

新农村农户秸秆处置的综合效益分析

高玉磊¹,张旭¹,周翔¹,苏醒¹,王婧²

(1. 同济大学机械与能源工程学院,上海 201804;2. 上海财经大学城市与区域科学学院,上海 200433)

摘要 目的 研究显性收益和隐性收益对新农村农户秸秆处置行为的影响。方法 基于新农村建设背景和农户视角,通过对江苏省徐州市贾汪地区6个村的调研,将农户处置秸秆行为分为出售、还田、田间焚烧3种;构建了5种典型农户处置秸秆的情景,并进行成本效益和影响因素分析。结果 在显性净收益模式下,农户还田不增肥的净收益为-26.80元/t,为农户还田的最优选择,秸秆收购价格应小于87.16元/t,增加政府处罚概率和力度可有效降低农户选择秸秆田间焚烧的行为;考虑隐性收益后,秸秆田间焚烧净收益为-198.45元/t,农户增肥还田的净收益为28.81元/t,为农户最优选择,农户不再选择秸秆田间焚烧。秸秆还田的影响因素依次为还田增产、机械成本、增肥成本和政府补贴。结论 增强农户对于秸秆处置行为隐性效益的认知,能有效禁止秸秆田间焚烧,并指导农户主动参与秸秆还田或出售。

关键词 新农村;农户;秸秆;行为;综合效益

中图分类号 TU83;TK6 文献标志码 A

Comprehensive Benefit Analysis of Farmers' Straw Disposal for New Countryside in China

GAO Yulei¹, ZHANG Xu¹, ZHOU Xiang¹, SU Xing¹, WANG Jing²

(1. School of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai, China, 201804; 2. School of Urban and Regional Science, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, China, 200433)

Abstract: This paper puts forward explicit benefit and hidden benefit, and studies their impact on straw disposal behavior of farmers in new rural areas. Based on the background of new rural construction and the perspective of farmers, a survey of six villages was conducted on farmers' straw disposal behaviors in JiaWang District, Xuzhou City, Jiangsu Province, and the behaviors were divided into three types: selling, returning to the field, and burning in the field. Five typical scenarios of the disposal behaviors were established, and the corresponding analysis of the cost-benefit and influencing factors was carried out. The results indicate that when only explicit net profit is considered, the net income of farmers who choose the behavior of returning to the field

收稿日期:2021-01-25

基金项目:国家“十三五”重点研发计划项目(2018YFD1100700)

作者简介:高玉磊(1986—),男,博士研究生,主要从事村镇秸秆综合利用和生命周期评价等方面研究。

without increasing fertilizer is -26.80 yuan/ton, which is the best choice for farmers among all scenarios. The purchase price of straw should be less than 87.16 yuan/ton, and increasing the probability and intensity of government punishment can effectively reduce the farmers' choice of burning in the field. After comprehensively considering the recessive profit, the net income of the behavior of burning straw in the field is -198.45 yuan/ton, and the net income of the behavior of returning to the field with increasing fertilizer is 28.81 yuan/ton, which is the best choice for farmers. In this circumstance, farmers will no longer choose to burn straw in the field. The influencing factors of returning straw to the field are, in order, increasing production, mechanical cost, cost of increasing fertilizer, and government subsidies. Enhancing farmers' awareness of the hidden benefits of straw disposal behavior can effectively prohibit straw burning in the field, and guide farmers to actively participate in straw returning or selling.

Key words: new-countryside; farmer; straw; behavior; comprehensive benefits

随着新农村建设的深入,农村经济和农民生活水平不断提高,居住模式由散居逐步转向聚居,农村商品能源消费能力和结构的不断改善,农户处置秸秆行为发生了巨大的变化。秸秆直燃用作生活燃料从1991年的3.46亿t/a下降至2015年的0.60亿t/a^[1],部分地区的秸秆成为了农作物的附产田间弃物。农户选择将秸秆在田间焚烧的行为符合人类社会追求最小成本的最小熵原理^[2],但也因此造成了环境污染和相应的社会问题^[3]。中国具有丰富的可综合利用的秸秆资源,“十一五”以来,国家陆续出台了一系列政策支持秸秆还田及其资源化、能源化利用,但中国农村秸秆综合利用是中国新农村中存在的特有复杂问题,其核心是作为秸秆资源持有者农户处置秸秆获得的实际收益与秸秆的规模资源化利用获得的经济和社会效益是否能够达成共赢。毕于运等^[1,4-8]从秸秆综合利用途径方面分析了秸秆在发电、沼气、建材、造纸、养殖业的工程经济效益和可行性;顾晓丽等^[9-11]利用Logic模型或Tobit模型,定性分析了农户处置秸秆行为和受偿意愿受家庭收入、劳动力成本、秸秆收购价格和方式等因素影响;刘甜等^[12-13]基于博弈论,分析了政府监管和机制在秸秆焚烧和农户参与综合利用行为的作用。但鲜从显性效益和隐性效益分析农户秸秆处置行为。笔者通过对江苏省徐州市贾汪区6个村农户问卷

调查与访谈,从农户视角出发,通过不同农户秸秆处置情景的设置,综合分析显性经济效益和隐性经济效益对农户对秸秆处置行为的影响,为促进和完善秸秆综合利用及其政策制定提供依据。

1 农户秸秆处置和秸秆综合利用调研

1.1 调研主要内容

贾汪区地处苏北,属于江苏省农业生产主要地区,夏季收小麦9.4万t,秋季收水稻6.7万t,农作物秸秆资源丰富,城镇化水平及农村居民人均可支配收入与全国平均水平相当,具备消纳秸秆的能力和潜力。近年来,江苏省颁布了《江苏省人民政府关于全面推进农作物秸秆综合利用的意见》、《江苏省农作物秸秆机械化还田作业补助政策信息公开指导意见(试行)》等一系列政策,为农户秸秆处置和秸秆综合利用提供政策保障。笔者对2015年至2019年431户农户开展调研和访谈,主要内容包括:①农户家庭人口、经济、农业等基本情况;②农户秸秆处置行为分类;③农户秸秆处置行为意愿和实际情况。调研共收回有效问卷400份,有效率为92.81%。

1.2 调研结果

1.2.1 农户基本情况

男户主244人,女户主156人。户主平均年龄49.98岁,其中70岁及以上2人,占

0.50%;60~69岁39人,占9.75%;50~59岁174人,占43.50%;40~49岁129人,占32.25%;30~39岁53人,占13.25%;20~29岁3人,占0.75%。户主文化程度:文盲或半文盲2人,占0.5%;小学学历48人,占12%;初中学历226人,占56.50%;高中学历96人,占24%;高中以上学历28人,占7%。家庭人口及可支配收入:平均每户3.73人,工作人口2.34人,户均可支配收入48795.90元。耕地及与农业劳动相关的收入:平均每户耕地2293.34m²,户均农作物年收入减掉成本后,约为12906.74元,不足户均可支配收入的26.45%,农户收入主要来源为外出务工。贾汪区可综合利用的秸秆主要为水稻和小麦,水稻和小麦种植情况如表1所示。

表1 贾汪区农户水稻、小麦种植情况

Table 1 Planting situation of rice and wheat in Jiawang District

水稻户均播种面积/m ²	小麦户均播种面积/m ²	户均秸秆量/kg
1106.67	2293.34	2846.80

1.2.2 农户秸秆处置行为分类

根据国家发展与改革委员会和农村农业部编制的《秸秆综合利用技术目录》,按照技术类别,将秸秆综合利用分为肥料化、燃料化、原料化、饲料化和基料化,继而进一步划分具体的技术内容,分类从产业角度阐释了秸秆综合利用的具体途径。在此基础上,笔

者从农户视角出发,根据调研将新农村农户秸秆处置行为分为3类:一是农户可以将秸秆出售给商家,由商家进一步商品化;二是深耕直接还田;三是田间就地焚烧。农户秸秆处置行为分类如图1所示。

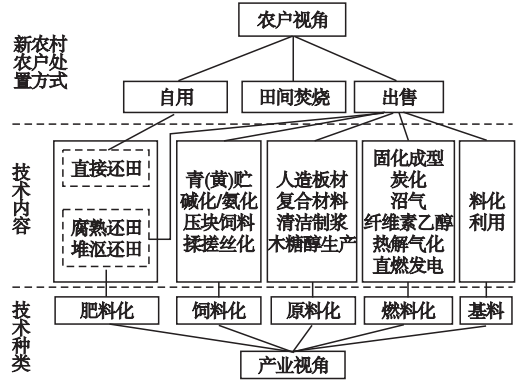


图1 农户秸秆处置行为分类

Fig. 1 Classification of straw disposal ways of farmers in new rural area

1.2.3 农户秸秆处置的意愿和现状

图2为贾汪区农户处置秸秆的意愿与实际情况:①76%以上的农户愿意出售秸秆,实际出售比例从2015年的42.5%增加至2019年的61.25%,呈逐年增加趋势;②比起还田,农户更愿意直接将秸秆田间焚烧,受经济处罚约束,秸秆田间焚烧从2014年的21.25%降至2018年的1.25%,但仍屡禁不止;③秸秆实际还田比例先增高、后下降,说明在秸秆综合利用途径有限且田间焚烧存在处罚风险的情况下,还田是农户在理性人假设下应该作出的选择。

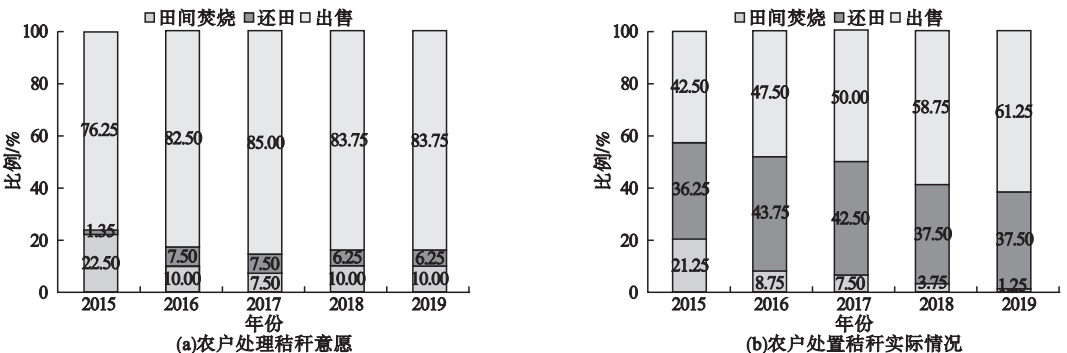


图2 贾汪区农户处置秸秆意愿和实际情况

Fig. 2 Farmers' willingness and actual situation of straw disposal in Jiawang District

2 农户秸秆处置行为产生的效益分析

2.1 理论基础

效益分析属经济学范畴,根据是否能计入实际成本或支出,可将成本分为显性成本和隐性成本^[14]。对于农户秸秆处置的不同行为,需支付还田增肥成本、还田机械成本、秸秆田间焚烧处罚成本等以货币形式呈现的显性成本,同时获得出售秸秆、政府补贴等显性收益,显性净收益会直接影响农户处置秸秆的行为。此外,秸秆处置还会形成隐性收益和隐性成本,农户秸秆处置行为应是其综合考虑显性净收益和隐性净收益后作出的理性选择。显性效益、隐性效益对农户秸秆处置行为影响关系如图3所示。

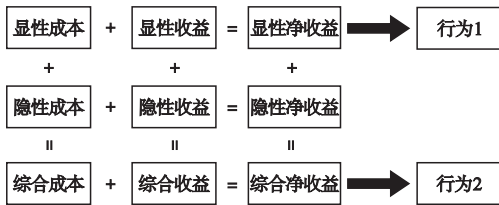


图3 显性效益、隐性效益对农户秸秆处置行为影响关系

Fig. 3 Influence of dominant benefit and recessive benefit on farmers' straw disposal behavior

2.2 基本假设

基本假设:①农户处置秸秆的行为分为田间焚烧、直接还田和出售3种;②当地农作物一年两季,取主要农作物水稻 r 和小麦 w ;③秸秆收集方式为收购方上门收购;④水稻和小麦秸秆收购价格相同,不考虑秸秆收购时间限制和密度差别。

2.3 效益分析方法

农户处置秸秆的收益和成本情况为

$$P_{ex} = I_{ex} - C_{ex} \quad (1)$$

$$P_{hi} = I_{hi} - C_{hi} \quad (2)$$

$$P_{com} = P_{ex} - P_{hi} \quad (3)$$

式中: P_{ex} 为处置秸秆的显性净收益,元/t; P_{hi} 为处置秸秆的隐性净收益,元/t; P_{com} 为处置

秸秆的综合净收益,元/t; I_{ex} 为处置秸秆的显性收益,元/t; C_{ex} 为处置秸秆的显性成本,元/t; I_{hi} 为处置秸秆的隐性收益,元/t; C_{hi} 为处置秸秆的隐性成本,元/t。

2.3.1 秸秆田间焚烧效益分析

秸秆田间焚烧农户没有显性收益;显性成本为因田间焚烧而受到的处罚金额 C_{ex1} ,元/t;隐性收益为田间焚烧后草木灰对农作物的增产收益 I_{hi1} ,元/t;隐性成本为焚烧后破坏土壤对农作物的减产 C_{hi1} ,元/t。农户秸秆田间焚烧的收益和成本情况:

$$C_{ex1} = 2F \cdot p / G \quad (4)$$

$$I_{hi1} = (A_r \cdot Y_r \cdot P_r \cdot k_{i1} + A_w \cdot Y_w \cdot P_w \cdot k_{i1}) / G \quad (5)$$

$$C_{hi1} = (A_r \cdot Y_r \cdot P_r \cdot k_{re} + A_w \cdot Y_w \cdot P_w \cdot k_{re}) / G \quad (6)$$

$$G = A_r \cdot Y_r \cdot k_r + A_w \cdot Y_w \cdot k_w \quad (7)$$

式中: G 为秸秆总量,t; F 为当地田间焚烧秸秆的处罚金额,元; p 为被处罚概率,%; A_r 为水稻种植面积, m^2 ; A_w 为小麦种植面积, m^2 ; Y_r 为水稻产量, kg/m^2 ; Y_w 为小麦产量, kg/m^2 ; P_r 为水稻出售价格,元/t; P_w 为小麦出售价格,元/t; k_r 为水稻草谷比, k_w 为小麦草谷比; k_{i1} 为草木灰对农作物的增产系数,假设水稻和小麦一致; k_{re} 为焚烧后破坏土壤对农作物的减产系数,假设水稻和小麦一致。

2.3.2 秸秆还田效益分析

秸秆还田的显性收益为政府一次性补贴 I_{ex2} ,元/t;显性成本一方面为水稻和小麦在高茬收割作业后使用大中型秸秆粉碎还田机多支付的机械成本 C_{ex2} ,元/t;同时还存在调剂土壤碳氮比补增的氮肥成本 C_{ex3} ,元/t;但是并不是所有的农户都会选择补施氮肥;隐性收益为秸秆还田后带来的下茬农作物增产,不增肥的隐性收益为 I_{hi2} ,元/t;增肥的隐性收益为 I_{hi3} ,元/t。假设秸秆粉碎深耕还田的作业规范,不考虑秸秆还田带来的潜在病虫害危险,故不存在隐性成本。农户秸秆还田的收益和成本情况:

$$I_{\text{ex}2} = (\text{Con}_1 \cdot \text{MAX}(A_r, A_w)) / G. \quad (8)$$

$$C_{\text{ex}2} = (\text{Con}_{2r} \cdot A_r + \text{Con}_{2w} \cdot A_w) / G. \quad (9)$$

$$C_{\text{ex}3} = (\text{Con}_{3r} \cdot A_r \cdot P_f + \text{Con}_{3w} \cdot A_w \cdot P_f) / G. \quad (10)$$

$$I_{\text{hi}2} = (A_r \cdot Y_r \cdot P_r \cdot k_{\text{ir}2} + A_w \cdot Y_w \cdot P_w \cdot k_{\text{iw}2}) / G. \quad (11)$$

$$I_{\text{hi}3} = (A_r \cdot Y_r \cdot P_r \cdot k_{\text{ir}3} + A_w \cdot Y_w \cdot P_w \cdot k_{\text{iw}3}) / G. \quad (12)$$

式中: Con_1 为秸秆还田政府一次性补贴, 元/ m^2 ; $\text{MAX}(A_r, A_w)$ 为取水稻或小麦种植面积较大值, m^2 ; Con_{2r} 为水稻还田多支付的机械成本, 元/ m^2 ; Con_{2w} 小麦还田多支付的机械成本, 元/ m^2 ; Con_{3r} 为水稻还田多施的氮肥, kg/m^2 ; Con_{3w} 小麦还田多施的氮肥, kg/m^2 ; P_f 为尿素价格, 元/ kg ; $k_{\text{ir}2}$ 为不增氮肥时, 小麦秸秆全量还田对水稻的增产系数, $k_{\text{iw}2}$ 为不增氮肥时, 水稻秸秆全量还田对小麦的增产系数, $k_{\text{ir}3}$ 为增氮肥时, 小麦秸秆全量还田对

水稻的增产系数, $k_{\text{iw}3}$ 为增氮肥时, 水稻秸秆全量还田对小麦的增产系数。

2.4 参数设定

根据洪春来等^[15-16]对稻麦两季秸秆全量还田的研究, 全量还田对稻麦两熟地区增产有一定优势, 且小麦秸秆全量还田对水稻增产幅度要显著大于水稻秸秆全量还田对小麦的增产。当地水稻及小麦农业特性及经济参数如表2和表3所示。

表2 水稻及小麦农业经济参数

Table 2 Agricultural economic parameters of rice and wheat

农作物种类	农作物出售价格/ (元·t ⁻¹)	还田一次性补贴/ (元·m ⁻²)	深耕多支付机械成本/ (元·m ⁻²)
水稻	2 700	0.037	0.052
小麦	2 320	0.037	0.045

表3 水稻及小麦农业特性参数

Table 3 Agricultural characteristic parameters of rice and wheat

农作物种类	产量/ (kg·m ⁻²)	草谷比	不增氮肥还田增产系数/%	增氮肥还田增产系数/%	草木灰增产系数/%	焚烧减产系数/%
水稻	0.90	0.95	2.49	6.3	3.74	13
小麦	0.63	1.3	0	2.15	3.74	13

3 结果与分析

根据农户秸秆处置行为效益模型、农户还田增肥意愿以及是否有政府补贴, 将农户秸秆处置行为分为5种情景。情景A: 秸秆田间焚烧; 情景B1: 增肥、有政府补贴; 情景B2: 增肥、无政府补贴; 情景B3: 不增肥、有政府补贴; 情景B4: 不增肥、无政府补贴。

3.1 不考虑秸秆田间焚烧政府处罚

情景A中, 秸秆田间焚烧没有显性成本和显性收益, 显性净收益为0元/t; 焚烧后破坏土壤造成农作物减产属隐性成本, 为278.60元/t, 草木灰带来的农作物增产属隐性收益, 为80.15元/t, 即隐性净收益和综合净收益均为-198.45元/t。

情景B1~B4收益和成本如图4所示。

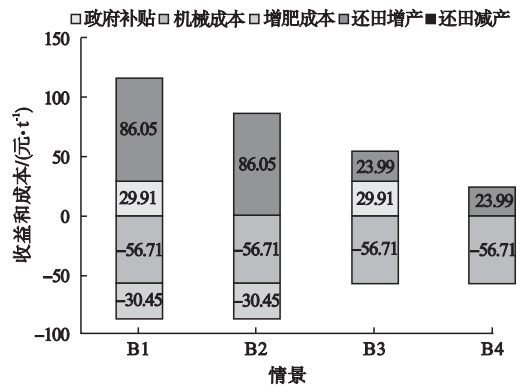


图4 情景B1~B4收益和成本

Fig. 4 Benefits and costs of scenario B1 ~ B4

政府补贴属于显性收益, 为29.91元/t; 机械成本属显性成本, 为56.71元/t; 还田不增肥农作物增产属隐性收益, 为23.99元/t;

还田增肥农作物增产属隐性收益,为 86.05 元/t,还田增肥肥料成本为 30.45 元/t,属于显性成本,其综合效益为 55.60 元/t,大于还田不增肥的收益 23.99 元/t,故还田增肥效益优于还田不增肥效益。

情景 B1 ~ B4 显性净收益、隐性净收益和综合净收益如图 5 所示。只考虑显性净收益时,还田 4 种情景净收益的为 -87.16 ~ -26.80 元/t,均低于情景 A (秸秆田间焚烧)的净收益 0 元/t,这也解释了为什么秸秆田间焚烧屡禁不止;情景 B3 (不增肥、有政府补贴)中农户的显性净收益最高为 -26.80 元/t,为农户还田的最优选择;情景 B2 (增肥、无政府补贴)中农户显性净收益最低,为 -87.16 元/t,这也意味着秸秆综合利用企业收购秸秆的价格最高为 87.16 元/t,远低于当地 150 ~ 250 元/t 的收购价格。

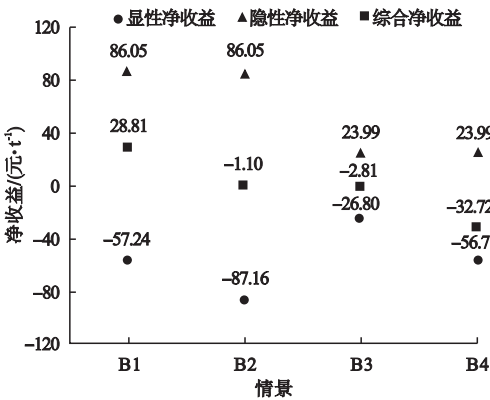


图5 情景 B1 ~ B4 显性净收益、隐性净收益和综合净收益

Fig. 5 Dominant net income, recessive net income and comprehensive net income of scenario B1 ~ B4

引入隐性净收益后,情景 B1 ~ B4 的综合净收益为 -32.72 元/t 至 28.81 元/t,远大于情景 A 的综合净收益 -198.45 元/t,此时农户会优先选择秸秆还田而非田间焚烧;其中情景 B1 中综合净收益最高为 28.81 元/t,农户实现了盈利;情景 B2 和 B3 中农户基本可以做到收支平衡。

3.2 考虑秸秆田间焚烧政府处罚

政府对农户秸秆田间焚烧的处罚力度也

会影响农户处置秸秆的行为。江苏省对秸秆田间焚烧的一次性处罚金额 F 至少为 1 000 元,根据情节严重情况会上浮动,同时还有可能受到行政拘留处罚。当 $F = 1 000$ 元时,5 种情景的显性净收益关系如图 6 所示。

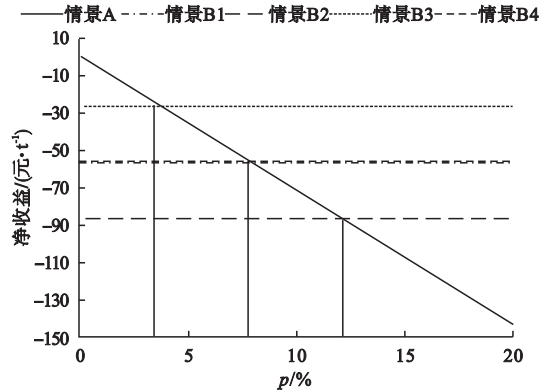


图6 $F = 1 000$ 时,显性净收益模式下 5 种情景的关系
Fig. 6 When $F = 1 000$, the relationship between five scenarios under the explicit net income model

当被处罚概率增加到 3.74% 时,秸秆田间焚烧净收益开始低于情景 B3 净收益 -26.80 元/t,农户开始会选择采取情景 B3 方式还田;当处罚概率增加至 12.17% 时,秸秆田间焚烧净收益开始低于最不利情景 B2 净收益 -87.16 元/t,可以杜绝秸秆田间焚烧。当 p 取平均处罚概率 3.67% (较低)时,5 种情景的显性净收益关系如图 7 所示。

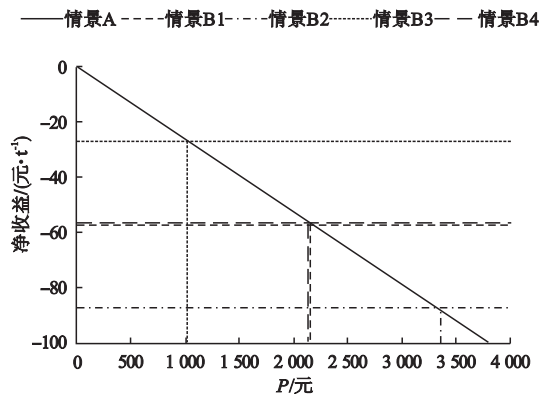


图7 $p = 3.67\%$, 显性净收益模式下 5 种情景的关系
Fig. 7 When $p = 3.67\%$, the relationship between five scenarios under the explicit net income model

当处罚金额增加到 1 019.07 元时,农户开始选择采取情景 B3 方式还田;当处罚金

额增加至3 314.71元,其净收益开始低于最不利情景B2的净收益为-87.16元/t,可以杜绝秸秆田间焚烧。故在只考虑显性净收益时,政府对秸秆焚烧的处罚力度会影响农户处置秸秆行为。

而在综合净收益模式下,农户选择秸秆田间焚烧至少损失-198.45元/t,远远大于秸秆还田-32.72~28.81元/t,此时政府对秸秆焚烧的处罚力度对农户处置秸秆行为不会产生直接影响。

3.3 情景B1单因素分析

在综合净收益模式下,情景B1(增肥、有政府补贴)为农户的最优选择,故以情景B1进行单因素分析。情景B1下综合净收益敏感性分析如图8所示。政府补贴和还田增产为正向因素,敏感系数分别为1.04和2.99,机械成本、增肥成本为反向因素,敏感系数分别为-1.97和-1.06。

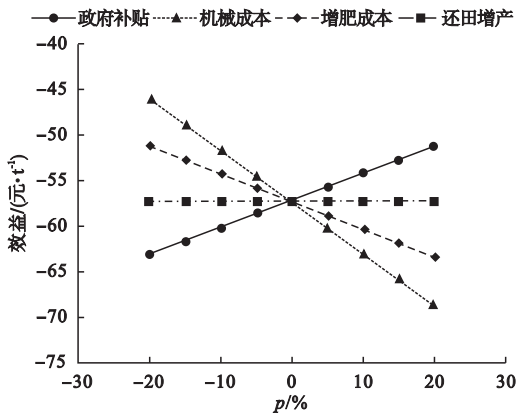


图8 情景B1下综合净收益敏感性分析

Fig. 8 Sensitivity analysis of comprehensive net income under scenario B1

根据式(7)和式(11),还田增产收益与农作物出售价格和增肥增产系数成正向关系,与对应农作物草谷比成负相关关系,同时与水稻和小麦种植比例、是否增肥有关。农作物草谷比、增产系数、农作物价格、肥料价格、水稻和小麦种植结构基本为稳定值,波动较小。故加强农户对秸秆增肥还田可以增加55.60元/t盈利和还田不增肥可以增加

23.99元/t盈利的认识,比提高农作物出售价格、增肥增产系数等更加重要。

机械成本主要与当地农用机械使用价格、机械燃料价格、人力成本相关等因素耦合相关,虽然会有波动,但是已趋于市场稳定,可变化空间不大。

政府补贴方面,在只考虑显性净收益时,政府补贴至少从29.91元/t提高至56.71元/t,情景B1~B4中只有情景B3才开始盈利。但是在综合考虑隐性净收益时,政府补贴只要从29.91元/t提高至32.72元/t,情景B1~B4均可实现盈利。

4 结论

(1)只考虑显性净收益时,秸秆田间焚烧净收益为0元/t,大于情景B1~B4,农户优先选择秸秆田间焚烧。情景B3(不增肥、有政府补贴)净收益为-26.80元/t,为农户还田的最优选择;情景B2(增肥、无政府补贴)决定了秸秆收购的最高价格为87.16元/t,为降低秸秆综合利用收购成本提供了定量依据。增加政府处罚概率和力度可有效降低农户选择秸秆田间焚烧的行为。

(2)引入隐性效益后,田间焚烧至少农户损失-198.45元/t,远远大于情景B1至B4,农户优先选择还田,政府查处秸秆田间焚烧的力度不会影响农户秸秆处置行为。还田增肥效益优于还田不增肥效益,情景B1(增肥、有政府补贴)综合净收益最高为28.81元/t,是农户的最优选择。

(3)对情景B1进行单因素分析,政府补贴和还田增产为正向因素,敏感系数为1.04和2.99,机械成本、增肥成本为反向因素,敏感系数分别为-1.97和-1.06,影响作用依次为还田增产、机械成本、增肥成本和政府补贴。

参考文献

- [1] 毕于运. 秸秆资源评价与利用研究[D]. 北京:中国农业科学院,2010.

- (BI Yuyun. Study on straw resources evaluation and utilization in China [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2010.)
- [2] 苗启明. 熵理思维方式与可持续发展[J]. 学术月刊, 1998(11): 51-55.
(MIAO Qiming. Entropy thinking mode and sustainable development [J]. Academic monthly, 1998(11): 51-55.)
- [3] 王飞, 蔡亚庆, 仇焕广. 中国沼气发展的现状、驱动及制约因素分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 184-189.
(WANG Fei, CAI Yaqing, QIU Huanguang. Current status, incentives and constraints for future development of biogas industry in China [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(1): 184-189.)
- [4] 王红彦, 毕于运, 王道龙, 等. 秸秆沼气集中供气工程经济可行性实证与模拟分析[J]. 中国沼气, 2014, 32(1): 75-78.
(WANG Hongyan, BI Yuyun, WANG Daolong, et al. Empirical and simulation analysis on economic feasibility of straw biogas projects for central gas supply [J]. China biogas, 2014, 32(1): 75-78.)
- [5] 赵浩亮, 张旭, 翟明岭. 秸秆直燃生物质电厂动态发电成本分析[J]. 动力工程学报, 2015, 35(5): 412-417.
(ZHAO Haoliang, ZHANG Xu, ZHAI Mingling. Analysis on dynamic cost of straw direct combustion power generation [J]. Journal of Chinese society of power engineering, 2015, 35(5): 412-417.)
- [6] 师戡. 秸秆发电项目的效益与现状分析[J]. 华北电力大学学报(社会科学版), 2011(12): 16-17.
(SHI Kan. Benefit and current situation analysis of straw power generation project [J]. Journal of north China electric power university (social sciences), 2011(12): 16-17.)
- [7] 魏伟, 孙舶洋, 潘俊, 等. 响应曲面法对玉米秸秆稀酸水解还原糖条件的优化[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2019, 35(6): 1136-1142.
(WEI Wei, SUN Boyang, PAN Jun, et al. Optimization of corn straw cellulose dilute acid hydrolytic into reducing sugar by response surface methodology [J]. Journal of Shenyang jianzhu university (natural science), 2019, 35(6): 1136-1142.)
- [8] 李剑锋, 胡亚山. 江苏省秸秆电厂投资运营状况分析[J]. 电力技术经济, 2009, 21(5): 18-22.
(LI Jianfeng, HU Yashan. Analysis on investment and operation of straw-fired power plants in Jiangsu province [J]. Electric power technologic economics, 2009, 21(5): 18-22.)
- [9] 顾晓丽. 农作物秸秆资源化利用的SWOT分析与对策研究[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(32): 217-218.
(GU Xiaoli. SWOT analysis and countermeasures concerning on resources utilization of crop stalks [J]. Journal of Anhui agricultural sciences, 2018, 46(32): 217-218.)
- [10] 吕杰, 王志刚, 郝凤鸣. 基于农户视角的秸秆处置行为实证分析: 以辽宁省为例[J]. 农业技术经济, 2015(4): 69-77.
(Lü Jie, WANG Zhigang, CHI Fengming. Empirical analysis of straw disposal behavior from the perspective of farmers: a case study of Liaoning province [J]. Journal of agricultural economy, 2015(4): 69-77.)
- [11] 王舒娟, 张兵. 农户出售秸秆决策行为研究: 基于江苏省农户数据[J]. 农业经济问题, 2012(6): 90-96.
(WANG Shujuan, ZHANG Bing. Study on decision making behavior of farmers selling straw: based on the data of farmers in Jiangsu province [J]. Agricultural economy, 2012(6): 90-96.)
- [12] 刘甜, 苏世伟. 三方博弈视角下秸秆产业的政府、企业和农户行为研究[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(7): 238-241.
(LIU Tian, SU Shiwei. The government, enterprise and peasant household behaviors in crop straw industry under the perspective of trilateral game [J]. Journal of Anhui agricultural sciences, 2016, 44(7): 238-41.)
- [13] 马骥, 秦富. 秸秆禁烧政府监管模式及其效果比较: 基于农户与政府博弈关系的分析[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(4): 131-136.
(MA Ji, QIN Fu. Comparison of the effect of different patterns of the government supervisory on prohibiting straw burning-based on the static game model with the analysis of the relationship between farmers and the government [J]. Journal of China agricultural university, 2009, 14(4): 131-136.)
- [14] 曼昆. 经济学原理[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
(MAN Kun. Principles of Economics [M]. Beijing: Peking University Press, 1999.)
- [15] 洪春来, 魏幼璋, 黄锦法, 等. 秸秆全量直接还田对土壤肥力及农田生态环境的影响研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2003, 29(6): 627-633.
(HONG Chunlai, WEI Youzhang, HUANG Jinfa, et al. Effects of total crop straw return on soil fertility and field ecological environment [J]. Journal of Zhejiang university (agric. & life sci.), 2003, 29(6): 627-633.)
- [16] 朱冰莹, 马娜娜, 余德贵. 稻麦两熟系统产量对秸秆还田的响应: 基于Meta分析[J]. 南京农业大学学报, 2017, 40(3): 376-385.
(ZHU Bingying, MA Nana, YU Degui. Variation in yield response to straw incorporation in rice-wheat rotation system: Meta-analysis [J]. Journal of Nanjing agricultural university, 2017, 40(3): 376-385.)
- (责任编辑: 徐玉梅 英文审校: 唐玉兰)