

粮食安全和减排双目标约束下农业绿色补贴 资金配置及动态优化路径研究

范东寿,杨福霞,李谷成

(华中农业大学经济管理学院,湖北武汉430070)



摘要 农业补贴政策为增强粮食生产能力、农业可持续发展能力和建设农业强国提供了强有力支撑。当前中国以绿色生态为导向的农业补贴政策体系呈现“产量补贴”和“绿色补贴”并存的特征,在粮食安全和农业减排双重目标约束下,两种目标导向补贴措施的协调性以及绿色补贴工具的有效性等核心问题依然缺乏系统的理论阐释。基于补贴资金结构配置视角,构建两种补贴共存情景下考虑消费者农产品绿色偏好的生产者利润实现模型,从理论上探讨农产品供给量增加和污染物排放量减少双重目标下绿色补贴额度的合理占比及其对补贴资金效率的影响,模拟分析其随消费者绿色偏好、农产品绿色度、环保意识和补贴规模等外生参数变动的动态调整路径。研究发现,若要实现粮食增产和农业减排的双重目标,农业补贴中绿色补贴资金的合理占比区间为30%~40%;外生参数动态调整分析结果表明,这一比例随消费者绿色偏好水平的提高、补贴规模的扩大而下降,但随农产品绿色化程度的提升、环保意识的增强而上升。此外,通过对不同占比情景下绿色补贴效率的对比分析,发现当绿色补贴占比处于上述区间时其补贴效率最佳且相对稳定。因此,应合理配置农业补贴资金结构,根据消费者绿色偏好水平或农产品绿色化程度适时动态调整,充分发挥补贴政策引导农业绿色化转型的驱动作用。

关键词 农业绿色补贴; 补贴资金结构; 补贴效率; 消费者绿色偏好; 农产品绿色度

中图分类号:F304.4 文献标识码:A 文章编号:1008-3456(2024)02-0069-14

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2024.02.007

由于农业经济具有天然弱质性,各国政府均会对其进行不同形式的补贴^[1]。从补贴目标来看,发达国家实施的农业补贴大致经历了由农业经济增长、农民收入增加向农业可持续能力提升方向转变的历程^[2-3]。与之类似,自2004年以来,作为财政支农的重要手段,中国农业补贴政策体系日臻完善。早期,以良种补贴、农机具购置补贴、粮食直接补贴和农资综合补贴为主体的产量补贴措施虽促进了农业产量的快速提升和农民收入的持续增加^[4],但也激发了化肥、农药等化学农资的过量使用,导致面源污染加剧、农田生态系统日益退化。为此,在农业高质量发展目标的引领下,党中央将农业生态环境治理提升至国家战略层面,提出推动农业绿色发展。为激励农业生产方式的绿色化调整,财政部和原农业部于2015年开始逐步启动农业补贴的绿色化转型。例如:将农资综合补贴、良种补贴和种粮直补合并为“农业支持保护补贴”,以保护耕地地力;将绿色防控、秸秆粉碎等绿色机械新纳入农业机械购置补贴名录;为优化防控农业面源污染的激励措施,继续扩大秸秆还田补贴、高效低毒农药补贴、有机肥替代化肥补贴等补贴项目实施范围。截至2020年,中国农业补贴目标已基本实现由增产增收向绿色生态可持续的转变。相应地,农业补贴政策工具亦呈现出产量补贴和绿色补贴并存的局面。

收稿日期:2023-03-29

基金项目:国家自然科学基金项目“面向农田面源污染源头控制技术的农业绿色补贴标准及其动态优化研究”(72274073);国家社会科学基金重大项目“新形势下我国农业全要素生产率提升战略研究”(18ZDA072)。

由于两种补贴工具在补贴目标、补贴依据与方式等方面存在显著差别,不同补贴工具之间的有效协调成为农业补贴精准施策的关键^[5],也成为政府拨付补贴资金时权衡考量的重点。从中国农业补贴的改革实践来看,当前的部分绿色补贴措施(如:耕地地力补贴)是由先前的产量(如:农资补贴、良种补贴)或收入补贴(如:种粮直补)调整而来的,其发放方式、对象和标准仍延续过去的模式,与农业生态环境保护并无直接关系,导致“绿色补贴”精准施策能力不足、补贴效率低下等问题涌现^[6]。从资金的拨付过程看,农业补贴资金主要由中央负责统一拨付,省级政府在综合考虑其农业发展实际状况的基础上进行自由裁量和统筹分配。不同地区会考量其农业资源禀赋条件、生态状况,在补贴资金配置过程中表现出一定的偏向性^[7],这可能会导致补贴资金结构错配。因此,探究粮食安全和农业生态环境保护双重目标条件下“产量补贴”和“绿色补贴”的有效配置对我国农业补贴政策的精准施策能力的提升、农业可持续发展目标的实现乃至农业强国的构建具有重要的理论和实际意义。

现有关于不同农业补贴配置结构的研究主要围绕补贴工具的协调性和有效性来展开。首先,补贴工具协调性问题的理论依据源于丁伯根法则,即若希望实现多个相互独立的政策目标,政策制定者需指定不少于目标数的政策工具^[8]。因此,对于多目标的农业资源政策,政策制定者多使用组合工具^[9]。然而,由于各政策工具所针对的对象和作用方式不同,工具之间不可避免地存在不协调问题^[10]。欧美等发达国家早期的农业支持政策中设置的生产要素补贴、价格支持常常难以与直接收入补贴有效配合^[11]。随着农业生态环境的恶化,发挥农业多功能性成为农业补贴政策的又一目标,农业增产、收入增加和可持续性目标之间的协调性问题逐渐成为学者们关注的焦点。Just等开创性地提出了有关农业环境政策之间相互作用的概念框架^[12],合理的政策结构有利于减轻因政策实施而引致的环境污染^[13-14],政策项目结构和执行机构的设置会通过组合工具的协调性^[15-16]来影响政策目标的实现。

其次,关于农业补贴有效性的研究,学术界主要从补贴目标的实现度这一视角探讨其对经济和环境的影响。绝大多数研究运用计量经济学方法证实了农业补贴确实会通过农业要素投入结构、种植面积和生产技术等调整来改善农业产出^[17-20]、增加农民收入^[21-22]。然而,学者们对农业补贴的环境效应并未达成一致共识。部分研究指出,绿色农业补贴能够激励农户采纳环保型农资产品^[23];农机购置补贴政策通过扩大粮食播种面积占比以及促进农业劳动力转移^[24],改变农户污染性要素投入方式^[25]。相反地,有研究却认为增产导向的农业补贴在改变要素市场资源配置时,增加了化肥、农药等要素的投入^[26]、扩大了总种植规模^[27];绿色农业补贴政策在技术推广初期降低了肥料投入的环境效率和生产率^[28]。随着补贴总量的上升,我国农业补贴效率并未出现明显改善^[29]。

综上所述,针对不同农业补贴工具的协调性和有效性问题,现有文献得出了许多具有重要价值的结论,但仍有三个方向有待深入探讨:一是现有研究更多关注政策项目结构对政策工具间协调性的影响,较少从补贴资金配置结构的角度考虑补贴工具间的协调性问题;二是现有文献大多是基于因果识别框架,运用计量经济学的方法实证评估某一具体补贴措施的有效性,鲜有文献考虑补贴资金在各种补贴工具之间的分配对补贴效率的作用。事实上,补贴资金配置对效率的发挥具有重要影响^[30];三是已有研究多从生产端关注农业补贴对农业经营者生产行为的影响,而对消费者绿色偏好、农产品绿色度和环保意识等外生因素在补贴作用发挥时所起的反馈机制关注不足。实际上,消费者偏好结构的变化会引起消费结构改变,进而导致生产结构的调整^[31]。消费者绿色偏好会通过农产品需求结构调整影响农产品生产者的生产行为,进而导致农业产出和与之相关的农业污染排放发生变化。因此,在组合补贴工具实施过程中考虑这一反馈机制,将有利于我国绿色生态导向型农业补贴的优化设计与补贴资金的高效利用。

因此,本文将尝试作出以下拓展性探索:一是与现有研究重点关注补贴效应的实证检验不同,着重从补贴资金配置结构的视角出发,构建组合补贴情景下农产品的生产者利润实现模型,从理论上探讨农产品供给量增加和污染物排放量减少双重目标约束下,绿色补贴资金的合理占比及其对补贴资金效率的影响。二是不同于现有研究从静态视角考察我国农业补贴政策的优化设计,本研究尝试

将消费者农产品绿色偏好引入组合补贴情景下的生产者利润实现模型,演绎出其通过农产品需求结构调整影响农产品生产者行为改变的反馈机制,以便于从动态视角分别考虑消费者绿色偏好、农产品绿色度、环保意识和补贴规模等外生参数对绿色补贴资金占比的调整路径。

一、理论模型构建

1. 基准模型

(1)农产品的消费需求。Kazaz^[32]、An等^[33]已证明线性(逆)需求曲线在农业经营管理中能够简便且有效反映农产品消费需求。基于此,本文参考李守伟等^[4]的研究思路,假设农产品需求函数是线性的,其逆需求函数为:

$$p = T - \gamma e - q \quad (1)$$

其中, p 表示农产品价格; T 是消费者环保意识,此处借鉴Nie^[34]的研究,用消费者最大可容忍的污染排量加以反映,其数值越小($T \geq 0$),表明消费者的环保意识越强,对受污染的农产品边际支付意愿就越低; q 为农产品产量; e 表示 q 单位农产品生产过程中所排放的污染物总量,其通常会损害农产品质量及产地的生态环境; γ 是消费者对污染物的敏感程度($0 \leq \gamma \leq (T - q)/e$),其数值越大表明消费者对污染物的反应越强烈,因此也反应了消费者对每单位农产品绿色优质特性的偏好程度(后文将其称为“消费者绿色偏好度”)。

(2)农产品生产者的生产活动。假设农业生产者投入为劳动力 L 、土地 S 、机械 M 和生物化学农用物资生产农产品 q 。其中,生物化学农资是影响农业污染排放的关键,可分为两种类型。一种是增加污染排放的传统化肥、农药等非清洁投入 K_d ;另一种为能够缓解农业污染、改善农田生态环境的清洁农资 I ,包括腐熟秸秆、缓释肥、绿肥、测土配方肥和高效低毒农药等绿色投入品。因此,农业生产者在生产农产品 q 的过程中,非清洁型化学农资的过量使用通常会产生一定量的污染物 e 。那么,污染排放可视为产量的函数: $e = \varphi(q) = \alpha q$ ^①。当农业生产者采取绿色行为,投入清洁农资时,污染物排放量 e 调整为农产品产量 q 和绿色投入品 I 的函数: $e(q, I) = \varphi(q) - \psi(I)$ ^②。

(3)农产品生产者的利润实现模型。假设农业生产者未采取绿色生产行为时,生产农产品 q 的成本为 $C(q)$;当农业生产者从事绿色生产活动时,其成本函数又可表示为 $C(I)$,考虑到绿色投入品的研发成本通常较高,且农业生产主体在采用新投入品时还需额外支付学习成本、交易成本和风险成本等^[35],故而满足 $C(q) < C(I)$ 。Agbo等^[36]和Guda等^[37]已指出二次型成本函数因其能够较好地反映种植边际成本的变化。因此,为便于后文的数值分析,参考Alizamir等^[38]、Zhang等^[39]的研究,设定 $C(q) = c_1 q^2$ 和 $C(I) = c_2 I^2$,其中 c_1 、 c_2 分别为成本参数。另外,考虑到其数值大小仅反映排序问题,故而设定 $c_1 = 1/2$, $c_2 = 3/2$ 。最终,典型生产者农产品生产的利润函数可写为:

$$\pi = [T - \gamma \alpha (q - \Pi_{I>0}) - q]q - \frac{1}{2}q^2 - \frac{3}{2}I^2 \mathbf{1}_{I>0} \quad (2)$$

其中, $\mathbf{1}_{I>0}$ 为示性函数,生产者采用绿色生产方式($I > 0$)时该函数值等于1,否则其取值为0。由于本文将非清洁生产情景($I = 0$)作为基准,故而此情景下农产品生产者的利润函数可经由(2)式转化为: $\pi_0 = (T - \gamma \alpha q - q)q - 1/2q^2$,那么基准情景(无补贴)下最优农产品供给量 q^* 与污染物排放量 e^* 分别为:

① 为了易于技术上的处理,文章借鉴Zhang等^[39]的研究,令 $\varphi(q) = \alpha q$,其中 $\alpha = e/q$ 为每单位农产品的污染物排放量,亦可理解为污染排放系数,在一定程度表征了农产品绿色度。因此将 α 定义为农产品绿色度,其取值越大,表明每单位农产品生产过程中造成的污染物越多,污染排放系数越大,农产品绿色度越低。

② 倘若农业绿色投入品所带来的污染移除率为 $r(I)$,则采取绿色生产后的污染物排放 $e = \alpha q [1 - r(I)]$ 。进一步地,用单位产出的绿色投入品 $r(I) = I/q$ (即绿色投入强度)表征污染物移除率,最终可将污染物排放量 $e(q, I)$ 具体化为 $e = \alpha(q - I)$,且 $0 < I < q$,后文的分析均使用该具体化形式。

③ 经检验,该利润最大化问题的二阶条件得以满足,可在一阶条件为零处取最优解。

$$q^*_0 = \frac{T}{2\gamma\alpha + 3}; e^*_0 = \left(\frac{T}{2\gamma\alpha + 3}\right)\alpha \quad (3)$$

由此可知,农产品最优产量和农业污染排放量均受消费者绿色偏好度、农产品绿色度及消费者环保意识的综合影响。其中,消费者绿色偏好度、环保意识均呈现出负向影响,也就是说,消费者绿色偏好程度的提升(γ 增加)或环保意识的增强(T 降低)会诱使最优农产品供给量减少,同时也可致使对应的农业污染物排放量降低。然而,农产品绿色度对最优农产品产量具有正向影响,对污染物排放量则表现为负向作用。即农产品绿色度的改善(α 减小)会引发农产品最优产量增加,还能促使污染物排放量下降。

2. 农业补贴实施背景下农业生产者利润实现模型的重构

(1)产量补贴实施背景下农业生产者的利润实现过程。首先,产量补贴以“三合一”改革后的农业支持保护补贴为主,其主要依据二轮承包面积、计税耕地面积或确权耕地面积等指标核算补贴额度,进而发放给拥有土地承包权农户的一类补贴。对于受补主体而言,其通常会经由要素投入相对价格的调整而降低生产过程中的成本支出。因此,获取产量补贴后其成本函数变换为 $C'(q)$,由此所导致的成本节约量为 $\Delta C = S_1(q)$ 。为了便于与其他补贴工具的对比分析,此处将产量补贴额度均摊至每单位农产品,也就是说,补贴标准 s_1 以单位产量补贴额来表示,即 $s_1 = S_1(q)/q$ 。通常,在产量补贴的激励下生产者主要通过耕作面积扩张或化学农资集约使用等方式来增产增收,而对于需要支付更高成本的绿色生产方式采用动力严重不足,此处假设该情景下无任何绿色投入品使用,即 $I=0$ 。综上所述,产量补贴实施后生产主体的利润函数式(2)可调整为:

$$\pi_1 = (T - \gamma\alpha q - q)q - \frac{1}{2}q^2 + s_1q \quad (4)$$

相应地,单一产量补贴情景下农产品最优产出量 q^*_1 和农业污染排放量 e^*_1 分别为:

$$q^*_1 = \frac{T + s_1}{2\gamma\alpha + 3}; e^*_1 = \left(\frac{T + s_1}{2\gamma\alpha + 3}\right)\alpha \quad (5)$$

式(5)表明,与基准情形一致,农产品最优供给量和农业污染排放仍受消费者绿色偏好度、农产品绿色度以及环保意识的综合影响。此外,其还会随产量补贴标准 s_1 的增加而提升,即产量补贴标准的提高使得农业生产主体选择提供更多的农产品,但同时也排放了更多的污染物。

(2)绿色补贴实施后农业生产者的利润实现过程。由于绿色农业生产支持政策大多经产量补贴绿色化改造而来,并且其与产量补贴同对象,加之本文重点关注的是农田面源污染源头防控政策,因此,本文所分析的绿色补贴是指以激励农产品生产者保护农业生态环境、减少面源污染为目的,针对农业绿色投入品或绿色生产方式而发放的补贴,主要包括有机肥替代化肥补贴、低毒低残留生物农药施用补贴、畜禽粪便资源化利用补贴、残膜回收利用补贴和秸秆还田补贴等。其中,绿色投入品补贴通常依据单位要素投入量来确定补贴标准^①。类似地,此处将绿色补贴额度均摊至每单位绿色投入品,即单位绿色投入品的补贴标准为 $s_2 = S_2(I)/I$ 。那么,绿色补贴实施后生产主体的利润函数重写为:

$$\pi_2 = (T - \gamma\alpha(q - I) - q)q - \frac{1}{2}q^2 - \frac{3}{2}I^2 + s_2I \quad (6)$$

此情景下,农产品最优供给量 q^*_2 、绿色生产要素最优投入量 I^*_1 和农业污染排放量 e^*_2 分别为:

$$q^*_2 = \frac{3T + \gamma\alpha s_2}{18 - (\gamma\alpha - 3)^2}; I^*_1 = \frac{\gamma\alpha q^*_2 + s_2}{3}; e^*_2 = \alpha(q^*_2 - I^*_1) \quad (7)$$

从上述公式可知,实施绿色补贴情形下,最优农产品产量和其生产过程中的污染排放量仍受消费者绿色偏好、农产品绿色度和环保意识的综合作用,且作用方向与基准情景相同。不同的是,绿色补贴标准 s_2 对农产品最优产量和绿色生产要素最优投入数量具有正向影响,而对农业污染排放量呈负向影响。这表明绿色补贴标准的提高不仅会促使农业生产主体选择提供更多农产品,还会激励其

① 如商品有机肥在北京、江苏、上海、浙江等省市的补贴标准为150~480元/吨。

投入绿色生产要素,从而使得农业污染排放量减少。

(3)两类补贴组合情景下农业生产者的利润实现过程。将产量补贴和绿色补贴纳入同一分析框架,即可构建组合补贴情景下生产者的利润实现模型。由于现阶段我国农业补贴实践中上述两种补贴是并行且独立存在的,即农业生产主体在获得“产量补贴”的同时,还采用绿色投入品,其仍可获得“绿色补贴”。此情形下,农产品生产者的利润函数可表示为:

$$\pi_3 = (T - \gamma\alpha(q - I) - q)q - \frac{1}{2}q^2 - \frac{3}{2}I^2 + s_1q + s_2I \quad (8)$$

式(8)中,产量补贴标准和绿色补贴标准可分别表示为 $s_1 = (1 - \theta)S/q$ 、 $s_2 = \theta S/I$,其中 S 表示农业补贴总额(即补贴预算约束 $S = s_1q + s_2I$)。既定补贴规模下, $\theta = s_2I/S$ 表示总补贴中绿色补贴所占份额。在利润最大化条件下,对上式求解时发现,仅当消费者绿色偏好度满足 $0 < \gamma\alpha < 3 + 3\sqrt{2}$ 时^①,存在最优解,因此后文分析均在此条件下进行。此时,农产品最优产出量 q^*_3 、绿色投入品最优投入量 I^*_2 和农业污染物排放量 e^*_3 分别为:

$$q^*_3 = \frac{3T + 3s_1 + \gamma\alpha s_2}{18 - (\gamma\alpha - 3)^2}; I^*_2 = \frac{\gamma\alpha q^*_3 + s_2}{3}; e^*_3 = \alpha(q^*_3 - I^*_2) \quad (9)$$

同样地,组合补贴情景下农产品最优产量、绿色生产要素最佳投入量和农业污染排放量均受前文所提及的三个外生变量的综合影响,且与基准情景下的作用方式相同。有所区别的是,组合补贴对农产品最优供给量、最优绿色投入品数量均呈现正向影响,而对农业污染排放量的影响方向尚不确定。这说明无论何种补贴均能激励农业生产主体选择提供更多的农产品,但是由于产量补贴和绿色补贴的生态效应各有差异,导致组合补贴情景下的农业污染物排放量大小视具体补贴措施实施情况而定。

二、绿色补贴额度的合理占比与补贴效率分析

当前,我国构建以“绿色生态”为导向农业补贴体系的根本目的是保障粮食安全与保护农业生态环境。两种补贴政策工具的合理协调以及其补贴效率的持续提升是该综合目标顺利实现的有效保障。其关键在于两种补贴工具的合理安排,即什么样的补贴工具安排能够协调生产效益和环境效益。补贴工具的安排可从补贴依据、补贴方式、补贴资金配置和补贴效率等方面进行讨论。由于产量补贴和绿色补贴在实际执行过程中,二者在补贴依据、补贴方式等方面存在差异,导致政策目标实现存在较大不确定性,所以本文将从补贴资金配置这一角度探究两种补贴工具的协调性。考虑到一种补贴措施所获取的财政支持额度在补贴资金总额中的比重能够反映补贴资金的配置情况,因此后续分析将采用绿色补贴额度占补贴总额的比重来表征补贴金额的配置。另一方面,补贴资金的配置仅是保障补贴工具合理安排的一个维度,而补贴效率却衡量了补贴工具的有效性,高水平的补贴效率才是有效发挥其激励作用的重要保证。为此,基于上述理论模型的结论,按照农产品增产效应最大和农业污染减排效应最小的原则,对比分析绿色补贴额度不同占比情形下其产量效应、绿色投入品和污染排放效应,探究粮食安全和环境保护双重目标实现时,组合补贴中绿色补贴额度的合理占比。在此基础上,构建了能够反映补贴措施有效性的绿色补贴效率指标,探讨不同占比条件下绿色补贴效率的变化及其随外生参数消费者绿色偏好、农产品绿色度和消费者环保意识变动时的调整路径。

1. “绿色补贴”额度的合理占比

基于公式(3)、(5)、(7)和(9),分别计算出不同补贴情形下农产品生产者实现最大利润时的最优决策量(即最优产量、农业绿色投入品数量和最优污染物排放量)同基准情形的差值以及补贴对最优决策量的边际作用,结果见表1。

① 该前提是根据求解最大化问题时,应满足的海塞矩阵条件而求得。

表1 绿色补贴额度不同占比情形下其产量效应、绿色投入品和污染排放效应对比分析

绿色补贴额度占比	补贴类型	最优产量	绿色投入品	最优排放量
$\theta=0$	产量补贴	$q_1^* > q_0^*$ $\frac{\partial q_1^*}{\partial s_1} > 0$	0	$e_1^* > e_0^*$ $\frac{\partial e_1^*}{\partial s_1} > 0$
$\theta=1$	绿色补贴	$q_2^* > q_0^*$ $\frac{\partial q_2^*}{\partial s_2} > 0$	$\frac{\partial I_1^*}{\partial s_2} > 0$	$e_2^* < e_0^*$ $\frac{\partial e_2^*}{\partial s_2} < 0$
$0 < \theta < 1$	组合补贴	$q_3^* > q_0^*$ $\frac{\partial q_3^*}{\partial s_1} > 0$	$\frac{\partial I_2^*}{\partial s_2} > \frac{\partial I_2^*}{\partial s_1} > 0$	$e_3^* < e_1^*$ $\frac{\partial e_3^*}{\partial s_1}$ 待定
		$q_3^* > q_1^*$ $\frac{\partial q_3^*}{\partial s_2} > 0$		e_3^* 与 e_2^*, e_0^* 之间大小不确定
		$q_3^* > q_2^*$ $\frac{\partial q_3^*}{\partial s_2} > 0$		$\frac{\partial e_3^*}{\partial s_2} < 0$

当 $\theta=0$ 时, $q_1^* > q_0^*$ 且 $e_1^* > e_0^*$,表明农业补贴实施后,单纯的产量补贴确实能够提高农业产出,但也会导致农业污染排放量的增加。这说明纯产量补贴虽然有效地增加了农产品的供给量,但不利于农业绿色发展。这一结论与2004—2015年间的农业发展的实际情况基本吻合。据资料统计^①,我国粮食产量从2004年的46947万吨增长到2015年的62144万吨;种植业碳排放量从2004年的5800万吨增加到2015年的8000万吨。这从理论层面佐证了国家从2016年实行以绿色生态为导向的农业补贴改革的科学性。由此可得出如下命题:

命题1:满足 $\theta=0$ 条件下,以“粮食增产,农民增收”为目标导向的“产量补贴”措施促进农产品产量提高($\partial q_1^*/\partial s_1 > 0$)的同时,会导致农业污染排放量的增加($\partial e_1^*/\partial s_1 > 0$)。

当 $\theta=1$ 时, $q_2^* > q_0^*$,但 $e_2^* < e_0^*$,表明若农业补贴中仅实施单一的绿色补贴,从理论上能够达到“增产减排”的效果。然而,现阶段,我国农业发展的首要任务仍是保障国家粮食安全,不能以“绿色”为名忽视粮食安全的底线。纯“绿色补贴”虽能在生态环境保护方面发挥良好作用,但是由于我国绿色投入品或绿色生产方式尚未成熟加之新的不确定性的存在,导致其在增产效应方面的作用仍有一定的局限性。由此可得出命题2:

命题2:满足 $\theta=1$ 条件下,单一“绿色补贴”实施后,理论上能够有效激励农业生产者增加绿色生产要素投入($\partial I_1^*/\partial s_2 > 0$),在促进农产品产量增加($\partial q_2^*/\partial s_2 > 0$)的同时,还能够降低农业污染排放($\partial e_2^*/\partial s_2 < 0$),实现农业增产和污染减排的双重目标。但在我国农业补贴政策绿色化转型阶段,完全实施绿色补贴具有一定的超前性。

当 $0 < \theta < 1$ 时, $q_3^* > q_0^*$ 、 $q_3^* > q_1^*$ 和 $q_3^* > q_2^*$,但 e_3^* 与 e_2^* 、 e_0^* 大小存在不确定性。这一结果表明,组合补贴确实能够促进农产品供给量增加,与其他两种单一补贴措施相比,其产量提升幅度最大。这与我国农业补贴改革后农业生产的现实状况也较为吻合,即自2016年以来,伴随着“三项补贴”合并为“农业支持保护补贴”的完成以及秸秆还田补贴、高效低毒农药补贴、有机肥替代化肥补贴等补贴措施的不断扩大、优化,农产品供给量持续增加,特别是粮食产量持续提升。2016—2020年,我国粮食产量始终保持在66000万吨以上,且2020年较2016年增加了近900万吨。然而,由于产量补贴具有边际增排作用,而绿色补贴会产生边际减排效应,组合补贴对农业污染物排放量的影响存在较大不确定性,其效应大小主要依赖于绿色补贴额度在补贴总额中所占比重。

具体而言:依据先前的分析结论,纯产量补贴的排放水平(e_1^*)大于无补贴时的排放量(e_0^*),而纯绿色补贴情景下的排放水平(e_2^*)最低。因此,此处设定如下原则:最优状态下,组合补贴的污染物排放量(e_3^*)低于纯绿色补贴的排放水平(e_2^*),即 $e_3^* - e_2^* < 0$ 。否则,组合补贴的农业污染物排放量(e_3^*)至少要小于无补贴时的排放水平(e_0^*),即次优情景: $e_3^* - e_0^* \leq 0$ 。那么,由式(7)和(9)可得:

$$\Delta e = e_3^* - e_2^* = \frac{(3 - \gamma\alpha)s_1}{18 - (\gamma\alpha - 3)^2} \alpha \quad (10)$$

依据式(10)可得出实现最优状态时的临界条件,即:当给定农产品绿色度 α 时,若绿色偏好水平

① 粮食产量数据来源于国家统计局历年发布的粮食产量公告;种植业碳排放数据由笔者根据统计年鉴数据资料及农业碳排放测算公式计算得出。

满足 $3/\alpha \leq \gamma < (3 + 3\sqrt{2})/\alpha$, 则有 $e_3^* < e_2^*$ 。

相反,在次优情景下,即在一定农产品绿色度水平下,给定较低绿色偏好 $0 \leq \gamma < 3/\alpha$ 时,通过联立公式(9)和等式 $e_3^* = e_0^*$ 可以证明,绿色补贴额度的占比存在一个临界水平 θ^* ,当满足条件 $\theta > \theta^*$ 时,则有 $e_3^* < e_0^*$;在条件 $\theta < \theta^*$ 下,则有 $e_3^* > e_0^*$ 。由此可得出命题3和命题4:

命题3:在 $0 < \theta < 1$ 条件下,当农产品绿色度不变时,给定较高绿色偏好 $3/\alpha \leq \gamma < (3 + 3\sqrt{2})/\alpha$,绿色补贴对最优产量的边际作用大于产量补贴的边际作用 ($\partial q_3^*/\partial s_2^* > \partial q_3^*/\partial s_1^* > 0$),并且无论绿色补贴额度的占比 θ 有多大,组合补贴均能发挥良好的减排作用。

从理论上来看,农业生产行为内生于消费者需求偏好,当消费者对绿色农产品高度偏好时,生产者为追求自身利润,通常会自发地选择调整生产行为来满足市场需求,也就是说,无论政府是否给予绿色补贴,来自于市场机制的内在激励也会促使农业生产主体自发地进行绿色生产方式调整 ($\partial I_2^*/\partial s_1 > 0$),从而使得其农业污染物排放量比纯绿色补贴情形下还少。上述推论表明,引导消费者的绿色偏好,通过市场机制调整农业生产主体的绿色生产方式是我国农业补贴政策的终极目标。

命题4:在 $0 < \theta < 1$ 条件下,当农产品绿色度不变时,给定较低绿色偏好 $0 \leq \gamma < 3/\alpha$,绿色补贴额度占比存在唯一临界值 θ^* 。当 $\theta > \theta^*$ 时, $e_3^* < e_0^*$,即组合补贴的污染物排放量低于不实施补贴的排放水平;当 $\theta < \theta^*$ 时, $e_3^* > e_0^*$,即与产量补贴的效果一致,组合补贴增加了粮食产量,但却增加了农业污染物排放。

上述推论表明,当消费者对绿色农产品偏好程度较低时,农业生产者为了获得最大利润,通常选择“重产量、轻质量,无视绿色生产”的决策。若农业补贴总额中,绿色补贴的份额小于临界值 θ^* ,其能够激发的绿色农业生产要素的投入有限,当然所产生的减排效果也甚微;若加大绿色补贴力度,将绿色补贴份额提高至临界值以上,组合补贴至少能够在不造成环境退化的同时,促进农产品产量的增加。

2. 绿色补贴效率分析

高水平的绿色补贴效率是补贴激励作用有效发挥的根本保证。由于补贴发放方式仍延续过去的模式以及补贴精准施策能力,绿色补贴效率低下已成为有限补贴资金条件下绿色补贴措施污染减排作用高效发挥的绊脚石。因此,基于上述四个命题,重点探讨不同补贴占比下绿色补贴效率的变化。正如命题3所述,最优状态下,无论绿色补贴资金占比有多大,组合补贴均能发挥良好的减排作用;而命题4指出,次优情景下,绿色补贴占比的变动确实会产生不同的减排效果,因此后文的分析仅针对次优情景。

通常,资源环境组合政策的有效性主要从成本—收益、成本效率或环境效率三个标准进行衡量^[40]。根据环境效率标准,将农业绿色补贴效率定义为:每单位绿色补贴所带来的农业污染的减少量。在此基础上,由公式(9)、(3)和前文所设定的绿色补贴总额 θS ,构建了绿色补贴效率指数 EF ,重点考察次优情景下绿色补贴占比对绿色补贴效率的影响。绿色补贴效率如公式(11)所示:

$$EF(\theta) = \frac{e_3(\theta) - e_0(\theta)}{\theta S} = \frac{\Delta e^s(\theta)}{\theta S} \quad (11)$$

上式中, Δe^s 表示次优情景下实施组合补贴后农业污染物排放量相较于无补贴的变动水平。如前所述,由于实施组合补贴后的排放量要小于补贴前的水平,因此, Δe^s 为负值,其绝对值一定程度上衡量了组合补贴实施后农业污染的减排总量,那么, EF 反映的是单位绿色补贴的污染物减排量,其绝对值越大表明每单位绿色补贴所引致的农业污染减排量越大、绿色补贴效率越高。 EF 的表达式也刻画出了绿色补贴资金占比同补贴效率之间的关系,由于 $EF'(\theta) < 0$,所以随着绿色补贴资金占比的提高, EF 绝对值逐渐增加,即绿色补贴效率逐步改善。另外,根据先前的理论分析结论,绿色补贴资金占比 θ 内生于消费者绿色偏好 γ 、农产品绿色度 α 、消费者环保意识 T 和补贴规模 S 等4个因素的变动,因此,4个外生参数改变将会通过绿色补贴资金占比的调整而影响其补贴效率。考虑到其调整路径表现为隐性的函数关系式,未能通过显性求解进行分析,所以采用数值模拟进行详细的探讨。

三、参数校准与数值模拟

1. 参数校准

如前文所述^①,理论模型中涉及4个关键参数,其对应指标的选取和校准方式如下。首先,消费者绿色农产品偏好 γ 反映了消费者面对同类农产品时,其对绿色有机高质量产品的偏好程度,其取值越大表示个人购买绿色优质农产品的意愿越强烈。由于其取值涉及消费者的主观价值感知,目前学术界尚未提出统一的测算标准。学者们通常做法是根据序数效用论,结合其模型设定的实际情况和绿色农产品购买意愿价值评估,赋予某一具体数值作为基准,然后在此基准上调整其大小,以刻画消费者购买意愿强烈的变化。因此,部分研究将其设定为0.8、1、2、3和3.4^[41],由于序数效用论中,偏好系数值反映的是消费者对绿色农产品偏好的顺序,其数值大小本身并不会对分析结果产生实质性影响,故而本文在考虑模型设定实际情况,此处选取它们的平均值2.04作为模拟的基准参数。参数 T 反映了消费者的环保意识,其取值亦属主观评价范畴,本文参考Zhang等的做法^[39],将 T 取值为10。农产品绿色化程度 α 在前文理论分析中其取值范围为(0,1),结合Krass等^[9]、Fan等^[42]的研究,此处选取中间值0.5作为基准。补贴总额 S 反映了农业补贴规模的大小,采用OECD数据库中农业政策指标下的2020年农业总支出水平(Total support estimate, TSE)数据来度量,中国在该年度的TSE金额为234410.8百万美元,以当年汇率折算成人民币约为15092亿元。综上,将参数基准值整理于表2。

2. 数值模拟与分析

(1)绿色补贴合理占比及其动态调整路径。首先,基于表2提供的基准参数对 $e^*_3 - e^*_0$ 和 θ 的关系进行数值模拟,模拟出组合补贴情景下绿色补贴额度占比的最优数值 θ^* 的取值及其随4个外生变量参数变动的情况,结果呈现于图1~图4。其中,纵轴是组合补贴情景下与无补贴时最优污染物排放水平的差值 $e^*_3 - e^*_0$;横轴是绿色补贴额度的占比 θ 。各图中,参数下标为0的实线条均为其取基准数值时的模拟结果(基准线),其与纵轴零线的交点是基准情形下的绿色补贴最优占比 θ_0^* ;参数下标为1的点线条为该参数下调20%后绿色补贴占比的动态变化路径;参数下标为2的虚线条为基准值上浮20%后绿色补贴占比的变动过程。

如图1所示,基准情景下,即消费者绿色偏好为 γ_0 时,绿色补贴占比的最优值为 θ_0^* ;保持其他参数不变,随着 γ_0 下调20%至 γ_1 时,绿色补贴的最优占比上升至 θ_1^* ;相反地,当 γ_0 上浮20%至 γ_2 时,其最优值变为 θ_2^* 。这表明绿色补贴占比的临界值 θ^* 与消费者绿色偏好 γ 呈负相关,并据此可推断出,若 $\gamma \rightarrow 0$,则有 $\theta^* \rightarrow 1$ 。换言之,当消费者绿色偏好程度极低时,需要进一步提高绿色补贴的占比才可使组合补贴发挥良好的减排效果。其可能的原因是消费者对绿色农产品偏好程度较低时,农业生产者为了获得最大利润,通常会忽视绿色农产品的生产,进而导致绿色生产要素投入不足,此时需要提高绿色补贴份额来激励其生产方式绿色化,这与命题4的分析一致。当 $\gamma \rightarrow \infty$ 时, $\theta^* \rightarrow 0$,即若消费者绿色偏好无限增大时,生产者为了获取最大利润,其会自发采取绿色生产方式、主动使用绿色投入品,

表2 数值模拟所使用的基准参数

变量	描述	取值	参考来源
γ	消费者绿色偏好	2.04	刘名武等 ^[41]
α	农产品绿色度	0.5	其取值范围的中间值
T	消费者环保意识	10	Zhang等 ^[39]
S	补贴总额/亿元	15092	OECD数据库

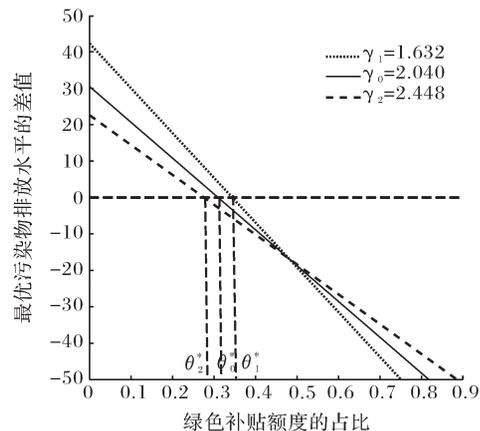


图1 消费者绿色偏好 γ 变动条件下绿色补贴合理占比的调整路径

① 由于前文已从理论上作出分析:最优状态下,无论绿色补贴占比有多大,组合补贴均能发挥良好的减排作用,因此数值模拟仅针对次优情景。

因而较低的绿色补贴力度亦可发挥良好的减排作用,这与命题3保持一致。事实上,不同消费者的绿色偏好具有较强异质性,若要获知其所有信息,补贴政策制定者通常需花费大量监测成本。因此,为避免政策成本高于补贴所带来的收益,可在实施初期适当提高绿色补贴额度的占比,同时引导消费者绿色消费。

图2显示,农产品绿色度 α_0 下调20%至 α_1 时,绿色补贴合理占比由基准的 θ_0^* 向右移动至 θ_1^* ;反之,当 α_0 上浮20%至 α_2 时, θ_0^* 向左移动至 θ_2^* 。这说明绿色补贴合理占比 θ^* 与农产品绿色度 α 呈正相关。 α 越小,意味着每单位农产品在生产过程中排放的污染物就越少,农产品的绿色度也就越高,因此应该加大对此类农产品的绿色补贴力度。这与2018年我国农业农村部、财政部决定实施绿色循环优质高效特色农业促进项目的实际相符,该项目通过以奖代补的方式对高绿色度的农业生产项目予以补助,补贴资金集中用于促进绿色循环、优质高效的特色农业发展的关键环节。

从图3可以看出,消费者环保意识 T_0 下调至 T_1 和上浮至 T_2 时,对应的绿色补贴的合理占比分别为 θ_1^* 、 θ_2^* 。该模拟结果表明,消费者的环保意识对绿色补贴最优占比 θ^* 具有负向影响,但是其影响程度甚微。由于消费者环保意识较低时,其更能容忍每单位农产品生产过程中所造成的污染物排放(表现为较大的 T 值),那么农产品生产者会根据消费者这一环保认知,在追求最大利润的过程中采取非清洁的要素投入和生产方式,因此该情景下绿色补贴的占比不宜过高,否则将出现绿色补贴激励非清洁生产的现象,导致政策失灵问题的产生。

图4模拟结果显示,农业补贴规模扩大20%时,绿色补贴占比 θ_0^* 向左移动到 θ_2^* 的位置;反之,则右移为 θ_1^* 。说明随着农业补贴规模的增大,绿色补贴合理占比却降低。可能的原因是绿色补贴发挥其减排作用存在着一定的临界,且该临界稳定在某一值附近,因而当补贴总规模增大时,其在补贴总额中的比例也会随之下降。有学者指出中国近年来虽然对农业的绿色支持力度增加,但是增长速度明显低于总支持增速,使绿色农业支持在农业支持中占比较小^[43]。

上述数值模拟表明,组合补贴在实现农业增产和生态环境保护双重目标条件下绿色补贴占比的最优数值约为30%;通过外生参数上调或者下浮20%以后,该数值未发生大幅度的改变,且数值变动方向与理论分析保持一致,说明模拟结果具有一定的稳健性。事实上,30%~40%的绿色补贴占比区间的模拟结果也契合当前我国农业绿色发展的实际。根据OECD数据资料,2016年欧盟绿色支持为478.39亿美元,而中国为113.93亿美元,相差364.46亿美元,仅为欧盟水平的23.82%;从占总支持水平比重来看,欧盟40%以上的农业支持均与绿色农业挂钩,而中国该比重低于5%^[44]。相较而言,欧盟委员会在其提出的绿色协议中声称2021—2027年欧洲共同农业政策预算的至少40%将用于气

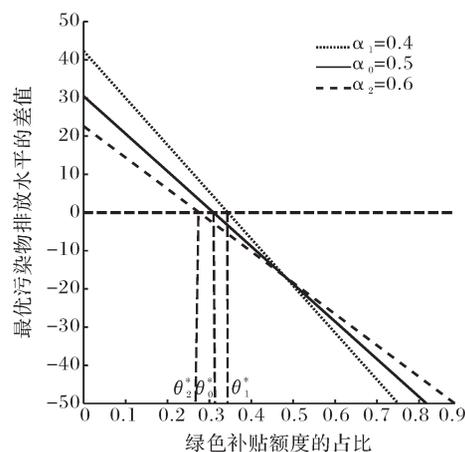


图2 农产品绿色度 α 变动条件下绿色补贴合理占比的调整路径

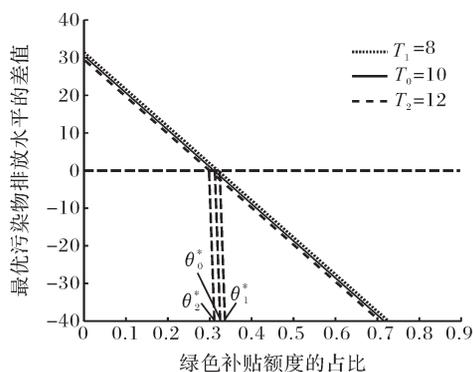


图3 消费者环保意识 T 变动条件下绿色补贴合理占比的调整路径

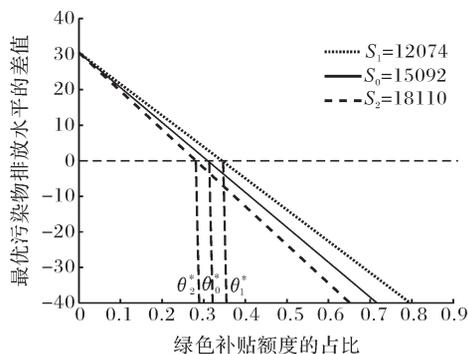


图4 农业补贴规模 S 变动条件下绿色补贴合理占比的调整路径

候行动^[45]。由此可见,我国农业补贴绿色支持力度仍低于欧盟等发达经济体的水平,适度提高绿色补贴在补贴总额中的比重不仅符合理论分析,而且也是推动我国农业绿色转型的现实需要。

(2)不同绿色补贴占比对绿色补贴效率的影响。为探讨绿色补贴占比对绿色补贴效率的影响及其对外生参数变动的反应,根据公式(11)进行了数值模拟,结果呈现在图5中。图5由(a)~(d)四个子图组成,各子图中纵轴均为绿色补贴效率指数 EF ,其数值越小,表明绿色补贴效率越高;横轴均为绿色补贴占比 θ 。各图中,参数下标为0的实线条均为基准结果;下标为1的点线条是外生参数下调20%后绿色补贴效率的调整路径;下标为2的虚线条则为上浮20%后的变动情况。

图5四个子图的基准情景,即 $\gamma_0=2.04$ 、 $\alpha_0=0.5$ 、 $T_0=10$ 、 $S_0=15092$ 的模拟结果均显示,随着 θ 的增加, EF 值逐渐减小,存在一个临界值 θ_1 ,使得 EF 曲线在区间 $\theta < \theta_1$ 更为陡峭,而在区间 $\theta > \theta_1$ 却更为平缓。这表明绿色补贴效率与绿色补贴占比呈正相关,当补贴占比未达到第一个临界值 θ_1 时,补贴效率的变化速度加快;然而,在补贴占比超过临界值之后,效率值的变化开始逐渐平缓,其数值也趋近于 EF^* 。这是因为当绿色生产要素投入不足时,前期加大绿色补贴力度,每单位补贴能够产生可观的环境效益,导致绿色补贴效率快速提升。然而,后期由于每单位补贴的边际减排作用递减,当绿色补贴占比越过临界水平时,其减排能力大不如前,因此补贴效率的提升速度也逐渐放缓直至趋于稳定。此外, θ_1 的数值大致与前文绿色补贴合理占比相吻合。这表明使得补贴工具间协调的补贴资金配置结构同样是有效率的。

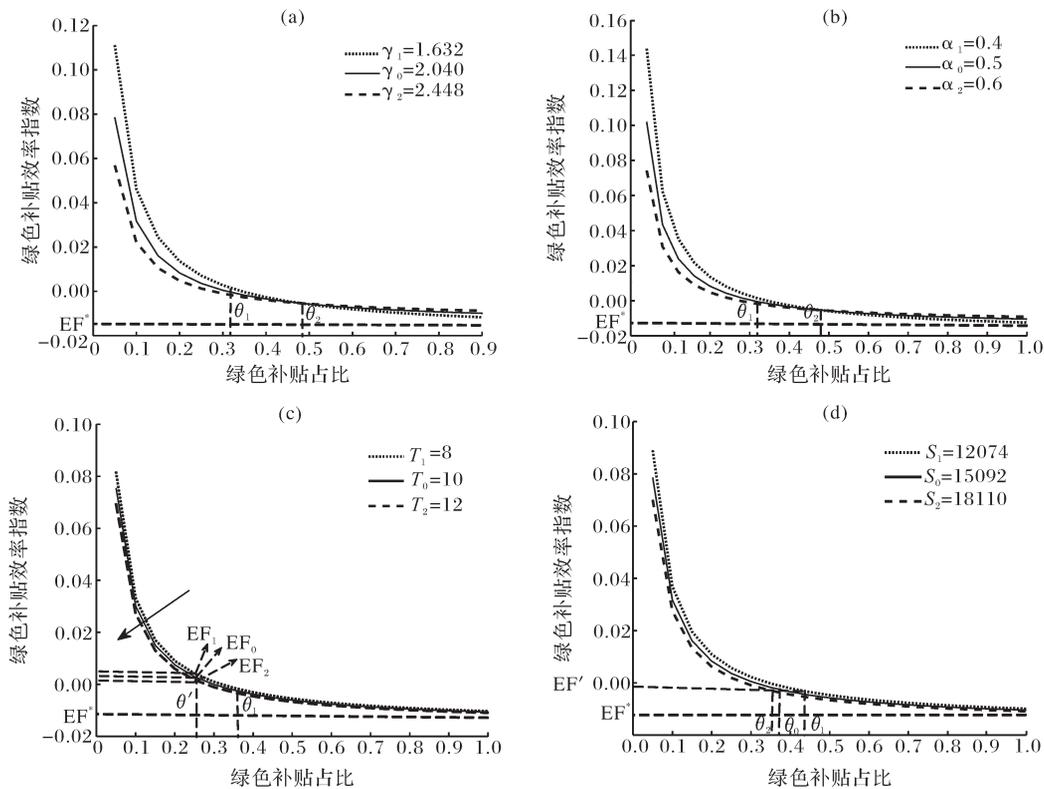


图5 不同绿色补贴占比对绿色补贴效率的影响及其动态调整路径

从图5(a)可看出,消费者绿色偏好 γ_0 上浮20%的条件下,存在第二个临界值 θ_2 ,当满足 $\theta < \theta_2$ 时, EF 值始终小于基准情景;若 $\theta > \theta_2$, EF 值则大于基准情景。相反地, γ_0 下调20%时,在区间 $\theta < \theta_2$ 内, EF 曲线在基准线之上;而在区间 $\theta > \theta_2$, EF 曲线在基准线之下。这表明当消费者绿色偏好程度比较高时,将绿色补贴占比控制在第二个临界值水平 θ_2 之下,能够维持高水平的补贴效率;否则,绿色补贴占比的持续提高无益于其效率的改善;然而,在消费者绿色偏好比较低的情况下,将绿色补贴占比提高至水平 θ_2 之上,补贴效率尚有改善的余地。可能的原因在于,绿色消费需求充足的情况下,市场机制的内在作用能够激励农产品生产者主动从事绿色生产,此时无需过多的政府补贴就能

产生同等水平的环境效益,否则将导致补贴资金过剩、补贴效率低下。

图5(b)显示的是农产品绿色度 α_0 分别上浮和下调20%时,绿色补贴效率曲线的变动情况。当 α_0 变为 α_2 时,若 $\theta < \theta_2$,绿色补贴效率值 EF 高于基准情景;若 $\theta > \theta_2$, EF 值则低于基准水平。相反地,农产品绿色度变为 α_1 时,在区间 $\theta < \theta_2$ 内, EF 值在基准情形之上;而 $\theta > \theta_2$ 时, EF 值位于基准情形之下。这说明针对绿色度比较低的农产品,应控制其绿色补贴力度在第二个临界值 θ_2 之下,而对于绿色度较高的农产品适当提高绿色补贴占比,这对绿色补贴效率的改善具有正向效应。这是因为能够提供绿色优质农产品的主体,其对市场反应灵敏,对绿色投入品和绿色生产方式的采用能力较强,具有从事绿色化生产的比较优势,若绿色补贴资金向这类生产主体倾斜,更能够激发其从事绿色生产的潜力,进而通过采纳绿色技术,缓解传统农业生产方式对生态环境的破坏,增加绿色农产品的供给,实现绿色补贴资金的精准、有效配置。

图5(c)展示了参数消费者环保意识 T_0 分别上浮和下调20%时,绿色补贴效率曲线的变动情况。可以发现,给定任意一个 θ' , T_2 所对应的 EF_2 值低于基准 EF_0 ;而 T_1 对应的 EF_1 值高于 EF_0 。原因在于,较高的环保意识使得消费者对农产品生产过程中造成的污染物排放容忍水平较低,生产者为了使顾客增加其产品的认可度,会在已获得绿色补贴的基础上主动提高其减排能力,使得单位绿色补贴能够降低更多的农业污染排放,因此该外生因素引起了补贴效率曲线向左下方移动。

图5(d)为农业补贴规模 S_0 分别扩大和缩减20%后的模拟结果,该图显示在固定的补贴效率 EF' 下,补贴规模扩大至 S_2 时所对应的绿色补贴占比 θ'_2 小于基准情景下的 θ'_1 ;而补贴规模缩减到 S_1 时所对应的绿色补贴占比 θ'_3 大于 θ'_1 。这说明要实现既定的减排目标,达成预设的补贴效率,不能单纯依靠补贴总规模的变动,还应根据不同规模适时调整绿色补贴的占比。

上述数值模拟分析表明,绿色补贴效率与绿色补贴占比呈正相关,但是当绿色补贴占比越过第一个临界值时,绿色补贴效率的上升速度逐渐减缓,并趋于某一稳定水平。结合消费者绿色偏好、农产品绿色度、环保意识和农业补贴规模等外生因素,围绕绿色补贴占比第二个临界值适当调整补贴占比可确保高水平的绿色补贴效率;两个临界值所构成的区间与实现农业增产和生态环境保护双重目标条件下绿色补贴占比的最佳取值范围基本保持一致,说明30%~40%的绿色补贴资金配置结构不仅能够协调粮食安全和环境保护两个目标,而且还能保证补贴效率的有效发挥。正如前文数据资料显示,当前我国与绿色生产挂钩的农业支持尚不足总支持水平的5%,恰好位于所模拟的第一个临界值30%之前,这意味着当前我国还处于绿色补贴效率的快速增长阶段,提高绿色补贴力度还能够释放出高效的减排潜力。

四、研究结论与政策建议

国家《“十四五”全国农业绿色发展规划》指出农业绿色发展激励机制尚未健全,中国农业补贴绿色生态化改革的背后蕴藏着不同目标导向的补贴工具的协调性和有效性问题。本文构建了一个包含消费者效用函数和农产品生产者利润实现模型的分析框架,从理论上探讨粮食安全和农业生态环境保护双重目标约束下,两种补贴共存时绿色补贴资金的合理占比,并得出四个理论命题;最后,通过数值模拟分析了消费者绿色偏好、环保意识、农产品绿色度和补贴规模等外生参数作用下不同绿色补贴占比对其效率的影响。

理论命题表明:(1)以“农业增产”为目标导向的纯产量补贴措施在促进农产品产量提高的同时,会导致农业污染排放的增加;(2)纯绿色补贴从理论上能够达到“增产减排”的理想效果;(3)组合补贴情形下,当消费者对绿色农产品高度偏好时,来自于消费端的反馈作用会促使农业生产主体其自发地进行绿色生产方式调整,无论绿色补贴资金的占比有多大,组合补贴均能发挥良好的生产、生态效应;(4)两种补贴共存情景下,若消费者对绿色农产品偏好程度较低时,农业生产者为了获得最大利润,通常选择“重产量、轻质量,无视绿色生产”的决策,为此将绿色补贴份额提高至临界值以上,组

合补贴至少能够在不造成环境退化的同时,促进农产品产量的增加。

数值模拟分析结果显示:(1)组合补贴要发挥“增产、减排”的双重效果,绿色补贴资金的占比应在30%~40%之间;(2)绿色补贴占比在该区间内的取值随消费者绿色偏好、农业补贴规模的增加而减小,随农产品绿色度、消费者环保意识的提升而增加;(3)绿色补贴效率随着绿色补贴占比的增加而提高,但是当该占比接近临界水平30%附近时,补贴效率的增长速度开始放缓,效率值逐渐稳定于某一水平;(4)当消费者绿色偏好较高或农产品绿色度较低时,将绿色补贴占比控制在临界水平40%以下,能进一步改善绿色补贴效率。

据此,本文得出如下政策启示:(1)产量补贴和绿色补贴并存的农业补贴绿色化改革的背景下,针对当前我国绿色补贴资金占农业总支持水平的比重不足、绿色补贴效率尚有迅速提高的空间等问题,应进一步增强绿色补贴力度。(2)考虑到我国各地区经济发展水平、居民环保意识的差异,消费者绿色偏好水平具有较强异质性,建议绿色补贴的支持应因地制宜。一方面对于消费者环保意识较强,绿色偏好水平较高的地区,适当依靠市场机制辅之以少量的绿色补贴资金以促进农业生产者持续采用绿色生产方式;另一方面,对于消费者绿色偏好不高或是政府难以获取绿色偏好信息的区域,需要加强消费者环保意识的培养、引导其绿色消费的同时,加大绿色补贴资金的支持水平。(3)绿色补贴资金尽量倾向于能够提供绿色优质农产品的经营主体、生产基地和绿色发展项目,充分释放其从事绿色生产的比较优势,切实提高补贴资金的利用效率。

参 考 文 献

- [1] DANIEL K, KILKENNY M. Agricultural subsidies and rural development[J]. *Journal of agricultural economics*, 2009, 60(3): 504-529.
- [2] HRISTOV J, CLOUGH Y, SAHLIN U, et al. Impacts of the EU's common agricultural policy "greening" reform on agricultural development, biodiversity, and ecosystem services[J]. *Applied economic perspectives and policy*, 2020, 42(4): 716-738.
- [3] 汤敏. 中国农业补贴政策调整优化问题研究[J]. *农业经济问题*, 2017, 38(12): 17-21.
- [4] 李守伟, 李光超, 李备友. 农业污染背景下农业补贴政策的作用机理与效应分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(2): 97-105.
- [5] GUYOMARD H, LE MOUËL C, GOHIN A. Impacts of alternative agricultural income support schemes on multiple policy goals[J]. *European review of agricultural economics*, 2004, 31(2): 125-148.
- [6] 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.
- [7] 赵璨, 王竹泉, 杨德明, 等. 企业迎合行为与政府补贴绩效研究——基于企业不同盈利状况的分析[J]. *中国工业经济*, 2015(7): 130-145.
- [8] TINBERGEN J. *Economic policy: principles and design*[M]. Amsterdam: North-Holland, 1956.
- [9] KRASS D, NEDOREZOV T, OVCHINNIKOV A. Environmental taxes and the choice of green technology[J]. *Production and operations management*, 2013, 22(5): 1035-1055.
- [10] SCHADER C, LAMPKIN N, MULLER A, et al. The role of multi-target policy instruments in agri-environmental policy mixes[J]. *Journal of environmental management*, 2014, 145: 180-190.
- [11] WEINBERG M, KLING C L. Uncoordinated agricultural and environmental policy making: an application to irrigated agriculture in the west[J]. *American journal of agricultural economics*, 1996, 78(1): 65-78.
- [12] JUST R E, ANTLE J M. Interactions between agricultural and environmental policies: a conceptual framework[J]. *American economic review*, 1990, 80(2): 197-202.
- [13] FENG H. Green payments and dual policy goals[J]. *Journal of environmental economics and management*, 2007, 54(3): 323-335.
- [14] ZHANG D, JIA Q, XU X, et al. Assessing the coordination of ecological and agricultural goals during ecological restoration efforts: a case study of wuqi county, northwest china[J]. *Land use policy*, 2019, 82: 550-562.
- [15] HRUBOVCAK J, LEBLANC M, MIRANOWSKI J. Limitations in evaluating environmental and agricultural policy coordination benefits[J]. *American economic review*, 1990, 80(2): 208-212.
- [16] GÓMEZ-LIMÓN J A, ARRIAZA M, BERBEL J. Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU[J]. *Journal of agricultural economics*, 2002, 53(2): 259-281.
- [17] 许庆, 陆钰凤, 张恒春. 农业支持保护补贴促进规模农户种粮了吗——基于全国农村固定观察点调查数据的分析[J]. *中国农村经济*, 2020(4): 15-33.

- [18] 黄季焜,王晓兵,智华勇,等.粮食直补和农资综合补贴对农业生产的影响[J].农业技术经济,2011(1):4-12.
- [19] 钟甫宁,顾和军,纪月清.农民角色分化与农业补贴政策的收入分配效应——江苏省农业税减免、粮食直补收入分配效应的实证研究[J].管理世界,2008(5):65-70,76.
- [20] LIN W, HUANG J. Impacts of agricultural incentive policies on land rental prices: new evidence from China[J]. Food policy, 2021, 104: 102125.
- [21] 龚斌磊,王硕.财政支出对我国农业增长的多途径影响[J].农业经济问题,2021(1):54-68.
- [22] 周振,张琛,彭超,等.农业机械化与农民收入:来自农机具购置补贴政策的证据[J].中国农村经济,2016(2):68-82.
- [23] LINDSTRÖM H, LUNDBERG S, MARKLUND P. How green public procurement can drive conversion of farmland: an empirical analysis of an organic food policy[J]. Ecological economics, 2020, 172: 106622.
- [24] 吕炜,张晓颖,王伟同.农机具购置补贴、农业生产效率与农村劳动力转移[J].中国农村经济,2015(8):22-32.
- [25] 田晓晖,李薇,李戎.农业机械化的环境效应——来自农机购置补贴政策的证据[J].中国农村经济,2021(9):95-109.
- [26] 李江一.农业补贴政策效应评估:激励效应与财富效应[J].中国农村经济,2016(12):17-32.
- [27] 吴银毫,苗长虹.我国农业支持政策的环境效应研究:理论与实证[J].现代经济探讨,2017(09):101-107.
- [28] 左喆瑜,付志虎.绿色农业补贴政策的环境效应和经济效益——基于世行贷款农业面源污染治理项目的断点回归设计[J].中国农村经济,2021(2):106-121.
- [29] 涂正革,甘天琦,王昆.基于绿色发展视角的农业补贴政策效率损失的探究[J].华中师范大学学报(人文社会科学版),2019,58(2):39-49.
- [30] WILTS H, O'BRIEN M. A policy mix for resource efficiency in the EU: key instruments, challenges and research needs[J]. Ecological economics, 2019, 155: 59-69.
- [31] 李尚鹭,龚六堂.非一致性偏好、内生偏好结构与经济结构变迁[J].经济研究,2012,47(7):35-47.
- [32] KAZAZ B. Production planning under yield and demand uncertainty with yield-dependent cost and price[J]. Manufacturing & service operations management, 2004, 6(3): 209-224.
- [33] AN J, CHO S H, TANG C S. Aggregating smallholder farmers in emerging economies[J]. Production and operations management, 2015, 24(9): 1414-1429.
- [34] NIE P. A monopoly with pollution emissions[J]. Journal of environmental planning and management, 2012, 55(6): 705-711.
- [35] DUCOS G, DUPRAZ P, BONNIEUX F. Agri-environment contract adoption under fixed and variable compliance costs[J]. Journal of environmental planning and management, 2009, 52(5): 669-687.
- [36] AGBO M, ROUSSELIÈRE D, SALANIÉ J. Agricultural marketing cooperatives with direct selling: a cooperative - non-cooperative game[J]. Journal of economic behavior & organization, 2015, 109: 56-71.
- [37] GUDA H, DAWANDE M, JANAKIRAMAN G, et al. An economic analysis of agricultural support prices in developing economies[J]. Production and operations management, 2021, 30(9): 3036-3053.
- [38] ALIZAMIR S, IRAVANI F, MAMANI H. An analysis of price vs. revenue protection: government subsidies in the agriculture industry[J]. Management science, 2019, 65(1): 32-49.
- [39] ZHANG R, MA W, LIU J. Impact of government subsidy on agricultural production and pollution: a game-theoretic approach[J]. Journal of cleaner production, 2021, 285: 124806.
- [40] 安同良,千慧雄.中国企业R&D补贴策略:补贴阈限、最优规模与模式选择[J].经济研究,2021(4):122-137.
- [41] 刘名武,刘亚琼,付巧灵.关税、权力结构与消费者偏好下的绿色供应链决策研究[J].中国管理科学,2022,30(3):131-141.
- [42] FAN T, FENG Q, LI Y, et al. Output-oriented agricultural subsidy design[J/OL]. Management science, 2023: 1-17. [2023-03-10]. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2023.4749>.
- [43] 崔海霞,向华,宗义湘.潜在环境影响视角的美国、欧盟农业支持政策演进分析——基于OECD农业政策评估系统[J].农业经济问题,2019(12):129-142.
- [44] 崔海霞,宗义湘,赵帮宏.欧盟农业绿色发展支持政策体系演进分析——基于OECD农业政策评估系统[J].农业经济问题,2018(5):130-142.
- [45] 魏后凯,崔凯.农业强国的内涵特征、建设基础与推进策略[J].改革,2022(12):1-11.

Research on the Allocation and Dynamic Optimization Path of Agricultural Green Subsidies with Dual Objectives of both Increasing Production and Reducing Emissions in China

FAN Dongshou, YANG Fuxia, LI Gucheng

Abstract Agricultural subsidy policies provide strong support for enhancing grain production capacity, sustainable agricultural development and building a strong agricultural country. At present, China's green and ecology-oriented agricultural subsidy policy system is characterized by the coexistence of "yield subsidies" and "green subsidies", and under the constraints of the dual goals of food security and agricultural emission reduction, there is still a lack of a systematic theory to address the coordination of the two goal-oriented subsidy measures and the effectiveness of green subsidy tools. From the perspective of structural allocation of subsidy funds, this paper constructs a producer profit realization model considering consumers' green preferences in the scenario of the coexistence of two types of subsidies, and theoretically explores the reasonable proportion of green subsidies and their impact on the efficiency of subsidy funds with the dual objectives of increasing agricultural product supply and reducing pollutant emissions. The study also simulates and analyzes the dynamic adjustment paths of green subsidies in response to changes in exogenous parameters such as consumer preferences, greenness of agricultural products, environmental awareness and subsidy scale. It is found that the reasonable proportion of green subsidy funds in agricultural subsidies should range from 30% to 40% if the dual objectives of food production increase and agricultural emission reduction were to be achieved. The results of the dynamic adjustment analysis of exogenous parameters show that this proportion decreases with the increase in consumers' green preference and the expansion of the subsidy scale, but increases with the upgrading of the greenness of agricultural products and the improvement of consumers' environmental awareness. In addition, a comparative analysis of the efficiency of green subsidies under different proportion scenarios shows that the efficiency of green subsidies is optimal and relatively stable when the proportion of green subsidies is within the above range. Therefore, the structure of agricultural subsidies should be reasonably configured and dynamically adjusted according to the level of consumers' green preferences or the degree of greening of agricultural products, so as to give full play to the driving role of subsidy policies in guiding the greening transformation of agriculture.

Key words agricultural green subsidy policy; structure of subsidy funds; subsidy efficiency; consumer green preference; greenness of agricultural products

(责任编辑:余婷婷)