

基于选择实验方法的玉米种植户黑土地保护行为及政策补偿标准研究

许春艳¹, 胡水清清², 李英³, 舒坤良²

(1. 长春职业技术学院, 长春 130033; 2. 吉林省农业科学院, 长春 130033; 3. 吉林农业大学经济管理学院, 长春 130118)

摘要: 黑土地是“耕地中的大熊猫”, 高质量黑土地是实现玉米稳产高产的基础, 经营主体的黑土地保护技术采纳行为是黑土地质量提升的关键。本文通过正交实验设计和构建条件Logit回归模型实证分析, 考察适度规模玉米种植户对黑土地保护技术方案的政策响应。研究表明, 玉米种植户对不同黑土地保护技术方案的偏好存在着显著差异, 化肥减施所需的政策补偿标准明显高于废弃物还田的补偿标准。采取混合式黑土地保护技术方案则需要更高的政策补偿标准, 需根据经营主体对技术方案的偏好设计不同的黑土地保护方案, 提高黑土地保护政策体系的精准性和可操作性。

关键词: 玉米; 黑土地保护; 选择实验; 技术采纳; 补偿标准

中图分类号: S513

文献标识码: A

Analysis of Black Land Protection Behavior and Policy Compensation Standards of Corn Planters Based on Choice Experiments Method

XU Chun-yan¹, HU Shui-qing-qing², LI Ying³, SHU Kun-liang²

(1. Changchun Polytechnic, Changchun 130033; 2. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033; 3. Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: Black land is the "giant panda in arable land". High-quality black land is the foundation for achieving stable and high yield of corn, and the adoption of black land protection technologies by business entities is the key to improving its quality. This study empirically analyzes the policy response of moderate scale corn farmers to black land protection technology schemes using orthogonal experimental design and conditional Logit regression models. The research results show that there are significant differences in the preferences of corn planters for different black land protection technology schemes. The policy compensation standards required for reducing fertilizer use are significantly higher than those for returning waste to the field, while adopting a mixed black soil protection technology scheme for black land requires higher policy compensation standards. Different black land protection schemes should to be designed based on the preferences of business entities for different technical solutions, and thus improve the accuracy and operability of the black land protection policy system.

Key words: Corn; Black land protection; Choice experiment; Technology adoption; Compensation standard

录用日期: 2023-01-02

基金项目: 国家社科基金项目“东北地区新型农业经营主体黑土地质量保护行为与引导政策研究”(21BGL159)、吉林省农业科技创新工程项目“吉林省农业现代化‘补短板’战略研究”(CXGC2021TD019)、吉林省科技发展计划研究项目“基于种养结合的吉林省黑土地保护生态补偿机制及政策研究”(20210601160FG)

作者简介: 许春艳(1979-), 女, 副教授, 研究方向为大数据技术、信息管理与职业教育。E-mail: 23867752@qq.com
舒坤良为本文通信作者。

黑土地是“耕地中的大熊猫”^[1]。2020年7月, 习近平总书记在吉林考察时强调, 要“采取有效措施切实把黑土地这个‘耕地中的大熊猫’保护好、利用好, 使之永远造福人民”。黑土地是保障国家粮食安全的压舱石, 但长期高负荷、超强度的利用黑土地, 在带来黑土地粮食产量不断增长的同时, 也导致黑土地变“馋”、变“薄”、变“硬”, 采取有效技术措施加强黑土地生态保护刻不容缓。吉林省作为重要的粮食生产基地和输出基地, 也是中国耕地“贫血”最突出的地区之一, 建立健全黑土地保护政策体系具有迫

切的现实需求。当前,吉林省黑土地耕作经营以适度规模经营者为主,2 hm²以上种植户占总户数的60%以上。因此,必须把制定黑土地保护政策的出发点和着力点放在激励适度规模经营者积极性上来。

在粮食安全保障和农业现代化建设背景下,耕地质量保护已成为学界关注的热点问题。与黑土地质量保护相关的研究可追溯至20世纪70年代,早期关于黑土地质量保护的研究主要涵盖在耕地、农地范畴中。国外学者主要关注耕地损失的经济影响,侧重耕地景观保护^[2],较少关注耕地数量和质量变化^[3]。在国内,20世纪90年代形成以数量为重点的耕地保护学说,推动“18亿亩耕地红线”划定。直至21世纪初,才有学者呼吁加强黑土地质量保护^[4,5],关于黑土地质量保护的研究也逐渐成为专门研究的主题^[6-8]。

本文通过对吉林省黑土地保护技术措施及补偿方案设计,基于不同技术方案下玉米生产者决策响应结果的差异,考察能够在保证资金有效性和资源合理配置的前提下,能较好实现黑土地保护效果且与经济发展相契合、符合经营者偏好的黑土地保护生态补偿技术模式及政策方案,探索能够有效激励经营者响应的黑土地保护生态补偿标准,为政府制定和完善黑土地保护政策提供参考。

1 适度规模玉米种植户对黑土地保护技术模式的认知

长期高强度的玉米连作,尤其是化肥和机械的施用、种养分离,导致黑土地不断退化,突出表现为土壤板结、肥力下降,可持续利用状况堪忧,甚至出现了“破皮黄黑土”和“露黄黑土”。国内外专家研究和试验表明,保护性耕作技术可以有效遏制耕地质量下降和提升耕地质量。本文选择吉林省农安县、九台区、榆树市、蛟河市等黑土区耕作规模2 hm²以上的玉米种植户作为调查对象,通过田野调查研究适度规模玉米种植户黑土地质量状况,剔除填写内容存在缺漏项以及关键信息的调查问卷,供获取调查问卷257份。进一步剔除未参与选择实验的样本,最后获得有效样本202份,问卷有效率为78.6%。

在吉林省玉米生产中,秸秆资源、粪肥资源等农业废弃物是非常重要的有机肥资源。农业废弃物还田不仅可为玉米生产增长提供化肥所不能满足的根系所需要的各种微量元素,同时,合理高效的施用粪肥和秸秆资源还田还可以有效改善土壤物理结构,减少秸秆焚烧和粪肥丢弃造成的土壤、地下水和空

气污染。调查结果显示,玉米种植户普遍认为,农业废弃物还田1~2年内可对耕地地力有所改善,3~5年可有效恢复耕地地力,5年以上可以实现地力提升。但在实践中,由于农业废弃物还田会增加生产成本特别是人工成本,玉米种植户的实际采纳比例仅为43%。

从化肥减施情况看,种植户在追求农产品产量的同时出现了化肥使用过度、盲目使用化肥等现象,这也是导致黑土地污染问题突出、板结加重的主要原因。当前,吉林省化肥施用强度仍保持着较高水平,其中玉米施肥强度超过430 kg/hm²,接近国际推荐科学施用标准225 kg/hm²的2倍,远高于环境安全水平上限。调查结果表明,27.2%的玉米种植户认为降低化肥施用量保护黑土地效果非常大,36.2%的玉米种植户认为减施化肥对保护黑土地作用较大,两者合计达到53.4%。由于化肥减施可能导致减产,玉米种植户普遍不愿意减施。以上调查结果表明,废弃物还田和化肥减施等黑土地质量保护技术对黑土地保护的作用已经得到了玉米种植户的普遍认可,但这些技术模式导致玉米减产或成本增加是造成玉米种植户采纳率偏低的主因。另外,不同的技术措施下黑土地保护效果存在差异,实施中所需的额外成本也不同。如何针对具体技术方案采取有效的激励措施,需要进一步选择实验模拟分析。

2 试验方案设计与分析方法

本文根据吉林省玉米生产实际情况,在专家咨询基础上设计化肥减施、农业废弃物还田、耕地质量改善和经营者愿意支付意愿4个方面关键属性因素设计试验方案,通过选择实验方法来模拟玉米种植户黑土地保护技术方案决策行为,测算所需引导政策的生态补偿标准。

2.1 交叉试验设计

交叉试验设计中,在考虑的属性因素和每个属性因素水平不多的情况下,可以进行全面的试验考量,进而可以全面的分析不同方案下经营者的响应决策及其影响因素,这在自然随机情境下具有一定的合理性,但在经营者调研以及试验数据的处理中均无法保证调研的高效率、可行性和完整性。同时,试验次数过多会造成试验调查成本高昂,被访者填答质量也无法得到保障。为提高试验效率,本文采取正交试验方法设计可选择的试验方案。正交试验是从全面试验中选择代表性点,通过部分组合代表全部水平组合进行试验,挑选最优组合的一种高效率又经济的设计试验的方法。正交试验是通过正交

表来安排试验,其表达式是 $L_n(K^m)$,其中, L 表示正交表, n 代表试验方案号, K 代表水平数, m 代表可能安排的最大因素数量。

根据正交试验设计要求,本文设计6个选择集,即 $[3 \times (2-1) + 1 \times (4-1)]$ 个。同时,考虑到实现耕地质量以及化肥减施、农业废弃物还田等全部改善的优化方案,增加1个优化样本,共设计7个试验方案。在

交叉试验方案设计中,本文根据吉林省玉米生产实际情况,重点考虑黑土地保护政策目标和玉米种植户的可操作性,最终确定化肥减施、农业废弃物还田、耕地质量改善和黑土地保护支付成本4项作为黑土地保护试验选择的基本属性变量,按照各属性的不同选择构建7个试验方案来识别玉米种植户对黑土地保护技术方案的不同选择组合,如表1所示。

表1 黑土地保护选择集属性及水平试验方案设计

Table 1 Choice set and the experimental design of black land protection

选择集 Choice set	选择方案 Experimental design	因素及属性水平 Factors and its level			
		化肥减施 Reducing fertilizer	废弃物还田 Returning waste	耕地质量 Quality improving	补偿费用(元/hm ²) Compensation standard
优化样本	A	不变	不变	不变	0
选择集1	A, B1	不变	增加	改善	3 000
选择集2	A, B2	不变	增加	不变	750
选择集3	A, B3	不变	不变	改善	1 500
选择集4	A, B4	减少	不变	不变	3 000
选择集5	A, B5	减少	不变	改善	750
选择集6	A, B6	减少	增加	不变	1 500
选择集7	A, B7	减少	增加	改善	3 000

表1是在去掉相互关联性选择集合后,得到的关键属性及其选择的试验设计方案,即7个试验选择集,每个选择集均由A方案(原始方案)和B(i)方案(改进方案)组成。本文设计的黑土地保护属性参考了郑杰的正交实验设计以及马爱慧等关于耕地保护属性设计^[9-10]。各实验方案及其因素属性和对应的各因素水平中,反映化肥减施属性的水平为不变或者减少,反映废弃物还田属性的水平为不变或者增加,反映耕地质量改善状况的属性为不变(包括恶化)或者改善,反映黑土地保护支付成本为4个水平,即成本为0、750、1 500和3 000元/hm²4个水平。黑土地保护支付成本是玉米种植户为保护黑土地而额外支付的成本,即玉米种植户期望得到的最低补偿费用。

2.2 选择实验方法

在交叉试验基础上,本文结合玉米种植户田野调查获取选择实验所需模拟数据,通过计量实验模拟得到各属性的关键系数拟合值,该方法已经在耕地休耕、资源保护支付意愿等领域广泛应用^[11-12]。通过选择实验法,可以通过决策者对不同方案的选择来确定其对不同黑土地保护技术方案选择的情景偏好,从而实现估计整体参数模型的目标。假设经营者黑土地保护技术采纳进行决策是在选择集中进

行的选择,其效用为:

$$U_{im} = U_{im}(X_{im}, S_{im}) \quad (1)$$

式(1)中,对于任意经营者 m 来说,经营者选择某一方案的福利取决于所选择方案属性值 X 水平的影响。当且仅当被访问规模经营者认为方案 $U_i > U_j$ 时, m 规模经营者才会选择 i 方案。考虑到经营者决策行为会受到方案属性水平的影响,个体经济社会特征(S)也会影响经营者的选择。因此,经营者方案选择效用可以表示为:

$$U_{im} = V_{im}(X_{im} + S_{im}) + \epsilon_{im} \quad (2)$$

经营者选择 i 而不选择 j 的概率为:

$$P_{im} = \Pr(U_{im} > U_{jm}) \forall j \neq i \\ = \Pr(V_{im} + \epsilon_{im} > V_{jm} + \epsilon_{jm}) \forall j \neq i \quad (3)$$

假如,随机影响符合IID假定,那么可以获得如下的条件logit模型:

$$P_{im} = \frac{\exp(\sigma_m V_{im})}{\sum \exp(\sigma_m V_{jm})} \quad (4)$$

式中, σ_m 表示随机误差的同方差。黑土地保护支付成本意愿可以根据要素属性估计的边际影响,即根据模型估计的系数来表示,也可以隐含的支付价格形式表示,即以支付意愿(WTP)表示黑土地保护技术采纳需要支付的保护成本。

3 黑土地保护技术采纳生态补偿实验模拟与分析

基于以上调查选择集数据和样本数据,建立黑土地保护选择实验数据库,采用Stata14.0统计软件对经营者选择行为及属性实验选择进行条件多项式

Logit模型估计,结果见表2所示。根据拟合结果,表中的估计系数就是黑土地保护技术及补偿费用属性各个指标的边际效益。根据表2的估计结果,模型的LR χ^2 值为237.47,且在1%以下显著;Log likelihood值为-2 236.584,且在5%以下显著,表明黑土地保护技术方案选择模型的拟合效果较好。

表2 实验方案参数模拟

Table 2 Parameter simulation values of choice experiments

项目 Item	系数 Coef.	标准误 Std. err.	Z值 Z value	P值 P value	95%置信区间 95% Conf. interval	
化肥减施	0.678	0.068	10.03	0.000	0.545	0.810
废弃物还田	0.249	0.105	2.36	0.018	0.042	0.455
质量改善	0.410	0.106	3.86	0.000	0.202	0.619
补偿费用	0.003	0.001	3.40	0.001	0.001	0.004
LR χ^2	237.47	Prob> χ^2	0.000	LogLikelihood	-2 236.584	

表3 黑土地保护玉米种植户技术方案选择占比

Table 3 Planters' choice experiments and its compensation standards of black land protection

选择集 Choice set	选择方案 Experimental design	占比(%) Percentage	累计(%) Cumulative rate	化肥减施 Reducing fertilizer	废弃物还田 Returning waste	耕地质量 Quality improving	补偿费用(元/hm ²) Compensation standard
选择集1	方案A	38.61	38.61	不变	不变	不变	0
	方案B	46.04	84.65	不变	增加	改善	3 000
	方案C	15.35	100.00		都不选		
选择集2	方案A	32.67	32.67	不变	不变	不变	0
	方案B	53.47	86.14	不变	增加	不变	750
	方案C	13.86	100.00		都不选		
选择集3	方案A	35.15	35.15	不变	不变	不变	0
	方案B	50.00	85.15	不变	改善	不变	1 500
	方案C	14.85	100.00		都不选		
选择集4	方案A	42.57	42.57	不变	不变	不变	0
	方案B	38.12	80.69	减少	不变	不变	3 000
	方案C	19.31	100.00		都不选		
选择集5	方案A	35.15	35.15	不变	不变	不变	0
	方案B	50.99	86.14	减少	不变	改善	750
	方案C	13.86	100.00		都不选		
选择集6	方案A	39.60	39.60	不变	不变	不变	0
	方案B	39.11	78.71	减少	增加	不变	1 500
	方案C	21.29	100.00		都不选		
选择集7	方案A	36.64	37.13	不变	不变	不变	0
	方案B	50.00	86.63	减少	增加	改善	3 000
	方案C	13.37	100.00		都不选		

从玉米种植户选择黑土地保护属性的边际效益的估计结果可以看出,除了废弃物还田这一属性在5%水平显著外,其余黑土地保护技术方案的影响因素属性估计系数都在1%水平下显著,且所有符号的

方向都与预期基本一致。根据估计结果,化肥减施属性的估计系数为正值,且在所有系数中最大,说明化肥减施对玉米种植户黑土地保护技术行为决策的影响较大,该属性是影响玉米种植户进行黑土地保

护技术方案选择决策的关键影响变量。超过70%玉米种植户表示不愿意采取化肥减施技术,主要原因是玉米种植户普遍担心减少化肥施用量会造成玉米减产。从废弃物还田属性看,这一属性对玉米种植户采取黑土地保护技术方案行为决策有显著的正向影响,可见农业废弃物还田是黑土地保护非常关键的技术措施。另外,改善黑土地质量状况以及黑土地保护补偿费用属性系数都为正向影响。根据选择方案选择分布情况看,认为不改变耕地经营现状的玉米种植户占比比较稳定,保持在32%~42%,说明至少1/3强的玉米种植户缺乏黑土地保护积极性。如果缺乏政府补偿政策激励,难以有效驱动玉米种植户积极采取黑土地保护技术措施。

进一步求解黑土地保护决策的属性变化以及黑土地保护生态补偿费之间的边际替代率,可获得玉米种植户对特定黑土地保护属性的边际支付意愿:

$$WTP = \beta_i / \beta_o \quad (5)$$

式中,WTP表示每种黑土地保护技术属性的边际支付意愿或者隐含的黑土地保护技术支持价格, β_i 和 β_o 为黑土地保护的间接效用函数中用于估计黑土地保护属性的各项属性系数,主要是化肥减少施用以及废弃物还田的估计系数,以及黑土地保护引导政策补偿费用的估计系数。

根据公式(5),基于表2的系数可以计算得到不同类型的黑土地保护技术需要的政策补偿标准。根据计算结果,实现黑土地保护激励玉米种植户采纳化肥减施技术需要政策边际补偿标准为270.47元/hm²,废弃物还田技术需要支付边际补偿费用为99.17元/hm²,而从总体上实现耕地质量改善则需要边际补偿费用为163.74元/hm²。

从玉米种植户对黑土地保护方案的选择情况来看,玉米种植户主要倾向于选择不减少化肥施用量且能够有效实现废弃物还田的技术方案,即选择集2,玉米种植户的选择比例达到了53.47%。对于最优方案选择集7,即黑土地降低化肥施用且增加废弃物还田,虽然可以实现更高的耕地质量水平,但同时需要给予玉米种植户更高的生态补偿费用,玉米种植户也更愿意选择,玉米种植户选择比例也达到了50%。研究结果表明,如果政府强化生态补偿资金的支持是有利于黑土地保护目标的实现的,但不同的技术方案组合所需的引导政策补偿资金有所不同。因此,需要政府根据不同的黑土地保护政策目标以及玉米种植户技术偏好制定差异化的黑土地保护政策补偿方案。

4 结论与讨论

本文通过正交试验设计并构建条件Logit回归模型实证分析,重点考察玉米种植户对黑土地保护政策方案的响应。研究结果显示,玉米种植户对黑土地保护技术的采纳取决于黑土地保护效果的考量和补偿政策支持的差异。黑土地保护需要支付一定的生态补偿成本,其中农业废弃物还田技术所需政策补偿费用为99.17元/hm²,化肥减施技术所需政策补偿费用达270.47元/hm²,化肥减施技术所需生态补偿标准明显高于农业废弃物还田技术的生态补偿标准。53.47%的玉米种植户愿意采用技术方案2,该种技术模式下玉米种植户仅采取废弃物还田模式,引导政策支持成本也不高,但从实际效果看难以有效控制化肥过量施用而导致的黑土地土壤污染问题。如果实施最佳方案选择集7,即采取化肥减施、废弃物还田等综合性技术措施,虽然效果好但需要更高的政策补偿费用。

结果表明,玉米种植户偏好差异以及采取黑土地保护技术方案差异,所需黑土地保护生态补偿费用也不同。在相同的保护目标水平下,补偿标准与技术方案所需成本的差异程度是造成玉米种植户黑土地保护技术采纳行为差异的主要原因。在黑土地保护技术方案目标较低时,所需支付的黑土地保护生态补偿费用也较低,但耕地保护效果也较差。在黑土地保护技术方案目标提高时,黑土地保护需要采取多元化综合技术,所需的生态补偿成本也较高,同时耕地质量保护效果也较好。因此,可以根据不同的技术方案以及玉米种植户偏好设计差异化的引导政策补偿方案,同时需要提高引导政策的精准性和可操作性。

参考文献:

- [1] 保护好黑土地这一“耕地中的大熊猫”[N]. 吉林日报, 2020-07-25.
- [2] GRAFF J. Soil conservation and sustainable land use[S]. An Economic Approach, Amsterdam, 1994.
- [3] KRIEGER D J. Saving open spaces: Public support for farmland protection[S]. Working Paper Series WP99- 1. Center for Agriculture in the Environment, Chicago, IL, 1999, April.
- [4] 刘运河. 保护黑土地刻不容缓[J]. 水利天地, 2001(11): 8-11.
LIU Y H. Protecting the black land is an urgent matter[J]. Water Resources, 2001(11): 8-11. (in Chinese)
- [5] 武龙甫. 保护松辽黑土地建设东北大粮仓[J]. 中国经济信息, 2002(13): 10.
WU L F. Protecting black land and building a large granary in north-east China[J]. China Economic Information, 2002(13): 10. (in Chinese)

- [6] 韩长赋. 加强东北黑土地保护推进农业绿色发展[N]. 人民日报, 2018-02-05(007).
- [7] 韩晓增, 邹文秀. 我国东北黑土地保护与肥力提升的成效与建议[J]. 中国科学院院刊, 2018, 33(2): 206-212.
HAN X Z, ZOU W X. Effects and suggestions of black soil protection and soil fertility increase in northeast China[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(2): 206-212. (in Chinese)
- [8] 王桂霞, 杨义风. 当代中国农村耕地资源保护的实践探索与策略优化——以黑土地保护为中心兼及其他[J]. 河北学刊, 2021, 41(6): 117-124.
WANG G X, YANG Y F. Practice exploration and strategy optimization of cultivated land resources protection rural China—Focus on black land protection and others[J]. Hebei Academic Journal, 2021, 41(6): 117-124. (in Chinese)
- [9] 郑杰. 试验设计与数据分析——基于R语言应用[M]. 华南理工大学出版社, 2016.
- [10] 马爱慧, 张晶晶. 中国居民耕地资源保护偏好研究: 选择实验法的应用(英文)[J]. Journal of Resources and Ecology, 2014, 5(3): 263-271.
MA A H, Zhang J J. The use of choice experiments to value public preferences for cultivated land protection in China[J]. Journal of Resources and Ecology, 2014, 5(3): 263-271. (in English)
- [11] 樊辉, 赵敏娟. 流域生态补偿: 基于全价值的视角[M]. 社会科学文献出版社, 2018.
- [12] 俞振宁, 谭永忠, 练款, 等. 基于农户认知视角的重金属污染耕地治理式休耕制度可信度研究[J]. 中国农村经济, 2019(3): 96-110.
YU Z N, TAN Y Z, LIAN K, et al. The credibility of fallow system for heavy metal-contaminated farmland: A study based on farmers' perceptions[J]. Chinese Rural Economy, 2019(3): 96-110. (in Chinese)

(责任编辑: 栾天宇)