

水稻节水保护性耕作栽培的技术效果

李金峰¹ 许春林² 初江³ 吕艳东¹ 李宏宇¹

(¹黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319; ²哈尔滨市农业机械化研究所, 黑龙江 哈尔滨 150001; ³黑龙江省方正县农机推广站, 黑龙江 方正 150800)

Effects of Water-Saving and Protective Tillage Technique in Rice

LI Jin-feng¹, XU Chun-lin², CHU Jiang³, LU Yan-dong¹, LI Hong-yu¹

(¹Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China; ²Harbin Agricultural Mechanization Research Institute, Harbin 150001, China; ³Extension Station of Agricultural Machine of Fangzheng County, Fangzheng 150800, China)

Abstract: The soil and rice plant characteristics, and grain yield and its components of rice under water-saving and protective tillage (WSPT) conditions were analyzed. Compared with conventional tillage method, the soil bulk density were decreased, and soil porosity, redox potential, available N, P, K contents in the soil layers of seedling were increased, the root dry weight and leaf N content of rice were enhanced under WSPT. The yield under WSPT was attributed to the increase in number of panicles per unit area and 1000-grain weight.

Key words: paddy field; protective tillage; soil characteristics; yield

摘 要: 研究了水稻田节水保护性耕作栽培技术体系,即采用留茬带状分层旋耕、苗带全层施肥、免除水整地、润田后插秧为技术主体的水稻保护性耕作节水栽培技术的效果。结果显示该技术可以降低稻田土壤的容重,提高稻田土壤的孔隙度和氧化还原电位;由于实施了集中施肥,苗带土壤耕层速效氮、磷、钾含量也得到提高。稻田土壤理化性状的改善,促使水稻根系生长发育良好,从而使地上部表现出生长优势,提高水稻产量。从产量构成因素看,单位面积穗数和千粒重的提高最明显和普遍。

关键词: 水稻田; 保护性耕作; 土壤理化性状; 产量

中图分类号: S343.2; S511.048

文献标识码: A

文章编号: 1001-7216(2005)06-0567-03

保护性耕作技术的主体内容是通过少耕、免耕、化学除草技术措施的应用,尽可能保持作物残茬覆盖地表,减少土壤水蚀、风蚀,实现农业可持续发展的一项农业耕作技术。在旱作条件下,许多研究者就其效果进行了大量研究。水田方面,尚无明确的保护性耕作概念,但稻田少耕、免耕、秸秆还田等确有许多研究^[1~4]。这些都是面对传统的稻田土壤耕作进行的改革。我国不同地区传统稻田土壤耕作方式虽有不同,但总体框架基本相同,都要经过翻耕(或旋耕、耙耕)泡田、水整地过程^[5]。这种耕作方式具有严重缺陷,如破坏稻田平整程度、作业层次多、耕作成本高、耗水量大等^[6]。更严重的是水整地问题,在稻田开发的初期或砂壤土上,水整地确有其不可替代的作用,如平整土地、防止渗漏、起浆固苗等,但它对稻田土壤物理结构的破坏也是最大的,长期应用会导致土壤板结、通透性变差,还原性增强,阻碍根系的生长和功能发挥。免耕、浅耕、少耕等,可在一定程度上消除这种负作用。然而旧的矛盾解决了,又产生了插秧、施肥不便,泡田费水量大,耕层变浅等新问题^[7]。因此,生产实际迫切需要可以确保优质、高产、稳产又利于降低成本、节约用水、培肥地力、恢复土壤结构、提高肥料利用率、保护环境的水田保护性耕作栽培技术。为此,我们设计了具有保护性耕作特点的留茬带状分层旋耕,苗带集中施肥,免除水整地,润田后机械插秧、手插秧或钵苗摆栽的耕作栽培新模式,并为之开发了专用耕作机械,2003年开始实施试验研究。从两年的试验结果看,采用这种耕作栽培方式,明显地表现出节约泡田整地用水、保护和改善土壤结构、利于稻草还田培肥地力、降低作业成本、缩短作业时间及增产节本增效的特点,因此称

之为水稻节水保护性耕作栽培技术体系。现将2004年分别在黑龙江省方正县、五常市和八五〇农场实施本项研究获得的有关技术效果总结如下。

1 材料与方法

1.1 供试品种

八五〇试区:空育131,主茎11叶;方正试区:系选1号,主茎13叶;五常试区:松98-122,主茎14叶。

1.2 试验区设置

采用大区对比法,以常规耕作方法为对照。每处理连续用约667 m²左右三格田,平行排列。

1.3 栽培方式

方正试区和八五〇试区采用盘育苗机插方式,五常试区采用旱育苗手插秧方式。同一试区处理和对照均采用相同密度和施肥量。处理区按设计要求,实施留茬带状分层旋耕、苗带集中全层施肥、免除水整地、润田后机械插秧或手插秧。处理区的基肥和分蘖肥随耕作过程集中施于苗带,全层混拌,其余作业与对照相同;对照区按旱育稀植栽培技术规范实施。

1.4 考察内容

1.4.1 不同处理苗带土壤理化性状

包括不同层次土壤的容重、孔隙度及10 cm处的氧化还

收稿日期:2004-11-02;修改稿收到日期:2004-12-18。

基金项目:黑龙江省科技攻关资助项目(GC04B305)。

第一作者简介:李金峰(1961—),男,教授,在读博士研究生。

表 1 不同耕作方式各层次土壤容重及土壤孔隙度比较

Table 1. Comparison of soil bulk density and soil porosity in two layers under different tillage methods.

土层层次 Soil depth	土壤容重 Soil bulk density			土壤孔隙度 Soil porosity		
	保护性耕作 Protective tillage	常规耕作 Conventional tillage	差值 Difference	保护性耕作 Protective tillage	常规耕作 Conventional tillage	差值 Difference
	/(g·cm ⁻³)	/(g·cm ⁻³)	/%	/%	/%	/%
0~10 cm	1.22	1.33	-8.3	51.45	47.76	3.69
10~20 cm	1.24	1.40	-11.4	51.34	45.30	6.04
平均 Mean	1.23	1.37	-10.2	51.40	46.53	4.87

原电位;不同处理苗带土壤速效养分含量。

1.4.2 水稻的生长发育情况

于水稻抽穗期调查水稻根系分布情况和叶片氮素含量(用日本佐竹 CNN03A 型叶片氮素测定仪测定)。

1.4.3 产量及产量构成因素考查

水稻成熟后每格田选梅花型 5 点,每点采连续样 7 株,淘汰最大和最小株,以 5 株平均数推测本点的产量和产量构成因素,5 点平均数作为当格田产量和产量构成因素的平均数。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式土壤理化性状的比较

2.1.1 土壤容重、孔隙度和氧化还原电位的比较

常规水整地,会对土壤结构造成严重的破坏,其典型特点是土壤容重增加,这在粘重的白浆土上,更是不良的变化,它是稻田土壤通透性差、滞水性和还原性强及板结易龟裂等的重要原因。节水保护性耕作栽培技术采取了完全旱整地的耕作方式,对土壤结构破坏很小。这直接体现在土壤各层次的容重均小于对照的事实上(表 1)。

表 2 不同处理根际氧化还原电位比较

Table 2. Comparison of redox potential in rhizosphere under different treatments at Bawuling Farm.

测点 Site	保护性耕作 Protective tillage/mV	对照 Conventional tillage/mV	差值 Difference /%
17 队 Team 17	175	128	36.7*
18 队 Team 18	199	136	46.3*

* 差异达 5%显著水平。
* Significant at 0.05 level.

表 3 不同处理苗带土壤各层次速效养分含量

Table 3. Nutrient content in different soil layers at Bawuling Farm.

处理 Treatment	层次 Soil layer /cm	碱解氮 Available nitrogen /(mg·kg ⁻¹)	相对值 ¹⁾ Relative value ¹⁾ /%	速效磷 Available P /(mg·kg ⁻¹)	相对值 ¹⁾ Relative value ¹⁾ /%
常规耕作 Conventional tillage	0~10	148.8	100.0	23.6	100.0
	10~20	140.0	100.0	21.1	100.0
保护性耕作 Protective tillage	0~10	157.5	105.8	25.8	109.3
	10~20	147.0	105.0	30.2	143.1

¹⁾与同一层次土壤养分含量的比值。
¹⁾Ratio of nutrient content in the same soil layer under protective tillage to conventional tillage.

孔隙度是衡量土壤通透性的主要指标。表 1 的结果表明,保护性耕作处理区的土壤孔隙度高于常规水整地,说明这种耕作方式,减轻了对土壤结构的破坏,提高了稻田土壤的通透性。土壤通透性的改善,使土壤氧化还原电位提高,有利于水稻根系的生长发育和功能的发挥^[8]。表 2 是在八五〇试验区两个试点水稻孕穗期田间湿润条件下测得的根际土壤氧化还原电位平均值。从中可以看出节水保护性耕作处理区土壤氧化还原电位显著高于对照区。

2.1.2 苗带速效养分含量的比较

表 3 是抽穗前对八五〇试区 17 队试验点不同处理苗带土壤各层次速效养分含量的测定结果。从中可以看出,采用保护性耕作的处理区,苗带土壤耕层不同层次上的速效养分含量均得到提高,尤其是中下层更为明显。这种效果直至抽穗前,仍可明显地表现出来。可以认为这是由于保护性耕作采用了苗带集中施肥,并结合苗带耕作在 0~18 cm 范围内充分混拌所获得的效果。

2.2 水稻生长发育情况的比较

2.2.1 根系生长及分布

采用保护性耕作方式,有利于水稻根系的生长发育。图 1 表明,两种不同耕作方式总根量及不同层次根量均有明显差异,这与前面述及的稻田土壤条件的改善有关。

2.2.2 叶片含氮量的差异

抽穗前对八五〇农场两个示范点的叶片含氮量进行了比较,结果表明,处理区均高于对照区(表 4)。这显然与表 3 所体现的集中施肥使苗带土壤耕层速效养分提高及图 1 所示的各层次根量增大有关联。

2.2.3 产量及产量构成因素分析

2003 年,由哈尔滨市科技局和方正县统计局联合测产结果表明,保护性耕作区产量为 6520.5 kg/hm²,比对照区(5523.0 kg/hm²)增产 18.9%。

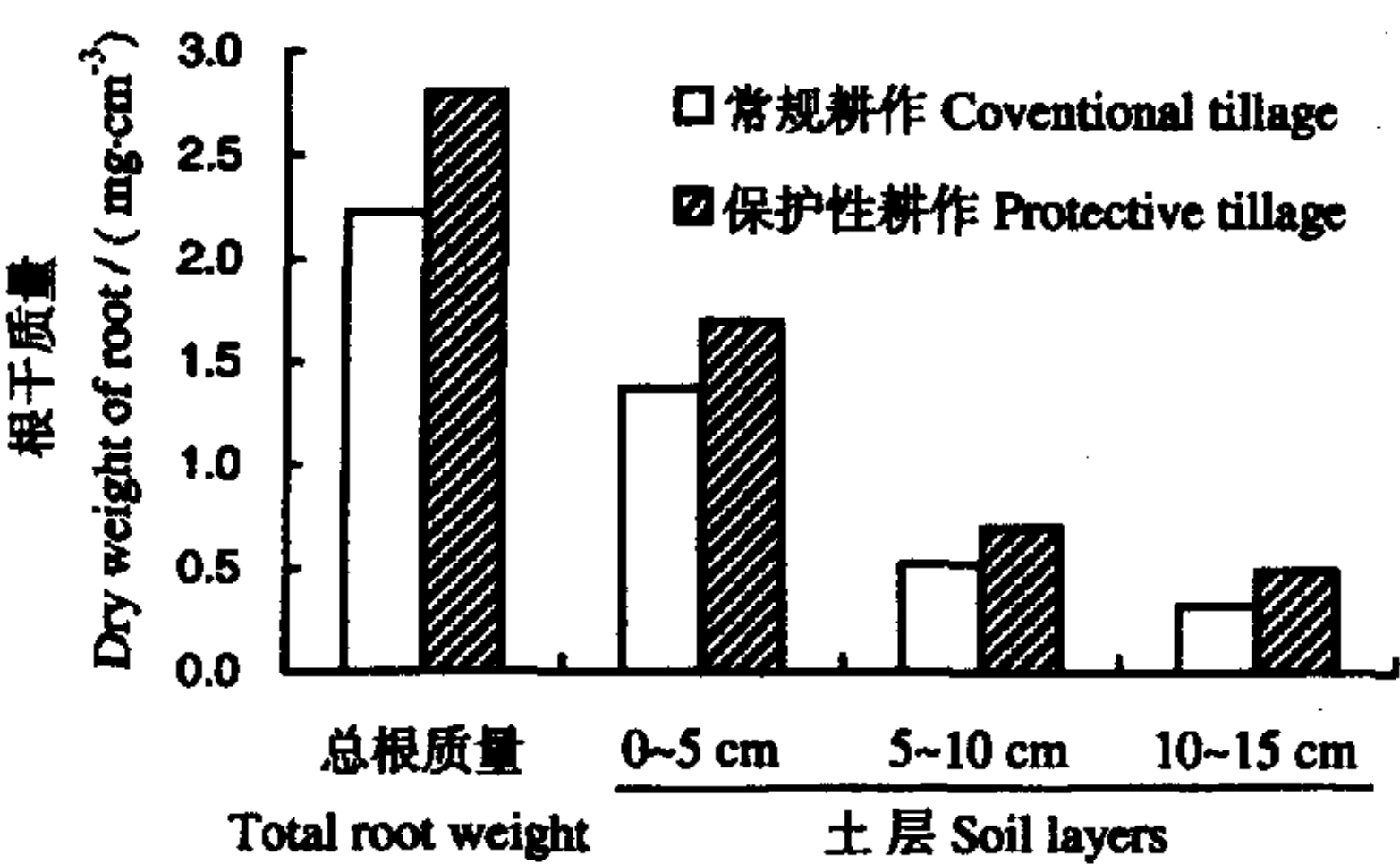


图1 不同处理根干物质量及其分布
Fig. 1. Comparison of root dry weight in soil layers under different treatments at Bawuling Farm.

表5 各试区不同耕作方式下产量及其构成因素
Table 5. Yield and its components under different tillage methods.

试区和处理 Site and treatment	每 1 m ² 穗数 No. of panicles in 1 m ²	每穗粒数 No. of grains per panicle	结实率 Seed setting rate/%	千粒重 1000-grain weight/g	平均产量 Average yield/(kg·hm ⁻²)
八五〇农场 Bawuling Farm					
节水保护性耕作 Protective tillage	557.5	59.6	94.2	26.2	8 320.4
常规耕作 Conventional tillage	438.5	71.6	91.3	25.2	7 091.7
差值 Difference/%	15.3	-16.8	10.3	10.4	17.4*
方正县 Fangzheng County					
节水保护性耕作 Protective tillage	625.0	75.6	85.1	24.5	9 827.8
常规耕作 Conventional tillage	622.6	68.9	82.9	24.3	8 647.7
差值 Difference/%	0.3	9.7	2.6	0.6	13.7*
五常市 Wuchang City					
节水保护性耕作 Protective tillage	455.9	104.4	85.7	24.5	10 081.3
常规耕作 Conventional tillage	416.7	105.0	88.2	24.1	9 264.1
差值 Difference/%	9.4	-0.5	-2.8	1.8	8.8*

* 差异达 5%显著水平。
* Significant at 0.05 level.

3 结论

水稻保护性耕作节水栽培技术体系,改善了水稻生长发育的土壤环境。这种改善,表现在苗带土壤理化性状上,主要是土壤容重的降低、孔隙度的增加、氧化还原电位的提高和由于集中施肥而产生的苗带土壤速效养分含量长期相对较高上。

由于土壤环境的改善,使水稻的生长发育相对常规技术,产生了明显的优势。这种优势,首先表现在根系上,总根量及其在不同层次上的分布,均有明显的优势。根系的优势与集中施肥的效果相配合,促使养分利用水平提高,进而促进了物质生产量的提高。

采用水稻节水保护性耕作栽培技术体系,可使水稻产量明显提高。从产量构成因素的比较看,单位面积穗数和千粒重的增加是最普遍的现象,这是提高养分供应水平和改善通透性,增加土壤的供氧量的直接效果。

以留茬带状分层旋耕、苗带集中施肥、免除水整地、润田后插秧为主要内容的新型水田保护性耕作栽培技术,继承了传统耕作和保护性耕作的优点,并且很好地克服了前述的新老问题,集中体现在可以确保优质、高产、稳产,减少作业次数,降低成本,节约泡田用水,培肥地力,恢复土壤结构,提高

表4 不同处理叶片含氮量比较
Table 4. Comparison of N content in leaf under different treatments in Bawuling Farm.

测点 Site	保护性耕作 Protective tillage /(g·kg ⁻¹)	对照 Conventional tillage /(g·kg ⁻¹)	差值 Difference /%
17 队 Team 17	35	34	10.3
18 队 Team 18	34	30	11.3

2004 年各试验区产量情况如表 5。由此可见,采用保护性耕作与早育稀植栽培技术相配合,在不同地区均有较明显的增产优势,这种增产效果,表现在产量构成因素上,单位面积穗数和千粒重的增加最为普遍(表 5)。每穗粒数和结实率在不同试验区表现不同,其中八五〇试区每穗粒数明显减少,这与穗数增加较多有关。

肥料利用率,保护环境的技术特点之上。有关增产的更深层次的机理,以及对品质的效应,有待进一步研究;所涉及的各项技术也有待于进一步优化;有关节水保护性耕作技术在节水、降耗、省工和环境保护上的效果,将另文报道。

参考文献:

1 侯任昭,关日强,陈友荣,等. 水稻少耕及其生理生态特性研究进展. 华南农业大学学报,1994,15(1):109-114.

2 岳元文. 秧田茬免耕种植水稻的产量效应及生理及基础研究. 四川农业大学学报,1994,12(3):396-401.

3 庄恒扬,刘世平,沈新平,等. 长期少免耕对稻麦产量及土壤有机质与容重的影响. 中国农业科学,1999,32(4):39-44.

4 高明,张磊,魏朝富,等. 稻田长期垄作免耕对水稻产量及土壤肥力的影响研究. 植物营养与肥料学报,2004,10(4):343-348.

5 周毓珩,马一凡. 水稻栽培. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1994. 120-126.

6 王樟土,吴吉人. 北方农垦稻作. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1992. 132-133.

7 庄子贞雄. 大潟村新しい水田農法. 东京:農山漁村文化協会,2001. 139-166.

8 张矢,徐一戎. 寒地稻作. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1990. 44-45.