

文章编号: 1001-411X(2001)04-0008-03

不同耕作方法对抛秧水稻生长和氮素利用的影响

卢维盛¹, 李华兴¹, 刘远金¹, 陈喜崇²

(1 华南农业大学资源环境学院, 广东 广州 510642; 2 中山市科技局, 广东 中山 528036)

摘要: 利用盆栽试验和¹⁵N 示踪技术研究了不同耕作方法对抛秧水稻生长和氮肥利用率的影响。结果表明, 免耕抛秧水稻产量比传统耕减少 32.6%, 氮肥利用率降低 15.6%。然而, 轻耕和传统耕水稻产量和氮肥利用率相近。

关键词: 抛秧稻; 产量; 氮肥利用率; 耕作方法; ¹⁵N 示踪技术

中图分类号: S511

文献标识码: A

土壤耕作与移栽是水稻栽培的主要环节。传统的精耕细作虽能获得高产, 但耗工耗时, 耕作成本较高。少耕和免耕能减少部分或全部的耕作工作, 降低耕作成本。对撒播稻和移栽稻的大量试验表明, 少免耕能够获得增产^[1,2], 但长期免耕则可能减产^[3]。水稻抛秧技术是一种高产高效的种植方式, 已发展成为广东水稻种植方式的主流。近年来, 有人将水稻抛秧技术应用于免耕稻田, 但水稻产量降低^[4]。因此抛秧技术是否适用于免耕稻田, 哪种耕作方法更适宜与抛秧技术相结合, 需要进一步深入的研究。对此, 笔者将少耕和抛秧技术相结合, 提出轻耕浅栽技术, 并进行了大田试验^[5]和盆栽试验。本文应用¹⁵N 示踪技术通过盆栽试验研究抛秧条件下不同耕作方法对水稻生长和氮肥利用率的影响。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试水稻土采自华南农业大学农场, 成土母质为河流冲积物。土壤的基本理化性质: pH 5.77, 有机质 28.0 g/kg, 碱解氮 88.2 mg/kg, 速效磷(P₂O₅) 29.3 mg/kg, 速效钾(K₂O) 128.1 mg/kg, 质地为重壤土。试验采用 *d* 为 25 cm、*h* 为 30 cm 的陶土盆, 每盆装风干土 15 kg。供试水稻品系为七华占, 由华南农业大学农学系提供, 1999 年 8 月 5 日抛秧, 11 月 16 日收获。供试¹⁵N 尿素为上海化工研究院生产, *w*(氮) 为 46%, 丰度为 5.50%。

1.2 研究方法

(1) 试验设计。试验设 3 个处理: I) 免耕: 不进行任何耕作, 于抛秧前 1 d 将基肥撒施于土面水层。II) 轻耕: 抛秧前 1 d 施基肥后, 把 0~15 cm 土壤翻动并搅松(相当于一犁一耙)。III) 传统耕: 抛秧前 1 d 施基肥后, 把 0~15 cm 土壤翻动并搅烂(相当于传统

的两犁两耙)。采用塑盘育秧, 每盆抛秧 2 穴, 每穴 3 苗。试验重复 6 次。各处理施肥一致, 每盆施¹⁵N 尿素 3.3 g 和氯化钾 3.0 g。肥料分 2 次施用, 即基肥为 2.4 g¹⁵N 尿素和 2.0 g 氯化钾, 幼穗分化 1~2 期 0.9 g¹⁵N 尿素和 1.0 g 氯化钾。

(2) 调查方法。在水稻生长期观察水稻长势, 调查水稻苗数消长情况。收割后测定水稻产量和稻秆质量, 进行穗粒性状调查, 并分别测定土壤 0~5、5~10 和 10~20 cm 的稻根干质量。

(3) 分析方法。水稻分蘖末期, 各处理取 2 盆沿土面割取水稻的地上部, 洗净烘干并称取干质量, 经粉碎后测定¹⁵N 丰度和全 N。收获后分别取土壤、稻株和谷粒测定¹⁵N 丰度和全 N。全氮用凯氏法测定^[6]。¹⁵N 丰度由中国农科院原子能研究所用 MZ-251 型质谱仪测定。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方法对水稻根系生长的影响

稻田土壤的松软程度与抛秧水稻根系入土深浅有直接关系, 一般要求在田面糊状时抛秧。与移栽水稻不同, 抛秧水稻根系入土较浅, 植深仅 0~0.5 cm 的超过 50%, 有部分秧苗是平躺在土面^[7]。本试验表明免耕由于没有耕作, 抛秧时土壤较硬, 水稻根系基本都未能入土。收获后对水稻根系的测定结果(表 1)表明, 免耕水稻总根量显著低于传统耕, 且大都集中在 0~5 cm 土层, 还有部分根系裸露在土面, 这与岳文元^[8]在移栽稻田的研究结果相反。传统耕和轻耕的稻根总干质量无显著差异, 但 0~5 cm 土层轻耕水稻根系干质量显著高于传统耕, 而 5~10 和 10~20 cm 土层则是传统耕大于轻耕, 但两者差异不显著。

表 1 不同耕作方法对水稻根系分布的影响¹⁾

Tab. 1 Effects of different tillage methods on the distribution of root system

处理 treat.	0~5 cm		5~10 cm		10~20 cm		m(总 total) /(g°盆 ⁻¹)
	m(干 dry) /(g°盆 ⁻¹)	占比 rate/ %	m(干 dry) /(g°盆 ⁻¹)	占比 rate/ %	m(干 dry) /(g°盆 ⁻¹)	占比 rate/ %	
免耕 NT	4.30 ab	81	0.80 b	15	0.21 b	4	5.31 b
轻耕 MT	4.47 a	65	1.78 a	26	0.62 a	9	6.87 a
传统耕 CT	3.93 b	59	2.01 a	30	0.74 a	11	6.68 a

1) 表中同列数据后具有相同字母者表示差异不显著(DMRT法, P<0.05)

2.2 不同耕作方法对水稻分蘖动态的影响

水稻苗数消长调查结果(图 1)表明, 从抛秧至最高苗峰, 免耕处理水稻苗数与传统耕的差距不断增大, 成对数据 t 检验结果表明, 免耕水稻分蘖数极显著低于传统耕, 其原因与免耕抛秧水稻扎根困难有关. 而轻耕和传统耕苗数消长曲线几乎是重合的, 表明轻耕和传统耕的水稻分蘖数没有明显差异.

2.3 不同耕作方法对水稻农艺性状的影响

试验结果(表 2)表明, 免耕水稻产量和稻秆干质量都显著低于传统耕, 分别比传统耕减少 32.3%和 31.8%. 免耕水稻产量降低是由于水稻有效穗数和每穗实粒数均显著低于传统耕. 轻耕水稻千粒重显著

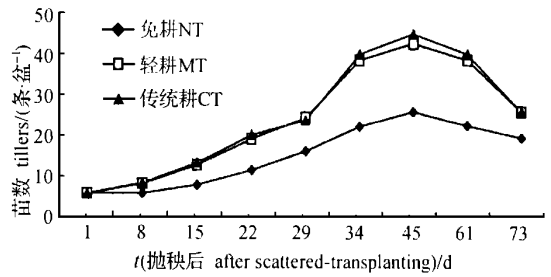


图 1 水稻抛秧后茎数消长变化

Fig. 1 Growth and decline of rice tillers after scattered-transplanting

高于传统耕, 而每穗实粒数则相反, 但两者的水稻产量和稻秆干质量差异不显著.

表 2 不同耕作方法水稻的农艺性状¹⁾

Tab. 2 Effects of different methods of tillage on agronomic characters of rice

处理 treat.	有效穗数 effective panicle number	每穗实粒数 filled grains per panicle	千粒质量 1000— grain mass / g	产量 grain yield /(g°盆 ⁻¹)	相对产量 relative yield / %	稻秆干质量 straw dry mass /(g°盆 ⁻¹)
免耕 NT	21.5 b	79.3 c	19.42 a	35.58 b	67.7	35.07 b
轻耕 MT	27.0 a	98.2 b	19.54 a	51.37 a	97.8	52.04 a
传统耕 CT	26.5 a	106.1 a	19.01 b	52.55 a	100	51.44 a

1) 表中同列数据后具有相同字母者表示差异不显著(DMRT法, P<0.05)

2.4 不同耕作方法对水稻吸收氮素的影响

虽然水稻生长初期表层土壤和水层中肥料 N 的含量免耕显著高于传统耕^{5,9}, 但分蘖末期的测定结果(表 3)表明, 免耕水稻分蘖末期地上部的干质量、¹⁵N 丰度、含氮总量及其吸收肥料氮量都显著低于传

统耕, 而对土壤氮的吸收则差异不显著. 轻耕处理水稻地上部干质量和¹⁵N 丰度略高于传统耕, 但植株含氮总量则相反, 而植株吸收肥料氮和土壤氮的数量相同.

表 3 不同耕作方法对分蘖末期水稻地上部¹⁵N 含量的影响¹⁾

Tab. 3 Effects of different methods of tillage on ¹⁵N content in rice aerial parts during late state of tillering

处理 treat.	¹⁵ N 丰度 ¹⁵ N abundance/ %	w(肥料氮/ 总吸氮) fertilizer N / total N/ %	w(土壤氮/ 总吸氮) soil N / total N/ %	w(全氮) total N / %	肥料氮吸收量 uptake of fertilizer N /(mg°盆 ⁻¹)	土壤氮吸收量 uptake of soil N /(mg°盆 ⁻¹)	地上部干质量 m(干 dry) /(g°盆 ⁻¹)
免耕 NT	3.828 b	67.4	33.6	3.506 c	0.08 b	0.04 a	10.68 b
轻耕 MT	4.039 a	71.5	28.5	3.622 ab	0.13 a	0.05 a	14.72 a
传统耕 CT	4.016 a	71.1	28.9	3.781 a	0.13 a	0.05 a	14.30 a

1) 表中同列数据后具有相同字母者表示差异不显著(DMRT法, P<0.05)

收获期的测定结果(表 4)表明,免耕处理谷粒、稻秆、稻根和土壤中的¹⁵N 丰度显著低于传统耕,谷粒中的全氮量也显著低于传统耕,而稻秆、稻根和土

壤中的全氮量与传统耕无明显差异.轻耕与传统耕之间,不论是¹⁵N 丰度还是全氮量都没有显著差异.

表 4 不同耕作方法对水稻收获期¹⁵N 丰度(%)及全氮量(%)的影响¹⁾

Tab. 4 Effects of different methods of tillage on ¹⁵N abundance and total N content in rice and soil after harvest

处理 treat.	谷粒 grain		稻秆 straw		稻根 root		土壤 soil	
	¹⁵ N 丰度 abundance	w(N)	¹⁵ N 丰度 abundance	w(N)	¹⁵ N 丰度 abundance	w(N)	¹⁵ N 丰度 abundance	w(N)
免耕 NT	1.98 b	1.19 b	2.26 b	0.76 a	1.82 b	0.63 a	0.38 b	0.13 a
轻耕 MT	2.49 a	1.26 a	2.71 a	0.77 a	2.15 a	0.65 a	0.48 a	0.14 a
传统耕 CT	2.47 a	1.29 a	2.81 a	0.78 a	2.10 a	0.67 a	0.48 a	0.14 a

1)表中同列数据后具有相同字母者表示差异不显著(DMRT法, $P < 0.05$)

2.5 不同耕作方法对氮肥利用率的影响

试验结果(表 5)表明,免耕水稻氮肥利用率和土壤残留率都显著低于传统耕,而氮肥损失率比传统

耕高 1 倍.轻耕和传统耕的氮肥利用率、土壤残留率和氮肥损失率均无显著差异.

表 5 不同耕作方法对氮素去向及氮肥利用率的影响¹⁾

Tab. 5 Effects of different methods of tillage on distribution of ¹⁵N and nitrogen use efficiency

处理 treat.	$m(N)/(mg \cdot 盆^{-1})$					利用率 use efficiency /%	残留率 residue /%	损失率 loss /%
	谷粒 grain	稻秆 straw	稻根 root	土壤 soil	损失 loss			
免耕 NT	134 b	98 b	9 b	56 b	1225 a	15.8 b	3.7 b	80.5 a
轻耕 MT	267 a	182 a	16 a	448 a	603 b	30.6 a	29.6 a	39.8 b
传统耕 CT	277 a	190 a	15 a	448 a	594 b	31.7 a	29.6 a	38.7 b

1)表中同列数据后具有相同字母者表示差异不显著(DMRT法, $P < 0.05$)

3 结论与讨论

3.1 免耕抛秧水稻产量极显著低于传统耕和轻耕,与大田试验的结果相一致^[5],表明抛秧技术不适用于免耕稻田.究其原因是免耕稻田土壤较硬,抛秧稻扎根困难,根系的生长和水稻分蘖受到影响,另外还与肥料损失率高造成后期缺肥早衰有关.

3.2 与免耕移栽水稻试验结果不同^[10],本试验结果表明免耕抛秧稻氮肥利用率显著低于传统耕和轻耕.这一方面是由于免耕没有耕作,氮肥表施后,田面水层的 NH_4^+-N 浓度极显著高于传统耕,因而有利于氮肥的氨挥发损失,这与土壤中¹⁵N 残留率低的结果相吻合;另一方面是由于免耕抛秧水稻分蘖少,稻谷、稻秆和稻根等干物质积累显著低于传统耕,水稻吸收氮素较少.

3.3 轻耕和传统耕水稻产量和氮肥利用率没有显著差异,表明抛秧技术可用于轻耕稻田.由于轻耕比传统耕节省耕作费用 50%,经济效益较高^[5],因此轻耕和抛秧技术相结合的轻耕浅栽技术是一项高产高效的水稻耕作栽培措施,值得进一步研究和推广.

参考文献:

- [1] 陈友荣,侯任昭,范仕容,等.水稻免耕法及其生理生态效应的研究[J].华南农业大学学报,1993,14(2):10-17.
- [2] 邵达三,黄细喜,陶嘉玉,等.南方水田少(免)耕法研究报告[J].土壤学报,1985,22(4):305-319.
- [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[J].中国农业科学,1999,24(1):73-79.
- [4] 李康活,黄庆,陆秀明,等.双季稻免耕抛秧栽培技术试验初报[J].广东农业科学,1997,(3):2-5.
- [5] 李华兴,卢维盛,刘远金,等.不同耕作方法对水稻生长和土壤生态的影响[J].应用生态学报,2001,12(4):553-556.
- [6] 南京农业大学.土壤农化分析[M].北京:农业出版社,1996.41-47,213-216.
- [7] 张洪程,戴其根,费中富,等.水稻简化抛秧高产栽培新技术[J].江苏农业学报,1988,(2):9-11,14.
- [8] 岳文元.应用³²P研究不同耕法种植水稻的根系分布[J].核农学报,1994,8(4):119-122.
- [9] 余晓鹤,朱培立,黄东迈,等.土壤表层管理对稻田土壤氮矿化势、固氮强度及氨态氮的影响[J].中国农业科学,1991,24(1):73-79.
- [10] 黄东迈.免少耕条件下的土壤肥力与施肥[J].土壤通报,1988,19(2):93-97.

(下转 42 页)

- [4] DETHIER V G. Mechanisms of host-plant recognition [J]. *Entomol Exp Appl*, 1982, 31: 47—56.
- [5] 钦俊德. 昆虫与植物的关系——论昆虫与植物的相互作用及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 31—60.
- [6] FEENY P, PAAUNK K L, DEMONY N J. Flea Beetles and mustard oils: host plant specificity of *Phyllotreta cruciferae* and *P. striolata* Adults (Coleoptera: chrysomelidae) [J]. *Ann Ent Soc Am*, 1970, 63(3): 841—847.
- [7] HICKS K L. Mustard oil glucosides: feeding stimulants for adult cabbage flea beetles, *Phyllotreta cruciferae* (Coleoptera: Chrysomelidae)[J]. *Ann Ent Soc Am*, 1974, 67: 261—264.
- [8] LAMB R J. Susceptibility of low- and high-glucosinolate oilseed rapes to damage by flea beetles *Phyllotreta* spp (Coleoptera: Chrysomelidae)[J]. *Can Ent*, 1988, 120(2): 195—196.
- [9] CLOSSAIS-BESNARD N, LARHER F. Physiological role of glucosinolates in *Brassica napus* concentration and distribution pattern of glucosinolates among plant organs during a complete life cycle [J]. *J Sci Food Agric*, 1991, 56: 25—38.
- [10] BODNARYK R P. Development profile of sinalbin (*P*-hydroxybenzyl glucosinolate) in mustard seedlings. *Sinapis alba* and its relationship to insect resistance[J]. *J Chem Ecol*, 1991, 17: 1 543—1 556.

Effect of Glucosinolates of Host Vegetables on Preference of Stripped Flea Beetle

GAO Ze-zheng¹, WU Wei-jian¹, CUI Zhi-xin²

(1 Lab. of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Fushan Science and Technology College, Nanhai 528231, China)

Abstract: The glucosinolates in vegetables were the main causes that infected the stripped flea beetles (SFB), *Phyllotreta striolata* (Fabricius), feeding on the host-plants. The preference of SFB in the different growth times, organic and leaf location of the same host-plant was studied. It showed that the SFB adults preferred the plants with high content of glucosinolates. The relationships between the density of the SFB adults and the content of glucosinolates were highly significant ($r=0.967\ 4, 0.903\ 0, 0.990\ 9, 0.796\ 3, P<0.05$). It showed that there were other factors affecting the preference of SFB.

Key words: the stripped flea beetle; glucosinolate; preference of host-plant

【责任编辑 周志红】

(上接第10页)

Effects of Tillage Methods on Scattered-Transplanting Rice Growth and Nitrogen Use Efficiency

LU Wei-sheng¹, LI Hua-xing¹, LIU Yuan-jin¹, CHEN Xi-chong²

(1 College of Resource and Environmental Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

2 Scientific and Technical Bureau of Zhongshan, Zhongshan 528036, China)

Abstract: Effects of different tillage methods on rice growth and nitrogen use efficiency were studied in a potted experiment using ¹⁵N. The results showed that compared with the conventional tillage, with scattered-transplanting, the rice yield decreased by 32.6% and nitrogen use efficiency decreased by 15.6% in no-tillage. However, minimum tillage and conventional tillage had the similar rice yield and nitrogen use efficiency.

Key words: scattered-transplanting rice; yield; nitrogen use efficiency; tillage methods; ¹⁵N trace

【责任编辑 周志红】