力,不仅容易获得较高的农业收入,而且其强大的经济基础使其对土地的依赖程度较低,从而激发更多可能性^[34]。同时,因其收入较高,有利于扩大农业生产规模,提高棉农劳动生产效率以实现持续有效增收。因此,本文预期绿色防控技术使得高收入棉农受益更多。据此,提出假说3:

H3:绿色防控技术的增收效应存在棉农收入异质性,对高收入棉农的影响大于低收入棉农。

3 变量定义、数据来源与研究方法

3.1 变量定义

(1)被解释变量:棉农家庭总收入。目前关于福利效应变量选取的研究多关注农户家庭收入、消费水平与贫困发生率^[35,36]。对于贫困发生率而言,2020年年底中国全面消除绝对贫困,贫困发生率均降为0,应用于本文不够严谨;对于消费水平而言,其又受到家庭收入的重要影响;加上数据的可获取原则,本文选择棉农家庭总收入作为度量其福利水平的指标,主要考察新疆绿色防控技术采纳与棉农家庭总收入间的因果关系。为避免异方差对结果造成的影响,对棉农家庭总收入统一取自然对数。

(2)核心解释变量:①是否采纳绿色防控技术。在问卷中对应的问题是:“您在从事棉花生产过程中是否采纳绿色防控技术?(如生物农药、杀虫灯、种植抗病虫害品种等)”,将棉农在农业生产过程中使用绿色防控技术赋值为1,未使用该技术赋值为0。②棉农感知。根据拓展的技术接受理论(TAM),本文在感知易用性与感知有用性的基础上引入感知友好性这一主体变量,基于这3个维度设置认知变量,具体将绿色防控技术认知显化为获取

途径感知、他人意愿感知、投入成本感知与技术培训感知等4个变量。基于主观性无法直接测量,参考霍瑜等^[11]、沈璐璐等^[32]的研究。对4个变量的定义分别采用“我可以比较容易获取更多该项技术的相关技术专业指导与培训”“其他种植户对该项技术的使用感知对我有很大影响”“我综合考虑使用该项技术可以降低目前的生产投入总成本”和“我很满意该项技术的相关技术教育培训提供的服务”来进行测量,并以李克特五分量表的形式进行赋值。

(3)工具变量:棉农行为决策往往受“同伴效应”的影响,但周围人采纳病虫害绿色防控技术往往不会直接影响到棉农自身的收入水平。基于此,参考何婧等^[37]的思路,按照村(或团场)分组后,选取该地区绿色防控技术平均采纳率作为工具变量,该变量满足工具变量的相关性和外生性的要求。

(4)其他控制变量:主要包括棉农个人特征、生产特征与社会网络,结合已有研究^[8],个人特征中选取受访者年龄、文化水平与兼业情况,生产特征选取棉花种植规模、绿色防控技术认知与便利条件,社会网络选取亲戚朋友与邻里效应变量。具体变量定义与赋值如表1所示。

3.2 数据来源

本文数据来源于课题组2019年7—8月在新疆14个地州的实地调研。选择新疆作为调研点的原因有二:①新疆棉花种植面积与产量均位居全国前列;②新疆尤其是南疆生态环境相对脆弱,农用地中盐碱地、荒漠地占比较高,为合理保护及高效率使用耕地,政府开始大范围推广绿色防控技术。本次调研主要采用随机抽样和分层抽样法。在正式调研之前,课题组在新疆阿拉尔市托喀依乡进行了预调研,并根据数据反馈修改与完善问卷,形成最终版问卷后进行正式调研。课题组先在新疆每个地州的抽样层中随机抽取3~5个县级市(团场),再从中随机抽取3~5个村庄(连队),最终在每个村庄或连队中随机抽取10~15位棉农进行“一对一”访谈。调查的内容主要包括棉农个人信息、家庭情况、生产经营特征与绿色防控技术采纳情况。共发放问卷848份,回收问卷共721份,在剔除高频率重复问卷与信息缺失问卷后,得到有效问卷684份,其中,北疆330份,南疆354份。

表1 变量定义与描述性统计

Table 1 Variable definitions and descriptive statistics

变量			未采纳组 均值	采纳组 均值	差异值的 <i>T</i> 检验
被解释变量	家庭总收入	2019年家庭实际收入,取自然对数	2.751	6.340	-3.588***
核心自变量	是否采纳	是=1,否=0	—	—	—
棉农感知	感知易用性				
	获取途径感知	我可以比较容易获取更多该项技术的相关技术专业指导与培训(1~5)	2.824	3.010	-0.186***
	他人意愿感知	其他种植户对该项技术的使用感知对我有很大影响(1~5)	2.985	3.718	-0.733***
	感知有用性:投入成本感知	我综合考虑使用该项技术可以增加目前的生产投入总成本(1~5)	3.750	3.437	0.313***
	感知友好性:技术培训感知	我很满意该项技术的相关技术教育培训提供的服务(1~5)	3.250	3.243	0.007
个人特征	年龄	受访者实际年龄/岁	51.324	46.107	5.217***
	文化水平	不识字或识字很少=1,小学=2,初中=3,高中或中专=4,大专及以上=5	1.750	2.146	-0.396***
	兼业情况	有=1,无=0	0.294	0.447	-0.152***
生产特征	棉花种植规模	1 hm ² 及以下=1,(1,3] hm ² =2,(3,5] hm ² =3,5 hm ² 以上=4	2.000	2.505	-0.505***
	技术认知	是否了解绿色防控技术? 是=1,否=0	0.691	0.971	-0.280***
	便利条件	我能比较方便地获取推广站、农机站的农业技术人员的技术指导(1~5)	3.309	3.097	0.212*
社会网络	亲戚朋友	亲戚朋友对绿色防控技术的推荐会促使我采用该技术(1~5)	2.882	3.350	-0.467***
	邻里效应	街坊四邻对绿色防控技术的推荐会影响我采用该技术(1~5)	2.779	3.146	-0.366***
工具变量	同村技术采纳率	调研村(或团场)绿色防控技术平均采纳率	—	—	—
区域特征		北疆=1,南疆=0	0.526	0.49	0.035

注:***、**、*依次表示1%、5%、10%的显著水平。下同。

从表2可知,样本中50.29%的棉农年龄位于41~50岁,文化水平普遍偏低,初中及以下文化水平棉农的比例为78.37%,家庭年收入相对普遍较低,年收入在3万元及以下的受访者比例达50.88%;仅有38.60%的棉农存在兼业情况;从棉花种植规模来看,样本棉农规模化经营趋势不明显,拥有3 hm²以

表2 样本棉农基本特征

Table 2 Basic characteristics of sample farming households					
特征	分类	百分比/%	特征	分类	百分比/%
年龄	30岁及以下	5.26	家庭年收入/万元	≤2	40.35
	31~40岁	8.77		(2,3]	10.53
	41~50岁	50.29		(3,5]	27.49
	51岁及以上	35.68		>5	21.63
文化水平	小学及以下	26.31	棉花种植规模/hm ²	≤1	11.11
	初中	52.06		(1,3]	57.89
	高中(中专)	16.37		(3,5]	20.47
	大专及以上	5.26		>5	10.53
兼业情况	有	38.60	是否采纳	采纳	60.23
	无	61.40		未采纳	39.77

上土地的棉农占比仅有31.00%;采纳绿色防控技术的棉农占比为60.23%。

3.3 研究方法

3.3.1 内生转换模型(ESR)

基于西方经济学理性经济人假设,棉农采纳绿色防控技术的最终目的是实现其棉花产量的最优化与利润的最大化。依赖于棉农采纳绿色防控技术与未采纳绿色防控技术这一分类原则,假定采纳绿色防控技术的风险性是保持中立的,即棉农采纳绿色防控技术的潜在净利润为 D_{1i}^* ,未采纳绿色防控技术的棉农所期望的利润为 D_{0i}^* ,采纳绿色防控技术与未采纳该技术之间利润的差异为 D_i^* ,即 $D_{1i}^* - D_{0i}^* = D_i^*$,若 $D_i^* > 0$,则表示棉农*i*采纳绿色防控技术所获取的净利润大于未采纳该技术所获取的净利润,即棉农选择采纳绿色防控技术。然而, D_i^* 不易被观测,但在如下潜变量模型中可以用一个可观测变量的函数表示:

$$D_i^* = \begin{cases} 1, & D_i^* > 0 \\ 0, & D_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中: D_i^* 为决策变量, 若 $D_i^* = 1$, 表示棉农 i 采用绿色防控技术, 若 $D_i^* = 0$, 表示棉农 i 未采用该技术。基于此可构建评估棉农采纳绿色防控技术对收入的影响模型:

$$Y_i = \alpha X_i + \beta D_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

式中: Y_i 为棉农 i 家庭总收入; X_i 为影响棉农 i 家庭总收入的控制变量, 如受访者的个体特征、生产特征与社会网络等; α 、 β 为待估计系数; ε_i 为随机误差项。

假如棉农被随机地分配到采纳组与未采纳组, 则式(2)中的 β 系数便能够精准地衡量棉农采纳绿色防控技术对其家庭总收入带来的影响。前文提到, 棉农采纳绿色防控技术受政策环境、自身异质性以及对绿色防控技术感知的“自选择”问题影响, 存在一系列的不可观测变量, 同时影响着采纳决策 D 与棉农收入 Y , 随机带来样本选择偏差。为此, 学术界常用的解决方法有倾向得分匹配(PSM)与工具变量法(IV)等, 其中, PSM 模型无法解释不可观测变量导致的内生性问题; IV 法未将棉农的异质性考虑到模型中, 导致拟合结果偏大。基于此, 本文采用 Maddala^[38]提出的内生转换模型(ESR)模型对方程(2)进行估计。该模型的优点在于: ①能够先后对绿色防控技术采纳与否的棉农收入变量的影响因素进行考量; ②能够将不可观测变量纳入选择模型中, 解决样本选择偏差与内生性问题, 同时可以考察出绿色防控技术对不同资本禀赋棉农的家庭总收入的异质性影响; ③可以实现反事实估计。

内生转换模型主要包括采取两个阶段依次估计的整体思路。第一阶段是确立选择方程, 即使用 Probit 模型估计棉农对绿色防控技术的选择模型, 以考察棉农行为决策的影响因素; 第二阶段是建立结果方程, 即对“采纳绿色防控技术”与“未采纳绿色防控技术”组分别进行收入方程估计, 以考量不同情景下棉农的收入差异。

选择方程为:

$$D_i^* = \gamma_i Z_i + k_i I_i + u_i \quad (3)$$

结果方程为:

$$Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \varepsilon_{i1}, \quad D_i = 1 \quad (4)$$

$$Y_{i0} = \beta_{i0} X'_{i0} + \varepsilon_{i0}, \quad D_i = 0 \quad (5)$$

式中: Z_i 为影响棉农 i 采纳绿色防控技术的控制变量; I_i 为工具变量; Y_{i1} 与 Y_{i0} 分别为采纳和未采纳绿色防控技术棉农 i 的家庭总收入; X'_{i1} 、 X'_{i0} 分别为可能影响采纳、未采纳绿色防控技术棉农 i 的家庭总收入的外生变量; γ_i 、 k_i 、 β_{i1} 、 β_{i0} 为待估计系数; u_i 、 ε_{i1} 、 ε_{i0} 为随机扰动项。

式(2)–(5)均表示绿色防控技术的采纳是由外生变量决定的, 忽略了棉农采纳绿色防控技术的内生性。此外, 未被观测的因素也会影响选择方程(3)中的误差项 u_i 和结果方程中的误差项 ε_i , 同时导致两个误差项之间具有相关性, 即 $\text{corr}(u_i, \varepsilon_i) \neq 0$, 因此普通最小二乘法(OLS)会产生有偏估计, 不能解释样本选择偏差所导致的有偏估计。在对选择方程进行估计之后, 逆米尔斯比率(IMR) λ_{i1} 和 λ_{i0} 及协方差项 $\sigma_{i1} = \text{COV}(u_i, \varepsilon_{i1})$ 和 $\sigma_{i0} = \text{COV}(u_i, \varepsilon_{i0})$ 被计算出并且引入到方程(6)、(7)中:

$$Y_{i1} = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{i1} \lambda_{i1} + \varepsilon_{i1}, \quad D_i = 1 \quad (6)$$

$$Y_{i0} = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{i0} \lambda_{i0} + \varepsilon_{i0}, \quad D_i = 0 \quad (7)$$

式中: λ_{i1} 和 λ_{i0} 控制由不可观测因素所导致的选择偏差; 误差项 ε_{i1} 和 ε_{i0} 满足零均值假定, 选择完全信息极大似然(FIML)方法同时估计选择和结果方程。在 ESR 模型估计中, 误差项间的协方差的相关系数是 $\rho_{\mu 1} (\rho_{\mu 1} = \sigma_{\mu 1} / \sigma_{\mu} \sigma_{i1})$ 和 $\rho_{\mu 0} (\rho_{\mu 0} = \sigma_{\mu 0} / \sigma_{\mu} \sigma_{i0})$ 。若 $\rho_{\mu 1}$ 或 $\rho_{\mu 0}$ 统计上显著则表明选择偏差的存在来自不可观测的因素, 因此为获得处理效应的无偏估计, 其先决条件是考虑可观测与不可观测因素。

ESR 模型可进行反事实估计, 基于估计系数利用反事实估计框架比较棉农采纳与未采纳绿色防控技术在显示和反事实条件下的家庭收入差异性, 以此来评估绿色防控技术的增收效应。

采纳绿色防控技术棉农(处理组)的家庭总收入期望值如下:

$$E[Y_{i1} | D_i = 1] = \beta_{i1} X'_{i1} + \sigma_{\mu 1} \lambda'_{i1} \quad (8)$$

未采纳绿色防控技术棉农(控制组)的家庭总收入期望值如下:

$$E[Y_{i0} | D_i = 0] = \beta_{i0} X'_{i0} + \sigma_{\mu 0} \lambda'_{i0} \quad (9)$$

2023年1月

处理组在未采纳绿色防控技术生产的情境下的家庭总收入期望值如下:

$$E[Y_{i0}|D_i=1]=\beta_{i0}X'_{i1}+\sigma_{\mu 0}\lambda'_{i1} \quad (10)$$

控制组在采纳绿色防控技术生产的情境下的家庭总收入期望值如下:

$$E[Y_{i1}|D_i=0]=\beta_{i1}X'_{i0}+\sigma_{\mu 1}\lambda'_{i0} \quad (11)$$

因此,处理组棉农(采纳绿色防控技术)的平均处理效应(ATT)可用式(8)与式(10)之差进行表示:

$$\begin{aligned} ATT &= E[Y_{i1}|D_i=1] - E[Y_{i0}|D_i=1] \\ &= (\beta_{i1}-\beta_{i0})X'_{i1} + (\sigma_{\mu 1}-\sigma_{\mu 0})\lambda'_{i1} \end{aligned} \quad (12)$$

相应地,控制组棉农(未采纳绿色防控技术)的平均处理效应(ATU)可用(9)式与(11)式之差进行表示:

$$\begin{aligned} ATU_i &= E[Y_{i1}|D_i=0] - E[Y_{i0}|D_i=0] \\ &= (\beta_{i0}-\beta_{i1})X'_{i0} + (\sigma_{\mu 0}-\sigma_{\mu 1})\lambda'_{i0} \end{aligned} \quad (13)$$

3.3.2 分位数模型(QR)

由于分位数回归模型能够提供自身变量 x 对因变量 y 的变化范围以及整个条件分布 $y|x$ 的全部信息,因此将棉农家庭总收入(取自然对数)作为被解释变量,将棉农是否采纳绿色防控技术及个人、家庭特征作为解释变量,建立如下分位数回归模型:

$$Q_T[\ln Y|X] = \beta_{0T} + \beta_{1T}D_i + \sum \beta_{iT}B_i + \varepsilon_T \quad (14)$$

式中: $Q_T[\ln Y|X]$ 为研究关注的结果变量,表示棉农在 T 分位数上的家庭总收入; D_i 为核心解释变量,表示棉农 i 是否采纳绿色防控技术; B_i 为控制变量; β_{0T} 为常数项; β_{1T} 和 β_{iT} 分别为核心解释变量和控制变量进行参数估计的第 T 个分位数的系数; ε_T 为随机扰动项。

4 结果与分析

4.1 棉农采纳绿色防控技术的影响因素分析

联立方程估计结果如表3所示, $\ln \sigma_{i1}$ 、 $\ln \sigma_{i0}$ 均在1%的水平下显著,这表明样本存在选择偏差,采用内生转换模型进行修正是必要的。误差相关系数 σ_{i0} 显著为负,表明样本中未采纳绿色防控技术的棉农家庭总收入低于一般棉农的收入水平。

获取途径感知与绿色防控技术采纳行为在5%的水平下呈显著正相关,这是因为棉农获取途径感知越强,其获取信息的主观能动性越强,在一定程度上可以刺激棉农获取绿色防控技术信息渠道的

多样化发展,棉农采用该技术的可能性越强^[39]。他人意愿感知显著正向影响着棉农采纳绿色防控技术行为,这是受中国传统的“熟人社会”思想影响,棉农常考虑到其他人在使用该技术后是否获得收益来衡量自身的采纳行为^[40]。成本感知与棉农采纳绿色防控技术行为呈显著正相关关系,通过走访发现:大部分棉农仍认为投入与产出是正比例关系,即投入成本越高,得到的收益就越高。技术培训感知在5%的水平下显著正向影响着棉农采纳绿色防控技术行为,即棉农对绿色防控技术的相关教培服务满意度越高,采纳绿色防控技术的可能性就越大。棉花种植规模在1%的水平下显著负向影响棉农的绿色防控技术采纳行为,技术推广很大程度上冲击了棉农的传统思想,大部分棉农对于绿色防控技术持有怀疑态度,棉农土地经营规模越大,对于接受新技术的态度越谨慎,还有部分棉农选择使用一块较小的土地进行试验或观望街坊四邻采纳后的效果,才会考虑采纳该技术^[41]。邻里效应在1%的水平下显著正向影响棉农绿色防控技术采纳行为,即街坊四邻使用绿色防控技术的频率越高、程度越深,技术扩散与外溢程度加深,棉农采用该技术可能性就相对越大。区域特征变量显著为负,说明相比北疆而言,南疆棉农采纳绿色防控技术的积极性更高。

4.2 棉农收入的影响因素分析

逐步对比采纳组与未采纳组棉农的收入方程估计结果发现,年龄、文化水平、兼业情况、棉花种植规模、技术认知与邻里效应均显著影响着采纳组与未采纳组的家庭总收入,其中文化水平和棉花种植规模只显著影响采纳组棉农家庭总收入,而对未采纳组棉农家庭总收入无影响。

从棉农个人特征层面来说,年龄在1%的水平下显著正向影响采纳组棉农家庭总收入,同时显著负向影响未采纳组棉农家庭总收入,这是由于采纳组棉农享受到该技术带来的便利性与高效性,从而呵护棉农身体健康;与此同时,随着种植经验的不断累积,使得棉农家庭收入实现良性循环;但未采纳组棉农随着年龄的增长,身体状况不断下降,渐渐出现心有余而力不足的现象,导致产量减产,家庭收入随之减少^[42]。文化水平在1%的水平下显著正向影响采纳组棉农家庭总收入,受教育程度越

表3 绿色防控技术采纳对棉农收入影响的ESR估计结果

Table 3 Endogenous switching regression (ESR) estimation results of the impact of green control technology adoption on cotton farmers' income

变量	收入方程				选择方程	
	采纳组		未采纳组		系数	t值
	系数	t值	系数	t值		
获取途径感知	—	—	—	—	0.289**	2.18
他人意愿感知	—	—	—	—	0.629***	4.23
成本感知	—	—	—	—	0.272*	1.94
技术培训感知	—	—	—	—	0.351**	2.40
年龄	0.013***	2.95	-0.042***	-3.78	0.018	0.86
文化水平	0.250***	5.02	0.028	0.43	0.22	1.13
兼业情况	0.234***	2.58	-0.361***	-3.50	-0.038	-0.12
棉花种植规模	-0.167**	-2.28	-0.002	-0.02	-1.575***	-5.41
技术认知	-0.477*	-1.83	0.467***	3.58	-0.454	-1.15
亲戚朋友	-0.002	-0.05	0.207***	5.69	-0.152	-1.29
邻里效应	-0.076**	-2.07	-0.323***	-7.45	0.353***	3.25
便利条件	-0.039	-1.44	-0.032	-1.05	0.159	1.64
区域特征	0.256***	2.62	0.096*	1.78	-0.418**	-2.19
同村技术采纳率	—	—	—	—	2.694***	10.51
常数项	2.955***	4.96	3.049***	3.91	-9.728***	-4.51
样本量	412		272		684	
$\ln \sigma_{i1}$	-0.297***	-8.23	—	—	—	—
σ_{i1}	-0.581	-1.51	—	—	—	—
$\ln \sigma_{i0}$	—	—	-0.460***	-7.43	—	—
σ_{i0}	—	—	-1.025**	-2.28	—	—
LR(似然比)检验	—	—	—	—	11.54***	
Log likelihood	—	—	—	—	-796.90***	

注:***、**、*依次表示1%、5%、10%的显著水平。

高,棉农对绿色防控技术的接受程度越高、应用程度越深,最终实现粮食增产、棉农增收。兼业程度与采纳组棉农收入在1%的水平下呈正相关,与未采纳组棉农收入呈负相关,可能的解释是:棉农采纳绿色防控技术显著提高了劳动生产效率,节约了劳动生产时间,棉农可将节省出的时间用于非农工作,以促进家庭总收入增长^[43];而未采纳绿色防控技术的棉农,由于其精力是有限的,当其兼业化程度较高时,棉农从事非农工作的时间越长,就无法同时满足更多的劳动需求,当超过一定阈值时,收入便会减少^[44]。

就棉农生产经验特征层面而言,棉花种植规模在5%的水平下显著负向影响采纳组棉农收入,对未采纳组棉农收入的影响不显著,这是因为不同于中东部地区紧张的人地关系所带来“精耕细作”的

小农业模式,新疆地区人均耕地面积虽位居全国第四位(2019年),然而与之相对的却是“粗放式”农业发展模式,效率不高^[47]。技术认知在10%的水平下显著负向影响采纳组棉农家庭总收入,在1%的水平下显著正向影响未采纳组棉农家庭总收入,这是因为绿色防控技术应用的连续性和效果的滞后性,采纳组农户在使用该技术从事农业生产时,因技术掌握不熟练、精细控制不准确会导致轻微的减产效应;而未采纳组棉农受到老龄化和低教育水平影响,对绿色防控技术的理解程度十分有限,因此只关心绿色防控技术带来的经济效益,其了解绿色防控技术越多,棉农家庭收入越高^[45]。

从棉农社会网络层面来说,邻里效应均在5%的水平上显著负向影响棉农家庭总收入,通过调研发现,棉农认为绿色防控技术采纳率相对不高,所

2023年1月

以在周边邻居不采纳的情况下,会降低自身采纳绿色防控技术的概率,从而降低棉农家庭收入^[46]。区域特征均在10%的水平上正向影响棉农家庭收入,表示棉农在北疆从事生产活动所获得的增收效应比在南疆强。

4.3 增收效应及差异性分析

4.3.1 增收效应与区域差异性分析

ESR模型基于“反事实框架”考察绿色防控技术采纳对棉农家庭总收入的影响,如表4所示,从整体来看,若已采纳绿色防控技术的棉农放弃采纳该技术,其家庭总收入将由1.495下降至1.115,下降了25.4%(0.380/1.495);若未采纳绿色防控技术的棉农采纳该技术,其家庭总收入将上升9.1%(0.083/0.914),由0.830上涨至0.914。据此可知,采纳绿色

防控技术显著提高了棉农家庭总收入,未采纳棉农采纳绿色防控技术后收入效应更加明显,能提升家庭收入的9.1%~25.4%,至此,假说1得证。

考虑到新疆特殊的地理差异,分别对南疆、北疆棉农采纳绿色防控技术增收效应的差异性进行研究。从南疆来看,对于采纳组的 ATT 来说,若采纳绿色防控技术的棉农未采纳该技术,其家庭总收入将下降45.44%,由1.503下降为0.821;对于未采纳组的 ATU 来说,未采用绿色防控技术的棉农若采用该技术,其家庭收入将提高29.80%,由0.761提高至1.084。从北疆来看,对于采纳组的 ATT 来说,若采纳绿色防控技术的棉农未采纳该技术,其家庭总收入将下降34.41%,由1.485下降至0.974;对于未采纳组的 ATU 来说,未采纳绿色防控技术的棉农若采纳该技术,其家庭总收入将提高14.31%,由0.893提高至1.041。综上所述,南北疆地区棉农采纳绿色防控技术均可以显著提高棉农家庭总收入,且南疆棉农家庭总收入提高的效果明显高于北疆棉农,高出15.49%,假说2成立。

4.3.2 不同初始收入水平棉农的差异分析

本文将家庭总收入位于5%、25%、50%、75%、90%分位点的棉农归属为低收入、中低收入、中收入、中高收入与高收入5个类型。表5为分位数回

表4 平均处理效应与区域差异性

Table 4 Average treatment effects and regional variability

		采纳该技术	未采纳该技术	ATT	ATU
全样本	采纳组	1.495	1.115	0.380***	—
	未采纳组	0.830	0.914	—	0.083***
南疆	采纳组	1.503	0.821	0.683***	—
	未采纳组	1.084	0.761	—	0.323***
北疆	采纳组	1.485	0.974	0.511***	—
	未采纳组	1.041	0.893	—	0.149***

表5 绿色防控技术采纳对棉农家庭总收入影响的分位数回归

Table 5 Quantile regression of the impact of green control technology adoption on total household income of farming households

变量	5%分位数	25%分位数	50%分位数	75%分位数	90%分位数
是否采纳	0.425**	0.364***	0.282***	0.781***	1.111***
	(2.15)	(2.86)	(2.68)	(3.03)	(41.12)
性别	0.793***	-0.201**	0.012	-0.017	-0.016
	(2.64)	(-2.07)	(0.24)	(-0.10)	(-0.18)
年龄	-0.011	-0.019**	0.015***	0.011	0.013***
	(-1.20)	(-2.40)	(3.19)	(0.96)	(4.80)
文化水平	0.391**	0.201**	0.458***	0.157	0.008
	(2.38)	(2.40)	(10.75)	(1.38)	(0.25)
棉花种植规模	0.185**	0.095	0.012	0.002	0.011
	(2.06)	(1.09)	(0.02)	(0.01)	(0.10)
兼业情况	-0.873***	-0.012	-0.132*	-0.076	-0.110**
	(-2.70)	(-0.12)	(-1.73)	(-0.42)	(-2.12)
其他变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
常数项	-1.129	0.843	-0.585***	0.758	0.948***
	(-1.13)	(1.57)	(-2.88)	(1.14)	(4.56)
样本量	684	684	684	684	684

归输出结果。

绿色防控技术采纳对不同分位点棉农的家庭总收入均有显著正向的影响,说明采纳绿色防控技术可以显著提高棉农家庭收入,且对不同初始水平的棉农家庭收入的促进效果存在显著差异,在5%、25%、50%、75%和90%这5个分位点上的影响系数分别0.425、0.364、0.282、0.781和1.111,呈“U”型分布,说明采纳绿色防控技术对高收入水平棉农家庭收入的促进效果更强。这是因为对于是否采纳绿色防控技术的棉农,其本身就受到多种因素的共同影响,低收入棉农对于个体特征、生产经营特征的敏感程度较强,高收入棉农反应不太明显。具体来说,低收入棉农受性别、文化水平的影响较大,中收入棉农受年龄、文化水平、兼业情况的影响较大,而高收入棉农很难受其影响,假说3成立。

4.4 稳健性检验

为检验分析结果的稳定性,本文采用多模型比较和更换被解释变量进行稳健性检验。①多模型比较:运用ESR模型、PSM与OLS模型分别回归,结果如表6所示,对比发现,OLS回归模型与PSM模型均得出绿色防控技术的采纳对家庭总收入的影响显著为正,即棉农采纳绿色防控技术会带来增收的效果,但是OLS模型忽略了棉农决策行为的内生性问题,而PSM模型虽然解决了内生性问题,但是忽略了不可观测变量对结果造成的影响,并没有解决样本选择偏差与“自选择”问题,在一定程度上造成了有偏的估计,同样为棉农采纳绿色防控技术的真实收入给出了一个下偏的估计。基于此,内生转换模型不但能够解决以上难题,同样也能够考虑

样本的异质性,可以客观评价绿色农业科技的增收效应,实证结果较为严谨。②更换变量:被解释变量更换为家庭人均收入后再度进行检验, σ_0 依然在5%的显著性水平下显著,说明由不可观测变量引发的自选择问题有必要进行修正。结果表明:①从选择方程看,他人意愿感知、成本感知、技术培训感知、文化水平、邻里效应均正向影响棉农决策行为;棉花种植规模负向影响棉农决策;区域特征为负相关。②从棉农收入方程看,采纳组棉农的兼业情况、邻里效应均负向影响棉农收入,棉农的文化水平、棉花种植规模、亲戚朋友均正向影响棉农收入;未采纳组的年龄、文化水平均负向影响棉农收入。所得结论与被解释变量为棉农家庭总收入时的实证结果基本一致,说明了上述分析的稳健性与有效性。

5 讨论

借助内生转换回归模型,在探寻绿色防控技术采纳行为的影响因素时本文发现,成本感知显著正向影响着棉农采纳绿色防控技术行为,这与霍瑜等^[11]的研究不符,可能的解释有:①目前新疆尚处于绿色防控技术的初步使用阶段,此阶段的成本相对较高,棉农对绿色防控技术和传统技术的长期成本认知较浅^[48];②自20世纪80年代以来,部分进口国以保护环境等理由构筑绿色贸易壁垒,因而中国棉农不断提高环保意识、生产品质等级更高的棉花及其加工品^[49];③通过调研发现,棉农采纳绿色防控技术会享受到当地政府的专项资金补贴,也会享受生产阶段投入成本的部分减免,因此生产投入成本越高,棉农采用该技术的可能性越大^[50]。

南疆采纳绿色防控技术的积极性比北疆高,且南疆棉农家庭总收入提高的效果明显高于北疆,其可能的原因在于:①南疆地理位置偏远、气候条件以及生态环境比较脆弱,盐碱农地占比较大,传统生产技术使得收入增长受限,棉农增收不得不依靠提高农业生产效率,突破环境障碍的意愿更强,棉农更容易接受绿色防控技术;②从当地政府来看,2020年底南疆虽彻底解决绝对贫困问题,棉农实现“两不愁三保障”,但相对贫困问题依旧存在^[51]。③南疆地区人口基数较小、人才资源较为紧缺、人才引进较为困难,政府维持棉农稳定脱贫、不返贫的同

表6 绿色防控技术采纳对棉农收入水平的估计结果

Table 6 Estimated results of green control technology adoption on farming households' income levels

项目	参数	ESR	PSM	OLS
	ATE	—	—	0.281**(2.54)
家庭总收入	ATT	0.380***	0.134**	—
	ATU	0.083***	0.022**	—

注:ATE测度的是绿色防控技术对任意样本棉农家庭总收入的影响,即整个样本(包含采纳组与未采纳组)的平均处理效应;ATT测度的是绿色防控技术对已采纳该技术的棉农家庭总收入的影响;ATU测度的是绿色防控技术对未采纳该技术的棉农家庭总收入的影响;PSM模型使用的是半径匹配。

2023年1月

时,实现棉农多渠道多来源地增收,结合自然条件,使得当地政府对技术的推广力度不断加大、覆盖范围逐渐拓宽,棉农对绿色防控技术的认知水平越高,就更愿意采纳绿色防控技术。

6 结论与建议

6.1 结论

本文基于新疆14个地州684户棉农的微观调查数据,利用内生转换模型与分位数回归模型,探究绿色防控技术采纳对棉农的增收效应及其差异性。主要结论如下:

(1)绿色防控技术在新疆的普及率仍需进一步提高,近40%的样本棉农仍然使用传统技术从事农业生产;北疆绿色防控技术普及率略高于南疆,南疆未采纳绿色防控技术的棉农比例是42.1%,北疆为37.3%。

(2)获取途径感知、他人意愿感知、成本感知、技术培训感知与邻里效应均对棉农采纳绿色防控技术行为产生正向影响,棉花种植规模对棉农采纳绿色防控技术行为呈负向影响。对于采纳绿色防控技术的棉农来说,年龄、兼业程度与文化水平对棉农家庭收入的提升效果最为明显,棉花种植规模、了解程度与邻里效应对棉农家庭收入产生负向影响。

(3)棉农采纳绿色防控技术的增收效应明显,基于反事实框架,未采纳绿色防控技术的棉农若采纳了该技术,其家庭收入将显著提高9.1%;若已采纳绿色防控技术的棉农放弃采纳该技术,其家庭收入将显著降低25.4%。在替换被解释变量和估计方法后,这一结论仍然稳健。

(4)绿色防控技术的福利效应存在显著的群组差异。在区域层面,南疆棉农采纳绿色防控技术的增收效果明显高于北疆,南疆棉农家庭总收入提高比例为29.8%,北疆为14.31%。在收入水平层面,采纳绿色防控技术对高收入水平棉农家庭收入的增收效果更明显,对中收入水平棉农家庭收入的增收效果最弱。

6.2 建议

针对以上结论,提出以下政策建议:

(1)加快构建有效的绿色防控技术推广机制。

一方面,充分发挥地方高校的引领作用,研发充分结合环保实用、方便快捷的农业科技,通过农业科技推广机构辐射多方,构建多方位、多手段的培训方式,力求棉农“听得懂”“觉得好”“用得稳”;另一方面,建立畅通的反馈机制,打破传统固有思维,推动棉农从沿用传统技术到采纳绿色防控技术成功转型,积极提高棉农对绿色防控技术的采纳率。

(2)分类施策,针对不同类型棉农制定绿色防控技术匹配机制与专属提升方案。对于已采纳绿色防控技术经营的棉农,建立合理风险保障机制,制定相关优惠政策并根据棉花种植规模发放资金补贴,实行周期检查。对于未采纳绿色防控技术经营的棉农,充分发挥村委会职能与已采纳棉农的示范作用,着力宣传绿色防控技术的优势,消除“观望者”与“徘徊者”对绿色防控技术的怀疑态度,推出初次采纳绿色防控技术相应奖励政策。

(3)因地制宜,建立精细化绿色防控技术帮扶机制。政府应加大对北疆棉农的政策牵引作用,鼓励棉农利用自身的技术掌握程度、社会资本等优势,通过“传帮带”等方式帮扶周边低收入棉农,提高其技术应用水平,进而实现棉农增收;同时,政府还应加大对南疆棉农的技术与应用指导,通过建立“互联网+高校科技特派员+种植户”模式,延长科技特派员指导时长;同时加大劳动技能的培训力度,因户施策帮助棉农解决具体困难,发展生产奖补和以工代赈机制,多采取以奖代补、事后奖补、劳务补助等方式,有效激发棉农对该技术的采纳意愿。

(4)建立采纳绿色防控技术棉农的家庭收入台账,动态监测收入变化。做到出现问题及时发现、及时解决、及时反馈。定期与已采纳绿色防控技术的棉农开展座谈会,与时俱进提供最新技术,也要倾听棉农目前仍存在的问题以及最新的需求。对已采纳绿色防控技术的棉农家庭收入进行周变化、月变化、年变化的记录,及时进行分析对比,并把结果反馈给棉农家庭和村委会。

参考文献(References):

- [1] 马骥.农户粮食作物化肥施用量及其影响因素分析:以华北平原为例[J].农业技术经济,2006,(6):36-42.[Ma J. Analysis on

- the application amount of chemical fertilizer and its influencing factors in grain crops of farmers: Taking the North China Plain as an example[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2006, (6): 36-42.]
- [2] 黄炎忠, 罗小锋, 唐林, 等. 绿色防控技术的节本增收效应: 基于长江流域水稻种植户的调查[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(10): 174-184. [Huang Y Z, Luo X F, Tang L, et al. Cost-saving and income-increasing effect of green control techniques: Evidence from rice growers in the Yangtze Basin[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2020, 30(10): 174-184.]
- [3] 潘洪生, 姜玉英, 王佩玲, 等. 新疆棉花害虫发生演替与综合防治研究进展[J]. *植物保护*, 2018, 44(5): 42-50. [Pan H S, Jiang Y Y, Wang P L, et al. Research progress in the status evolution and integrated control of cotton pests in Xinjiang[J]. *Plant Protection*, 2018, 44(5): 42-50.]
- [4] Wu K M, Guo Y Y. The evolution of cotton pest management practices in china[J]. *Annual Review of Entomology*, 2005, 50: 31-52.
- [5] 李国英. 新疆棉花病虫害及其防治[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017. [Li G Y. *Cotton Pest and Its Control in Xinjiang*[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2017.]
- [6] Feder G, Slade R. The acquisition of information and the adoption of new technology[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1984, 66(3): 312-320.
- [7] Atanu S, Love H A, Schwart R. Adoption of emerging technologies under output uncertainty[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1994, 76(4): 836-846.
- [8] 孔祥智, 方松海, 庞晓鹏, 等. 西部地区农户禀赋对农业技术采纳的影响分析[J]. *经济研究*, 2004, (12): 85-95. [Kong X Z, Fang S H, Pang X P, et al. Analysis of the effect of household endowments on the agricultural technology adoption decision in West China[J]. *Economic Research Journal*, 2004, (12): 85-95.]
- [9] 张童朝, 颜廷武, 何可, 等. 资本禀赋对农户绿色生产投资意愿的影响: 以秸秆还田为例[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(8): 78-89. [Zhang T C, Yan T W, He k, et al. Impact of capital endowment on peasants' willingness to invest in green production: Taking crop straw returning to the field as an example[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(8): 78-89.]
- [10] 杨志海. 老龄化、社会网络与农户绿色生产技术采纳行为: 来自长江流域六省农户数据的验证[J]. *中国农村观察*, 2018(4): 44-58. [Yang Z H. Ageing, social network and the adoption of green production technology: Evidence from farm households in six provinces in the Yangtze River Basin[J]. *China Rural Survey*, 2018, (4): 44-58.]
- [11] 霍瑜, 张俊飏, 陈祺琪, 等. 土地规模与农业技术利用意愿研究: 以湖北省两型农业为例[J]. *农业技术经济*, 2016, (7): 19-28. [Huo Y, Zhang J B, Chen Q Q, et al. Study on the land scale and the willingness of agricultural technology utilization: Based on the Double-type agriculture in Hubei Province[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2016, (7): 19-28.]
- [12] 李曼, 陆迁, 乔丹. 技术认知、政府支持与农户节水灌溉技术采用: 基于张掖甘州区的调查研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2017, 31(12): 27-32. [Li M, Lu Q, Qiao D. Technological cognition, government support and farmers' adoption of water-saving irrigation technology[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2017, 31(12): 27-32.]
- [13] 黄炜虹, 齐振宏, 邬兰娅, 等. 农户从事生态循环农业意愿与行为的决定: 市场收益还是政策激励?[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(8): 69-77. [Huang W H, Qi Z H, Wu L Y, et al. Determinants of farmers' willingness and behavior to engage in ecological circular agriculture: Market returns or policy incentives?[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(8): 69-77.]
- [14] 黄祖辉, 钟颖琦, 王晓莉. 不同政策对农户农药施用行为的影响[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(8): 148-155. [Huang Z H, Zhong Y Q, Wang X L. Study on the impacts of government policy on farmers' pesticide application behavior[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2016, 26(8): 148-155.]
- [15] Foudi S, Erdlenbruch K. The role of irrigation in farmers' risk management strategies in France[J]. *European Review of Agricultural Economics*, 2012, 39(3): 439-457.
- [16] Colette W A, Almas L K, Schuster G L. Evaluating the impact of integrated pest management on agriculture and the environment in the Texas panhandle[J]. *Western Journal of Agricultural and Economics*, 2001, 26(2): 561-562.
- [17] Bonou A, Diagne A, Biaou G. Agricultural Technology Adoption and Rice Varietal Diversity: A Local Average Treatment Effect (LATE) Approach for rural Benin[R]. Hammamet: 2013 Fourth International Conference, 2013.
- [18] Irani M, Sumitra A. Impact analysis of IPM programs in basmati rice by estimation of pesticide residues[J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2011, 86(3): 307-313.
- [19] Wossen T, Alene A, Abdoulaye T, et al. Poverty reduction effects of agricultural technology adoption: The case of improved cassava varieties in Nigeria[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2018, 70(2): 392-407.
- [20] 黄腾, 赵佳佳, 魏娟, 等. 节水灌溉技术认知、采用强度与收入效应: 基于甘肃省微观农户数据的实证分析[J]. *资源科学*, 2018, 40(2): 347-358. [Huang T, Zhao J J, Wei J, et al. Cognition of irrigation water-saving techniques, adoption intensity and income effects in Gansu, China[J]. *Resources Science*, 2018, 40(2): 347-358.]
- [21] Tambo J A, Mockshell J. Differential impacts of conservation agriculture technology options on household income in Sub-Saharan

2023年1月

- Africa[J]. Ecological Economics, 2018, 151: 95–105.
- [22] 崔惠斌, 庄丽娟, 王楷洁. 先进技术采用有效改善了农户的收入水平吗? 来自荔枝主产区的证据[J]. 农林经济管理学报, 2016, 15(5): 515–523. [Cui H B, Zhuang L J, Wang K J. Has advanced technology effectively improved farmers' income? Evidence from major producing areas of litchi[J]. Journal of Agro-Forestry Economics and Management, 2016, 15(5): 515–523.]
- [23] 陈治国, 李红, 刘向晖, 等. 农户采用农业先进技术对收入的影响研究: 基于倾向得分匹配法的实证分析[J]. 产经评论, 2015, 6(3): 140–150. [Chen Z G, Li H, Liu X H, et al. Researching the effects of agricultural advanced technology adoption on farmers' income: Based on propensity score matching method[J]. Industrial Economic Review, 2015, 6(3): 140–150.]
- [24] 苗水清, 果文帅, 张银定. 农产品绿色增产增效技术模式研究与示范: 基于中国农业科学院的实践探索[J]. 农业经济问题, 2017, 38(1): 31–38. [Miao S Q, Guo W S, Zhang Y D. Research and demonstration of green technology mode for increasing production and efficiency of agricultural products: Based on the practice of Chinese academy of agricultural sciences[J]. Issues in Agricultural Economy, 2017, 38(1): 31–38.]
- [25] 李亚娟, 马骥. 科学施肥技术的收入效应差异分析: 基于粮农初始禀赋的实证估计[J]. 农业技术经济, 2021, (7): 18–32. [Li Y J, Ma J. Analysis of income effect differences of scientific fertilization technology: An empirical estimation based on farmers' initial endowment[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2021, (7): 18–32.]
- [26] 陈雪婷, 黄炜虹, 齐振宏, 等. 生态种养模式认知、采纳强度与收入效应: 以长江中下游地区稻虾共作模式为例[J]. 中国农村经济, 2020, (10): 71–90. [Chen X T, Huang W H, Qi Z H, et al. Farmers' cognition, adoption intensity and income effect of ecological breeding mode: A case study of rice-shrimp co-cultivation mode in the middle and lower reaches of Yangtze river[J]. Chinese Rural Economy, 2020, (10): 71–90.]
- [27] 新疆维吾尔自治区农业农村厅. 我区4县市荣获全国农作物病虫害“绿色防控示范县”称号[N/OL]. (2022-11-01) [2021-04-02]. <http://nynct.xinjiang.gov.cn/nynct/nyncdt/202104/216ee690af1d474aa589048351febd0a.shtml>. [Department of Agriculture and Rural Affairs of Xinjiang. Our Region 4 Counties Won the National Crop Pests and Diseases 'Green Prevention and Control Demonstration County' Title[N/OL]. (2022-11-01) [2021-04-02]. <http://nynct.xinjiang.gov.cn/nynct/nyncdt/202104/216ee690af1d474aa589048351febd0a.shtml>.]
- [28] 耿计彪, 马强, 张民, 等. 包膜氯化钾一次基施对棉花生长周期钾素供应、产量及品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(4): 1064–1070. [Geng J B, Ma Q, Zhang M, et al. Effects of complete basal application of coated potassium chloride on yield, fiber quality and soil available potassium of cotton[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 2016, 22(4): 1064–1070.]
- [29] 胡海, 庄天慧. 绿色防控技术采纳对农户福利的影响效应研究: 基于四川省茶叶主产区茶农的调查数据[J]. 农村经济, 2020, (6): 106–113. [Hu H, Zhuang T H. Research on the effect of green prevention and control technology adoption on farmers' welfare: Based on the survey data of tea farmers in the main tea producing areas of Sichuan Province[J]. Rural Economy, 2020, (6): 106–113.]
- [30] 李后建, 曹安迪. 绿色防控技术对稻农经济收益的影响及其作用机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(2): 80–89. [Li H J, Cao A D. Impact of green control techniques on farmers' economic benefits and their mechanism[J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(2): 80–89.]
- [31] 夏文浩, 潘生亮, 霍瑜, 等. 新疆农业面源污染的时空分异及动态演进: 基于特色畜牧视角的再分析[J]. 资源开发与市场, 2022, 38(10): 1190–1199. [Xia W H, Pan S L, Huo Y, et al. Spatial-temporal differentiation and dynamic evolution of agricultural non-point source pollution in Xinjiang: Reanalysis based on the perspective of characteristic animal husbandry[J]. Resource Development & Market, 2022, 38(10): 1190–1199.]
- [32] 沈璐璐, 霍瑜. 兵团职工采纳绿色农业技术行为的实证分析: 以病虫害绿色防控技术为例[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(11): 261–266. [Shen L L, Huo Y. An empirical analysis of the behavior of corps workers using green agricultural technology: Taking the green control technology of pests and diseases as an example[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2020, 48(11): 261–266.]
- [33] 夏文浩, 张崎琳. “扶志扶智扶学”视角下教育精准扶贫的经验与启示: 基于南疆深度贫困区的个案分析[J]. 时代金融, 2020, (24): 22–23. [Xia W H, Zhang Q L. Experience and enlightenment of targeted poverty alleviation through education from the perspective of 'supporting will, supporting wisdom and supporting learning': A case study of deep poverty areas in Southern Xinjiang[J]. Times Finance, 2020, (24): 22–23.]
- [34] 刘新智, 周韩梅, 王小华. 农地流转缩小农户收入差距了吗? 基于CFPS的微观证据[J]. 农林经济管理学报, 2021, 20(4): 501–510. [Liu X Z, Zhou H M, Wang X H. Does farmland transfer narrow income gap among farmers? Microcosmic evidence from CFPS [J]. Journal of Agro-Forestry Economics and Management, 2021, 20(4): 501–510.]
- [35] 杨志海. 生产环节外包改善了农户福利吗? 来自长江流域水稻种植农户的证据[J]. 中国农村经济, 2019, (4): 73–91. [Yang Z H. Can outsourcing of agricultural production improve the welfare of farm households? Evidence from rice farmers in Yangtze Valley [J]. Chinese Rural Economy, 2019, (4): 73–91.]
- [36] 余威震, 罗小锋. 农业社会化服务对农户福利的影响研究: 基于农药减量增效服务的实证检验[J/OL]. 中国农业资源与区划,

- (2022-07-25) [2022-11-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20220721.1851.015.html>. [Yu W Z, Luo X F. Research on the impact of agricultural socialized services on farmers' welfare: Empirical test based on pesticide reduction and efficiency enhancement services[J/OL]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, (2022-07-25) [2022-11-02]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20220721.1851.015.html>.]
- [37] 何婧, 李庆海. 数字金融使用与农户创业行为[J]. 中国农村经济, 2019, (1): 112-126. [He J, Li Q H. Digital finance and farmers' entrepreneurship[J]. Chinese Rural Economy, 2019, (1): 112-126.]
- [38] Maddala G S. Methods of estimation for models of markets with bounded price variation[J]. International Economic Review, 1983, 24(2): 361-378.
- [39] 张丰翼, 颜廷武, 张俊飏. 社会互动对农户绿色技术采纳行为的影响: 基于湖北省1004份农户调查数据的分析[J]. 生态与农村环境学报, 2022, 38(1): 43-51. [Zhang F Y, Yan T W, Zhang J B. Effect of social interaction on farmers' adoption of green technologies: Evidence from 1004 household survey data in Hubei Province [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2022, 38(1): 43-51.]
- [40] 马千惠, 郑少锋, 陆迁. 社会网络、互联网使用与农户绿色生产技术采纳行为研究: 基于708个蔬菜种植户的调查数据[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(3): 16-21. [Ma Q H, Zheng S F, Lu Q. Social network, internet use and farmers' green production technology adoption behavior[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022, 36(3): 16-21.]
- [41] 蔡书凯. 经济结构、耕地特征与病虫害绿色防控技术采纳的实证研究: 基于安徽省740个水稻种植户的调查数据[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(4): 208-215. [Cai S K. Empirical study of economic structure, lands feature and green pest control techniques adoption: Based on the Anhui Province 740 rice farmers research[J]. Journal of China Agricultural University, 2013, 18(4): 208-215.]
- [42] 张童朝, 颜廷武, 仇童伟. 年龄对农民跨期绿色农业技术采纳的影响[J]. 资源科学, 2020, 42(6): 1123-1134. [Zhang T C, Yan T W, Qiu T W. Effects of age on farmers' adoption of intertemporal green agricultural technology[J]. Resources Science, 2020, 42(6): 1123-1134.]
- [43] 罗明忠, 雷显凯. 非农就业经历、风险偏好与新型职业农民生产技术采纳[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2022, 24(2): 44-56. [Luo M Z, Lei X K. Non-agricultural employment experience, risk preference and new farmers' adoption of production technology[J]. Journal of Jiangsu University (Social Science Edition), 2022, 24(2): 44-56.]
- [44] 陈宏伟, 穆月英. 节水生产行为、非农就业与农户收入溢出[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2022, (2): 1-11. [Chen H W, Mu Y Y. Water-saving production behavior, non-farm employment and farmers' income spillover effect[J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition), 2022, (2): 1-11.]
- [45] 王晓敏, 颜廷武. 技术认知、环境规制与农户秸秆还田技术采纳行为[J]. 世界农业, 2022, (4): 57-68. [Wang X M, Yan T W. Technology cognition, environmental regulation and farmers' straw return technology adoption behavior[J]. World Agriculture, 2022, (4): 57-68.]
- [46] 唐林, 罗小锋. 邻里效应能否促使稻农施用生物农药? 基于鄂、赣、浙三省农户调查数据的考察[J]. 自然资源学报, 2022, 37(3): 718-733. [Tang L, Luo X F. Can the neighborhood effect encourage rice farmers to apply biological pesticides? Evidence from survey data of farmers in Hubei, Jiangxi and Zhejiang provinces[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(3): 718-733.]
- [47] 张守莉, 杨宁, 边爽. 土地经营规模对农户种粮收入的影响分析: 以吉林省公主岭市为例[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(9): 162-166. [Zhang S L, Yang N, Bian S. Impact of land management on the grain farmers' income: A case of Gongzhuling City of Jilin Province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2017, 38(9): 162-166.]
- [48] 闵凯丽, 陈玉兰. 新疆棉花绿色防控技术应用现状与发展对策[J]. 河北农业科学, 2022, 26(2): 75-78. [Min K L, Chen Y L. Application status and development countermeasures of green cotton prevention and control technology in Xinjiang[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2022, 26(2): 75-78.]
- [49] 阎海婷. 绿色贸易壁垒对纺织品出口的影响因素分析[J]. 上海商业, 2019, (12): 10-11. [Yan H T. Analysis on the influence factors of green trade barriers on textile export[J]. Shanghai Business, 2019, (12): 10-11.]
- [50] 钱静斐, 李辉尚. 补贴政策调整、比较效益变化和农户棉花生产决策: 基于主产区的省级动态面板数据[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2020, 21(5): 1-7. [Qian J F, Li H S. Subsidy policy adjustment, comparative benefit change and farmers' cotton production decisions: Based on the provincial dynamic panel data of the major producing areas[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Social Sciences), 2020, 21(5): 1-7.]
- [51] 罗万云, 戎铭倩, 王福博, 等. 可持续生计视角下民族地区农户相对贫困多维度识别研究: 以新疆和田市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(6): 15-24. [Luo W Y, Rong M Q, Wang F B, et al. Multidimensional identification of relative poverty in arid regions: An analysis from the perspective of sustainable livelihoods [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2022, 36(6): 15-24.]

The impact of green control technology adoption on cotton farmers' welfare in Xinjiang

HUO Yu¹, XIA Wenhao¹, LANG Yuchao², LI Kaixuan¹, YAN Tingwu^{3,4}

(1. College of Economics & Management, Tarim University, Alaer 843300, China; 2. College of Marxism (College of Law), Tarim University, Alaer 843300, China; 3. College of Economics & Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; 4. Hubei Rural Development Research Center, Wuhan 430070, China)

Abstract: [Objective] The development, promotion, and application of green pest control technology is an important technical means to improve the ecological environment, increase the efficiency of cotton growers, facilitate the improvement of the quality and yield of cotton, and achieve sustainable development of the cotton industry. [Methods] Based on the survey data from 684 cotton farmers in Xinjiang, an endogenous switching regression model and a quantile regression model were used to explore the income improvement effect of green control technology adoption on cotton farmers in Xinjiang and its heterogeneity across regions and income levels. [Results] The results show that: (1) The adoption rate of green control technology in Xinjiang is generally low, nearly 40% of cotton farmers still have not adopted it, and the adoption rate in southern Xinjiang is almost 5% higher than that in northern Xinjiang. (2) Perception of access, perception of other people's willingness, perception of cost, perception of service satisfaction, and neighborhood effect all significantly and positively affect cotton farmers' green control technology adoption, and cotton planting scale significantly and negatively affects cotton farmers' green control technology adoption. (3) Older age, more engagement in part-time employment, and higher education level of cotton farmers in the adoption group can significantly increase their household income, and the scale of cotton cultivation, technology perception, and neighborhood effect significantly and negatively affect the household income of cotton farmers. (4) The treatment effect indicates that the household income of cotton farmers who did not adopt the green control technology would be significantly higher by 9.1% if they had adopted the technology; if cotton farmers who had adopted the green control technology gave up adopting the technology, their household income would be significantly lowered by 25.4%. The welfare effect of green control technology shows group differences the effect of income increase brought by the adoption of green control technology by cotton farmers in southern Xinjiang is significantly higher than that in northern Xinjiang, by 15.49%; the effect of income increase brought by the adoption of green control technology on the household income of cotton farmers with high income level is stronger, and the effect of income increase on the household income of cotton farmers with middle income level is the weakest. [Conclusion] According to the conclusion of the study, this article recommends that the government should formulate and apply differentiated green control technology matching programs for different types of cotton farmers, promote the sustainable use of green control technology, and accelerate the construction of green control technology promotion mechanism.

Key words: green pest control technology; welfare effect; cotton grower; endogenous switching regression models; quantile regression; Xinjiang