

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.03.009

许秀川, 吴彦德. 农户风险规避、羊群效应与农业绿色生产转型——基于“企业+合作社+农户”模式的演化博弈分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(3): 103-115.

农户风险规避、羊群效应与农业绿色生产转型

——基于“企业+合作社+农户”模式的演化博弈分析

许秀川, 吴彦德

西南大学 经济管理学院, 重庆 400715

摘要: 基于 3 方演化博弈, 构建政府补贴条件下“企业+合作社+农户”农业绿色生产转型博弈模型, 引入农户风险规避、羊群效应, 研究 3 方主体行为的演化规律和稳定策略, 并利用 Matlab 软件进行数值仿真. 结果表明: 企业、合作社、农户均需要政府补贴的帮助, 政府的补贴力度越大, 系统收敛至理想状态的速度越快; 企业、合作社、农户任何一方不进行绿色生产转型都会使得转型成本剧增; 农户的风险规避程度越高, 农业绿色生产转型就越难以实现; 农户中存在的羊群效应有利于农业绿色生产方式在农户中传播. 基于此提出“企业+合作社+农户”模式下农业绿色生产转型相关建议.

关键词: 绿色农业; 羊群效应; 合作社; 政府补贴; 演化博弈;

Matlab 软件; 乡村振兴

中图分类号: F323

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 1673-9868(2024)03-0103-13

Farmers' Risk Avoidance, Herd Effect and Transformation of Agricultural Green Production

——Evolutionary Game Analysis Based on the Model of “Enterprises+Cooperatives+Farmers”

XU Xiuchuan, WU Yande

School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: A tripartite evolutionary game model for the transformation of agricultural green production under the government subsidy condition of “enterprises+cooperatives+farmers” is constructed, and the risk avoidance and herd effect of farmers are introduced to study the evolution law and stability strategy of the

收稿日期: 2023-05-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(71903162); 教育部人文社会科学研究基金项目(18YJC790092); 重庆市社会科学规划项目(2022NDYB55); 中央高校基本科研业务专项资金项目(SWU1909203).

作者简介: 许秀川, 博士, 副教授, 主要从事农业经济研究.

behavior of the tripartite entities. Numerical simulation is conducted using Matlab software. The results show that enterprises, cooperatives, and farmers all need the help of government subsidies. The greater the government's subsidy, the faster the system converges to the ideal state. Failure to engage in green production transformation by either enterprise, or cooperative, or farmer will result in a significant increase in transformation costs. The higher the degree of risk avoidance among farmers, the more difficult it is to achieve the transformation of agricultural green production. The herd effect among farmers is conducive to the spread of agricultural green production methods among farmers. Suggestions for the green transformation of agricultural production are proposed under the model of "enterprises+cooperatives+farmers".

Key words: green agriculture; herd effect; cooperative; government subsidy; evolutionary game; matlab software; rural revitalization

我国农业自改革开放以来,通过以增产为导向的农业支持政策体系实现了产量、产值连年增长,达成了一系列令人瞩目的伟大成就。但也引发了水土资源利用效率降低、农村生态环境破坏严重、农产品质量安全问题频发等问题^[1]。这些问题制约了中国经济社会的可持续发展,成为经济高质量发展的关键障碍。因此,推动农业绿色生产转型,转变农业发展方式迫在眉睫。

农业绿色生产转型是农业高质量发展的根本要求,也是建设美丽中国的重要任务。农业绿色生产转型强调农业生产方式的改变,注重资源节约与环境保护,强调生产过程和产品的绿色化^[2],是从以往粗放式发展的石油农业、化学农业向资源节约、环境友好的生态农业转型。党中央、国务院自党的十八大以来高度重视农业绿色发展,做出了一系列推动农业绿色发展的决策部署。2017年9月中共中央办公厅、国务院办公厅出台绿色农业发展的纲领性文件《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》,文件中首次提出“全面建立以绿色生态为导向的制度体系”;2018年《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》发布,细化了关于农业绿色发展的政策措施^[3];2021年8月,中国首个农业绿色发展专项规划《“十四五”全国农业绿色发展规划》印发,规划强调加大工作力度,到2025年实现农业绿色发展全面推进,农村生产生活方式绿色转型取得明显进展^[1]。

但由于资金、技术、人力、生产结构等约束,我国农业绿色发展面临“绿色生产成本高”“绿色生产技术推广难”等问题。当前,我国有2.6亿农户,其中承包户为2.3亿^[4],大国小农的基本国情决定了我国农业生产的基本面仍是普通农户^[5]。小农户由于资金基础薄弱、抗风险能力低下,大多数表现出保守、谨慎等特征,所以在引入农业绿色生产技术、绿色农用物资等生产要素进行生产转型活动时,往往呈现风险规避的行为,导致农业绿色生产转型受阻。同时由于农业生产信息不对称与生产活动空间相对固定,农户为了获得更高的收益,其生产行为往往容易受到周围农户的影响,可以认为农户生产环境中存在着羊群效应,进而影响农户绿色生产转型。与此同时,当前“企业+合作社+农户”是我国农业经营组织的一种主要结合方式,合作社能够发挥桥梁的作用,加强企业与农户的联结关系^[6]。

综上所述,如何有效组织和激励农户绿色生产转型是实现农业绿色发展的难点和关键所在,政府激励下企业、合作社、农户能否实现协同绿色生产?农户的风险规避特征、羊群效应如何影响农户绿色生产转型?回答以上问题有助于厘清绿色农业发展中如何激励农户进行绿色生产转型,为我国农业绿色生产转型提供理论参考。

1 文献综述

当前,针对农业绿色转型的研究主要集中于农业绿色转型的概念及内涵、农业绿色转型的路径和对策、农业绿色转型相关主体行为选择研究等3个方面。关于农业绿色转型的概念,目前尚未有明确统一的界定,莫经梅等^[2]认为农业绿色转型本质上是生产方式的转变,强调产前、产中、产后的绿色化,以节约农

业资源与保护农业环境为目的。张林秀等^[7]认为农业绿色转型是通过绿色化的生产要素、技术以及管理措施,形成优质、健康、绿色的农产品供给,最终实现减排增收的目标。李翠霞等^[8]从农业绿色发展出发认为农业绿色转型是在过去粗放式农业、精细化农业的基础之上衍生出的一个新的发展阶段,是基于传统农业发展模式,朝着更加节能、绿色、高效的方向转型。在农业绿色转型的路径和对策研究方面,张林秀等^[7]强调,农业绿色转型需运用系统科学思维,不仅要明晰农业绿色生产中各因素和各环节间的关联,还要从产业体系与社会生态系统的全局进行考虑。朱俊峰等^[1]提出农业绿色转型的实现需要以资本禀赋、外部环境以及农户绿色意识有效协同为条件,农业社会化服务、“互联网+”与农业的深度融合以及绿色农业技术的发展为动力。张斌等^[9]通过梳理荷兰农业绿色转型相关政策,发现发展模式、技术推广应用以及政策法规体系等,均会对农业绿色转型造成影响。谭永凤等^[10]实证研究认为“龙头企业+农户”的契约农业模式能够有效促进养殖户绿色生产转型。在农业绿色转型相关主体的行为选择方面,本质上推动农业绿色转型即实现农业绿色生产,相关研究在农户层面,莫经梅等^[2]以实证研究的方式探讨了城市群体参与如何驱动农户生产绿色化,畅倩等^[11]基于计划行为理论,实证研究农户绿色生产的意愿与行为背离的影响因素,发现主观规范在背离现象中起到抑制作用,行为态度和感知行为控制在背离现象中则起到促进作用。尹丽等^[12]实证检验了风险不确定性感知对农户绿色农业生产意愿与行为的影响,发现经济风险、政策风险的不确定性感知均对农户绿色生产意愿具有显著正向影响。杨志海^[13]发现社会网络能显著提升农户对绿色生产技术的采纳。在企业层面,朱红根^[14]发现绿色创业行为有助于提高农业企业绩效,且对企业绩效较好的企业效果更佳。Fahimnia等^[15]认为绿色生产所引发的巨额成本,会导致企业绿色生产的积极性不高。董莹等^[16]认为参加合作社能够通过生产要素配置的优化从而促进农户绿色生产转型。还有部分学者研究了多主体参与的农业绿色生产问题,如张笑寒等^[17]以农业产业化联合体为研究对象,构建演化博弈模型,研究存在绿色生产溢出效应时是否有政府激励对各主体行为决策的影响及演化规律。陈莫凡等^[18]研究“公司+合作社+农户”模式下,政府补贴如何影响生态农业技术创新扩散,认为政府补贴能降低生态农业技术扩散的条件。

关于羊群效应,目前研究高度集中于金融市场领域。例如,张一锋等^[19]以我国上证综指为样本,提出一种新的羊群效应指数测度方法。刘祥东等^[20]研究了羊群效应与股票价格波动的关系。偶有其他研究也多集中于消费领域,如郝晓玲等^[21]从电影行业的票房偏离现象入手,研究了体验型产品消费行为的羊群效应及其机理。张艳辉等^[22]基于羊群效应分析了在线声誉对消费者关注度的影响。针对农业生产主体中存在的羊群效应对于农业发展的影响研究还较少,鲜有文章在研究农户生产转型时考虑农户之间的羊群效应。

梳理已有研究,不难发现,绿色生产作为农业绿色生产转型的本质所在,当前研究多集中于单个主体的影响因素、行为选择上,将农业生产各主体以联合体形式考察的研究则相对缺乏。方法上常见以微观调研数据为基础构建回归模型实证检验的计量分析法。此外以往的研究大多以理性人假设为基础,这与我国农业生产参与主体有限理性的特点不符,同时,已有研究往往忽视了在农户中可能存在的羊群效应及农户风险规避心理的影响。故采用演化博弈的方法对“企业+合作社+农户”农业绿色生产转型行为选择进行研究将更具合理性。综上所述,本文基于演化博弈理论中有限理性假设,创新地考虑了农户风险规避、羊群效应的影响,构建政府补贴下“企业+合作社+农户”3方演化博弈模型,分析政府补贴、农户风险规避、羊群效应对农业绿色生产转型的影响,并运用数值仿真验证不同参数取值对演化结果的影响,最后提出相应的政策建议。

2 模型构建

2.1 背景与问题描述

“企业+合作社+农户”模式下,企业与合作社建立纵向的契约关系,合作社对农户生产的农产品进行分级收购再交由企业处理后进行市场销售,企业按事先约定的比例与合作社分享利益。在该模式下企业可以选择是否进行绿色转型,选择绿色转型的企业将进行绿色生产技术、农用物资的研发与推广,合作社作

为企业与农户连接的桥梁,可以选择对绿色生产是否积极推广,而农户则选择是否采用绿色生产技术、物资以进行绿色生产.

2.2 模型假设与参数说明

假设 1: 企业、合作社和农户 3 个主体均为有限理性个体,在农业绿色生产转型过程中,企业主要负责收购、销售农产品并研发、提供农业生产技术、物资,合作社主要负责分级收购农户生产的农产品,推广农业生产技术、物资,农户负责生产、提供基础农产品. 博弈过程中不考虑可能会影响博弈各方的其他主体.

假设 2: 企业有“绿色创新”“维持原样”两种策略, x 为企业选择“绿色创新”策略的概率. 合作社有“推广”“不推广”两种策略, y 为合作社选择“推广”策略的概率. 农户有“绿色生产”“普通生产”两种策略, z 为农户选择“绿色生产”策略的概率. x 、 y 和 z 的取值范围均为 0 到 1 之间. 3 类主体通过演化博弈不停地重复试验来选择策略,寻求纳什均衡.

假设 3: 企业选择“绿色创新”策略时需对技术研发、团队建设、渠道建设等投入成本,记成本为 C_g ; 选择绿色创新的企业,将获得一定的品牌效益^[23],记为 R_m ; 同时为了推广自身研发的绿色生产技术、绿色农用物资等,企业需付出推广成本 C_k ; 若合作社此时选择“推广”策略,则合作社将按一定比例为企业分担部分推广成本,记比例为 α ($0 \leq \alpha \leq 1$),推广成本即 αC_k ; 由于合作社选择“推广”策略,与企业形成协同,此时合作社将按比例 γ ($0 \leq \gamma \leq 1$) 分享企业绿色创新获得的品牌效益. 若企业未选择“绿色创新”策略,则该比例为 β ($0 \leq \beta \leq 1$).

假设 4: 农户进行绿色生产和普通生产的单位成本分别为 c_1 、 c_2 ($c_1 > c_2$); 合作社按照企业制定的价格 W_1 、 W_2 ($W_1 > W_2$) 收购农户绿色生产、普通生产的农产品; 企业再以 P_1 、 P_2 ($P_1 > P_2$) 的价格在市场上销售. 绿色农产品和普通农产品的市场需求为 D_1 、 D_2 , 借鉴陈莫凡等^[18] 的做法, 市场需求量 $D_i = P_i^{-\delta} R_i^{\epsilon} a$ ($i=1, 2$), 其中 a 为市场潜在规模, R_i 代表消费者对农产品 i 的偏好水平, 考虑现实情况下多数消费者愿意为绿色农产品支付一定溢价^[24], 本文设定消费者对绿色农产品的消费偏好高于普通农产品, 即 $R_1 > R_2$, $\delta \geq 1$, $\epsilon \geq 1$, 且 δ 、 ϵ 是产品价格、消费者偏好关于市场需求的弹性指数; 默认市场出清且不考虑缺货与损耗.

假设 5: 农户选择绿色生产时需要引进绿色生产技术、绿色农资等, 新技术带来收益的同时风险也相应增加, 农户由于资金、信息等方面的禀赋不足, 存在风险规避的行为特征^[25]. 风险规避是一种风险态度, 又称为风险厌恶, 指面对不确定收益的交易时, 更倾向于选择较保险但是也可能具有较低期望收益的交易. 农户风险规避是指农户为应对由于农产品产量波动、效率损失等原因引起收益的不确定性而采取的规避措施, 本文体现为农户不进行绿色生产. 农户在采用新技术、物资时可能因为市场、自身禀赋等原因影响合作社收购价格, 即农户进行绿色生产时面临的实际收购价格为 $W_1 + \Delta$, 其中 Δ 为农产品收购价格的随机因子, 有 $E(\Delta) = 0$, $Var(\Delta) = \sigma^2$. Xiao 等^[26] 研究发现对于具有风险特性的群体, 预期期望收益与预期期望收益方差的大小是决策的重要参考, 对于农户来说其实际效用会受到自身风险规避程度与预期收益波动的影响. 借鉴曲优等^[27] 的做法采用均值-方差模型刻画农户的风险规避行为, 此时, 农户效用函数为 $U_f = E(\pi_f) - rVar(\pi_f)$. 其中, π_f 为农户绿色生产实际收益, $\pi_f = (W_1 + \Delta - c_1)D_1$; $Var(\pi_f)$ 为农户绿色生产实际收益的方差; r ($0 \leq r \leq 1$) 为风险规避系数, 值越大表示其风险规避程度越高. 当农户绿色生产实际收益方差一定时, 风险规避程度 r 越大, 农户实际效用越小, 选择绿色生产的可能性越低. 当 $r = 0$ 时, 农户为风险中性决策者, 企业、合作社均为风险中性.

假设 6: 当企业进行绿色创新而合作社选择“不推广”时, 农户进行“绿色生产”需自行支付成本 C_{f1} . 当企业不进行绿色创新而合作社选择“推广”策略时, 合作社需自行承担推广等成本, 记成本为 C_s , 此时农户选择“绿色生产”策略需分担部分成本, 记分担比例为 θ ($0 \leq \theta \leq 1$). 若合作社选择“不推广”, 农户选择“绿色生产”, 则农户需付出搜寻、对接等成本 C_{f2} , 有 $C_{f1} < C_{f2}$.

假设 7: 农户在进行技术创新采纳时, 往往受限于自身判断能力与知识储备, 同时由于信息缺失、生产

环境相对固定,在进行决策时很容易受到周围其他农户的影响,表现出明显的羊群效应行为^[28].参考李艳杰^[29]的研究,存在羊群效应的农户在选择普通生产时会由于绿色生产农户的存在而产生心理压力 C_h ,农户的从众系数为 F ,用心理压力与从众系数的乘积代表农户感知收益损失,即 FC_h ,心理压力 C_h 一定时,农户的从众系数 F 越大,则代表农户受羊群效应的影响越大.

假设 8:对于选择“绿色创新”“推广”“绿色生产”的企业、合作社、农户,政府会给予相应补贴,分别为 R_{G1} 、 R_{G2} 、 R_{G3} .

基于以上假设,得到企业、合作社和农户 3 方的策略组合及收益矩阵,见表 1.

表 1 企业、合作社、农户三方收益矩阵

企业	合作社	农户	
		绿色生产(z)	普通生产($1-z$)
绿色创新 x	推广(y)	$(1-\beta)(1+F)R_1+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}$ $\beta(1+F)R_1+\gamma R_m-\alpha C_k+R_{G2}$ $R_{f1}-r\sigma^2Q_1^2+R_{G3}$	$(1-\beta)(FR_1+R_2)+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}$ $\beta(FR_1+R_2)+\gamma R_m-\alpha C_k+R_{G2}$ $R_{f2}-FC_h$
	不推广($1-y$)	$(1-\beta)(1+F)R_1+R_m-C_g-C_k+R_{G1}$ $\beta(1+F)R_1$ $R_{f1}-r\sigma^2Q_1^2-C_{f1}+R_{G3}$	$(1-\beta)(FR_1+R_2)+R_m-C_g-C_k+R_{G1}$ $\beta(FR_1+R_2)$ $R_{f2}-FC_h$
维持原样($1-x$)	推广(y)	$(1-\beta)(1+F)R_1$ $\beta(1+F)R_1-(1-\theta)C_s+R_{G2}$ $R_{f1}-r\sigma^2Q_1^2-\theta C_s+R_{G3}$	$(1-\beta)(FR_1+R_2)$ $\beta(FR_1+R_2)-C_s+R_{G2}$ $R_{f2}-FC_h$
	不推广($1-y$)	$(1-\beta)(1+F)R_1$ $\beta(1+F)R_1$ $R_{f1}-r\sigma^2Q_1^2-C_{f2}+R_{G3}$	$(1-\beta)(FR_1+R_2)$ $\beta(FR_1+R_2)$ $R_{f2}-FC_h$

注: $R_1=(P_1-W_1)Q_1$; $R_2=(P_2-W_2)Q_2$; $R_{f1}=(W_1-C_1)Q_1$; $R_{f2}=(W_2-C_2)Q_2$.

2.3 复制动态方程构建与求解

根据表 1 收益矩阵,分别计算企业、合作社、农户进行“绿色创新”“推广”“绿色生产”的复制动态方程并求解.令 $X'=(x,1-x)$, $Y'=(y,1-y)$, $Z'=(z,1-z)$.

企业选择绿色创新时,企业的支付矩阵为:

$$E_G=\begin{pmatrix}(1-\beta)(1+F)R_1+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}&(1-\beta)(FR_1+R_2)+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}\\(1-\beta)(1+F)R_1+R_m-C_g-C_k+R_{G1}&(1-\beta)(FR_1+R_2)+R_m-C_g-C_k+R_{G1}\end{pmatrix}\quad(1)$$

企业选择绿色创新的期望收益为:

$$\begin{aligned}U_{EG}=Y'E_GZ=yz\big[&(1-\beta)(1+F)R_1+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}\big]+\\&y(1-z)\big[(1-\beta)(FR_1+R_2)+(1-\gamma)R_m-C_g-(1-\alpha)C_k+R_{G1}\big]+\\&(1-y)z\big[(1-\beta)(1+F)R_1+R_m-C_g-C_k+R_{G1}\big]+\\&(1-y)(1-z)\big[(1-\beta)(FR_1+R_2)+R_m-C_g-C_k+R_{G1}\big]\end{aligned}\quad(2)$$

企业选择维持原样时,企业的支付矩阵为:

$$E_N=\begin{pmatrix}(1-\beta)(1+F)R_1&(1-\beta)(FR_1+R_2)\\(1-\beta)(1+F)R_1&(1-\beta)(FR_1+R_2)\end{pmatrix}\quad(3)$$

企业选择维持原样的期望收益为:

$$U_{EN} = Y'E_GZ = yz(1-\beta)(1+F)R_1 + y(1-z)(1-\beta)(FR_1 + R_2) + (1-y)z(1-\beta)(1+F)R_1 + (1-y)(1-z)(1-\beta)(FR_1 + R_2) \quad (4)$$

企业平均期望收益为:

$$U_E = xU_{EG} + (1-x)U_{EN} \quad (5)$$

合作社选择推广时, 合作社的支付矩阵为:

$$C_G = \begin{pmatrix} \beta(1+F)R_1 + \gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2} & \beta(FR_1 + R_2) + \gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2} \\ \beta(1+F)R_1 - (1-\theta)C_s + R_{G2} & \beta(FR_1 + R_2) - C_s + R_{G2} \end{pmatrix} \quad (6)$$

合作社选择推广的期望收益为:

$$U_{CG} = X'C_GZ = xz[\beta(1+F)R_1 + \gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2}] + x(1-z)[\beta(FR_1 + R_2) + \gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2}] + (1-x)z[\beta(1+F)R_1 - (1-\theta)C_s + R_{G2}] + (1-x)(1-z)[\beta(FR_1 + R_2) - C_s + R_{G2}] \quad (7)$$

合作社选择不推广时, 合作社的支付矩阵为:

$$C_N = \begin{pmatrix} \beta(1+F)R_1 & \beta(FR_1 + R_2) \\ \beta(1+F)R_1 & \beta(FR_1 + R_2) \end{pmatrix} \quad (8)$$

合作社选择不推广的期望收益为:

$$U_{CN} = X'C_NZ = xz\beta(1+F)R_1 + x(1-z)\beta(FR_1 + R_2) + (1-x)z\beta(1+F)R_1 + (1-x)(1-z)\beta(FR_1 + R_2) \quad (9)$$

合作社平均期望收益为:

$$U_C = yU_{CG} + (1-y)U_{CN} \quad (10)$$

农户选择绿色生产时, 农户的支付矩阵为:

$$F_G = \begin{pmatrix} R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} & R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - C_{f1} + R_{G3} \\ R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - \theta C_s + R_{G3} & R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - C_{f2} + R_{G3} \end{pmatrix} \quad (11)$$

农户选择绿色生产的期望收益为:

$$U_{FG} = X'F_GY = xy(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3}) + x(1-y)(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - C_{f1} + R_{G3}) + (1-x)y(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - \theta C_s + R_{G3}) + (1-x)(1-y)(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 - C_{f2} + R_{G3}) \quad (12)$$

农户选择普通生产时, 农户的支付矩阵为:

$$F_N = \begin{pmatrix} R_{f2} - FC_h & R_{f2} - FC_h \\ R_{f2} - FC_h & R_{f2} - FC_h \end{pmatrix} \quad (13)$$

农户选择普通生产的期望收益为:

$$U_{FN} = X'F_NY = xy(R_{f2} - FC_h) + x(1-y)(R_{f2} - FC_h) + (1-x)y(R_{f2} - FC_h) + (1-x)(1-y)(R_{f2} - FC_h) \quad (14)$$

农户平均期望收益为:

$$U_F = zU_{FG} + (1-z)U_{FN} \quad (15)$$

根据 Malthusian 的动态方程, 由式(1)至(15)可得企业绿色创新的复制动态方程为 $F(x)$ 、 $F(y)$ 、 $F(z)$:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{EG} - U_E) = x(1-x)[R_m - C_g - C_k + R_{G1} - y(\gamma R_m + \alpha C_k)] \quad (16)$$

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(U_{CG} - U_C) = y(1-y)[(\gamma R_m - \alpha C_k + C_s)x + R_{G2} - C_s] \quad (17)$$

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(U_{FG} - U_F) = z(1-z)\{[(C_{f1} - C_{f2} + \theta C_s)y - C_{f1} + C_{f2}]x +$$

$$(C_{f2} - \theta C_s)y + R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} \} \quad (18)$$

2.4 三方演化稳定策略分析

根据式(16)、式(17)、式(18) 构建企业、合作社、农户的复制动力系统为:

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[R_m - C_g - C_k + R_{G1} - y(\gamma R_m + \alpha C_k)] \\ F(y) = y(1-y)[(\gamma R_m - \alpha C_k + C_s)x + R_{G2} - C_s] \\ F(z) = z(1-z)\{(C_{f1} - C_{f2} + \theta C_s)y - C_{f1} + C_{f2}\}x + (C_{f2} - \theta C_s)y + \\ R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} \} \end{cases} \quad (19)$$

基于 Friedman 提出的方法,通过系统的 Jacobian 矩阵局部稳定性分析得出微分方程的系统稳定策略 ESS,系统的 Jacobian 矩阵如下:

$$\begin{pmatrix} (1-2x)[R_m - C_g - C_k + R_{G1} - y(\gamma R_m + \alpha C_k)] & -x(1-x)(\gamma R_m + \alpha C_k) & 0 \\ y(1-y)(\gamma R_m - \alpha C_k + C_s) & (1-2y)[(\gamma R_m - \alpha C_k + C_s)x + R_{G2} - C_s] & 0 \\ z(1-z)[(C_{f1} - C_{f2} + \theta C_s)y - C_{f1} + C_{f2}] & z(1-z)[(C_{f1} - C_{f2} + \theta C_s)x + (C_{f2} - \theta C_s)] & (1-2z)\{(C_{f1} - C_{f2} + \theta C_s)y - C_{f1} + C_{f2}\}x + \\ & & (C_{f2} - \theta C_s)y + R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} \} \end{pmatrix} \quad (20)$$

在式(19)中,令 $F(x) = F(y) = F(z) = 0$,有复制动态稳定点 $T_1(0, 0, 0)$, $T_2(0, 1, 0)$, $T_3(0, 0, 1)$, $T_4(1, 0, 0)$, $T_5(1, 1, 0)$, $T_6(1, 0, 1)$, $T_7(0, 1, 1)$, $T_8(1, 1, 1)$. 根据 Lyapunov 判别法,若策略集对应的 Jacobian 矩阵特征值均小于 0,则该策略集稳定,若不满足此条件则判定该策略集为不稳定点或鞍点. 以上均衡点对应 Jacobian 矩阵的特征值见表 2.

表 2 各均衡点对应的 Jacobian 矩阵的特征值

均衡点	特征值 λ_1	特征值 λ_2	特征值 λ_3
$T_1(0, 0, 0)$	$R_m - C_g - C_k + R_{G1}$	$R_{G2} - C_s$	$R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2}$
$T_2(0, 1, 0)$	$(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1}$	$C_s - R_{G2}$	$R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - \theta C_s$
$T_3(0, 0, 1)$	$R_m - C_g - C_k + R_{G1}$	$R_{G2} - C_s$	$-(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2})$
$T_4(1, 0, 0)$	$-(R_m - C_g - C_k + R_{G1})$	$\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2}$	$R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f1}$
$T_5(1, 1, 0)$	$-(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1}$	$-(\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2})$	$R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h$
$T_6(1, 0, 1)$	$-(R_m - C_g - C_k + R_{G1})$	$\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2}$	$-(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f1})$
$T_7(0, 1, 1)$	$(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1}$	$C_s - R_{G2}$	$-(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - \theta C_s)$
$T_8(1, 1, 1)$	$-(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1}$	$-(\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2})$	$-(R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h)$

情形 1 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k < 0$, $(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1} < 0$, $R_{G2} - C_s < 0$, $R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} < 0$ 且 $R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h > 0$ 时, $T_1(0, 0, 0)$ 的特征值全部为负,故该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(维持原样,不推广,普通生产). 该状态不利于农业绿色生产转型. 进一步分析,在该情形下,企业进行绿色转型产生的品牌效益加上政府补贴小于绿色转型的投入成本与推广成本,企业缺少进行绿色转型的动力;此时若合作社的推广成本大于政府补贴,则合作社也不具备进行绿色推广的动力,由于缺乏企业、合作社的支持,农民想要进行绿色生产所需的搜寻成本 C_{f2} 较高,农民不会选择绿色生产.

情形 2 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k < 0$, $(1-\gamma)R_m - C_g - (1+\alpha)C_k + R_{G1} < 0$, $R_{G2} - C_s < 0$, $R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} > 0$ 时, $T_3(0, 0, 1)$ 的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(维持原样,不推广,绿色生产). 此情形产生的可能原因是政府提高了对农民绿色生产的补贴,使得其收益大于绿色生产所需的搜寻成本 C_{f2} ,该情形下政府只提高了对农民的补贴,并未促进农业生产系统整体进行绿色转型发展,政府补贴效果可能并不理想.

情形 3 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k < 0$, $(1-\gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1+\alpha)C_k < 0$, $C_s - R_{G2} < 0$, $R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - \theta C_s < 0$ 且 $R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h > 0$ 时, $T_2(0, 1, 0)$ 的特

征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(维持原样,推广,普通生产). 此情形下政府补贴大于合作社推广成本,合作社有动力进行绿色推广,而由于农户分担的推广成本过高导致农户没有动力进行绿色生产,通过改变分担系数 θ , 提高政府补贴将使得不等式成立的可能性降低.

情形 4 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k < 0$, $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k < 0$, $C_s - R_{G2} < 0$, $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - \theta C_s > 0$ 时, $T_7(0, 1, 1)$ 的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(维持原样,推广,绿色生产). 提高政府对企业的补贴,或改变企业与合作社的收益共享系数、成本分担系数将降低不等式成立的可能性.

情形 5 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k > 0$, $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k < 0$, $\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2} < 0$ 且 $C_s - R_{G2} > 0$, $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f1} < 0$ 且 $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h > 0$ 时, $T_4(1, 0, 0)$ 的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(绿色创新,不推广,普通生产). 通过改变企业与合作社的收益共享系数、成本分担系数,提高政府对企业补贴或提高政府对农户的补贴可能会使均衡点向 $T_6(1, 0, 1)$ 或 $T_8(1, 1, 1)$ 移动.

情形 6 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k < 0$ 且 $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k > 0$, $R_{G2} - C_s > 0$, $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h < 0$ 时, $T_5(1, 1, 0)$ 的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(绿色创新,推广,普通生产). 通过改变农户的从众系数、风险规避程度可以使均衡点向 $T_8(1, 1, 1)$ 移动.

情形 7 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k > 0$ 且 $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k < 0$, $\gamma R_m - \alpha C_k + R_{G2} < 0$ 且 $C_s - R_{G2} > 0$, $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f1} > 0$ 时, $T_6(1, 0, 1)$ 对应的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(绿色创新,不推广,绿色生产). 通过提高政府对合作社的补贴,改变企业与合作社的收益分享、成本分担系数,稳定点可能会向 $T_7(0, 1, 1)$ 或 $T_8(1, 1, 1)$ 移动.

情形 8 当 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k > 0$ 且 $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k > 0$, $R_{G2} - C_s > 0$, $R_{f1} - r\sigma^2Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} > 0$ 时, $T_8(1, 1, 1)$ 的特征值全部为负,该点是演化稳定点,此时演化稳定策略 ESS 为(绿色创新,推广,绿色生产). 此时政府补贴、企业与合作社之间的收益分享、成本分担系数、农户风险规避程度及从众系数可能会使均衡点向 $T_5(1, 1, 0)$ 、 $T_6(1, 0, 1)$ 或 $T_7(0, 1, 1)$ 移动.

由以上情形可知,政府对企业、合作社、农户 3 方主体是否补贴及补贴力度,企业与合作社的收益分享、成本分担比例;农户的风险规避程度、从众系数均会影响各主体在农业绿色生产转型中的选择. 不同情形下,8 个均衡点的具体情况见表 3.

表 3 各均衡点对应的 Jacobian 矩阵的特征值符号判断

均衡点	特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$							
	情形 1	情形 2	情形 3	情形 4	情形 5	情形 6	情形 7	情形 8
$T_1(0, 0, 0)$	— — —	— — +	— + —	— + *	+ — —	— + —	+ — *	+ + +
$T_2(0, 1, 0)$	— + *	— + +	— — —	— — +	— + *	+ — —	— + +	+ — +
$T_3(0, 0, 1)$	— — +	— — —	— + +	— + *	+ — +	— + +	+ — *	+ + —
$T_4(1, 0, 0)$	+ * *	+ * +	+ + —	+ + *	— — —	+ + —	— — +	— + +
$T_5(1, 1, 0)$	+ * +	+ * +	+ — +	+ — +	+ + +	— — —	+ + +	— — +
$T_6(1, 0, 1)$	+ * *	+ * —	+ + +	+ + *	— — +	+ + +	— — —	— + —
$T_7(0, 1, 1)$	— + *	— + —	— — +	— — —	— + *	+ — +	— + —	+ — —
$T_8(1, 1, 1)$	+ * —	+ * —	+ — —	+ — —	+ + —	— — +	+ + —	— — —

注:“+”表示大于 0,“—”表示小于 0,“*”表示符号不确定.

3 模型仿真

3.1 参数赋值

为验证模型有效性,并分析政府补贴、农户从众系数、农户风险规避程度等对系统演化结果的影

响, 本节选取 8 个均衡点中比较理想的稳定策略 $T8(1, 1, 1)$ (情形 8), 在满足 $R_m + R_{G1} - C_g - C_k > 0$ 且 $(1 - \gamma)R_m + R_{G1} - C_g - (1 + \alpha)C_k > 0, R_{G2} - C_s > 0, R_{f1} - r\sigma^2 Q_1^2 + R_{G3} - R_{f2} + FC_h - C_{f2} > 0$ 这 4 个不等式的基础之上为模型参数赋值. 其中绿色农产品、普通农产品的销售价格 $P_1、P_2(P_1 > P_2)$, 农产品生产成本 $C_1、C_2(C_1 > C_2)$ 根据绿色农产品与普通农产品真实售价、生产资料成本差异综合考量后设定. 合作社收购价格 $W_1、W_2(W_1 > W_2)$, 农户风险规避程度 $r(0 \leq r \leq 1)$, 企业不同决策时合作社选择推广的成本分担系数 $\alpha(0 \leq \alpha \leq 1)、\beta(0 \leq \beta \leq 1)$ 以及市场潜在规模 a 、弹性系数 $\delta、\epsilon(\delta > 0, \epsilon > 0)$ 等参考陈莫凡等^[18] 研究进行赋值. 农户从众系数 $F(0 \leq F \leq 1)$ 、心理压力 $C_h(C_h > 0)$ 参考李艳杰^[29] 的研究. 政府相关补贴 $R_{G1}、R_{G2}、R_{G3}$ 借鉴了周晓阳等^[30] 对参数赋值的思想. 模型参数具体赋值见表 4.

表 4 参数与赋值

参数	数值	参数	数值	参数	数值	参数	数值
P_1	10	a	100	θ	0.2	C_k	60
P_2	4	α	0.4	R_{G1}	150	C_s	50
W_1	5	β	0.2	R_{G2}	120	C_h	150
W_2	2	γ	0.1	R_{G3}	50	C_{f1}	30
C_1	3	δ	2	R_m	150	C_{f2}	50
C_2	1	ϵ	2	C_g	200	F	0.6
r	0.7						

将表 4 中数值代入复制动态方程组式(19) 设定不同初始策略组合随时间演化 50 次, 结果如图 1 所示.

由图 1 可知, 系统经过 50 次不同初始位置的演化后达到的稳定状态均为 $T_8(1, 1, 1)$, 验证了情形 8 的结论. 即数值仿真结果与策略稳定性分析的结论相同, 证明了模型的有效性. 同时, 为了方便分析各博弈主体策略选择的演化以及消除由于起始策略概率不同带来的影响, 设企业选择绿色创新, 合作社选择绿色推广, 农户选择绿色生产初始策略概率均为 0.4, 基于此, 研究农户从众系数 (F), 农户风险规避程度(r) 以及政府对企业、合作社、农户补贴($R_{G1}、R_{G2}、R_{G3}$) 对博弈主体演化策略的影响.

3.2 农户从众系数对系统演化结果的影响

为分析农户从众系数 F 大小对 3 方演化博弈结果的影响, 令 F 的取值分别为 0.1、0.3、0.5、0.7、0.9, 运行仿真结果如图 2 所示.

由图 2 可知, 当农户从众系数 F 由 0.1 逐渐增大到 0.9, 系统的稳定点从 $(1, 1, 0)$ 演化到 $(1, 1, 1)$, 并且能够看出在 0.5 至 0.7 之间 F 存在临界值. 当农户从众系数 F 低于该临界值时, 系统的稳定点为 $(1, 1, 0)$, 此时企业选择绿色创新, 合作社选择进行绿色推广, 但农户并未选择绿色生产而是保持普通生产. 当农户从众系数 F 高于该临界值时, 系统的稳定点趋向 $(1, 1, 1)$, 此时企业选择绿色创新、合作社进行绿色推广, 农户进行绿色生产. 演化结果表明, 农户从众系数是影响农户生产策略的重要因素, 只有农户从众系数 F 高于某一临界值时, 农户最终才会选择绿色生产的策略, 且农户从众系数 F 越高, 农户选择绿色生产的意愿越强烈.

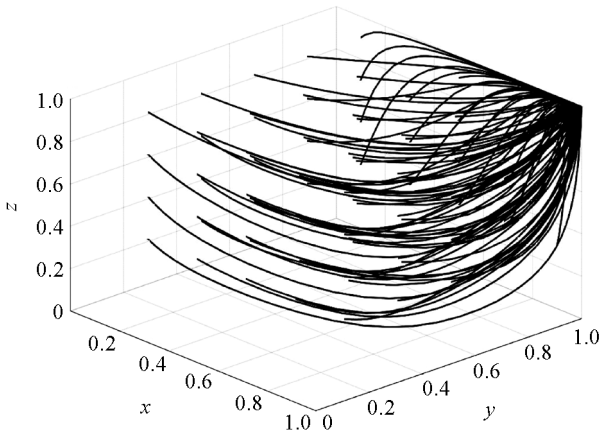


图 1 系统演化 50 次结果

3.3 农户风险规避程度对系统演化结果的影响

为分析农户风险规避程度 r 大小对 3 方演化博弈结果的影响, 令 r 的取值分别为 0.1、0.3、0.5、0.7、0.9, 运行仿真结果如图 3 所示.

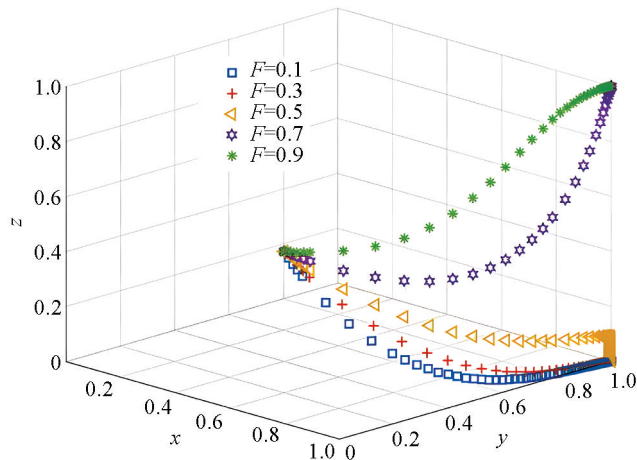


图 2 农户从众系数 F 对系统演化的影响

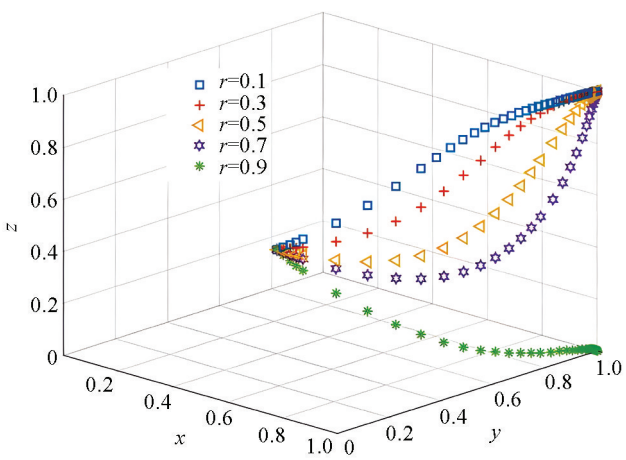


图 3 农户风险规避程度 r 对系统演化的影响

由图 3 可知, 当农户风险规避程度 r 由 0.1 逐渐增大到 0.9, 系统的稳定点从 $(1, 1, 1)$ 演化到 $(1, 1, 0)$, 且 r 临界值在 0.7 至 0.9 之间. 当农户风险规避程度 r 高于该临界值时, 系统的稳定点为 $(1, 1, 0)$, 此时企业选择绿色创新, 合作社选择进行绿色推广, 但农户并未选择绿色生产而是保持普通生产. 当农户风险规避程度 r 低于该临界值时, 系统的稳定点趋向 $(1, 1, 1)$, 此时企业选择绿色创新, 合作社进行绿色推广, 农户进行绿色生产.

进一步分析, 其他条件不变的情况下, 选择绿色生产的农户具有较低风险规避程度的特征, 而现实中, 农户往往具有高风险规避程度, 所以在面对新技术、新方法时, 农户往往存在风险规避的行为. 演化结果表明, 农户风险规避程度 r 是影响农户生产策略的重要因素, 随着农户风险规避程度 r 的提高, 农户选择绿色生产的意愿越来越低.

3.4 政府补贴对系统演化结果的影响

令政府对企业补贴 R_{G1} 分别取值为 0、100、200、300、400, 对合作社补贴 R_{G2} 分别取值为 0、40、70、90、120, 对农户补贴 R_{G3} 分别取值为 0、20、40、50、60, 运行仿真结果如图 4、图 5、图 6 所示.

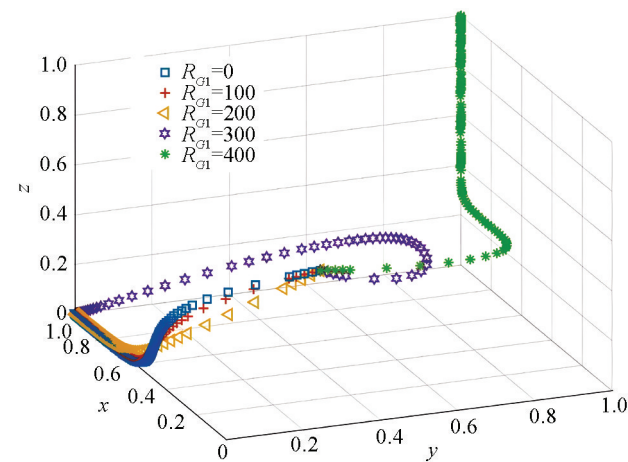


图 4 政府对企业补贴 R_{G1} 对系统演化的影响

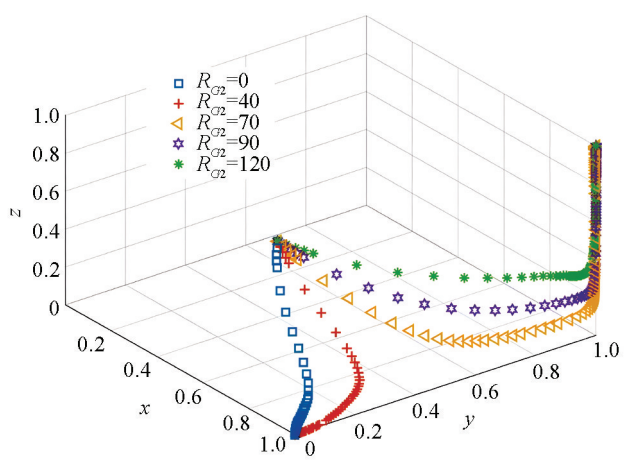


图 5 政府对合作社补贴 R_{G2} 对系统演化的影响

由图 4 可以看出, 政府对企业的补贴逐渐增大使得系统稳定点从 $(0, 1, 0)$ 向 $(1, 1, 1)$ 演化, 且存在临

界值. 当政府对企业补贴低于该临界值时, 即使政府给予企业补贴, 也无法激励企业进行农业绿色技术创新与推广, 同时由于企业不进行绿色创新, 农户需承担合作社进行绿色推广的部分成本, 导致农户绿色生产的成本上升, 进而驱使农户选择成本相对更低的普通生产. 当政府对企业补贴高于该临界值时, 企业有动力进行绿色创新, 进一步协同合作社向农户推广绿色生产, 系统向均衡点(1, 1, 1) 演变.

由图 5 可以看出, 随着政府对合作社的补贴 R_{G2} 的增大, 系统的稳定点从(1, 0, 0) 演化到(1, 1, 1), 且 R_{G2} 临界值在 40 至 70 之间. 当政府对合作社的补贴 R_{G2} 低于该临界值时, 系统的稳定点为(1, 0, 0), 此时企业进行绿色转型而合作社选择不推广, 进而导致农户与企业之间难以对接, 农户想进行绿色生产的搜寻成本过高, 致使农户选择普通生产. 当政府对合作社的补贴 R_{G2} 高于该临界值时, 系统的稳定点趋向(1, 1, 1), 此时企业选择绿色创新, 合作社进行绿色推广, 农户进行绿色生产.

由图 6 可以看出, 随着政府对农户的补贴 R_{G3} 的增大, 系统的稳定点从(1, 1, 0) 演化到(1, 1, 1), 且 R_{G3} 临界值在 40 至 50 之间, 当政府对农户的补贴 R_{G3} 低于该临界值时, 系统的稳定点为(1, 1, 0), 此时企业选择绿色转型, 合作社进行绿色推广, 而农户选择普通生产. 因为政府补贴的不足, 即使企业、合作社积极推进绿色转型, 农户依然选择较为保险的普通生产. 当政府对农户的补贴 R_{G3} 高于该临界值时, 系统的稳定点趋向(1, 1, 1), 此时企业选择绿色创新, 合作社进行绿色推广, 农户进行绿色生产.

3.5 政府不同补贴方式对系统演化结果的影响

如图 7 所示, 在政府只补贴企业, 只补贴合作社, 只补贴农户, 政府只补贴农户但补贴力度巨大, 政府按照设定对企业、合作社、农户均进行补贴几种情况下, 系统演化结果均有不同. 政府只补贴企业时, 即图中方块线条, 系统均衡点为(1, 0, 0) 此时企业进行绿色创新, 合作社不推广, 农户普通生产. 政府只补贴合作社时, 即图中加号线条, 系统均衡点为(0, 1, 0), 此时企业维持原样, 合作社进行绿色推广, 农户普通生产. 政府只补贴农户时, 系统均衡点为(0, 0, 0), 此时企业维持原样, 合作社不进行绿色推广, 农户普通生产. 而当政府大幅提高对农户补贴时, 即图中六角形线条, 此时系统均衡点变为(0, 0, 1), 农户由普通生产转为绿色生产. 政府对企业、合作社、农户均进行补贴且力度合适, 即图中星形线条, 此时企业进行绿色创新, 合作社进行绿色推广, 农户绿色生产.

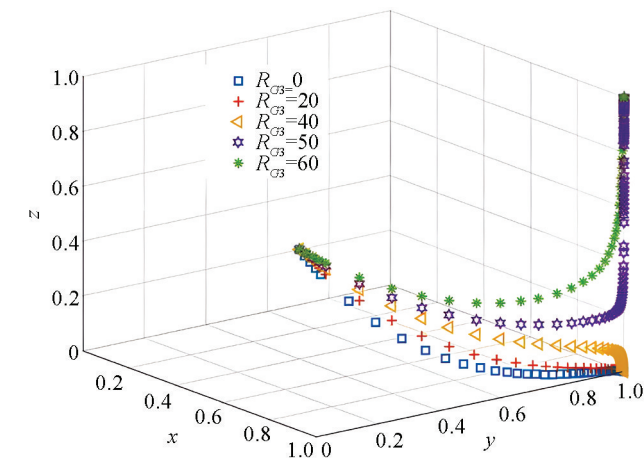


图 6 政府对农户补贴 R_{G3} 对系统演化的影响

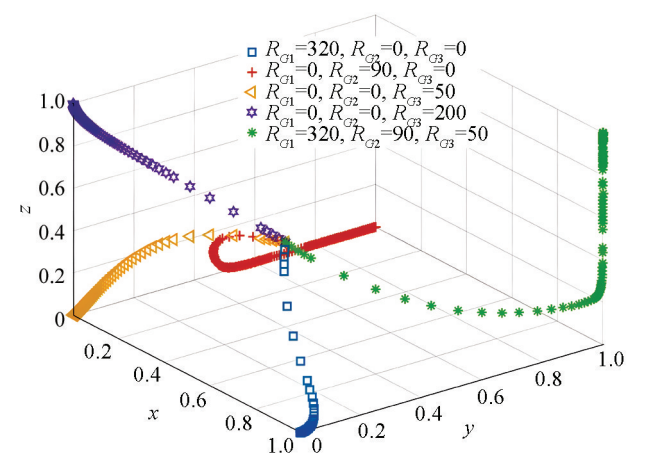


图 7 政府不同补贴方式下系统演化结果

4 结论与政策建议

本文基于演化博弈理论, 在考虑政府补贴的情况下构建企业、合作社、农户的农业绿色生产转型演化博弈模型, 将农户风险规避、羊群效应设置为模型参数, 研究有无政府补贴时, 农户风险规避及羊群效应对 3 方主体行为及系统演化的影响, 并对其稳定性进行分析, 同时借助 Matlab 工具分析各参数变化对系统演化均衡的影响. 研究发现: (1) 在“企业+合作社+农户”模式中, 企业、合作社、农户的绿色生产转型行

为选择互相影响,企业、合作社、农户只要有一方不选择积极的农业绿色生产转型策略,均会使得农业绿色生产转型成本升高,进而无法实现系统的理想均衡状态。(2)企业、合作社、农户均需要政府补贴的帮助,政府的补贴力度越大系统收敛至理想状态的速度越快,而政府如果只选择补贴其中一方或两方,均会使补贴额度升高,同时难以达到企业选择绿色创新,合作社选择绿色推广,农户选择绿色生产的理想均衡状态。(3)农业绿色生产要求农户引入新技术、新方法,只有少部分由于资源禀赋足、抗风险能力强等原因导致自身风险规避程度较低的农户愿意进行尝试,大部分农户的高风险规避程度使得农户不会轻易采用农业绿色生产技术,进而使得农业绿色生产转型受阻,农户的风险规避程度越高,农业绿色生产转型就越难以实现。(4)农户中存在的羊群效应有利于农业绿色生产方式在农户中传播,农户的从众系数越高,由羊群效应引起农户由普通生产向绿色生产转变的速度越快,即选择绿色生产的农户越多。

基于研究结果,提出以下建议:

1) 加强“企业+合作社+农户”模式建设。“企业+合作社+农户”模式通过纵向一体的形式,在减少交易成本、降低信息不对称、提高农产品供应链整体价值等方面优于相对分散的传统农业合作模式。应积极探索合适的契约方式以建立企业、合作社、农户之间更加紧密的合作关系,促进要素流通,提高各参与主体的绿色生产技术及意愿,最终推动农业绿色生产转型。

2) 政府加大对农业绿色生产转型的补贴力度。政府部门一方面应从消费端出发,通过媒体宣传、发放消费券等方式激发消费者的绿色消费活力,扩大对绿色农产品的需求。另一方面,对于绿色农产品供应链上各生产主体,可以通过自觉补贴、税收减免、专项贷款等方式降低绿色生产门槛,提高生产积极性。

3) 完善农户生产保险机制。深化农户与合作社、企业的联系,建立风险共担机制,加强对相关政策的宣传,同时提供多样化的保险服务减轻农户绿色生产顾虑,针对企业做好相应监督工作,切实保障农户收益。

4) 树立典型,营造良好生产环境。一方面,通过培训班等形式加强对农业绿色生产技术的宣传工作,另一方面在村中树立一批绿色生产的典型农户,进而通过农户之间的相互影响促进农业绿色生产转型。

参考文献:

- [1] 朱俊峰,邓远远.农业生产绿色转型:生成逻辑、困境与可行路径[J].经济体制改革,2022(3):84-89.
- [2] 莫经梅,张社梅.城市参与驱动小农户生产绿色转型的行为逻辑——基于成都蒲江箭塔村的经验考察[J].农业经济问题,2021,42(11):77-88.
- [3] 金书秦,牛坤玉,韩冬梅.农业绿色发展路径及其“十四五”取向[J].改革,2020(2):30-39.
- [4] 张红宇.中国现代农业经营体系的制度特征与发展取向[J].中国农村经济,2018(1):23-33.
- [5] 刘合光.激活参与主体积极性,大力实施乡村振兴战略[J].农业经济问题,2018,39(1):14-20.
- [6] 廖祖君,郭晓鸣.中国农业经营组织体系演变的逻辑与方向:一个产业链整合的分析框架[J].中国农村经济,2015(2):13-21.
- [7] 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,2021,42(10):42-50.
- [8] 李翠霞,许佳彬.中国农业绿色转型的理论阐释与实践路径[J].中州学刊,2022(9):40-48.
- [9] 张斌,金书秦.荷兰农业绿色转型经验与政策启示[J].中国农业资源与区划,2020,41(5):1-7.
- [10] 谭永风,陆迁,张淑霞.契约农业能否促进养殖户绿色生产转型[J].农业技术经济,2022(7):16-33.
- [11] 畅倩,颜俨,李晓平,等.为何“说一套做一套”——农户生态生产意愿与行为的悖离研究[J].农业技术经济,2021(4):85-97.
- [12] 尹丽,赵振洋,张永旺.风险不确定性感知会影响农业绿色生产行为吗?——来自农业绿色发展先行区的证据[J].干旱区资源与环境,2022,36(9):26-32.
- [13] 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.

[14] 朱红根. 农业龙头企业绿色创业与企业绩效——基于新制度经济学的理论与实证分析 [J]. 农业经济问题, 2018, 39(10): 121-131.

[15] FAHIMNIA B, SARKIS J, DAVARZANI H. Green Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis [J]. International Journal of Production Economics, 2015, 162: 101-114.

[16] 董莹, 穆月英. 合作社对小农户生产要素配置与管理能力的作用——基于 PSM-SFA 模型的实证 [J]. 农业技术经济, 2019(10): 64-73.

[17] 张笑寒, 汤晓倩. 农业产业化联合体参与主体的绿色生产行为研究——基于政府激励视角 [J]. 农林经济管理学报, 2021, 20(2): 187-198.

[18] 陈莫凡, 黄建华. 政府补贴下生态农业技术创新扩散机制——基于“公司+合作社+农户”模式的演化博弈分析 [J]. 科技管理研究, 2018, 38(4): 34-45.

[19] 张一锋, 雷立坤, 魏宇. 羊群效应的新测度指数及其对我国股市波动的预测作用研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(11): 2810-2824.

[20] 刘祥东, 刘澄, 刘善存, 等. 羊群行为加剧股票价格波动吗? [J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(6): 1361-1368.

[21] 郝晓玲, 陈晓梦. 体验型产品消费行为的羊群效应及机理研究——基于电影行业消费行为的实证解释 [J]. 中国管理科学, 2019, 27(11): 176-188.

[22] 张艳辉, 高云帆. 在线声誉水平对消费者关注度的影响: 对大众点评的实证分析 [J]. 中国管理科学, 2022, 30(8): 277-292.

[23] 蒋廉雄, 战男, 朱辉煌, 等. 企业创新活动如何转化为品牌效应: 类别化认知的主导机制 [J]. 外国经济与管理, 2017, 39(3): 61-78.

[24] 靳明, 赵昶. 绿色农产品消费意愿和消费行为分析 [J]. 中国农村经济, 2008(5): 44-55.

[25] 仇焕广, 栾昊, 李瑾, 等. 风险规避对农户化肥过量施用行为的影响 [J]. 中国农村经济, 2014(3): 85-96.

[26] XIAO T J, YANG D Q. Price and Service Competition of Supply Chains with Risk-Averse Retailers under Demand Uncertainty [J]. International Journal of Production Economics, 2008, 114(1): 187-200.

[27] 曲优, 关志民, 赵莹. 考虑生产商风险规避的农产品绿色投资策略演化研究 [J]. 工业工程, 2019, 22(3): 65-76.

[28] 杨唯一, 鞠晓峰. 基于博弈模型的农户技术采纳行为分析 [J]. 中国软科学, 2014(11): 42-49.

[29] 李艳杰. 考虑农户个体行为的农产品交易博弈模型及农户利益保障策略 [D]. 福州: 福州大学, 2018.

[30] 周晓阳, 李长长, 刘莹, 等. 工业互联网平台、开发商与企业的三方协作演化策略——兼论政府补贴和收益共享的作用 [J]. 中国管理科学, 2024, 32(1): 276-287.

责任编辑 任剑乔