

玉米秸秆整株深埋还田技术研究

赵四申¹, 段汝浩¹, 宁吉洲¹, 张西群¹, 贾素梅¹, 王惠新¹, 赵祥英²

(1. 河北省农业机械化研究所; 2. 栾城县科技局)

摘要: 介绍在小麦、玉米一年两熟条件下, 玉米秸秆直接还田的一种全新方法——玉米秸秆整株深埋还田技术(以下简称玉米整株还田), 所需配套机具及操作工艺、技术要点和 3 年的试验结果。研究结果表明整株还田, 秸秆经过一年的腐解, 腐解率达 90% 以上, 土壤有机质年均增加 0.11%。玉米整株还田耕深 20 cm, 秸秆在土壤 8 cm 深度以下秸秆覆盖率达 95% 以上, 能够保证冬小麦播种质量, 小麦播种出苗后基本苗及分蘖测定分别比粉碎还田(对照)增加 23 株和 0.2 个。小麦生育期干物质和千粒重分别增加 8.95% 和 1.33%, 小麦产量提高 3.81%, 比秸秆堆沤还田和粉碎还田投入分别减少 65.7% 和 50%。玉米整株还田具有省工、省力、省时、节能、增产增收的良好效果, 目前已在河北省栾城县大面积推广应用。

关键词: 玉米; 秸秆还田; 整株

中图分类号: S233.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-26819(2002)02-0058-04

玉米是我国北方的主要农作物之一, 河北省历年种植约 250 万 hm^2 , 年产秸秆 3 000 多万 t, 在农作物秸秆做燃料和堆沤农家肥田逐步由煤和化肥代替后, 将闲置无用的秸秆进行综合利用已是当务之急。秸秆综合利用的有效途径是秸秆直接还田, 但其常规还田工艺复杂, 机具投入多, 作业成本高, 仅秸秆粉碎、深耕覆盖、整地、小麦播种等每 hm^2 每次作业成本就达 750 元之多, 农民难于承受。为了及时收获, 准备播种冬小麦, 只好就地将秸秆焚烧, 既烧毁树木, 污染环境, 影响交通, 又给国家和人民生活带来巨大经济损失。为禁止秸秆焚烧, 每年政府三令五申, 出动警力, 经济处罚等都制止不了。针对玉米秸秆还田存在的问题, 河北省科学技术厅立项, 河北省农机化研究所承担, 进行了玉米秸秆整株深埋还田技术及配套机具研究。经过几年的典型试验和大面积推广应用, 证明该项技术具有省工、省力、省时、省钱、节能、增产的良好效果, 很受农民欢迎, 有着良好的应用前景。

1 试验条件与试验方法

该项试验选择在河北省石家庄市栾城县窦姬镇彭家庄村一农户, 试验面积 0.32 hm^2 , 土壤肥力中等, 水利条件较好。小麦玉米一年两熟, 单产分别为 6 000 kg/hm^2 、6 750 kg/hm^2 。

试验机具由大、中、小型四轮拖拉机配套的 ILF13Q、ILF23Q、ILF33Q 覆盖型深耕犁分别和秸

秆定向压倒扶顺装置组成复式作业机组, 拖拉机一次进地可同时完成秸秆定向压倒扶顺和整株深埋还田两项作业。玉米秸秆梳压耕翻复式作业机组示意图见图 1。

试验处理为整株深埋还田与粉碎还田、不还田的对比试验, 试验地与对照田在同一地块进行, 土壤质地与水肥管理, 作物品种及种植形式相同。

2 整株还田技术方法

玉米整株还田, 即在玉米成熟后人工摘掉玉米穗, 用秸秆定向压倒扶顺和覆盖型深耕犁组成的复式作业机组, 将直立的秸秆定向压倒扶顺, 深耕埋于犁沟底部达到整株全部还田之目的。

2.1 整株还田工艺与具体操作

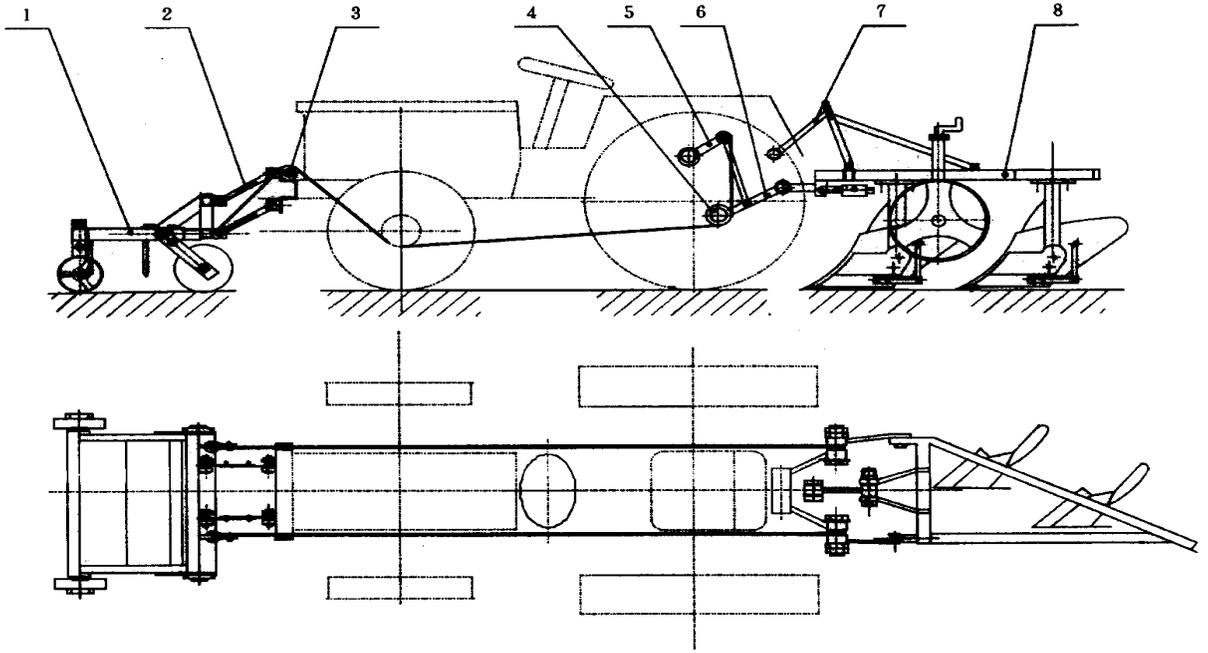
1) 整株深埋还田工艺: 玉米收前浇水造墒——玉米摘穗运穗——撒施化肥——秸秆定向压倒扶顺与深耕——整地——小麦播种——盖(压)。

2) 具体操作: (1) 玉米收前浇水造墒再人工摘穗, 在运玉米穗时将化肥撒入玉米地内, 调整秸秆碳氮比, 将其比值 53:1 调整为 25:1, 以利秸秆腐解。化肥撒施量尿素 225 kg/hm^2 或碳铵 600 kg/hm^2 。(2) 秸秆压倒扶顺深耕还田, 根据生产条件可选用 11.02、22.05、36.75 kW 拖拉机的一种与秸秆压倒扶顺深耕复式作业机组将拖拉机前直立的玉米秸秆定向压倒扶顺, 随后犁耕时将秸秆深埋于犁沟底部。耕深 20~22 cm, 同时犁上安装合墒器进行合墒。(3) 整地播种盖(压), 整地可选用小型拖拉机配钉齿耙将地耙平, 再用木盖盖地, 碎土保墒, 而后用小型拖拉机配小麦播种机播种小麦, 播后再进行盖(压)。

收稿日期: 2001-208227

基金项目: 河北省科技攻关项目(99220309D)

作者简介: 赵四申, 副研究员, 石家庄市富强大街 14 号 河北省农业机械化研究所, 050011



1. 秸秆梳压装置 2 平行四杆机构 3 前滑轮 4 后滑轮 5 提升臂 6 下拉杆 7 上拉杆 8 ILF230 型悬挂深耕犁

图 1 玉米秸秆梳压耕翻复式作业机组示意图

Fig 1 The double unit schematic of combining, pressing and ploughing corn stalks

2.2 技术要点

1) 作业前浇水造墒。为保证小麦播种出苗齐全, 在土壤墒情不足时, 应在玉米整株还田作业前先浇水造墒, 待能够进地时适时进行玉米整株还田, 整地播种小麦。

2) 适时进行玉米整株还田。在玉米成熟后, 趁秸秆青绿时应及时摘下玉米果穗, 运出, 进行秸秆压倒扶顺与深耕整株深埋还田作业, 以利秸秆含有较多的水分和养分深埋于土壤之中, 便于腐解。

3) 小麦播种作业应与玉米秸秆整株还田作业同向进行。例如: 玉米秸秆整株还田作业由北向南进行, 小麦播种时也应由北向南作业。否则, 小麦播种可能挑起秸秆, 影响小麦播种质量。

4) 播后压(盖)。因大量秸秆埋入土壤, 可能会造成秸秆把土壤架空。因此, 在小麦播种后, 必须用“U”型镇压器或木盖进行压(盖)作业, 以保证小麦入冬免受风抽与冻害。

3 玉米秸秆整株深埋还田的技术效果

3.1 玉米秸秆腐解情况测定

玉米整株还田秸秆量大, 一般玉米秸秆产量为 9 600 kg/öhm², 高产的可达 14 000 多 kg/öhm²。如此多的玉米秸秆集中深埋于土壤耕层之中, 能否快速腐解将对小麦生长发育产生重大影响, 为便于秸秆快速腐解, 整株还田作业前, 在玉米地内撒施化肥, 将玉米秸秆碳氮比值 53 : 1 调整为 25 : 1。考察秸

秆腐解情况, 2000 年在试验地设 3 个重复, 用尼龙纱袋每袋装 40g (干质量) 秸秆共 18 袋, 模拟埋入土壤耕层中, 分 6 次定期取出烘干后用水冲掉分解的渣沫, 将剩余物烘干称质量(见表 1), 结果表明玉米秸秆埋入土壤耕层中经过一年的腐烂, 腐解率达 90% 以上, 说明大部分秸秆已经腐解, 不但对小麦生长发育没有影响, 而且还可促进小麦生长后期稳健生长。

表 1 玉米整株还田秸秆腐解剩余物测定表

Table 1 Remains of rotten stalk on the condition of returning whole corn stalk into soil g

日期	03224	04218	06208	07205	08215	09228	腐解率%
处理 1	24.03	17.60	14.26	10.88	6.44	3.50	91.3
处理 2	25.87	17.99	12.55	8.80	5.49	3.00	92.5
处理 3	22.19	14.80	14.48	9.27	5.10	2.80	93.0
平均	24.03	16.69	13.76	9.65	5.68	3.10	92.3

3.2 对土壤养分的影响

玉米整株还田可增加土壤养分, 培肥地力。为考核玉米整株还田对土壤养分的影响, 分别于 1999 年秸秆还田前和 2000 年秸秆还田后在试验地随机取 9 点将全耕层内土壤混合分装 3 袋, 进行土壤养分测定(见表 2)。

考核结果表明, 玉米整株还田后比还田前年均增加有机质 0.11%, 全 N 0.0135%, 速效 P₂O₅ 7.83 mg/ök, 速效 K₂O 4.2 mg/ök。数据表明, 玉米秸秆整株还田可增加土壤有机质和其它营养成分, 有利

于培肥地力, 促进作物增产。

表 2 玉米整株还田前后土壤养分测定变化表

Table 2 Soil nutrient variation of returning whole corn stalk into soil at different period

取样时间	点次	有机质 ö%	全N ö%	速效 P ₂ O ₅ ömg · kg ⁻¹	速效 K ₂ O ömg · kg ⁻¹
1999 年	1	2.04	0.1000	29.8	102.0
	2	2.02	0.1036	36.8	110.4
	3	1.89	0.1100	30.5	115.4
2001 年	1	2.17	0.126	41.1	109.2
	2	2.15	0.131	64.2	110.4
	3	2.29	0.139	38.9	123.6

3.3 对小麦播种质量及生长发育的影响

在小麦玉米一年两熟作业区将大量的玉米秸秆整株还田, 紧接着种植冬小麦, 能否保证小麦播种质量及小麦生长发育是农民普遍关心的问题, 为此, 选择玉米整株还田与玉米秸秆粉碎还田、不还田为对照种植小麦进行对比试验。

1) 对小麦播种质量的影响。玉米整株还田耕深 20 cm, 对 ILF130、ILF230 型两种深耕犁进行玉米整株还田秸秆覆盖率的测定, 结果表明土壤 8 cm 以下耕层内秸秆覆盖率分别为 96.8% 和 96.2%。小麦播深 4~5 cm, 小麦播种层内秸秆只有 3.2% 和 3.8%, 不影响小麦播种质量; 小麦出苗后基本苗于次年 3 月 12 日分别在试验地和对照田随机取 3 行, 每行 0.5 m 查苗, 整株还田平均 133 株, 粉碎还田 107 株, 不还田 130 株, 株分蘖分别为 4.7、4.5、4.2 个。

测定结果说明玉米整株还田对小麦播种质量不但没有影响, 而且还促进小麦有效分蘖。

对小麦根系发育影响。经过 2000、2001 年春季挖出横截面 20 cm × 40 cm × 30 cm 的小麦土墩测定, 90% 以上的小麦根系能够透过玉米秸秆密集区的秸秆缝隙扎入土壤, 说明整株还田秸秆对小麦根系发育没有影响, 小麦根系发育见图 2。



图 2 玉米整株还田后小麦根系发育分布图

Fig 2 The distribution of wheat root system growth after returning whole corn stalks into soil

2) 对小麦生长发育影响。于 2001 年小麦整个生育期分 4 个阶段在试验地和对照田随机设 3 个重复, 每重复各查 10 株小麦株高、绿叶片数、基秆直径、株干重平均(见表 3)。测定结果表明玉米整株还

表 3 玉米整株还田与对照田小麦生长发育情况测定表

Table 3 Wheat growth condition in corn stalk returning field compared with the contrast plot

测定项目	测定日期	整株还田	粉碎还田	不还田	试比对照增减(+ ö-)	
					粉碎	不还田
株高 öcm	03224	23.2	20.4	21.7	2.80	1.50
	04218	51.9	48.7	48.1	3.20	3.80
	05209	71.4	68.2	68.0	3.20	3.40
绿叶片数	03224	3.70	3.60	3.60	0.10	0.10
	04218	4.80	4.60	4.50	0.20	0.30
	05209	3.90	3.83	3.80	0.07	0.10
秆直径 öcm	03224	3.70	3.60	3.60	0.10	0.10
	04218	3.27	3.05	3.04	0.22	0.23
	05209	3.91	3.57	3.33	0.34	0.58
株干质量 ög	03224	1.64	1.46	1.41	0.18	0.23
	04218	2.79	2.42	2.22	0.37	0.57
	05209	6.55	6.24	6.21	0.31	0.34
	05229	9.97	9.66	8.11	0.31	1.86

3.4 对小麦产量的影响

玉米秸秆整株深埋还田对小麦产量的影响, 以玉米秸秆粉碎还田为对照, 进行产量对比, 产量测定在试验地、对照田随机各取 1 m², 分别测定穗数、穗粒数、千粒重, 计算其产量求其平均。见表 4。

田小麦株高在不同生长期均高于对照田, 特别是小麦生长进入 4 月以后试验地与粉碎还田、不还田的对照田 3 次测定平均, 小麦茎秆直径分别增加 0.26 和 0.32 mm; 株干物质分别增加 0.33 和 0.59 g; 说明玉米整株还田在小麦生长后期能够促进其稳健生长, 绿叶片数至收获前 5 月 29 日测定, 仍比粉碎还田和不还田增加 0.19 和 0.24 片, 说明玉米整株还田小麦叶片功能期长, 提高小麦千粒重, 增加产量。

1999 年玉米整株还田比粉碎还田的对照田产量略有增加, 随着试验的逐年进行, 2001 年试验比对照增产 3.81%, 增产幅度较大, 其主要原因是玉米整株还田比粉碎还田小麦叶功能期长, 千粒重增加, 能够促进小麦后期稳健生长和产量的提高。

表 4 玉米整株深埋还田与对照田小麦产量对比

Table 4 Wheat yield of the corn stalk returning field compared with the contrast field

年份	整株还田				粉碎还田			
	穗数 $\times 10^4$ 个	穗粒数 $\times 10^6$ 粒	千粒重 $\times 10^3$ g	产量 $\times 10^3$ kg \cdot hm $^{-2}$	穗数 $\times 10^4$ 个	穗粒数 $\times 10^6$ 粒	千粒重 $\times 10^3$ g	产量 $\times 10^3$ kg \cdot hm $^{-2}$
1999	601.8	34.3	30.5	6295.7	600	34.3	30.3	6235.7
2000	636.75	33.5	30.36	6476.1	634.5	32.8	30.3	6305.9
2001	593.7	35.6	31.92	6747.0	578.3	35.7	31.0	6499.5

4 玉米整株还田的技术经济效益分析

玉米整株还田不仅增加了土壤有机质, 培肥了地力, 促进了作物增产, 提高了劳动生产率和机械利用率, 而且还能减少投入, 降低作业成本。

据调查统计测算: 1) 传统的人畜力秸秆堆沤还田, 作业成本 875 元 \cdot hm 2 。包括人工 55 个(收割拉运 25 个, 秸秆切碎堆沤 22.5 个, 撒施肥 7.5 个), 小拖拉机 7 d, 畜力 15 d, 目前按市场价格, 农村劳力 8 元 \cdot d, 小型拖拉机 30 元 \cdot d, 畜力 15 元 \cdot d 计算。2) 秸秆粉碎直接还田包括秸秆机械粉碎和深耕覆盖两项作业, 600 元 \cdot hm 2 。3) 玉米秸秆整株还田作业 300 元 \cdot hm 2 。整株深埋还田比传统的秸秆堆沤还田作业成本降低 65.7%, 比秸秆粉碎直接还田降低 50%, 且由于整株还田减少了秸秆机械粉碎作业工序, 可节省腾地时间, 有利于冬小麦适时播种, 提高产量。

5 结论与建议

1) 玉米整株还田省工、省时、省钱, 操作简单,

作业工序少, 可有效培肥地力, 促进小麦增产。不仅适用于一年一熟玉米秸秆直接还田, 也适用于小麦玉米一年两熟区玉米秸秆直接还田, 适于在具有大中型拖拉机深耕作业的地方推广。

2) 在家庭联产承包责任制条件下, 建议逐步实行统种分管双层经营体制, 建立农机服务组织社会化有偿服务, 为推广该项技术创造有利条件。

3) 对保证小麦播种质量及小麦生长发育和产量的影响, 培肥地力, 改善土壤理化性能等项技术研究有待继续进行试验。

[参 考 文 献]

- [1] 贺文胜等. 机械化秸秆整体还田技术[A]. 全国丰收计划培训工程[J]. 秸秆还田技术, 1998: 5.
- [2] 马永良等. 玉米秸秆整株原位翻压还田技术研究[J]. 河北农业科学, 2000: 1.

Return ing and Covering Whole Corn Stalk in to Soil

Zhao S ishen¹, Duan Ruhao¹, Ning J izhou¹, Zhang Xiqun¹, J ia Sumei¹, Wang Huixin¹, Zhao Xianguing²

(1. H ebei A gricultural M echanization Research Institute, Shijiazhuang 050011, China;

2. Luancheng Science and Technology Office, Shijiazhuang Luancheng 051430, China)

Abstract: A new technique of returning and covering whole corn stalk into soil in wheat-corn two crops one-year area was studied. This paper emphasized on introducing the techniques of returning whole corn stalk into soil, necessary agricultural machinery, operational technology. And three-year experimental results were also obtained. The study shows that the rotten rate of corn stalk in one-year rotten period can reach more than 90%. And organic matter in soil can increase by 0.11% per year compared with traditional way. If plough depth is more than 20 cm, 95% of corn stalk can be covered under soil that is about 8 cm. This can guarantee the seeding quality of wheat. The basic seedlings and tillers are increased by 23 and 0.2 respectively compared with traditional way. The dry matter and one thousand seeds' weight after returning whole corn stalk into soil can increase by 8.95% and 1.33%. The winter wheat yield can increase by 3.81%. The input can decrease by 65.7% and 50% compared with corn composting and cutting stalk into pieces respectively. Therefore returning whole corn stalk into soil can save labor and time input, increase profit and save energy. This technique has been extended widely in Luancheng county.

Key words: corn; returning corn stalks into soil; whole stalk