《绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范》

编制说明

标 准 名 称：绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范

项 目 编 号：DB63JH-172-2022

制、修订类型：制　定

主要起草单位：青海大学农林科学院

归 口 单 位：青海省农业标准化技术委员会

起草时间：2022 年 3 月---2022 年 9 月

一、工作简况

（一）任务来源

2022 年 7 月 20 日，由青海大学农林科学院（青海省农林科学院）申请地方标准的立项，根据青海省市场监督管理局下达的《关于印发 2022 年青海省地方标准制修订项目计划的通知》(青市监函〔2022〕119 号文号)，批准《绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范》地方标准的制定（项目编号 DB63JH-172-2022)。

（二）起草单位

起草单位：青海大学农林科学院

（三）主要起草人

姓 名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
韩　梅	女	副研	青海大学农林科学院	负责标准的起草
李正鹏	男	副研	青海大学农林科学院	负责田间验示范
孙小凤	女	研究员	青海大学农林科学院	技术指导
曹卫东	男	研究员	中国农业科学院农业资源与区划所	技术指导
严清彪	男	助研	青海大学农林科学院	负责试验示范
王　生	男	实验师	青海省农业技术推广总站	负责试验示范
柏章荣	女	农艺师	省农牧业区划遥感中心	负责数据整理

钟启容	男	农艺师	青海省农作物种子站	负责示范推广

二、制定标准的必要性和意义

人为活动导致大气温室气体浓度持续升高是引起全球气候变化的最主要驱动因子。因此，减少温室气体排放，增强生态系统的固碳能力，是减缓气候变化的主要有效措施。2020 年 9 月在第 75 届联合国大会上，我国提出将采取更加有力的政策和措施，力争于 2030 年前实现二氧化碳(CO_2) 排放达峰、2060 年前争取实现碳中和。目前我国年碳排放总量已经超过 100 亿吨，占世界人为碳排放总量的 30%左右，固碳减排压力巨大。尽管我国作物生产取得了举世瞩目的成绩，2020 年我国人均粮食占有量已达 474 kg ，连续 7 年超过了国际公认的粮食安全标准线，但与发达国家相比仍有较大差距，中长期内粮食增产仍然是我国作物生产的重点任务。在常规耕种技术和农机装备条件下，确保耕种面积，保障化肥和农药等农业化学品集约化投入，依旧是维持作物连年丰产的主要措施，这将可能进一步提高作物生产碳排放。因此，随着绿色高质量发展和双碳目标等行动推进，常规高产耕种模式的碳排放问题正日益受到关注。

提高土壤有机质含量，促进农田土壤固碳，是学术界普遍公认的碳中和重要途径之一。在农业生产长期的发展过程中，水肥一体化、平衡施肥、绿肥栽培、地表覆盖、垄沟栽培、秸秆还田等技术，是减少化肥施用，增加农业物质投入的重要手段，也是改善农业生态环境的需要。绿肥和稻草联合还田提高土壤有机质

含量并稳定氮素供应。绿肥全量翻压和地表覆盖免耕实现玉米氮素高效利用。在种植冬绿肥和秸秆还田的基础上适当施用养分含量较高的有机肥料可获得更好的作物增产、地力提升效果。冬绿肥覆盖翻压不仅能充分利用大面积的冬闲田，增加土壤冬季覆盖面积，还能提高土壤有机碳、氮含量等，改善生态环境。

三、主要起草过程

(一) 前期研究基础

青海省农林科学院土壤肥料研究所，近年来，重点致力于耕作与绿肥、土壤培肥、地力提升等方面的研究，在绿肥复种、培肥、减施化肥等方面积累了较为丰富的研究基础，尤其是近几年实施的国家公益性行业科研专项“青海河湟温暖区绿肥作物复种技术研究与示范”、“青海高原绿肥作物种植和应用技术研究及示范”，青海省科技厅“青海高原长期施用绿肥对土壤氮库及氨氧化功能微生物的影响”等项目，为本规范的制定提供了大量、翔实的实验数据和大面积推广应用资料，为制定本地方标准打下了坚实的基础。

(二) 成立起草小组，制定编制计划

标准制定计划下达后，项目承担单位及时成立了标准起草小组，讨论了标准的内容提纲以及工作计划，查阅了国内外同类标准及资料，并进行了收集、整理、对比分析，在相关研究成果的基础上进行了标准的编写。

(三) 试验总结、分析及整理

2009 年开始在贵德、循化、化隆、乐都、平安等地开展麦后复种豆科作物箭筈豌豆、毛苕子试验示范。经过多年试验示范结果，总结分析整理，于 2022 年 3 月-9 月起草完成了《绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范》。

(四) 征求意见，整理标准送审稿

初稿编写完成后，广泛征求意见，分别送交标准化管理、大学、研究所、企业等方面的专家审阅指导。汇集各方面专家的反馈意见后，通过反复讨论和修改，形成了《绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范》送审稿。

四、制定（修订）标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系(必要项)

（一）制定原则

规程的整个起草过程严格按照工作计划进行，并遵循“科学性、合理性、先进性、实用性、普遍性”原则。

（二）制定依据

本规范根据 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》的规定起草。

（三）与现行法律、法规、标准的关系

本规程在编写内容上，以国家和行业现有相关标准为基础，结合当前生产和发展实际情况，针对种养结合、提升地力等关键技术内容提出的技术指标。在生产上，是为本省绿肥秸秆协同还田技术做配套指导的地方标准。本规范是在国家相关的法规和强

制性标准的基础上结合地方实际情况制定出来的，与现行的法律法规没有冲突。

五、主要条款的说明

（一）绿肥-麦秸联合还田固碳减排研究

1、试验方案

采用随机区组设计，设不施肥无秸秆还田(CK)、常规施肥(F100)、常规施肥+麦秸还田(F100-W)；常规施肥+绿肥还田(F100-G)；常规施肥+麦秸+绿肥还田(F100-W+G)；减 30%化肥(F70)；减 30%化肥+麦秸还田(F70-W)；减 30%化肥+绿肥还田(F70-G)；减 30%氮肥+麦秸+绿肥还田(F70-W+G)。试验共计 9 个处理。小区面积 5*4=20m^2，小麦行距 15cm。

表 2　联合还田试验秸秆添加量及化肥用量（小麦季）

编号	处理	小麦秸秆翻压量 kg/小区	绿肥翻压量 kg/ 小区	化肥用量 kg/小区
1	F100+G	0	52.5kg	基施 尿素 0.68kg+磷肥 1.65kg 4 叶期追施 尿素 171.24g
2	F70+G	0	52.5kg	基施 尿素 0.48kg+磷肥 1.16kg 4 叶期追施 尿素 119.87g
3	CK	0	0	不施肥
4	F100	0	0	基施 尿素 0.68kg+磷肥 1.65kg 4 叶期追施 尿素 171.24g
5	F70	0	0	基施 尿素 0.48kg+磷肥 1.16kg 4 叶期追施 尿素 119.87g
6	F100+W	6.1kg	0	基施 尿素 0.68kg+磷肥 1.65kg 4 叶期追施 尿素 171.24g
7	F100+GW	6.1kg	52.5kg	基施 尿素 0.68kg+磷肥 1.65kg 4 叶期追施 尿素 171.24g
8	F70+W	6.1kg	0	基施 尿素 0.48kg+磷肥 1.16kg 4 叶期追施 尿素 119.87g
9	F70+GW	6.1kg	52.5kg	基施 尿素 0.48kg+磷肥 1.16kg 4 叶期追施 尿素 119.87g

2、结果与分析

（1）绿肥-麦秸联合还田对小麦产量的影响

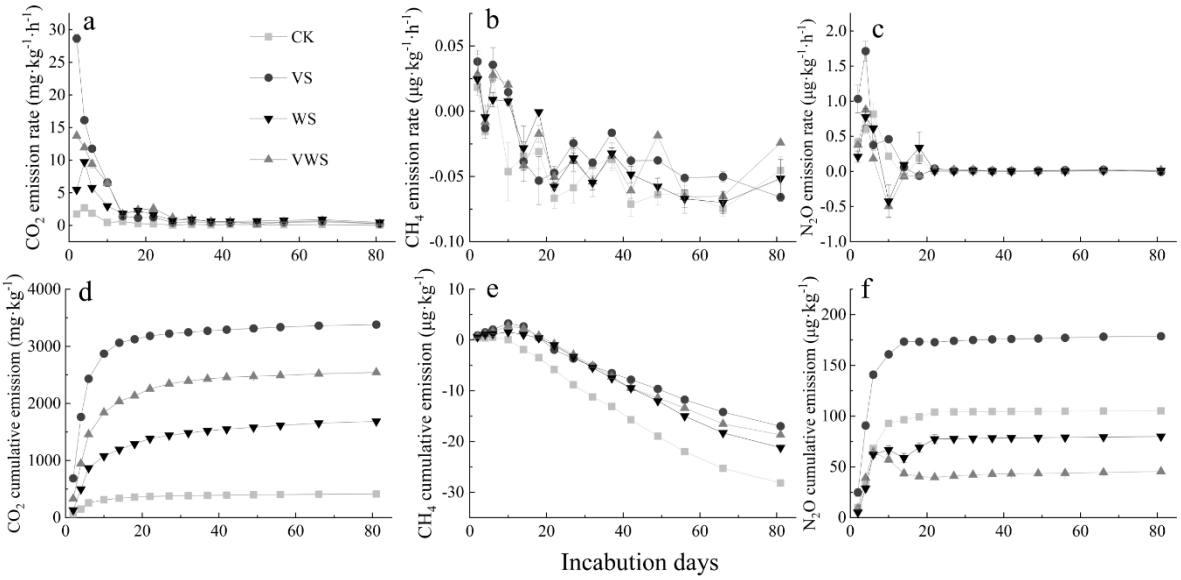
表 3　不同处理对小麦产量的影响

处理	小区产量（kg/20m²）				每公顷产量
	I	II	III	平均值	(kg/hm²)
G+F100	11.40	10.40	13.30	11.70	5850.29a
G+F70	10.00	10.10	13.40	11.17	5583.61a
CK	5.00	3.90	3.70	4.20	2100.11c
F100	8.90	10.80	12.90	10.87	5433.61a
F70	8.90	9.10	10.50	9.50	4750.24b
W+F100	10.30	11.10	10.70	10.70	5350.27a
GW+F100	10.90	12.60	10.30	11.27	5633.62a
W+F70	11.60	9.40	11.70	10.90	5450.27a
GW+F70	11.50	9.40	11.10	11.67	5333.60a

从表 3 可看出：G+F100 处理的产量最高，达 5850.29kg/hm²，比 F100 处理的产量相比，增加了 7.11%。在施肥 70%条件下，G+F70、W+F70、GW+F70 处理均比 F70 小麦增加。这说明，在翻压绿肥、秸秆、绿肥与秸秆协同还田情况下，施用 70%的化肥便可达到单施 100%化肥的增产效果,在保证产量的前提下，可通过翻压绿肥、秸秆、绿肥秸秆协同还田的方式，减少肥料使用量，以达到保护环境，增加小麦产量的目的。

（2）绿肥-麦秸联合还田对温室气体的影响

通过对翻压绿肥、秸秆、绿肥秸秆协同还田后CO_2、CH_4、N_2O排放通量和累计排放量测定，见下图1、图2。



注：VS：单独绿肥；WS：单独麦秆；VWS：麦秆毛叶苕子联合

图1　　绿肥-麦秸联合还田温室气体排放通量和累计排放量

试验结果来看，联合还田相较于单独绿肥还田，CO_2和N_2O的累积排放量分别减少24.8 %和74.6 %，CH_4累积吸收量增加9.1%，综合增温潜势（GWP）显著降低76.1 %。联合还田相较于CK，N_2O的累积排放量和CH_4累积吸收量分别减少56.8 %和33.6%，CO_2累积排放量增加515.9%，综合增温潜势显著降低57.4%。

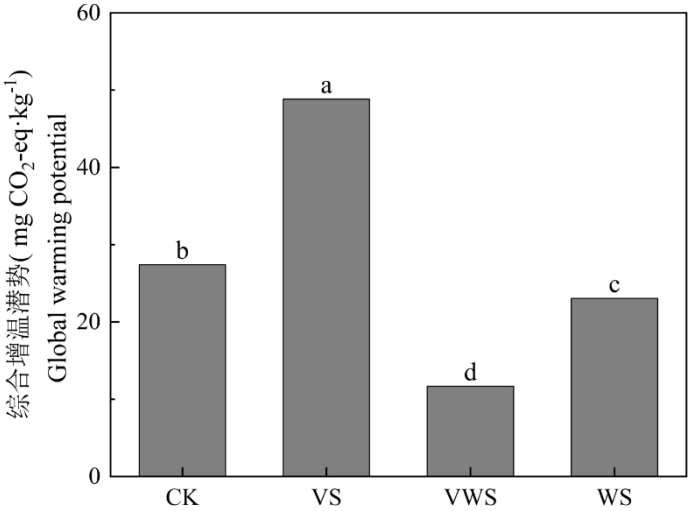


图2　绿肥-麦秸联合还田综合增温潜势（GWP）

（二）小麦留茬复种绿肥对土壤碳库的影响

试验于2019年7月~2020年11月进行。春小麦收获时留茬高度设置3个水平，分别为0 cm（H0）、20 cm（H1）、40 cm（H2），麦后复种绿肥种类设置2个水平，分别为箭筈豌豆（J）和毛叶苕子（M），两因素完全组合，共6个处理，分别为JH0、JH1、JH2、MH0、MH1、MH2，重复4次，共24个小区，小区面积3 m×5 m，随机区组排列。

通过表4可知，不复种绿肥和复种绿肥的土壤非活性有机碳含量表现为随着留茬高度的增高而增大，留茬20 cm和留茬40 cm分别比不留茬增加了8.8%和19.4%，13.6%和52.7%。不复种绿肥的碳库活度和碳库活度指数随着留茬高度的增高而降低，留茬20 cm和留茬40 cm分别比不留茬降低了6.1%、15.4%和6%、15%；不同留茬高度复种箭筈豌豆中JH0和JH2分别比JH1降低了21.2%、19.7%和20.8%、19.5%；不同留茬高度复种毛叶苕子随着留茬高度的增高而增加，MH1和MH2分别比MH0增加了11.1%、65%和11.3%、64.4%。不复种绿肥和复种箭筈豌豆的碳库指数均随着留茬高度的增高而增大，留茬20 cm和留茬40 cm分别比不留茬增加了7.3%和15.3%，21.8%和53.6%；复种毛叶苕子中MH0和MH2分别比MH1降低了0.72%和0.87%。不复种绿肥的碳库管理指数中CKH0和CKH2分别比CKH1降低了0.79 %和3.3 %；复种箭筈豌豆和毛叶苕子随着留茬高度的增高而增加，

留茬 20 cm 和留茬 40 cm 分别比不留茬增加了 54.6 %和 56.4 %，12.2 %和 64.9 %。

表 4　小麦留茬复种绿肥对土壤总有机碳、活性有机碳含量及碳库管理指数的影响

处理	非活性有机碳（CNL）	碳库活度（L）	碳库指数（CPI）	碳库活度指数（LI）	碳库管理指数（CMI）
CKH0	11.37ab	0.293de	1.000bc	1.00cd	100.05cd
CKH1	12.37ab	0.275de	1.073bc	0.94cd	100.85cd
CKH2	13.58a	0.248f	1.153a	0.85d	97.49d
JH0	7.55cd	0.356cd	0.696e	1.22c	84.61e
JH1	8.58c	0.452bc	0.848d	1.54bc	130.82b
JH2	11.53ab	0.363cd	1.069bc	1.24cd	132.31b
MH0	6.89de	0.468bc	0.688e	1.60bc	109.70c
MH1	6.70de	0.520b	0.693e	1.78b	123.03bc
MH2	5.70f	0.772a	0.687e	2.63a	180.88a

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准在制定过程中通过向青海省农林科学院、青海农业技术推广总站、青海省农作物种子站、中国科学院西北高原生物研究所、青海大学等 5 家与此技术生产有关大专院校、科研、生产、示范和推广单位的、管理人员征求了意见。共征集到 10 条意见，其中格式、单位等意见 4 条，内容修改意见 6 条，均采纳意见并修改完善。

2022 年 9 月 8 日，青海省农业农村厅组织青海大学、中国科学院西北高原生物研究所、青海省农作物种子站、青海省畜牧兽医科学院等单位进行预审，专家共提出 11 条意见，均采纳意见并修改完善，并以附件形式附预审意见汇总表。（见附件）

七、贯彻实施标准的要求、措施等建议

该标准发布后，标准归口单位将组织我省小麦生产和推广、

企业等单位技术人员对该标准进行学习、实施及相应的培训工作。

八、预期的经济、社会效益及其他应说明的事项

绿肥可通过内源驱动实现节肥减排与减少养分流失。在全球尺度上，豆科绿肥与主作物间作节省氮肥26%；每年平均增加耕层土壤有机碳320kg/hm^2，补偿约8%的农业生产温室效应；绿肥使传统和有机农业系统氮淋失降低40%~50%和30%~38%，冬绿肥效果更为显著。西北豆科绿肥可替代春小麦氮肥11%~32%。全国联合研究证明，稻田冬绿肥可实现接茬水稻节氮40%，并发现冬绿肥通过调控土壤硝化作用进而影响氮转化过程；绿肥化肥配合，比单施化肥的土壤有机碳、全氮分别提升4.36%、6.47%。在黄土高原，豆科绿肥处理的碳足迹比无绿肥还田对照低25%~51%，当土壤有机碳储量达到新平衡时依然有较大降低碳足迹的潜力。豆科绿肥与稻秸配合，降低还田物料的CH_4排放系数。豆科与非豆科绿肥混种，可降低豆科绿肥单独利用时的CO_2和N_2O排放。本标准的复审时间为5年。（标准通过审查发布后的5年）

《绿肥秸秆协同还田节肥减排技术规范》

标准起草小组

二0二二年九月二日

附件：

预审意见汇总处理表

负责起草单位：

序号	标准条款	意见内容	提出意见专家	处理意见和理由
1	1	“规范”改为“文件”	李俊仁	采纳
2	1	将“海拔 2200 米，≥0℃积温 3000℃的地区适宜绿肥生产”改为“海拔 2400 米以下，年积温大于等于 0℃不低于 3000℃的地区小麦田中绿肥秸秆协同还田时使用”。	李宗仁、陈志国	采纳
3	3	明确“还田”的定义	李俊仁	采纳
4	4	增加第 4 章“绿肥产量指标”	李毅	采纳
5	5.1	将“经国家和省级审定或国家登记”改为“生产上大面积推广的”	李俊仁	采纳
6	5.4	将 4.2 分成复种、套种写	李毅、王海庆	采纳
7	5.4.1	将单位“天”改为“d”	陈志国	采纳
8	6.2	将“整个生长季节灌水 2 次～3 次”改为“整个生长季节根据墒情灌水 2 次～3 次”	陈志国	采纳
9	6.2	将“方”改为“m^3”	陈志国	采纳

10	7.3	将“4J-1201 型”、“PY-3.4 型”删去	李毅	采纳
11	8	将第八章删去	王磊、王海庆	采纳