

农业低碳技术应用行为影响因素研究

——基于江西规模农户的实证¹

张小有¹, 刘红¹, 黄冰冰²

(1. 江西农业大学 经济管理学院, 江西 南昌 330045; 2. 首都经济贸易大学 会计学院, 北京 100070)

【摘要】: 依托江西省规模农户农业低碳技术应用微观调研数据, 将农业低碳技术分解为化肥、农药、柴油、农膜四个维度, 以农业主要碳排放源所占比重为权数, 构建农业低碳技术应用指数, 作为因变量; 选取规模农户家庭特征、生产特征、互联网特征以及政策特征相关变量作为自变量。回归结果表明: 年龄越小, 受教育程度越高, 种植规模越大, 接入互联网的规模农户具有较高的农业低碳技术应用水平; 政府农技人员的推广培训对农业低碳技术应用水平的提升也具有重要作用。从关键驱动变量出发, 提出政策建议。

【关键词】: 农业低碳技术; 应用; 驱动; 江西省

【中图分类号】: F062.2 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1671-4407 (2018) 08-025-06

1、引言

当前, 全球气候逐渐变暖。2017年4月4日, 哥伦比亚南部城市莫科阿遭遇洪水并引发泥石流, 造成至少254人死亡, 有学者指出, 全球气候变暖是其发生的重要原因之一。面对严峻的形势, 应对气候变化, 延缓并阻止全球气候变暖逐渐成为一项世界性议题。人类历史上三次应对气候变化的法律性文件分别为1992年的《联合国气候变化框架公约》、1997年的《京都议定书》和2015年的《巴黎气候变化协定》。我国作为最大的发展中国家, 一直积极参与相关协定并主动承担减少碳排放的责任。

在应对气候变化、减少碳排放、实现低碳发展的大背景下, 农业作为现代社会的第二大碳排放源受到了越来越多的关注。在农业供给侧结构性改革的发展框架下, 我国处于传统农业向现代农业转化的关键历史时期。传统农业技术含量低, 产量低下, 难以适应现代社会对农业生产的要求, 但是化肥、农药和机械等要素投入少, 对环境的影响很小。在传统农业向现代农业的转型过程中, 出现了一些危害环境的高碳农业(如化学农业等), 不仅造成了污染环境, 还带来大量的碳排放。因此, 要推动现代农业的低碳化, 发展既利用了先进技术, 又减少了碳排放量、增加收益的低碳农业是实现节能减排目标、建设生态文明、促进经济提质增效升级的必由之路。支持农业进行低碳技术应用、提升农业新技术应用的能力也是我国全面建设创新型国家、实现农业现代化的必然要求。事实证明, 高碳农业已难以实现国家对农业可持续发展的战略要求, 农业推行低碳技术才能迎来新的发展机遇。学术界对农业低碳技术的研究主要集中于三个方面:

¹**【基金项目】**: 国家自然科学基金项目“农业低碳技术应用激励机制与支持政策研究——基于江西规模农户的实证”(71563018); 江西农业大学经管学院研究生创新专项基金项目“农业低碳技术应用行为影响因素及激励政策分析——以江西为例”(JG2017009)

【第一作者简介】: 张小有(1970-), 男, 江西赣州人, 博士, 副教授, 研究方向为环境会计。E-mail: 403884366@qq.com

(1) 农业碳排放量的测算。以宏观数据为依据,通过测算农业生产过程中的主要碳排放源,并进行结构、强度等分析,以此引出推广农业低碳技术发展的必要性与迫切性,并为农业低碳技术的划分与界定提供基础性支持^[1-4]。

(2) 农业低碳技术的概念界定与维度划分。由于农业低碳技术具有复杂性和系统性,在划分和界定上存在分歧。因此,作为基础理论性研究成为重要研究方向之一。学者对于农业低碳技术的概念界定和维度划分大都基于化肥、农药等重要碳排放源^[5-11]。

(3) 农业低碳技术的影响因素研究。农业低碳技术的应用受到诸多因素的影响,包括家庭特征、农户特征、生产特征等因素。农业低碳技术具有多样性,并且应用程度很难度量,社会科学类文献对农业低碳技术的驱动因素研究存在四种范式:一是从理论上分析农业低碳技术应用的影响因素,例如采用经济学理论深入探讨可持续农业技术的影响因素^[12-14]。二是将农业低碳技术(或者是类似于农业低碳技术的环境友好型技术)作为简单的名义变量处理,以0/1来表不用或者不用,米用二兀Logistics模型进行研究^[15-20]。三是以一种农业低碳技术为例(譬如测土配方施肥技术、节能节水技术以及“两型”农业技术等),分析该技术的驱动因素,具体的技术变量选取也采用名义变量来处理^[21-25]。四是以农业低碳技术的应用数量作为应用程度的替代变量,分析低碳农业技术的驱动因素^[9]。

国内外对于农业低碳技术的研究,一方面在碳源测定和概念研究上,另一方面在研究农业低碳技术的驱动因素。研究农业低碳技术的驱动因素是将农业低碳技术作为名义变量,或取一项具体的农业低碳技术进行驱动因素探讨,对农业低碳技术的系统性与多样性缺乏代表性。以农业生产过程中主要碳排放源为权数,界定微观主体农业低碳技术的应用水平,构建农业低碳技术应用指数。

2、指标构建

为了提高农业低碳技术指标的科学性,需要对农业生产过程中的主要碳排放源进行清晰的界定。学术界对农业主要碳排放源的研究较多,普遍认为种植业中主要的碳排放源为化肥、农药等。主要测算结果见表1。

表1 农业碳源测算结果汇总

文献来源	李波等[1]		谢淑娟[2]		张小有等[4]	
调查年份/区域	2008年/全国		2009年/广东省		2013年/江西省	
碳源指标	碳排放量	比重	碳排放量	比重	碳排放量	比重
化肥	4692.04	59.82%	208.82	60.15%	126.82	58.57%
农药	824.98	10.52%	51.18	14.74%	49.29	22.76%
农膜	1039.63	13.26%	21.03	6.06%	15.18	7.01%
农用柴油	1117.83	14.25%	60.91	17.55%	25.24	11.66%
灌溉	119.75	1.53%	3.83	1.10%	—	—
翻耕	48.85	0.62%	1.40	0.40%	—	—
小计	7843.08	100%	347.16	100%	216.53	100%

数据来源:根据相关文献整理所得。

从表1可以看出,农业(种植业)碳排放源主要以化肥、农药、农膜以及农用柴油为主。不同学者测算了全国、广东省以及江西省不同时点的碳源比重状况,总体看来比重大体相当。研究江西省农业低碳技术驱动因素,最接近的一组数据为张小有

等^[4]在 2016 年的研究, 提供了江西省 2013 年主要碳排放源数据。农业主要碳源确定之后, 需要进一步确定各项碳源对应的农业低碳技术。

基于农业低碳技术的理论研究, 涉及主要碳源的农业低碳技术有: 施肥技术, 病虫害防治技术^[5, 26]; 测土配方施肥技术, 合理用药技术^[7, 27]; 肥料施用控制技术、农药控制技术^[8, 28]; 降低化学氮肥施用, 有机肥与化肥混施, 测土配方施肥, 施用控释肥/长效肥, 氮肥深施^[9, 29-30]; 新肥料技术^[10, 31]。根据课题调研情况, 结合文献总结, 对化肥、农药、农膜与农用柴油应用划分见表 2。

表 2 农业低碳技术划分

项目	比重	明细	量化方法
化肥	58.57%	肥料类型	磷酸铵类肥料/有机肥/控释肥=1; 其他肥料=0
		施肥方式	深施肥/浇灌施肥=1; 撒明肥=0
		测土配方施肥	使用=1; 不使用=0
农药	22.76%	农药类型	生物农药=1; 传统农药=0
		农药控制技术	使用=1; 不使用=0
农膜	7.01%	可降解农膜	可降解农膜=1; 不可降解农膜=0
农用柴油	11.66%	每亩农用柴油	低于平均值=1; 高于平均值=0

注: 1 亩=1/15 公顷。

农业低碳技术的维度划分是量化的基础。化肥作为主要碳源, 细分为肥料类型、施肥方式与测土配方施肥三项技术; 农药细分为农药类型与是否采用新型农药控制释放技术。在农业(种植业)主要碳排放源维度划分与量化的基础上, 以每项农业低碳技术应用的平均值来反映农业低碳技术的应用水平:

$$A_i = \frac{\sum C_{ij}}{3} \times 58.57\% + \frac{\sum C_{ik}}{2} \times 22.76\% + C_{im} \times 7.01\% + C_{in} \times 11.66\% \quad (1)$$

式中: A_i 代表第 i 户规模农户农业低碳技术应用指数; C_{ij} 代表第 i 户规模农户化肥对应低碳技术应用状况; C_{ik} 代表第 i 户规模农户农药对应低碳技术应用状况; C_{im} 代表第 i 户规模农户农膜对应低碳技术应用状况; C_{in} 代表第 i 户规模农户农用柴油对应低碳技术应用状况。

3、研究假设

作为理性经济人, 推动规模农户采用农业低碳技术的主要因素是追求经济利益最大化。农业低碳技术相对于传统技术在使用过程中产生更高的收益, 是其获得推广的根本动力。在农业低碳技术相对于传统技术具有比较优势的前提下, 研究农业低碳技术的影响因素, 对于推动低碳农业具有重要意义。

较多学者对农户采用新型技术的影响因素进行过研究, 主要的研究视角有特征视角, 即家庭特征、生产特征、农户特征、认知特征以及环境特征等^[13, 22, 32-33]; 对象视角, 如自身因素、经济效益因素、政策因素、技术因素等^[34]; 资源视角, 如人力资本资源、社会经济资源、自然资源、劳动力资源以及信息资源等^[19]。鉴于已有研究视角以及问卷数据的可获取性, 考虑采用较为主流的特征视角。同时, 互联网在农村的大量普及可能对农业低碳技术的应用具有较大的推动作用, 因此, 增加互联网特征作为影响规模农户农业低碳技术应用的假设维度。主要包括规模农户的家庭特征、生产特征、互联网特征以及政策特征。具体的

变量定义和研究假设如表 3 所示。

表 3 自变量定义与基本假设

变量类型	变量名称	代码	计算方法	预期方向
家庭特征	家庭人口	x ₁	家庭人口	+/-
	年龄	x ₂	户主年龄	-
	受教育程度	x ₃	小学及以下=1；初中=2； 高中=3；大学及以上=4	+
	党员干部	x ₄	是=1；不是=0	+
生产特征	种植规模	x ₅	种植面积/亩	+
	地形	x ₆	盆地=1；平原=2；丘陵=3； 山地=4	+/-
	土壤肥力	x ₇	十分贫瘠=1；比较贫瘠=2；一般=3； 比较肥沃=4；肥沃=5	-
	传统产粮区	x ₈	是=1，否=0	-
互联网特征	联网状况	x ₉	接入互联网=1；未接入互联网=0	+
	联网销售意愿	x ₁₀	有=1；无=0	+
政策特征	支持政策	x ₁₁	很小=1；较小=2；一般=3； 较大=4；很大=5	+
	推广培训	x ₁₂	有=1；无=0	+

表 3 反映了主要变量的定义与对农业低碳技术影响的预期方向假设。围绕家庭特征、生产特征、互联网特征与政策特征选取了 10 个明细变量。规模农户的家庭特征较为复杂，可能会对农业低碳技术的应用影响方向不一。由于家庭人口的增加，规模农户可能会更加注重增加产量，减少农业低碳技术的应用；较大年龄的户主可能更为保守，在新技术的应用上较为滞后；较高教育程度和党员干部可能会较早展开农业低碳技术的推广应用。规模农户的生产特征包括种植面积、地形、土壤肥力与产粮区，对农业低碳技术的应用可能具有不同影响。较大种植面积的规模农户具有较强的实力，可能应用更多农业低碳技术；土壤肥力较高的地区化肥用量可能较少，传统产粮区在接受新技术上比较滞后，农业低碳技术应用可能较少。规模农户的互联网特征包括是否接入了互联网以及是否有意愿通过互联网销售农产品，应用互联网可能会使规模农户在环保意识等方面得到加强，提高农业低碳技术的应用水平。政策特征包括当地政府是否有鼓励农业低碳技术（或者某一项）发展的优惠政策，同时，是否具有农业低碳技术的推广活动，预期会对农业低碳技术应用水平产生正向影响。

4、实证分析

4.1 描述性统计分析

课题组选取江西省规模农户集中地区（赣州、抚州、九江等地）规模以上农户（种植面积在 100 亩及以上），于 2016 年 7-8 月实地入户调研，获得问卷总量 350 份，其中有效问卷 322 份。根据构建的农业低碳技术指标进行数据梳理，数据处理采用 Excel 2010、SPSS 22。

由表 4 可以看出，构成农业低碳技术指标的各项中，平均值较高的为肥料类型、施肥方式、测土配方施肥以及农用柴油，

都在 0.6 以上；农药类型、农药控制技术以及农膜的平均值偏低，农药类型更是低于 0.1。说明实际农业生产过程中，农业低碳技术在化肥、柴油的应用上较为明显，生物农药、可降解农膜以及新型农药控制释放技术应用较少。

表 4 农业低碳技术应用指数描述性统计

项目	数字	最小值	最大值	平均值	标准偏差
肥料类型	322	0	1	0.82	0.384
施肥方式	322	0	1	0.64	0.481
测土配方施肥	322	0	1	0.61	0.491
农药类型	322	0	1	0.07	0.248
农药控制技术	322	0	1	0.18	0.384
农膜	322	0	1	0.26	0.442
农用柴油	322	0	1	0.75	0.436
农业低碳技术应用指数	322	0.12	0.89	0.54	0.181
N	322				

由表 5 可以看出，样本规模农户户主平均年龄接近 47 岁，平均文化水平在初中和高中之间，家庭人口基本上在 5 人左右，有相当一部分为党员干部（43%）。生产特征方面，平均耕地面积接近 230 亩，地形相对平坦，土壤肥力一般，90%位于传统产粮区。在互联网应用上，62%的规模农户家里接入了互联网，并且 60%的规模农户希望通过互联网来销售农产品。政策支持上，政府支持力度平均值偏低，表明主要的规模农户认为政府对农业低碳技术的支持力度较低，但政府做了一些农业低碳相关技术推广培训工作。

表 5 主要自变量描述性统计

项目	数字	最小值	最大值	平均值	标准偏差
家庭人口	322	2	13	5.00	1.721
年龄	322	29	70	46.85	7.990
受教育程度	322	1	4	2.23	0.937
党员干部	322	0	1	0.43	0.497
种植规模	322	100	837	229.39	171.936
地形	322	1	4	2.74	0.757
土壤肥力	322	1	5	3.00	0.614
传统产粮区	322	0	2	0.90	0.335
联网状况	322	0	1	0.62	0.488
联网销售意愿	322	0	1	0.60	0.493
支持政策	322	1	5	2.07	1.070
推广培训	322	0	1	0.43	0.497
N	322				

4.2 实证分析

在变量描述性统计分析的基础上，构建线性模型回归分析，其中家庭人口、年龄以及种植规模不同，相差较大，统一进行对数化处理。

$$y = \alpha_1 \times \ln x_1 + \alpha_2 \times \ln x_2 + \alpha_3 \times x_3 + \alpha_4 \times x_4 + \alpha_5 \times \ln x_5 + \alpha_6 \times x_6 + \alpha_7 \times x_7 + \alpha_8 \times x_8 + \alpha_9 \times x_9 + \alpha_{10} \times x_{10} + \alpha_{11} \times x_{11} + \alpha_{12} \times x_{12} + \theta \quad (2)$$

式中：y 代表农业低碳技术应用指数，经加权计算得出。x₁~x₁₂ 分别代表家庭人口到推广培训，α₁~α₁₂ 为变量系数，θ 表示残差。回归结果如表 6~表 8 所示：

表 6 模型拟合度

模型	R	R ²	调整后的 R ²	标准误
1	0.784	0.615	0.566	0.11955

表 7 方差分析表

模型	平方和	自由度	均方	F	显著性
回归	2.145	12	0.179	12.509	0
残差	1.343	94	0.014		
总计	3.489	322			

表 8 回归分析

模型	非标准化系数		标准系数	T	显著性	共线性统计	
	B	标准误	β			容许	VIF
(常量)	-0.625	0.307		-2.034	0.045		
lnx ₁	0.000	0.043	0.001	0.011	0.991	0.764	1.309
lnx ₂	-0.126	0.071	-0.123	-1.778	0.079	0.854	1.171
x ₃	0.040	0.015	0.240	2.712	0.008	0.524	1.909
x ₄	-6.000	0.026	-0.017	-0.237	0.813	0.787	1.270
lnx ₅	0.078	0.025	0.251	3.081	0.003	0.617	1.622
x ₆	0.015	0.018	0.062	0.821	0.414	0.719	1.391
x ₇	0.001	0.020	0.004	0.064	0.949	0.876	1.141
x ₈	-0.007	0.037	-0.012	-0.184	0.854	0.891	1.122
x ₉	0.128	0.039	0.320	3.262	0.002	0.727	1.342
x ₁₀	-0.009	0.025	-0.026	-0.369	0.713	0.857	1.167
x ₁₁	0.001	0.011	0.007	0.111	0.912	0.904	1.107
x ₁₂	0.056	0.030	0.151	1.886	0.062	0.641	1.560

表 6 反映了模型拟合优度， R^2 为 0.615，表明自变量可以解释因变量 61.5% 的变异，具有统计学意义。表 7 反映了方差分析表，回归平方和约占总平方和的 61%，F 值约为 12.51，显著性符合要求，表明模型显著。表 8 反映了回归结果，VIF 值处于 1~2 之间，说明不存在明显的共线性问题。可以看出， x_2 （年龄）、 x_3 （受教育程度）、 x_5 （种植规模）、 x_9 （联网状况）、 x_{12} （推广培训）对农业低碳技术应用程度具有较为显著的影响。其中，年龄越小，受教育程度越高，种植规模越大，接入互联网的规模农户具有较高的农业低碳技术应用水平；政府农技人员的推广培训对农业低碳技术应用水平的提升也具有重要作用。

4.3 分析总结

结合实证结果与理论分析，规模农户的家庭特征、生产特征、互联网特征以及政府的政策特征对农业低碳技术的应用水平具有显著影响。

第一，从家庭特征来看，规模农户户主的年轻化与受教育程度的提升对农业低碳技术应用具有驱动作用。较为年轻的户主可能具有较为开放的意识，更容易接纳与采用新技术。随着受教育程度的提升，规模农户户主的环保意识和科学经营意识也在提升，对农业低碳技术的采用更为认同。家庭人口与是否为党员干部对农业低碳技术的应用水平没有明显影响，可能相对于年龄与受教育程度对农业低碳技术应用影响较小。

第二，从生产特征来看，土地的集中规模化经营是农业低碳技术应用的重要驱动因素。随着种植面积的增加，对化肥、农药、灌溉等农业资源的科学利用的需求在增加。种植面积较大的规模农户采用农业低碳技术的边际收益在增加，更有动力采用测土配方施肥技术、新型灌溉技术、农药控制释放制剂等技术。地形、土壤肥力以及是否处于传统产粮区对农业低碳技术应用水平没有显著影响。

第三，从互联网特征来看，接入并使用互联网是农业低碳技术应用的重要驱动因素。2016 年 11 月底，我国农村光纤网络接入比例达到了 82.2%，同时工信部提出 2017 年实现 3 万个以上行政村增加宽带接入，越来越多的规模农户接入了互联网。互联网的接入，有助于规模农户了解到低碳农业的发展趋势，增强低碳意识，提高农业低碳技术的应用率。互联网销售意愿对农业低碳技术应用水平没有显著影响，可能是因为在实际农业生产中，采用互联网销售的规模农户还非常少。

第四，从政策特征来看，政府农技人员的推广培训是农业低碳技术应用的重要驱动因素。农技人员的推广培训是规模农户接触新技术、新方法的主要途径，对农业低碳技术的推广应用具有重要意义。政府的农业低碳技术政策对农业低碳技术应用水平没有显著影响，可能是因为在实际生产中，政策对农业低碳技术尚没有明确的界定与支持，零散的新技术推广政策对规模农户也缺乏区分度。

5、结论与建议

将农业低碳技术分解为化肥、农药、柴油、农膜四个维度，以农业（种植业）主要碳排放源比重为权数，构建农业低碳技术应用指数，作为因变量；选取规模农户家庭特征、生产特征、互联网特征以及政策特征相关变量，作为自变量。实证结果表明，农业低碳技术应用水平受多项因素影响，主要包括年龄、受教育程度、种植规模、联网状况以及推广培训。从关键驱动变量出发，得出如下政策建议：

第一，推进并完善“一村一名大学生工程”建设，鼓励青年投身农业建设。规模农户的受教育程度对于提高农业低碳技术应用水平、实现低碳农业具有重要的现实意义。传统农业从业人员普遍受教育程度较低，平均处于初中和高中之间。随着经营规模的扩大，一些规模农户知识技能跟不上科学经营的要求，因此需要提供继续教育的平台。2011 年江西省政府出台了“一村一名大学生工程”政策，自 2012 年开始以江西农业大学为依托，计划以成人高等教育的方式培养 1.8 万名大学生，实现全省行政村全覆盖。“一村一名大学生工程”招收的学员主要为实际农业生产过程中具有一定经营规模，并具备高中或同等学历的人

员。课题组调研过程中了解到，“一村一名大学生工程”培养了一批优秀的农村建设人才，提升了农业中坚力量的受教育程度和认知水平。但是也存在宽进宽出、部分课程设置不合理等问题。完善“一村一名大学生工程”制度建设，提高教学质量和水准，实现农村人才建设制度化、常态化。除此之外，青年一代接受新知识、新思想较快，在农业生产中对农业低碳技术的应用较为开明，鼓励年轻人到农村创业发展，对实现低碳农业和农业现代化具有重要意义。

第二，降低土地流转成本，推广规模经营。土地经营的规模化对农业低碳技术的应用水平具有显著影响。随着种植面积的扩大，对各项农业低碳技术产生了新的需求。以测土配方施肥技术为例，当种植面积达到一定程度时，对土地进行测土施肥能够防止化肥滥用，显著节省用肥，降低成本，并提高收益，采用农药控制释放技术也能够节省大量成本。2004年颁布《国务院关于深化改革严格土地管理的决定》，开始将土地流转合法化。2014年国务院颁布《关于引导农村土地经营权有序流转发展农业适度规模经营的意见》，开始推动土地流转，发展适度规模经营，实现承包经营权确权。十年间土地流转发展迅速，出现了一批家庭农场、合作社、专业大户等规模经营主体，也出现了大量的土地流转平台。进一步推动土地流转制度化、规范化、减少线下“人情承包”的比例，为农村土地规模化经营提供支持。同时，加快土地确权工作，保障土地承包者的基本权益。

第三，提高规模农户互联网接入与利用水平。在互联网背景下的大数据时代，实现农业生产的“互联网+”是实现农业现代化的必由之路。规模农户的互联网特征对农业低碳技术应用水平具有显著影响，互联网应用较多的规模农户一般对新技术、新方法的接纳程度较高。调研过程中发现，在实际农业生产过程中，接入互联网的规模农户较多，但是真正利用互联网进行农业生产经营的较少。主要是因为规模农户户主年龄、文化水平等因素限制，对互联网的利用程度较低。在互联网应用上，一方面要提高规模农户互联网接入比例与接入速度，完善农村互联网基础设施建设；另一方面要进行宣传教育，引导规模农户通过互联网进行咨询、预测、购买与销售。

第四，加强推广培训，制定差异化政策。政府农技人员的推广培训对农业低碳技术应用具有重要驱动作用。在农村地区，农技人员的推广培训是规模农户接受科学经营知识的重要途径。围绕主要碳源对应的施肥、施药、农膜、柴油等农业低碳技术进行针对性培训，有利于提高农业低碳技术的应用率。在政策制定上，要系统提出农业低碳技术优惠政策，对农业低碳技术在政策层面进行界定。学术界对农业低碳技术尚没有统一的提法，也为政策制定带来了较大障碍。一方面，要加强农业低碳技术基础理论研究，为政策制定提供基础；另一方面，以农业主要碳源为依据，制定差异化政策，如化肥（测土配方施肥，深施肥，使用控释肥、复合肥等）、农药（生物农药、新型农药控制释放技术）等。

[参考文献]:

- [1]李波, 张俊飏, 李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(8): 80-86.
- [2]谢淑娟. 低碳经济背景下现代农业发展模式探讨[J]. 广东社会科学, 2012(5): 17-25.
- [3]周晓盼. 江西省低碳农业生产效率分析[D]. 南昌: 江西农业大学, 2016.
- [4]张小有, 黄冰冰, 张继钦, 等. 农业低碳技术应用与碳排放结构、强度分析——基于江西的实证[J]. 农林经济管理学报, 2016(6): 710-716.
- [5]赵其国, 钱海燕. 低碳经济与农业发展思考[J]. 生态环境学报, 2009(5): 1609-1614.
- [6]宗浩, 游燕, 郑鸽. 低碳农业的技术体系构建初探[J]. 绵阳师范学院学报, 2010(8): 75-79.
- [7]魏国强. 关于发展低碳农业的思考[J]. 种业导刊, 2010(5): 5-7.

-
- [8]李双喜, 郑宪清, 袁大伟, 等. 农业低碳技术研究与应用进展[J]. 上海农业学报, 2011 (4) : 129-132.
- [9]米松华. 我国低碳现代农业发展研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [10]秦军. 低碳农业发展的金融支持研究[C]//成都: 2014 中国环境科学学会学术年会, 2014.
- [11]Pathak H, Aggarwal P K. Low carbon technologies for agriculture: A study on rice and wheat systems in the Indo-Gangetic Plains[M], New Delhi: Venus Printers and Publishers, 2012.
- [12]张巨勇, 张欣. 可持续农业技术采用的经济学分析[J]. 经济问题探索, 2004 (10) : 91-94.
- [13]赵丽丽. 农户采用可持续农业技术的影响因素分析及政策建议[J]. 经济问题探索, 2006 (3) : 87-90.
- [14]胡保玲, 顾善发. 农户采用低碳农业技术的影响因素分析及对策[J]. 农村经济与科技, 2015 (6) : 6-8.
- [15]高雪萍. 水稻种植大户应用低碳农业技术的行为研究[J]. 科技管理研究, 2013 (14) : 113-116.
- [16]王奇, 陈海丹, 王会. 农户有机农业技术采用意愿的影响因素分析——基于北京市和山东省 250 户农户的调查[J]. 农村经济, 2012 (2) : 99-103.
- [17]李光明, 徐秋艳. 影响干旱区农户采用先进农业技术的因素分析——基于新疆三县 812 份问卷调查[J]. 统计与信息论坛, 2012 (2) : 94-98.
- [18]姜天龙, 赵娜. 农户清洁生产技术采用行为的影响因素分析——以吉林省水稻种植户为例[J]. 吉林农业大学学报, 2015 (6) : 746-750.
- [19]朱萌, 齐振宏, 鄂兰妞, 等. 种稻大户资源禀赋对其环境友好型技术采用行为的影响——基于苏南微观数据的分析[J]. 生态与农村环境学报, 2016 (5) : 735-742.
- [20]朱萌, 沈祥成, 齐振宏, 等. 新型农业经营主体农业技术采用行为影响因素研究——基于苏南地区种稻大户的调查[J]. 科技管理研究, 2016 (18) : 92-99.
- [21]张成玉. 测土配方施肥技术推广中农户行为实证研究[J]. 技术经济, 2010 (8) : 76-81.
- [22]葛继红, 周曙东, 朱红根, 等. 农户采用环境友好型技术行为研究——以配方施肥技术为例[J]. 农业技术经济, 2010 (9) : 57-63.
- [23]韩会平. 农户采用测土配方施肥技术的影响因素分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2010.
- [24]张小有, 刘红, 赖观秀. 规模农户化肥施用与碳减排关系及其路径选择——基于江西省的调研数据[J]. 江苏农业科学, 2018 (6) : 279-284.
- [25]杜婷婷. 农户采用节水、节能、节肥低碳技术的影响因素分析——基于 1077 户种稻农户的调查[J]. 新疆农垦科技, 2013

(4) : 48-50.

[26]文长存, 吴敬学. 农户“两型农业”技术采用行为的影响因素分析——基于辽宁省玉米水稻种植户的调查数据[J]. 中国农业大学学报, 2016 (9) : 179-187.

[27]Foltz J D. The economics of water-conserving technology adoption in Tunisia: An empirical estimation of farmer technology choice[J]. Economic Development & Cultural Change, 2003, 51 (2) : 359-373.

[28]Norris P E, Batie S S. Virginia farmers' soil conservation decisions : An application of Tobit analysis[J]. Southern Journal of Agricultural Economics, 1987, 19 (1) : 79-90.

[29]Huffman W E. Allocative efficiency: The role of human capital[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1977, 91 (1) : 59-79.

[30]张小有, 刘红, 赖观秀. 基于农户风险偏好的农业低碳技术采用行为研究——以江西为例[J]. 科技管理研究, 2018 (5) : 253-259.

[31]郑鑫. 丹江口库区农户有机肥施用的影响因素分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2010 (1) : 11-15.

[32]张云华, 马九杰, 孔祥智, 等. 农户采用无公害和绿色农药行为的影响因素分析——对山西、陕西和山东 15 县(市)的实证分析[J]. 中国农村经济, 2004 (1) : 41-49.

[33]马骥. 农户粮食作物化肥施用量及其影响因素分析——以华北平原为例[J]. 农业技术经济, 2006 (6) : 36-42.

[34]韦志扬, 程二平, 甘立, 等. 农户农业新技术采用行为影响因素实证分析[J]. 广西农业科学, 2010 (11) : 1244-1247.