

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.08.008

陈钦萍, 刘振滨, 王波, 等. 气候变化适应性行为对茶农收入的影响——基于福建 312 份农户调查数据 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(8): 75-85.

气候变化适应性行为对茶农收入的影响

——基于福建 312 份农户调查数据

陈钦萍¹, 刘振滨², 王波³, 石懿⁴

1. 福州外语外贸学院 金融学院, 福州 350202; 2. 山东工商学院 公共管理学院, 山东 烟台 264005;
3. 福建农林大学 经济管理学院, 福州 350002; 4. 浙江大学 公共管理学院, 杭州 310058

摘要: 为探究农户适应性行为及其对农业产出的影响效应, 基于福建省 6 个县市 19 个乡镇 312 户茶农的微观调研数据, 采取倾向得分匹配模型, 实证分析气候变化适应性行为对茶农收入的影响。研究表明: ① 面对气候变化及其影响, 58.65% 的茶农会采取应对措施, 41.35% 的茶农未采取任何措施。② 控制适应性行为内生性后, 相较于未采取组茶农而言, 采取组茶农茶叶收入水平平均提高了 29.01%。基于收入依赖与经营规模的异质性分析, 发现相较于全样本而言, 收入完全依赖组和经营大规模组茶农具有更高的平均效应值(ATT)值, 且不同组间适应性行为对茶农茶叶收入的作用效果从大到小依次为收入完全依赖、大规模、全样本。

关键词: 气候变化适应性行为; 茶叶收入; 倾向得分匹配模型

中图分类号: F303 **文献标志码:** A

文章编号: 1673-9868(2024)08-0075-11

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the Impact of Climate Change Adaptive

Behaviors on Tea Farmers' Income

——Based on Survey of 312 Rural Households in Fujian Province

CHEN Qinqing¹, LIU Zhenbin², WANG Bo³, SHI Yi⁴

1. School of Finance, Fuzhou University of International Studies and Trade, Fuzhou 350202, China;
2. College of Public Administration, Shandong Technology and Business University, Yantai Shandong 264005, China;
3. College of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
4. School of Public Affairs, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

Abstract: In order to explore farmers' adaptive behavior and its impact on agricultural output, based on the

收稿日期: 2023-11-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(71773016); 福建省社会科学研究基地重大项目(FJ2022MJDZ022).

作者简介: 陈钦萍, 博士, 副教授, 主要从事资源与环境管理研究.

通信作者: 王波, 博士, 副教授.

micro-survey data of 312 tea farmers in 19 townships of 6 counties and cities in Fujian Province, the paper adopts a propensity score matching model to empirically analyze the impact of tea farmers' adaptive behavior on income. The research shows that: ① In the face of climate change and its impact, 58.65% of tea farmers took the countermeasures, while 41.35% of tea farmers have not taken any measures. ② After controlling the endogeneity of adaptive behavior, compared with the tea farmers who did not take adaptive measures, the tea income level of tea farmers who took adaptive measures increased by 29.01%. Based on the heterogeneity analysis of income dependence and business scale, it is found that tea farmers in total income dependence group and business scale group had higher ATT value than that of the overall sample. Therefore, the order of the effects of different groups' adaptive behaviors on tea farmers' income is as follows: total income dependence > large-scale > entire sample.

Key words: climate change adaptive behavior; income from tea; tendency scores matching model

1 问题的提出

2020—2022年,中国连续遭遇极端天气引发的灾害,每年受灾人口超过1亿人次,年均直接经济损失3000多亿元,预计未来气候系统将更加不稳定,气候风险指数升高^[1].农业是自然生产和经济再生产相互交织的产业,这种本质特性决定了农业生产必然受到自然条件的限制和影响.许多研究表明,气候变化已对农业部门产生显著影响,且影响仍在持续加剧^[2].茶是中国主要的经济作物,2021年中国茶叶总产量为316.4万t,居世界第一,茶叶出口创汇达22.99亿美元.茶叶生产更是众多山区农民的主要收入来源,2019年我国山区茶叶主产区农户收入70%来自茶叶^[3].可见,茶叶在增加种植户收入、支持地方经济、出口创汇以及保障社会稳定等方面具有重要意义.茶叶与气候条件密切相关,近年来以全球气候变暖为主要特征的气候变化使得极端气候事件频发,导致茶叶产业遭受巨大损失^[4-5].例如:2022年江苏省因高温干旱造成茶园受灾面积高达2.03万hm²,重度受灾以及茶树枯死面积近0.47万hm²,灾害损失初步估计超8亿元.有效的适应性措施能够缓解气候变化对茶叶产业造成的损失.因此,茶叶种植户积极主动适应气候变化是稳定茶叶收入和保障茶叶产业可持续发展的重要举措.

已有研究关注到气候变化适应性行为对经济效应的影响机制.例如:探讨农户气候变化适应性行为的有效性评价机制^[6];验证气候变化情境下农户多样化种植对农产品产量的影响机理,发现此种适应性行为对经济效应发挥明显的正向作用^[7];基于粮食种植户视角对比未采取适应性措施的农户,发现采取适应性行为的农户其农产品产量明显较高^[8].但不同适应性措施产生的作用力度有所差异,有学者研究表明农户虽然采取工程类适应措施能明显减少作物产量损失,甚至提高作物产量,但未显著提高农户净收入^[9];气候变化适应性措施种类多样,因此也有学者研究表明与不适应或单独采用某种策略相比,采用组合策略的农户净收入更高^[10].适应性行为的有效性除表征收入与产量变化外,还影响农业产出风险,有学者基于调查数据得出气候变化适应性决策能够增加农业产出,降低农业产出风险^[11-12].

根据农户行为理论中期望收益的解读,农户之所以采取适应性行为,是对行为有效性的期待,即表现为通过采取适应性行为提升农产品在气候变化情境中的收益.适应效果是指适应者的适应性行为能够带来具体效应或者影响结果^[13-14].因此,评价适应性行为是行为调整反馈的关键环节.目前,多数学者立足于农户适应性决策及其影响因素的探讨^[15-16],对适应性行为的有效评价关注明显不足.现有的研究对象主要集中在以种植一年生农作物为主的农户,较少研究以种植多年生经济作物为主的农户.实际上,种植对象不同决定了农户生产行为的异质性,因此从生产特性的角度厘清特定主体的气候变化适应性行为及其有效性亟待开展.本文在借鉴已有研究的基础上,以茶叶种植户为研究对象分析其气候变化适应性行为及收入

效应, 对稳定茶农收入、保障茶叶产业可持续发展具有重要意义。

2 理论分析与研究假设

为应对气候变化, 学者们提出各种各样的适应方案降低农业系统对气候变化相关风险的脆弱性。虽然学者们依据不同侧重点及知识背景对气候变化适应性行为给出了相应的定义, 但学术界认可度高的定义是指生态—社会—经济系统对实际或预期的气候刺激、影响或冲击的调整^[14]。本文中的适应是指“私人适应”, 即茶叶种植户的适应, 茶叶种植户(简称茶农)为应对实际或预期的气候刺激而进行的行为调整, 以减轻气候变化的影响而选择的应对措施。基于已有文献和现实情况^[17-19], 茶农气候变化适应性措施主要有购买水泵、建设蓄水池、喷灌、增加灌溉、调整生产要素、覆盖农膜、购买保险、补种、调整农时、土壤保持、遮荫树管理、农林复合经营共 12 种类型。

根据农户行为理论, 气候变化适应性行为可以表示为特定气候约束条件下, 农户基于对行为可操作性、成本与收益等多种因素考虑后做出的利润最大化理性决策。农户通过预期采纳适应性行为后的收益与成本来确定是否采取适应性措施以应对气候变化^[20]。适应性行为发生的动机前提是采取适应性措施的净收益大于未采取适应性措施的净收益, 即适应性行为所带来的经济效应为正^[21]。所谓适应性行为经济效应是指采取气候变化适应性行为后, 农户获得的直接经济收益多以产量或收入表征。由于茶叶本身品种多样化及其产量差距悬殊的特殊性, 以产量作为评价茶农适应行为经济效应的标准会导致比较明显的偏误。因此本文在综合参考过往研究的基础上, 以收入作为衡量适应性行为经济效应的参考指标。农户气候变化适应性行为效应的产生, 除了受行为本身的影响, 外在环境、家庭特征及种植特征等控制变量亦会对行为有效性产生一定程度的影响^[22-24]。本文在借助农户行为理论的基础上, 建立气候变化适应性行为对茶叶收入的影响机制, 得到适应性行为收入效应的影响模型。

茶农气候变化适应性行为决策提高收入效应的具体逻辑主要是在现有技术水平下, 通过要素投入水平与产出水平来实现^[25]。从要素投入水平来看, 当气候风险来临时, 或对未来外部环境情景进行判断时, 茶农若能够及时对外部条件变化做出合理应对, 则使农户对资源分配和要素组合更加科学。未对气候风险做出响应的农户生产决策虽然也理性, 但是他们的决策未考虑气候变化或气候风险, 从而限制了资源的优化配置。出现

连续高温无雨时, 茶农气候变化适应性行为可以增加灌溉; 在萌芽期出现连续低温天气时, 可以覆盖农膜。当高温、干旱、冻害等极端气候事件频繁时, 茶农可以购买抽水泵、建设蓄水池等做好事前防范。通过对外在环境变化做出及时的行为调整, 优化要素投入结构, 充分发挥它们的功效, 提升资源利用效率。从产出水平来看, 气候变化改变降水、气温等气候条件直接导致潜在产出损失^[18,26]。在气候风险胁迫下, 如果茶农采纳适当的适应性措施, 能够有效降低潜在产出损失, 保障较高的、稳定的产出水平^[8]。在高温、干旱时期, 茶农通过增加灌溉方式, 减少茶树灼伤受损来确保产量。此外, 积极响应气候变化能够促使茶农更深刻地认识到农业生产与外界环境的互动关系, 提高适应气候或环境变化的灵敏度, 从而采取一种更符合现实情境的方式来组织农业生产, 改善组织效率, 提升收入水平。基于此, 本文提出以下假设:

H₁: 茶农气候变化适应性行为影响其茶叶收入, 且发挥正向促进作用。

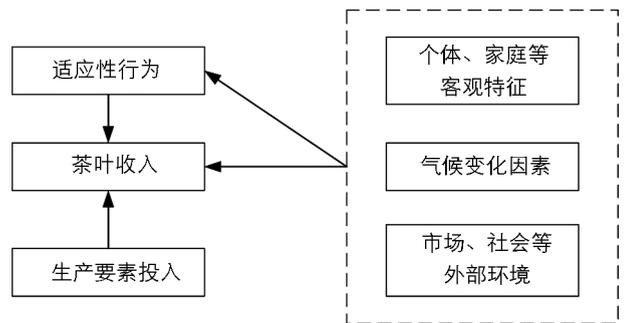


图 1 气候变化适应性行为对茶叶收入的影响

3 数据来源、变量选取与模型选择

3.1 数据来源

本文使用的数据来自课题组于 2020—2021 年展开的实地调查,涉及福建省的安溪县、永春县、南靖县、尤溪县、漳平市、武夷山市、光泽县共 7 个县市。按照农业典型性和可达性等原则,选取感德镇、蓬莱镇、梅林镇、坂面镇等 19 个乡镇进行入户调查,共发放问卷 387 份,有效问卷 312 份,有效率为 80.6%。在 312 份调查样本中,受访者平均年龄为 49 岁,集中分布在 40~60 岁。受访茶农从事茶叶生产年限平均为 21.6 年,茶农茶叶种植经验丰富。从家庭收入结构来看,受访茶农茶叶种植户均年收入为 15.24 万元,收入集中分布在 5~25 万范围内,占全样本的 59.4%,且 70% 以上的收入来源于茶叶,其生计对茶叶的依赖度较高。户均茶叶种植面积为 2.2 hm²,但有 73.16% 的农户集中在 1.7 hm² 以下,说明茶园面积规模分配相对不均衡,小规模农户的占比相对较高。

3.2 变量选取与描述性统计分析

1) 被解释变量。基于数据的可得性和准确性,选取问卷中“茶叶收入”这一题项作为本文的被解释变量。按照是否采取适应措施分成采取组和未采取组,两组家庭茶叶户均收入分别为 16.73 万元和 13.12 万元,采取组茶农户均收入明显高于未采取组。但两组茶叶收入的差异是否由行为差异所致,尚无法做出判断,需进一步构建计量经济模型加以检验。为减少极端值的影响,弱化数据内部存在的绝对量差异,本文对茶农茶叶收入进行对数处理。

2) 核心解释变量。茶农在应对气候变化过程中,通常会采用一种或几种适应性措施以缓解气候变化的不利影响。总的来看,样本茶农至少采取 1 项气候变化适应性措施的占 58.65%,未采取任何适应性措施的茶农占 41.35%。本文因变量取值为 0 和 1,1 代表茶农至少采取 12 项适应性措施中的一种,0 代表茶农未采取任何一项适应性措施。

3) 控制变量。已有研究证实户主个体特征、茶叶经营情况以及外部环境均会对茶叶收入产生影响。本文从户主个体特征、生产要素投入、市场行情、气候变量及村庄特征 5 个方面选取控制变量,具体变量的定义和描述性统计结果如表 1 所示。

表 1 采取组和未采取组茶农的均值比较差异分析

变量类型	变量	变量含义	全样本	未采取组	采取组	比较差异
户主个体特征	年龄	户主年龄/岁	48.94	49.99	48.20	1.790*
	受教育年限	受教育年限/年	8.41	7.88	8.79	-0.916***
	种植经验	从业年限/年	21.68	21.88	21.54	0.348
	参与合作社	1=参加 0=未参加	0.36	0.28	0.42	-0.142**
生产要素投入	化肥	化肥投入/万元	1.18	1.27	1.12	0.158
	农药	农药投入/万元	0.42	0.49	0.38	0.107
	面积	茶园面积/hm ²	2.19	1.85	2.43	-0.586
市场行情	茶叶前景	1=很不好, 2=不好, 3=一般, 4=好, 5=很好	3.41	3.26	3.51	-0.245**
	预期价格上升	1=很不同意~5=非常同意	3.46	3.32	3.56	-0.240**
气候变量	气温上升	1=同意, 0=不同意	0.88	0.78	0.95	-0.170***
	降水减少	1=同意, 0=不同意	0.64	0.48	0.75	-0.273***
	极端事件增加	1=同意, 0=不同意	0.73	0.64	0.79	-0.157***
村庄特征	村庄水资源	1=短缺; 2=一般; 3=丰富	1.87	1.91	1.84	0.065
	村庄距离	村庄离镇中心的距离	9.76	12.49	7.84	4.645***

注: *, **, *** 分别表示在 $p < 10%$, $p < 5%$, $p < 1%$ 水平差异具有统计学意义。

3.3 模型构建

为考察气候变化适应性行为对茶农收入的影响, 首先依据生产函数理论构建茶叶产出影响因素的回归方程, 具体为:

$$y = f(F, P, L) \quad (1)$$

式中, y 表示茶农收入, F, P, L 表示化肥、农药和面积等主要生产要素. 对传统生产函数理论模型进行线性转换, 两边同时取对数, 得到以下方程:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln F + \beta_2 \ln P + \beta_3 \ln L + \epsilon \quad (2)$$

式中, β_0 表示常数项, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 则分别表示化肥、农药、面积的估计系数, ϵ 表示随机误差项. 为研究适应性行为对茶叶收入的影响, 本文在式(2)的基础上增加 $Adapt$ 变量, 由该指标表示茶农是否采取适应性措施, 形成拓展的 C-D 生产函数模型:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln F + \beta_2 \ln P + \beta_3 \ln L + \beta_4 Adapt + \epsilon \quad (3)$$

式中, β_4 表示茶农气候变化适应性行为的估计系数, 同时, 根据已有文献的研究成果, 将其他影响茶叶收入的基本特征纳入式(3)方程作为控制变量, 由此得到最终回归模型:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln F + \beta_2 \ln P + \beta_3 \ln L + \beta_4 Adapt + BX + \epsilon \quad (4)$$

式中, X 表示茶农层面的控制变量, B 则表示影响茶农收入的其他控制变量的估计系数, 具体包括户主个体特征、市场行情、气候变量、村庄特征等.

在上述基准回归的基础上, 考虑茶农采取适应性行为的内生性, 采用倾向得分匹配法做进一步分析. 倾向得分匹配法(PSM)先采用 Logit 回归模型, 以茶农适应性行为决策为因变量, 户主个体特征、生产要素投入、市场行情、气候变量、村庄特征等为自变量, 估算每个个体的倾向得分. 然后, 在多个维度上将采取适应性措施的茶农和与其特征相似但未采取适应性措施的茶农进行匹配, 因此得出适应性决策对茶农茶叶收入的影响. 首先估算茶农适应性行为决策方程:

$$ps(z) = \text{logit}(Adapt = 1 | z) = E(Adapt | z) \quad (5)$$

式中, z 表示影响茶农适应性行为决策的因素, ps 表示茶农采取适应性措施的概率, 即倾向得分(Propensity Score). 根据上述方程, 不仅可以计算出每个个体倾向得分作为匹配的条件, 还可以根据该方程厘清哪些因素对茶农适应性行为决策有显著影响. 然后, 根据式(5)得出 AAT 值, 计算茶农采取适应性行为的平均影响. 同时, 采用不同匹配方法验证结果的一致性, 证明样本的有效性.

4 实证研究及其结果分析

4.1 基准回归分析

首先, 不考虑茶农适应性行为采取的内生性, 采用最小二乘法进行回归分析, 用于与后面的倾向得分匹配结果进行比较. 将适应性行为变量与其他控制变量逐次放入多元回归模型, 形成 3 个回归分析模型, 具体的回归结果如表 2 所示. 数据显示, 模型 1、模型 2、模型 3 均通过整体检验, 调整后的 R^2 分别是 0.021 6, 0.445 4, 0.512 6, 说明增加控制变量后模型的整体代表性大大提升.

在未控制任何协变量的情况下, 模型 1 中适应性行为的平均处理效应为 0.324, 即茶农采取适应性措施平均能提高 32.4% 的茶叶收入, 且在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义, 但该结果的调整 R^2 仅为 0.021 6(即是否采取适应性措施仅能解释收入 2.2% 的变动), 模型解释力度不够. 因此, 在模型 1 的基础上添加生产要素投入指标(模型 2), 结果显示关键变量的平均处理效应为 0.216, 显著性水平为 $p < 5\%$, 调整 R^2 增加到 0.445 4, 模型的解释力度大大提升. 此外, 模型 3 还增加了户主个体特征、市场行情、气候变量和村庄特征等控制变量. 结果显示, 关键变量的平均处理效应为 0.208, 显著性水平为 $p < 5\%$, 与模型 2 相比变化不大, 但模型 3 的调整 R^2 为 0.512 6, 解释力度更高. 因此, 关于适应性行为对茶农收入影响的回归分析以模型 3 为准, 表明在其他变量不变的前提下, 采取组茶农收入会比未采取组茶农收入高.

表 2 基本回归分析结果

变量类型	变量名称	模型 1		模型 2		模型 3	
		回归系数	稳健标准误	回归系数	稳健标准误	回归系数	稳健标准误
关键变量	适应性行为	0.324***	[0.118 4]	0.216**	[0.089 9]	0.208**	[0.096 5]
生产要素投入	化肥			0.183**	[0.072 2]	0.147**	[0.064 9]
	农药			0.039	[0.059 2]	0.060 8	[0.054 8]
	面积			0.474***	[0.063 7]	0.401***	[0.064 5]
户主个体特征	年龄					-0.014 0**	[0.006 4]
	受教育年限					-0.021 9	[0.018 9]
	种植经验					0.018 9***	[0.005 6]
	参与合作社					0.275***	[0.089 6]
市场行情	茶叶前景					0.171***	[0.051 5]
	预期价格					-0.048 7	[0.049 5]
气候变量	气温上升					-0.314**	[0.132 6]
	降水减少					0.038 3	[0.096 2]
	极端事件增加					-0.054 6	[0.090 8]
村庄特征	村庄水资源					0.102*	[0.059 4]
	村庄距离					-0.005 69	[0.003 7]
	常数项	1.993***	[0.095 4]	2.155***	[0.097 6]	2.289***	[0.417 6]
	R ²	0.021 6		0.445 4		0.512 6	

注：*，**，*** 分别表示在 $p < 10\%$ ， $p < 5\%$ ， $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义，括号内为稳健标准误。

4.2 分组回归分析

基于茶叶收入占比和茶园面积指标，将全样本划分为收入完全依赖组(收入占比=1)、收入不完全依赖组(收入占比<1)、小规模组(面积<1.7 hm²)和大规模组(面积≥1.7 hm²)，进行茶叶生产收入和经营规模的异质性分析，结果如表 3 所示。模型(1)中适应性行为的系数为正，且在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义，相对于全样本数据回归系数更大。模型(2)的系数为 0.016 8，作用关系并不显著。结果表明与收入不完全依赖的茶农相比，完全依赖于茶叶收入的茶农采取适应性措施更有利于其减少气候风险，增加茶叶收入。童庆蒙^[27]的研究也表明，收入高度依赖于农业面临的气候风险更高，通过采取适应性措施能有效降低风险，增加收入。模型(3)和模型(4)按照茶农所经营的茶园面积进行分组回归，结果显示两个模型中的适应性行为系数均为正，但未通过显著性统计检验。从系数的大小来看，大规模茶农适应性行为的系数为 0.169，略高于小规模茶农，表明不同经营规模的茶农，其气候变化适应性行为对茶叶收入的影响也略有差异。

表 3 分组回归分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	收入完全依赖	收入不完全依赖	大规模	小规模
适应性行为	0.406*** [0.137 5]	0.016 8 [0.140 6]	0.169 [0.121 6]	0.151 [0.167 2]
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
R	0.448 6	0.475 8	0.391 7	0.329 5

注：*** 分别表示估计结果在 $p < 1\%$ 水平差异具有统计学意义，括号内为稳健标准误。

4.3 倾向得分匹配 (PSM)

4.3.1 筛选样本及平衡性检验

为了解决缺失变量可能导致的估计误差, 本文使用 PSM 方法进行鲁棒性分析. 首先, 构建以茶农是否采取适应性措施为因变量的 logit 模型, 采用 1 : 3 的近邻匹配计算出倾向得分, 并筛选出匹配样本, 最后获得匹配样本共 296 个. 其中, 采取组茶农有 171 户, 未采取组茶农有 125 户. 为了保证匹配结果和样本数据的有效性, 本文依据近邻匹配法绘制出采取组和未采取组在匹配前后的密度函数, 结果如图 2 所示. 从图 2 左侧明显看出未采取组茶农的最高频率出现值约为 0.3, 而采取组茶农的最高频率出现值约为 0.82, 两者之间存在较大差异, 总体上采取组茶农的倾向得分高于未采取组茶农的倾向得分. 通过匹配之后如图 2 右侧所示, 保留与采取组茶农倾向得分较为近似的样本, 未采取组茶农的倾向得分分布产生了明显变化, 即未采取组的概率分布明显向右移动, 最高频率值约为 0.7. 整体上两组数据的分布特征基本保持一致. 说明倾向得分匹配明显修正了两组间的得分偏差, 匹配效果较为理想, 满足共同支撑假设.

除对上述匹配前后密度函数的对比外, 本文也借鉴了 Rubin^[28]的研究方法, 通过选取伪 R^2 、LR 统计量、均值偏差、中值偏差、 B 值以及 R 值比较匹配前后采取组和未采取组在整体上是否满足平衡性假设, 具体平衡性检验的结果如表 4 所示. 平衡性检验结果显示, 通过 3 种方法匹配后, 伪 R^2 的值在 0.014~0.018 范围内, 远小于匹配前的值. LR 统计量也从匹配前的 77.61 降到 6.22~8.25 范围内. 与匹配前相比, 均值偏差、中值偏差大小均在 20% 以内, B 值也小于 25%, R 的取值在 0.5~2.0 范围内, 说明倾向得分匹配在很大程度上降低了采取组茶农和未采取组茶农之间各解释变量的异质性, 降低了样本茶农因“自选”行为导致的匹配偏差, 满足了平衡性假定检验. 同时根据图 3 可以直观地看出, 大多数观测值均在共同取值范围内, 说明在进行倾向得分匹配时只损失了少量样本. 因此, 数据最终的匹配效果较好, 能够有效满足共同支撑的假设与平衡性假设.

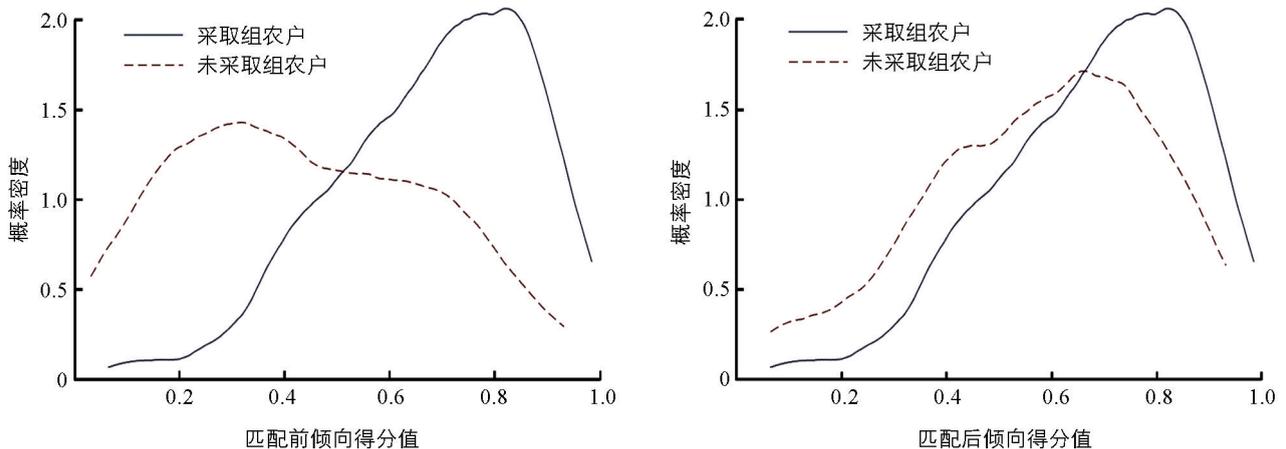


图 2 匹配前后的核密度函数

表 4 匹配平衡性假定检验结果

项目	伪 R^2	LR 统计量	均值偏差/%	中值偏差/%	B 值	R 值
匹配前	0.192	77.61	26.9	27.3	109.8*	0.69
近邻匹配	0.017	7.42	6.7	6.6	30.3*	1.28
半径匹配	0.018	8.25	6.9	7.2	32.0*	1.1
核匹配	0.014	6.22	5.4	5.3	27.8*	1.13

4.3.2 PSM 匹配结果分析

本文采取近邻匹配(1 : 3)方法, 计算茶农采取适应性措施的平均效应值(ATT). 在全样本分析的基

基础上,依据收入依赖度以及经营规模的异质性求得各自的 ATT 值.由于对茶叶收入依赖度越高,经营规模越大,茶农采取适应性措施的可能越高,因此茶农适应性行为的内生性问题在这两种类型的茶农中更为显著,对它们进行单独考察能够更加准确地分析适应性行为对茶农茶叶收入的影响.同时,这两种类型的茶农在外界气候环境变化下,遭受风险的可能性更高,脆弱性更为明显,因此需要对其进行重点关注.本文通过对子样本的分析和 ATT 值的计算来判断适应性行为采取的有效性,各样本估算结果如表 5 所示.

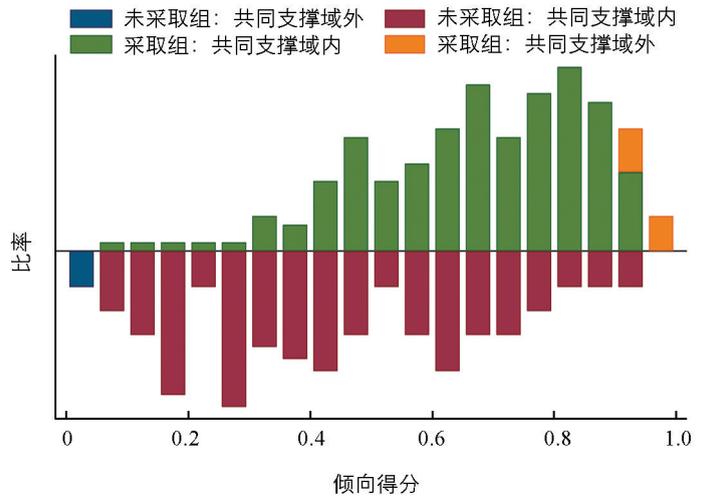


图 3 倾向得分的共同取值范围

表 5 基于近邻匹配方法的 ATT 值

样本情况	类别	采取组	未采取组	ATT 值	标准误	<i>t</i> 值
全样本	匹配前	2.328 0	1.985 9	0.342 1	0.118 8	2.88***
	匹配后	2.291 2	2.001 1	0.290 1	0.166 5	1.74*
收入完全依赖	匹配前	2.709 6	2.224 7	0.485 0	0.138 5	3.5***
	匹配后	2.649 1	2.143 9	0.505 2	0.245 5	2.06**
大规模	匹配前	2.606 2	2.461 0	0.145 2	0.131 5	1.1
	匹配后	2.628 4	2.190 0	0.438 4	0.203 1	2.16**

注:匹配后的控制组只保留匹配成功的样本;采取组与未采取组之间的差别(ATT 值)服从 *t* 分布; * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$,代表 *t* 检验的水平差异具有统计学意义.

从全样本匹配情况来看,ATT 值为 0.290 1,且在 $p < 10\%$ 水平差异具有统计学意义,表明与未采取组茶农相比,采取组茶农茶叶收入提高 29.01%.匹配前采取组与未采取组的差别为 0.342 1,表明如果没有控制适应性行为采取的内生性,将会高估适应性行为对收入的作用效果.从全样本中提取收入完全依赖的茶农作为子样本,将其定义为收入完全依赖组茶农,同时利用相似的方法计算适应性行为对茶叶收入的影响.结果显示,收入完全依赖组茶农匹配后的 ATT 值为 0.505 2,比匹配前的 ATT 值约高出 2.02 个百分点,说明如果不考虑适应性行为的内生性,将会低估收入完全依赖组茶农适应性行为对茶叶收入的作用效果.同时,将该结果与全样本匹配后的结果相比,匹配后的 *t* 值有所增加,显著性略有上升,ATT 值也高出 21.51 个百分点,说明完全收入依赖组茶农适应性行为的影响作用表现得更为明显.可能的解释在于,完全收入依赖组家庭收入 100% 依靠茶叶收入,茶农生计脆弱性敏感.农业生产经营的单一性以及茶园建设资产的专用性,决定了茶农在面临气候变化风险时需要采取必要的适应措施降低风险的不确定性,否则将会造成极大的损失.因此,完全收入依赖组茶农更愿意采取适应性措施以抵御气候风险,部分适应措施(如在自家茶山建设蓄水池、购买抽水泵等)也可为日常茶园管理提供便利条件.

本文还重点关注经营规模较大的茶农,利用相似的方法计算适应性行为对茶叶收入的影响,结果如表 5 所示.大规模茶农匹配后的 ATT 值为 0.390 5,且在 $p < 5\%$ 水平差异具有统计学意义,匹配前的 ATT 值为 0.145 2,且未通过显著性检验,说明倾向匹配分析可以避免低估适应性行为对大规模茶农茶叶

收入的影响, 将该结果与其他两种类型结果相比, 大规模茶农匹配后的 ATT 值比全样本高 14.83 个百分点, 但比收入完全依赖组茶农低 6.68 个百分点, 说明大规模茶农适应性行为的影响作用表现得较为明显, 但弱于收入完全依赖组茶农。可能的解释是: ① 茶是一种多年生且商品化和市场化程度较高的农产品, 茶农在生产经营过程中具有规模化和专业化等特征, 较高的专业化程度和资产专用程度促进茶农采取适应性措施来降低风险。② 适应性措施的采取需要一定的成本投入, 如果茶园经营规模较大, 单位成本的投入相应减少, 有利于茶农做出适应性决策。

4.3.3 稳健性分析

为了考察以上适应性决策效果评估的准确性, 本文结合不同匹配方法对估算结果进行稳健性检验。关于倾向得分的匹配方法包括近邻匹配、半径匹配、样条匹配、马氏匹配以及核匹配, 本文采取半径匹配法和核匹配法对各种样本选择情形下的 ATT 值进行估计, 具体结果如表 6 所示。将表 6 的结果与表 5 的结果进行对比, 可见不同匹配方法所揭示的结论基本保持一致: 即茶农适应性行为将会显著提高其茶叶收入。同时, 基于收入依赖与经营规模的异质性分析, 发现这两种类型的茶农相比总体样本而言具有更高的 ATT 值, 表明适应性行为对茶农茶叶收入的作用效果顺序从大到小依次为收入完全依赖、大规模、全样本。

表 6 基于半径匹配法和核匹配法结果分析

项目	样本情况	类别	采取组	未采取组	ATT 值	标准误	t 值
半径匹配	全样本	匹配前	2.328 0	1.985 9	0.342 1	0.118 8	2.88***
		匹配后	2.291 2	1.967 1	0.324 1	0.165 6	1.96*
	收入完全依赖	匹配前	2.709 6	2.224 7	0.485 0	0.138 5	3.5***
		匹配后	2.649 1	2.120 0	0.529 2	0.257 0	2.06**
	大规模	匹配前	2.606 2	2.461 0	0.145 2	0.131 5	1.1
		匹配后	2.628 4	2.237 8	0.390 5	0.193 2	2.02**
核匹配	全样本	匹配前	2.328 0	1.985 9	0.342 1	0.118 8	2.88***
		匹配后	2.291 2	1.983 4	0.307 9	0.160 7	1.92*
	收入完全依赖	匹配前	2.709 6	2.224 7	0.485 0	0.138 5	3.5***
		匹配后	2.649 1	2.135 4	0.513 7	0.246 9	2.08**
	大规模	匹配前	2.606 2	2.461 0	0.145 2	0.131 5	1.1
		匹配后	2.628 4	2.248 4	0.379 9	0.183 1	2.07**

注: 匹配后的控制组只保留匹配成功的样本; 采取组与未采取组之间的差别(ATT 值)服从 t 分布; * $p < 10\%$, ** $p < 5\%$, *** $p < 1\%$ 代表 t 检验水平差异具有统计学意义(即 ATT 是否具有统计学意义)。

5 主要结论与对策建议

基于茶叶收入视角, 评价茶农气候变化适应性行为的有效性, 为茶叶产业在气候变化挑战下的转型发展提供证据。利用倾向得分匹配方法(PSM)控制适应性行为的内生性, 纠正可观测因素的偏差, 更准确地衡量茶农气候变化适应性行为的有效性。主要研究结论如下: 采用近邻 1:3 倾向得分匹配方法, 结果表明控制适应性行为的内生性后, 相较于未采取适应性措施的茶农而言, 采取适应性措施的茶农茶叶收入水平提高了 29.01%。同时, 基于收入依赖与经营规模的异质性分析, 发现相比全样本而言, 收入完全依赖组和经营规模组茶农具有更高的 ATT 值, 表明不同组间适应性行为对茶农茶叶收入的作用效果排序从大到小

依次为收入完全依赖、大规模、全样本。本文还采用半径匹配法和核匹配法进行稳健分析,不同匹配方法所揭示的结论基本保持一致,证明结果的有效性和可靠性较高。

基于以上结论,得出对策建议:①完善信息共享机制。政府建立信息共享平台,积极宣传与气候变化及应对策略有关的报道,健全气象灾害预警机制、灾中跟踪及灾后定量评估服务,充分发挥村级组织在信息传递与交流过程中的积极作用,引导其通过定期开展气候变化应对大讲堂活动,实现信息资源的有效传递;②提升茶农人力资本水平。定期举办相关主题培训,尤其要重点关注大规模和收入依赖度高茶农的服务需求,促使茶农了解更多气候适应策略和茶叶生产经营管理新技术,拓宽其应对气候变化策略范围,提高茶叶收入水平;③识别适应气候变化所需的资源和条件,提升茶农客观适应能力,如解决茶园灌溉的问题。由于茶园种植环境基本分布在深山高岭,距离水源较远,建设灌溉工程成本高昂,仅凭一己之力难以完成。建议政府部门成立专项水利设施建设资金,倡导同区域茶农联合共建系统化的水利设施,以政府引导为主,多户联结,共同建设灌溉工程,引水上山,实现水资源供给,同时也鼓励新型农业主体积极参与小型及微型农田水利设施建设,并给予相应的技术与资金支持。

参考文献:

- [1] 中国气象局气候变化中心. 中国气候变化蓝皮书(2023) [R]. 北京: 中国气象局, 2023.
- [2] 苏芳, 刘钰, 汪三贵, 等. 气候变化对中国不同粮食产区粮食安全的影响 [J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(8): 140-152.
- [3] 彭斯, 陈玉萍. 山区农户绿色防控技术采用及其收入效应研究——基于武陵山茶叶主产区的调研证据 [J]. 中国农业资源与区划, 2023, 44(1): 24-35.
- [4] 陈家金, 黄川容, 孙朝锋, 等. 福建省茶叶气象灾害致灾危险性区划与评估 [J]. 自然灾害学报, 2018, 27(1): 198-207.
- [5] 徐金勤, 邱新法, 曾燕, 等. 浙江茶叶春霜冻害的气候变化特征分析 [J]. 江苏农业科学, 2018, 46(22): 101-105.
- [6] 孙立凡, 史兴民, 王露. 农户对气候变化适应行为的有效性评价 [J]. 中国沙漠, 2018, 38(2): 428-436.
- [7] DI FALCO S, VERONESI M. How Can African Agriculture Adapt to Climate Change? a Counterfactual Analysis from Ethiopia [J]. Land Economics, 2013, 89(4): 743-766.
- [8] 高雪, 李谷成, 尹朝静. 气候变化下的农户适应性行为及其对粮食单产的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2021, 26(3): 240-248.
- [9] SONG C X, LIU R F, OXLEY L, et al. The Adoption and Impact of Engineering-Type Measures to Address Climate Change: Evidence from the Major Grain-Producing Areas in China [J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2018, 62(4): 608-635.
- [10] GEBREHIWOT T, VAN DER VEEN A. Farmers Prone to Drought Risk; Why some Farmers Undertake Farm-Level Risk-Reduction Measures while others Not? [J]. Environmental Management, 2015, 55(3): 588-602.
- [11] HUANG J K, WANG Y J, WANG J X. Farmers' Adaptation to Extreme Weather Events through Farm Management and Its Impacts on the Mean and Risk of Rice Yield in China [J]. American Journal of Agricultural Economics, 2015, 97(2): 602-617.
- [12] 冯晓龙, 刘明月, 霍学喜, 等. 农户气候变化适应性决策对农业产出的影响效应——以陕西苹果种植户为例 [J]. 中国农村经济, 2017(3): 31-45.
- [13] SMIT B, BURTON I, KLEIN R J T, et al. An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability [M] // KANE SM, YOHE GW. Societal Adaptation to Climate Variability and Change. Dordrecht: Springer, 2000.
- [14] SMIT B, BURTON I, KLEIN R J T, et al. The Science of Adaptation: a Framework for Assessment [J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1999, 4(3): 199-213.

- [15] 童庆蒙, 张露, 张俊飏. 基于湖北省十个代表县(市)的农户适应气候变化的偏向特征与影响因素分析 [J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(1): 194-205.
- [16] 冯晓龙, 霍学喜, 陈宗兴. 气候变化与农户适应性行为决策 [J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2017, 17(5): 73-81.
- [17] ASHARDIONO F, CASSIM M. Climate Change Adaptation for Agro-Forestry Industries: Sustainability Challenges in Uji Tea Cultivation [J]. Procedia Environmental Sciences, 2014, 20: 823-831.
- [18] DAYANI GUNATHILAKA R P, SMART J C R, FLEMING C M. The Impact of Changing Climate on Perennial Crops: The Case of Tea Production in Sri Lanka [J]. Climatic Change, 2017, 140(3): 577-592.
- [19] MUENCH S, BAVOROVA M, PRADHAN P. Climate Change Adaptation by Smallholder Tea Farmers: a Case Study of Nepal [J]. Environmental Science & Policy, 2021, 116: 136-146.
- [20] 朱红根, 康兰媛, 周曙东. 南方稻区季节性干旱农户适应行为及其影响因素实证分析 [J]. 自然资源学报, 2016, 31(9): 1540-1552.
- [21] 唐利群, 周洁红, 于晓华. 采用保护性耕作对减少水稻产量损失的实证分析——基于 4 省 1080 个稻农的调研数据 [J]. 自然资源学报, 2017, 32(6): 1016-1028.
- [22] 宋良媛, 杜富林. 气候变化适应性行为对牧户收入的影响研究——以内蒙古为例 [J]. 农业经济与管理, 2022(3): 86-96.
- [23] 陈欢, 周宏, 王全忠, 等. 农户感知与适应气候变化的有效性分析——来自江苏省水稻种植户的调查研究 [J]. 农林经济管理学报, 2014, 13(5): 467-474.
- [24] 李根丽, 魏凤. 农户的气候变化适应性行为及其影响因素——基于陕西、甘肃两省 597 份农户调查数据的分析 [J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2017, 18(4): 16-23.
- [25] 龚己迅, 杨丹. 养殖户气候适应性行为对提高养殖业生产效率的影响 [J]. 自然资源学报, 2021, 36(11): 2966-2979.
- [26] LOU W P, SUN K, ZHAO Y M, et al. Impact of Climate Change on Inter-Annual Variation in Tea Plant Output in Zhejiang, China [J]. International Journal of Climatology, 2021, 41(S1): E479-E490.
- [27] 童庆蒙. 农户气候响应行为及其对技术效率的影响研究——以江汉平原水稻生产为例 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2020.
- [28] RUBIN D B. Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Nonrandomized Studies [J]. Journal of Educational Psychology, 1974, 66(5): 688-701.

责任编辑 夏娟