

引用格式:伍骏骞, 阎宇, 蒋玉. 时间偏好对农户采纳生物农药意愿的影响: 基于农业技术推广方式的调节作用[J]. 资源科学, 2023, 45(6): 1268-1283. [Wu J Q, Yan Y, Jiang Y. Impact of farmers' time preference on their adoption intention of bio-pesticide: Based on the moderating effect of agricultural technology extension mode[J]. Resources Science, 2023, 45(6): 1268-1283.] DOI: 10.18402/resci.2023.06.13

时间偏好对农户采纳生物农药意愿的影响 ——基于农业技术推广方式的调节作用

伍骏骞, 阎宇, 蒋玉

(西南财经大学中国西部经济研究院, 成都 611130)

摘要:【目的】时间偏好是行为人在跨期决策时对当前效用和未来效用的心理偏向, 农户偏好农药的“当前效用”还是“未来效用”是其生物农药采纳决策的关键。【方法】本文通过在四川省所做的经济学实验, 获取微观农户的时间偏好一手数据, 研究时间偏好对生物农药采纳意愿的影响, 并进一步考察农业技术推广方式的调节作用。【结果】①农户的时间偏好会显著影响其生物农药采纳意愿; 农户时间偏好程度越高, 即越偏好农药的“当前效用”, 其生物农药采纳意愿越低。②调节效应表明, 采取农业技术推广措施, 如建立病虫害绿色防治技术示范基地等, 可以抑制时间偏好对农户生物农药采纳意愿的负向影响; 对于文化水平不同的农户来说, 不同农业技术推广方式的调节效应具有异质性。免费发放生物农药产品可以有效缓解时间偏好对高文化水平农户的负向作用; 技术培训可以有效缓解时间偏好对低文化水平农户的负向作用。【结论】农户的时间偏好程度较高导致其偏好农药的“当前效用”, 造成生物农药采纳意愿不足。农业技术推广可以有效缓解农户时间偏好程度高带来的不良影响, 但应注意针对不同文化水平的农户采取差异化推广方式。

关键词: 时间偏好; 实验经济学; 生物农药; 采纳意愿; 农业技术推广; 绿色防控技术; 四川省

DOI: 10.18402/resci.2023.06.13

1 引言

随着中国绿色发展推进, 农业绿色生产不断面临着自然环境和社会经济环境的新挑战^[1]。农药的高使用强度和低利用率带来一系列环境污染、病虫害抗药性和农产品安全问题, 阻碍农村生态建设和农业高质量发展。为此, 2015年中国展开了农药使用量零增长行动。推广农药减量增效等一系列病虫害绿色防治技术, 既是破解自然资源约束的有效途径, 也是倒逼农户转变生产方式的重要手段。2021年中央一号文件明确指出“推广农作物病虫害绿色防控产品和技术”。然而, 中国绿色防治仍处于试点阶段^[2], 一般通过政府对连片土地进行统防统治

来实现。其中, 以生物农药为代表的绿色防治技术推广效果尤其不理想。因此, 探究绿色防治技术的关键影响因素对解决上述问题有着基础性意义。

已有研究重点关注了绿色防治技术的采纳主体——农户的重要作用。研究发现, 在个人特征层面, 户主的年龄、受教育程度、技术认知、农残认知、风险偏好等均会影响农户的采纳意愿^[3,4]; 在家庭特征层面, 农户家庭年收入、市场化程度、兼业程度和种植规模等是影响农户采纳意愿的关键因素^[5-7]; 加入合作社可使采用绿色防治技术的概率提高43.7%^[8]。不同兼业程度对绿色技术采纳存在异质性, 兼业可促进农业收入占比高的家庭采纳绿色农

收稿日期: 2023-02-10 修订日期: 2023-05-06

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目(20YJA790069)。

作者简介: 伍骏骞, 男, 四川自贡人, 教授, 研究方向为农村反贫困、粮食安全。E-mail: wujunqian@swufe.edu.cn

通讯作者: 阎宇, 女, 河南焦作人, 博士研究生, 研究方向为农业技术经济。E-mail: yanyu_12@foxmail.com

2023年6月

业技术^[9]。同时,生产目的不同的农户对绿色农业技术的采纳行为存在差异^[10];提高土地的连片程度可以有效减轻生产目的的影响^[11]。此外,农户的社会网络、市场环境和政策环境也会影响其采纳意愿^[12,13]。值得关注的是,已有研究缺乏从技术属性与农户决策心理是否匹配的角度分析绿色防治技术的采纳问题,将绿色防治技术视为单期农业技术^[14]。实际上,绿色防治技术是一项跨期技术,分析其推广和应用不能忽视时间维度的影响。生物农药的使用涉及到农户对耕地的长期投资,决策时不仅需要考察技术的短期收益,也要考虑技术在未来带来的效益^[15]。因此,有必要综合技术采纳主体的特征和跨期的时间特征,从农户的时间偏好视角分析绿色防治技术采纳意愿。

时间偏好是影响个体跨期决策的主要心理因素^[16]。对于绿色防治技术来说,时间偏好影响农户对绿色防治长期收益和短期收益的价值判断。有学者认为绿色技术的环保属性使其采纳意愿受到时间偏好影响,时间偏好程度低的农户更倾向于绿色农业技术^[17,18]。Liebenehm等^[19]根据时间偏好异质性分析了短视农民和远视农民之间的个人禀赋与养殖决策差异,远视农民常常表现出高度耐心,这更有利于他们产生长期投资行为^[20]。徐志刚等^[14]用时间偏好解释了不同规模农户跨期农业技术采纳意愿的差异,发现规模户拥有更低的时间偏好程度,对未来收益更敏感。目前仅有少数文献采用实验方法对农户时间偏好进行测度,并讨论时间偏好对生产决策的影响。如:Boonmanunt等^[21]通过对泰国种植者的田间实验得出结论,关心未来的农户更倾向于额外种植红树植物以保护环境。Mao等^[18]在测度时间偏好的基础上讨论时间偏好对不同规模农户影响的异质性,认为时间偏好对规模户采纳绿色农业技术的影响更大。然而,Ding等^[22]在新疆的研究发现,当地葡萄种植户的时间偏好并不影响对雨棚技术的采纳。此外,时间偏好是一种内在感知,可以通过外部干预被施以影响^[13];作为外部干预手段,农业技术推广有利于增强农户对绿色防治技

术收益的价值判断,提高其采纳意愿^[3]。

综上所述,学者关于绿色防治技术采纳因素展开了许多有益讨论,但仍存在进一步拓展空间:①已有文献多从农户的资源禀赋展开分析,近几年开始有学者关注风险偏好、价值感知等心理因素对生产者行为的影响,但从时间偏好视角切入并深入讨论通过农业技术推广缓解时间偏好影响的研究还不多见;②已有研究多采用其他变量刻画时间偏好,缺少通过实验获取农户时间偏好的定量研究。本文可能的贡献有:①从生物农药周期长、见效慢的技术特征注意到农户时间偏好对其采纳意愿的影响,将时间偏好实验应用于农户生物农药采纳意愿的研究,一定程度上扩大了时间偏好实验的应用范围。②试图用时间偏好解释农户生物农药采纳率低的现状,并探索缓解时间偏好不利影响的手段,以拓展绿色防治技术采纳意愿研究思路,并为农业技术推广提供参考。

本文关注的问题是:农户的时间偏好是否会对其绿色防控技术采纳意愿有影响?如果有,是否可以通过农业技术推广克服时间偏好的影响?以及不同推广方式的调节作用是否存在异质性?本文以生物农药^①为例,利用2021年四川省农户调查数据,从技术特点出发,匹配农户时间偏好,解释生物农药“推而不广”的原因,探讨时间偏好对农户生物农药采纳意愿的影响,并考察不同推广手段对时间偏好影响的调节作用及其对不同文化水平农户的异质性。

2 理论框架与假说

生物农药具有跨期经济收益和环境收益的技术特征。面对病虫害防治决策,理性农户不是单纯考虑技术的当期成本与短期收益,而是将短期收益和长期收益贴现加总,与当期成本作权衡,考虑总效用最大。时间偏好正是影响此类决策过程的关键因素。

2.1 生物农药的技术特征

(1)生物农药短期成本高,长期成本低。首先,

① 参考已有文献和联合国粮农组织定义发现,生物防治技术和生物农药的范围基本重叠,在转基因技术和抗生素制剂上划分不明确。本文所提生物农药定义为所含主要有效成分在《中国生物农药登记有效成分清单》内且是中国大力推广、农户可以购买到的生物防治技术产品,如:赤眼蜂、捕食螨等天敌和寡雄腐霉、苏云金杆菌(Bt)等生物制剂为代表的生物农药。本文统一使用生物农药。

生物农药可以有效替代化学农药且不会产生抗药性。短期内生物农药的使用可能会导致防治成本上升^[10];但长期可减少化学农药投入,降低农药施用的显性成本^[23]。其次,生物农药环境兼容性强,长期使用可以恢复生态环境;且对非靶标生物安全,保障施药人身体健康及食品安全,降低农药施用的隐形成本。以调研地南充某项柑橘病虫害关键期防控技术为例,在6—7月优先采取生物防控技术,即采用性诱剂、糖醋液和信息素诱捕器;其他月份以低毒化学农药为主配合生物防治。短期来看,生物防治会使当月每亩防治成本增加30%左右。但长期来看,可使化学农药减施20%以上,病虫害防治人工成本节约20%以上。

(2)生物农药经济收益显著。生物农药不仅可以通过提高农作物产量增加农产品收入^[24,25];更重要的是可以改善作物品质,使之符合绿色食品的要求,从而实现绿色农产品溢价^[26]。四川某项中草药绿色防控技术可有效提高药材产量和品质,实现每亩节本增效1500元以上^②。调研地蒲江于2019年11月中旬启动生物防治替代化学防治行动,2021年当地猕猴桃固形物含量高于其他猕猴桃0.2%以上,市场价格高于一般猕猴桃1.5~2.0元/斤。因此,生物防治技术具有可观的社会收益和经济收益^[27]。

(3)生物农药的技术收益滞后于技术采纳。一方面,生物农药与化学农药防治原理不同,两者在药效周期上存在差异。相比化学农药,生物农药需要3~4天才会显现效果。另一方面,生物农药可以改善生态环境^[28]、提高作物自身抗病水平和减少虫害复发率^③,这些效果的实现并非朝夕之间,需要遵循生物的生长周期才能逐步实现防治效果。以调研地邛崃茶园投放捕食螨为例,释放捕食螨10天后,防治效果达到52.50%;释放捕食螨20天后,防治效果可达81.76%^[29]。汪淮等^[30]的实验发现,捕食螨防治作用在短期内不如化学农药,但是持效性长于化学农药半个月。因此,生物农药的技术收益滞后于技术采纳,需要一定时间才能获得。

从技术特征可以看出,化学农药的作用是消灭食物链其中一环,而生物农药需要参与生态系统形成新的食物链,进而形成良性循环。在短期,生物农药杀虫不如化学农药立竿见影;在长期,生物农药能够改善环境、实现整体病虫害防治。无论是生物农药的经济收益还是环境收益均在当期难以实现。因此,本文认为生物农药属于跨期农业技术。

2.2 时间偏好与生物农药采纳

依照上文思路,本文将农户的生物农药采纳意愿抽象为在收入约束下,通过分配生物农药和化学农药用量来达到总效用最大化的决策过程。已有研究多采用双曲线贴现模型研究跨期选择问题。双曲线贴现模型解决了新古典经济学里无法解释时间偏好不一致的问题^[31],可以更好地描述决策者的跨期行为。在此模型框架下,农户采用防治技术的效用 U 可以表现为:

$$U(t, s) = u_t + \beta \sum_{s=t+1}^{\infty} \delta^{s-t} u_s \quad (1)$$

设效用函数为凹函数,即 $U' > 0$, $U'' < 0$ 。 u_t 、 u_s 表示 t 期、 s 期的效用;将 t 期贴现到 s 期,农户的贴现因子为 $\beta \sum_{s=t+1}^{\infty} \delta^{s-t}$; δ 为贴现率($0 < \delta < 1$),即以利率形式表达的行为人在跨期决策时的时间偏好程度, δ 越高,时间偏好程度越高; β 为农户短期贴现存在的“认知偏差”。 $\beta = 1$ 时,表示农户不存在认知偏差,模型退化为指数贴现模型。在相关研究中学者们发现,人们具有长期贴现率低,短期贴现率高的时间偏好特征^[32],技术表达为 $\beta < 1$ 。在下面分析中,也沿用 $\beta < 1$ 的假设条件。

假设在一个生产周期内(根据本文的经济作物,设定生产周期为一年),农户只购买该生产周期的农药,并在该周期全部投入使用。农户的防治行为分为3期($t = 0, 1, 2$):① $t = 0$ 为农户购买农药的决策时点,即农户购买生物农药和化学农药的时点。农户不可能不进行病虫害防治,因此默认化学农药是生产中必要的防治措施。若农户购买农药

② 四川省农业科学院经济作物育种栽培研究所研制的中药材病虫害绿色防控技术。

③ 2020年,联合国粮农组织专家们使用生物农药控制初期若虫群、干扰蝗虫繁育周期,成功在达到危机水平前控制东非蝗灾,为处理脆弱生态系统的蝗灾爆发提供了解决方案。表明生物农药对于预测、缓解突发性的大规模病虫害有突出贡献,因此联合国粮农组织推荐将其用于病虫害整体性防御策略中。

2023年6月

的预算为 I , 购买并施用 x 单位的生物农药, 生物农药总成本为 xc , 那么农户施用 y 单位化学农药的投资为 $(I - xc)$ 。② $t=1$ 为农户施用农药的时点, 由于化学农药当期生效、无跨期影响, 这也是获得化学农药效用的时点。为便于分析, 采用拟线性效用函数, 将化学农药的消费效用单位化, 即令 $U(x, y) = U(x) + U(y) = U(x) + y$, 则在 $t=1$ 时, 农户消费化学农药的效用为 $U(y) = I - xc$ 。拟线性化使得分析可以忽略收入效应对商品需求的影响, 本分析中可以忽略农户农药预算 I 本身对两种农药选择的影响。③ $t=2$ 为获得环境改善、经济收益提高和防治成本下降等生物农药收益的时点。设生物农药 $t=2$ 时得到的实际效用为 $U(x)$ 。

对于农户来说, 若施用了生物农药, 那么在决策时 ($t=0$) 的总效用等于将化学农药的实际效用 ($t=1$) 和生物农药的实际效用 ($t=2$) 均贴现到第 0 期, 再减去防治总成本 I 。因此, 农户购买农药时面临的效用最大化问题为:

$$\text{Max}\{\beta\delta(I - xc) + \beta\delta^2 U(x) - I\} \quad (2)$$

求式(2)的一阶条件, 得到 $t=0$ 时总效用最大化的条件为:

$$U'(x^*) = \frac{c}{\delta} \quad (3)$$

式中: x^* 为农户决策时认为最大效用应投入的生物农药数量, 即决策阶段农户生物农药的投入意愿。因此, 农户的贴现率 δ 越大, 满足总效用最大化条件的 x^* 越小, 即农户认为投入越多化学农药可以实现总效用最大化; 反之, δ 越小, 满足总效用最大化条件的 x 越大, 农户会选择投入更多生物农药达到最大总效用。对于不同农户来说, 施用农药带来的最大效用不尽相同, 但相比偏好当下的农户 (δ 越大), 偏好未来的农户 (δ 越小) 更倾向于施用更多的生物农药以满足个人效用最大化。

此外, 时间偏好还能进一步解释生物农药采纳率不高和农户意愿与行为违背的原因。

农户在施用农药时 ($t=1$) 的总效用等于化学农药的实际效用加上贴现到第 1 期的生物农药实际效用, 为:

$$\text{Max}\{U(y) + \beta\delta U(x)\} = \text{Max}\{(I - xc) + \beta\delta U(x)\} \quad (4)$$

农户施用农药时, 总效用最大化的条件为:

$$U'(x^u) = \frac{c}{\beta\delta} \quad (5)$$

式中: x^u 为实际取得最大效用应投入的生物农药数量。由于效用函数为凹函数, 当 $\beta < 1$ 时, 有 $x^u < x^*$, 即时间偏好导致了农户对生物农药的实际投入量小于决策时投入意愿的最优量。基于以上分析, 本文提出假说:

H1: 农户时间偏好程度越高, 越偏好农药的“当前效用”, 其生物农药采纳意愿越低。

2.3 农业技术推广的调节作用

技术的经济收益和农户的生态认知是其采纳绿色生产技术的關鍵影响因素^[13], 而农业技术推广可以缓解农户时间偏好程度过高导致其低估生物农药的经济收益和环境收益, 提高农户的生物农药采纳意愿。一方面, 免费发放生物农药产品、技术培训等农业技术推广方式可以为农户提供生物农药的技术信息和技术指导, 规范农户的施药操作, 避免农户因施药方法失当导致减产, 而低估生物农药的经济效益。另一方面, 建立 IPM 示范基地、技术宣传等农业技术推广方式有利于提高农户对生物农药的技术认知和生态认知, 提高农户对生物农药未来生态收益的敏感程度。据此提出假说:

H2: 农业技术推广具有调节效应, 可以有效缓解时间偏好程度高对农户生物农药采纳意愿的负向影响。

3 实验设计与研究方法

3.1 实验设计

(1) 时间偏好的测度。在提问方法的选择上, 实验研究法的问题设置主要有两类: 匹配型问题和选择型问题^[33]。农户对匹配型问题理解起来难度大, 不理解或者理解出现偏差都会造成题目无效, 让农户提前看到所有金额也会带来锚定效应造成结果有偏, 本文通过向农户提出选择型问题来进行时间偏好的测度。

在题目设置上, 现有研究一般将测量贴现率的时间间隔设定为 4 天、8 天, 金额在 50 元以下, 计算出贴现率均值在 0.082~0.170 之间浮动。本次实验对时间偏好进行测度的题目, 参考 Falk 等^[34]对全球 76 个国家(地区)开展的经济偏好调查, 将中国版问

卷中时间偏好相关题目结合四川农户的实际情况进行修改。考虑到生物农药的长期效果需要在施用几个月后才能显现,本文中贴现系数题目的设计将时间间隔设置为6个月^④,金额提高到100~152元,每道题目贴现率均高于同期银行利率。

同时,本实验设置了金额为5~15元的现金和礼品激励,现金奖励作为“奖励分”,礼品作为“基础分”,以更好地模拟生物农药和化学农药的效用。实验开始前明确告知受访者实验结果与最后可得现金报酬有关:若受访者最后选择为A可当场获得5元的现金和礼品;若受访者最后选择为B则在一周后获得相应金额的现金(与题目中兑换金额为20:1)和礼品,期间这笔钱将被封入信封保存在村委会。村委会是农户较为信任的中间人,可保证现金足额、按时支付,尽可能避免信任和交易成本问题。

另外,本文通过刻画户主购买农药时的心理活动来推测主观时间偏好作为被解释变量的代理变量(表1)。未来结果考虑量表(CFC量表)反映了人们考虑当前行为的远距离潜在结果(未来结果)以及这种结果对他们的影响程度,其得分与时间偏好呈反比^[35]。因此,本文参考CFC量表设置了五分李克特量表以评价农户在购买农药问题上的主观时间偏好。需要说明的是,原量表共有12道题目,但在预调研后发现大部分农户无法真正理解题目含义,后引入施药的具体情境并将调整题目为4道。由于双属性预测因子量表的预测结果优于单属性

量表^[36],问卷中设计了“关注当下”“关注未来”两种属性各两道,让农户对题目表述与其日常决策习惯的符合程度进行1~5打分。属性为“关注当下”的题目直接计分,属性为“关注未来”的题目反向计分,采用专家打分法确定取4道得分均值作为农户的主观时间偏好。即主观时间偏好越小,说明农户越偏好未来,反之则注重当下。

(2)贴现率的计算。本文运用简化的双曲线贴现模型计算个体*i*的贴现率 δ_i ($\delta_i < 0$),更符合实际情况^[31]。计算公式如下:

$$P = \frac{F}{(1 + T\delta_i)} \quad (6)$$

式中:*P*为当下获得的金额;*F* (*P* < *F*)为未来*T*个月后获得的金额。计算题目对应的15个贴现率,再推算出16个系数区间,并以区间的中点值作为贴现率的估计值 δ_i ^[37]。贴现率小,说明农户远视、偏好未来;反之,说明农户短视、偏好当下。

3.2 数据来源

本文数据来源于2021年6—8月在四川省的6个乡镇展开的田野调研,每个乡镇随机选取2~4个村作为调研地点,涉及16个村或社区(表2)。调研对象为种植猕猴桃、柑橘和茶叶等经济作物为主的农户。调研地区在绿色防治技术的推广程度上有所差异,蒲江是全国农作物病虫害绿色防控示范县,因此在调研区中,西来镇和鹤山街道推广生物农药的力度最大;邛崃的茶叶病虫害绿色防控防治

表1 主观时间偏好

Table 1 Subjective time preference

主观时间偏好					属性
我选择农药经常只考虑农药当时的杀虫效果					关注当下
1 完全符合	2 比较符合	3 一般	4 比较不符合	5 完全不符合	
在购买农药时,我常常 would 考虑农药对各方面的长期影响					关注未来
1 完全符合	2 比较符合	3 一般	4 比较不符合	5 完全不符合	
我会严肃看待打药导致的不良后果,即使这些不良后果可能不会发生					关注未来
1 完全符合	2 比较符合	3 一般	4 比较不符合	5 完全不符合	
我认为不应该由于农药未来可能产生危害,就选用即时杀虫效果没那么好的农药					关注当下
1 完全符合	2 比较符合	3 一般	4 比较不符合	5 完全不符合	

④ Falk 等^[34]中延迟选择题目共5道,原题目设置时间间隔为一年。但是预调研发现农户没有对此金额和时间跨度作出反应,因此综合本文经济作物主要病虫害防治时间(约180天)以及2021年活期基准利率(0.35%)和定期存款利率(1.30%~1.65%),在预调研阶段反复上调起始询问的收益回报,最终确定为125元。

2023年6月

表2 样本分布

Table 2 Sample distribution

区/县	镇/街道	样本村	样本量
蒲江县	西来镇	高桥社区	20
		石桥村	15
	鹤山街道	张塘村	19
		铁炉村	20
邛崃市	平乐镇	范店村	21
		郑航村	22
		青华社区	19
	夹关镇	骑龙社区	21
		临江社区	19
		鱼坝村	15
		拴马村	19
		王店社区	17
		阙家镇	利光村
高坪区	火烽村	18	
	嘉陵区	大通镇	18
		麻感坝村	12
合计			289

工作曾得到全国农技推广中心表彰,平乐镇和夹关镇的生物农药宣传工作略弱于前两个镇(街道);高坪区和嘉陵区的生物农药宣传力度更弱,部分村庄的推广工作处于起步阶段。

在正式调研开始前了解当地绿色防治技术开展情况和农药市场,以确定是否适合作为调研地点,并设置恰当的时间偏好实验金额。在正式调研中,调研员采取一对一形式开展调研,共发放问卷350份,收回314份,剔除不合格问卷25份,最终有效问卷共289份,有效率为92.04%。

户主的个人贴现率最大为0.0833,频数为132,占总样本量的45.67%;最小为0.0025,占比10.21%。其中,样本中位数为0.0683,均值为0.054,且有178位户主的个人贴现率大于均值,贴现率较高说明农户对未来收益更缺乏耐心,说明大部分农户看重当期利益。这种特征得到许多实验结果证实:Ding等^[22]利用层次叶贝斯模型,估计出新疆葡萄种植户的贴现率均值为0.1700。张宁等^[33]随机走访湖南5县的601个农户发现,时间偏好在不同年龄、性别和地区存在差异,其中即使是最低贴现率均值(0.1109),也高于中国市场利率将近一倍。中国农民具有高时间偏好程度、高贴现率的特征,表

现在希望当期看到效果、得到报酬,倾向于牺牲未来而换取当下福利。

3.3 模型设定

本文主要研究时间偏好对生物农药采纳意愿的影响,衡量农户采纳意愿的方法是让受访者在1~5之间进行打分,分数越高采纳意愿越强。因此将其视为有序变量,采用有序probit模型进行分析。建立如下回归模型:

$$willingness_i^* = \alpha_0 + \alpha_1 time\ preference_i + \sum_{k=1}^n \gamma_k K_{ki} + \varepsilon_i \quad (7)$$

$$willingness_i = \begin{cases} 1, & willingness_i^* \leq r_1 \\ 2, & r_1 < willingness_i^* \leq r_2 \\ 3, & r_2 < willingness_i^* \leq r_3 \\ 4, & r_3 < willingness_i^* \leq r_4 \\ 5, & r_4 < willingness_i^* \end{cases} \quad (8)$$

式中:被解释变量 $willingness_i$ 为农户 i 的生物农药采纳意愿; $willingness_i^*$ 为被解释变量不可观测的潜变量,代表农户 i 对生物农药无法观测到的采纳意愿;解释变量 $time\ preference_i$ 为农户 i 的时间偏好; K_{ki} 为农户 i 的第 k 个控制变量; α_0 为常数项; α_1 和 γ_k 为待估系数; ε_i 为服从正态分布的随机误差项。 r_i 为农户生物农药采纳意愿的分割点,且 $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ 。

3.4 变量选择

(1)核心变量。本文核心解释变量为农户个体的时间偏好,被解释变量为农户生物农药采纳意愿。此外,考虑到访谈时农户可能会夸大其采纳意愿,本文设置了“了解信息”和“参与活动”变量,表示愿意主动了解生物农药相关信息、愿意主动参与生物农药有关活动,用于检验“采纳意愿”的稳健性。1表示“非常不同意”,2表示“不同意”,3表示“一般”,4表示“同意”,5表示“非常同意”。

(2)控制变量。参考农户施药行为和绿色防治技术采纳意愿影响因素的相关研究成果,本文将影响因素主要分4类:个人特征、家庭经营特征、信息渠道和地区变量^[38-40]。个人特征变量包括年龄、受教育程度、健康状况、风险偏好和绿色认知。家庭经营特征变量包括兼业程度、种植规模和免费发

放^⑤。信息渠道特征变量指的是农户是否会在微信群相互交流农业技术。考虑到农户所处的政策环境会在镇(街道)之间产生差异,生成5个镇(街道)的虚拟变量(以鹤山街道为基准)。变量设置和样本基本构成具体如表3所示。

3.5 生物农药技术的推广与采纳现状

为了解生物农药推广与采纳现状,本文对村干部和农户分别进行了生物农药相关问题的问卷访谈。村干部作答的村级问卷涉及:本村或附近是否有病虫害绿色防控(IPM)示范基地、本村是否进行过生物农药的相关宣传、本村是否组织过生物防治技术的培训等。农户问卷涉及:是否听说过、见过和使用过生物农药等相关问题。“听说”“看见”“使用”代表农户对生物农药的熟悉程度逐渐加深。村内对生物农药的宣传、有IPM示范基地、组织生物农药的技术培训相应地促进农户对生物农药的了

解程度。

首先,分析农户对生物农药的熟悉程度和采纳情况。“听说”“看见”和“使用”生物农药的农户分别占38.06%、30.44%和25.61%。随着熟悉程度增加,受访者数量不断下降,仅有74位受访者表示有生物农药使用经历。其中存在曾经使用生物农药又转为使用化学农药的情况,因此正在使用生物农药的农户低于总样本的1/4。这说明农户对生物农药还不甚了解,实际采纳率比较低。

其次,分析生物农药的推广效果。村级问卷显示,在调研的16个村庄中,有14个村庄都开展过不同形式的生物农药推广,意味着样本中应有88.58%的农户听说过生物农药。而在对农户的问卷中,听说过生物农药的受访者仅有110位,仅占38.06%。这说明村内对生物农药的宣传工作效率较低,可能是宣传形式单一、覆盖率低;有11个村庄或附近有

表3 变量定义与描述性统计

Table 3 Definition and descriptive statistics of variables

变量名	变量解释	赋值	平均值	标准差
被解释变量				
采纳意愿	采纳生物农药的意愿		3.910	0.890
了解信息	主动获取生物农药信息的意愿	非常不愿意=1;不愿意=2;一般=3;愿意=4;非常愿意=5	3.820	0.890
参与活动	主动参与生物农药活动的意愿		3.870	0.900
核心解释变量				
时间偏好	贴现系数		0.060	0.030
	主观时间偏好	取4道问题得分均值	2.563	0.494
控制变量				
年龄	实际年龄/岁		53.540	12.100
性别	性别	男=1,女=0	0.640	0.480
受教育程度	最后的学历	文盲=1;小学=2;初中=3;高中及中专=4;大专=5;本科及以上=6	3.150	1.020
风险偏好	风险偏好问题回答的投资比例/%	(投资金额/10万元)×100%	0.460	0.360
健康情况	自评健康状况	很差=1;不太好=2;一般=3;比较好=4;非常好=5	3.960	0.930
绿色认知	认为化学农药造成环境污染的程度	完全没有=1;可以忽略=2;有一点=3;比较严重=4;非常严重=5	4.070	0.810
种植规模	经济作物实际种植总面积/亩	(0, 5]=1;(5, 10]=2;(10, 30]=3;>30=4	1.750	0.930
兼业程度	务工收入/总收入/%	(0.0, 33.0]=1;(33.0, 66.7]=2;>66.7=3	0.610	0.490
免费发放	是否使用过生物农药	是=1;否=0	0.570	0.500
信息渠道	所在微信群是否讨论农业技术	是=1;否或没有微信群=0	0.460	0.500
地区变量	虚拟变量(以鹤山街道为基准)			

注:有7个样本缺失务工收入或总收入信息,采用“务工人数/(务工+务农)人数”计算兼业程度。

⑤“免费发放”是生物农药的一种推广方式,调研区域内,“免费发放”覆盖到的农户一定是有生物农药使用经历的,但部分农户问卷的“使用经历”和村级问卷的“免费发放”存在矛盾,此处为了控制使用经历,采用免费发放生物农药的变量更加准确,排除了农户错误回答产生的测量偏误。但是为了和后文统一表述,采用“免费发放”。不存在没有“免费发放”却施用过生物农药的样本。

2023年6月

病虫害绿色防治(IPM)示范基地,覆盖样本量的71.63%,但仅有29.93%的受访者表示见过IPM基地,这说明宣传工作并没有很好地利用示范基地,导致其辐射作用未能得到充分地发挥;有255位受访者所在的村庄进行了生物农药的技术培训,而最终仅有64位受访者选择使用生物农药,占28.71%。同时,调研中发现有些受访者对生物农药定义不清晰,出现了误以为自己使用过生物农药或曾经使用过生物农药但并不知情的情况。还发现部分受访者生物农药施用方式不规范,大大降低了生物农药的防治效果,导致其对生物农药的认知和评价有误。可以看到,IPM示范基地对于推广生物农药的作用仍有发挥空间,生物农药技术培训效率

不高。

4 结果与分析

4.1 时间偏好与生物农药采纳意愿

本文使用有序probit模型进行估计,标准误差类于镇(街道)级层面,结果见表4。

模型(1)–(3)被解释变量为农户采纳意愿,逐步控制个人特征、经营特征、信息渠道和地区变量。模型(4)和(5)中采纳意愿的代理变量为户主主动了解信息和参与相关活动的意愿,以检验模型稳健性。结果解释以模型(3)为基准。

贴现率系数为-6.098,在1%水平上对农户的采纳意愿产生负向显著影响,表现为越偏好当下的农户(即贴现率增加)采纳生物农药的意愿越小;而偏

表4 基础回归

Table 4 Results of basic regression

	采纳意愿 (1)	采纳意愿 (2)	采纳意愿 (3)	了解信息 (4)	参与活动 (5)
时间偏好	-6.256*** (1.917)	-5.804*** (1.485)	-6.098*** (1.610)	-5.169*** (1.408)	-5.199*** (1.708)
年龄	0.006 (0.006)	0.006 (0.009)	0.006 (0.007)	0.006 (0.006)	0.013** (0.005)
性别	0.182 (0.166)	0.193 (0.205)	0.118 (0.211)	0.082 (0.135)	0.039 (0.175)
受教育程度	0.197*** (0.056)	0.155*** (0.073)	0.146* (0.083)	0.116 (0.088)	0.150*** (0.048)
风险偏好	0.085 (0.102)	-0.061 (0.135)	-0.067 (0.158)	-0.002 (0.158)	-0.016 (0.113)
健康情况	-0.105 (0.064)	-0.139** (0.067)	-0.146** (0.066)	-0.127*** (0.044)	-0.133 (0.091)
绿色认知	0.371*** (0.079)	0.366*** (0.076)	0.337*** (0.086)	0.273*** (0.074)	0.347*** (0.067)
种植规模		0.142*** (0.053)	0.179*** (0.057)	0.201*** (0.063)	0.149*** (0.031)
兼业程度		0.214*** (0.060)	0.197*** (0.074)	0.166*** (0.044)	0.134*** (0.023)
免费发放		0.478*** (0.161)	0.455** (0.180)	0.341* (0.180)	0.564*** (0.092)
信息渠道			0.169 (0.197)	0.288 (0.226)	0.155 (0.136)
地区变量	No	Yes	Yes	Yes	Yes
截距项	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
调整后的 R^2	0.061	0.091	0.096	0.077	0.093
样本量	289	289	289	289	289

注:括号中为标准误;*、**、***分别表示在10%、5%和1%水平上显著。下同。

好未来的农户(即贴现率减小)越倾向于选择生物农药进行病虫害防治,假说得到验证。调研过程中的发现支撑了该结果,低贴现率的受访者更关注土地质量、生态环境改善带来的长期收益,这类农户会提到“污染越来越严重,影响产量和果子口感”“环保农药对人没有危害”等,对生物农药评价较高,因此具有较高的生物农药采纳意愿;相反,高贴现率的受访者缺乏耐心,更关注即时杀虫效果等当期收益,认为采用生物农药会增加短期成本。并且对生物农药长期收益的价值感知较弱,此类农户会提到“现在没有污染”“不愿意等待(生物农药效果)”“化学农药更有用”等,因此不愿意采用生物农药。

表5展示了模型(3)中系数显著变量的边际效应。时间偏好在采纳意愿为“不愿意”“一般”和“非常愿意”的边际效应在1%水平上显著。具体地,当户主贴现率增加0.1,其产生“不愿意”采纳生物农药态度的概率会增加5.69%,对生物农药表示“一般”采纳意愿的概率会增加10.66%,而出现“非常愿意”采纳生物农药意愿的概率会减少16.26%。对比模型(3)和模型(4)、(5)可以发现,时间偏好的系数依然在1%水平上显著为负,表明结果是稳健的。

此外,在表4和表5中,受教育程度在10%水平

上正向显著(0.146),且边际效应表明,户主户的受教育年限增加可以显著增加“非常愿意”采纳生物农药的概率。农户文化水平越高,安全施药意识和环保意识越强,并且具有更强掌握新技术的能力^[41]。健康状况在5%水平上显著为负(-0.146),说明户主自评健康状况与采纳意愿负相关。王建华等^[42]认为生存理性在农户防治行为方面起到决定作用,因此自评健康状况越差的农户越倾向于施用生物农药。绿色认知在1%水平上显著为正(0.337);绿色认知得分增加1个单位,农户“非常愿意”采纳生物农药的概率增加9%。种植规模在1%水平上显著为正(0.179),即种植规模越大,生物农药采纳意愿越高。这是因为时间偏好的量级效应导致规模户对未来收益更敏感,时间偏好程度较低,比起小农户更倾向于采纳跨期技术^[44]。同时,学习成本和规模经济也促使规模户更倾向于采纳绿色农业技术^[43]。兼业程度在1%水平上显著为正(0.197),即非农收入占比高的家庭具有较强生物农药采纳意愿。一方面,兼业程度高可能获得更高非农收入,能够承担新技术的技术风险;另一方面,外出务工经历可以改善农户生产观念,提高农户对生物农药的价值感知^[38]。免费发放在5%水平上显著为正(0.455),说明绿色防治技术的使用经历也会促进农户采纳

表5 时间偏好的边际效应

Table 5 Marginal effect of time preference

	非常不愿意	不愿意	一般	愿意	非常愿意
时间偏好	0.046 (0.033)	0.569*** (0.137)	1.066*** (0.408)	-0.055 (0.058)	-1.626*** (0.477)
受教育程度	-0.001 (0.001)	-0.014* (0.007)	-0.025 (0.016)	0.001 (0.001)	0.039* (0.022)
健康情况	0.001* (0.001)	0.014** (0.005)	0.026** (0.012)	-0.001 (0.001)	-0.039** (0.016)
绿色认知	-0.003 (0.002)	-0.031*** (0.008)	-0.059*** (0.016)	0.003 (0.002)	0.090*** (0.021)
种植规模	-0.001 (0.001)	-0.017*** (0.006)	-0.031*** (0.008)	0.002 (0.001)	0.048*** (0.014)
兼业程度	-0.001 (0.002)	-0.018** (0.009)	-0.034*** (0.009)	0.002 (0.001)	0.053*** (0.020)
免费发放	-0.003* (0.002)	-0.042*** (0.015)	-0.079** (0.033)	0.004 (0.004)	0.121*** (0.044)
其他控制变量			Yes		
样本量			289		

2023年6月

生物农药,使用过绿色防治技术的农户具有更强的技术感知和更多的技术经验,更容易接受生物农药。信息渠道系数为正,未通过显著性检验,说明农业技术的信息渠道的促进效果不明显,原因可能是信息渠道未能提供真实而全面的信息^[44],对指导农户采纳生物农药的作用不足。

4.2 内生性问题

考虑到时间偏好和采纳意愿均涉及部分心理因素,可能会存在内生性问题,导致模型估计结果偏误;且时间偏好被认为是影响保险购买决策的关键因素^[34],具有低贴现率的个体更有可能具有投保行为,因此,本文选取农户商业保险参保行为作为工具变量,采用IV-Oprobit解决内生性问题导致的估计偏差(表6)。参考李仲武等^[45]和苏毅清等^[46]进行IV-Oprobit模型的相关检验^⑥,利用2SLS的第一阶段回归来检验工具变量与内生变量的相关性, F 值为28.103,表明工具变量不存在有限样本或弱工具变量导致的有偏估计。相比基本回归,时间偏好的系数符号相同,但绝对值明显增大,这说明基本回归低估了时间偏好的影响。

4.3 稳健性检验

更换时间偏好的测度方式进行稳健性检验,采用另一种常用于分析时间偏好与决策者行为关系的方法,即根据决策者某方面的行为来推测其主观时间偏好。利用主观时间偏好替换贴现率进行有序probit回归,得到表7。可以看到,列(1)–(3)的主观时间偏好与采纳意愿分别在1%、5%和1%水平上显著且符号为负,即偏好未来的农户具有更高生物

表6 IV-Oprobit估计结果

Table 6 Regression results for IV-Oprobit

	时间偏好 (1)	采纳意愿 (2)
是否参保	-0.649***(-5.10)	
时间偏好		-10.515***(-2.86)
控制变量		Yes
地区变量		Yes
样本量	289	289

注:括号中为 z 统计量,下同。

⑥ 参考李仲武等^[45]进行IV-Oprobit模型工具变量外生性的检验,直接用工具变量和被解释变量进行回归,结果表明,无论是否加入控制变量,“是否参保”的系数均不显著。参考苏毅清等^[46]进行IV-Oprobit模型工具变量外生性的检验。在输出IV-Oprobit的估计结果后,采用“是否参保”对模型(2)的残差预测值进行回归估计。结果表明,残差项与工具变量的回归系数不显著,说明本文工具变量没有违反外生性约束。

表7 稳健性检验

Table 7 Results of robustness test

	采纳意愿 (1)	了解信息 (2)	参与活动 (3)
主观时间偏好	-0.572*** (0.136)	-0.462** (0.152)	-0.351*** (0.104)
控制变量	Yes	Yes	Yes
地区变量	Yes	Yes	Yes
截距项	Yes	Yes	Yes
调整后的 R^2	0.1091	0.0845	0.0945
样本量	289	289	289

注:对列(1)的模型进行边际效应估计,结果表明基础回归是稳健的。

农药采纳意愿。结果表明,农户的时间偏好对生物农药采纳意愿呈负向影响的结果具有一定稳健性。

同时,考虑到本文4种经济作物种植方式可能存在差异,将作物类型作为控制变量加入基础回归模型,核心解释变量的系数和显著性没有明显变化。

5 进一步讨论

5.1 农业技术推广的调节作用

高贴现率作为一种缺乏远见的“先天缺陷”,可以通过投入一定时间和资源克服^[47]。已有研究发现,技术培训和宣传在一定程度上可以减轻绿色技术推广的障碍,提高农户绿色生产技术的采纳意愿^[48]。为进一步讨论“是否能够通过外部干预有效缓解农户时间偏好对生物农药采纳意愿的抑制作用”,分别对3种推广方式进行调节效应检验。根据调研地实际情况,生物农药的推广方式主要有3种:①免费发放试用生物农药;②建立IPM示范基地;③进行生物农药技术培训。表8中调节效应均采用有序probit模型进行分析。

(1)免费发放。作为影响采纳意愿的关键心理因素,技术感知有用性和易用性对绿色防控技术的采纳意愿具有显著促进作用^[2],而没有使用经历的农户无法获得相关技术感知。这些因素是否会导致时间偏好产生的影响产生差异?列(1)加入时间偏好和农户所在村庄是否免费发放生物农药的交

互项进行回归。结果见表8列(1),时间偏好与免费发放的交互项系数为正(3.435),与时间偏好的系数相反(-8.036),说明使用经历会削弱时间偏好对农户采纳生物农药的负向影响,但并不显著。这可能是因为,当地有关部门在在农户田间投放生物农药时仅简单告知,并没有辅以详细的使用说明和技术指导,农户的错误技术操作导致生物农药无法发挥真正效果。

(2)IPM示范基地。IPM示范基地一方面为绿色防治技术提供推广渠道,创造学习外部性;另一方面,增强农户绿色生产意识,提高生物农药技术评价。时间偏好的影响是否会因IPM示范效应而改变?列(2)加入了IPM示范基地及其与时间偏好的交互项。IPM示范基地变量代表农户是否知晓村庄附近的IPM示范基地,“是”赋值为1,“否”赋值为0。结果见表8列(2),时间偏好与IPM基地交互项的系数在10%水平上显著为负(-9.836),与时间偏好系数相反,说明IPM示范基地可以有效缓解时间偏好的负向影响。虽然前文描述统计发现IPM没有充分起到推广生物农药的示范作用,但其存在本身即作为一种生产理念的宣传,可能提高农户的绿色

生产意识。调研过程中也发现,即使农户没有参观过IPM示范基地,但知晓IPM示范基地位置的农户对绿色生产表现出更高兴趣。

(3)技术培训。技术培训是公共部门推广农业技术的主要方法之一,为分析当农户掌握了更多技术知识,生物农药的采纳决策是否还会受到时间偏好的影响,在列(3)加入了技术培训及其与时间偏好的交互项。技术培训变量代表农户是否参加过技术培训,“是”赋值为1,“否”赋值为0。结果见表8列(3),时间偏好与技术培训交互项的系数并不显著,说明技术培训对时间偏好的缓解作用并不显著。这可能是因为技术培训未能提供农户所需的生物农药技术指导。

5.2 调节作用的异质性

农业技术推广可以有效规范农户的施药行为^[49],而农户的文化水平决定了农户的学习、理解和掌握技术的能力,是影响农业技术推广效果的关键。对于不同文化水平的农户,农业技术推广的效果可能存在差异。在调节效应的基础上,进一步考察对于不同文化水平的农户3种推广方式的调节作用是否具有异质性。本文根据受教育程度的均值将农户分为文化水平在高中及以上的“高文化水平”组和文化水平在高中以下的“低文化水平”组。3种农业推广方式调节作用的异质性结果见表9。

列(1)和(2)中,高文化水平组中时间偏好和免费发放的交互项显著,而低文化水平组不显著。说明免费发放生物农药产品的推广方式缓解时间偏好对高文化水平农户的负向影响作用更明显。这可能是因为高文化水平有更多的知识储备和更高的认知能力,也可以通过主动搜索生物农药使用方法,更好地理解和技术应用^[47];低文化水平组认知能力和理解技术信息的能力比较有限,通常依赖经验使用生物农药;因此免费发放生物农药产品的推广方式更有利于文化水平较高的农户采纳生物农药。

列(3)和(4)中,两组文化水平下时间偏好和IPM基地的交互项均不显著。说明IPM示范基地的调节作用在文化水平方面并不存在异质性。这也一定程度上验证了前文的分析,即IPM示范基地并没有充分发挥对生物农药的示范和推广作用,但可能起到了唤醒和培养农户绿色意识的作用。

表8 调节作用分析

Table 8 Analysis of moderating effect

	(1)	(2)	(3)
时间偏好	-8.036 (-1.57)	1.051 (0.25)	-6.946*** (-3.70)
时间偏好×免费发放	3.435 (0.52)		
时间偏好×IPM基地		-9.836* (-1.78)	
时间偏好×技术培训			0.979 (0.34)
免费发放	0.455** (2.50)	0.450** (2.42)	0.453** (2.52)
IPM基地		-0.120 (-1.16)	
技术培训			-0.017 (-0.28)
其他控制变量	Yes	Yes	Yes
样本量	289	289	289

注:考虑所在村庄没有IPM基地且农户不知道、所在村庄没有开展技术培训且农户没有参加的情况,依然可以得到相同结论。

2023年6月

表9 调节效应的异质性

Table 9 Heterogeneity of moderating effects

	高文化水平 (1)	低文化水平 (2)	高文化水平 (3)	低文化水平 (4)	高文化水平 (5)	低文化水平 (6)
时间偏好	-33.884 (-1.46)	-7.196 (-1.42)	-8.996 (-0.48)	-11.673*** (-5.04)	-4.563 (-0.45)	-12.588*** (-4.84)
时间偏好×免费发放	51.712** (1.96)	-1.500 (-0.12)				
时间偏好×IPM基地			13.210 (0.63)	9.392 (1.35)		
时间偏好×技术培训					15.450 (0.95)	4.828* (1.76)
免费发放	1.007 (1.21)	0.018** (2.36)	1.265 (1.84)	0.447** (2.47)	1.670 (1.98)	0.491** (1.97)
IPM基地			0.330 (0.52)	0.595* (1.67)		
技术培训					-1.563 (-0.85)	0.754*** (5.66)
其他控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
截距项	-3.826** (-2.50)	0.293 (0.33)	-1.048 (-0.25)	0.555 (0.40)	0.885 (0.15)	0.237 (0.22)
调整后的R ²	0.3882	0.2197	0.3262	0.2522	0.3781	0.2352
样本量	69	203	69	203	69	203

注:对3对分组回归的交叉项进行似无相关检验的结果显示,不同文化水平下,免费发放和技术培训的交互项存在组间差异,IPM基地的交互项不存在组间差异,说明不同技术推广方式的缓解作用确实存在异质性。

列(5)和(6)中,低文化水平组中时间偏好和技术培训的交互项显著,而高文化水平组不显著,表明技术培训的调节作用对文化水平偏低的农户效果更好,可以有效削弱时间偏好的影响。这可能因为技术培训可以有效修正农户的错误操作和技术认知,且学习门槛较低,对文化水平偏低的农户边际作用更大。而高文化水平农户可以从多种信息渠道学习技术,技术培训并非他们了解生物农药最有效的方式。因此,技术培训的推广方式更适合文化水平偏低的农户采纳生物农药。

6 结论与政策启示

6.1 结论

农户对“未来效用”还是“当前效用”的选择影响着农业绿色发展的未来。本文以生物农药为例,基于2021年四川省6镇的调研数据,在分析生物农药推广现状的基础上,采用有序probit模型实证分析了时间偏好对生物农药采纳意愿的影响,及生物

农药推广工作对这种影响的调节作用。研究表明:

(1)农户对生物农药的了解存在一些误区、实际采纳率不高,生物农药的宣传、推广工作仍存在效率低、覆盖面不全等问题。

(2)时间偏好对农户的生物农药采纳意愿具有显著负向影响,即时间偏好程度低、偏好未来的农户更倾向采纳生物农药。

(3)不同推广方式的对时间偏好的抑制作用有所差异。IPM示范基地的推广方式可以有效抑制时间偏好对农户防治决策造成的负向影响。免费发放生物农药产品对高文化水平组的效果优于低文化水平组;技术培训对低文化水平组的效果优于高文化水平组。

6.2 政策启示

基于以上研究结论,得到以下政策启示:

(1)健全反馈机制,保障技术推广效果。政府应从追求农技推广“覆盖率”向追求“转化率”转

变。作好农业技术推广培训的“后半篇文章”,通过技术热线、线上咨询等多种渠道及时了解农户农业技术应用过程中的需求和问题,确保农户正确理解、掌握技术操作,避免因错误操作造成经济损失而低估生物农药长期和短期收益。

(2)加强技术示范,培养长期技术感知。认识到农户时间偏好会降低其对环境友好型技术的预期收益,导致技术采纳动力不足。政府应探索公开示范基地相关技术的长期成本收益,定期组织参观示范基地,邀请示范户开展农业技术培训和交流。增强农户对生物农药各期效果的客观认知,培养农户形成长期技术感知,提高农户对技术长期效用的价值评价。

(3)因材施教指导,提高技术推广效率。结合农户学习能力差异化生物农药推广策略,提高“技术推广”到“农户采纳”的转换效率。对于文化水平高的农户,主要采取发放新产品、组织技术交流会等推广方式,形成农户自学加农技员指导的良好技术氛围;对于文化水平低的农户,应以技术培训、田间指导等传统推广方式为主,着力规范技术操作、修正技术认知。

参考文献(References):

- [1] 张林秀,白云丽,孙明星,等.从系统科学视角探讨农业生产绿色转型[J].农业经济问题,2021,(10):42-50.[Zhang X L, Bai Y L, Sun M X, et al. Views on agricultural green production from the perspective of system science[J]. Issues in Agricultural Economy, 2021, (10): 42-50.]
- [2] Gao L, Zhang W D, Mei Y D, et al. Do farmers adopt fewer conservation practices on rented land? Evidence from straw retention in China[J]. Land Use Policy, 2018, 79(9): 609-621.
- [3] 高杨,张笑,陆皎,等.家庭农场绿色防控技术采纳行为研究[J].资源科学,2017,39(5):934-944.[Gao Y, Zhang X, Lu J, et al. Research on adoption behavior of green control techniques by family farms[J]. Resources Science, 2017, 39(5): 934-944.]
- [4] 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. Effect of age on farmer's adoption of intertemporal green agricultural technology[J]. Resources Science, 2020, 42(6): 1123-1134.]
- [5] 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.]
- [6] 熊文晖,王燕,王永强.绿色认证对农户绿色防控技术采用影响研究:基于陕西省蔬菜主要种植区的调查数据[J].干旱区资源与环境,2021,35(11):68-73.[Xiong W H, Wang Y Q. Impact of green certification on farmers' adoption of non-chemical pest control[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(11): 68-73.]
- [7] 张朝辉,刘怡彤.土地流转对农户绿色防控技术采纳的影响[J].统计与信息论坛,2021,36(9):89-97.[Zhang Z H, Liu Y T. Impact of land transfer on the farmers' adoption of green control technology: Evidence from ESR model[J]. Journal of Statistics and Information, 2021, 36(9): 89-97.]
- [8] 蔡荣,汪紫钰,钱龙,等.加入合作社促进了家庭农场选择环境友好型生产方式吗?以化肥、农药减量施用为例[J].中国农村观察,2019,(1):51-65.[Cai R, Wang Z Y, Qian L, et al. Do cooperatives promote family farms to choose environmental-friendly production practices? An empirical analysis of fertilizers and pesticides reduction[J]. China Rural Survey, 2019, (1): 51-65.]
- [9] 邹杰玲,董政伟,王玉斌.“同途殊归”:劳动力外出务工对农户采用可持续农业技术的影响[J].中国农村经济,2018,(8):83-98.[Zou J L, Dong Z Y, Wang Y B. The effects of labor migration on farmer's sustainable agricultural technology adoption decisions [J]. Chinese Rural Economy, 2018, (8): 83-98.]
- [10] 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.]
- [11] 余威震,罗小锋,唐林,等.土地细碎化视角下种粮目的对稻农生物农药施用行为的影响[J].资源科学,2019,41(12):2193-2204.[Yu W Z, Luo X F, Tang L, et al. Impact of grain growing objectives on the application of bio-pesticides of rice farmers from the perspective of land fragmentation[J]. Resources Science, 2019, 41(12): 2193-2204.]
- [12] 赵佩佩,张强强,钟逸伟,等.社会网络嵌入对农户绿色防控技术采用的影响:基于技术认知的中介效应[J].资源科学,2022,44(9):1865-1878.[Zhao P P, Zhang Q Q, Zhong Y W, et al. Impact of social network embeddedness on the adoption of green control technologies by farmers: Mediating effects based on technology perception[J]. Resources Science, 2022, 44(9): 1865-1878.]
- [13] 程鹏飞,于志伟,李婕,等.农户认知、外部环境与绿色生产行为研究:基于新疆的调查数据[J].干旱区资源与环境,2021,35(1):29-35.[Cheng P F, Yu Z W, Li J, et al. Study on farmers' cog-

2023年6月

- nitition, external environment and green production behavior: Based on survey data from Xinjiang[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2021, 35(1): 29–35.]
- [14] 徐志刚, 张骏逸, 吕开宇. 经营规模、地权期限与跨期农业技术采用: 以秸秆直接还田为例[J]. *中国农村经济*, 2018, (3): 61–74. [Xu Z G, Zhang J Y, Lv K Y. The scale of operation, term of land ownership and the adoption of intertemporal agricultural technology: An example of “straw return to soil directly”[J]. *Chinese Rural Economy*, 2018, (3): 61–74.]
- [15] Marenja P, Smith V H, Nkonya E. Relative preferences for soil conservation incentives among smallholder farmers: Evidence from Malawi[J]. *American Journal of Agriculture Economics*, 2014, 96(3): 690–710.
- [16] Fisher I. *Theory of Interest: As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest It*[M]. Clifton: Augustus M Kelly Publishers, 1930.
- [17] Lades L K, Laffan K, Weber T O. Do economic preferences predict pro-environmental behaviour?[J]. *Ecological Economics*, 2021, DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.106977.
- [18] Mao H, Zhou L, Ying R Y, et al. Time preferences and green agricultural technology adoption: Field evidence from rice farmers in China[J]. *Land Use Policy*, 2021, DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105627.
- [19] Liebenehm S, Waibel H. Simultaneous estimation of risk and time preferences among small-scale cattle farmers in West Africa[J]. *American Journal of Agriculture Economics*, 2014, 96(5): 1420–1438.
- [20] Hens T, Schindler N. Value and patience: The value premium in a dividend-growth model with hyperbolic discounting[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2020, 172: 161–179.
- [21] Boonmanunt S, Lauer T, Bettina R, et al. Field evidence on the role of time preferences in conservation behavior[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2020, DOI: 10.1016/j.jeem.2020.102368.
- [22] Ding Y H, Balcombe K, Robinson E. Time discounting and implications for Chinese farmer responses to an upward trend in precipitation[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2021, 72(3): 916–930.
- [23] Rahman M S, Norton G W, Rashid M H A. Economic impacts of integrated pest management on vegetables production in Bangladesh [J]. *Crop Protection*, 2018, 113: 6–14.
- [24] 赵连阁, 蔡书凯. 晚稻种植农户 IPM 技术采纳的农药成本节约和粮食增产效果分析[J]. *中国农村经济*, 2013, (5): 78–87. [Zhao L G, Cai S K. Analysis of pesticide cost saving and grain yield increasing effect adopted by late rice farmers with IPM technology[J]. *Chinese Rural Economy*, 2013, (5): 78–87.]
- [25] Kouser S, Qaim M. Valuing financial, health, and environmental benefits of Bt cotton in Pakistan[J]. *Agricultural Economics*, 2013, 44(3): 323–335.
- [26] 蒋玉, 于海龙, 丁玉莲, 等. 电子商务对绿色农产品消费溢价的影响分析: 基于产品展示机制和声誉激励机制[J]. *中国农村经济*, 2021, 442(10): 44–63. [Jiang Y, Yu H L, Ding Y L, et al. The impact of e-commerce on green agricultural products price premiums: An analysis based on product display and reputation incentive mechanisms[J]. *Chinese Rural Economy*, 2021, 442(10): 44–63.]
- [27] 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.]
- [28] 邱德文. 生物农药的发展现状与趋势分析[J]. *中国生物防治学报*, 2015, 31(5): 679–684. [Qiu D W. Analysis of the development situation and trends of biological pesticides in China[J]. *Chinese Journal of Biological Control*, 2015, 31(5): 679–684.]
- [29] 张辉, 李慧玲, 李良德, 等. 茶园捕食螨的研究进展[J]. *茶叶学报*, 2019, 60(1): 41–49. [Zhang H, Li H L, Li L D, et al. *Predatory mites* at tea plantations[J]. *Acta Tea Sinica*, 2019, 60(1): 41–49.]
- [30] 汪淮, 王晓庆, 彭萍, 等. 巴氏钝绥螨对茶跗线螨的田间控制效果[J]. *南方农业*, 2014, 8(31): 14–15. [Wang H, Wang X Q, Peng P, et al. Field control effect of *Pasteuria obtuse* mites on tea *tarsal mites*[J]. *South China Agriculture*, 2014, 8(31): 14–15.]
- [31] Mazur J E. Tests of an equivalence rule for fixed and variable reinforcer delays[J]. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1984, DOI: 10.1037/0097-7403.10.4.426.
- [32] Abigail H, Orly S. An investigation of time preferences, life expectancy, and annuity versus lump sum choices: Can smoking harm long-term saving decisions?[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2020, 180: 812–825.
- [33] 张宁, 李旷奇, 樊毅, 等. 时间偏好、收入水平与农民参保积极性: 对中部两县农民参加社会养老保险的行为分析[J]. *农业技术经济*, 2017, (7): 60–70. [Zhang N, Li K Q, Fan Y, et al. Time preference, income level and peasants' enthusiasm in participating in social pension insurance[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2017, (7): 60–70.]
- [34] Falk A, Becker A, Dohmen T, et al. Global evidence on economic preferences[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2018, 133(4): 1645–1692.
- [35] Schleich J, Gassmann X, Meissner T, et al. A large-scale test of the effects of time discounting, risk aversion, loss aversion, and present bias on household adoption of energy-efficient technologies[J]. *Energy Economics*, 2019, 80: 377–393.

- [36] Joireman J, Shaffer M J, Balliet D, et al. Promotion orientation explains why future-oriented people exercise and eat healthy: Evidence from the two-factor consideration of future consequences-14 scale[J]. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 2012, 38 (10): 1272-1287.
- [37] Godoy R, Kirby K, Wilkie D. Tenure security, private time preference, and use of natural resources among lowland Bolivian Amerindians[J]. *Ecological Economics*, 2001, 38 (1): 105-118.
- [38] 杜三峡, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 外出务工促进了农户采纳绿色防控技术吗?[J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(10): 167-176. [Du S X, Luo X F, Huang Y Z, et al. Does labor migration promote farmers to adopt control techniques?[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(10): 167-176.]
- [39] 仇焕广, 苏柳方, 张伟彤, 等. 风险偏好、风险感知与农户保护性耕作技术采纳[J]. *中国农村经济*, 2020, (7): 59-79. [Qiu H G, Su L F, Zhang Y T, et al. Risk preference, risk perception and farmers' adoption of conservation tillage[J]. *Chinese Rural Economy*, 2020, (7): 59-79.]
- [40] 罗岚, 李桦, 许贝贝. 绿色认知、现实情景与农户生物农药施用行为: 对意愿与行为悖离的现象解释[J]. *农业现代化研究*, 2020, 41(4): 649-658. [Luo L, Li H, Xu B B. Green cognition, reality and farmers' biological pesticide application behaviors: Explaining the deviation between farmers' willingness and their behaviors[J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2020, 41(4): 649-658.]
- [41] 闫贝贝, 张强强, 刘天军. 手机使用能促进农户采用IPM技术吗?[J]. *农业技术经济*, 2020, (5): 45-59. [Yan B B, Zhang Q Q, Liu T J. Can mobile phone promote the adoption of IPM technology by farmers?[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2020, (5): 45-59.]
- [42] 王建华, 刘茁, 李俏. 农产品安全风险治理中政府行为选择及其路径优化: 以农产品生产过程中的农药施用为例[J]. *中国农村经济*, 2015, (11): 54-62. [Wang J H, Liu Z, Li Q. Choice of government behavior and its path optimization in the management of agricultural product safety risk[J]. *Chinese Rural Economy*, 2015, (11): 54-62.]
- [43] Zhu W, Wang R M. Impact of farm size on intensity of pesticide use: Evidence from China[J]. *Science of the Total Environment*, 2021, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141696.
- [44] 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. [Chu C H, Feng S Y, Zhang W W. Empirical analysis on farmers' behavior of adopting environment-friendly agricultural technology[J]. *Chinese Agricultural Economy*, 2012, (3): 68-77.]
- [45] 李仲武, 冯学良. 女性家庭地位越高就越幸福吗?[J]. *统计研究*, 2021, 38(10): 121-133. [Li Z W, Feng X L. Does a woman's high family status make her happier?[J]. *Statistical Research*, 2021, 38 (10): 121-133.]
- [46] 苏毅清, 秦明, 王亚华. 劳动力外流背景下土地流转对农村集体行动能力的影响: 基于社会生态系统(SES)框架的研究[J]. *管理世界*, 2020, 36(7): 185-98. [Su Y Q, Qin M, Wang Y H. The impact of farmland transfer on rural collective action under the scenario of labor outmigration: A research based on social-ecological system (SES) framework[J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(7): 185-98.]
- [47] Becker G S, Mulligan C B. The endogenous determination of time preference[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1997, 112(3): 729-758.
- [48] 闫阿倩, 罗小锋, 黄炎忠, 等. 基于老龄化背景下的绿色生产技术推广研究: 以生物农药与测土配方肥为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2021, 42(3): 110-118. [Yan A Q, Luo X F, Huang Y Z, et al. Research on the popularization of green production technology based on the background of aging: A case study of biological pesticide and soil testing formula fertilizer[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2021, 42(3): 110-118.]
- [49] 应瑞瑶, 朱勇. 农业技术培训方式对农户农业化学投入品使用行为的影响: 源自实验经济学的证据[J]. *中国农村观察*, 2015, (1): 50-58, 83, 95. [Ying R Y, Zhu Y. The impact of agricultural technical training on farmers' agrochemical use behavior: Evidence from experimental economics[J]. *China Rural Survey*, 2015, (1): 50-58, 83, 95.]

Impact of farmers' time preference on their adoption intention of bio-pesticides: Based on the moderating effect of agricultural technology extension mode

WU Junqian, YAN Yu, JIANG Yu

(Institute of Western China Economic Research, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China)

Abstract: [Objective] Time preference is the psychological preferences of actors about the current and future utility in cross-decision making. The preference for “current utility” or “future utility” of pesticides is essential for bio-pesticide adoption. [Methods] Based on the experimental data of farmers in Sichuan Province in 2021, this study analyzed the impact of time preference on the willingness of farmers to adopt bio-pesticides, and further examined the moderating effect of extension approaches on time preference. [Results] The results show that: (1) Time preference significantly weakened the willingness of farmers to adopt bio-pesticides, and farmers who pay high attention to “current utility” always showed lower willingness. (2) The moderating effect suggests that agricultural technology extension measures, such as the establishment of demonstration bases for green pest control technologies, could inhibit the negative impact of time preference on farmers' willingness to adopt bio-pesticides. For farmers with different levels of literacy, the moderating effect of extension services was heterogeneous. Free distribution of biopesticide products had a more obvious positive effect on farmers with high educational level, while technical training had a more obvious positive effect on farmers with low educational level. [Conclusion] The high time preference of farmers leads to a preference for the “current utility” of pesticides, resulting in a lack of willingness to adopt biopesticides. Agricultural technology extension can effectively mitigate the adverse effects of high time preference, but attention should be paid to adopting differentiated extension methods for farmers with different levels of education.

Key words: time preference; experimental economics; bio-pesticide; adoption intention; agricultural technology extension; green control technologies; Sichuan Province