

机械同步深施肥对水稻品质和养分吸收利用的影响

莫钊文¹ 潘圣刚¹ 王在满² 罗锡文² 田 华¹ 段美洋¹ 唐湘如¹

1. 华南农业大学农学院/农业部华南地区作物栽培科学观测实验站, 广州 510642;

2. 华南农业大学工程学院, 广州 510642

摘要 以超级杂交稻培杂泰丰和超级常规稻玉香油占为材料, 通过大田试验, 研究精量穴直播水稻机械深施肥对水稻稻米品质、肥料(N、P、K)吸收利用的影响。结果表明: 机械深施缓释肥对稻米品质和水稻 N、P、K 总积累量的影响因施肥量和品种而异。在 0~1 500 kg/hm² 范围内, 增施机械深施缓释肥一定程度上可以提高精米率、整精米率、直链淀粉含量和蛋白质含量, 降低垩白粒率。水稻 N、P、K 总积累量及每 100 kg 稻谷需 N、P、K 量与稻米碾磨品质、直链淀粉含量及蛋白质含量呈正相关, 与垩白粒率呈负相关。N、P、K 稻谷生产效率和干物质生产效率表现出相反趋势。机械深施缓释肥 1 200 kg/hm² (F1) 是获得较优的品质和较高的养分吸收与利用率的肥料水平。

关键词 机械深施肥; 水稻; 直播; 稻米品质; 养分吸收利用; 缓释肥

中图分类号 S 511; S 504.8 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2013)05-0034-06

肥料利用率低下会造成农业资源浪费和环境污染问题严重^[1], 深施肥有利于提高水稻生产效率^[2-3], 但水稻机械深施肥在适应稻田的作业环境方面受到限制^[2]。近年来, 华南农业大学罗锡文院士针对传统手工直播水稻生长无序、不匀、易倒伏、通风透气差、易感染病虫害等阻碍直播应用的难题, 成功研制了开沟起垄式水稻精量穴直播机。该直播机可同步进行开沟、起垄和播种, 垄面上的播种小沟增加了水稻根系入土深度, 较好地解决了手工直播稻幼苗根系入土较浅而容易倒伏的问题, 同时株距可调、行距可选, 有效控制高产品种的播种量和基本苗数, 变撒播田间的“无序”为“有序”, 改善了水稻生长的群体质量。大田试验表明, 精量穴水稻直播机促进水稻增产效果显著^[4-7], 并且在此基础上开发了同步开沟起垄施肥水稻精量穴直播技术。研究^[8]表明, 精量穴直播同步深施肥技术较人工撒施降低肥料投入量并增产。机械深施缓释肥可以提高水稻后期抗衰老能力和光合能力进而提高水稻产量^[9]。

水稻的精量穴直播技术是近年来才形成的一种新型的种植模式, 而氮肥的深施技术又具有减少氮素损失、提高氮素利用效率等优点。但是, 由于氮肥

深施肥技术需要专门的施肥机械, 以及水田的特殊性和水稻生长与旱作作物的异同性, 对稻田深施肥机械提出了更高的要求。目前, 针对水稻机械深施肥的研究均集中在提高产量和氮肥利用效率等方面, 有关精量穴直播水稻机械深施肥技术对稻米品质和肥料(N、P、K)吸收利用和分配的影响方面研究鲜有报道。研究精量穴直播水稻机械深施肥对稻米品质、肥料(N、P、K)吸收利用的影响, 以探明肥料吸收利用与稻米品质的关系, 为精量穴直播水稻机械深施肥的优米机制提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

水稻(*Oryza sativa* L.) 品种为杂交稻培杂泰丰和常规稻玉香油占。缓释肥为超级稻专用肥: 粤农肥(2010)准字 0340, 由华南农业大学研制。同步开沟起垄施肥水稻精量穴直播机具由华南农业大学工程学院提供。

1.2 试验设计

试验设 3 个处理, F0: 机械深施缓释肥 0 kg/hm²; F1: 机械深施缓释肥 1 200 kg/hm²; F2:

收稿日期: 2013-02-25

基金项目: 广东省农业攻关项目(2004B20101007)和广东省教育部产学研结合项目(2007B090400134)

莫钊文, 博士研究生。研究方向: 作物栽培和生理。E-mail: scaumozhw@126.com

通讯作者: 唐湘如, 教授。研究方向: 作物栽培和生理。E-mail: tangxr@scau.edu.cn

机械深施缓释肥 1 500 kg/hm²。缓释肥中有效成分的质量分数分别为 N 12.5%、P₂O₅ 6.0%、K₂O 10.0%、有机质 15.0%。所有肥料作为基肥,采用机械播种时同步一次性深施,肥料施入土壤深度为 5~8 cm。采用裂区设计,肥料为主区,品种为副区,3次重复,每小区 150 m²。各小区之间用塑料薄膜包埂,独立排灌。试验于 2011 年在华南农业大学增城科研试验基地进行,宽窄行种植,间距为 (35+15)cm × 14 cm,每穴播种量为 3~5 粒,8月1日播种,11月16日收获,全生育期 108 d。其他栽培管理措施按照高产管理标准进行。

1.3 测定方法

于分蘖盛期、孕穗期、齐穗期和成熟期,每小区取具代表性植株 5 株,将植株地上部分按茎、鞘、叶、穗分开,于 105 °C 的烘箱中杀青 30 min,在 80 °C 下烘干至恒质量,按照鲁如坤^[10]的方法测定植株地上部各部分的 N、P、K 含量,并计算出各时期的积累量,以及每 100 kg 籽粒需 N、P、K 量,N、P、K 干物质生产效率,N、P、K 稻谷生产效率^[11-12]。

收获后的稻谷在室温下保存 3 个月以保证稻谷品质的稳定^[13]。稻米碾磨和外观品质参照文献^[14]测定。采用 Infratec¹²⁴¹ grain analyzer (FOSS-TECATOR)测定稻米直链淀粉和蛋白质含量^[15]。

1.4 数据处理与分析

采用 Statistix 8 对数据进行方差分析,采用 LSD 法进行多重比较检验。

2 结果与分析

2.1 稻米品质

机械深施肥不同施肥水平显著影响稻米糙米率和整精米率(表 1),F1 的精米率和整精米率均最高,F2 次之,F0 最小。F2 的糙米率最高,F1 次之,F0 最低。不同品种超级杂交稻的精米率和整精米率差异显著,相同肥料水平下,培杂泰丰的碾磨品质较优(F0 的糙米率除外)。就均值而言,培杂泰丰较玉香油占的糙米率、精米率和整精米率分别高 0.19%、2.19%和 22.96%。肥料和品种的交互作用对稻米碾磨品质无显著影响。机械深施肥不同施肥水平显著影响直链淀粉含量、蛋白质含量和垩白粒率($P < 0.05$);不同品种的蛋白质含量、垩白粒率和垩白度差异显著。与 F0 相比,F1 和 F2 显著提高直链淀粉含量和蛋白质含量,但显著降低垩白粒率。与 F1 相比,增施肥料(F2)时玉香油占的直链淀粉含量和蛋白质含量均下降;但培杂泰丰的直链淀粉含量和蛋白质含量则随肥料增施而增加,其中蛋白质含量增加达显著水平。与 F1 相比,增施肥

表 1 不同肥料水平下稻米的品质¹⁾

Table 1 Rice quality grown under different fertilizer level

处理 Treatment	糙米率 Brown rice rate	精米率 Milled rice rate	整精米率 Head milled rice rate	直链淀粉含量 Amylase content	蛋白质含量 Protein content	垩白粒率 Chalky rice rate	垩白度 Chalkiness degree
玉香油占 Yuxiangyouzhan							
F0	83.07 bc	71.32 b	40.61 e	11.73 c	8.20 d	32.33 a	8.58 a
F1	83.97 ab	73.18 a	55.09 bc	25.30 a	9.87 b	14.33 c	7.23 a
F2	84.11 a	72.31 ab	47.75 d	18.77 b	9.23 c	24.00 b	10.36 a
均值 Average	83.83	72.27	47.82	18.60	9.10	23.56	8.72
培杂泰丰 Peizataifeng							
F0	82.39 c	73.15 a	53.59 c	8.70 c	8.13 d	12.33 c	2.00 b
F1	84.73 a	74.67 a	63.80 a	22.60 a	9.70 b	9.67 c	2.68 b
F2	84.84 a	73.73 a	59.01 b	23.97 a	10.47 a	8.33 c	2.12 b
均值 Average	83.99	73.85	58.80	18.42	9.43	10.11	2.27
变异来源 Source							
肥料 Fertilizer(F)	**	NS	**	**	**	*	NS
品种 Variety(V)	NS	**	**	NS	**	**	**
肥料×品种 F×V	NS	NS	NS	**	**	*	NS

1) F0、F1 和 F2 分别表示 0、1 200、1 500 kg/hm² 肥料水平;不同处理间相同字母表示差异不显著($P < 0.05$), * 和 ** 分别表示 0.05 和 0.01 显著水平,NS 表示无显著差异,下同。F0、F1、and F2 represent 0、1 200 and 1 500 kg/hm² fertilizer. The same letters denote no significant ($P < 0.05$) difference between treatments by LSD. * and ** represent significant at 0.05 and 0.01 probability level. NS represent no significance. The same as below.

料(F2)显著提高玉香油占垩白粒率,但降低培杂泰丰垩白粒率。就均值而言,培杂泰丰的蛋白质含量较玉香油占显著提高,但玉香油占的直链淀粉含量、垩白粒率和垩白度较培杂泰丰的高。肥料和品种间的交互作用显著影响直链淀粉含量、蛋白质含量和垩白粒率,而对垩白度无显著影响。

2.2 N、P 和 K 积累

玉香油占各时期(分蘖盛期、孕穗期、齐穗期、成熟期)的总氮积累量均以 F1 最高,分别为 133.10、200.78、139.81、213.70 kg/hm²,F2、F0 分别次之。培杂泰丰分蘖盛期、孕穗期和齐穗期的总氮积累量均以 F2 最高,分别为 117.47、189.60、172.54 kg/hm²,但成熟期以 F1 最高。F0、F1 施肥量下,2 个品种的总氮积累量均以成熟期最高,而 F2 施肥量下以孕穗期的总氮积累量最高(图 1-A)。玉香油

占各时期的总磷积累量均以 F1 最高,分别为 36.96、60.94、52.69、56.38 kg/hm²,F2、F0 分别次之。培杂泰丰分蘖盛期、孕穗期和齐穗期的总磷积累量均以 F2 最高,分别为 37.73、56.34、51.93 kg/hm²,但成熟期以 F1 最高。F0、F1 和 F2 施肥水平下,玉香油占最高总磷积累量分别是齐穗期、孕穗期和孕穗期,培杂泰丰最高总磷积累量分别是孕穗期、成熟期和孕穗期(图 1-B)。玉香油占分蘖盛期、孕穗期和齐穗期的总钾积累量为 F2>F1>F0,成熟期的总钾积累量为 F1>F2>F0。培杂泰丰分蘖盛期、齐穗期和成熟期的总钾积累量为 F2>F1>F0,但孕穗期的总钾积累量为 F0>F1>F2。除玉香油占 F0 水平下的总钾积累量以齐穗期最高外,玉香油占的 F1 和 F2 水平及培杂泰丰的所有施肥水平均以孕穗期的总钾积累量最高(图 1-C)。

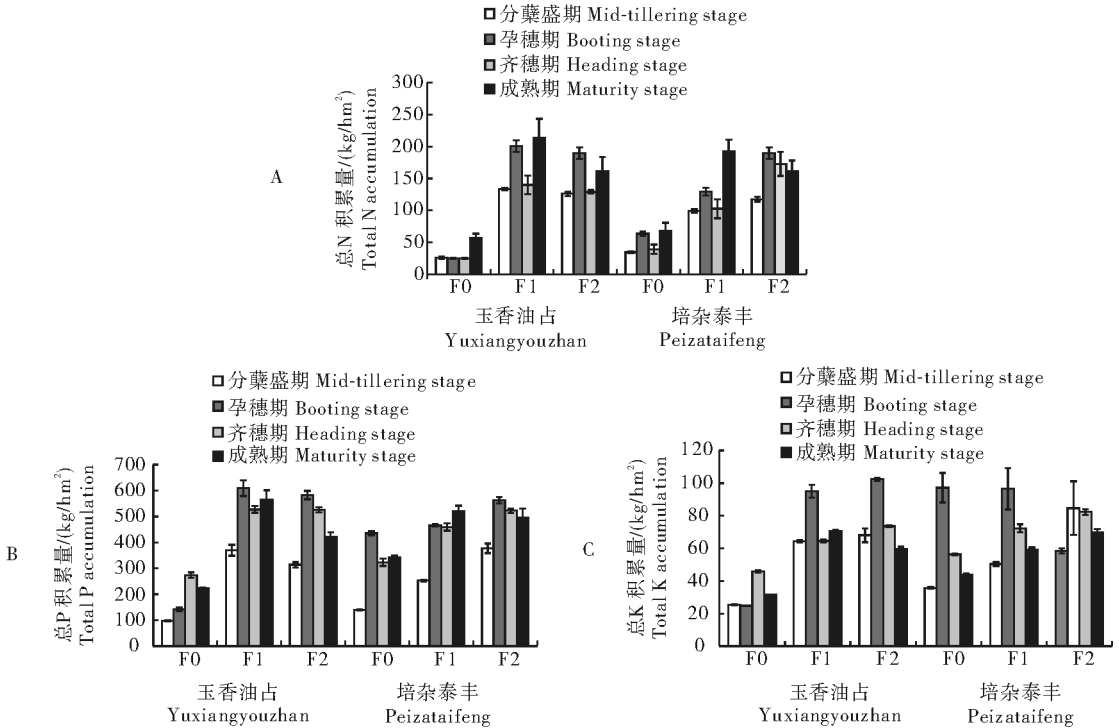


图 1 不同肥料水平下水稻的总 N(A)、P(B)、K(C) 积累量

Fig. 1 Rice total N (A), P (B), K (C) accumulation under different fertilizer level

2.3 N、P 和 K 利用

由表 2 可知,每 100 kg 稻谷 N、P、K 需要量分别为 1.40~3.80、0.57~0.97、0.80~1.25 kg。培杂泰丰每 100 kg 稻谷 N、P、K 需要量随施肥量增加而增加。但玉香油占 F1 施肥水平下的每 100 kg 稻谷 N、P、K 需要量分别为 3.63、0.97、1.22 kg,均较 F2、F0 的高。N、P 和 K 稻谷生产效率分别为 25.99~72.67、103.57~180.49、65.69~115.43

kg/kg, F1 和 F2 间的 N、P 和 K 稻谷生产效率无显著差异。N、P 和 K 干物质生产效率分别为 55.47~151.15、219.28~342.35、167.83~242.54 kg/kg,培杂泰丰 F1 水平下的 K 干物质生产效率较 F2 的显著提高,玉香油占 F1 水平下的 P 干物质生产效率较 F2 的显著降低。F1 和 F2 的 N、P、K 稻谷和干物质生产效率均较 F0 的低。就均值而言,与培杂泰丰相比,玉香油占显著提高 K 的稻谷生产效率。

表 2 不同肥料水平下水稻的 N、P、K 利用效率

Table 2 Rice N, P, K use efficiency under different fertilizer level

处理 Treatment	每 100 kg 稻谷需要量/kg Absorption of 100 kg grain			稻谷生产效率/(kg/kg) Physiological use efficiency for grain			干物质生产效率/(kg/kg) Physiological use efficiency for biomass		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	玉香油占 Yuxiangyouzhan								
F0	1.40 c	0.57 c	0.80 b	72.67 a	180.49 a	115.43 a	138.86 a	342.35 a	242.54 a
F1	3.63 ab	0.97 a	1.22 a	26.00 b	103.57 c	69.67 b	59.97 b	219.28 d	173.75 cd
F2	3.01 ab	0.80 b	1.12 a	32.46 b	127.30 bc	77.63 b	71.13 b	264.67 bc	186.66 c
均值 Average	2.68	0.78	1.05	43.71	137.12	87.58	89.98	275.43	200.98
培杂泰丰 Peizataifeng									
F0	1.46 c	0.74 bc	0.95 b	64.89 a	136.55 b	82.66 b	151.15 a	287.43 b	223.73 b
F1	2.97 b	0.81 ab	0.92 b	30.12 b	124.47 bc	79.14 b	68.50 b	249.29 bcd	218.38 b
F2	3.80 a	0.89 ab	1.25 a	25.99 b	113.07 bc	65.69 b	55.47 b	237.62 cd	167.83 d
均值 Average	2.74	0.81	1.04	40.34	124.69	75.83	91.71	258.12	203.32

2.4 稻米品质和和肥料吸收利用的关系

总 N、P 和 K 积累量及每 100 kg 稻谷需(N、P、K)量与稻米碾磨品质、直链淀粉含量及蛋白质含量呈正相关,与垩白粒率呈负相关。相反,N、P、K 稻谷生产效率和干物质生产效率与稻米碾磨品质、直

链淀粉含量及蛋白质含量呈负相关,与垩白粒率呈正相关。每 100 kg 稻谷需 K 量和 K 干物质生产效率与稻米品质的相关性较小,且精米率和垩白度与总 N、P 和 K 积累量及肥料(N、P、K)利用的相关性较小(表 3)。

表 3 N、P、K 吸收利用与稻米品质的相关性

Table 3 Coefficients of correlation between N, P and K accumulation, used efficiency to rice quality

项目 Items	总 N 积累量 Total N accumulation	总 P 积累量 Total P accumulation	总 K 积累量 Total K accumulation	每 100 kg 稻谷需要量 Absorption of 100 kg grain			稻谷生产效率 Physiological use efficiency for grain			干物质生产效率 Physiological use efficiency for biomass		
				N	P	K	N	P	K	N	P	K
				糙米率 Brown rice rate	0.78 **	0.63 **	0.72 **	0.77 **	0.36	0.42	-0.65 **	-0.35
精米率 Milled rice rate	0.41	0.50 *	0.45	0.39	0.38	0.25	-0.31	-0.42	-0.46 *	-0.26	-0.42	-0.32
整精米率 Head milled rice rate	0.61 **	0.71 **	0.65 **	0.55 *	0.52 *	0.35	-0.52 *	-0.59 *	-0.64 **	-0.45	-0.64 **	-0.40
直链淀粉含量 Amylase content	0.86 **	0.83 **	0.87 **	0.88 **	0.70 **	0.66 **	-0.85 **	-0.66 **	-0.61 **	-0.87 **	-0.76 **	-0.74 **
蛋白质含量 Protein content	0.87 **	0.83 **	0.91 **	0.89 **	0.71 **	0.72 **	-0.81 **	-0.68 **	-0.69 **	-0.83 **	-0.78 **	-0.82 **
垩白粒率 Chalky rice rate	-0.52 *	-0.67 **	-0.62 **	-0.48 *	-0.62 **	-0.44	0.52 *	0.68 **	0.71 **	0.42	0.68 **	0.44
垩白度 Chalkiness degree	-0.18	-0.22	-0.16	-0.10	-0.07	0.05	0.07	0.16	0.33	-0.03	0.21	-0.04

3 讨 论

施肥可以提高水稻株高和叶面积指数、优化群体结构、促进中后期群体干物质积累量增多^[16-17],试验表明深施肥改善水稻群体质量进而获得高产^[18]。深施肥可节省尿素达 65%^[19],曾山等^[20]关于同步开沟起垄施肥水稻精量穴旱直播机的报道中指出深施肥可节氮和增产。与手施肥料相比,精量穴直播水稻同步深施肥技术可以节省肥料 30% 以上,提高产量约 10%^[8]。舒时富等^[9]研究表明,机械深施肥增产的原因在于提高了光合能力和抗衰老能力。有研究表明深施肥可以显著提高蛋白质含

量^[21]。对于其他品质的影响方面有待进一步明确,因此,探讨深施肥的节肥增产的同时研究深施肥对稻米品质的影响是适应高产优质要求的重要方面。本试验利用机械深施不同水平的缓释肥料研究精量穴直播水稻稻米品质,试验结果表明,精米率和整精米率为 F1>F2>F0,且培杂泰丰的显著高于玉香油占的。与 F0 相比,F1 和 F2 显著提高直链淀粉含量和蛋白质含量,但显著降低垩白粒率。品种对不同肥料水平的响应不同,而就均值而言,培杂泰丰的蛋白质含量较玉香油占显著提高,但玉香油占的直链淀粉含量、垩白粒率和垩白度较培杂泰丰的高。总的来说,F1 肥料水平一定程度上产出较 F2 优质

的稻米。

同步开沟起垄施肥精量穴直播水稻不同生育时期养分积累是肥料养分吸收利用的一个重要方面,很多研究是针对氮素开展的,且即便施用缓释肥,也主要以氮素为目标元素进行研究。研究结果^[22-25]表明,深施肥利于提高氮素的吸收利用。本研究结果表明,N、P和K的总积累量在水稻生育后期(孕穗之后)的积累较多。同时在养分利用方面表现为每100 kg稻谷需N、P和K量分别为1.40~3.80、0.57~0.97、0.80~1.25 kg,N、P和K稻谷生产效率分别为25.99~72.67、103.57~180.49、65.69~115.43 kg/kg,N、P和K干物质生产效率分别为55.47~151.15、219.28~342.35、167.83~242.54 kg/kg。总的来说,F1水平下水稻的N、P和K的总积累和利用一定程度上与F2基本持平。由于品种的养分需求量不同,本研究设置的水平有限,因此,更大宽度的肥料水平下同步开沟起垄施肥精量穴直播水稻的N、P和K吸收利用有待进一步深入研究。

分析稻米品质和肥料(N、P和K)吸收的关系对于进一步促进水稻高产优质的发展具有重要意义。本研究结果表明,总N、P和K积累量及每100 kg稻谷需(N、P和K)量与稻米碾磨品质、直链淀粉含量及蛋白质含量呈正相关,与垩白粒率呈负相关。而N、P和K稻谷生产效率和干物质生产效率与稻米碾磨品质、直链淀粉含量及蛋白质含量呈负相关,与垩白粒率呈正相关。可能是增加氮肥施用量利于提高蛋白质含量^[26]、糙米率和精米率^[27],而糙米率和精米率均随施氮量的增加先增加后降低^[28]。一定程度上增加施肥量后,提高了N、P和K积累量及每100 kg稻谷需(N、P和K)量,而降低了N、P和K稻谷生产效率和干物质生产效率。

参 考 文 献

- [1] 张福锁,王激清,张卫峰,等.中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J].土壤学报,2008,45(5):915-924.
- [2] BAUTISTA U, KOIKE M, SUMINISTRADO D C. PM—power and machinery: mechanical deep placement of nitrogen in wetland rice[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 2001, 78(4): 333-346.
- [3] WANG C H. Response of rice yield to deep placement of fertilizer and nitrogen top-dressing during panicle initiation stage and its diagnosis of fertilizer application[J]. Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science, 2004, 42(5): 383-395.
- [4] 罗锡文,欧洲,蒋恩臣,等.抛掷成穴式水稻精量直播排种器试验[J].农业机械学报,2005,36(9):37-40.
- [5] 罗锡文,刘涛,蒋恩臣,等.水稻精量穴直播排种轮的设计与试验[J].农业工程学报,2007,23(3):108-112.
- [6] 罗锡文,蒋恩臣,王在满,等.开沟起垄式水稻精量穴直播机的研制[J].农业工程学报,2008,24(12):52-56.
- [7] 唐湘如,罗锡文,黎国喜,等.精量穴直播早稻的产量形成特性[J].农业工程学报,2009,25(7):84-87.
- [8] 王在满,罗锡文,唐湘如,等.基于农机与农艺相结合的水稻精量穴直播技术及机具[J].华南农业大学学报,2010,31(1):91-95.
- [9] 舒时富,唐湘如,罗锡文,等.机械深施缓释肥对精量穴直播超级稻生理特性的影响[J].农业工程学报,2011,27(3):89-92.
- [10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,1999:308-316.
- [11] JIANG L G, DAI T B, JIANG D, et al. Characterizing physiological N-use efficiency as influenced by nitrogen management in rice cultivars[J]. Field Crops Research, 2004, 88(2): 239-250.
- [12] 王伟妮,鲁剑巍,何予卿,等.氮磷钾肥对水稻产量品质及养分吸收利用的影响[J].中国水稻科学,2011,25(6):645-653.
- [13] ALCANTARA J M, CASSMAN K G. Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice[J]. Cereal Chemistry, 1996, 73(5): 556-560.
- [14] 国家质量技术监督局.中华人民共和国国家标准. GB/T17891—1999 优质稻谷[S].北京:中国标准出版社,1999.
- [15] WU J G, SHI C H. Prediction of grain weight, brown rice weight and amylose content in single seeds of rice using near-infrared reflectance spectroscopy[J]. Field Crops Research, 2004, 87(1): 13-21.
- [16] 程建平,赵锋,游爱军,等.赤霉素喷施量及时期对水稻穗层整齐度和产量的影响[J].华中农业大学学报,2011,30(6):657-662.
- [17] 李承力,杨特武,徐君驰,等.丹江口市库区麦套稻适宜施肥量及养分利用率研究[J].华中农业大学学报,2011,30(5):532-538.
- [18] 潘圣刚,莫钊文,罗锡文,等.机械同步深施肥对水稻群体质量及产量的影响[J].华中农业大学学报,2013,32(2):1-5.
- [19] SAVANT N K, STANGEL P J. Deep placement of urea supergranules in transplanted rice: principles and practices[J]. Fertilizer Research, 1990, 25(1): 1-83.
- [20] 曾山,汤海涛,罗锡文,等.同步开沟起垄施肥水稻精量早穴直播机设计与试验[J].农业工程学报,2012,28(20):12-19.
- [21] CALABIO J C, GARCIA F V, DATTA S K, et al. Alternative strategies for increasing nitrogen fertilizer efficiency in wetland rice soils[J]. Philippine Journal of Crop Science, 1980, 5(4): 144-149.
- [22] BAUTISTA E U, SUMINISTRADO D C, KOIKE M. Mechan-

ical deep placement of fertilizer in puddled soils. Evaluation of nitrogen losses and yield of transplanted and direct-seeded rice [J]. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 2000, 62(1): 146-157.

- [23] ALI T, SINGH T A. Nitrogen use efficiency and ammonia volatilization potential in flooded rice as affected by modified urea materials[J]. Journal of the Indian Society of Soil Science, 1994, 42(4): 536-539.
- [24] SOLIMAN S M, MONEM M. Effect of method of N-application and modified urea on N-15 recovery by rice[J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1995, 43(1/2/3): 143-148.
- [25] MORALES A C, AGUSIN E O, LUCAS M P, et al. Compar-

ative efficiency of N management practices on rainfed lowland rice in Batac, Philippines [J]. International Rice Research Notes, 2000, 25(1): 22-23.

- [26] 潘圣刚, 翟晶, 曹凑贵, 等. 氮肥运筹对水稻养分吸收特性及稻米品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(3): 522-527.
- [27] 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.
- [28] 钱银飞, 张洪程, 李杰, 等. 施氮量对机插杂交粳稻徐优403产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(3): 522-528.

Effects of deeply mechanized fertilizer application on rice quality and nutrient absorption and utilization of direct seeding rice

MO Zhao-wen¹ PAN Sheng-gang¹ WANG Zai-man²

LUO Xi-wen² TIAN Hua¹ DUAN Mei-yang¹ TANG Xiang-ru¹

1. College of Agriculture, South China Agricultural University/Scientific Observing and Experimental Station of Crop cultivation in South China, Ministry of Agriculture, Guangzhou 510642, China;
2. College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Abstract Using super hybrid rice Peizataifeng and super inbred rice Yuxiangyouzhan as materials, field experiment was carried out to access the effects of deeply mechanized fertilizer application on rice quality, fertilizer use efficiency, nutrient accumulation. Results showed that effects of mechanical deep application of slow-release fertilizer on rice quality and rice N, P and K total accumulation were different due to the dosage of fertilizer and the difference of variety. To some extent, mechanical deep application of slow-release fertilizer can improve milled rice rate, head milled rice rate, amylose content and protein content, reduce chalky rice rate when the increase of fertilizer rate ranged from 0 kg/hm² to 1 500 kg/hm². Total N, P and K accumulation and fertilizer (N, P and K) absorption of 100 kg grain showed positive correlation with rice, processing quality, amylase content and protein content, but negatively correlated with chalky rice rate and contrary to N, P and K used efficiency for grain and biomass. Deeply mechanized fertilizer application at rate of 1 200 kg/hm² (F1) was well in obtaining high rice quality and enhancing nutrient absorption and utilization.

Key words deeply mechanized fertilizer application; rice; direct seeding; rice quality; nutrient absorption and utilization; controlled-release fertilizer

(责任编辑:陆文昌)