

文章编号: 1003-8701(2000)05-0008-06

稻草还田苗带轮作栽培技术的研究

方展森, 关丽君, 都兴林, 张三元, 金京德

(吉林省吉农高新技术发展股份有限公司水稻良种生产中心, 吉林 公主岭 136100)

摘要: 1994~1996年连续3年采用以稻草还田增加土壤有机质含量进行苗带轮作, 是降低使用土地面积、减少化肥、农药使用量的栽培技术, 充分发挥品种高产潜力, 提高光合速率, 确保水稻群体发育获得高产。通过3年的研究表明: ①连续使用稻草还田改善了土壤的团粒结构, 降低了土壤容重, 有机质含量明显提高, 水稻根系活力增加, 每平方米的稻田杂草量减少。②不同比例的苗带轮作水稻叶面积比普通栽培指数高, 干物质积累快, 平均每穴穗粒数增多。③不同苗带轮作比例不同, 而产量有明显的差异, 以2:1轮作方式最为合理, 公顷产量可达8.5 t左右。④不同苗带轮作产量虽比普通栽培方式平均减产6.6%, 但由于当年轮作水稻种植面积平均减少25%, 农药、化肥使用量降低30%, 其成本的降低费用比稻谷减产的部分高出2.3%。

关键词: 稻草还田; 苗带轮作; 有机质; 根系; 产量

中图分类号: S 511.047

文献标识码: A

吉林省自引进日本大棚盘育秧机械化插秧栽培技术以来, 栽培水平不断提高, 促进了水稻生产的发展, 水田种植面积从35万 hm^2 增加到70万 hm^2 , 公顷产量从5~6 t提高到8~9 t。然而, 由于生产上大量施用化肥、农药, 农家肥的施用量逐年减少, 甚至多年不施用有机肥。这种高投入高产出, 掠夺式地生产方式, 使土壤长年得不到任何营养补充和生息, 土壤有机质的含量由70年代的3%下降到1.5%左右。稻田土壤有机质含量的衰竭, 造成土壤生态系统平衡失调, 使稻田土壤物理性变差, 容重增大, 土壤板结, 降低了土壤的生产力。使由原来每公斤化肥能生产稻谷8 kg下降到5 kg左右。为了能改变这种生产方式, 维护土壤的生态平衡, 同时解决稻草还田产生硫化氢对水稻生长发育的影响, 我们进行了稻草还田苗带轮作休田的栽培试验研究, 旨在寻找一条平稳生产粮食、保护土壤肥力、维持生态平衡的持续农业栽培技术。

1 材料与方 法

1.1 品 种

试验地设在吉农高新技术发展股份公司水稻良种生产中心。品种为日本晚熟高产水稻品种秋光。

1.2 稻 草

收稿日期: 2000-04-18

作者简介: 关丽君(1938-), 女(满族), 吉林省吉林市人, 吉林省农科院水稻所研究员, 主要从事水稻栽培及水田土壤农化研究。

本文由张三元、金京德执笔完成。

还田稻草为上年度未发酵腐烂的稻草,还田施用量为 5 t/hm^2 。

1.3 苗带轮作

采用行距为 30 cm ,株距 13.5 cm 。1994年采用插2行空1行(2:1)、插4行空2行(4:2)、插6行空3行(6:3),空行为稻草还田区。稻草还田时间为6月25日、7月10日和7月15日。1995年与1996年采用插2行空1行。普通栽培区采用 $30\text{ cm}\times 13.3\text{ cm}$ 、 $30\text{ cm}\times 16.7\text{ cm}$ 及宽行 $37\text{ cm}\times 16.7\text{ cm}$ 、 $45\text{ cm}\times 13.3\text{ cm}$ 。

1.4 化肥和除草剂使用量

稻草还田苗带轮作区为普通栽培使用量的 $1/3$ 。

1.5 育苗与移栽

4月5日播种,大栅盘育苗,每盘播湿种子 75 g ,育苗日数为 40 d ,秧龄 4.5 叶,5月15日插秧,每穴3苗,本田施肥时期及灌溉方式与大田栽培管理相一致。

1.6 调查项目

调查土壤有机含量、土壤物理性变化、稻草还田腐烂速度、杂草数、水稻生育状况、根系活力及产量构成性状。

1.7 测试方法

土壤容重采用常规土壤容重测定法,根系活力采用甲烯蓝吸附法,叶面积测定采用直观测定法,产量测定每试验区收获面积 10 m^2 ,自然晾晒后水分达 15% 左右脱粒测产。

2 结果与分析

2.1 苗带稻草还田对土壤的物理性状及有机质含量的影响

稻草还田是改良土壤物理性状和增加土壤中有机质含量的有效措施之一,

表1 苗带轮作稻草还田土壤物理变化

处 理	容 重 (g/cm^3)	土壤总孔 隙度(%)	毛管孔隙 度(%)	非毛管孔隙度 大孔隙(%)	大小孔 隙 比
不还田(普通栽培区)	1.100 79	58.46	50.43	8.03	1:6.28
全层还田(翻地前施入)	1.055 93	60.15	48.74	11.41	1:4.27
覆盖还田 1 kg/m^2 (6月25日施入)	0.961 80	63.71	49.68	14.03	1:3.54
覆盖还田 0.5 kg/m^2 (6月25日施入)	1.068 60	59.57	49.53	10.14	1:4.88

表2 苗带稻草还田土壤养分的变化(1995年)

处 理	调查日期 (月·日)	有机质含量 (%)	全氮 (%)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
还 田	6.29	1.752	0.179	63	10	400
不还田	6.09	1.656	0.136	34	8	200
还 田	7.24	1.867	0.107	60	15	300
不还田	7.24	1.591	0.114	41	10	200
还 田	8.07	2.170	0.143	40	20	200
不还田	8.07	1.473	0.129	30	20	100

由于稻草中含有较多的半纤维素,在北方稻草还田存在着当年分解不完全,从而影响土壤改良的效果。从苗带稻草还田对土壤物理性能的调查结果看(表1),苗带轮作空行稻草还田方式改变了土壤理化性质,不同方式的稻草还田土壤容重均比不还田降低 12.6% 、 4.1% 和 2.9% ,土壤总孔隙度和非毛管孔隙度提高。而苗带稻草还田比惯用还田方式土壤

容重下降了 8.9%，总孔隙度提高了 5.9%。从土壤总的养分含量变化来分析(表 2)，不还田试验区有机质含量随着水稻生长发育而下降，苗带稻草还田试验区有机质含量是随着水稻生长发育进程而呈增加的趋势。而且有机质含量在后期较不还田提高 47%，速效氮含量增加 33%，速效钾含量高出 50%。说明稻草还田特别是苗带稻草还田对提高土壤各种养分作用是十分明显的。

2.2 苗带稻草还田水稻根系变化

表 3 苗带稻草还田对根系发育的影响

处 理	株高 (cm)	茎数 (个)	最长根 (cm)	鲜重(g/穴)		干重(g/穴)		单株干重(g)		单株根数 (条)
				地上	地下	地上	地下	地上	地下	
还田(2:1)	68.1	34	35.5	123.0	53.0	26.9	9.2	0.84	0.27	24.4
不还田	61.2	28	25.5	92.0	40.0	20.7	7.5	0.74	0.20	21.3
还田(4:2)	65.5	32	34.5	116.0	47.0	26.0	5.9	0.82	0.24	
不还田	62.5	30	30.0	96.0	31.0	24.6	5.2	0.81	0.17	

水稻根系发育的好坏是高产栽培的关键，只有在良好的土壤环境中才能确保根系发育良好。表 3 中不同比例苗带轮作稻草还田根系无论是根长、根鲜重、干物重还是平均单株干物重均与普通栽培稻草不还田有明显的差异，表现出根多、根长、平均最长根比普通栽培长出约 8 cm，尤其是干物质积累比普通栽培有所提高。

表 4 不同稻草还田方式根系的活力测定

处 理	总吸收面积 (m ²)	活跃吸收面积 (m ²)	活跃吸收面积 (%)
普通栽培	5.870 3	2.017 0	34.350
全层稻草还田	6.594 5	3.228 5	48.957
覆盖还田 0.5 kg/m	8.360 0	3.190 0	38.158
覆盖还田 1 kg/m	9.036 5	4.317 5	47.778
连续 4 年还田	8.288 5	3.773 0	45.520

为了进一步证明苗带轮作稻草还田后水稻后期根系发育环境得到了改善，我们对不同的稻草还田方式和不同土壤层次中的根系活力进行了测定，如表 4、表 5。从测定结果看出，经过稻草还田其根系的活力均比不还田的要强，特别是经过 3 年稻草还田根系的活跃面积明显要优于其它处理区。

表 5 不同土壤层次中根系活力测定

处 理	土层(cm)	总吸收面积(m ²)	活跃吸收面积(m ²)	活跃吸收面积(%)
稻草还田	0~10	0.813 5	0.451 0	55.44
	11~20	0.376 8	0.177 0	47.00
普通栽培	0~10	0.403 7	0.140 8	32.69
	11~20	0.385 0	0.193 6	43.39

从表 5 中还可以看出，2:1 苗带轮作 11~20 cm 根系仍表现出很强的活力。

2.3 稻草还田对稻田杂草生长的影响

减少稻田除草剂的施用量又能遏制杂草的数量是生态农业研究的一个主要方向。采用稻草还田对杂草的生长影响调查结果表明，在空行中施用稻草还田能使杂草数量降低，最大限度遏制杂草的生长(表 6)。从表 6 中可以看出，用稻草覆盖杂草，使杂草不能正常生长，杂草数量与用药防治相比防治效果低 10%~20%左右，但效果仍十分明显，生存的杂草对水稻产量并未构成大幅度减产的趋势。

表6 稻草还田对杂草生长遏制效果

处理项目	每平方米杂草数量(株)			防治效果(%)	调查日期(月·日)
	杂草总数	三棱草	稗草		
不施稻草不施农药	148.9	146.8	2.0		7.26
全层施草施药防治	11.1	9.8	1.3	92.5	7.26
覆盖 0.5 kg/m ²	39.7	8.3	2.3	73.3	7.26
覆盖 1.0 kg/m ²	24.4	9.0	2.3	83.6	7.26

2.4 不同苗带轮作方式对水稻生长发育及产量的影响

苗带轮作为水稻生长发育创造了一个更大的空间,从图1不同苗带轮作的分蘖消长调查结果可以看出,不同栽培形式的分蘖高峰在7月4日左右,7月25日左右分蘖基本趋向平稳,苗带轮作分蘖数虽比普通栽培少,但从成穗率来分析,苗带轮作方式有效分蘖率明显高于普通栽培方式。

从叶面积指数(LAI)的动态变化(图2)来看,2:1比例30 cm×17.6 cm和30 cm×13.3 cm的叶面积指数过大,在7月25日达到了最高峰,LAI分别为8.4和8.2,在吉林省种植秋光LAI达到8以上,说明中期长势过旺。而后期2:1比例30 cm×13.3 cm的LAI下降速度太快,表现出严重的早衰现象,影响后期产量的形成。

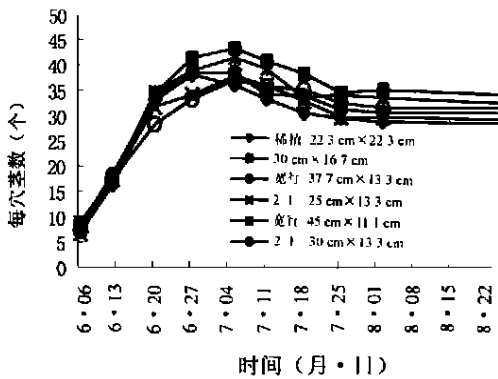


图1 苗带轮作与不同栽培形式分蘖动态

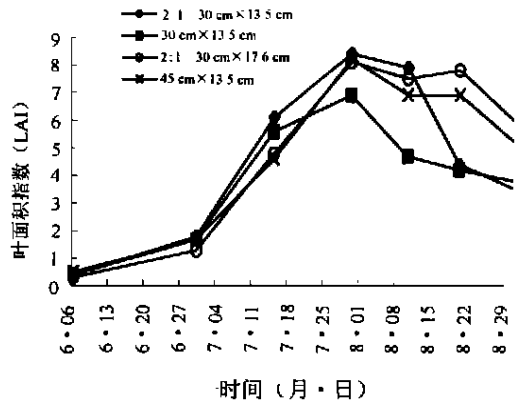


图2 稻草还田苗带轮作叶面积指数动态

表7 不同苗带轮作方式产量构成

年份	栽培方式(cm×cm)	株高(cm)	穗长(cm)	穗数(个/穴)	粒数(粒/穴)	结实率(%)	千粒重(g)	谷草比	产量(kg/hm ²)	增产(%)
1994	普作 30×16.7	106.0	20.7	24.1	107.0	83.3	24.8	1.18	8 342.9	100
	6:3 30×13.3	106.0	19.8	21.2	88.0	84.6	26.3	1.32	6 457.1	-22.6
	4:2 30×13.3	102.9	20.1	19.5	90.4	83.2	24.7	1.30	6 898.4	-17.3
	2:1 30×13.3	105.4	20.7	33.1	111.2	92.5	25.5	1.15	7 800.5	-5.9
1995	普作 30×13.3	110.3	19.8	18.6	92.7	79.1	25.3	1.36	8 285.7	-0.1
	普作 30×16.7	95.2	18.6	31.2	80.5	86.2	23.1	1.40	9 000.0	100
	宽行 37.7×16.7	96.2	18.9	29.3	91.5	86.4	23.6	1.40	8 750.1	-2.8
	2:1 25×13.3	101.5	19.1	32.5	89.5	84.5	24.5	1.30	8 150.2	-10.5
	宽行 45×13.3	97.2	18.8	30.4	83.6	80.1	24.5	1.30	8 550.0	-5.0
	2:1 30×13.3	97.3	18.8	27.8	112.3	91.5	25.9	1.50	8 100.2	-10.0
1996	2:1 30×17.8	96.9	17.1	29.8	108.8	95.2	25.4	1.51	8 539.6	-3.7
	宽行 37.7×13.3	103.6	18.6	31.0	98.9	88.2	25.2	1.63	8 930.2	0.87
	普作 30×17.8	97.9	18.1	29.1	88.2	87.3	25.1	1.53	8 870.2	100

不同的苗带轮作产量构成因素分析,1994年普通栽培技术产量达8 342.9 kg/hm²,而苗

带轮作中 2:1 比例 30 cm×13.3 cm 的产量为 7 800.5 kg/hm², 比最高产量减产 5.5%。但由于插 2 行空 1 行空间大, 每穴分蘖平均达到 33 株, 每穗粒数达 111.2 粒, 结实率达到 92%。1995 年我们以 2:1 轮作为基本方式与我省不同的栽培密度比较, 普作栽培 CK₁ 产量为 9 000 kg/hm², 苗带轮作中 2:1 比例 30 cm×13.3 cm 的产量为 8 100 kg/hm², 仅减产 9.0%, 虽然有所减产, 但仍表现出穗大, 每穗粒数达到了 112.3 粒, 结实率达到 91% 左右, 谷草比达到 1.5。从 1995 年调查 LAI 结果看, 2:1 比例 30 cm×13.3 cm 后期 LAI 下降幅度太大, 1996 年试验采用 2:1 比例 30 cm×16.7 cm 与宽行和普通栽培形式进行比较, 由于连续 3 年的稻草还田土壤有机质含量和养分明显提高, 在同样减少施肥量的情况下苗带轮作比普通栽培产量减产幅度有所下降, 仅比 CK 减产 3.7%, 每穗粒数也达到了 108.8 粒, 而且结实率明显比前两年有所提高, 达到 95% 左右。通过 3 年稻草还田苗带轮作栽培试验的产量测定结果, 虽 3 年平均产量减产在 6.5% 左右, 但由于生产成本下降, 总效益仍比普通栽培高出 2.3% (表 8)。

表 8 稻草还田苗带轮作与普通栽培效益比较

处 理	栽培方式	平均产量 (kg/hm ²)	化肥投入 (元/hm ²)	农药投入 (元/hm ²)	秧苗成本 (元/hm ²)	减产幅度 (kg/hm ²)	经济效益 (元/hm ²)
苗带稻草还田	2:1 30cm×17.8cm	8 244.9	253.0	100.0	200	492.8	16.1
普通稀植普作	30cm×17.8cm	8 737.7	759.0	200.0	300		
苗带稻草还田	2:1 30cm×13.3cm	8 146.7	253.0	100.0	200	446.1	81.46
普通栽培	30cm×13.3cm	8 592.8	759.0	200.0	300		

注:成本算法采用我省平均施用量:每公顷化肥施用量 330 kg(尿素+进口二铵), 每吨化肥 1997 年价格 2300 元, 计 759 元。农药施用量为:丁草胺每公顷 1 500 mL、草克星 100 g, 计 200 元。秧苗每公顷为 300~400 盘, 每盘成本为 1 元。稻谷 1997 年国家收购价为每公斤 1.4 元。

3 结论与讨论

水稻稻草还田对增加土壤有机质含量和改善稻田土的理化性能作用, 前人做了大量的研究和报道。在 70 年代也曾大面积普及和推广过, 但由于主要局限于稻草发酵腐烂还田、切碎还田和深翻还田, 而稻草含有较多的半纤维, 发酵腐烂需要一定的温度和养分参与才能分解, 分解过程需要较长的时间。稻草分解中对水稻生长发育有一定的影响, 甚至会造成当年减产的现象。加之我国农村有一部分地区缺柴需用稻草作为燃料, 因此, 多年来水稻稻草还田这项技术始终未能全面普及和坚持。苗带稻草还田和苗带轮作是合理利用边际效应, 综合宽行大垄特点, 采用空行稻草还田, 苗带轮作方式使稻草还田在分解过程中既不影响水稻生长发育, 又能使一部分稻田得到休田的机会, 同时也能节省一部分稻草用于燃料。采用这种栽培技术能充分发挥品种的产量潜力, 获得水稻稳产。经过 3 年试验结果充分表明, 稻草还田苗带轮作是增加土壤有机质含量, 合理使用土壤, 保持土壤生态平衡, 确保水稻持续生产的一种新的栽培技术。

随着我国人口的不断增加, 耕地面积的锐减, 到下世纪人类仍面临着粮食能否自给的问题。所以, 大幅度提高水稻单位面积产量是各国关心的一个重要研究课题。通过 3 年稻草还田, 苗带轮作虽能降低生产成本, 但由于产量比普通栽培减产 6.6% 左右, 如大面积推广就会造成总产量的下降。为此, 对提高稻草还田的肥效, 稳定产量水平的苗带轮作高产栽培技术还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院·中国稻作学[M].北京:农业出版社,1986.
 [2] 谈松,等·水稻高产生理与遗传育种[J].新农业,1992.
 [3] 曹静明·吉林稻作[M].北京:中国农业科技出版社,1993.
 [4] 张龙步,等·水稻田间试验方法与测定技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1993.

The Technique of Returning Straw to the Paddy Field and Periodical Cultivation of Rice

FANG Zhan-sen, GUAN Li-jun, et al.

(The Rice Institute, Jilin Academy of Aricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The method of returning straw into the paddy field for increasing the content of organic material in soil was taken from 1994—1996. The results showed as follows:

1. By returning the straw to paddy field, the soil granular structure was improved, the organic content and the root activity was increased, the amount of herbs per square meter was decreased.
2. Rice plant area in the shift cultivation field is increased comparing with ordinary cultivating method, the accumulation of dry material is faster, the grains and panicles per hill is increased.
3. With the difference of the proportion of planted field area, the yield was different, 2:1 of the shift cultivation is the most reasonable proportion, the yield can reached 8.5 ton per hectare.
4. Even if the yield of shift cultivation decreased 6.6%, but for the dropping of herbicide and fertilizer used by 30%, planting area decreased 25%, the economic efficiency increased 2.3%. According to the analysis of rice quality planted in the shift cultivation field and the field applying inorganic and organic fertilizer, we could conclude that returning straw to the paddy field and using organic material the paratability and stickness of rice quality were improved obviously.

Key words: Returning straw to field; Shift cultivation; Organic material; Root system; Yield

欢迎订阅 2001 年下列自办发行期刊

读者直接汇款到编辑部订閱

刊名	刊期	每期定价(元)	全年定价(元)	地址·邮编·电话
植物遗传资源科学	季刊	5.00	20.00	北京市白石桥路 30 号 100081 (010)62186657
天津农业科学	季刊	3.00	12.00	天津市南开区航天道 26 号天津农科院信息研究所 300192
种子世界	月刊	4.50	54.00	哈尔滨市文昌街 99 号 150008 (0451)2631124
湖北植保	双月刊	2.50	15.00	武汉市武昌珞狮路湖北省植保总站 430070
北京农业科学	双月刊	3.50	21.00	北京西郊板井北京农林科学院 100089, (010)88444803