

# 免耕与少耕栽培对水稻产量和品质的影响 及其经济效益分析

洛育<sup>1,2</sup>, 孙世臣<sup>1,2</sup>, 张凤鸣<sup>1,2</sup>, 白良明<sup>1,2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 国家水稻产业技术体系 哈尔滨综合试验站, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为探讨不同耕作条件对两种类型水稻的产量和品质的影响,以黑龙江省第二积温带主栽的两个不同类型的水稻品种(半直立穗型品种龙稻5号和弯曲穗型品种东农428)为试验材料,进行不同耕作方式(免耕、少耕、翻耕)的对比试验,最终进行了3种不同耕作方式的效益分析。结果表明:稻田免耕、少耕栽培方式对水稻产量和品质均产生负影响,且免耕明显大于少耕;少耕栽培方式经济效益明显高于翻耕、免耕栽培方式,由于免耕栽培方式对产量影响过大,经济效益并不是最高。

**关键词:**水稻;产量;品质;经济效益

**中图分类号:**S511.048

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)08-0039-04

免耕、少耕是国内外推广的一种重要的耕作方法,由于这种耕作法具有省工、节时、高产、高效和保持水土的优点,日益受到许多农业科技工作者的关注<sup>[1]</sup>。国际上从机械耕作的作业次数和强度,将土壤耕作分为常规耕作、免耕、少耕3种耕作方法和体系。常规耕作(Conventional tillage),又称传统耕作,指用有壁犁翻耕土壤后,随之以耙、压整地,作物播种后直至收获,进行土壤管理的一类耕作方法。免耕(No-tillage),又称零耕(Zero tillage, No-tillage)或直接播种(Direct drilling),指作物播前不用犁、耙耕整土地,直接在茬地上播种,播后植物生育期间又不进行农田土壤管理,于播种前后喷洒化学除草剂,消灭杂草的一类耕作方法。少耕(Minimum tillage)指在常规耕作基础上尽量减少土壤耕作次数或在全田间隔播种,减少耕作面积的一种耕作方法,它是介于常规耕作和免耕之间的中间类型<sup>[2]</sup>。

我国是水稻主要生产国,但是由于长期实行高投入、高产出、高资源消耗的耕种方式已对农田

生态系统资源的过度消耗,由此引起的农田地力衰退、环境污染、温室气体排放等压力也不断扩大;同时由于人工费用的逐年增加,农民种稻的经济效益正逐步降低。因此,迫切需要开展节本增效的农作模式来提高粮食产能和农业的可持续发展。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试水稻品种为半直立穗型品种龙稻5号和弯穗型品种东农428。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于2012年在位于哈尔滨市民主乡的黑龙省现代农业示范区水田试验区进行。试验设3种处理方式:免耕(插秧前不旋耕,直接泡田机械打浆平地)、少耕(插秧前旋耕20 cm,泡田机械打浆平地)和正常耕作栽培,即翻耕对照(秋季翻耕,春季插秧前旋耕20 cm,泡田机械打浆平地)。试验采用随机区组设计,大区试验,3次重复,共计18个区,小区面积667 m<sup>2</sup>,每种稻作方式的施肥量和施肥方法相同,氮肥、磷肥和钾肥用量分别为150、90、180 kg·hm<sup>-2</sup>、氮肥采用分次施肥法,基肥、分蘖肥、穗肥的施氮量分别占总施氮量的60%、30%、10%,磷肥的全部和钾肥的一半作基肥,钾肥的另一半作穗肥施入。育苗采用大棚早育秧,4月中旬播种,5月中旬插秧。

1.2.2 测定项目及方法 测产考种:在成熟期,

收稿日期:2014-04-30

**基金项目:**国家科技支撑计划粮食丰产科技工程资助项目(2011BAD16B11);国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-01-23);黑龙江省农业科技创新工程资助项目

**第一作者简介:**洛育(1979-),女,黑龙江省鸡西市人,硕士,助理研究员,从事水稻栽培生理研究。E-mail:luoyusun@126.com。

**通讯作者:**张凤鸣(1957-),男,黑龙江省阿城市人,学士,研究员,从事水稻育种栽培研究。E-mail:zhangfengming570@163.com。

每区分别从中心区选择 10 m<sup>2</sup> 作为测产小区,进行测产考种,品质各项指标经农业部农产品质量监督检验测试中心(哈尔滨)检测。数据统计与分析采用 Excel 和 DPS 进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 稻田不同耕作方式对水稻产量及构成因素的影响

从表 1 可知,免、少耕对穗数均产生负影响,两个品种都表现为免耕的影响大于少耕,龙稻 5 号免、少耕处理穗数比对照都低,差异均达极显著

水平,而东农 428 少耕处理穗数虽然比对照低,但差异不显著,免耕处理穗数与对照差异达极显著水平;粒数和结实率在免耕、少耕条件下略有提高,但与对照处理差异均不显著,并对最终产量形成负影响。免、少耕对水稻千粒重影响较大,且免耕影响大于少耕,龙稻 5 号仅在免耕条件下对千粒重形成极显著负影响,但东农 428 免、少耕条件下都存在极显著影响,千粒重均显著高于对照。该研究表明,由于免耕显著降低成穗量,导致最终单位产量也低于翻耕处理。

表 1 不同耕作方式对水稻产量的影响

Table 1 Effect of different tillage methods on rice yield

品种 Varieties	耕作方式 Tillage method	穗数/ 个·穴 <sup>-1</sup> Panicles per hill	粒数/ 个·穗 <sup>-1</sup> Grains per panicle	结实率/% Seed setting rate	千粒重/g 1000-grains weight	理论产量/ kg·hm <sup>-2</sup> Theoretical yield	实际产量/ kg·hm <sup>-2</sup> Practical yield
龙稻 5 号	免耕	18.85 bB	94.20 aA	92.6 aA	25.4 bB	9887.21 bB	9119.61 bB
Longdao 5	少耕	19.32 bB	93.10 aA	89.4 aA	26.0 aA	10445.20 bB	9731.02 bB
	翻耕(CK)	21.92 aA	87.33 aA	85.0 aA	26.2 aA	10657.72 aA	10062.93 aA
东农 428	免耕	14.60 bB	113.30 aA	86.1 aA	26.5 aA	9435.65 bB	8530.80 bB
Dongnong 428	少耕	16.40 aA	109.67 aA	84.3 aA	26.1 aA	9893.27 aA	9150.02 aA
	翻耕(CK)	17.50 aA	106.80 aA	83.1 aA	25.9 bB	10056.58 aA	9507.31 aA

### 2.2 稻田不同耕作方式对水稻稻米品质的影响

2.2.1 对稻米的碾磨加工品质的影响 不同耕作方式对稻米的碾磨加工品质有一定的影响,免少耕条件下有利于糙米率、精米率、整精米率的提

高,东农 428 对照相比差异显著,龙稻 5 号免少耕时糙米率和整精米率的提高与对照后达显著水平,总体来看免耕对稻米加工品质提高幅度更大。

表 2 不同耕作方式对水稻品质的影响

Table 2 Effect of different tillage methods on rice quality

品种 Varieties	耕作方式 Tillage method	糙米率/% Brown rice rate	精米率/% Milled rice rate	整精 米率/% Head rice rate	垩白 率/% Chalkiness rati	垩白 度/% Chalkiness degree	碱消值 Alkali spreading value	胶稠度/ mm Gel consistency	直链淀 粉含量/% Amylose content
龙稻 5 号	翻耕(CK)	81.8 bA	74.4 aA	69.3 bA	1.0 bB	0.1 bA	7 aA	69.0 bB	17.6 aA
Longdao 5	少耕	82.6 aA	74.9 aA	71.8 aA	3.9 bB	0.3 aA	7 aA	77.8 bA	18.0 aA
	免耕	82.9 aA	75.1 aA	72.6 aA	6.0 aA	0.4 aA	7 aA	80.3 aA	18.7 aA
东农 428	翻耕(CK)	80.9 bA	69.5 bA	64.4 bB	0 bB	0 aA	7 aA	71.5 bB	17.1 aA
Dongnong 428	少耕	83.0 aA	72.5 aA	68.7 aA	1.3 aA	0.1 aA	7 aA	77.8 bA	17.7 aA
	免耕	83.2 aA	73.2 aA	70.0 aA	1.5 aA	0.1 aA	7 aA	79.5 aA	17.9 aA

2.2.2 对外观品质的影响 不同耕作方式对稻米的垩白影响较大,免少耕的条件下垩白率和垩白度提高,两品种免耕条件下与对照相比垩白率存在极显著差异。

2.2.3 对理化指标的影响 不同耕作方式对稻米理化指标影响较大,不同的耕作处理间存在着明显差异,在该试验条件下两个不同类型的水稻品种胶稠度和直链淀粉含量均表现出免耕>少

耕>翻耕。

2.3 稻田不同耕作方式效益分析

从表 3 看出,2 个水稻品种纯收益免耕栽培处理均为最低,免耕虽然大幅度降低种稻成本,但因为免耕显著减低稻田单产,使稻田单位产值明显下降,因此,从效益分析来看,进行稻田少耕栽培成本收益率较高,但少耕栽培处理与翻耕栽培处理在单位稻田纯收益上差别不大。

表 3 稻田不同耕作方式效益分析

Table 3 Economic benefit analysis of different tillage methods

项目 Items	龙稻 5 号 Longdao 5			东农 428 Dongnong 428		
	免耕 No-tillage	少耕 Minimum tillage	CK 翻耕 Conventional tillage	免耕 No-tillage	少耕 Minimum tillage	CK 翻耕 Conventional tillage
田间投入/元·hm <sup>-2</sup> Input	20100	20100	20100	20100	20100	20100
翻地单价/元·hm <sup>-2</sup> Price of conventional tilling	0	0	1200	0	0	1200
旱旋地单价/元·hm <sup>-2</sup> Price of drought tilling	0	1200	1200	0	1200	1200
水耙地单价/元·hm <sup>-2</sup> Price of harrowing	1200	1200	1200	1200	1200	1200
成本/元·hm <sup>-2</sup> Cost	21300	22500	23700	21300	22500	23700
单产/kg·hm <sup>-2</sup> Yield	9119.61	9731.02	10062.93	8530.80	9150.02	9507.31
单价/元·kg <sup>-1</sup> Price of paddy rice	2.9	2.9	2.9	3.5	3.5	3.5
净产值/元·hm <sup>-2</sup> Net output value	26446.869	28219.958	29182.497	29857.8	32025.07	33275.585
纯收益/元·hm <sup>-2</sup> Net income	5146.869	5719.958	5482.497	8557.8	9525.07	9575.585
成本收益率/% Cost-benefit ratio	24.1637	25.42204	23.1329	40.17746	42.33364	40.40331

3 结论与讨论

3.1 免耕、少耕栽培方式对产量的影响

稻田免耕、少耕栽培方式对水稻产量产生负影响,且免耕大于少耕。该研究表明,稻田免耕、少耕栽培方式降低水稻产量,主要是因为成穗率降低,与武际<sup>[5]</sup>研究结果相同,免耕稻田自拔节期后期土壤 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 供应量的减少使免耕水稻拔节期和抽穗期的氮素吸收量均明显低于翻耕处理,导致免耕水稻成穗率的减少;同时该研究结果表明,粒数和结实率在免耕、少耕条件下略有提高,但最终产量在免耕、少耕条件下却是下降趋势,说明在水稻产量形成中粒数和结实率起到负作用,这与孙世臣<sup>[6]</sup>相关研究结果一致。

3.2 稻田免、少耕栽培对稻米品质的影响

研究显示,免耕和少耕条件有利于糙米率、精米率、整精米率的提高,这与前人研究结果一致<sup>[7]</sup>。前人研究<sup>[9]</sup>认为稻米品质不仅与水稻栽培方式密切相关,同时与稻田水肥管理也有直接的关系,可以进一步研究通过稻田水肥、密度调控稻米品质,从而减小免耕栽培和少耕栽培对稻米品质负面影响,达到既节约成本又不影响稻米品质的效果。

3.3 少耕栽培方式经济效益明显高于翻耕和免耕栽培处理

研究表明,免耕栽培处理由于对产量负影响过大,经济效益并不是最高,杨翠红<sup>[9]</sup>等也得出相同结论。而该研究仅是免耕和少耕栽培对水稻产

量品质影响的初探,免耕和少耕等保护性耕作方式发挥优势是一个长期的过程,需要一定时间才可以,在提高土壤有机质含量、培肥地力等方面产生明显优势。此外,栽插深度对不同耕法水稻分蘖性的影响有明显差异,免耕浅栽水稻具有稳定的分蘖成穗特性,成穗率高。通过前人研究与该试验的结合可进一步研究,在免耕和少耕基础上采取本田灌水以及肥料运筹等措施,调控水稻根系及植株群体结构从而降低免耕及少耕栽培方式对水稻产量产生的负影响。不同耕作方式与水分管理、施肥方式等其它栽培因子对水稻的互作影响及其生理机制还有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 黄东迈. 免耕少耕条件下土壤肥力与施肥[J]. 土壤通报, 1988, 19(2): 93-97.
- [2] 刘巽浩, 牟正国. 中国耕作制度[M]. 北京: 农业出版社, 1993: 223-224.
- [3] 张矢. 黑龙江水稻[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1997.
- [4] 白宝璋, 徐仲. 植物生理学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.
- [5] 武际, 郭熙盛, 张祥明, 等. 免耕条件下水稻产量及稻田无机氮供应特征[J]. 中国农业科学, 2013, 46(6): 1172-1181.
- [6] 孙世臣. 黑龙江超级稻高产机理的研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2010: 75-82.
- [7] 张洪程, 王秀芹, 戴其根, 等. 施氮量对杂交稻两优培九产量、品质及吸氮特性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(7): 800-806.
- [8] 陈春焕, 骆世明, 李鸿武, 等. 水稻根系与产量构成关系的研究[J]. 华南农业大学学报, 1993, 14(2): 18-23.
- [9] 杨翠红, 江锦祥, 王育城, 等. 少免耕栽培对水稻产量和经济效益的影响[J]. 广东农业科学, 2011(8): 23-25.
- [10] 沈新平, 黄丽芬, 庄恒扬, 等. 免耕水稻早发及产量形成特性研究[J]. 扬州大学学报: 自然科学版, 1998, 1(4): 41-44.

## Effect of No-tillage and Minimum Tillage Cultivation on Yield and Quality of Rice and Economic Benefit Analysis

LUO Yu<sup>1,2</sup>, SUN Shi-chen<sup>1,2</sup>, ZHANG Feng-ming<sup>1,2</sup>, BAI Liang-ming<sup>1,2</sup>

(1. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Harbin All-around Experimental Station, Rice Technology Research System of State, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to explore the effect of different cultivation conditions on yield and quality of rice, taking two different types of rice as materials (Longdao 5 which was semi-erect panicle variety and Dongnong 428 which was curve panicle variety) that cultivated in the second accumulated temperature region of Heilongjiang province. Contrast test was conducted to analyze the economic benefit of no-tillage, minimum tillage and conventional tillage. The results showed that no-tillage and minimum tillage cultivation had negative impact on yield and quality, and the effect of no-tillage cultivation was greater than minimum tillage. The economic benefit of minimum tillage cultivation was greater than no-tillage and conventional tillage. The economic benefit of no-tillage cultivation was not great due to its great effect on yield.

**Key words:** rice; yield; quality; economic benefit

欢迎加盟理事会、协办单位