

中国农业绿色发展研究会团体标准
编制说明

《稻田甲烷减排种植技术规程》

（征求意见稿）

《稻田甲烷减排种植技术规程》编制组

二〇二四年九月

目 录

一、团体标准制修订背景、目的和意义	1
二、工作简况.....	2
三、标准编制原则和依据	4
四、标准主要条文或技术内容及其确定依据	5
五、主要试验、验证及试行结果	8
六、采用国际标准的程度及水平说明	8
七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系	14
八、重大分歧或重难点的处理经过和依据	14
九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果	14
十、其他应说明的事项	15

《稻田甲烷减排种植技术规程》

一、团体标准制修订背景、目的和意义

稻田生产了我国 80%的口粮，同时也产生了我国作物生产领域 60%的碳排放，尤其是第二大温室气体甲烷。据联合国粮食及农业组织（FAO）统计，2019 年我国水稻总产世界第一，超过 2.1 亿吨，占全球水稻总产的 21.9%；水稻播种面积近 4.5 亿亩，占全球水稻播种面积的 15.6%，仅次于印度。因此，我国水稻产量变化和 CH₄ 排放一直被世界关注，2021 年 4 月 18 日中美应对气候危机联合声明中将 CH₄ 等非 CO₂ 温室气体减排纳入减缓气候变化的八大行动之中；2021 年 11 月由美国和欧盟牵头，在英国格拉斯哥举行的《联合国气候变化框架公约》第 26 次缔约方大会（UNFCCC COP26）上，在会议上，中美双方于 2021 年 11 月 11 日签订了《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》，共同承诺创新激励机制，促进农业 CH₄ 减排，其中稻田 CH₄ 减排就是重点领域。同时，《“十四五”全国农业绿色发展规划》、《农业绿色发展技术导则(2018-2030 年)》、《农业农村减排固碳实施方案》等文件已将稻田甲烷减排技术列为首选行动。秸秆还田已成为当前农业领域最经济、最有效、最直接的利用方式，被逐步推广。但是传统淹水模式下，易导致秸秆还田量大、稻田甲烷排放高、水稻丰产性差等问题，为此，急需稻作理论的创新与技术的提升，制定稻田甲烷减排的相关技术标准，以实现水稻丰产和稻田甲烷减排，为我国国民经济发展提供较大的排放空间，保障国

民经济的快速健康发展。

目前，关于稻田甲烷减排生产技术标准（或规程），检索到 2 项地方标准：“DB34/T 3296-2018 小麦控水栽培减排后茬水稻甲烷技术规程”、“DB23/T 1873-2017 稻田系统温室气体减排水肥管理操作规程”。其中：（1）地方标准（DB34/T 3296-2018）规定了安徽省环巢湖地区冬小麦-单季稻轮作模式下，地下水位偏高的低地圩区冬小麦的控水栽培技术，目的是为了减少后茬水稻田的甲烷排放 50%以上；（2）地方标准（DB23/T 1873-2017）规定了北方单季稻区水稻种植过程中稻田系统温室气体减排的水肥管理操作规程，通过合理的肥料施用和优化的水分管理模式减少稻田产生的甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）的排放量，达到减少温室气体排放的目的。

二、工作简况

1.任务来源

根据农绿（秘）[2024]6号中国农业绿色发展研究会关于2024年第三批11项团体标准立项的公告的通知（2024年7月8日发）第2项，由中国农业科学院作物科学研究所主持承担《稻田甲烷减排种植技术规程》的制定工作。本标准由中国农业科学院作物科学研究所提出，由中国农业绿色发展研究会归口，标准起草首席专家为张俊副研究员。

2.主要工作过程

2024年1~3月，组建项目团队，制定实施方案，并收集和整理有关规程的文献、专利和标准等资料。标准编制小组成员通过总结多年

的工作实际经验，结合大量的调研资料，认真查阅和学习标准制定的有关文件，请教标准编制专家，对标准的格式、内容、术语表达方式等进行了深入学习。

2024年4~6月，量化关键参数，撰写标准与编制说明，严格遵循标准化导则所规定的标准编写要求和格式起草了《稻田甲烷减排种植技术规程》讨论稿。

2024年7~8月，标准讨论稿形成后，标准编制小组相关专家的建议，并根据对标准讨论稿进行修改，最终形成标准征求意见稿。

3.主要起草人及其分工

标准制定过程主要由中国农业科学院作物科学研究所和农业农村部农业生态与资源保护总站以及黑龙江、江西和江苏等地的科研教学等单位参与资料收集、实地调研、数据处理、文本撰写等工作。

表 1. 主要起草人员信息及任务分工

姓名	工作单位	职称	项目分工
张俊	中国农业科学院作物科学研究所	副研究员	标准起草与参数构建
张卫建	中国农业科学院作物科学研究所	研究员	参数构建
宋振伟	中国农业科学院作物科学研究所	研究员	参数核对
邓艾兴	中国农业科学院作物科学研究所	助理研究员	参数核对
黄山	江西农业大学	教授	参数构建与校对
郑成岩	中国农业科学院作物科学研究所	副研究员	参数核对
尚子吟	中国农业科学院作物科学研究所	助理研究员	参数校对
董文军	黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所	副研究员	参数构建与校对
江瑜	南京农业大学	教授	参数构建与校对

张 鑫	中国农业科学院作物科学研究所	助理研究员	参数校对
-----	----------------	-------	------

三、标准编制原则和依据

1. 编制原则

标准编制原则遵循“科学性、先进性、实用性”基础上，严格按照《标准化工作导则》（GB/1.1-2020）、《农业法》、《农业管理条例》等有关要求进行编写。

一是科学性原则：针对目前稻田秸秆还田量大、甲烷排放高、水稻丰产性差等问题，依托多年水稻丰产和甲烷减排理论和技术创新，积极吸收借鉴现有的稻田甲烷减排的方式和技术并进一步优化，同时提出了秸秆还田下水稻丰产和甲烷减排的技术方案，理论与实际结合。

二是先进性原则：稻田甲烷排放占作物生产碳排放的 50%左右，为助力农业领域的碳中和，急需构建适宜不同稻作区的水稻丰产和稻田甲烷减排的稻作新模式。基于前期的研究，创建了高产低碳排放品种、稻田好氧耕作、水稻增氧栽培的新思路。

三是实用性原则：标准所用的技术参数均在生产中进行了验证熟化，效果稳定易获取，促使本标准在实际生产中易推广，具有较强实用性。

2. 编制依据

2.1 本标准依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求和规定起草制定。

2.2 依据农业农村部 and 世界银行项目“气候智慧型主要粮食作物生产”、科技部重点研发计划项目“稻作区土壤培肥与丰产增效耕作技术”，项目牵头单位自 2010 年起开展稻田固碳减排与气候智慧型作物

生产的理论研究、技术研发与模式集成工作，多年来在我国单季稻区、双季稻区和水旱两熟区开展大量的研究。

四、标准主要条文或技术内容及其确定依据

1. 主要技术指标

1.1 高产低排放水稻品种选择及依据

水稻高产优质对于保障我国口粮安全至关重要，稻田甲烷减排是实现作物生产低碳排放的关键，稻田减排必须在保障我国粮食安全的前提下开展。对于品种选择，各稻区结合种植制度和温光资源特征，选择通过国审（或省审）的收获指数高、抗倒性强，茎秆强壮且输氧能力强、根系发达且泌氧能力强，以及生育期适宜、抗逆性强的优质丰产水稻品种。其中高收获指数、抗倒、生育期适宜、抗逆是高产水稻品种的重要特征，对于减排，水稻品种需兼顾强壮的茎秆及通气组织，根系则应具备较强的输氧能力，以促进水稻根际泌氧能力，加快根际甲烷的氧化，减少甲烷排放。

1.2 秸秆高质量还田要求及依据

稻田秸秆还田是当前秸秆综合化利用的最经济有效的方式之一。但是秸秆还田质量直接决定了栽插质量和播种质量，同时作为甲烷产生的底物，在淹水厌氧环境下大大加快了甲烷的生产。因此，对于秸秆还田田块，其还田质量对于高产减排至关重要。前茬作物水稻（或小麦、油菜等）收获时，采用带有秸秆切碎功能和抛撒装置的收获机进行收割，留茬高度 $\leq 15\text{cm}$ ，秸秆切碎长度 $\leq 10\text{cm}$ ，粉碎长度合格率 $\geq 85\%$ ，均匀覆盖地表，以解决秸秆切不碎、抛不匀的问题，有效避免

秸秆“拖堆”“架种”“架苗”等问题。

1.3 旱育秧

秧田是水稻生长关键期，也是温室气体减排的重要时期。通过采用软盘旱育秧方式可有效降低秧田期的温室气体排放。不同稻作区根据气候条件确定播种期和播量，同时做好种子处理、床土准备及播种工作，培育壮秧。播种后，出苗前不灌水，出苗到2叶前，膜内温度应控制在25℃以内，过高应通风降温，2叶期开始应看天气通风炼苗，3叶期左右揭膜，之后勤浇水，均匀浇水；揭膜后1~2天后于傍晚浇施追苗肥尿素5kg/亩，移栽前3~4天视秧苗长势施送嫁肥5kg尿素/667m²；同时做好病虫草害防治。

1.4 稻田好氧耕作

好氧耕作主要包括两个重要环节：旱耕和湿整。一方面，水稻插秧前整地过程中，如果上深水泡田容易快速形成厌氧环境加速甲烷的产生，尤其在南方该生育期温度较高的区域，因此有必要改变原有的泡田整地为旱耕或旱旋整地。其中，前茬作物秸秆切碎匀抛后，东北一熟稻区“一年翻一年旋”旱整地，翻耕深度18cm~20cm，反旋深度>15cm。水旱两熟区“水稻季旱翻耕+反旋碎垡埋草、小麦季旋耕”整地，翻耕深度25cm~30cm，旋耕12cm~15cm；双季稻区“冬季一年翻耕、两年免耕”旱整地，冬季翻耕20cm~25cm，春季旱（湿）反旋（>15cm）埋茬，夏季旱（湿）反旋（>15cm）。另一方面，传统的高强度搅浆导致秸秆漂浮、土壤大团聚体比例下降等问题，影响插秧和分蘖期养分吸收，有必要在旱耕整地基础上，水稻栽插前浅水

泡田后，进行有土有水的免搅浆平整田面、压埋残茬，使田面无秸秆及根茬漂浮，确保田块四周平整一致，东北翻耕稻田灌水到淹没最高垡片的 2/3 处（见水见土）；东北旋耕稻田灌水深度高出土壤表面 2 cm~3 cm；南方旋耕整地后，浅水 1 cm~2 cm 泡田半天，以保持较好的土壤团粒结构，进一步增加秸秆的还田质量。

1.5 增氧栽培

通过改善水稻群体结构增加水稻根系的数量和质量，进而增加根际泌氧量，将有助于进一步提高甲烷的氧化速率。为此，在当地高产栽培基础上，通过缩小株距（或增加基本苗数），适当将栽插密度提高 20% 左右，以提高水稻根系质量。因秸秆全量还田后为肥料减量提供了可能，各稻作区氮肥用量及比例因地制宜。以当地高产管理模式氮肥用量作为参照，东北一熟稻区减基肥氮（氮总量 20%），将穗肥中占总量 20% 的氮肥调至蘖肥，基肥:蘖肥:穗肥比例调整为 25%:62.5%:12.5%；水旱两熟区减穗肥氮（氮总量 20%），基肥:蘖肥:穗肥比例调整为 37.5%:50%:12.5%；南方双季稻区早稻和晚稻减少穗肥氮（氮总量 20%），基肥:蘖肥:穗肥比例调整为 62.5%:25%:12.5%。

水分调控是水稻高产栽培的关键措施之一。通过适时多露田，可以有效改善稻田通气性，促进甲烷氧化，减少甲烷排放。因此，栽插后浅水（2 cm~3 cm）护苗，缓苗后适时露田 3~5 天，增加土壤含氧量，促进根系生长；之后保持田面湿润，不见水层，促进秧苗早发快长，增强水稻根系活力和泌氧能力，促进甲烷氧化；有效分蘖临界叶龄期前后看苗晒田，苗到不等时，时到不等苗，晒至田面开裂不陷脚，

白根露面；孕穗、扬花期浅水 2 cm~3 cm 保花，齐穗后干湿交替；收获前提前 7~10 天断水落干。

1.6 绿色病虫草害防控

病虫草防控要坚持“预防为主、绿色防控、综合防治”的原则，充分利用农业防治、生物防治和化学防治等措施进行统防统治。苗期主要防治青枯病、立枯病、稻瘟病、稻蓟马、稻飞虱和潜叶蝇等病虫害；抽穗期主要防治纹枯病、稻曲病、稻瘟病、螟虫、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻苞虫等病虫害。不同区域应根据田块的草害发生特点及当地植保部门病虫草害情报，及时除草和病虫害防治。

1.7 适时收获

水稻收获应在水稻蜡熟后期或完熟期进行，选择带有秸秆切碎与抛撒装置的水稻联合收割机，收获的同时进行秸秆切碎，并均匀抛撒，水稻茎秆切碎长度 10 cm 左右，留茬高度 15 cm 左右。对于双季稻区冬季种植绿肥的田块，可采取水稻留高茬套播绿肥的方式，留茬高度 25 cm~30 cm，秸秆量少时也可适当降低留茬高度。

五、主要试验、验证及试行结果

1. 高产低碳排放水稻品种鉴选

本团队在我国水稻主产区（北方单季稻区、水旱两熟区、双季稻区）开展了多品种多年多点的比较研究，并采用剪穗（或地上部）处理、使用突变体材料以及氮肥密度调控等大田和盆栽试验，以及文献综合 Meta 分析，从水稻植株形态特征、生理生态特征、植株-环境互作等方面系统研究了品种生产力与甲烷减排的关系。结果表明，三大

稻区的所有超级稻品种比较，发现在同等产量水平下，稻田甲烷排放差异显著（图 1）。水稻地上部形态特征如分蘖数、株高、叶面积等与稻田甲烷排放的多少不存在显著相关，起关键作用的是水稻根系泌氧能力。根系越强大、氧化力越旺盛，甲烷排放越低，这与水稻高产与资源高效利用所需的根系特征是一致的。另外，提高水稻的收获指数有助于减少稻田甲烷排放，尤其是在长期淹水的条件下。品种生产力与甲烷排放的关系受稻田土壤肥力影响，在占我国 2/3 稻田面积的中高肥力稻田，选用现代高产水稻品种，稻田甲烷排放降低（图 2）。因此，从品种层面来看，水稻高产与稻田甲烷减排是可以实现共赢的。

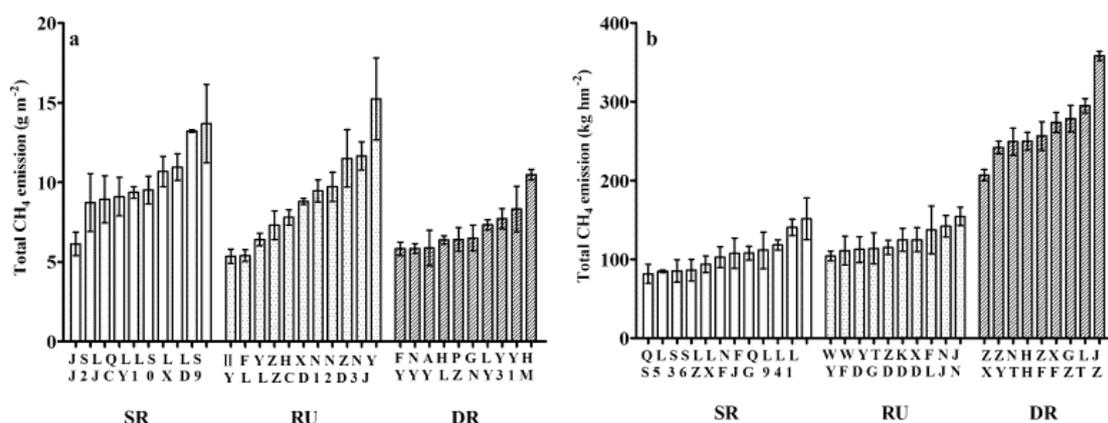


图 1 超级稻品种产量与稻田甲烷排放关系 (a 温室条件; b 大田条件)
SR, 北方单季稻区; RU, 水旱轮作区; DR, 双季稻区

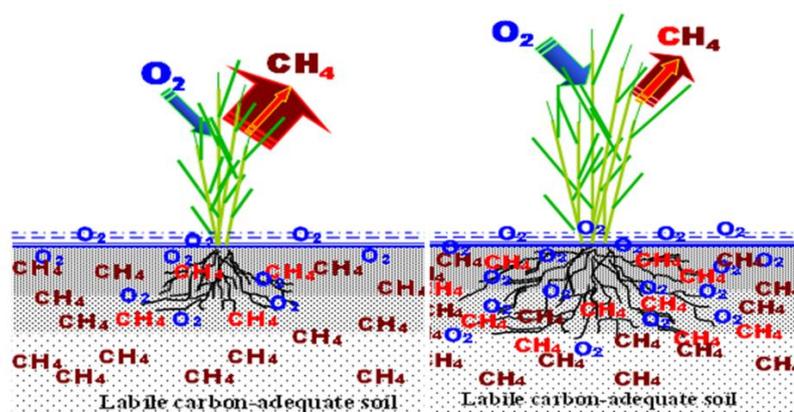


图 10 不同肥力水平下水稻品种生产力与稻田甲烷排放的关系

以上结论主要文献来源:

- [1] Jiang Y, van Groenigen K J, Huang S, et al. Higher yields and lower methane emissions with new rice cultivars[J]. *Global change biology*, 2017, 23(11): 4728-4738.
- [2] Jiang Y, Qian H, Wang L, et al. Limited potential of harvest index improvement to reduce methane emissions from rice paddies[J]. *Global change biology*, 2019, 25(2): 686-698.
- [3] Jiang Y, Tian Y, Sun Y, et al. Effect of rice panicle size on paddy field CH₄ emissions[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2016, 52(3): 389-399.
- [4] Zhang Y, Jiang Y, Li Z, et al. Aboveground morphological traits do not predict rice variety effects on CH₄ emissions[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2015, 208: 86-93.
- [5] Jiang Y, Wang L, Yan X, et al. Super rice cropping will enhance rice yield and reduce CH₄ emission: a case study in Nanjing, China[J]. *Rice science*, 2013, 20(6): 427-433.
- [6] 王丽丽, 闫晓君, 江瑜, 等. 超级稻宁粳 1 号与常规粳稻 CH₄ 排放特征的比较分析[J]. *中国水稻科学*, 2013, 27(4): 413-418.
- [7] 闫晓君, 王丽丽, 江瑜, 等. 长江三角洲主要超级稻 CH₄ 排放特征及其与植株生长特性的关系[J]. *应用生态学报*, 2013, 24(9): 2518-2524.
- [8] 江瑜, 管大海, 张卫建. 水稻植株特性对稻田甲烷排放的影响及其机制的研究进展[J]. *中国生态农业学报*, 2018, 26(2): 175-181.

2.好氧耕作技术创新

依托我国长期耕作定位试验、稻田土壤培肥长期定位试验、种植制度长期定位试验等, 大田与盆栽试验监测以及综合文献分析结合, 本团队在我国水稻主产区系统研究了秸秆还田下不同耕作措施、绿肥利用、有机肥施用等对水稻产量和甲烷排放的影响。研究认为, 秸秆

还田显著提高产量，而对甲烷的增排效应随还田年限延长而呈下降趋势；旱耕湿整等技术既可保持水稻丰产，又可实现稻田的甲烷减排(表 1)。另外，秸秆还田对甲烷排放的促进效应会随着还田年限增加而降低；秸秆还田可降低大气 CO₂ 升高造成的稻田甲烷排放（图 3）；种植碳氮比低的绿肥作物或者腐熟的有机肥有助于降低甲烷增排效应。

表 1 增氧耕作对水稻产量和温室气体排放的影响

稻区	处理	CH ₄ 排放 (kg hm ⁻²)	单位面积温室气体排放 (kg CO ₂ -eq hm ⁻²)	单位产量温室气体排放 (kg CO ₂ -eq kg ⁻¹)	产量 (t hm ⁻²)
单季稻	传统耕作	480.78a	12248.52a	1.29a	9.48a
	增氧耕作	394.43b	10029.76b	1.05b	9.59a
早稻	传统耕作	64.40a	1796.04a	0.23a	7.83a
	增氧耕作	62.83a	1645.21a	0.20a	8.10a
晚稻	传统耕作	92.28a	2684.39a	0.34a	7.82a
	增氧耕作	72.14b	1833.44b	0.23b	8.01a

同一列数字后不同字母表示差异达 0.05 水平显著。

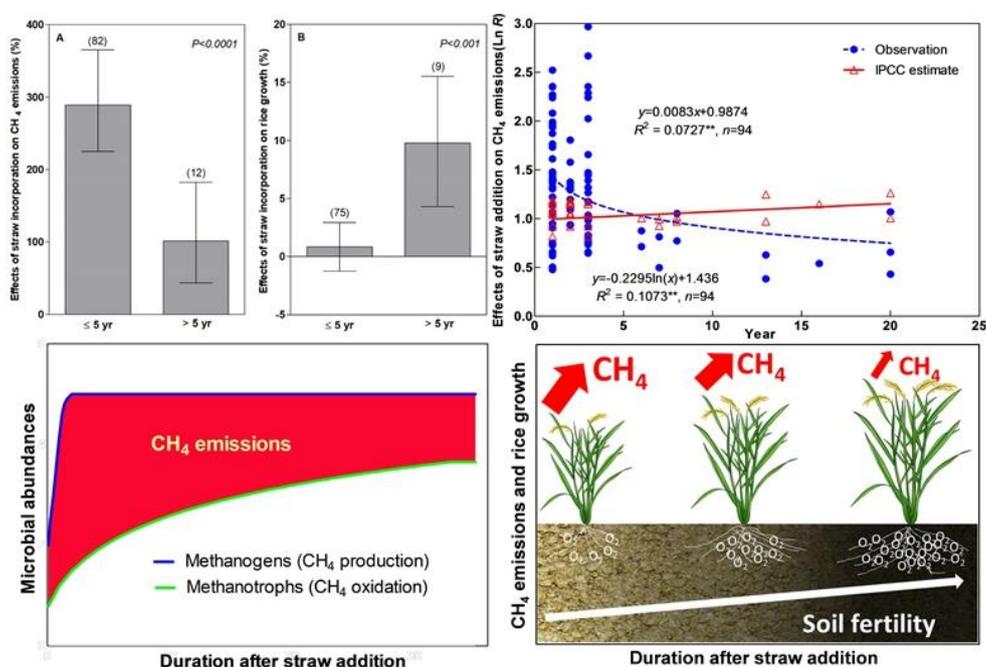


图 3 长期秸秆还田后稻田甲烷排放变化趋势

以上结论主要文献来源：

- [1] Jiang Y, Qian H, Huang S, et al. Acclimation of methane emissions from rice paddy fields to straw addition[J]. Science advances, 2019, 5(1): eaau9038.
- [2] Qian H, Huang S, Chen J, et al. Lower-than-expected CH₄ emissions from rice paddies with rising CO₂ concentrations[J]. Global change biology, 2020, 26(4): 2368-2376.
- [3] Zhang L, Zheng J, Chen L, et al. Integrative effects of soil tillage and straw management on crop yields and greenhouse gas emissions in a rice–wheat cropping system[J]. European Journal of Agronomy, 2015, 63: 47-54.
- [4] Zhang J, Hang X, Lamine S M, et al. Interactive effects of straw incorporation and tillage on crop yield and greenhouse gas emissions in double rice cropping system[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2017, 250: 37-43.
- [5] Raheem A, Zhang J, Huang J, et al. Greenhouse gas emissions from a rice-rice-green manure cropping system in South China[J]. Geoderma, 2019, 353: 331-339.
- [6] Feng J, Chen C, Zhang Y, et al. Impacts of cropping practices on yield-scaled greenhouse gas emissions from rice fields in China: a meta-analysis[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2013, 164: 220-228.
- [7] 张卫建, 张俊, 张会民等. 稻田土壤培肥与丰产增效耕作理论和技术. 北京: 科学出版社.2021
- [8] 董文军, 孟英, 张俊, 等. 东北粳稻区秸秆还田下无驱动搅浆的综合效果分析[J].黑龙江农业科学,2021(05):8-13.

3.增氧栽培关键技术创新

水稻高产栽培技术创新与应用极大地促进了水稻产量和资源利

用效率的提升,但是现代农业绿色高质量发展同样需要低碳高效稻作技术的创新。高产栽培与低碳排放能否在技术层面实现协同,这是一个新挑战。本团队从水稻栽插方式、种植密度与氮肥调控、田间水分管理等措施分析了高产栽培下水稻产量与稻田甲烷排放的关系。研究认为,通过合理的栽培方式(如机械旱直播)可以显著降低稻田 CH_4 排放;适当的减少氮肥投入的同时增加水稻栽插密度,不仅能获得较高的产量,大幅度提高氮肥利用效率,还能显著降低稻田单位面积和单位产量的温室气体排放;同时,控水增氧灌溉措施通过促进根系生长和甲烷氧化,降低了稻田甲烷排放,同时保证水稻高产稳产。总的来说,通过机械化旱直播、增密调肥和控水灌溉等措施,可以增加水稻根际含氧量,促进高产低排放共赢。

以上结论主要文献来源:

- [1] Zhang Y, Li Z, Feng J, et al. Differences in CH_4 and N_2O emissions between rice nurseries in Chinese major rice cropping areas[J]. Atmospheric Environment, 2014, 96: 220-228.
- [2] Jiang Y, Carrijo D, Huang S, et al. Water management to mitigate the global warming potential of rice systems: A global meta-analysis[J]. Field Crops Research, 2019, 234: 47-54.
- [3] Zhu X, Zhang J, Zhang Z, et al. Dense planting with less basal nitrogen fertilization might benefit rice cropping for high yield with less environmental impacts[J]. European Journal of Agronomy, 2016, 75:
- [4] 赵锋, 徐春梅, 张卫建, 等. 根际溶氧量与氮素形态对水稻根系特征及氮素积累的影响[J]. 中国水稻科学, 2011b, 25(2): 195-200.

六、采用国际标准的程度及水平说明

无。

七、与现行法律法规、强制性标准和其他有关标准的关系

本规范符合现行的法律、法规要求，经联网查询未发现与本规范有冲突、矛盾和相关的强制性（国家、行业、团体、地方、国际和国外）标准。

八、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

九、贯彻该标准的要求、措施建议及预期效果

《稻田甲烷减排种植技术规程》的贯彻实施是推动农田固碳减排工作的重要举措，为了确保标准的有效实施，需要进一步完善贯彻标准的要求和措施建议，包括组织实施、技术措施等方面。

一是标准制定单位应当积极组织相关科研单位和推广部门的技术人员，面向社会进行大力宣传，增强公众对农田固碳减排重要性的认识。这包括开展宣传活动、举办培训班、编制宣传资料等，以提高社会各界对稻田甲烷减排工作的关注度和理解程度，为标准的贯彻实施营造良好的社会氛围。

二是要求实施稻田甲烷减排种植技术的机构或企业组织应当配备具有相关专业知识和技能的人员，并开展标准和技术要求的培训。这些人员需要具备土壤、气象、农事操作等方面的专业知识和技能，以确保他们能够准确、全面地进行稻田减排技术应用推广。

三是需要合理分配人员负责并开展土壤、气象、农事操作、农田温室气体的记载、调研和监测工作，以确保评价工作的科学性和准确

性。

最后，为了顺利实施本标准，需要建立过渡期措施，充分考虑相关机构和企业在技术和人员配备上的现实情况，提供技术指导和支持，逐步推进标准要求的落实。

十、其他应说明的事项

无。