

两个特用稻的营养供应水平与³²P、¹⁴C分布和谷产量的关系

王永锐 吴家俊*

(中山大学生物系, 广州 510275)

摘要

香稻(竹香粘)的分蘖数多,其分蘖期根系吸收³²P和³²P分布到分蘖,以高、中肥和高N,高K肥处理的为高;¹⁴C-葡萄糖同化物分布在分蘖比黑米稻(黑优粘)和常规稻“双桂36”的高,但灌浆期和黄熟期¹⁴C分布在稻穗较少。低肥处理的稻谷产量较高,而在高、中肥条件下结实率降低,实粒数减少,成穗率稍低,谷产量也比“黑优粘”和“双桂36”低。

“黑优粘”在高肥、高N条件下的分蘖多,成穗率高、结实粒数也较多,稻谷产量比“竹香粘”高。在高、中肥、高N高P条件下,³²P分布于分蘖多,分蘖的¹⁴C分布则以高N,高K肥条件下的多;开花和灌浆期稻穗的¹⁴C分布皆以高K肥水平的为高。“黑优粘”是耐肥和需钾肥品种,高肥、高K可提高其稻谷产量,但仍比“双桂36”低。

关键词: 香稻; 黑米稻; N、P、K; ³²P和¹⁴C; 谷产量

香稻和黑米稻是我国人民生活所需要的特用稻米。有关香稻和黑米稻的高产栽培生理研究尚少,而香味性状^[3]和黑米黑色种皮^[1]的遗传研究稍有报道。本文着重报道香稻和黑米稻的高产栽培生理的部分试验结果,旨在改进香稻、黑米稻高产栽培技术和进一步提高稻谷产量提供理论根据。

材料及方法

一、试验材料

采用籼型香稻“竹香粘”和黑米稻“黑优粘”,以高产常规稻“双桂36”作对照。稻种分别由广东省博罗县农业局和广东省农科院提供。

二、试验方法

营养供应水平 采用体积为10L的塑料桶,每桶装干燥均匀水稻土15kg,以桶为单位施肥。即设1. N、P、K同配比,不同量:低肥水平(不施肥);中肥水平(每个塑料桶各施N、P、K 2g,相当于每亩施尿素,过磷酸钙和硫酸钾各20kg);高肥水平(每桶施N、P、K各4g,相当于每亩施尿素、过磷酸钙和硫酸钾40kg)。2. N、P、K不同量,不同配比:高N、中P、中K

*现在广东省科委工作

(每桶分别施入N、P、K各4.2、2.2g);中N、高P、中K(每桶分别施入N、P、K各2.4、2.2g);中N、中P、高K(每桶分别施入N、P、K各2.2、2.4g)。上述营养供应都作基肥一次施入,8月7日播种,20d后留均匀壮苗5株,置于玻璃网室内,栽培管理一致,设5个重复试验。

³²P和¹⁴C的测定 分别参照王永锐等的方法^[2,3]。是测定器官50mg干重每分钟的脉冲数,而总cpm是指cpm/50mg干重×器官总干重。

分蘖数、穗粒性状和稻谷产量 按照常规方法调查分析^[4,6,7]。

实验结果

一. N、P、K同配比,不同量

(一)分蘖期

分蘖数 表1表明,香稻“竹香粘”的分蘖数多,在高、中、低肥条件下均比“黑优粘”和“双桂36”的高。“黑优粘”的分蘖数与“双桂36”相近。

³²P、¹⁴C在分蘖的吸收、分布 香稻和黑米稻在低肥条件下根系吸收³²Pcpm及总cpm和³²P在分蘖的分布(%)均比“双桂36”少;在高、中肥条件下,其吸收³²P、³²P在分蘖的分布和¹⁴C-葡萄糖同化物从主茎苗叶片的输出率比“双桂36”高。分蘖期¹⁴C在分蘖分布(%)以低、高肥情况下“竹香粘”和“黑优粘”比“双桂36”多,但在中肥供应状况下,则以“双桂36”为高(表1)。由此可见,香稻和黑米稻对肥力适应性比“双桂36”较广。

(二)开花至黄熟期¹⁴C的分布

表2表明,开花期在低肥条件下“竹香粘”的¹⁴C-葡萄糖同化物从剑叶的输出(%)低,分布在稻穗稍多,在中、高肥条件则以“双桂36”比“竹香粘”和“黑优粘”多。灌浆期在高肥和低肥条件下“竹香粘”和“黑优粘”¹⁴C分布在稻穗较多,但在中肥条件下比“双桂36”少。

(三)穗粒性状和谷产量

“竹香粘”在低肥处理时有效穗、实粒数较多,谷/秆比、谷产量亦高。在高肥条件下,“竹香粘”有效穗最多。但结实率低、结实粒数较少,谷产量比“黑优粘”和“双桂36”低,“双桂36”谷产量最高。但适当施肥,“竹香粘”的谷产量也会随施肥量增加而提高。中肥处理的也以“双桂36”谷产量最高。“黑优粘”高肥条件下的谷产量比低肥时明显提高(表3)。所以“黑优粘”属于耐肥品种。

表1 氮磷钾不同水平时分蘖的³²P、¹⁴C的吸收和分布及分蘖数Table 1 Absorption and distribution of ³²P, ¹⁴C in tillers under different levels of N. K. P at tillering stage and tiller number

N:P:K g/pot	Variety	³² P				¹⁴ C			Tiller no./ plant/hill
		Root		Tiller		Exported (%) from top leaf	Tiller		
		cpm	total cpm	cpm	in ground organ (%)		cpm	in ground organ (%)	
	Zhu-Xiang-Zhan	5420	18428.0	113.0	31.7	23.83	266.0	32.4	2.2±1.01
0:0:0	Hei-You-Zhan	5427	23529.6	110.0	29.0	23.80	406.6	28.2	1.4±0.91
	Shuang-Gui 36	6878	26136.4	198.0	52.2	27.04	220.0	18.6	1.4±0.63
	Zhu-Ziang-Zhan	5543	56806.0	150.4	2.3	31.68	135.0	27.5	5.1±1.71
2:2:2	Hei-You-Zhan	5540	70239.6	132.5	71.8	33.25	80.5	32.6	4.9±1.49
	Shuang-Gui 36	5148	43758.0	92.7	53.2	20.35	94.7	39.6	4.1±1.98
	Zhu-Xiang-Zhan	6696	45872.0	198.7	60.3	45.91	145.6	34.7	11.5±3.23
4:4:4	Hei-You-Zhan	6860	45756.0	184.0	61.2	62.08	131.3	17.8	6.3±2.23
	Shuang-Gui 36	6656	33280.0	127.3	52.4	35.60	206.0	17.7	6.0±1.89

表2 氮磷钾不同供应水平时开花至黄熟期¹⁴C在稻穗的分布(%)Table 2 Distribution (%) of ¹⁴C in panicle from flowering to yellow ripe stage under different levels of N. P. K

N:P:K g/pot	Variety	Flowering stage			Milky stage			Yellow ripe stage		
		Exported (%)	Panicle	Stem+	Exported (%)	Panicle	Stem+	Exported (%)	Panicle	Stem+
		from flag leaf			leaf			leaf		
	Zhu-Xiang-Zhan	38.83	29.11	70.89	21.87	74.10	25.90	21.50	58.08	41.92
0:0:0	Hei-You-Zhan	55.64	17.08	82.92	43.56	67.96	32.04	20.62	75.30	24.70
	Shuang-Gui 36	51.60	19.45	80.54	26.94	77.47	22.53	22.21	74.88	25.12
	Zhu-Ziang-Zhan	34.54	20.85	79.15	30.80	51.48	48.52	27.39	55.53	44.47
2:2:2	Hei-You-Zhan	59.85	15.88	84.12	62.30	55.79	44.21	18.45	54.02	45.98
	Shuang-Cui 36	53.10	26.63	73.37	36.76	69.70	30.30	29.71	68.14	31.86
	Zhu-Xiang-Zhan	18.77	14.60	85.40	16.61	72.27	37.73	15.18	28.15	71.85
4:4:4	Hei-You-Zhan	63.74	13.12	86.82	47.30	67.76	32.24	33.90	69.39	30.41
	Shuang-Gui 36	56.13	17.73	82.27	31.23	49.44	50.56	20.74	72.89	27.11

表3 不同施肥水平的穗粒性状和谷产量
Table 3 Panicle characters and grain yield under different levels of N, P, K

N: P: K g/pot	Variety	Effective Panicle no./hill	Filled grain no./panicle	Filled grain (%)	Grain dry weight(g/hill)	Grain/ straw
0:0:0	Zhu-Xiang-Zhan	2.6	62.5±17.4	76.50	2.26	1.16
	Hei-You-Zhan	2.0	57.0±18.0	79.82	1.67	1.05
	Shuang-Gui 36	2.0	57.7±22.7	77.48	1.88	1.10
2:2:2	Zhu-Ziang-Zhan	3.5	65.7±18.4	71.87	2.63	0.69
	Hei-You-Zhan	4.4	75.0±21.0	80.42	5.48	1.33
4:4:4	Shuang-Cui 36	3.8	75.8±28.8	77.49	5.92	1.40
	Zhu-Xiang-Zhan	6.1	67.7±24.0	61.11	3.93	0.62
	Hei-You-Zhan	5.5	78.5±25.7	78.42	7.08	1.09
	Shuang-Gui 36	5.7	82.2±24.0	73.23	10.53	1.67

二、N、P、K 不同量、不同配比

(一) 分蘖期

1、分蘖数 表4表明,在高N处理时,以“竹香粘”分蘖数最多,在N、P、K不同量的三种配比条件下,也是“竹香粘”的分蘖数最多。而“黑优粘”和“双桂36”则以高N高分蘖,高P、中N、K的分蘖数中等,高K、中N、P的分蘖数较少。说明“竹香粘”分蘖力强。

2、³²P、¹⁴C在分蘖的分布 “竹香粘”在高N、高K条件下,根系吸收³²P和³²P在分蘖的分布(%)比“黑优粘”和“双桂36”多,存留在茎叶较少。“黑优粘”在高K条件下吸收³²P较多,在高N、高P处理时分蘖³²P分布(%)较多,高K的则较少。在高N、高P、高K三种情况下,¹⁴C从主茎苗涂叶的输出率和分蘖中的分布,依次为“竹香粘”>“黑优粘”>“双桂36”(表4)。

(二) 开花至黄熟期¹⁴C的分布

表5表明,在N、P、K三种营养配比条件下,开花期¹⁴C-葡萄糖同化物从剑叶输出率为“黑优粘”>“双桂36”>“竹香粘”,而灌浆期和黄熟期则为“双桂36”>“黑优粘”>“竹香粘”。“黑优粘”在高K条件下,黄熟期内稻穗的¹⁴C分布最多,开花至黄熟期它以高K>高P>高N。可见“黑优粘”在成熟期对K肥的需求尤为突出。这与我们前文的试验结果一致^[7,9]。“竹香粘”灌浆期¹⁴C较多存留在茎叶,是其低产的原因之一。而“双桂36”的茎叶占有¹⁴C-同化物较少,是高产品种的一个生理特性。

(三) 稻穗性状和谷产量

三个参试品种的有效穗数和谷产量都以高N条件的为最高,在高K、中N、P时则成穗率高、实粒数多。“竹香粘”促进分蘖需N肥多,而结实期则需P、K较多。谷/秆比趋势与谷产量趋势一致,即“双桂36”>“黑优粘”>“竹香粘”(表6)。

表4 氮磷钾不同配比条件下³²P ¹⁴C在分蘖的分布及分蘖数
Table 4 Distribution of ³²P, ¹⁴C in tillers under condition of N. P. K ratio at tillering stage and tiller number

N: P: K g/pot	Variety	³² P				¹⁴ C			Tiller no./ plant/hill
		Root		Tiller		Exported (%) from top leaf	Tiller		
		cpm	total cpm	cpm	in ground organ (%)		cpm	in ground organ (%)	
4: 2: 2	Zhu-Xiang-Zhan	6456	65441.8	169.5	77.27	57.06	570.4	48.85	9.7±2.31
	Hei-You-Zhan	5812	73115.0	129.5	76.56	49.01	116.5	34.26	6.4±2.85
	Shuang-Gui 36	5736	62273.6	71.0	64.31	37.07	105.0	52.94	7.1±2.13
2: 4: 2	Zhu-Xiang-Zhan	8020	61089.3	119.0	58.43	48.36	210.0	47.54	6.1±2.31
	Hei-You-Zhan	7092	69408.8	84.0	71.54	36.63	55.6	20.18	4.8±1.37
	Shuang-Gri 36	4962	51604.8	83.5	60.67	34.89	70.0	8.75	4.9±1.46
2: 2: 4	Zhu-Xiang-Zhan	10024	59707.2	104.5	73.48	47.38	248.0	50.26	6.7±2.69
	Hei-You-Zhan	6356	92797.6	98	53.33	43.98	103.0	33.51	4.3±0.88
	Shuang-Gui 36	4690	44086.0	70	68.20	29.84	85.0	22.54	4.0±10.46

表5 氮磷钾不同配比条件下开花至黄熟期¹⁴C在稻穗的分布
Table 5 Distribution of ¹⁴C in panicle from flowering to yellow ripe stage under condition of N. P. K ratio

N: P: K g/pot	Variety	Flowering stage			Milky stage			Yellow ripe stage		
		Exported (%) from flag leaf	Panicle	Stem + leaf	Exporte (%) From flag leaf	anicle	Stem + leaf	Exporte (%) From flag leaf	Panicle	Stem + leaf
4: 2: 2	Zhu-Xiang-Zhan	31.02	10.39	89.61	15.50	59.05	40.95	15.71	47.16	52.84
	Hei-You-Zhan	77.41	7.32	92.68	25.03	53.37	46.63	17.93	66.30	33.70
	Shuang-Gui 36	52.57	34.53	65.47	39.42	87.33	12.67	37.40	72.43	27.57
2: 4: 2	Zhu-Xiang-Zhan	36.10	19.02	80.92	23.00	52.29	47.71	23.24	32.39	67.61
	Hei-You-Zhan	58.13	9.21	90.79	35.38	65.69	34.31	23.27	57.56	46.44
	Shuang-Gri 36	52.90	34.54	65.46	41.26	79.62	20.38	24.38	68.58	31.42
2: 2: 4	Zhu-Xiang-Zhan	23.75	18.48	81.52	35.61	42.66	57.34	9.95	36.54	63.46
	Hei-You-Zhan	59.17	19.22	80.78	54.23	71.88	28.12	21.60	82.51	17.49
	Shuang-Gui 36	46.51	31.61	38.39	56.40	75.47	24.53	27.29	58.47	41.53

表6 氮磷钾不同配比条件下的穗粒性状和谷产量
Table 6 Panicle characters and grain yield under condition of N. P. K ratio

N: P: K g/pot	Variety	Effective panicle no./hill	Effective panicle (%)	Filled grain no./panicle	Filled grain (%)	Grain dry weight (g/hill)	Grain/ straw
	Zhu-Xiang-Zhan	6.2	57.94	51.8±27.2	51.11	4.20	0.78
4: 2: 2	Hei-You-Zhan	6.0	81.08	72.2±17.4	77.43	6.31	0.91
	Shuang-Gui 36	6.5	80.25	76.2±21.9	80.68	10.71	1.56
	Zhu-Xiang-Zhan	3.7	52.11	74.3±22.5	66.35	3.09	0.78
2: 4: 2	Hei-You-Zhan	3.5	60.34	57.5±21.1	78.32	3.50	1.46
	Shuang-Gui 36	4.5	76.27	79.1±28.4	80.13	6.63	1.49
	Zhu-Xiang-Zhan	4.9	63.64	64.7±21.9	64.12	3.90	0.66
4: 2: 2	Hei-You-Zhan	3.2	60.38	66.5±20.6	82.25	3.60	0.84
	Shuang-Gui 36	3.3	66.00	86.8±26.1	78.91	5.21	1.34

讨 论

优质稻或特用稻多数是小粒稻,它的分蘖力强,分蘖数多,每日生物产量比大粒稻高,日生产稻谷则较低^[1,9]。优质稻品种间的形态特征和生理特性有差异,尤其是生育后期光合产物向稻穗分布和分配有明显差异。“增城丝苗”和“马坝软粘”在开花期至黄熟期的叶片在生育后期光合产物分布在稻穗比较多^[10],本文的“竹香粘”在生育后期光合产物分布在稻穗就较少,产量也较低。而开花至成熟植株上部三片功能叶的光合产物构成谷粒产量的2/3至3/4^[5,12,14,16]。因此,提高特用稻和优质稻品种的稻谷产量的关键措施在于:

1、适当增加种植密度,以使每亩有效穗数达到22万穗、或稍多些,广东以北省市还可再密些。因为优质稻植株较矮、茎纤细、硬直^[1],增加种植密度不会引起倒伏,更可提高光能利用率,增加生物产量,从而提高谷产量。

2、特用稻和优质稻的生育中,后期适当增施N肥和K肥,以利于提高光合强度,增加光合产物及其向稻穗运转、分配、增加每穗的结实粒数和提高稻谷产量^[14,15,15]。本文“竹香粘”虽可耐低肥,但高肥、高N、高K能明显提高谷产量。欲使“黑优粘”稻谷产量增加,除施N、P肥外,还需增施K肥。

3、加强特用稻和优质稻的高产栽培研究,作者认为,为提高特用稻和优质稻的产量,从栽培角度考虑,今后还需加强高产栽培生理的试验研究。过去认为优质稻低产,主要原因在于我们对它的高产生理,包括其光合强度,光合产物运转、分布、供水、供肥水平与营养生理等的研究尚少所致。

参考文献

- [1] 王永锐, 水稻大粒稻和小粒稻的性状研究. 中山大学学报(自然科学版), 1983, (4):36-42.
- [2] 王永锐、刘振声、曾绍集、周汉钦、邓政寰, 杂交水稻“汕优2号”、“汕优6号”和“威优6号”对磷(^{32}P)的吸收分配和干物质增长情况研究. 中国农业科学, 1983, (3):15-20.
- [3] 王永锐、曾绍集、周汉钦、刘振声、邓政寰, 杂交水稻光合强度及 ^{14}C 的分配与稻穗性状的关系, 中山大学学报(论丛II), 1987, (2):33-39.
- [4] 王永锐、陈坤朝、陈晓东、刘振声, 优质稻几个生理性状研究. 广东农业科学, 1986, (1):8-11.
- [5] 王永锐, 水稻营养和合理施肥. 北京:科学出版社, 1989, 259-325.
- [6] 王永锐、方利娟, 大粒稻和小粒稻的分蘖性状及其 ^{32}P 、 ^{14}C 的分布. 中山大学学报(论丛II), 1987, (2):144-146.
- [7] 王永锐、余款经等, 黑稻黑优24的钾肥效应. 中山大学学报(论丛II), 1987, 147-149.
- [8] 王永锐、陈晓东、刘振声, 几个优质稻对 ^{32}S 、 ^{14}C 分配与谷产量. 中山大学学报(论丛II), 1987, 70-73.
- [9] 吴家俊、王永锐, 钾肥对“黑优24”植株性状和 ^{32}P 运转分配的影响. 中山大学学报(论丛), 1987, (2):102-106.
- [10] 陈坤朝、王永锐, 几种优质稻 ^{14}C 运转分配与分蘖和穗粒性状. 中山大学学报(论丛), 1987, (2):141-143.
- [11] 顾信缓等, 稻米黑色种皮的遗传研究进展. 江苏科学技术出版社, 1990, 113-117.
- [12] 殷宏章, 水稻开花后干物质积累和运转. 植物学报, 1956, 5(2):77-94.
- [13] 黄超武、胡事君, 水稻香味性状的遗传分析. 《谷类作物品质性状遗传研究进展》, 江苏科学技术出版社, 1990, 87-92.
- [14] Cock, J.H. and S. Yoshida, Accumulation of ^{14}C -labelled carbohydrate before flowering and subsequent redistribution and respiration in the rice plant, Proc. Crop Sci. Jpn. 1972, 41:226-234.
- [15] Wang Yong-Rui(王永锐), Effectiveness of supplied nitrogen at the primordial panicle stage on rice plant characteristics and yield, IRRN, 1981; 6(4):23-24
- [16] Yoshida, S., Fundamentals of rice crop science, IRRI, 1981.

EFFECTIVENESS UNDER CONDITION OF NPK LEVELS ON DISTRIBUTION OF ^{32}P , ^{14}C AND GRAIN YIELD OF ODOROUS RICE AND DARK PERICARP RICE (INDICA RICE)

Wang Yongrui Wu Jiajun

(Department of Biology, Zhongshan University, Guangzhou, 510275)

Abstract

Under conditions of various levels of N,P,K with 0,0,0, 2,2,2, 4,4,4 and 4,2,2, 2,4,2, 2,2,4 grams, supplied in soil of per pot (Vol. 10 l.) before transplanting, the tiller number, grain yield and ^{32}P , ^{14}C distribution in three rice varieties "Zhu-Xiang-Zhan"(ZXZ), "Hei-You-Zhan"(H

YZ) and common rice cultivar "shuang-Gui-36"(SG36) were studied. Odorous rice "ZXZ" had more tiller number at every level of NPK and its roots absorbed more ³²P which concentrated in tillers at the conditions of high, middle levels of NPK and N or K high level, while the distribution of the assimilated ¹⁴C in tillers was more than that of the dark pericarp rice "HYZ" and "SG36". But the "ZXZ" appeared less ¹⁴C in panicle at milky and yellow ripe stage which had less filled grain percent, filled grain number, effective panicle number and grain yield than the "HYZ" at the low level of NPK.

Dark Pericarp rice "HYZ" had higher tiller number, effective panicle number, filled grain percent as compared with "ZXZ" at high level of NPK and high N condition. ³²P and ¹⁴C distribution in tillers of "HYZ" under high level of NPK, N, P was over that of the "ZXZ". At the flowering and milky stage of "HYZ", the ¹⁴C distribution to the panicle at high K level was higher than that at high N and high P levels.

Dark Pericarp rice "HYZ" could be considered to be high response to high level of NPK and K, as it had high grain yield but lower than that of the "SG36".

Key words: Odorous rice; Dark pericarp rice; NPK; ³²P and ¹⁴C; Grain yield