

西北地区农户化肥施用行为选择对碳减排量的影响研究

郭威威 (陇东学院经济管理学院, 甘肃庆阳 745000)

摘要 为了达到减少农业碳排放量目的,从农户化肥施用行为选择角度出发,研究碳减排与农户施肥行为之间的关系。借助问卷调查数据,通过构建线性因果关系模型,以西北地区农户化肥施用行为选择对碳减排量数据作为支撑,展开实证分析。结果表明,有机肥施用、对新施肥技术的风险态度、施肥技术培训接受情况、土壤肥力、受教育程度对碳减排有着较大影响。根据分析结果,提出农业生产应根植低碳农业发展理念,广泛推广测土配方施肥技术,控制化肥施用量,普及有机肥料施用量。

关键词 碳减排;化肥施用;行为选择;西北地区

中图分类号 S181 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)14-0238-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.14.056

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Effects of Chemical Fertilizer Application Behavior Choices of Farmers on Carbon Emission Reduction in Northwest China

GUO Wei-wei (School of Economics and Management, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000)

Abstract In order to reduce agricultural carbon emissions, the relationship between carbon emission reduction and farmers' fertilization behavior was studied from the perspective of farmers' choice of chemical fertilizer application behavior. With the help of questionnaire survey data, by constructing a linear causal relationship model, an empirical analysis is carried out with the data on the carbon emission reduction of farmers' chemical fertilizer application behavior selection in Northwest China as the support. The results show that organic fertilizer application, risk attitude towards new fertilization technology, acceptance of fertilization technology training, soil fertility, and education level have a greater impact on carbon emission reduction. According to the analysis results, it is proposed that agricultural production should be rooted in the concept of low-carbon agricultural development, widely popularize soil testing and formula fertilization technology, control the application amount of chemical fertilizers, and popularize the application amount of organic fertilizers.

Key words Carbon emission reduction; Fertilizer application; Behavioral choice; Northwest region

粮食安全是我国最大的民生,也是我国最大的政治,新中国成立以来党和政府都非常重视粮食生产,千方百计调动农民种粮积极性,保障粮食供给。目前,农民普遍采用追加农用化肥增加粮食产量,根据作物种类施用不同类型的化肥^[1]。然而,化肥的施用也带来了农村环境污染。谢贤鑫等^[2]研究发现,农用化肥施用会增加碳排放量,对生活环境造成污染。雷俊华等^[3]基于中国1997—2018年31个省(市、自治区)化肥面源污染排放强度数据,分组模拟和预测化肥面源污染排放强度与人均农业产值间的环境库兹涅茨曲线。郭清卉等^[4]调研了1 023户农户对化肥减量措施采纳行为的认知数据,得出社会规范对农户化肥减量化有正向影响。大量研究表明,化肥施用助推的粮食增产与农业碳排放量具有显著的正向关系。因为当前对西北粮食产量与碳排放关系的研究相对空白,笔者选取西北地区相关数据,进一步验证两者的关系。

1 西北农业碳排放现状分析

1.1 西北地区农业碳排放量和生产总值变化 改革开放以来,随着化肥施用的普及,西北地区粮食产量呈现逐年增长趋势,但与此同时也带来了一系列农业面源污染问题。21世纪以来,各地区积极响应环境保护与节能减排的政策号召,开始严格控制农业碳排放量。据统计,2016—2019年农业碳排放量得到了有效控制,并出现下滑趋势,统计结果见表1。

表1中统计结果显示,西北农业对碳排放量进行了控制,在碳排放量下降的同时,农业生产总值随之出现了大幅

度下滑。目前,碳排放量控制仍然存在一定空间,但是如何改变农业生产模式,使得碳排放量减少的同时,保证农业产量,是当前重点要解决的问题。

表1 2016—2019年西北农业碳排放量和生产总值统计
Table 1 Statistics of northwest agricultural carbon emissions and GDP from 2016 to 2019 %

年份 Year	农业生产总值 Gross agricultural product		农业碳排放量 Agricultural carbon emissions	
	全国占比 National share	较上一年减少 Decrease from the previous year	全国占比 National share	较上一年减少 Decrease from the previous year
2016	2.43	—	2.50	—
2017	2.03	20.21	2.48	3.86
2018	1.88	29.87	2.38	4.15
2019	1.75	36.81	2.21	4.53

1.2 西北地区各农用化肥碳排放量情况 农用化肥的施用,对农业碳排放量造成了一定影响。所以,分析当前西北农用化肥碳排放量现状,对碳排放量控制帮助较大。表2为2016—2019年西北各农用化肥碳排放量情况统计。

表2统计结果显示,西北地区各农用化肥碳排放量存在持续增长的变化趋势。截至2019年,化肥碳排放量已经达到了131.18 t。由此看来,我国化肥销售量较大,施用后碳排放量较大,环境污染严重。与其他肥料相比,复合肥含有丰富的农作物生长所需营养,其含量满足农作物生长需求,不仅成本较低,而且满足环境保护要求。但是从西北农业发展状况来看,应用复合肥料较少,氮肥偏多。

表 2 2016—2019 年西北各农用化肥碳排放量情况统计
Table 2 Statistics of carbon emissions from agricultural fertilizers in Northwest China from 2016 to 2019 %

年份 Year	复合肥 Compound fertilizer	氮肥 Nitrogen fertilizer	钾肥 Potash fertilizer	磷肥 Phosphate fertilizer
2016	31.76	42.86	18.71	22.89
2017	32.33	43.88	19.02	23.58
2018	33.68	45.17	20.47	24.96
2019	35.82	47.25	22.06	26.05

1.3 西北农业施肥方案优化的必要性 西北土壤基础地力相对贫瘠,农用化肥施用量相对较大,农业碳排放量普遍较高。所以在西北制定科学合理的农业化肥施用方案,是十分有必要且有战略意义的^[5]。因此,需要根据各类农用化肥的碳排放量,结合各类农用化肥碳排放系数,进一步探究不同农作物农用化肥的科学搭配^[6],并具体分析化肥施用与碳排放之间的关系,依据分析结果,为西北农户化肥施用优化路径研究提供参考依据。

2 西北农户施肥行为与碳减排关系

2.1 样本选取与数据来源 该研究根据西北地区农户化肥施用行为选择调研数据,结合化肥折纯量参考指标,统计碳排放量数据。研究中,按照 100 kg 标准,对氮肥、磷肥、钾肥、复合肥 4 种肥料中含有的钾肥、磷肥、氮肥进行拆分,计算碳排放量。其中,氮肥主要参考硫酸铵、碳酸氢铵、尿素等常用化肥,折纯量 31 kg;磷肥主要参考过磷酸钙、钙镁磷肥等常用化肥,折纯量 17 kg;钾肥主要参考氯化钾、硫酸钾等常用肥料,折纯量 52 kg;复合肥折纯量 60 kg。

2.2 假设命题 为验证农户化肥施用行为选择影响化肥施用量,进而影响碳排放量,该研究设定了如下假设命题。

H₁:农户年龄与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即农户年龄越大,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

H₂:农户受教育水平与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即农户受教育水平越高,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

H₃:土壤自身肥力与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即当前种植农作物土壤肥力越高,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

H₄:有机肥实施频率与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即施用有机肥频率越高,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

H₅:农业低碳技术的支持程度与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即农户能够接受新型施肥技术,大力支持农业低碳技术的应用,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

H₆:化肥施用技术指导接受情况与化肥碳减排实施成功可能性存在正比例关系,即农户接受化肥施用技术指导越多,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。

2.3 变量定义 为了进一步探究哪些因素会减少化肥碳排

放量,从而为农户化肥施用优化路径研究提供参考依据,该研究以问卷方式,调研了 1 500 余户农户家庭,了解了是否施用有机肥、对待风险的态度、是否受过施肥技术培训、土壤肥力、受教育程度、户主年龄、单位面积化肥碳排放量等问题,并根据分析需要,将单位面积化肥碳排放量作为被解释变量,将其余变量作为解释变量。各变量详细解释如下。

2.3.1 被解释变量。单位面积化肥碳排放量,变量符号“fert”,代表单位面积施用化肥后排放的碳量。该研究采用排放系数法计算此变量数值,计算公式如下:

$$\text{fert} = (N \cdot C_N + P \cdot C_P + K \cdot C_K) / y \tag{1}$$

式中,fert 代表施用化肥后产生的实际碳排放量,单位为 kg/hm²;N 代表单位面积施用的氮肥量,C_N 代表氮肥碳排放系数;P 代表单位面积施用的磷肥量,C_P 代表磷肥碳排放系数;K 代表单位面积施用的钾肥量,C_K 代表钾肥碳排放系数;y 代表施肥面积,单位为 hm²。

2.3.2 解释变量。

(1)是否施用有机肥。此解释变量符号为“org”,指的是农户有无施用有机肥料。如果农户使用了有机肥料,则记为“1”,反之,记为“0”。

(2)风险态度。此解释变量符号为“risk”,指的是农户对新施肥技术的风险态度。该研究将其分为偏好、中立、规避 3 个风险等级,分别用数字 3、2、1 表示。

(3)是否受过施肥技术培训。此解释变量符号为“exte”,指的是农户是否受过施肥技术培训。如果农户接受过技术培训,则记为“1”,反之,记为“0”。

(4)土壤肥力。此解释变量符号为“soil”,是对土地肥沃程度的定性判断。该研究将土壤肥力划分为 5 个等级,分别为肥沃、比较肥沃、一般、比较贫瘠、十分贫瘠,代表数字依次为 5、4、3、2、1。

(5)受教育程度。此解释变量符号为“edu”,是对农户受教育程度的量化判断。该研究将农户接受教育划分为 5 个等级,分别为研究生及以上、大学、高中、初中、小学以及小学以下,代表数字依次为 5、4、3、2、1。

(6)户主年龄。此解释变量符号为“age”。

2.4 模型构建 为了深入探究各个变量对农业碳排放量的影响程度,该研究假设构建农业碳排放量与各解释变量之间的线性因果关系如下:

$$\text{fert} = \alpha_1 \times \text{age} + \alpha_2 \times \text{edu} + \alpha_3 \times \text{soil} + \alpha_4 \times \text{exte} + \alpha_5 \times \text{risk} + \alpha_6 \times \text{org} + \varepsilon \tag{2}$$

式中,ε 代表随机干扰变量;α_n(n=1,2,⋯,6)代表各个解释变量的系数。当系数数值为负时,认为这些解释变量对碳排放量为负向影响,该解释变量对碳减排有积极影响;当系数数值为正时,认为这些解释变量对碳排放量为正向影响,该解释变量对碳减排有消极影响。

2.5 实证结果分析 根据该研究提出的假设命题,将各项解释变量数值代入模型中展开深入探究。西北农户化肥碳排放量描述性统计结果见表 3。

表 3 西北农户化肥碳排放量驱动因素描述性统计结果

Table 3 Descriptive statistics of the driving factors of fertilizer carbon emissions from farmers in Northwest China

测定值名称 Measured value name	Age 岁	fert kg/hm ²	soil	edu	org	risk	exte
最大值 Max	69.85	5.36	3.99	3.99	0.98	2.99	0.98
最小值 Min	28.56	1.77	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
均值 Mean	46.72	3.61	2.83	2.40	0.45	1.19	0.49
标准差 Standard deviation	7.71	1.30	0.55	1.00	0.49	1.16	0.49

由表 3 可知,西北农户化肥碳排放量差值较为显著,每公顷碳排放量均值为 3.61 kg/hm²。为了明确此情况出现的原因,挖掘影响因素,对其他解释变量数据进行分析。以均值作为重点分析数据,其中,土壤肥力均值为 2.83,介于“比较贫瘠”与“一般”之间;农民教育均值为 2.40,介于“初中”与“高中”之间;有机肥施用均值为 0.45,使用人数未能达到 50%;农民对于新型科学施肥技术风险接受均值 1.19,可见规避人数较多;施肥技术培训接受情况均值为 0.49,可见农户接受施肥技术培训情况不容乐观,导致碳排难以得到有效控制。

另外,该研究构建的关系模型中 R 值和 R^2 值分别为 0.410、0.455,后者数值接近 0.5,经过调整后,计算 R^2 值为 0.114,而其估计误差数值大小为 9.67, R^2 值变化量为 0.155。由此看来,该研究构建的关系模型解释变量变异可能性大约为 50%,该模型具有研究价值。另外,经过计算,得到此模型的 F 值为 3.815, P 值为 0.001,该数值小于 0.01。由此看来,该研究构建的模型各个解释变量的设置具有较强说服力。所以,可以利用该模型对具体影响因素进行回归分析,结果见表 4。

表 4 西北农户化肥碳排驱动因素回归统计结果

Table 4 Regression statistics of the driving factors of chemical fertilizer carbon emissions from farmers in Northwest China

模型变量 Model variables	非标准化 Non-standardized		β 标准系数 Standard coefficient	P 值 P value	t 值 t value	共线性 Collinearity	
	标准差 Standard deviation	系数 Coefficient				VIF	容许度 Tolerance
常数项 Constant	7.023	77.596	—	0.000	11.169	—	—
org	1.679	-5.629	-0.273	0.001	-3.349	1.145	0.873
risk	0.741	-1.517	-0.169	0.039	-2.061	1.199	0.829
exte	1.849	-1.920	-0.128	0.005	-2.098	1.209	0.831
soil	1.519	-3.190	-0.167	0.037	-2.088	1.101	0.914
edu	0.940	-0.013	-0.088	0.071	-0.015	0.315	0.759
age	0.114	-0.243	-0.179	0.133	-2.160	1.009	0.945

共线性可以很好地解释各个解释变量与其他变量之间的关系,如果容许度和方差膨胀因子 VIF 均接近 1,则认为此解释变量共线性薄弱,无法利用其他解释变量加以解释说明。因此,假设命题 H_1 不成立。依据表 4 中 β 值和 P 值计算结果来看,其他假设命题成立,即解释变量朝着好的方向发展,则其可以成功实施化肥碳减排种植的可能性越大。依据此计算分析结论,提出针对西北农户化肥施用优化路径。

3 西北农户化肥施用优化路径

3.1 引导培育形成低碳农业发展理念,积极推广测土配方施肥技术 分析结果表明,农户对化肥施用新技术的风险态度对碳减排影响较大,且施肥技术对碳减排具有正相关影响。这就需要政府积极开展低碳农业发展理念的宣传引导工作,鼓励农户勇于应用新的施肥技术,采用新型施肥技术,控制碳排放量^[7]。让农户认识到低碳农业施肥技术的重要性及作用,将新型施肥技术在西北农业发展广泛推广,为碳减排奠定基础^[8]。要及时组织农户开展施肥技术学习,充分考虑到农户文化程度,在尽可能帮助农户提高文化水平的同时,增加施肥技术培训频率。应根据农户学历层次开设多个梯次的培训班,分别为其安排不同难度的培训内容,并及时调整培训方案,使农户更加容易理解测土配方施肥技术^[9]。

3.2 普及有机肥施用 由于土壤肥力对碳减排的实现有促进作用,所以注重土壤原有肥力,在此基础上进行科学施肥显得尤为重要。另外,有机肥料的应用也对碳减排的实现帮助较大。因此,在接下来的农作物施肥工作开展中,应该指导农户检测土壤中原肥料含量,根据土壤实际情况制定施肥方案。在肥料的选取中,以有机肥料为主,从而减少碳排放量^[10]。

3.3 合理施用化肥,控制氮元素的摄入 除了上述优化路径以外,同样需要控制氮元素的摄入,其原因是复合肥的碳排放量较少,该类肥料含氮量比较少。目前,一些农户以尿素作为主要追肥材料,这种行为是不科学的,会导致氮元素摄入过多,增加碳排放量。相比之下,农家肥氮含量较少,既可以实现废物利用,又可以减少碳排放,建议选用此施肥方法,搭配复合肥一同使用。

参考文献

[1] 李建平.粮食主产区土地确权背景下:化肥、农药与粮食产量均衡关系研究——以河南为例[J].中国农业资源与区划,2018,39(9):54-61,112.
[2] 谢贤鑫,陈美球,李志朋,等.农户生计分化与化肥施用行为:基于江西省 1421 户农户的调研[J].中国农业资源与区划,2018,39(10):155-163.
[3] 雷俊华,苏时鹏,余文梦,等.中国省域化肥面源污染时空格局演变与分组预测[J].中国生态农业学报,2020,28(7):1079-1092.

和完善,以满足课程教学需要。此外,为达到本科教学审核评估有关教学质量考核的指标要求,需积极编写专业骨干课程的教案或讲义,以期最终通过编制高质量的专业课程教材、教学大纲和教案讲义,为提高草业本科教学质量并顺利通过教学审核评估提供助力。

7 加强本科教学实验室的建设和管理,为实验教学提供支撑

7.1 加强实验室硬件条件建设 加强实验室硬件条件建设是保障实验课程高效开展的重要前提。目前,华南农业大学草业科学专业只有一间实验室用作该专业实验课教学,实验课程量大,但教学仪器设备缺乏,实验教学设施简陋,实验教学条件相对较差。因此,教师承担实验课教学任务的积极性不高,学生上实验课的热情也较低。为此,需多方争取实验室建设经费,加强教学实验室硬件条件建设。首先,可向学校教务部门和实验室管理部门申请本科实验室专项建设经费。其次,可向高等教育学会实验室管理委员会申请设立实验室建设项目经费。此外,也可申报校级、省级等实验室建设专项经费,包括高水平大学建设经费、学科建设经费等。利用以上多方筹集的资金进行实验室建设,购置实验教学急需的仪器设备,更新实验教学设施,包括空调、除湿机、通风系统等配套设备,逐步改善实验室硬件条件,营造良好的实验教学环境,为草业本科实验室的正常运行提供保障。

7.2 加强实验室日常管理和维护 建立完善的实验室安全管理规章制度和实验室准入制度,组建实验室安全管理小组,构建科学高效的实验室管理体系^[17],切实做好本科教学实验室日常管理和维护工作。安排专职的实验技术人员对口管理实验室,落实岗位职责,细化工作内容,对草业本科实验室所有仪器设备、化学试剂等实行统一管理。针对危险化学品,应制订应急预案,建立专门的台账,配备专用的危化品安全柜予以保管。实验室管理人员也需协助实验课教师做好上课前的实验准备工作。进入实验室的教师和学生需提前进行安全培训,并经过考核合格后方可进入实验室。此外,还需做好实验室日常安全监控工作,通过安装视频监控,适时监测实验室内水、气、电等的运行情况,发现安全隐患及时整改,杜绝安全事故的发生,为草业本科实验教学工作安全有序开展保驾护航。

8 结语

华南农业大学草业科学本科专业是年轻的专业,发展前

景广阔。新时期,为响应教育部关于加快建设高水平本科教育,提高人才培养能力的号召,特别是在国家实施建设“一流专业”的政策导向下^[18],草业科学专业必须明确自身专业定位和办学方向,并根据专业教育教学特点,查漏补缺,消除短板,对人才培养工作进行全过程的梳理和优化。具备扎实的专业理论知识、较强的实践能力并富有创新活力的复合型人才才是未来社会对本科人才培养提出的基本要求,因此,对于草业专业人才培养而言,需紧密结合华南地区乃至南方地区草产业人才需求特点,制订科学合理的人才培养目标,不断提高教育教学质量,进而提升草业本科毕业生在人才市场上的综合竞争力,为其就业和进一步深造奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 本报评论部.山水林田湖草是生命共同体[N/OL].人民日报,2020-08-13(005)[2022-02-03].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1674873640127622388&wfr=spider&for=pc>.
- [2] 韩瑞宏,陈平,石秀兰,等.新形势下草业科学专业人才培养方案的优化探索[J].教育教学论坛,2020(7):201-202.
- [3] 乐祥鹏,李发弟.新农科背景下草业科学专业动物生产类课程建设及教学实践:以兰州大学为例[J].草业科学,2020,37(11):2382-2388.
- [4] 王焱.中国现代草业科学的发展及未来[J].农学报,2018,8(1):67-70.
- [5] 沈禹颖,刘兴元,岳利军,等.草业科学专业创新创业人才培养机制探讨[J].草学,2020(S1):11-14.
- [6] 刘场.中国草业科学教育现状调查与分析[D].长沙:湖南农业大学,2020:12-40.
- [7] 席杰军,何学青,杨培志,等.牧草育种课程教学改革的探索与实践[J].安徽农业科学,2017,45(36):249-250,252.
- [8] 刘兴元,沈禹颖.“双一流”建设背景下草业科学创新创业人才培养模式探讨[J].实验室研究与探索,2019,38(8):160-162,178.
- [9] 张欣,杜昊.“三全育人”视域下专业课程育人实现路径研究[J].产业与科技论坛,2022,21(3):99-100.
- [10] 涂维国,周先进.高等院校大学生综合素质培养策略研究[J].教育现代化,2020,7(2):90-91.
- [11] 郝文武.“三农教育”思想的发展与实践[J].北京师范大学学报(社会科学版),2021(5):35-47.
- [12] 解新明.草资源学[M].广州:华南理工大学出版社,2009:13-24.
- [13] 刘建秀.中国主要暖季型草坪草种质资源的研究与利用[M].南京:江苏科学技术出版社,2012:1-135.
- [14] 周畅,宋柱龙.世界足球场草坪草种气候区划及应用[J].中国花卉园艺,2020(14):56-58.
- [15] 高一鹏,田鸣鑫,刘水.“四新”背景下高校一流学科专业建设的思考[J].通化师范学院学报,2022,43(1):135-139.
- [16] 邵勤,陈娜,李晓鹏,等.基于导师制的应用型本科院校种植类专业实践教学改革创新:以园艺生产技能实验课程为例[J].安徽农业科学,2021,49(16):270-273.
- [17] 余政军,李海林,吴安军,等.高等学校实验室安全管理工作的思考[J].大学教育,2021(12):193-195.
- [18] 李勇,史佳璐,彭惠.一流专业建设背景下提高生物专业教学质量探索与实践[J].滁州学院学报,2021,23(5):86-91.

(上接第240页)

- [4] 郭清卉,李世平,李昊.基于社会规范视角的农户化肥减量措施采纳行为研究[J].干旱区资源与环境,2018,32(10):50-55.
- [5] 孙建飞,郑聚锋,程琨,等.面向自愿减排交易的生物质炭肥固碳减排计量方法研究[J].中国农业科学,2018,51(23):4470-4484.
- [6] 俄胜哲,丁宁平,李利利,等.长期施肥条件下黄土高原黑垆土作物产量与土壤碳氮的关系[J].应用生态学报,2018,29(12):4047-4055.

- [7] 朱海华.浙江水稻主产区农户低碳生产行为调查:以化肥施用为例[J].安徽农业科学,2020,48(4):69-72,75.
- [8] 石思博,王旭东,叶正钱,等.菌渣化肥配施对稻田土壤微生物量碳氮和可溶性碳氮的影响[J].生态学报,2018,38(23):8612-8620.
- [9] 杨修一,耿计彪,于起庆,等.有机肥替代化肥氮素对麦田土壤碳氮迁移特征的影响[J].水土保持学报,2019,33(5):230-236.
- [10] 侯毛毛,陈竞楠,林志远,等.滴灌和微生物有机肥对设施土壤呼吸的耦合作用及机制[J].农业工程学报,2019,35(24):104-112.