中国生态农业学报(中英文)
Chinese Journal of Eco-Agriculture
中文核心期刊
中国科技核心期刊
中国精品科技期刊
百种中国杰出学术期刊
中国科学引文数据库源刊

规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理——基于山东省509家规模养猪场户的调查数据

于超, 张园园, 孙世民

引用本文:
于超, 张园园, 孙世民. 规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理——基于山东省509家规模养猪场户的调查数据[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(4): 632−643.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.180811

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

生猪规模养殖户污染防治行为的心理认知及环境规制影响效应

Psychological cognition of pollution prevention of family−oriented scale pig breeders and environmental regulation influence effects

中国生态农业学报. 2018, 26(1): 156−166 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170828

环境规制与村规民约对农户绿色生产意愿的影响——以规模养猪户养殖废弃物资源化利用为例

Effect of environmental regulations and village regulations on farmers' green production willingness: Taking the resource use of livestock and poultry waste of large−scale pig farmers as an example

中国生态农业学报(中英文). 2019, 27(12): 1925−1936 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.190407

为什么"污染者付费原则"在农村难以执行?——南平养猪污染第三方治理中养猪户付费行为研究

Why polluter−pays principle is difficult to implement in rural areas? — A case study of pig−farmer paying behavior under the third party governance of pig−farming pollution in Nanping

中国生态农业学报. 2017, 25(7): 1081−1089 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170092

典型粪污处理模式下规模养猪场农牧结合规模配置研究* Ⅱ粪污直接厌氧发酵处理模式

Pig farm−cropland configuration under typical waste treatment mode− A case study of direct anaerobic fermentation of manure

中国生态农业学报. 2015(7): 886−891 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.141475

技术感知、环境认知与农业清洁生产技术采纳意愿

Technical perception, environmental awareness and adoption willingness of agricultural cleaner production technology

中国生态农业学报. 2018, 26(6): 926−936 https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.171051

DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.180811

于超, 张园园, 孙世民. 规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理——基于山东省 509 家规模养猪场户的调查数据[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(4): 632−643
YU C, ZHANG Y Y, SUN S M. Factors affecting cognition and behavior of clean production in large-scale pig farms — A case of 509 large-scale pig farmers in Shandong Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2019, 27(4): 632−643

规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理*

——基于山东省 509 家规模养猪场户的调查数据

于 超, 张园园, 孙世民**

(山东农业大学经济管理学院 泰安 271018)

摘 要: 生猪养殖是重要的环境污染源, 规模养猪场户实施清洁生产行为是防治生猪养殖污染的重要途径。为从根本上降低生猪养殖污染, 避免废弃物末端治理带来的弊端, 实现环境效益与经济效益相统一。依据计划行为理论, 利用山东省 17 地市 509 份问卷调查数据, 运用结构方程模型, 实证研究了规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理。结果表明, 由如何看待清洁生产和对生猪养殖污染熟悉度组成的规模养猪场户清洁生产态度, 以及由年龄、受教育年限和生猪养殖出栏量组成的规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知具有显著的正向影响; 由政府对清洁生产支持力度和经营组织对清洁生产的要求组成的外部规范对清洁生产认知有正向影响, 但并不显著; 规模养猪场户清洁生产认知对源头预防行为、过程控制行为和末端治理行为有显著的正向影响; 规模养猪场户清洁生产态度、禀赋特征及外部规范约束对清洁生产行为有间接影响。其作用机理为: 规模养猪场户清洁生产行为受制于认知程度, 而认知程度又是行为主体态度、外部规范和主体自身禀赋特征共同作用的结果, 而三者产生的作用条件又归因于外界环境(政府机构、经营组织、上下游企业等)与行为主体间的不断沟通。可见, 规模养猪场户清洁生产行为作用机理并非单个因素间简单的线性作用, 而是全产业链参与者与其所处环境间相互作用的结果。因此, 应当根据认知与行为的影响因素和作用机理, 提高规模养猪场户对清洁生产的积极态度, 加强外部规范性, 强化主体自身良好的禀赋, 通过较高的认知水平正向作用于行为的形成和完善, 并最终从根本上降低生猪养殖污染, 实现经济效益与环境效益相统一。

关键词: 规模养猪场户; 生猪养殖; 清洁生产; 计划行为理论; 结构方程模型
中图分类号: F325 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-6237(2019)04-0632-12

Factors affecting cognition and behavior of clean production in large-scale pig farms — A case of 509 large-scale pig farmers in Shandong Province*

YU Chao, ZHANG Yuanyuan, SUN Shimin**

(School of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China)

* 山东省社会科学规划项目(18DGLJ08)和山东省现代农业产业技术体系生猪创新团队建设项目(SDAIT-08-11)资助
** 通信作者: 孙世民, 主要从事畜产品供应链管理研究。E-mail: smsun@sdau.edu.cn
于超, 研究方向为农林产业组织与管理。E-mail: scorpioyuchao@163.com
收稿日期: 2018-08-31 接受日期: 2018-10-20

* This study was supported by the Plan Project of Philosophy and Social Science of Shandong Province (18DGLJ08) and the Modern Agricultural Industry Technology System of Pig Innovation Team Construction Project of Shandong Province (SDAIT-08-11).
** Corresponding author, E-mail: smsun@sdau.edu.cn
Received Aug. 31, 2018; accepted Oct. 20, 2018

Abstract: Pig breeding is a key source of environmental pollution. The clean production of large-scale pig farm is critical for preventing pollution by pig breeding. Based on the theory of planned behavior, using data derived from 509 questionnaires of a survey in 17 cities, Shandong Province, structural equation model was used to empirically analyze the driving factors and their action mechanisms of cognition and behavior of clean production in large-scale pig farms. The results showed that the attitude of large-scale pig farmers to clean production and characteristics of pig farm households had significantly positive impact on cleaner production perception. The former was mainly driven by understanding of clean production and familiarity with pig breeding pollution, and latter included age, years of schooling and slaughter fattened hogs number of farmers. External regulations consisting of government support and requirements of cooperative organizations had positive but no significant impact on cleaner production perception. The cognition of clean production in large-scale pig farms had significant positive impact on source prevention, process control and terminal governance behaviors. Clean production attitude, endowment characteristics and external regulation had indirect impact on cleaner production behavior of farmers. The action mechanism was as follows: clean production behavior of large-scale pig farmers was subject to the degree of cognition, which was the result of interaction of behavioral subject attitudes, external regulations and subject endowment characteristics. This was attributed to continuous communication between the external environment (government, operating organizations, upstream and downstream enterprises, etc.) and the behavioral agent. It was noted that clean production behavior mechanism of large-scale pig farmers was not a simple linear effect between individual factors, but the result of interaction among the participants of the whole industrial chain and the environment. Therefore, based on the driving factors and mechanism of cognition and behavior, improving positive attitude of large-scale pig farmers towards cleaner production, strengthening external regulations and reinforcing subject endowment had positive influence on degree of cognition. Acting on formation and improvement of behavior and ultimately reducing pollution of pig breeding led to achievable economic and environmental benefits.

Keywords: Large-scale pig farm; Pig farming; Clean production; Planned behavior theory; Structural equation model

进入 21 世纪以来, 中国生猪养殖规模化程度不断提高。据《中国畜牧业年鉴》统计, 年出栏生猪 100 头以上的养猪专业户和养猪场(简称规模养猪场户, 下同)的出栏量占全国生猪出栏总量的比例由 2001 年的 15.62%增加到 2010 年的 51.77%(2010 年后统计口径变动), 规模养猪场户的数量从 2007 年的 125 万户增加到 2016 年的 272 万户, 规模养猪场户已成为生猪养殖的主力军。逐步提高的生猪养殖规模化程度, 在降低养殖成本、应对市场风险、改善猪肉质量等方面发挥了重要作用, 但却带来了日益严重的环境污染。生猪养殖尤其是规模养殖已成为中国重要的环境污染源, 据《中国农村统计年鉴(2017)》数据显示, 2016 年全国出栏生猪 68 502.0 万头, 产生病死猪 5 655.49 万头、粪污 130 511.1 万 t, 由此衍生出来化学需氧量(COD)652.56 万 t、氮(N)435.00 万 t 和磷(P)130.51 万 t, 其中 COD 排放量占畜禽养殖排放量的 55.44%、占农业源排放量的 53.10%、占全国总排放量的 22.25%。如何有效防治生猪规模养殖的环境污染问题, 已成为目前中国政府、学者、养猪场户和广大居民普遍关注的热点与焦点问题, 亟待解决。鉴于目前技术、资金、土地消纳等方面的限制, 单纯依靠传统的末端治理不能解决问题, 全面实施从源头到末端的全过程清洁生产方式是从根本上解决生猪规模养殖环境污染的有效途径。

清洁生产方式能够克服单纯末端治理对生猪规模养殖所产生的废弃物(主要是病死猪和粪污, 下同)处理不彻底、甚至造成二次污染的弊端, 受到国内外学者的普遍关注。国外相关研究主要集中在前端控制、行为分析和污染成本研究方面。有研究表明[1-3]指出生猪养殖污染管理不当会造成氨气及 N_2O 排放超标, 威胁生物多样性, 造成土壤酸化等问题; Vu 等[4]为实现生猪养殖清洁生产, 提出通过科学配置饲料、提高饲养技术以及改善基础设施等手段降低生猪废弃物的产生和排放; Dourmad 等[5]对膳食供给的研究结果表明, 降低蛋白质、磷和微量元素的使用, 可使生猪排泄物减少, 且不会影响动物健康福利; Sneeringer 等[6]对生猪养殖行为的研究表明, 养猪场户对环境规制的认知将会影响其清洁生产经营行为, 他们的投资和选址决定将延缓至政策明确; Zulfiqar 等[7]的研究也指出在清洁生产推进过程中, 需要对行为主体进行良好的培训、进行知识转移和与农民进行互动; Cole 等[8]和 Campagnolo 等[9]认为规模化的生猪养殖虽然能提高养猪场户的经济效益, 但大量的生猪养殖废弃物必然污染大气和水体, 这是规模养猪典型的外部性问题; Lienhoop 等[10]认为生猪养殖产生的外部性污染问题由于市场失灵或无效率, 使养猪场户并不直接承担由此产生的环境污染治理成本。

目前, 国内相关研究主要集中在养猪场户清洁生产行为与意愿的影响因素分析方面。应瑞瑶等[11]的研究结论指出疾病防疫、粪便及病死猪处理、饲

料及添加剂的购买和使用与养猪场户利润呈现相关关系; 吴秀敏[12]的研究分析发现, 养猪户对兽药的认知与采用兽药的意愿呈正相关。吴林海等[13]观测了养猪户兽药使用行为选择在系统中的动态变化过程, 指出养猪户对兽药使用规范的认知程度越高, 滥用或超量使用抗生素等行为的发生率越低, 且当认知度足够高时, 养猪户更倾向于规范用药; 虞祎等[14]的研究表明, 养猪户对污染的认知及参与污染治理的意愿对环保投资水平产生正向影响, 并在此研究基础上提出了合理制定和推进排污补贴政策的方法; 胡浩等[15]对养殖户健康养殖行为的研究发现, 养殖规模、组织形式及风险态度对养殖户健康养殖行为影响显著; 而虞祎等[16]的研究也认为, 养殖规模越大的生猪养殖户, 越倾向于选择环保的方式处理污染物。然而, 并非养殖规模越大越好, 杨惠芳[17]测算了一头生猪每天会产生 1.8 kg 的粪便量和尿液量; 邬兰娅等[18]估算了我国成年生猪有 3%的死亡率, 而粪污与病死猪的处理又将成为生猪养殖清洁生产的负担。有学者指出, 适度的养殖规模更利于清洁生产环境污染治理成本内部化。吴林海等[19]测算了治污成本内部化时最佳养殖规模为生猪年出栏量 30 头左右; 乔娟等[20]的研究发现, 绝大多数养猪场户会对病死猪进行无害化处理, 无害化处理行为受到无害化处理补贴、养猪场户受教育程度、养殖年限和养殖规模等因素的影响。

综上可知, 国内外学者分别从生猪养殖的前端控制、清洁生产行为分析、环境规制等宏观层面和疾病防疫、粪污及病死猪处理、兽药添加剂的使用等微观层面对养猪场户清洁生产认知与行为开展了许多研究, 为规模养猪场户清洁生产认知与行为的研究奠定了基础。但同时也存在一些不足: 1)现有研究多针对生猪养殖清洁生产某一环节, 如污染的环境规制, 兽药(含药物饲料添加剂, 下同)的使用行为, 粪污、病死猪的处理行为等进行分析, 基于全过程清洁生产行为的研究较少; 2)以往研究多侧重于养猪场户某一行为的影响因素, 较少研究认知与行为的影响因素及其作用机理。基于此, 本文将依据计划行为理论, 利用山东省 17 地市 509 份问卷调查数据, 运用结构方程模型, 实证研究规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及其作用机理。旨在为增强认知水平, 改善规模养猪场户的清洁生产行为, 防治生猪养殖污染提供借鉴与参考。

1 理论依据与研究假设

计划行为理论(TPB, theory of planned behavior)是 Ajzen[21]由理性行为理论(theory of reasoned action, TRA)发展而来, 阐释了认知对行为的影响机理, 即行为取决于行为意图, 而行为意图由行为主体态度、主观规范、知觉行为控制等决定, 该理论是在管理学和社会科学领域广泛应用的认知理论。据此, 规模养猪场户清洁生产行为取决于其认知水平, 而认知由该行为主体的态度、外界环境对主体产生的外部规范和规模养猪场户禀赋特征综合决定。依据计划行为理论, 本文提出如下假设:

H1: 规模养猪场户清洁生产态度对清洁生产认知有显著的正向影响。规模养猪场户清洁生产态度是指规模养猪场户如何看待清洁生产及对生猪养殖污染的了解程度。规模养猪场户对清洁生产有良好的期望, 对生猪养殖污染能够有较好的了解, 将促使其提高清洁生产认知程度。

H2: 外部(如养猪合作社、企业, 下同)规范对清洁生产认知有显著的正向影响。外部规范指外界对主体的行为所产生的影响, 受访者在决定实施清洁生产行为时会考虑其他利益主体对自身的影响, 进而根据对自身产生的影响选择合适的行为。生猪养殖场户清洁生产的外部规范主要来自于政府及合作组织, 例如环保督查、政府支持及合作社、合作企业的要求等。若外界环境对规模养猪场户清洁生产的影响越积极则对清洁生产的认知程度越高。

H3: 规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知有显著的正向影响。规模养猪场户禀赋特征能够反映个人过去的经验和预期的阻碍, 当个人认为自己所掌握的资源与机会愈多、所预期的阻碍愈少, 规模养猪场户禀赋就越有优势。例如受访者越是拥有年轻化、学识化, 养殖规模化的资源禀赋, 则越有能力接受新的技术和管理经验, 从而对清洁生产有较高的认知水平。

H4: 清洁生产认知对清洁生产行为有显著的正向影响。清洁生产行为并非仅限于某一过程, 认知对不同阶段的行为产生不同的影响。依据《农业部关于加快推进农业清洁生产的意见(2011)》对清洁生产的定义, 本文将规模养猪场户清洁生产行为分解为源头预防、过程控制和末端治理 3 个阶段, 由此本文提出如下分假设:

H4a: 清洁生产认知对源头预防行为有显著的正向影响

H4b: 清洁生产认知对过程控制行为有显著的正向影响

H4c: 清洁生产认知对末端治理行为有显著的正向影响

基于计划行为理论，借鉴前文分析，提出本文研究模型如图 1:

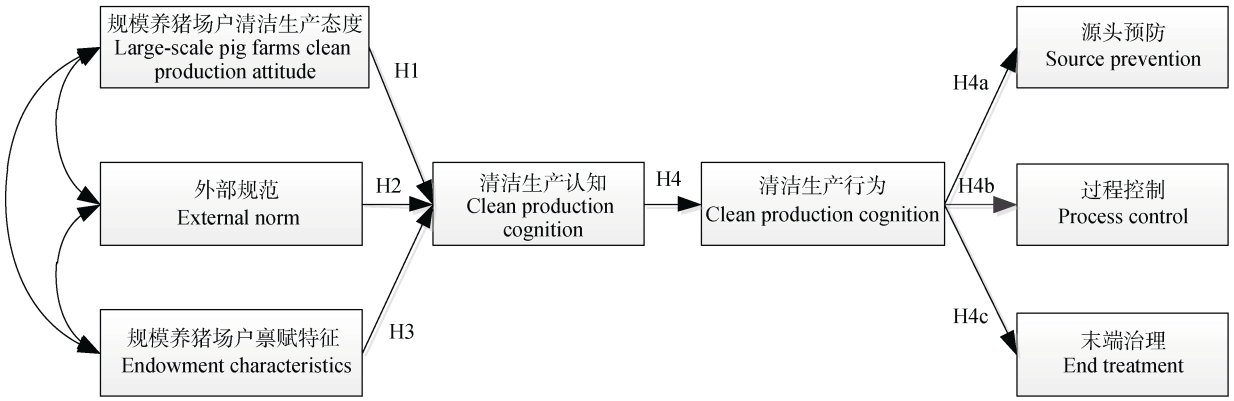

图 1　规模养猪场户清洁生产认知与行为研究框架图

Fig. 1　Research framework for cognition and behavior of clean production of large-scale pig farmers

2　数据来源与变量描述

2.1　数据来源

本文所用数据由山东农业大学“三农省情调研中心”的本科生和研究生于 2017 年 7—8 月对山东省 17 地市的规模养猪场户入户调查所得。共收回有效问卷 509 份，此次调查范围涉及山东省 17 地市(全部地级市)，调查对象为年生猪出栏 100 头以上的规模养猪场户，受访者为规模养猪场负责人。509 家受访者生猪出栏量分布状况、受访者个体特征及生猪养殖情况详见表 1 和表 2。

由统计可知，问卷受访者年龄在 36~59 岁的占 87.32%，初中及以上文化程度的占 90.84%，男性占 78.71%，从事生猪养殖 5 年以上的占 77.49%。本次调查针对山东省所有地级市的规模养猪场户均有样本采集，受访者能够较好地理解问卷内容并做出填写，且能够掌握生猪养殖的基本要领，调查数据具有较高的代表性。

表 1　受访规模养猪场户生猪出栏量分布状况

Table 1　Slaughter fattened hogs distribution of large-scale pig farm respondents

出栏量 Slaughter fattened hogs (head)	100~499	500~2 999	3 000~9 999	10 000~49 999
数量 Quantity	215	209	74	11
比例 Proportion (%)	42.24	41.06	14.54	2.16

表 2　受访规模养猪场户个体特征及生猪养殖基本情况

Table 2　Individual characteristics of sample large-scale pig farm respondents and description of the basic situation of farming

项目 Item	类别 Category	百分比 Percent (%)	项目 Item	类别 Category	百分比 Percent (%)
性别 Sex	男 Man	78.71	年出栏量 Slaughter fattened hogs (head)	100~499	40.05
	女 Woman	21.29		500~2 999	40.31
年龄 Age	≤35	10.99		3 000~9 999	8.64
	36~45	34.55		10 000~49 999	3.14
	46~59	52.88		≥50 000	1.05
	≥60	2.09	养殖年限 Breeding years (a)	≤5	22.51
文化程度 Education	小学及以下 Primary school or below	9.16		6~10	38.22
	初中 Junior high school	41.10		11~15	19.63
	高中 Senior high school	32.98		16~20	12.57
	专科及以上 University or above	14.14		≥20	14.14
			收入占比 Income ratio (%)	≤30	9.42
				30~49	5.76
				50~79	31.15
				≥80	52.62

2.2 规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素的变量描述及检验

根据研究假说，本文在构建结构方程模型时选择了 18 个指标变量，组成了 7 个构念。表 3 对模型有关变量进行了详细的说明。

2.3 调查数据的信度和效度

对 18 个观测变量运用 SPSS 22.0 进行一致性检验，检测结果显示 KMO 检验系数为 0.754(>0.5),

表 3 规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素的变量说明

Table 3 Variables description of factors affecting cognition and behavior of cleaner production of large-scale pig farms

潜变量 Latent variable	测量变量 Measured variable	变量取值 Variable value
禀赋特征 Endowment characteristics	年龄(PBC1) Age	受访者实际年龄 Respondent's actual age
	受教育年限(PBC2) Education years	受访者实际受教育年限 Actual schooling years of respondents (a)
	生猪养殖出栏量(PBC3) Slaughter fattened hogs	受访者实际出栏量 Actual amount of slaughter fattened hogs (head)
清洁生产态度 Attitude toward clean production	如何看待生猪清洁生产(ATT1) How to consider pig clean production	没必要=1; 是一种趋势, 但目前条件不具备=2; 是一种社会责任, 应全面展开=3 No need = 1; just a trend, without available conditions currently = 2; a social responsibility and should be fully developed = 3
	对生猪养殖污染的了解程度(ATT2) Understanding of the pollution of pig breeding	非常不了解=1; 不了解=2; 一般=3; 了解=4; 非常了解=5 Absolutely unknown = 1; not understand = 2; general = 3; understand = 4; clearly understand = 5
外部规范 External regulation	政府支持力度(SN1) Government support	非常不支持=1; 不支持=2; 一般=3; 支持=4; 非常支持=5 Absolutely unsupported = 1; not supported = 2; general = 3; support = 4; very support = 5
	合作组织要求(SN2) Cooperative organization requirements	要求非常低=1; 低要求=2; 一般要求=3; 高要求=4; 要求非常高=5 Very low requirement = 1; low requirement = 2; general requirement = 3; high requirement = 4; very high requirement = 5
清洁生产认知 Clean production cognition	清洁生产内容认知(C1) Content cognition	非常不熟悉=1; 不熟悉=2; 一般熟悉=3; 熟悉=4; 非常熟悉=5 Very unfamiliar = 1; unfamiliar = 2; generally familiar = 3; familiar = 4; very familiar = 5
	清洁生产政策认知(C2) Clean production policy cognition	非常不熟悉=1; 不熟悉=2; 一般熟悉=3; 熟悉=4; 非常熟悉=5 Very unfamiliar = 1; unfamiliar = 2; generally familiar = 3; familiar = 4; very familiar = 5
源头预防行为 Source prevention behavior	种猪购买来源(B1a) Boar purchase source	自繁自养, 从集贸市场或外地购买=1; 自繁自养, 购买种猪精液或购进良种公猪=2, 屠宰企业统一提供=3; 从种猪场购买=4 Self-supporting, buying from the market or outside = 1; self-supporting, buying pig semen or purchasing improved boar = 2; slaughtering enterprise providing = 3; buying from breeding farm = 4
	饲料购买来源(B1b) Feed purchase source	自制饲料=1; 购买有品牌未获得认证的饲料=2; 购买绿色认证饲料=3; 购买有机认证饲料=4 Homemade feed = 1; purchase of branded uncertified feed = 2; purchase of green certified feed = 3; purchase of organic certified feed = 4
	兽药购买来源(B1c) Veterinary drug purchase source	自己配制=1; 购买无品牌兽药=2; 购买有品牌兽药=3 Prepare self = 1; buy unbranded veterinary drugs = 2; buy branded veterinary drugs = 3
过程控制行为 Process control behavior	兽药休药期设定(B2a) Veterinary drug withdrawal period setting	不可考虑=1; 出栏前 3~5 d 停止用药=2; 出栏前 6~10 d 停止用药=3; 按照兽药要求设定=4 No consider = 1; stop taking drug 3–5 days before the release = 2; stop taking drug 6–10 days before slaughter = 3; according to the requirements of drugs = 4
	场区清洁方式(B2b) Pig farm cleaning method	全部水冲式=1; 绝大部分水冲式=2; 部分水冲式=3; 较少水冲式=4 All water flush type = 1; most water flush type = 2; partial water flush type = 3; less water flush type = 4
	消毒周期(B2c) Cycle of disinfection	从不消毒=1; 1 年=2; 3 个月=3; 1 个月=4; 2 周=5; 1 周=6; 3~4 d=7 Never = 1; one year = 2; three months = 3; one month = 4; two weeks = 5; one week = 6; 3 to 4 days = 7
末端治理行为 Terminal governance behavior	粪水处理(B3a) Manure treatment	直接排放=1; 简单固液分离=2; 深度处理=3[1)] Direct discharge = 1; simple solid-liquid separation = 2; advanced treatment = 3[1)]
	粪便处理(B3b) Fecal treatment	废弃=1; 自用=2; 商业用=3[2)] Discard = 1; self-use = 2; commercial = 3[2)]
	病死猪处理(B3c) Sick pig treatment	加工卖掉=1; 扔掉=2; 深埋=3; 焚烧=4; 化制=5; 交由专业机构处理=6 Sold after death = 1; thrown away after death = 2; deep buried = 3; incineration = 4; chemical = 5; handed over to professional institutions = 6

1)粪水处理方式中"深度处理"包括厌氧反应、好氧处理、溶气气浮工艺; 2)粪污处理方式中"自用"包括直接还田和生产沼气, "商用"包括"出售"和"制造商业有机肥"。1) "advanced treatment" in the treatment of manure includes anaerobic reaction, aerobic treatment, dissolved air flotation process; 2) "self-use" in the treatment of manure includes direct return to the field and production of biogas, "commercial" includes "sale" and "manufacturing commercial organic fertilizer".

Bartllet 球体检验 χ^2 值为 772.186, P=0.000(<0.001), 问卷结构效度良好。Cronbanch's α 为 0.767(>0.6), 问卷题目具有稳定的信度。因此, 可进行因子分析。通过因子分析计算所有测量指标在其潜变量上的载荷因子(表 4)。结果显示, 所有测量指标的因子载荷都大于 0.5, 表明变量的测量具有较好的收敛效度。

表 4　规模养猪场户清洁生产认知与行为测量指标因子载荷

Table 4　Measurement indexes factor loads of clean production cognition and behavioral of large-scale pig farms

潜变量 Latent variable	测量变量 Measured variable	测量指标 Measurement standard	因子载荷 Factor load
规模养猪场户禀赋特征 Large-scale pig farm endowment characteristics	PBC1	年龄 Age	0.737
	PBC2	受教育年限 Education years	0.795
	PBC3	生猪养殖出栏量 Slaughter fattened hogs	0.745
规模养猪场户清洁生产态度 Large-scale pig farms clean production attitude	ATT1	您如何看待生猪清洁生产 How to treat pig clean production	0.519
	ATT2	您是否了解生猪养殖污染 Understanding of the pollution of pig breeding	0.594
外部规范 External norm	SN1	政府支持力度 Government support	0.640
	SN2	合作组织要求 Cooperative organization requirements	0.683
清洁生产认知 Clean production cognition	C1	清洁生产内容认知 Clean production content cognition	0.666
	C2	清洁生产政策认知 Clean production policy cognition	0.568
源头预防行为 Source prevention	B1a	种猪购买来源 Pig purchase source	0.674
	B1b	饲料购买来源 Feed purchase source	0.686
	B1c	兽药购买来源 Veterinary drug purchase source	0.707
过程控制行为 Process control	B2a	兽药休药期设定 Veterinary drug withdrawal period setting	0.735
	B2b	场区清洁方式 Pig farm cleaning method	0.554
	B2c	消毒频次 Frequency of disinfection	0.521
末端治理行为 End treatment	B3a	粪水处理方式 Manure treatment	0.617
	B3b	粪便处理方式 Fecal treatment	0.668
	B3c	病死猪处理方式 Sick pig treatment	0.574

3　模型拟合结果与分析

3.1　模型拟合

运用 AMOS21.0 对规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素进行分析, 对具有较大干扰作用的"性别"、"收入占比"等变量(由于规模养猪场户负责人有些为聘任制, 有些为养猪场主个人, 因此生猪养殖收入占比没有较强的解释性, 对模型造成干扰)进行剔除。假设规模养猪场户清洁生产态度、外部规范和规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知有显著正向影响, 进而对清洁生产行为(不进行源头预防、过程控制及末端治理的分类)有显著的正向影响, 模型虽然通过, 但方差存在负值, 所得参数无法做合理解释。因此对模型结构进行修正, 分别得到模型拟合路径(图 2)、模型假设检验结果(表 5、表 6)以及模型整体拟合度(表 7)。

3.2　结果分析

根据表 5 结构方程模型假设检验结果(结构模型)可验证本文假设, 除 H2 外其他假设均得到验证: 规模养猪场户清洁生产态度对清洁生产认知有直接影响(路径系数为 0.524, 下同), 对源头预防行为(0.365)、过程控制行为(0.553)、末端治理行为(0.478)有间接影响; 外部规范对清洁生产认知有直接影响(0.205), 对源头预防行为(0.113)、过程控制行为(0.171)、末端治理行为(0.148)有间接影响; 规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知有直接影响(0.239), 对源头预防行为(0.209)、过程控制行为(0.241)、末端治理行为(0.159)有间接影响; 清洁生产认知对源头预防行为(0.416)、过程控制行为(0.787)和末端治理行为(0.580)有直接影响。具体分析如下:

假设 H1 养殖主体的态度对清洁生产认知有显著的正向影响(路径系数 0.524, 显著性 P<0.005, 下同)得到验证。计划行为理论认为态度是行为主体在实施行为之前对该行为所持有的正面或者负面感受, 态度的测量指标是构成行为结果显著的信念函数。因此, 规模养猪场户对清洁生产的良好预期和对生猪养殖污染较好的熟悉程度, 将增强其主动实施清洁生产的意图, 促使规模养猪场户了解清洁生产的相关内容, 进而对认知产生正向的影响。

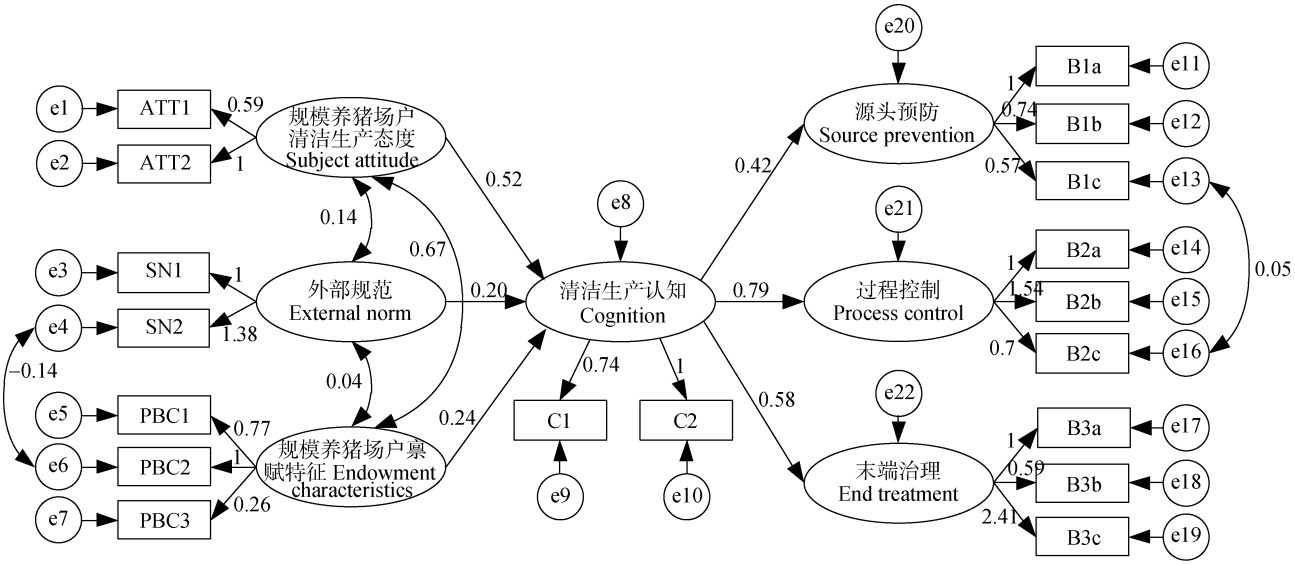

图 2 修正后的规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素结构方程模型标准拟合路径图(非标准化)

Fig. 2 Path diagram of the modified structural equation model (non-standardized) of factors affecting cognition and behavior of cleaner production of large-scale pig farms

表 5 规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素结构方程模型假设检验结果(结构模型)

Table 5 Hypothesis test results of structural equation model (structural model) of factors affecting cognition and behavior of cleaner production of large-scale pig farms

假设 Hypothesis	关系表达 Relational expression	估计 Estimated value	*P* 值 *P* value	结论 Conclusion
H1	规模养猪场户清洁生产态度→清洁生产认知 Clean production attitude → clean production cognition	0.524	**	支持 Supported
H2	外部规范→清洁生产认知 External norm → clean production cognition	0.205	0.263	不支持 Unsupported
H3	规模养猪场户禀赋特征→清洁生产认知 Endowment characteristics → clean production cognition	0.239	*	支持 Supported
H4a	清洁生产认知→源头预防 Clean production cognition → source prevention	0.416	***	支持 Supported
H4b	清洁生产认知→过程控制 Clean production cognition → process control	0.787	***	支持 Supported
H4c	清洁生产认知→末端治理 Clean production cognition → end treatment	0.580	***	支持 Supported

***: $P < 0.001$; **: $P < 0.005$; *: $P < 0.01$.

假设 H2 结论不支持外部规范对清洁生产认知产生显著的正向影响。从模型结果可看出，外部规范对清洁生产认知产生正向影响(0.205)，但不显著($P>0.01$)。外部规范是行为主体在选择行为方式时受到的外界干扰对自身行为决策产生的影响，行为主体会在行为实施过程中衡量外部组织或个人对自身是否采取该行为所产生的影响进行评估。规模养猪场户在外界环境约束下对清洁生产进行了解，提高了认知水平，但认知行为缺乏主动性，若缺少约束框架，规模养猪场户可能不会主动了解清洁生产。因此，外部规范虽然对清洁生产认知有正向影响，但影响作用不显著。

假设 H3 规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知有显著的正向影响(0.239, $P<0.01$)得到验证。由路径图可看出，规模养猪场户年龄及受教育年限对其禀赋特征的解释力较强。说明年长的人更愿意接受经验理论，对新的事物通常会在初始判断的基础上形成“锚”，在形成新的认知与评价之后决定行为[22]，而行为主体年轻化、学识化、养殖规模化程度越高，规模养猪场户禀赋特征越有优势，越会主动了解清洁生产，进而提高清洁生产认知程度。

假设 H4a 清洁生产认知对源头预防行为有显著的正向影响(0.416, $P<0.001$)得到验证。源头预防行为主要包括对投入品的控制，是预防废弃物产生的阶段。高质量种猪、饲料及兽药购买来源能够减少生猪疾病的发生，降低病死猪率，减少兽药残留和

有毒有害物质产生, 缓解末端治理压力。从模型结果可以看出, 受访者对清洁生产认知程度越高, 越倾向于通过选择良好的种猪、生态的饲料及低毒、低残留的兽药来实现清洁生产。

表 6　规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素结构方程模型假设检验结果(测量模型)

Table 6　Hypothesis test result of structural equation model (measurement model) of factors affecting cognition and behavior of cleaner production of large-scale pig farms

关系表达式 Relational expression	估计 Estimated value	S. E.值 S. E. value	C. R.值 C. R. value	*P* 值 *P* value
源头预防→饲料购买来源 Source prevention → feed purchase source	1.000	—	—	—
源头预防→种猪购买来源 Source prevention → pig purchase source	0.737	0.242	3.045	**
源头预防→兽药购买来源 Source prevention → veterinary drug purchase source	0.571	0.173	3.294	***
过程控制→场区清洁方式 Process control → pig farm cleaning method	1.000	—	—	—
过程控制→消毒频次 Process control → frequency of disinfection	1.643	0.350	4.688	***
过程控制→兽药休药期设定 Process control → veterinary drug withdrawal period setting	0.703	0.166	4.232	***
末端治理→粪水处理方式 End treatment → manure treatment	1.000	—	—	—
末端治理→粪便处理方式 End treatment → fecal treatment	0.586	0.122	4.811	***
末端治理→病死猪处理方式 End treatment → sick pig treatment	2.408	0.400	6.014	***
规模养猪场户禀赋特征→受教育年限 Endowment characteristics → education years	1.000	—	—	—
规模养猪场户禀赋特征→年龄 Endowment characteristics → age	0.766	0.193	3.974	***
规模养猪场户禀赋特征→生猪养殖出栏量 Endowment characteristics → slaughter fattened hogs	6 635.388	2 094.840	3.167	**
规模养猪场户清洁生产态度→对生猪养殖污染的了解 Clean production attitude → understanding of the pollution of pig breeding	1.000	—	—	—
规模养猪场户清洁生产态度→如何看待清洁生产 Clean production attitude → how to treat pig clean production	0.592	0.084	7.015	***
外部规范→政府支持力度 External norm → government support	1.000	—	—	—
外部规范→经营组织要求 External norm → cooperative organization requirements	1.385	0.351	3.943	***
清洁生产认知→清洁生产政策认知 Clean production cognition → clean production policy cognition	1.000	—	—	—
清洁生产认知→清洁生产内容认知 Clean production cognition → clean production content cognition	0.744	0.144	5.157	***

***: $P < 0.001$; **: $P < 0.005$; *: $P < 0.01$.

表 7　规模养猪场户清洁生产认知与行为影响因素结构方程模型整体适配度评价指标及拟合结果

Table 7　Evaluation index system and the fitting results of structure equation model of factors affecting cognition and behavior of cleaner production of large-scale pig farms

统计检验量 Statistical test variable	适配标准 Suggestive value	模型实际值 Model actual value	模型拟合判断 Model fitting judgment
RMSEA	<0.05	0.036	是 Yes
GFI	>0.90	0.949	是 Yes
AGFI	>0.90	0.929	是 Yes
IFI	>0.90	0.907	是 Yes
CFI	>0.90	0.903	是 Yes
PGFI	>0.50	0.688	是 Yes
PNFI	>0.50	0.619	是 Yes
PCFI	>0.50	0.732	是 Yes
CN	>200.00	311.000	是 Yes
CMIN/DF	<2.00	1.496	是 Yes

假设 H4b 清洁生产认知对过程控制行为有显著的正向影响(0.787, P<0.001)得到验证。过程控制行为是减少生猪养殖废弃物产生的阶段。清洁生产认知对过程控制行为有显著正向影响, 说明规模养猪场户清洁生产认知程度越高, 在生猪养殖过程中越倾向于选择节水的清洁方式、生态的饲料配方, 以及更倾向于遵守兽药休药期规定。例如, 规模养猪场户对清洁生产的认知程度越高, 则越会在饲喂过程中使用低氮、低磷、低矿物质配方饲料及饲料添加剂(微生物制剂、酶制剂)提高饲料转化率, 减少有毒有害气体的排放; 在饲喂过程中更倾向于按照规定设定兽药休药期, 降低有毒有害物质在生猪体内的残留, 防止兽药残留随粪污排放出来造成环境污染; 在卫生环境的维护中, 则越会减少水资源的浪费, 避免废水混合粪尿排放, 防止粪尿中有害残留得不到有效分离, 致使污染源扩大。

假设 H4c 清洁生产认知对末端治理行为有显著的正向影响(0.580, P<0.001)得到验证。末端治理行为能够降低废弃物对环境污染, 是清洁生产的最后关卡, 对生产源头及过程中无法避免的污染, 必须在末端进行最大程度的治理, 将养殖污染降至最低。生猪养殖末端治理行为主要表现在粪污资源化利用及病死猪无害化处理方面。从假设结果可以看出, 受访者清洁生产认知程度越高, 对废弃物的处理方式越倾向于合理化、标准化。例如, 规模养猪场户对清洁生产认知程度越高, 则粪便的处理越倾向于选择直接还田和生产沼气的自用方式及出售和制造商业有机肥的处理方式; 粪水会进行厌氧反应、好氧反应和溶气气浮工艺等的深度处理; 病死猪处理更倾向于化制或交由专业机构处理等方式。测量模型反映了各潜变量和对应的观察变量间的相互关系, 阐明了潜变量与测量变量间的作用机理, 由表 6 模型估计结果(测量模型)可知:

1)规模养猪场户清洁生产态度作用机理。规模养猪场户清洁生产态度由规模养猪场户如何看待清洁生产和对生猪养殖污染了解程度 2 个指标变量构成, 均为显著正相关, 标准化的路径系数为 0.557 和 0.647。行为学理论表明, 态度对行为有支配作用, 行为是态度的响应, 要想实现清洁生产行为必须有良好的态度。规模养猪场户对清洁生产越认可, 对生猪养殖污染越熟悉, 清洁生产态度就越积极, 从而有更好的认知水平, 更愿意实施清洁生产行为。因此, 应当加强对清洁生产良好效果的宣传, 帮助养猪场户明晰清洁生产行为优势, 使养猪场户对清洁生产有良好的行为预期及满意态度, 提高清洁生产认知, 实现清洁生产行为。

2)外部规范作用机理。外部规范由政府对清洁生产的支持力度和经营组织对清洁生产的要求 2 个测量指标构成, 均为显著正相关, 标准化路径系数为 0.343 和 0.670。说明政府对清洁生产的支持力度越大、经营组织对清洁生产要求越高, 规模养猪场户的外部约束越大, 且经营组织的外部约束影响远大于政府支持。由此可见, 政府应当加大资金、技术、土地、市场信息等方面的支持, 经营组织更应该提高对养猪场户清洁生产的要求, 例如加大对兽药残留的检测、病死猪处理等方面的监督力度, 进而提高认知水平, 为实施清洁生产行为提供条件。

3)规模养猪场户禀赋特征作用机理。规模养猪场户禀赋特征由受访者年龄、受教育年限及生猪养殖出栏量 3 个指标变量构成, 均为显著正相关, 标准化路径系数为 0.563、0.572 和 0.255。说明行为主体越年轻、文化程度越高, 则学习新技能和接受新知识的能力就越强, 同时为规避风险, 出栏量越大, 越会主动提高清洁生产认知水平, 从而更倾向于实施清洁生产行为。

4)清洁生产认知作用机理。清洁生产认知由受访者对清洁生产内容认知和清洁生产政策认知两个测量指标构成, 结果均为显著正相关, 标准化路径系数为 0.357 和 0.516。说明规模养猪场户对清洁生产内容与政策熟悉程度越高, 就越能更好地实施清洁生产行为。这是因为规模养猪场户对清洁生产的内容越熟悉, 越能认识到清洁生产相比于传统养殖的优势, 更能明确清洁生产的发展趋势。对清洁生产政策理解越深入, 就越能明晰政府对清洁生产的政策导向, 从而越愿意实施生猪养殖清洁生产行为。

5)源头预防行为作用机理。源头预防行为由种猪购买来源、饲料购买来源和兽药购买来源 3 个测量指标构成, 其标准化路径系数为 0.337、0.344 和 0.472, 结果均为显著正相关。说明源头预防行为越好规模养猪场户就越倾向于选择优良的种猪、投入无公害的饲料及低毒、低残留的兽药, 以此来降低疫病发生率及废弃物毒性残留, 减少病死猪, 预防生猪养殖对环境造成的污染。

6)过程控制行为作用机理。过程控制行为由场区清洁方式、消毒频次和兽药休药期设定 3 个测量指标构成, 结果均为显著正相关, 标准化路径系数为 0.364、0.495 和 0.383。说明过程控制行为越好, 受访者越倾向于选择更节水的清洁方式以此来减少废水的产生, 更加注重猪场消毒以减少病死猪的产生, 同时规范设定兽药休药期以降低毒性残留, 进而有效减少养殖环境污染。

7)末端治理行为作用机理。末端治理由粪水处理方式、粪便处理方式和病死猪处理方式 3 个测量指标构成, 标准化路径系数为 0.522、0.371 和 0.579, 均通过显著性检验。说明末端治理行为越好, 规模养猪场户越倾向于废弃物资源化利用和无害化处理方式。例如对粪便的出售及制造商业有机肥, 对粪水进行厌氧(好氧)处理, 对病死猪进行化制等, 而不是废弃或简单处理, 以此降低生猪养殖对环境造成的危害。

规模养猪场户清洁生产态度、外部规范、规模养猪场户禀赋特征影响清洁生产认知, 进而支配清洁生产具体行为。根据测量模型可知, 3 者即对认知有直接影响, 也对具体行为有传递作用, 即间接影响。因此, 在以上结论基础上, 本文对结构模型和测

量模型所有变量间的间接影响因素及作用机理进行分析，详见表 8。

表 8　规模养猪场户清洁生产认知与行为变量间的间接影响关系(标准化路径系数)

Table 8　Indirect effects among variables of clean production cognition and behavior of large-scale pig farms (standardized path coefficients)

	规模养猪场户清洁生产态度 Clean production attitude of large-scale pig farms	规模养猪场户禀赋特征 Endowment characteristics of large-scale pig farm	外部规范 External norm
病死猪处理方式 Sick pig treatment	0.277	0.121	0.085
粪便处理方式 Fecal treatment	0.177	0.077	0.055
粪水处理方式 Manure treatment	0.250	0.109	0.077
兽药休药期设定 Veterinary drug withdrawal period setting	0.212	0.093	0.065
消毒频次 Frequency of disinfection	0.274	0.119	0.084
场区清洁方式 Pig farm cleaning method	0.201	0.088	0.062
兽药购买来源 Veterinary drug purchase source	0.172	0.075	0.053
种猪购买来源 Pig purchase source	0.123	0.054	0.038
饲料购买来源 Feed purchase source	0.126	0.055	0.039

对没有相互影响关系的变量不做显示。Variables that do not interact with each other are not displayed.

由表 8 可知，潜变量规模养猪场户清洁生产态度、规模养猪场户禀赋特征和外部规范对清洁生产行为的各项观测变量均有间接正向影响作用，对病死猪处理、消毒频次和粪水处理行为间接影响最大，其次是兽药休药期设定、场区清洁和粪便处理行为，对兽药购买来源、饲料购买来源和种猪购买来源的间接影响最小。可以看出，规模养猪场户清洁生产态度、规模养猪场户禀赋特征和外部规范对末端治理行为和过程控制行为的观测变量影响较为明显，对源头预防行为的各观测变量影响较小。说明规模养猪场户对清洁生产的积极态度和良好的自身禀赋特征，以及外部规范对清洁生产过程控制行为和末端治理行为有明显的促进作用，对源头预防行为促进作用较小。从表中还可以看出，规模养猪场户清洁生产态度对各观测变量的间接影响最大，其次是规模养猪场户禀赋特征，外部规范对各观测变量间接影响最小。说明规模养猪场户对清洁生产的积极态度最能促进其清洁生产行为的形成，其次规模养猪场户良好的禀赋特征也能促使其实施清洁生产行为，加强外界约束对实施清洁生产的促进作用最小。

4　讨论与结论

本文基于计划行为理论，利用山东省 17 地市 509 份调查数据，运用结构方程模型对规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素及作用机理进行了分析。结果表明: 1)规模养猪场户清洁生产行为受其认知程度的影响，而认知程度取决于规模养猪场户清洁生产态度、外部规范及规模养猪场户禀赋特征。其中，由如何看待清洁生产和对生猪养殖污染熟悉度构成的规模养猪场户清洁生产态度，以及由年龄、受教育年限和生猪养殖出栏量构成的规模养猪场户禀赋特征对清洁生产认知具有显著的正向影响，这与其他学者的研究具有某方面的一致性[19]; 包含政府对清洁生产支持力度和经营组织对清洁生产要求的外部规范对清洁生产认知有正向影响，但并不显著。2)规模养猪场户清洁生产认知对源头预防行为、过程控制行为和末端治理行为有显著的正向影响; 3)规模养猪场户清洁生产态度，外部规范和禀赋特征对清洁生产行为有间接影响，其中，规模养猪场户清洁生产态度对行为各观测变量的间接影响最大，其次是规模养猪场户禀赋特征，外部规范的间接影响最小。各因素对认知与行为的作用机理揭示了其通过提高养猪场户认知水平，驱动源头预防、过程控制及末端治理 3 个阶段的行为，而认知水平又受制于行为主体的态度、禀赋特征，以及外部环境的规范性，这三者对最终的行为形成产生间接作用，且为正向。

但在目前环境规制下，包含政府对清洁生产的支持力度和经营组织对清洁生产要求的外部规范，却对认知与行为的作用最小(作用不显著)，不符合预想。依据本文推测，原因可能是: 1)外部规范对规模养猪场户的支持或约束已经达到某一阶段，需要产生新的平衡点才能对认知与行为产生更大作用力; 2)外部规范的作用效果已经达到应有程度，只是养猪场户态度和禀赋特征对认知与行为作用力相比之下显得更大，在对比中较难量化其实际作用力。由此可见，行为主体的态度和禀赋特征，以及外部规

范直接作用于认知，间接作用于行为，对清洁生产各阶段的行为作用又不尽相同，最终目的是实现清洁生产，降低生猪养殖污染。因此，清洁生产认知与行为的影响因素及作用机理并非简单的线性关系，而需要更加复杂化的理论进行剖析。

基于以上结果分析，本文得到如下启示：要想降低生猪养殖污染，实现规模养猪场户清洁生产行为就要提高其对清洁生产，特别是源头预防的认知程度，通过网络媒体、宣传册、布告栏及养殖同行等对清洁生产概念、内容、政策法规进行普及，提高规模养猪场户对清洁生产的期望及对养殖污染的了解程度，进而主动了解清洁生产，这也是目前关于清洁生产较为一致的观点[23-25]。在此过程中，首先需要从事宣传工作的人员对清洁生产有较高的认知程度，认识到普及清洁生产的重要性，抓住重点，减少行文似的泛泛宣传，使普及内容能够易于被理解和接受；通过开设理论学习班，组织技术大讲堂，提高规模养猪场户的理论基础及专业技能，培养职业养猪场主，使养殖主体年轻化、学识化，鼓励适度规模化养殖，优化规模养猪场户自身禀赋特征，提高其认知水平，进而增强清洁生产行为能力；通过增加政府、合作经营组织监督，增强外部规范对行为主体的约束性，外部规范对清洁生产行为的约束力是增加主体行为动机的重要促进因素，但外部机构出于自身利益最大化的经济人假设，会根据自身需要对养猪场户有不同的要求。由此突出了统一行业标准的重要性。因此，挑选行业主导企业在政府监督下制定统一行业标准，是促使行为主体实现清洁生产，降低环境污染的重要途径。

综上所述，本文对规模养猪场户清洁生产认知与行为的影响因素和作用机理进行了剖析，重点集中在清洁生产的主要行为主体——规模养猪场户，还需对其他经营主体、政府监督机构及上下游供应销售企业等的行为进行详细研究，以便对整个清洁生产行为系统进行更加深入的剖析。因此，可在本文研究基础上，对规模养猪场户和其他参与主体(主要是政府监督部门)的生产行为进行双种群博弈演进剖析，以探究规模养猪场户清洁生产行为的演进过程，全面阐释规模养猪场户清洁生产行为的演进机制，并提出适应性建议，以实现降低生猪养殖污染的根本目的。

参考文献 References

[1] LUO T, YUE Q, YAN M, et al. Carbon footprint of China's livestock system — A case study of farm survey in Sichuan Province, China[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 102: 136–143

[2] NORSE D, JU X T. Environmental costs of China's food security[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2015, 209: 5–14

[3] TABASSUM-ABBASI, ABBASI T, ABBASI S A. Reducing the global environmental impact of livestock production: The minilivestock option[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 112: 1754–1766

[4] VU T K V, TRAN M T, DANG T T S. A survey of manure management on pig farms in northern Vietnam[J]. Livestock Science, 2007, 112(3): 288–297

[5] DOURMAD J Y, JONDREVILLE C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours[J]. Livestock Science, 2007, 112(3): 192–198

[6] SNEERINGER S, KEY N. Effects of CAFO regulations on livestock producers' behaviors[C]//Agricultural & Applied Economics Association's 2013 AAEA & CAES Joint Annual Meeting. Washington, DC: Agricultural & Applied Economics Association, 2013

[7] ZULFIQAR F, THAPA G B. Determinants and intensity of adoption of "better cotton" as an innovative cleaner production alternative[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172: 3468–3478

[8] COLE D, TODD L, WING S. Concentrated swine feeding operations and public health: A review of occupational and community health effects[J]. Environmental Health Perspectives, 2000, 108(8): 685–699

[9] CAMPAGNOLO E R, JOHNSON K R, KARPATI A, et al. Antimicrobial residues in animal waste and water resources proximal to large-scale swine and poultry feeding operations[J]. Science of the Total Environment, 2002, 299(1/3): 89–95

[10] LIENHOOP N, BROUWER R. Agri-environmental policy valuation: Farmers' contract design preferences for afforestation schemes[J]. Land Use Policy, 2015, 42: 568–577

[11] 应瑞瑶, 薛荦绮, 周力. 基于垂直协作视角的农户清洁生产关键点研究——以生猪养殖业为例[J]. 资源科学, 2014, 36(3): 612–619
YING R Y, XUE L Q, ZHOU L. Critical clean production behavior of pig farmers based on vertical coordination angle[J]. Resources Science, 2014, 36(3): 612–619

[12] 吴秀敏. 养猪户采用安全兽药的意愿及其影响因素——基于四川省养猪户的实证分析[J]. 中国农村经济, 2007, (9): 17–24
WU X M. The willingness of pig farmers to adopt safe veterinary drugs and its influencing factors — An empirical analysis based on pig farmers in Sichuan Province[J]. Chinese Rural Economy, 2007, (9): 17–24

[13] 吴林海, 谢旭燕. 生猪养殖户认知特征与兽药使用行为的相关性研究[J]. 中国人口•资源与环境, 2015, 25(2): 160–169
WU L H, XIE X Y. A study about the interrelation between pig farmers' cognitive characteristics and behaviors on vet-

erinary drugs use[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(2): 160–169

[14] 虞祎, 张晖, 胡浩. 排污补贴视角下的养殖户环保投资影响因素研究——基于沪、苏、浙生猪养殖户的调查分析[J]. 中国人口•资源与环境, 2012, 22(2): 159–163
YU Y, ZHANG H, HU H. Study on the factors affecting breeding farmers' environmental investment in the perspective of pollution subsidies: Based on the survey of farmers from Shanghai, Jiangsu and Zhejiang[J]. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(2): 159–163

[15] 胡浩, 张晖, 黄士新. 规模养殖户健康养殖行为研究——以上海市为例[J]. 农业经济问题, 2009, (8): 25–31
HU H, ZHANG H, HUANG S X. An analysis on the scale breeding farmers' healthy breeding behavior: A case study in Shanghai City[J]. Issues in Agricultural Economy, 2009, (8): 25–31

[16] 虞祎, 张晖, 胡浩. 环境规制对中国生猪生产布局的影响分析[J]. 中国农村经济, 2011, (8): 81–88
YU Y, ZHANG H, HU H. Analysis of the influence of environmental regulation on the distribution of Chinese pig production[J]. Chinese Rural Economy, 2011, (8): 81–88

[17] 杨惠芳. 生猪面源污染现状及防治对策研究——以浙江省嘉兴市为例[J]. 农业经济问题, 2013, (7): 25–29
YANG H F. Current status and countermeasures of pigs non-point source pollution: Case of Jiaxing[J]. Issues in Agricultural Economy, 2013, (7): 25–29

[18] 邬兰娅, 齐振宏, 张董敏, 等. 养猪业环境外部性内部化的治理对策研究——以死猪漂浮事件为例[J]. 农业现代化研究, 2013, 34(6): 694–697
WU L Y, QI Z H, ZHANG D M. Countermeasures for internalization of environmental externalities in pig-raising industry — A case of floating dead pigs[J]. Research of Agricultural Modernization, 2013, 34(6): 694–697

[19] 吴林海, 许国艳, 杨乐. 环境污染治理成本内部化条件下的适度生猪养殖规模的研究[J]. 中国人口•资源与环境, 2015, 25(7): 113–119
WU L H, XU G Y, YANG L. Optimum-scale of pig farming: A perspective of internalizing the cost of environmental pollution control[J]. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(7): 113–119

[20] 乔娟, 舒畅. 养殖场户病死猪处理的实证研究: 无害化处理和方式选择[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(3): 179–187
QIAO J, SHU C. Empirical research on dead pig disposing in farm: Harmless treatment and method selection[J]. Journal of China Agricultural University, 2017, 22(3): 179–187

[21] AJZEN I. The theory of planned behavior[J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991, 50(2): 179–211

[22] 丹尼尔·卡尼曼, 保罗·斯洛维奇, 阿莫斯·特沃斯基. 不确定状况下的判断: 启发式和偏差[M]. 方文, 吴新利, 张擘, 等译. 北京: 中国人民大学出版社, 2013: 3–20
KAHNEMAN D, SLOVIC P, TVERSKY A. Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases[M]. FANG W, WU X L, ZHANG B, et al, trans. Beijing: China Renmin University Press, 2013: 3–20

[23] 刘雪芬, 杨志海, 王雅鹏. 畜禽养殖户生态认知及行为决策研究——基于山东、安徽等 6 省养殖户的实地调研[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(10): 169–176
LIU X F, YANG Z H, WANG Y P. Ecological cognition and behavior decision of poultry farmers: Based on field research of farmers in six provinces such as Shandong and Anhui[J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(10): 169–176

[24] 赵丽平, 邱雯, 王雅鹏, 等. 农户生态养殖认知及其行为的不一致性分析——以水禽养殖户为例[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2015, (6): 44–50
ZHAO L P, QIU W, WANG Y P, et al. Inconsistency of cognition of farmer's ecological farming and their behaviors — Taking waterfowl farmers for example[J]. Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition, 2015, (6): 44–50

[25] 潘丹, 孔凡斌. 养殖户环境友好型畜禽粪便处理方式选择行为分析——以生猪养殖为例[J]. 中国农村经济, 2015, (9): 17–29
PAN D, KONG F B. Analysis on the behavior choice of environmentally friendly livestock and poultry manure treatment methods in farmers — Taking pig breeding as an example[J]. Chinese Rural Economy, 2015, (9): 17–29