《秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排技术指南》(征求意见稿) 编制说明

一、目的意义

(1)必要性

发达国家由于人口压力较小或人地矛盾轻，可维持较低的粮食单产，种植业更多是单季种植或隔年休耕，因此化肥等投入品的施用量远低于我国，相应秸秆还田量低，因投入品过量施用和秸秆还田产生的环境问题较低，相应报导几乎没有。而我国由于特殊的国情，在过去近 40 年中，粮食安全始终是国民经济和社会发展的重要基石，在粮食产量连续 17 年增的同时，农业投入品用量急剧增加，给环境带来了相当的压力。

在关注粮食生产并以提高农业资源利用效率为目标的新发展需求下，国内有关农业生产管理部门及科研机构研发了一系列的农田环境友好型技术，如测土配方施肥技术、有机肥施用技术、障碍土壤改良技术、农田微生物增效技术、水肥一体化技术等。上述技术有效地缓解了我国的资源和能源供应压力以及环境压力，毫无疑问能遏制当前农业环境继续恶化的压力，但离环境质量改善和生态风险降低的目标仍相距甚远。

水稻作为我国的三大粮食作物之一，承担着重要的保口粮供应作用，而稻田中的面源污染问题一直十分突出。经过 20 年左右的农业面源污染防控工作的开展，我国在面源污染尤其是氮磷污染控制上取得了突出的进展，有效支撑了典型河流湖泊环境质量的改善，但同时也出现了新的问题。在水稻种植区内，秸秆还田仍为秸秆综合利用方式中不可替代的最主要处理方式，秸秆还田在改良土壤、维持地力、降低农田氮磷排放中作用突出，但同时会增加有机碳源物质（COD、DOC 等表征）的产生和排放。

现有的技术未能有效统筹考虑农田各投入品如化肥、水、秸秆，以及地区气候差异和土壤特性，未能有效综合提高上述各类资源（或元素）的利用效率，因此，亟需在生产和环保的双目标下，对传统技术进行改造、提升、优化和集成，以适应当前及未来对农田面源污染防控的新要求。

(2) 可行性

目前我国已发布的多项有关农田污染减排和评估的标准主要集于对土壤环境质量综合评价和重金属等污染物管控，如土壤环境质量标准（GB15618-1995）、水稻产地环境技术条件（NY/T 847-2004），保障作物安全生产的投入品、肥料和灌溉水标准，如耕地质量等级（GB/T33469-2016）、农田灌溉水质标准（GB 5084-2005）、测土配方施肥技术规范（NY/T 1118-2006）、肥料合理使用准则 有机肥料(NY/T 1868-2010)，聚焦稻田氮磷污染减控的标准如南方稻田氮磷流失全程防控技术指南（T/CSES44-2021）、单季晚粳稻田氮磷面源污染控制技术规范(DB3205T 151-2008)等。但上述有关标准仍存在如下问题：注重粮食作物安全生产或农田污染尤其是重金属污染，缺乏对大量营养元素碳氮磷农田排放的约束和技术指导，或对氮磷的污染排放关注较多，缺乏综合防控农田有机碳氮磷复合污染减排的技术导则、指南或标准。因此，制定能耦合粮食安全生产和环境风险防控目标，平衡生产与环境保护，提高秸秆、水肥等农业资源利用效率的低碳生产技术指南显得尤为迫切。

标准编制单位在农田面源污染防控方面已开展了大量的研究工作，取得了丰硕的成果并处于行业领先地位，拟申请编制的标准将从兼顾粮食安全生产和环境风险防控为目标，采用“对症下药”和“因地制宜”的原则，通过采用综合性措施以提高江苏省不同区域稻田有机碳和氮磷养分的高效和循环利用，力求实现农田的低碳生产和营养物质减排。截止目前，我国尚未发布秸秆还田稻田有机碳和氮磷源头协同减排的相关技术指南，本项目拟申请立项的指南（或标准）可填补国内外有机碳和氮磷源头协同减排技术空白，可为稻麦生产实践中平衡粮食生产和环境风险提供技术支撑，为农业生产者、管理与农技服务部门提供有力抓手，助力我国农业尤其是长江中下游地区稻麦产区提高核心竞争力和向绿色可持续发展方向转型，同时也为长江流域水环境质量的改善以及全国“碳达峰、碳中和”行动提供重要技术支撑。

二、任务来源

根据 2024 年 1 月 1 日江苏省农学会下达的《关于征集 2024 年江苏省农学会团体标准（第一批）立项项目的通知（苏农学字[2024]2 号）》，标准牵头单位向江苏省农学会提交立项申请；根据 2024 年 4 月 1 日江苏省农学会下达的《关

于2024年江苏省农学会团体标准（第一批）立项的公告（苏农学字[2024]20号）》，批准本标准立项并开展标准立项工作。

三、编制过程

（1）预研阶段

研究团队开展了一系列农田养分管理与面源污染发生机制与控制技术等方面的研究工作；先后获得国家水体污染控制与治理科技重大专项课题“竺山湾农田种植业面源污染综合治理技术集成研究与工程示范”（编号 2012ZX07101-004）、农业部行业科研专项项目“化肥面源污染综合治理技术方案”（编号201503106）、江苏省农业科技自主创新项目“农业面源污染综合治理技术方案”（编号CX（15）1004）、公益性行业（农业）科研专项课题“长江中下游稻麦秸秆还田技术集成示范”（编号201503136）、国家重点研发计划课题“河网平原区稻田面源污染防控技术集成与示范”（编号2016YFD0801101）、国家水体污染控制与治理科技重大专项子课题“农业面源污染控制治理技术集成与应用”（编号：2017ZX07401-002）、国家重点研发计划课题“径流易发区农田氮磷流失规律与流失负荷强度研究”（编号：2017YFD0800101），国家重点研发计划项目子课题“长江及黄河典型区域农田土壤化学计量比调控与碳氮磷协同减排技术研发与示范”（2021YFC3201503-03）等经费的支持。

2023年1月，项目组成立《秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排技术指南》起草工作组，并于2023年1月~2023年6月，开展稻田秸秆还田、氮磷排放等相关文献、技术标准和规范方面资料的收集、分析和整理汇总工作；开展培养试验和田间采样与分析调查进行验证；并同时赴常州武进区雪堰镇、金坛区薛埠镇、金坛区朱林镇、苏州太仓等农田面源污染治理基地开展调研，详细了解稻麦农田有机碳和氮磷协同减排技术体系运行效果和资金投入等情况。

（2）起草阶段

2023年7月-2023年12月，先后在内部多次召开秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排技术指南编制讨论会，根据专家意见以及前期调研结果，开展有机碳和氮磷协同减排主要技术措施和指标参数研究，确定合理的措施和指标参数，明确稻田有机碳和氮磷协同减排过程中耕作及秸秆还田方式、肥料施用及

运筹、水分调控施工等具体要求，形成工作组讨论初稿。

2024 年 1 月-2024 年 2 月，继续开展试验验证工作和实地走访调研工作，在工作组讨论稿基础上经多轮修改后，形成工作组讨论稿及编制说明，并审请立项。

2024 年 4 月 1 日，江苏省农学会组织相关专家召开 2024 年第一批团体标准立项评审会，批准本标准立项。

2024 年 4 月~2024 年 6 月，完成《秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排技术指南》（征求意见稿）及编制说明。

（3）征求意见阶段

（4）送审阶段

四、主要内容技术指标确立

（1）研究基础

在国家水体污染控制与治理科技重大专项课题、农业部行业科研专项项目和江苏省农业科技自主创新项目等实施期间，研究团队在农田面源污染防控方面开展了系列研究，研发了农田氮磷源头减量、秸秆还田技术、氮磷养分农田回用技术以及氮磷污染物全过程控制技术等，并通过示范应用，取得了较好的秸秆还田增效与氮磷削减效果。同时已有的相关标准也为本标准编制奠定了良好的基础。

表 1 农业面源污染控制相关的标准/规范

标准/规范名称	标准/规范编号	标准/规范类型
节水灌溉工程技术标准	GB/T 50363	国家标准
农作物秸秆综合利用技术通则	NY/T 3020	农业行业标准
测土配方施肥技术规程	NY/T 2911	农业行业标准
肥料合理使用准则 有机肥料	NY/T 1868	农业行业标准
麦秸秆还田集成机插秧生产技术规范	DB32/T 3126	江苏省地方标准
水稻节水灌溉技术规范	DB32/T 2950	江苏省地方标准
重点流域农田化肥用量定额	DB32/T 4230	江苏省地方标准
农田径流氮磷生态拦截沟渠塘构建技术规范	DB32/T 2518	江苏省地方标准
太湖流域稻麦轮作农田化肥增效及氮磷减排技术规范	DB32/T 4262	江苏省地方标准
水稻机插缓混一次施肥技术规程	DB32/T 4136	江苏省地方标准
南方稻田氮磷流失全程防控技术指南	T/CSES 44	学会团体标准

（2）目标与原则

本标准主要针对秸秆还田下稻田有机碳和氮磷复合排放问题，通过秸秆还田泡田方式优化、秸秆和化肥高效耦合腐殖化、土壤耕作与水稻栽培改进、稻田灌溉和排水管理等，协同减少稻田有机碳和氮磷等营养物质的排放，从而提升稻田综合生产功能，降低稻田生产中的环境风险，提高稻田在区域可持续发展中的生态服务功能。

应遵循因地制宜、多技术集成优化组合和兼顾经济和环境效益的原则，统筹对土壤-肥料-秸秆-水分等多要素综合调控和水稻生产全过程防控，实现稻田有机碳和氮磷的综合防控和协同减排。

（3）秸秆还田方式与管理

秸秆还田量。长江中下游地区的水旱轮作模式主要是稻麦轮作、稻油轮作，且稻田秸秆还田产生有机碳和氮磷问题也主要是小麦和油菜秸秆还田，因此本标准也主要规定这两种秸秆的还田量。通过文献和实地调研以及结合我们

的田间试验结果确定，江苏省稻麦轮作地区大部分小麦秸秆的产生量和油菜秸秆产生量分别是 6000 kg/ha 左右和 4500 kg/ha 左右。根据我们的试验结果和田间观测表明，砂性或偏砂性土壤由于土壤黏粒含量低，吸附性能较差、渗透性较强，因此在全量小麦秸秆或油菜秸秆还田后，田面水中的有机碳含量（COD 或 DOC）快速升高，流失风险远远大于壤土和黏土中的风险，因此这类稻田若无土壤改良和防渗漏措施时，应减少秸秆还田量。而黏性土壤由于秸秆加入后田面水本身有机碳的排放变化与不还田的差异不大，且秸秆加入还有利于对氮磷化肥的吸附以及通过微生物群落耦合利用合成土壤腐殖质等而减少稻田氮磷的排放风险。

秸秆还田方式。主要通过实地调研发现，现有小麦或油菜收割机械能达到切碎（或粉碎）秸秆的程度为5~15 cm，而现有旋耕或翻耕机械通过旋耕或翻耕后秸秆分布最深分别5~12和15~25 cm，因此规定其还田深度宜在5~25 cm；秸秆还田作业质量评估在DB32/T 3126已有详细规定，本标准采用其推荐方法。由于常规的耕作方式多为旋耕，对于周年秸秆连续还田的稻田，土壤表层10 cm秸秆残留量较多，因此需要需2~3年进行一次翻耕作业，以利于将表层累积的残留秸秆翻入深层土壤（20~25cm），以减少水稻移栽时的农机操作障碍，也有利于减小秸秆还田对水稻幼苗的毒害，同时也有利于秸秆的腐熟。在水稻种植前翻耕会增加农事操作紧张程度，同时对犁底层会有破坏，增加当季稻田保水性能，因此也可选择在水稻收获后种植下茬作物前。

水稻移栽前延长泡田。常规农业生产中，对泡田时间没有明确规定，更多是基于收获、整地和秧龄等生产环节中人工和机械的时间而确定，因此随意性较大，泡田时间较宽泛，很多泡田时间为 1～ 2 天；由于小麦秸秆（油菜秸秆）还田后，需要更多的时间浸泡耕作层土壤，有利于软化秸秆，同时根据我们的试验结果，小麦秸秆还田后随着泡田时间延长到 5 ~7 天，田间土壤和田面水中以酚酸表征的秸秆腐解产物含量大大降低，进而水稻的分蘖数随泡田时间延长而显著增加，即延长泡田时间明显降低了稻田秸秆还田后快速浸出或腐解的中间产物，或者避开了不利水稻幼苗生根的缺氧微环境，进而便于后续的插秧和利于水稻幼苗生长发育；另外就是多数研究中提及的秸秆前期腐解时要多施用氮肥以便减少秸秆腐解与水稻竞争氮素的矛盾，或通过多施用氮肥以增强水稻抵御秸秆还田不利微环

境的抗性，但其目的往往难以全部达到，原因在于前期多施氮肥加快了秸秆的腐解，若其腐解高峰期时移栽水稻会使水稻幼苗受到协迫，同时前期多施氮素也会使氮素的利用效率和损失加大；综合以上因素，规定水稻移栽前延长泡田至 3~7 天，可解决上述问题。稻田泡田田面水保持在 0~3 cm 主要考虑到需在秸秆还田后创造微好氧环境，以利于秸秆腐解，同时也减少秸秆腐解产生甲烷排放。稻田泡田用水定额参照专利“稻麦轮作地区麦秸还田的水肥调控方法”（ZL201910093538.4）中的方法进行计算。

还田秸秆促腐熟。秸秆还田可结合施用促腐菌剂与生物有机肥等，主要目的是在秸秆还田初期人为增加可直接降解秸秆的微生物数量或有益于增强土壤微生物群落的功能，或对秸秆降解后形成的中间代谢产物进行再降解，或增加有益于土壤中养分循环转化进程加快从而提高秸秆还田初期养分供应不足等问题；已有的研究和大量的应用报道已对此措施提供了足够的支撑。秸秆还田过程时施用过氧化钙、过碳酸钠、活性沸石等物料，可通过直接增加淹水土壤中的氧气含量，或通过改变淹水土壤的物理性状增强其通气性，而这些增氧物料的施用可有效地加快秸秆腐殖化过程，从而使秸秆还田后的土壤环境更有利于移栽后水稻的生长发育。

易渗漏稻田土壤改良和防渗漏措施。砂性或偏砂性土壤田块的水分渗透速度较高，保水保肥性能差，因而先天性的易发生通过渗漏、侧渗及地表径流的养分流失；而已有的文献报道和高标准农田建设等实践中，已有较好的对应措施，即需在种植前通过施用黏土、畜禽粪便有机肥、有机或无机保水剂（高分子吸水树脂、有机多糖材料、矿物材料）等进行改良，改良后土壤水分渗透速率可保持在 5~15mm/d，基本符合稻田对水分渗透速率要求低的标准。由于对砂性或偏砂性土壤整个田块施用改良剂工程量较大且费时，因此可优先对这类田块的临沟渠田埂进行改造，也即通过掺粘土、种植吸附植物或工程措施等进行改造，使其较快速降低田块田面水分侧渗量，并在后续逐步对田块施以改良。

未还田秸秆处置。砂性或偏砂性土壤由于土壤黏粒含量低，在未采取有效的土壤改良和防渗漏措施时，要减少秸秆还田量，以降低有机碳的排放风险；而不还田的秸秆则参照NY/T 3020推荐的方法对其进行饲料化、燃料化、基料化和原料化利用。

（4）节水灌溉与有机碳、氮磷协同减排技术

灌排水系统改造。稻田若不符合节水灌溉要求的灌水系统进行改造，参照GB 50363即可，同时排水系统的生态化改造参照DB32/T 2518 和DB32/T 4262。

施肥后田间水分管理。在基肥、分蘖肥和穗肥施用后的 15 天内均应采用浅水灌溉、湿润灌溉等节水灌溉方式，其中规定 15 天主要是因为施肥后 15 天内稻田田面水中氮磷含量较高，流失风险较大，减少田面水存量才可以较大程度降低稻田田面水有机碳、全氮和全磷的潜在排放风险；规定秸秆还田并进行翻耕作业时采用湿润灌溉的主要依据是秸秆翻耕还田后，土壤表层的秸秆量降低明显，进行湿润灌溉会显著降低田面水中有机碳和氮磷的排放风险，且并未使水稻明显减产；而规定在秸秆还田并进行旋耕作业时采用浅水灌溉的主要依据是秸秆旋耕还田后，秸秆多数集聚于土壤表层，若也采用湿润灌溉，尽管也会显著田面水有机碳的氮磷的排放风险，但由于秸秆腐解产物也集中于表层，会显著抑制水稻的分蘖，因而会增加由于有效穗数下降而产生的水稻减产风险，综合考虑，采用浅水灌溉为宜。灌溉用水量可参照 DB32/T 2950 的相关要求。施肥 15 天后稻田的灌溉方式和水量主要参照 DB32/T 2950 的相关要求，即采用淹灌，田面水层一般保持在 2~7 cm，主要考虑施肥 15 天田面水的有机碳和氮磷浓度已显著下降，流失风险较低，同时也为减轻田间灌溉的管理成本。

田间排水管理。规定延长泡田期结束时严禁泡田水排放的主要原因：尽管秸秆还田后经延长泡田3~7天，田面水中的有机碳含量比高峰时刻显著下降，但仍旧较多，我们试验中单独秸秆还田后15天时田面水COD和DOC的浓度分别为102mg/L和12 mg/L，如COD值远大于地表水环境质量标准（GB 3838-2002）V类水的限值（40mg/L），我们在常州市金坛区水稻移栽后1月内的田间调查也发现稻田田面水COD的范围在7.80~89.10 mg/L，平均值为43.36 mg/L，同时土壤肥力较的稻田即便泡田时未施肥，经过泡田15天后田面水中的TN和TP浓度均较高，大多高于地表水环境质量标准V类水的限值，如果不控制排放，则会明显影响地表水环境质量。施用基肥、分蘖肥和穗肥后的15天内，稻田田面水中的氮磷浓度均较高，还未完全进入土壤或被水稻吸收，加之多采用浅水灌溉或湿润灌溉等，田间水量较少，如未有暴雨导致的田间大量积水，应避免排水。规定避免烤田前

人为排水主要是通过烤田前（搁田）结合水稻苗情和烤前降水，提前停止田间灌溉，并在田面无积水后自然进入烤田环节。由于暴雨或连续降雨导致的长期田间积水，难以短时间内通过田间自然蒸发、蒸腾和下渗等消失，进而产生被动排水，因此规定需要通过排水沟渠塘系统进行拦截后回用或降解。

田埂加高。中田埂高度和水稻各生育期排水口高度的确定主要依据我们的试验结果和田间调查并结合其它文献所确定，主要在确保水稻各生育期水分需求的基础上，尽可能通过物理性拦截田面水和可能的雨水而减少稻田径流的潜在排放风险，具体依据 DB32/T 4412 推荐的田埂高度和不同生育期排水口高度。

（5）肥料施用增效减排技术

施肥量。不同田块水稻施肥量可依据NY/T 2911计算获得，其中规定氮肥（以纯N计）135~255 kg/ha、磷肥（以P_2O_5计）45~75 kg/ha，且规定分别不应超过330 kg/ha和90 kg/ha，主要是依据已有大量文献报道及结合标准编写组长期试验结果和实地调研结果确定。同时规定饮用水源区农田、重要水体周边农田、重点流域地区稻田按DB32/T 4230中推荐的用量执行，主要为保障重点水体水环境质量，实现该区域农业可持续发展目标；在长期秸秆还田稻田依据秸秆氮磷等养分的归还量适当减少当季水稻氮磷肥的施用量，主要依据长期秸秆还田稻田对化肥的依赖性有所降低。

肥料运筹。由于秸秆还田并经延长泡田后，土壤中秸秆腐解的毒害物质含量下降以及水稻缓苗期对氮肥的需求较小，传统的基肥中施用大量氮肥易造成氮素的大量流失和浪费，因此标准中推荐采用“前氮后移”的策略，将传统常见的水稻基肥、分蘖肥和穗肥的分配比例由4:3:3改为 3:3:4（以纯N计）；尤其当土壤为砂性或偏砂性土壤时，氮素的流失和氮素利用效率更低，因此进一步减少基肥中氮肥用量，将基肥、分蘖肥和穗肥的分配比例变为2: 4: 4（以纯N计），以便增加水稻分蘖期和穗肥期的氮素供应，同时将分蘖肥和穗肥均分2~3次施用，可进一步提高水稻分蘖后施用氮素的利用效率，降低流失风险。考虑到水旱轮作系统近20多年来两季作物均增加了磷肥的施用，稻田土壤中的磷素供应能力已明显提升，而稻田由于水作时磷素的利用效率较高，且秸秆还田下可有助于活化土壤磷素，因此规定土壤有效磷含量高于25 mg/kg时不施磷肥。由于肥力较低、砂性或偏砂

性土壤田块的土壤肥力一般较低，对化肥的依赖较高，而通过施用有机肥（商品有机肥或其他有机物料）替代部分化肥，有助于快速提升土壤有机质和改良土壤理化性状；规定有机肥替代氮肥比例（以N计）以20~30%左右且不宜超过50%主要考虑是有机肥中氮素供应缓效以及过量施用有机肥可能使土壤中磷素的供应过量，增加稻田磷的流失风险。

肥料深施技术。秸秆还田旋耕或翻耕时，基肥深施或在水稻移栽通过插秧施肥一体机将基肥深施，均可减少肥料暴露于土壤表面的比例，可有效降低肥料随田面水流失和通过气态挥发的风险；在追肥时，提前使稻田自然落干至湿润，再施用分蘖肥或穗肥，然后浅水灌溉后可使肥料随水分渗入土壤，减轻肥料流失风险。

五、与相关法律法规和国家标准的关系

本标准的制定符合《中华人民共和国标准化法》和《国家标准管理办法》，标准的结构和编写符合 GB/T 1.1－2020 的要求。

该标准是在现有稻田面源污染防控相关标准《太湖流域稻麦轮作农田化肥增效及氮磷减排技术规范（DB32/T 4262）、南方稻田氮磷流失全程防控技术指南（T/CSES 44）》的基础上，参考引用了秸秆综合利用相关标准《农作物秸秆综合利用技术通则（NY/T 3020）》、肥料施用相关标准《肥料合理使用准则 有机肥料（NY/T 1868）》、《重点流域农田化肥用量定额（DB32/T 4230）》、农田水分管理节水及农田退水相关技术标准《节水灌溉工程技术标准（GB/T 50363）》、《水稻节水灌溉技术规范（DB32/T 2950）》、《农田径流氮磷生态拦截沟渠塘构建技术规范（DB32/T 2518）》等，重点围绕秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排，对秸秆还田的方式与管理、节水灌溉与有机碳氮磷协同减排、肥料施用增效等过程细节进行具体规定，是对现有标准或规范的补充或细化。在涉及到相关质量指标如节水灌溉工程技术标准、肥料使用准则和测土配方施肥技术规程等方面，均以国家或行业标准为依据，按照国家或行业标准要求执行，确保与国家标准和行业标准统一。

六、实施推广建议

技术指南适合于长江中下游稻麦轮作地区秸秆还田时有机碳和氮磷的协同减排与优化管理进行推广应用。

本标准适用于指导江苏省水旱轮作稻田秸秆还田下有机碳和氮磷的协同减排，尤其是环湖河等水环境敏感区域或重点防控区域，其他区域可参照执行。

本标准颁布实施后，建议地方政府及农业农村等相关部门组织宣贯，强化政策引导，定期开展技术培训，指导稻田秸秆还田下有机碳和氮磷的协同减排工作，助力农业绿色发展。本标准优先在环湖河等水环境敏感区域、重点流域以及基础设施条件较好的地区推广应用，通过有代表性的示范带动，以点带面，逐步扩大推广。

七、团体标准涉及专利的说明

团体标准采用中国发明专利（专利号：ZL201910093538.4 王宁，于建光，赵亚慧，冯长云，2019，稻麦轮作地区麦秸还田的水肥调控方法）中泡田水定额的计算方法，专利主要发明人也是本标准的主要编制成员，无成果分歧。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无

主要参考文献：

[1]. Kaiser C, Franklin O, Dieckmann U, et al. 2014. Microbial community dynamics alleviate stoichiometric constraints during litter decay. Ecology Letters, 17(6): 680-690.

[2]. Liang C, Amelung W, Lehmann J, et al. 2019. Quantitative assessment of microbial necromass contribution to soil organic matter. Global Change Biology, 25(11): 3578-3590.

[3]. Ma XS, Zhang W, Zhang XC, et al. 2022. Dynamics of microbial necromass in response to reduced fertilizer application mediated by crop residue return. Soil Biology & Biochemistry, 165: 108512.

[4]. Ju XT, Xing GX, Chen XP, et al. 2009. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(9): 3041-3046.

[5]. Yu CQ, Huang X, Chen H, et al. 2019. Managing nitrogen to restore water quality in China. Nature, 567(7749): 516-520.

[6]. Dannehl T, Leithold G, Brock C, et al. 2017. The effect of C: N The relation between CUE and ratios on the fate of carbon from straw and green manure in soil. European Journal of Soil Science, 68(6): 988-998.

[7]. Liang C, Zhu X. 2021. The soil Microbial Carbon Pump as a new concept for terrestrial carbon sequestration. Science China (Earth Sciences), 64(4): 545-558.

[8]. 巨晓棠. 2014. 氮肥有效率的概念及意义—兼论对传统氮肥利用率的理解误区. 土壤学报. 51(5): 921-933.

[9]. 周江敏, 陈华林, 唐东民, 等. 2008. 秸秆施用后土壤溶解性有机质的动态变化. 植物营养与肥料学报, 2008(4): 678-684.

[10].张维理, 冀宏杰，Kolbe H. 等. 2004. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 II.欧美国家农业面源污染状况及控制. 中国农业科学, 2004(7): 1018-1025.
[11].杨志敏, 陈玉成, 张赟, 等. 2012. 淹水条件下秸秆还田的面源污染物释放特征. 生态学报, 32(6): 1854-1860.
[12].张刚, 张世洁,王德建, 等. 2021. 秸秆还田影响长江下游稻田周年氮磷径流风险. 农业环境科学学报, 40(3):640-649.
[13].张海洋, 杨清贤，杨倩, 等. 2020. 水环境中秸秆源溶解有机质的组成及光化学活性特征. 中国环境科学, 40(6): 2521-2528.
[14].靳玉婷, 刘运峰,胡宏祥, 等. 2021. 持续性秸秆还田配施化肥对油菜-水稻轮作周年氮磷径流损失的影响. 中国农业科学, 54(9): 1937-1951.
[15].郭智, 周炜, 陈留根, 等. 2012. 稻麦两熟农田茬口衔接期养分径流流失特征. 水土保持学报, 26(4): 86-89.
[16].常志州, 黄红英, 靳红梅,等. 2013. 农村面源污染治理的"4R"理论与工程实践—氮磷养分循环利用技术. 农业环境科学学报, 32(10):1901-1907.
[17].施卫明, 薛利红, 王建国,等. 2013. 农村面源污染治理的"4R"理论与工程实践—生态拦截技术. 农业环境科学学报, 32(9):1697-1704.
[18].薛利红, 杨林章, 施卫明,等. 2013. 农村面源污染治理的"4R"理论与工程实践—源头减量技术. 农业环境科学学报, 32(5):881-885.
[19].杨林章，薛利红，巨晓棠，等. 2022. 中国农田面源污染防控. 北京：科学出版社.
[20].杨林章, 薛利红, 施卫明,等. 2013. 农村面源污染治理的"4R"理论与工程实践—案例分析. 农业环境科学学报, 32(12):1309-2315

《秸秆还田下稻田有机碳和氮磷协同减排技术指南(征求意见稿)》团体标准编制组

2024 年 6 月 29 日