

寒地稻区稻草还田培肥地力技术

慕永红¹, 曹书恒¹, 顾春梅¹, 陆 斌², 李世臣³

(1. 黑龙江省农垦科学院水稻研究所, 佳木斯 154025; 2. 浓江农场 156335; 3. 856 农场 158418)

摘要: 概述了稻草直接还田的适宜量, 化肥施用量、施用比例、田间管理方式, 机械粉碎、高留茬及耕整地机具、作业标准; 介绍了快速堆腐有机肥方法, 提出方便可行的寒地稻草还田培肥地力技术。
关键词: 寒地; 水稻秸秆; 机械还田; 堆腐还田

中图分类号: S 511. 06 文献标识码: B 文章编号: 1002—2767(2002)05—0041—04

Technique of Enriching the Fertility of Paddy Field by Returning Haulm

MU Yong-hong¹, CAO Shu-heng¹, GU Chun-mei¹, LU Bin², LI Shi-chen³

(1. The Rice Research of Land Reclamation Academy of Heilongjiang Province, Jiamusi 154025; 2. N-ongjiang Farm 156355; 3. 856 Farm 158418)

Abstract: The appropriate haulm quantity, the amount and proportion of fertilizers, field management mode, stuble height and machine working standard were summarized in this paper. The method of making manure was introduced, and it also brought forward the technique of enriching the fertility of paddy by returning haulm to field in cold region.
Key words: cold region; rice haulm; return haulm to field by machine; return to field after ferment

* 收稿日期: 2002—04—12
基金项目: 农业部“九五”重点科研项目(垦 02—02—14)。
谢辞: 黑龙江八一农垦大学汤树德教授和农垦科学院徐一戎研究员在本项目研究中给予多方面指导, 在此表示感谢。
第一作者简介: 慕永红(1968—), 女, 黑龙江省密山县人, 助理研究员, 学士, 从事土壤肥料研究。

效应[J]. 陕西农业大学学报, 1996, 18(4), 343-345.

[4] 付凯. 大气 CO₂ 倍增对水稻生长和发育的影响[J]. 生态农业研究, 1993, 1(2): 81-83.

[5] 林伟宏. 大气 CO₂ 升高对水稻生长及同化物分配的影响[J]. 科学通报, 1998, 43(21): 2299-2302.

[6] 方娟. CO₂ 倍增时江苏省主要粮食作物产量及生育期的变化[J]. 中国农业气象, 1992, 13(1): 28-29.

[7] 郑志明. 未来 CO₂ 浓度增加和相应增温对水稻产量影响的模拟—以浙江省为例[J]. 应用生态学报, 1998, 9(1): 79-83.

[8] Makino A. Photosynthesis, plant growth and N allocation in transgenic rice plants with decreased rubisco under CO₂ enrichment[J]. Experimental botany, 2000, 51: 383-389.

[9] Tang Ruhang. Effect of double atmospheric CO₂ concentration on rice photosynthesis and rubisco[J]. Rice research newsletter, 1999, 7(4): 7-8.

[10] Vu Jcv. Elevated CO₂ and water deficit effects on photosynthesis, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, and carbohydrate metabolism in rice[J]. Physiologia plantarum, 1998, 103(3): 327-339.

[11] Gesch RW. Changes in growth CO₂ result in rapid adjustments of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase small subunit gene expression in expanding and mature leaves of rice[J]. Plant physiology, 1998, 118(2): 521-529.

[12] Aben SK. Nitrogen requirements for maximum growth and photosynthesis of rice, Oryza sativa L. Cv. Jarrah grown at 36 and 70 Pa CO₂, [J]. Plant Physiology (Australian Journal), 1999, 26(8): 759-766.

[13] Peng Changlian. Response of rice photosynthesis to CO₂ enrichment[J]. Acta Phytophysiological Sinica, 1998, 24(3): 272-278.

[14] Moya TB. Growth dynamics and genotypic variation in tropical, field-grown paddy rice (Oryza sativa L.) in response to increasing carbon dioxide and temperature[J]. Global Change Biology, 1998, 4(6): 645-656.

1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

黑龙江省目前水稻面积约 133.33 万 hm^2 , 垦区约 66.67 万 hm^2 , 生产几乎全部依靠化肥, 无任何养地措施。水稻连年耕种, 造成有机质逐年减少, 地力下降, 对水稻稳产高产形成障碍。稻草还田是解决有机肥源和回收稻秸养分的好办法, 不但能改善土壤结构, 培肥地力, 提高作物产量, 还可以减少化肥用量, 降低农业成本。由于没有成形稻草还田技术, 大量稻草废弃田间路旁, 点火烧掉, 既毁掉有机肥源又污染环境, 生产上迫切需求稻草还田技术。1996 年农业部下达了“寒地稻田秸秆还田培肥地力技术研究”科研项目, 针对黑龙江高寒地区特点研究还田技术。1998~2000 年在新华、八五九、大兴、查哈阳、水稻研究所等地示范, 累计应用面积 3.1 万 hm^2 , 土壤有机质提高 0.2 个百分点, 容重下降 0.042 g/cm^3 , 土壤理化性质改善, 肥力提高。水稻产量 533.9 kg/667m^2 , 比对照平均增产稻谷 50.1 kg/667m^2 , 增产 10.3%; 化肥用量减少 $3\sim 6 \text{ kg/667m}^2$, 节肥 $10\%\sim 20\%$ 。其培肥地力、增产、节肥效果非常显著。

1 水稻秸秆机械化直接还田技术

1.1 直接还田量

黑龙江省目前的水稻生产水平, 每年产出稻草量在 500 kg/667m^2 左右, 当季产出秸秆全量还田(即稻草全量还田)安全可行。

每年还田 350 kg/667m^2 , 土壤有机质就可以保持平衡, 并逐年有所提高, 还田量增大, 土壤有机质积累增加, 容重下降较快。还田量在 500 kg/667m^2 之内, 产量随稻草量的增加而增加, 超过该范围, 增幅减小, 达到 750 kg/667m^2 时, 当季水稻减产。从培肥地力和增产两方面考虑, 年还田 500 kg/667m^2 左右较适宜, 当季产出秸秆全量还田安全可行。且秸秆全量还田最省工省时, 劳动效率高。稻草秋季翻埋, 经来年一个生长季, 分解率可达 80%, 大部分已经腐植化。

1.2 水稻收获时稻草处理

目前黑龙江垦区水稻收获机械化程度 35%, 其中机械割晒后用大型收获机拾禾的占 30%, 直接联合收获占 5%。

1.2.1 稻草粉碎抛撒 水稻收割一般年分在 9 月 10 日前后开始作业, 这期间水稻秸秆没有枯死, 田地比较泥泞, 适于小型半喂入式水稻收割机和机械割晒作业。

用半喂入式收割机, 如作业时间在 9 月 10~25 日, 久保田、小太郎、韩国 JC1716L 等在霜前进行

水稻直收, 低茬收割。这类机车都自带秸秆粉碎抛撒装置, 秸秆粉碎 $5\sim 10 \text{ cm}$, 抛撒均匀。该机需要附属设备, 如烘干设备和标准晒场。机械割晒、机械拾禾时, 德特-75、靖江-504、天津 654、东方红 75/74、宁波 304 拖拉机配前悬割晒机割晒, 割茬高度 $12\sim 20 \text{ cm}$, 放鱼鳞铺或 45 度角铺, 晒铺 $5\sim 7 \text{ d}$, 稻谷水分降至 $15\%\sim 16\%$, 及时拾禾脱谷。配套拾禾机佳联 JL1075、1065、东德 E512、E514、叶尼塞-1200H、JL3060, 要求拾禾机装配秸秆粉碎抛撒装置, 把脱谷过程中半揉碎的稻草粉碎 $10\sim 15 \text{ cm}$ 均匀抛撒。联合收割机附带秸秆切碎装置能使水稻收获和秸秆还田有机结合, 使作业成本大大下降, 并且灵活方便, 是目前主要应用的秸秆还田方式。

1.2.2 稻草高留茬 下枯霜后 $1\sim 2 \text{ d}$ 可用大型机械进行直收, 一般年份在 9 月末到 10 月 15 日期间进行, 若初霜早来, 下枯霜后趁有几天晴好天气, 集中自走联合收获机直收。作业时间在 9 月末~10 月 15 日。

用佳联 JL1075、JL1065、JL3060、东德 E512、514、叶尼塞等全喂入式机车直收, 割茬高度 $30\sim 40 \text{ cm}$, 同样要求装配秸秆粉碎抛撒装置, 把稻草粉碎 $10\sim 15 \text{ cm}$ 均匀抛撒。自走联合收获机进行水稻直收是今后发展方向, 随着直收面积的扩大, 高留茬还田方式将会在生产上广泛采用。

1.3 秋施基肥

稻草还田要求基肥必须秋季施用, 氮、磷、钾肥均匀撒在稻草上, 与稻草一同翻埋。氮、磷、钾肥总用量参照当地常规量施用。氮 50%、磷 100%、钾 60% 作基肥秋施, 同一块地连续还田 3 年以后, 氮肥总用量减少 $10\%\sim 15\%$ 。以农垦科学院水稻研究所稻田为例, 稻田土壤有机质含量 3% 左右, 化肥用量 $\text{N } 7.5 \text{ kg/667m}^2$, $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 3 \text{ kg/667m}^2$, $\text{K}_2\text{O } 2.5\sim 3 \text{ kg/667m}^2$, 基肥用量 $\text{N } 3.75 \text{ kg/667m}^2$, $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ } 3 \text{ kg/667m}^2$, $\text{K}_2\text{O } 1.5\sim 1.8 \text{ kg/667m}^2$ 。连续还田 3 年后, 用氮量降为 $\text{N } 6.5 \text{ kg/667m}^2$, 基肥降为 3.25 kg/667m^2 。

1.4 秋耕地

从水稻秸秆还田角度分析, 以翻耕掩埋效果最好, 因此结合轮耕进行秸秆还田的方式为: 翻一旋一浅翻一旋一翻, 可在翻或浅翻年度进行秸秆还田, 达到每隔一年进行一次。

粉碎抛撒的细碎稻草最好用深翻掩埋, 深翻 $18\sim 20 \text{ cm}$, 如果有旋埋机械, 也可以用旋耕掩埋。上海松江农机厂生产的金杯牌 IG/60 型反旋式灭茬

机,外形与普通旋耕机相似,只是工作时旋刀的旋转方向相反,埋草率 90% 以上,埋草深度 12 ~ 16 cm^[1]。大型收获机高留茬 30 ~ 40 cm 处理的秸秆必须用大型深翻掩埋 20 cm 以上。秋耕地在秋收后期土壤含水量在 30% 左右即开始,至地面达到封冻状态停止作业。时间大约是 9 月 25 ~ 11 月 5 日。

生产上要以秋季还田为主,还田作业宜早不宜晚。秸秆在土壤中经过一个冬季冻融进程,组织结构松散,离散程度提高,利于微生物分解。春季 4 月份土温大于 5℃ 微生物开始分解活动,到插秧有一个月的有效腐解时间,秸秆 C/N 比下降,可以减轻插秧后秸秆与苗争氮现象。春季翻埋局限性大,农时紧张,秋季还田能减轻翌年春季耕作负担。

1.5 泡田水整地

在秋整地的基础上,充分利用水源,提早泡田整地,泡田水深为翻耕垡片的一半,花达水泡田。

1.5.1 粉碎稻草水整地 经粉碎的细碎稻秸,不论是深翻还是旋耕掩埋的,春季水整地都不能用常规机械作业,必须配合搅浆平地机掩埋稻秸,否则漂草。作业时间从 4 月 10 日开始。搅浆平地机目前以友谊农场生产的效果较好,搅浆平地机型号为 IPS-288 型,作业幅度为 2.88 m,配套作业动力机型为 284 或 304 型四轮驱动拖拉机。水田搅浆平地机工作效率为每天每台可完成整地面积 5 ~ 6 hm²,作业整地质量好,搅浆平土、掩埋稻秸、稻茬一次完成。经该机整过的稻田,田面平坦光滑,田表无稻秸、稻茬,全部被搅入 5 cm 以下泥层中,对保证稻草还田质量和插秧质量十分有利。但使用搅浆平地机整地作业需要严格注意的是,必须顶凌整地,严防放水泡田时间过长,土层化冻过深,造成打垮陷车现象,同时过晚整地泥脚深,作业效率低。

1.5.2 高留茬稻草水整地 直接收获高留茬,经秋季深翻,春季用常规方式整地。作业时间是从 4 月 20 日至插秧前 7 d 左右完成。以手扶拖拉机装水耙轮,并带前刮板式平地器或后拖板式平地器作业,手扶水耙平地每台作业效率每天 1 ~ 2 hm²。

1.6 水稻生育期施肥

1.6.1 化肥用量 稻草还田在施肥技术上与常规还田不同,氮肥施用技术是稻草还田施肥技术的关键。秸秆还田的 1 ~ 2 年,按稻草 1.5% 配氮, N 7.5 kg/667m², 尿素 16.3 kg/667m²; 第 3 ~ 4 年度,土壤中氮有了一定的积累,按 1.3% 配氮, N 6.5 kg/667m², 尿素 14.1 kg/667m², 连续全量还田 3 年,氮肥减少 13%。在实际生产中,氮肥用量过大的,秸

秆还田后应该减少,控制在 7.5 kg/667m² 之内。日本中央农试结果,30 年连续施稻草 330 kg/667m²,5 年节约氮素 14%,5 ~ 8 年氮素节约幅度最大,20 年节约 21.7%,之后趋于平衡,增加缓慢^[2]。

还田年限增加,秸秆带入土壤中氮素积累,秸秆带入土壤的氮及其它营养成分在水稻产量中占的比重越来越大,氮肥需用量呈下降趋势。连续全量还田 3 年以后氮肥减少 10% ~ 15%,钾肥也可酌情减少。作物成熟后,氮与磷均向种子运送,唯有大部分钾素留在秸秆中,随秸秆还田而归回土壤。浙江省农业科学院研究,每年施 1 000 kg/667m² 稻草可以代替化学钾肥^[3]。黑龙江省水稻生产中钾肥的用量较低,稻草还田正可以弥补钾肥的不足,使水稻产量跨上一个新台阶。

磷肥 P₂O₅ 3 kg/667m², 全部作基肥在上年秋季施用;钾肥 K₂O 2.5 ~ 3 kg/667m², 基肥施用 60%, 1.5 ~ 1.8 kg/667m², 穗肥施 40%, 1 ~ 1.2 kg/667m²。

1.6.2 氮肥施用比例 稻草还田氮肥施用比例,基肥:蘖肥:穗肥为 5:4:1,氮 50% 作基肥,40% 作蘖肥,10% 作穗肥,即把常规穗肥中的一半前移作分蘖肥追施(常规基肥:蘖肥:穗肥比例为 5:3:2)。化肥用量 N 7.5 kg/667m², 基肥用量 N 3.75 kg/667m², 蘖肥 N 3 kg/667m², 穗肥 N 0.75 kg/667m²。连续还田 3 年后,用氮量降为 N 6.5 kg/667m², 基肥用量 N 3.25 kg/667m², 蘖肥 N 2.6 kg/667m², 穗肥 N 0.65 kg/667m²。

基肥上年秋季施用,分蘖肥返青后立即施用,使肥效反应在盛蘖叶位,穗肥在倒 2 叶露尖到长出一半时追施。施用时间观察田间是否出现“拔节黄”,有无稻瘟病,如有“拔节黄”,及时施,如果此时水稻长势过旺,或出现稻瘟病,穗肥可少施或施药防病后再施。

稻草对生育影响最明显的时候是在生育初期,5 月 20 日插秧,秧苗返青迟,叶色淡,株高和干物重下降,一度出现缺氮状态。6 月 20 日幼穗分化形成前后看不出大的差异,进入抽穗期以后,稻草还田处理的水稻无论株高、穗数、干物重等方面都增加,成熟期有的甚至倒伏。黑龙江省春天气温低,秸秆分解慢,由于微生物的活动要利用土壤中大量氮素,氮素供应不足就会出现微生物与作物争氮现象,在生长前期供氮充足是水稻正常生长和高产的基础,插秧返青后必须补氮。经 6、7 月高温秸秆分解释放出营养物质,而穗肥在倒 2 叶伸出一半时施用,秸秆释放

营养与穗肥肥效重叠,造成倒伏。氮素过盛,必须减氮。加大前期比重,减少后期氮量,即把常规穗肥中的一半前移作分蘖肥追施,缓解前期与苗争氮现象,确保秧苗成活率,同时防止后期氮肥过剩,解决倒伏问题。

1.7 灌水

稻草还田灌溉的基本要求是:浅水勤灌,间歇灌溉,适时晒田,以达到增氧壮根、防止秸秆腐解释放出的有害物质过多积累,促进根系发育。插秧后浅水增温促蘖,早生快发。至有效分蘖临界叶位,撤水晾田或晒田 3~5 d,为壮根及茎粗进一步打好基础。长穗期间间歇灌溉,即灌 3~4 cm 浅水层后停灌。任其自然渗干,至地表无水,脚窝有浅水时再灌 3~4 cm 水层,如此反复。出穗前 3~4 d 晾田 1~2 d,出穗期保持浅水。齐穗后由浅水层转入间歇灌溉,腊熟未停灌,黄熟排干。

1.8 植保

稻草还田,使用化学除草剂,特别是进行土壤处理的化学除草剂,有效使用量应适当提高。由于秸秆还田促进了土壤微生物学活性强度,从而加快了除草剂在土壤中的降解速度,也就是缩短了药剂的残效期。稻草还田土壤有机质将逐渐提高,土壤处理的一些化学除草剂的有效剂量,应随着土壤有机质含量的提高适当增大。

2 堆腐还田技术

利用稻壳、青草、锯末、稻草等有机碳源和粪肥与微生物发酵剂酵素 3 号快速发酵有机肥,15~20 d 发酵一批,肥效高于普通堆肥 1~2 倍,克服过去沤制时间长,肥效低的缺点,可以解决当前水稻育秧中有机肥不足问题,是培肥秧田土壤的成本低、见效快的实用办法。

2.1 堆制方法

以堆制 1 吨有机肥计算:

配方(1):粪肥(鸡或猪粪)400 kg+碳源(锯末、稻草、稻壳等)450 kg+生土 100 kg+微量元素(生气散)50 kg+发酵剂(酵素 3 号)1 kg。

配方(2):粪肥(鸡或猪粪)400 kg+碳源(锯末、稻草、稻壳等)400 kg+生土 200 kg+发酵剂(酵素 3 号)1 kg。

在秧田附近或田头空地有水源的平地堆制。堆底一般长 3 m,宽 2 m,铺 30 cm 厚的玉米秸或稻草保持通气,上面再铺一层旧编织袋,把各种配料拌匀,水分调到 60%(双手用力挤出水滴为度),在编织袋上堆呈馒头形,用稻草帘盖上(雨天用塑料布盖上,雨后马上掀掉)。3 d 后堆内温度达到 60~70℃,以后每隔 7 d 翻动 1 次,促进迅速与均匀腐熟,翻动 3 次后即 21 d 发酵完成。发酵好的肥料呈紫褐色、无臭味,最适合秧田育苗。

2.2 堆肥的利用

以稻壳、锯末为副料堆制的有机肥细碎,最适合用于秧田育苗,有机肥与三份旱田土或水田土混拌均匀作为优质的床土备用;或有机肥 2~3 kg/m² 撒在秧床上混拌均匀。该方法解决了水稻生产上多年堆造有机肥难、营养土贫瘠、苗弱等问题,加速秧田规范化建设进程。稻秸、杂草为副料的可继续腐熟,在秋季或第二年春可用于本田作基肥,培肥地力。

参考文献:

- [1] 陈雪娟. 秸秆反旋灭茬还田效果好[J]. 土壤肥料, 1998, (6): 46.
- [2] 农山渔村文化协会. 稻米增产[M]. 日本: 1995.
- [3] 尹道明. 稻草长期还田的培肥及供钾效果[J]. 土壤通报, 1995, 26(6): 253-256.
- [4] 徐卯林, 张洪熙, 黄年生. 高吸水物质种衣剂及其在水稻旱育秧上的应用技术[J]. 种子, 1998, (2): 61.
- [5] 范红, 闫少刚. 水稻种子包衣浅水直播技术[J]. 农业机械化与电气化, 1997, (2): 20.
- [6] 刘平, 夏维陆, 金烽. 卫福 200FF 种衣剂的药效试验[J]. 安徽农业科学, 1999, 27(3): 298.
- [7] 刘西莉, 李健强, 刘鹏飞, 等. 水稻浸种催芽专用种衣剂抗药剂溶解淋失效果研究[J]. 中国农业科学, 2000, 33(5): 1-7.
- [8] 陈泳和, 陈木兰. 浸种催芽型水稻种衣剂“南衣 1 号”试验初报[J]. 闽北农业科技, 1998, (2): 7-9.
- [9] 许迪新, 李来成. 早稻种子包衣直播育秧研究[J]. 种子, 2001, (5): 21.
- [10] 邵宝富, 张剑民, 赵文志. 试论生物种衣剂的应用现状及前景[J]. 洪维曾. 种子工程与农业发展[C]. 北京: 中国农业出版社 1997.
- [11] 邵宝富. 生物种衣剂的开发应用及其发展前景[J]. 洪维曾. 种子工程与农业发展[C]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [12] 何永华, 史贵双, 罗志华, 等. 应用水稻种衣剂育秧效果试验[J]. 现代化农业, 1995, (7): 2.
- [13] 吴中民, 安龙哲, 李运涛, 等. 种子包衣与直播深施肥技术在水稻生产中的应用[J]. 农机化研究, 1998, (2): 104-106.
- [14] 慕康国, 刘西莉, 白建军. 新型悬浮剂在种衣剂的作用效果研究[J]. 中国农业学会: 植物保护—21 世纪展望[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998: 806-809.

(上接第 31 页)