



那伟,赵新颖,梁大鹏,等.吉林省农业温室气体排放特征及减排对策分析[J].黑龙江农业科学,2021(11):85-90.

吉林省农业温室气体排放特征及减排对策分析

那伟¹,赵新颖¹,梁大鹏²,刘海燕¹,祝延立¹

(1. 吉林省农业科学院 农村能源与生态研究所,吉林 长春 130033;2. 长春市第十一高中,吉林 长春 130062)

摘要:为指导农业减排措施的合理制定,本研究根据《省级温室气体清单编制指南(试行)》提供的研究方法和排放因子,结合吉林省农业生产活动实际,对2005—2019年吉林省农业生产活动温室气体的排放总量、演化特征、结构组成和排放强度进行分析。结果表明:2005—2019年,吉林省农业活动温室气体排放经历了快速增长、缓慢增长、缓慢下降3个演化阶段,增长幅度较小,总体保持相对稳定,呈现下降态势。吉林省农业温室气体组成结构一直以 N_2O 排放为主体,呈现不断上升趋势, CH_4 排放当量所占比重则逐年下降,二者年均所占比重分别为60.46%和39.54%。研究阶段农用地 N_2O 排放一直为吉林省温室气体第一排放源,其次为动物肠道、动物粪便管理排放,最低为稻田排放,年均所占比重分别为50.8%、28.8%、11.5%和8.9%。2005—2019年吉林省农业温室气体排放总体强度逐年下降,农业生产转型升级、节能减排效果较好。最后,分别依据吉林省温室气体不同排放源的特征提出了优化对策。

关键词:温室气体;种植业;养殖业;核算;吉林省

随着全球经济和社会的发展,人类生产活动排放大量温室气体导致全球气候变暖已是不争的事实^[1]。农业是人类重要生产活动之一,其所产生的温室气体已成为全球温室气体的重要组成部分。IPCC的一项研究表明,农业生产活动所产生的甲烷和氧化亚氮分别占人类活动所引起的温室气体排放总量的52%和70%^[2]。在全球气候变化的背景下,农业活动温室气体排放越来越受到社会各界的关注,不同学者从国家、省域、地区等尺度对温室气体排放总量、时空演化特征及减排技术措施进行了分析。前人对中国农业温室气体来源及减排技术措施进行了分析^[3-4],依据IPCC提出的方法对国家、安徽省、山西省的农业温室气体排放进行了测算分析^[5-9],对地区温室气体和甲烷等温室气体进行单独测算^[10-12]。因此,科学准确地核算温室气体排放量对于合理制定农业减排措施具有十分重要的作用。

吉林省是我国农业大省,随着农业经济的快速发展,种植业和养殖业规模化水平显著提高,农业生产活动中的温室气体排放量逐年增加,温室

气体减排的压力不断加大,迫切需要对吉林省温室气体的排放进行深入分析,明确排放总量、结构特征和演化规律。本研究借鉴前人研究结果以及具有普遍适用性的国家发改委编制的《省级温室气体清单编制指南(试行)》的方法,对2005—2019年吉林省农业生产活动主要温室气体 CH_4 和 N_2O 的排放总量进行核算,分析吉林省温室气体的排放总量及其时空变化特征,预测全省未来温室气体排放趋势,提出农业节能减排的重点对象,旨在为吉林省制定合理的农业减排措施提供参考依据。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

根据《IPCC国家温室气体清单指南》^[13]和参考相关学者的研究^[3-4,10],结合吉林省农业生产的实际情况,确定吉林省农业温室气体排放源主要包括4个部分:一是稻田 CH_4 排放;二是农用地施肥的 N_2O 排放;三是动物肠道发酵的 CH_4 排放,四是动物粪便管理过程中的 CH_4 和 N_2O 排放。

1.1.1 稻田 CH_4 排放 根据《指南》计算公式:

$$E_{CH_4} = EF \times AD \quad (1)$$

其中, E_{CH_4} 为稻田 CH_4 排放总量; EF 为稻田 CH_4 排放因子, AD 为水稻播种面积。依据吉林省稻田有机肥施用水平、管理模式、气候条件等因素,结合《指南》推荐数值和相关研究^[14-15]确定吉

收稿日期:2021-06-18

基金项目:吉林省生态环境环保科研项目“吉林省农业氧化亚氮排放与控制研究”(吉环科字2021-25)。

第一作者:那伟(1977—),男,博士,副研究员,从事乡村规划与循环农业研究。E-mail:nawei6120@163.com。

通信作者:祝延立(1968—),男,硕士,研究员,从事农村生态与循环农业研究。E-mail:zhuyanli0000@126.com。

林省稻田 CH₄ 排放因子为 168 kg·hm⁻²。

1.1.2 农用地施肥 N₂O 排放 根据《指南》的确定方法和参考相关研究^[16-18],农用地 N₂O 排放分为直接排放和间接排放,间接排放包括大气氮沉降、氮淋溶和径流损失。农用地氮直接输入包括化肥氮 N_{化肥}、粪肥氮 N_{粪肥}、秸秆还田氮 N_{秸秆}。

$$N_2O = (N_{化肥} + N_{粪肥} + N_{秸秆}) \times EF_{直接因子} \quad (2)$$

结合《指南》推荐和吉林省农用地实际,确定 N₂O 直接排放因子为 0.011 4 kg N 输入量。农用地 N₂O 间接排放源于施肥土壤和畜禽粪便 NO_x 和 NH₃ 挥发经过大气氮沉降,引起的 N₂O 沉降排放,以及土壤淋溶或者径流损失进入水体而引起的 N₂O 淋溶排放。其中大气氮沉降引起的氮间接排放计算公式:

$$N_2O_{沉降} = (N_{畜禽} \times 20\% + N_{输入} \times 10\%) \times 0.01 \quad (3)$$

氮淋溶和径流损失引起的氮间接排放计算公式:

$$N_2O_{淋溶或径流} = N_{输入} \times 20\% \times 0.0075 \quad (4)$$

农用地 N₂O 排放量等于直接排放和间接排放氮输入量总和乘以折算 N₂O 排放因子 44/28,计算公式:

$$N_2O_{总排放量} = (N_{直接} + N_{间接}) \times 44/28 \quad (5)$$

1.1.3 动物肠道 CH₄ 排放 按照《指南》的计算方法核算动物肠道发酵 CH₄ 排放量。

$$E_{CH_4(肠道)} = \sum EF_i \times AP_i \quad (6)$$

式中:E_{CH₄肠道} 为第 i 种动物肠道甲烷排放量 EF_i 为第 i 种动物肠道甲烷排放因子;AP_i 为第 i 种动物存栏量。结合《指南》的推荐值、相关研究^[19-21]和吉林省畜禽养殖专家咨询,本研究将奶牛、非奶牛、绵羊和山羊的规模化饲养、农户散养和放牧饲养的甲烷排放因子取平均数,最终确定吉林省各种动物肠道 CH₄ 排放因子(表 1)。

表 1 动物肠道发酵 CH₄ 排放因子

饲养种类	排放因子/(kg·头 ⁻¹ ·年 ⁻¹)
奶牛	92.2
非奶牛	68.7
绵羊	8.1
山羊	8.3
猪	1.0
马	18.0
驴/骡	10.0
鹿	8.0

1.1.4 动物粪便管理 CH₄ 和 N₂O 排放 按照《指南》的计算方法核算动物粪便管理 CH₄ 排放量和 N₂O 排放量。

$$E_{CH_4(管理)} = \sum EF_i_{管理} \times AP_i \quad (7)$$

式中:E_{CH₄管理} 为第 i 种动物粪便管理甲烷排放量;EF_{i管理} 为第 i 种动物粪便管理甲烷排放因子;AP_i 为第 i 种动物存栏量。

$$E_{N_2O(管理)} = \sum EF_i_{管理} \times AP_i \quad (8)$$

式中:E_{N₂O管理} 为第 i 种动物粪便管理 N₂O 排放量;EF_i 为第 i 种动物粪便管理氧化亚氮排放因子;AP_i 为第 i 种动物存栏量。

根据吉林省畜禽养殖结构特征,结合相关研究^[19-21]、《指南》的推荐值和动物专家咨询数值,确定吉林省动物粪便管理 CH₄ 和 N₂O 排放因子(表 2)。

表 2 动物粪便管理 CH₄ 及 N₂O 排放因子

单位:kg·头⁻¹·年⁻¹

饲养种类	CH ₄ 排放因子	N ₂ O 排放因子
奶牛	2.23	1.096
非奶牛	1.02	0.913
绵羊	0.15	0.057
山羊	0.16	0.057
猪	1.12	0.266
家禽	0.01	0.007
马	1.09	0.330
驴/骡	0.60	0.188
鹿	0.50	0.120

1.2 数据来源

本研究所需的农作物种植面积和产量统计数据、畜禽养殖规模数据、化肥施用量等数据来自 2006—2020 年《中国统计年鉴》《吉林统计年鉴》及《中国农村统计年鉴》等相关统计资料。有机肥、化肥、复合肥氮肥含量、秸秆还田等相关数据通过吉林省农业、畜牧业相关部门和专家的访谈和实地市场调查获得。

2 结果与分析

2.1 吉林省农业活动温室气体排放总量演化

吉林省农业活动产生的温室气体主要是 CH₄ 和 N₂O。为了统一比较,将 CH₄ 和 N₂O 折算成 CO₂ 当量,其中计算吉林省温室气体排放总量。根据表 3 和图 1 可以看出,吉林省农业温室气体总量 CO₂ 当量介于 2 640.57 万~3 241.64 万 t。由 2005

年的 2 640.57 万 t 增长到 2019 年的 2 644.42 万 t,仅增加了 3.85 万 t,增长幅度较小,总体保持相对稳定。2005—2019 年吉林省温室气体总量经历了快速增长、缓慢增长、缓慢下降 3 个演化阶段。根据图 1 可以看出,第一阶段为 2005—2008 年快速增长阶段,该阶段种植规模不断扩大,农作物施用化肥强度增大,养殖业规模化程度加快,温室气体总量 CO₂ 当量由 2005 年的 2 640.57 万 t 增加到 2008 年的 3 241.64 万 t,增加了 601.07 万 t,增长 22.76%;第二阶段为 2009—2016 年,受到畜禽疫

病和农产品市场波动的影响,养殖规模急剧下降,种植规模结构优化调整,2009 年温室气体排放量大幅降低,比 2008 年下降了 590.93 万 t。2010—2016 年温室气体排放表现出稳定缓慢增长的趋势,2016 年排放量达到了 2 919.44 万 t;第三阶段为 2016—2019 年,在国家生态文明建设的推动下,农村生态环境不断改善,畜禽养殖的环保设施建设不断完善,畜禽养殖规模结构不断优化调整,化肥施用强度有所下降,温室气体排放呈现下降的趋势。

表 3 2005—2019 年吉林省温室气体排放总量

单位:万 t

年份	稻田 CH ₄	农用地 N ₂ O	动物肠道 CH ₄	动物粪便管理		排放总量 CO ₂ 当量
				CH ₄	N ₂ O	
2005	230.73	1124.74	933.90	45.62	305.57	2640.57
2006	234.26	1188.88	1008.26	48.95	328.08	2808.44
2007	236.91	1254.07	1112.66	55.39	365.61	3024.64
2008	234.79	1339.26	1208.83	60.73	398.03	3241.64
2009	235.49	1283.62	821.39	41.09	269.11	2650.71
2010	239.98	1332.50	794.38	40.16	260.00	2667.01
2011	246.15	1401.39	747.65	39.70	252.71	2687.59
2012	251.05	1465.74	754.82	40.04	256.57	2768.23
2013	260.86	1521.88	761.98	39.84	255.58	2840.13
2014	267.07	1567.21	753.87	39.62	253.02	2880.78
2015	274.76	1600.75	787.10	39.71	259.68	2961.99
2016	282.31	1603.29	748.37	38.17	247.30	2919.44
2017	289.58	1560.45	591.85	34.27	215.33	2691.47
2018	296.25	1532.61	571.95	33.07	209.06	2642.93
2019	296.49	1528.30	580.84	31.67	207.12	2644.42

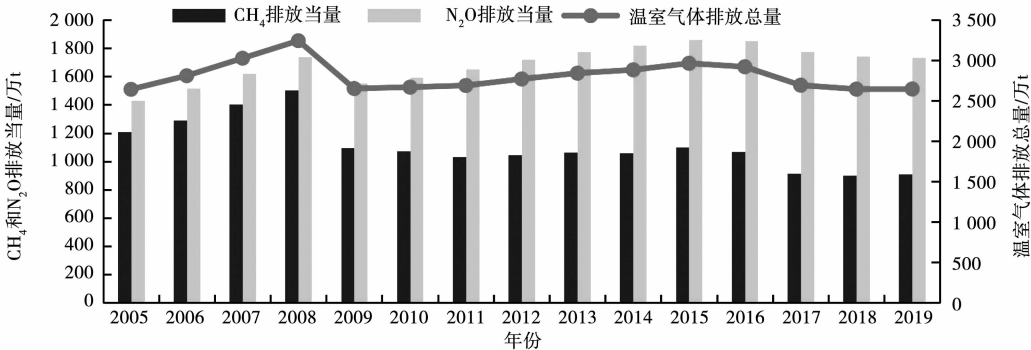


图 1 2005-2019 年吉林省温室气体排放总量及结构

根据图 1,从温室气体排放的组成结构上看,CH₄排放当量由 1 210.25 万 t 下降到 908.99 万 t,下降了 301.26 万 t。CH₄排放所占全部温室气体排放比重逐年下降,由 2005 年的 45%下降到

2019 年的 34%,年均所占比重为 39.54%。N₂O 排放当量由 1 430.31 万 t 增长到 1 735.42 万 t,增长了 305.11 万 t,N₂O 排放所占全部温室气体排放比重逐年上升,由 2005 年的 55%上升到

2019 年的 66%，年均所占比重为 60.46%。可以看出，吉林省的 N_2O 排放是温室气体排放的主体，而 CH_4 排放的排放比重逐渐降低，未来如何采取有效技术措施降低 N_2O 排放是降低吉林省温室气体排放的重要方面。

2.2 吉林省农业活动温室气体排放源

如图 2 所示，从农业活动温室气体排放源来看，2005—2019 年，农用地排放一直为吉林省温室气体第一排放源，所占比重逐年增长，已经由 42% 增加到 58%，年均占比为 50.8%。究其原因

因，吉林省种植业规模逐年扩大，化肥施用量大、强度高、肥料利用率低，秸秆还田利用率低，导致农用地 N_2O 排放量一直居高不下。动物肠道排放为第二排放源，所占比重逐年下降，已经由 35% 下降到 22%，年均所占比重为 28.8%。近年来，吉林省畜禽养殖不断减量提质，规模有所下降，但是动物肠道排放比重依然较高，动物粪便管理受到影响，温室气体排放逐年下降，所占比重最低。稻田排放属于稳定增长，随着稻田面积的扩大，排放的所占比重缓慢提高。

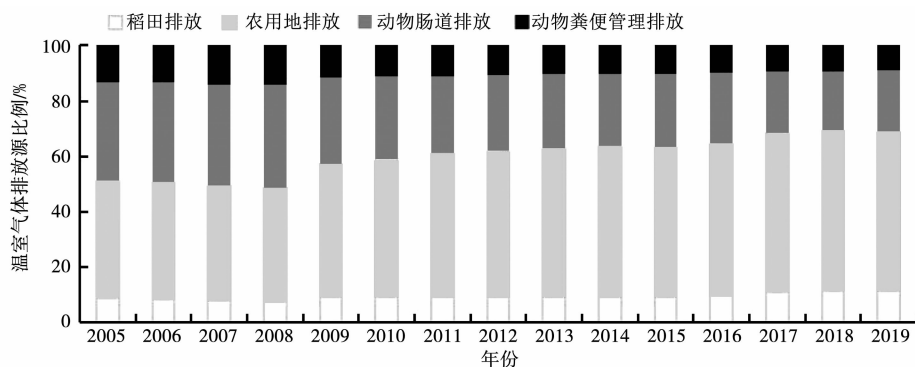


图 2 吉林省农业活动不同排放源的比重

2.3 吉林省温室气体排放的强度

吉林省农业生产活动温室气体排放主要与种植业和养殖业相关，因此，根据吉林省 2005—2019 年的农业产值和畜牧业产值之和，计算吉林省农业温室气体排放强度。由图 3 可以看出，2005—2019 年，吉林省温室气体排放强度逐年下

降，由 2005 年的 $2.68 \text{ t} \cdot \text{万元}^{-1}$ 下降到 2019 年的 $1.17 \text{ t} \cdot \text{万元}^{-1}$ ，年均下降 5.68%。排放强度持续下降，说明吉林省农业生产活动逐渐由传统农业生产的高投入、高消耗、高产出方式向资源节约、利用效率不断提升的生态农业与循环农业方式转变，农业现代化水平不断提升。

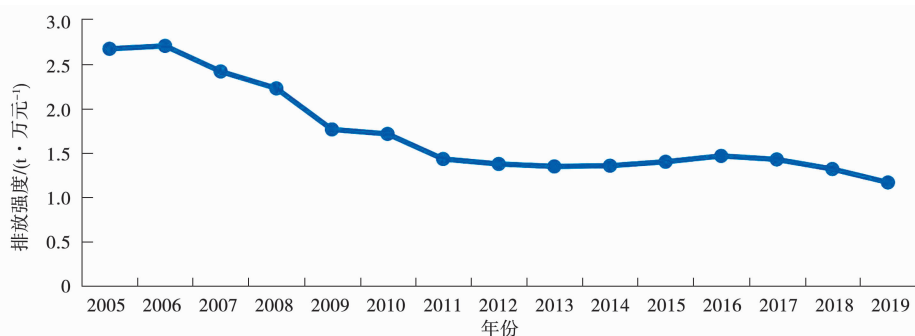


图 3 吉林省农业活动温室气体排放强度

3 讨论

本研究获取数据来源的优先顺序为统计数据、行业部门数据、专家咨询数据。由于一些统计数据、基础资料和观测资料的缺乏，在核算分析过程中还存在许多不确定因素。一是方法方面，主要采用《指南》中的方法进行核算，这些核算方法间由于数据和测定技术的差异，会带来一定不确

定性；二是数据方面，虽然本研究仅对吉林省农业温室气体排放源数据进行了较全面、详细的收集，但多数排放因子均采用了《指南》中的推荐值，而排放因子的影响因素众多，因此估算结果也存在一定不确定性；三是受到数据收集和检测的影响，本研究未对吉林省各地区和县域地区不同尺度的温室气体排放的时空特征作深入分析。未来将针

对吉林省农业活动各类排放源进行实地检测,科学测定各类排放源因子,重点分析吉林省各地区和县域的温室气体排放的时空特征及演化因素,为吉林省节能减排技术和政策制定提供针对性的参考。

4 结论

2005—2019年,吉林省农业活动温室气体总量介于2 640.57万~3 241.64万t CO₂当量。由2 640.57万t增长到2019年的2 644.42万t,增长幅度较小,总体保持相对稳定。

从温室气体组成结构上看,N₂O和CH₄是吉林省温室气体主要组成。N₂O排放当量占温室气体排放比重逐年上升,由2005年的55%上升到2019年的66%,年均所占比重为60.46%。CH₄排放当量所占全部温室气体排放比重逐年下降,由2005年的45%下降到2019年的34%,年均所占比重为39.54%。从增温潜势看,N₂O排放是吉林省温室气体排放的主体。

从吉林省农业活动温室气体排放源上,2005—2019年农用地排放源一直为吉林省温室气体第一排放源,所占比重也逐年增长,已经由42%增加到58%,年均占比为50.8%。动物肠道排放和动物粪便管理为第二排放源和第三排放源,受养殖规模影响所占比重逐年下降,年均所占比重分别为28.8%和11.5%。随着稻田面积的扩大,稻田排放源所占比重稳定缓慢提高。

2005—2019年吉林省温室气体总量经历了2005—2008年快速增长、2009—2016年缓慢增长、2016—2019年缓慢下降3个演化阶段。目前,吉林省温室气体排放呈现缓慢下降的趋势。

2005—2019年,吉林省温室气体排放强度逐年下降,由2005年的2.68 t·万元⁻¹下降到2019年的1.17 t·万元⁻¹,年均下降5.68%。说明吉林省农业生产逐渐由传统农业生产方式向绿色、低碳的生态循环农业方式转变。

5 对策建议

5.1 改进种植生产方式,减少农田N₂O排放

农用地N₂O排放是吉林省农业温室气体排放的第一排放源。其中,化肥氮又是最大的排放源。从当前生产实际来看,吉林省农用地施肥量普遍较大,降低氮肥施用量,提高化肥使用效率,是降低农田N₂O排放的主要手段。应改进传统生产方式,减少化肥施用量、提高有机肥和氮肥利

用效率,推广循环生态农业生产技术与方式;推广测土配方施肥以及施用缓释肥,推广施用长效碳酸氢铵与长效尿素等;因地制宜地开展实施有机肥替代化肥方案,着力开发生物有机肥、高效生物固氮肥料、沼渣沼液肥、土壤修复剂等产品。

5.2 改善饲料质量并优化饲养方式,减少动物肠道发酵CH₄排放

动物肠道CH₄排放是吉林省农业温室气体第二大排放源,是来源于养殖业的第一大排放源。研究表明:动物肠道CH₄排放与动物体重和饲料采食量正相关,与饲料消化率相关^[20]。因此,提高饲料质量、优化饲养方式、提高动物生产力可以有效减少动物甲烷排放。应大力推广秸秆青贮、氨化饲料化技术,提高饲料质量。秸秆是反刍动物饲养中重要的日粮成分,其纤维素含量高、能量含量低,有利于维持瘤胃的正常功能。通过青贮和氨化等措施处理秸秆,可以有效提高秸秆的适口性和消化率,提高秸秆饲料利用率,减少动物肠道甲烷排放;构建吉林省饲料粮生产标准,合理搭配日粮,优化饲养方式。调整饲料粮的粗细搭配,优化粗饲料的粗纤维,提高动物能量的摄入水平。

5.3 改善粪便管理和处理方式,促进畜禽粪便资源化利用

动物粪便管理N₂O和CH₄排放是吉林省农业温室气体中来源于养殖业的又一大排放源。研究表明,动物粪便管理的温室气体排放与动物采食饲料的能量和消化率、粪便液体程度呈正相关^[18]。因此,针对动物粪便的处理方式,重点对排放潜力大的粪便减少液体贮存方式,并通过厌氧发酵回收CH₄减少温室气体排放。具体包括:大力发展畜禽粪便干燥处理加工有机肥,减少液体粪便的堆放,既减少温室气体排放,又提供优质的有机肥,提高农业废弃物利用效率;大力发展大中型沼气工程,优化畜禽粪便预处理技术,通过干清粪和固体液体分离改变清粪方式,实现湿清粪为干清粪,提高粪便收集率,提高沼气产气效率,替代化石能源消费,有效减少温室气体排放。

5.4 改善稻田种植方式,减低CH₄排放

稻田CH₄排放是种植业甲烷排放的主要来源,主要与种植方式、施肥和品种相关。首先,改变稻田的水分管理,改变甲烷菌生存的厌氧环境,控制甲烷产生和排放,实施间歇性灌溉;其次,利用沼肥替代农家有机肥,沼肥是畜禽粪便厌氧发

酵过后的残余物,大量碳元素以沼气形式被利用,用沼渣肥替代普通有机肥有效减少 CH_4 排放;最后,推广种植生物总量大的杂交水稻品种。研究表明,杂交水稻生物总量大,可以将更多的碳固定在植株上,减少 CH_4 排放^[19]。因此,推广种植杂交水稻既可以提高稻田产量,又可以减低 CH_4 排放。

参考文献:

- [1] 刘杰,王丽. 黑龙江省农业温室气体排放量的估算研究及低碳农业发展建议[J]. 黑龙江农业科学,2017(10):104-110.
- [2] IPCC. Climate Change 2007: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change[M]. Cambridge:Cambridge University Press,2007:63-67.
- [3] 董红敏,李玉娥,陶秀萍. 中国农业源温室气体排放与减排技术对策[J]. 农业工程学报,2008(10):269-273.
- [4] 邹晓霞,李玉娥,高清竹,等. 中国农业领域温室气体主要减排措施研究分析[J]. 生态环境学报,2011,20(8):1348-1358.
- [5] 闵继胜,胡浩. 中国农业生产温室气体排放量的测算[J]. 中国人口资源环境,2012,22(7):21-28.
- [6] 李蓓. 安徽省农业温室气体排放核算与特征分析[J]. 河南农业科学,2014,43(12):77-82.
- [7] 谢良玉,杨书运,张彩林,等. 安徽省农业源温室气体排放特征研究[J]. 中国农学通报,2020,36(35):88-91.
- [8] 赵晓强,张元庆. 山西省农业温室气体排放探析[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(8):38-44.

- [9] 杨谨,鞠丽萍,陈彬. 重庆市温室气体排放清单研究与核算[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(3):63-69.
- [10] 沈亚强,陈龙骏,金玉婷,等. 嘉兴市农业温室气体排放特征及减排路径[J]. 浙江农业学报,2018,30(7):1755-1764.
- [11] 李艳春,王义祥,王成己. 福建省农业源甲烷排放估算及其特征分析[J]. 生态环境学报,2013,22(6):942-947.
- [12] 朱思明,吴群,毛艳玲,等. 1980—2011年福建省农业甲烷排放估算研究[J]. 河南农业大学学报,2017,51(2):250-258.
- [13] IPCC 国家温室气体清单工作组. IPCC 国家温室气体清单指南[M]. 京都:日本全球环境战略研究所(IGES),2006.
- [14] 王明星. 中国稻田甲烷排放[M]. 北京:科学出版社,2001:216-219.
- [15] 李晶,王明星,陈德章. 水稻田甲烷的减排方法研究及评价[J]. 大气科学,1998,22(3):354-362.
- [16] 焦燕,黄耀. 影响农田氧化亚氮排放过程的土壤因素[J]. 气候与环境研究,2003,18(14):457-466.
- [17] 于萍萍,张进忠,林存刚. 农田土壤 N_2O 排放过程影响因素研究进展[J]. 环境与可持续发展,2006(5):20-11.
- [18] 尚杰,杨果,于法稳. 中国农业温室气体排放量测算及影响因素研究[J]. 中国生态农业学报,2015(23)3:354-365.
- [19] 胡向东,王济民. 中国畜禽温室气体排放量估算[J]. 农业工程学报,2010,26(10):247-252.
- [20] 董红敏,林而达,杨其长. 中国动物甲烷排放计算及减缓技术选择[J]. 农村生态环境,1995,11(3):4-7.
- [21] 樊霞,董红敏,韩鲁佳. 肉牛甲烷排放影响因素的试验研究[J]. 农业工程学报,2006,22(8):179-183.

Characteristics and Mitigation Countermeasure of Agricultural Greenhouse Gas Emissions in Jilin Province

NA Wei¹, ZHAO Xin-ying¹, LIANG Da-peng², LIU Hai-yan¹, ZHU Yan-li¹

(1. Institute of Rural Energy and Ecology, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China;
2. Changchun No. 11 High School, Changchun 130062, China)

Abstract: In order to guide the rational formulation of agricultural emission reduction measures, according to the research methods and emission factors provided in the guidelines for the preparation of provincial greenhouse gas list (Trial Implementation), combined with the actual agricultural production activities in Jilin Province, the total emission, evolution characteristics, structure composition and emission intensity of greenhouse gases from 2005 to 2019 in Jilin Province were analyzed. The results showed that from 2005 to 2019, the total amount of greenhouse gases in Jilin Province had experienced three evolutionary stages: rapid growth, slow growth and slow decline. The growth rate was small, and the overall greenhouse gas was relatively stable, showed a downward trend. The composition of greenhouse gases had been dominated by N_2O emissions, showed a rising trend, while the proportion of CH_4 emission equivalent had decreased year by year, with an annual share of 60.46% and 39.54% respectively. The emission sources of agricultural land have been the first source of greenhouse gases in Jilin Province, followed by the emission sources of animal gut and animal feces management, and the lowest was rice field emission, with an annual share of 50.8%, 28.8%, 11.5% and 8.9%. The intensity of greenhouse gas emission in Jilin Province had decreased year by year, and the transformation and upgrading of agricultural production and the effect of energy conservation and emission reduction were better. Finally, the optimization measures were put forward according to the characteristics of different emission sources of greenhouse gases.

Keywords: greenhouse gas; planting; aquaculture; accounting; Jilin Province