

稻田生态系统温室气体排放影响因素的研究进展

董文军^{1,2}, 来永才, 孟英¹, 唐傲¹, 张喜娟¹, 冷春旭¹

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 中国科学院北方粳稻分子育种联合研究中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:水稻作为我国重要的口粮之一, 种植面积不断扩大, 而甲烷和氧化亚氮作为稻田系统的主要温室气体, 对全球的温室效应起着非常重要的作用。为实现低碳农业的可持续发展, 并提供相关的理论支撑, 综述了不同水稻品种、水分管理条件、施肥方式和耕作制度 4 个因素对稻田甲烷和氧化亚氮排放的主要影响, 并从综合温室效应方面提出品种选择、水分控制、适宜的轮作制度、合理施肥的单项技术及综合技术模式集成与示范应用。

关键词:稻田; 温室效应; 气候变化; 甲烷; 氧化亚氮; 影响因素

中图分类号: S16 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2015)05-0145-04 DOI: 10.11942/j.issn1002-2767.2015.05.0145

全球变暖是威胁人类生存的重大环境问题, IPCC 第五次评估报告^[1]显示, 在 1880-2012 年期间的全球地表平均温度升高了 0.85℃, 且仍将持续变暖。普遍认为, 全球变暖主要归因于人为排放温室气体的增加。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)》明确指出^[2], 全球环境问题已成为国际社会关注的焦点, 开发全球环境变化监测和温室气体减排技术, 提升应对环境变化及履约能力。

CH₄ 和 N₂O 是大气中两种重要的温室气体, 其浓度的增加加剧了全球温室效应。自工业革命(1750 年)以来, 全球大气中 CH₄ 和 N₂O 浓度明显增加, 其浓度已由工业革命前的约 715 和 270 ppb 分别增至 2011 年的 1 803 和 324.2 ppb。CH₄ 是仅次于 CO₂ 的一种温室气体, 它的全球增温潜势(GWP: Global Warming Potential)相当于 CO₂ 的 25 倍。尽管 N₂O 是大气中一种含量更低的痕量温室气体, 但它在大气中滞留时间较长, 并具有更大的全球增温潜势, 相当于 CO₂ 的 298 倍^[3]。可见, 采取各种切实可行的措施来减少 CH₄ 和 N₂O 的排放对于减缓温室效应势在必行。

稻田系统是重要的温室气体排放源。稻田 CH₄ 排放占全球每年总排放量的 17% 左右^[4], 最

近研究^[5]表明, 在 20 世纪 90 年代, 我国稻田 CH₄ 的年排放量为 6~10 Tg。稻田 N₂O 主要通过土壤和肥料中微生物的硝化和反硝化作用产生, 大气中 N₂O 有 90% 来源于这两个过程^[6]。我国是水稻生产大国, 水稻种植面积达 3 000 万 hm², 占世界稻田面积的 27%, 占我国粮食作物耕地面积的 34%, 因此, 稻田系统减排潜力巨大。为此, 研究稻田系统温室气体排放的影响因素, 探索减排的关键单项技术及综合技术模式集成, 并进行示范推广, 为发展低碳、可持续发展的农业提供技术基础, 为我国稻田节能减排的综合调控和国际谈判提供科学指导和技术支撑。

1 稻田生态系统温室气体排放的主要影响因素

1.1 品种类型

不同的水稻品种类型在相同的土壤和栽培管理水平下, 稻田温室气体排放强度也存在很大的差异。王丽丽等^[7]研究可知, 超级稻宁粳 1 号的 CH₄ 排放总量比常规稻镇稻 11 低 35.22%, 最关键的因素是宁粳 1 号有强大的根系。对不同类型超级稻品种的研究表明^[8], 粳型超级稻的平均 CH₄ 排放总量比籼型超级稻高 37.6%, 籼型超级稻 CH₄ 排放量低主要是由于其根系生物量显著高于粳型超级稻。可见, 水稻庞大的根系具有较强的氧化能力, 泌氧能力强, 使得根际氧化还原电位上升, 抑制了 CH₄ 的产生; 与此同时, CH₄ 氧化菌活力增强, 促进 CH₄ 的氧化, 则 CH₄ 的排放量降低^[9]。此外, 水稻根系活力强, 主动吸收稻田系统中溶解的 CH₄ 能力也强, 反而促进 CH₄ 通过植株传输和排放到大气中^[10]。另外, 水稻的根系具有较强的传输 CH₄ 能力, 稻田系统中未被氧化的

收稿日期: 2014-11-23

基金项目: 中国博士后科学资助项目基金(2012M511005); 黑龙江省博士后基金资助项目(LBH-Z12232); 黑龙江省省院科技合作资助项目(HZ201209); 黑龙江省农业科技创新工程资助项目(2012ZD033); “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2015BAC02B02)

第一作者简介: 董文军(1981-), 男, 黑龙江省哈尔滨市人, 博士, 助理研究员, 从事作物栽培生理与全球环境变化研究。E-mail: dongwenjun0911@163.com。

通讯作者: 来永才(1964-), 男, 研究员, 从事大豆种质创新和利用和作物耕作栽培研究。E-mail: yame0451@163.com。