

# 氮磷钾配合施用对水稻养分吸收、 积累与分配的影响\*

王伟妮<sup>1</sup> 李小坤<sup>1\*</sup> 鲁剑巍<sup>1</sup> 李慧<sup>1</sup> 鲁明星<sup>2</sup> 戴志刚<sup>2</sup>

1. 华中农业大学资源与环境学院, 武汉 430070; 2. 湖北省土壤肥料工作站, 武汉 430070

**摘要** 采用田间试验,研究了氮磷钾配合施用对水稻不同器官干物质量以及养分吸收、积累与分配的影响。结果表明,施肥特别是氮磷钾肥配施可以显著提高糙米、谷壳和稻草的干物质量以及各器官对N、P、K的吸收累积量,与不施肥(CK)相比,氮磷钾配施处理(NPK)糙米、谷壳和稻草干物质量分别增加1 343、302和2 152 kg/hm<sup>2</sup>,N、P、K总吸收量分别增加51.30、11.59和76.45 kg/hm<sup>2</sup>。N、P、K含量在水稻不同器官的分布也存在差异,N和P含量表现为糙米>稻草>谷壳,K含量则表现为稻草>谷壳>糙米。施肥降低了糙米中N、P、K的分配率,而相应提高了稻草中的分配率。除了磷钾配施处理(PK)谷壳中N和P的分配率高于CK处理,其余施肥处理谷壳中N、P、K的分配率均低于CK处理。总体来说,不同肥料配施对水稻不同器官N、P、K吸收分配影响的趋势既存在共性也存在差异性,通过调整施肥可以改善养分在不同器官的分配,促进养分的吸收和良性循环,从而达到水稻优质高效生产的目的。

**关键词** 氮磷钾; 养分吸收与分配; 糙米; 谷壳; 稻草

**中图分类号** S 511; S 147.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2010)06-0710-05

氮、磷、钾是水稻正常生长必不可少的肥料三要素。研究不同施肥条件下水稻植株对氮、磷、钾的吸收、积累和分配,有助于理解施肥对水稻产量形成的影响,为水稻的合理施肥提供依据。关于不同施肥条件下水稻养分吸收和分配的研究已有不少。晏娟等<sup>[1]</sup>运用<sup>15</sup>N示踪法研究发现增加施氮量降低了<sup>15</sup>N在水稻稻谷中的分配比例,提高了稻草中的分配比例。胡泓等<sup>[2]</sup>认为钾肥的施用能促进杂交水稻将N和P向穗部积累,从而提高N和P的养分利用效率。宇万太等<sup>[3]</sup>研究发现水稻植株吸收的N和P主要集中在稻谷中,K则主要集中在稻草中。敖和军等<sup>[4]</sup>在探索超级杂交稻的养分吸收利用规律时发现不同施肥(氮磷钾配施)水平对超级杂交稻株体内的氮、磷、钾养分吸收积累影响不明显。这些研究基本都是将水稻分为稻谷和稻草两部分或分为稻谷、稻草及根三部分来研究养分的吸收和分配,极少有研究将其分为糙米、谷壳和稻草来研究。众所周知,稻谷由糙米和谷壳组成,两者的化合物组成及养分元素含量完全不同<sup>[5-8]</sup>。因此将水稻分为糙米、谷壳

和稻草三部分来研究其对氮、磷、钾的吸收、累积和分配,可以更深入地了解施肥对水稻影响的内在机理。本研究通过水稻田间肥效试验,分析水稻不同器官对不同施肥处理的反应,及其氮、磷、钾吸收、积累和分配的情况,为优化稻田养分管理、提高水稻生产力提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在湖北省荆州市纪南镇纪城村大田条件下进行,供试土壤基本理化性状为:pH 5.77,有机质含量 30.6 g/kg,全氮 1.84 g/kg,碱解氮 135.5 mg/kg,速效磷 15.8 mg/kg,速效钾 66.1 mg/kg。供试水稻品种为中籼杂交稻Ⅱ优 838,2009年4月20日播种,5月28日移栽,9月17日收获,全生育期150 d。

### 1.2 试验设计

试验设5个处理:(1)不施肥对照(CK);(2)磷钾肥配施(PK);(3)氮钾肥配施(NK);(4)氮磷钾配

收稿日期:2010-03-22; 修回日期:2010-06-21

\* 国家“十一五”科技支撑计划重点项目(2008BADA4B08,2006BAD25B01)、国家测土配方施肥项目和作物遗传改良国家重点实验室开放课题资助

\*\* 通讯作者. E-mail: lixiaokun@mail.hzau.edu.cn

王伟妮,女,1984年生,博士研究生.研究方向:现代施肥技术. E-mail: i\_happy18@webmail.hzau.edu.cn

施(NP);(5)氮磷钾肥配施(NPK)。氮(N)、磷( $P_2O_5$ )、钾( $K_2O$ )肥的用量分别为  $135.0 \text{ kg/hm}^2$ ,  $45.0 \text{ kg/hm}^2$  和  $90.0 \text{ kg/hm}^2$ , 氮肥用尿素(含 N 46%), 磷肥用过磷酸钙(含  $P_2O_5$  12%), 钾肥用氯化钾(含  $K_2O$  60%)。其中氮肥 60% 作基肥, 20% 作分蘖肥, 20% 作穗粒肥; 磷肥全作基肥; 钾肥 70% 作基肥, 30% 作穗粒肥。试验小区面积  $20 \text{ m}^2$ , 重复 3 次, 随机区组排列。其他田间管理按照常规栽培技术要求进行。

### 1.3 测定项目与方法

于水稻成熟期, 各小区单收单打测定稻谷产量。另外, 在各试验小区随机取 6 蔸水稻植株, 风干测定地上部干物质质量后, 分稻谷和稻草分别测定质量, 再利用砻谷机将稻谷分为糙米和谷壳分别测定质量, 计量求得谷草比和糙米率后, 可换算得出糙米、谷壳和稻草产量。分别取糙米、谷壳和稻草样品烘干、磨碎、过筛, 用浓  $H_2SO_4-H_2O_2$  联合消煮, 采用流动注射分析仪(瑞典 FIAstar5000)测定全氮和全磷含量, 火焰光度计测定全钾含量<sup>[9]</sup>。试验数据采用 Excel 2003 和 DPS v3.01 进行统计分析。

表 1 氮磷钾配施对水稻不同器官干物质质量的影响<sup>1)</sup>

Table 1 Effect of N, P and K fertilizers on dry matter production of various organs of rice

处理 Treatment	干物质质量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Dry matter production				干物质分配率/% Distribution of dry matter production			
	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw	地上部总量 Total	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw	
CK	4 868 c	1 270 c	5 550 c	11 688 d	41.66 a	10.86 a	47.47 a	
PK	5 155 c	1 432 b	6 225 bc	12 813 c	40.25 a	11.19 a	48.57 a	
NK	5 886 b	1 474 ab	7 133 a	14 493 b	40.61 a	10.17 a	49.22 a	
NP	5 793 b	1 477 ab	6 946 ab	14 216 b	40.75 a	10.39 a	48.86 a	
NPK	6 211 a	1 572 a	7 702 a	15 485 a	40.11 a	10.15 a	49.74 a	

1) 同一列数据后不同小写字母表示差异达到  $P < 0.05$  显著水平, 下同。Different letters in the same column means significant differences at 0.05 level, the same as follows.

### 2.2 氮磷钾配施对水稻不同器官养分含量的影响

水稻 N 含量在糙米中较高, 稻草和谷壳中较低(表 2)。与对照(CK)相比, 施肥提高了水稻各器官的 N 含量, 糙米、谷壳和稻草 N 含量的最大值均出现在 3 个施氮处理(NK、NP、NPK)中, 其中 NPK 处理的糙米 N 含量最高, 而 PK、NK、NP、NPK 处理的谷壳和稻草 N 含量明显高于 CK。在磷钾肥的基础上施用氮肥可使糙米、谷壳和稻草中的 N 含量分别提高 2.49、0.10 和 1.56 g/kg。另外, 与不施肥相比, 施肥后稻草 N 含量提高的幅度大于糙米和谷壳, 仅就施肥处理中的 NPK 而言, 糙米、谷壳和稻草 N 含量分别比 CK 处理提高 0.85、0.30 和 1.66 g/kg。

水稻不同器官中的 P 含量也表现为糙米 > 稻草 > 谷壳(表 2)。与 CK 相比, 各施肥处理均能显

## 2 结果与分析

### 2.1 氮磷钾配施对水稻不同器官干物质质量的影响

由表 1 可以看出, 水稻地上部各器官的干物质质量均表现为 NPK 处理最高, 与 CK、PK、NK 及 NP 处理相比, 糙米分别增加 1 343、1 056、325 和 418  $\text{kg/hm}^2$ ; 谷壳分别增加 302、140、98 和 95  $\text{kg/hm}^2$ ; 稻草分别增加 2 152、1 477、569 和 756  $\text{kg/hm}^2$ 。进一步分析表明, 施用氮、磷、钾肥糙米增产率分别为 20.5%、5.5% 和 7.2%, 谷壳增产率分别为 9.8%、6.6% 和 6.4%, 稻草增产率分别为 23.7%、8.0% 和 10.9%。说明氮、磷、钾肥对不同器官产生的影响不同, 其中施用 3 种肥料后增产稻草最为明显。总体来说, 氮、磷、钾肥配施可以显著促进水稻的生长发育, 提高产量, 且 3 种肥料对水稻产量影响的大小顺序为  $N > K > P$ 。从水稻地上部各器官干物质分配比例来看, 糙米、谷壳和稻草大概分别占 40%、10% 和 50%。另外, 施肥降低了糙米在地上部干物质中所占比例, 提高了稻草所占比例, 但各处理间差异没有达到显著水平。

著提高稻草中的 P 含量。糙米和稻草 P 含量最高的处理均是 NPK 处理, 而谷壳 P 含量最高的处理是 PK 处理。将各器官 P 含量最高的处理与 CK 相比, 发现施肥后糙米、谷壳和稻草 P 含量分别提高 0.29、0.05 和 0.44 g/kg。另外发现, NP 处理的糙米 P 含量最低, 原因可能是氮、磷肥的施用导致水稻贪青晚熟, 而且由于缺钾, 抑制了磷素从营养器官向生殖器官的转移。

钾主要存在于稻草中, 即使在稻谷中谷壳钾含量也高于糙米(表 2)。各处理中, 糙米和谷壳 K 含量最高的处理均是 PK, 稻草 K 含量最高的处理则是 NK。将各器官 K 含量最大的处理与 CK 相比, 发现施肥后糙米、谷壳和稻草 K 含量分别提高 0.23、0.19 和 8.64 g/kg; 将 NP 处理与 NPK 处理

表 2 氮磷钾配施对水稻不同器官养分含量的影响

Table 2 Effect of N, P and K fertilizers on nutrient amount in various organs of rice

g/kg

处理 Treatment	N			P			K		
	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw
CK	14.80 ab	3.20 b	5.55 d	3.36 b	0.49 b	0.85 d	2.34 c	2.59 b	23.88 c
PK	13.16 c	3.40 a	5.65 d	3.53 ab	0.54 a	1.06 c	2.57 a	2.78 a	27.17 b
NK	14.89 ab	3.50 a	6.10 c	3.63 a	0.50 ab	1.19 b	2.45 b	2.25 c	32.52 a
NP	14.25 bc	3.45 a	7.68 a	3.34 b	0.48 b	1.13 bc	2.30 c	2.50 b	24.56 c
NPK	15.65 a	3.50 a	7.21 b	3.65 a	0.47 b	1.29 a	2.44 b	2.60 b	26.51 b

相比,发现在氮磷肥的基础上增施钾肥可使糙米、谷壳和稻草中的 K 含量分别提高 0.14、0.10 和 1.95 g/kg。另外, NP 处理的糙米和谷壳 K 含量均低于 CK 处理,而稻草 K 含量高于 CK 处理。

### 2.3 氮磷钾配施对水稻不同器官养分吸收与分配的影响

从表 3 可知,与对照相比,施肥特别是氮磷钾肥配施显著提高了水稻各器官的吸 N 量。从整株总吸 N 量来看,各施氮处理(NK、NP、NPK)与 CK 差异均达显著水平,而 PK 处理与 CK 差异不显著。NPK 处理的糙米、谷壳和稻草 N 吸收量分别比 CK 高 25.13、1.42 和 24.75 kg/hm<sup>2</sup>,分别比 PK 处理高 29.38、0.62 和 20.30 kg/hm<sup>2</sup>。表 3 结果还表明,施肥不仅影响水稻不同器官对氮素的吸收,同时也影响氮素在不同器官中的分配。N 在不同器官中的分配率差异显著,表现为糙米>稻草>谷壳,如 N 在糙米中的分配率为 58.55%~67.41%,在谷壳中为 3.47%~4.51%,在稻草中为 28.78%~37.84%。

表 3 氮磷钾配施对水稻不同器官养分吸收与分配的影响

Table 3 Effect of N, P and K fertilizers on nutrient uptake and distribution in various organs of rice

养分 Nutrient	处理 Treatment	养分吸收量/(kg/hm <sup>2</sup> ) Nutrient uptake amount				养分在植株中的分配率/% Nutrient distribution in rice		
		糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw	总吸收量 Total	糙米 Brown rice	谷壳 Hull	稻草 Straw
N	CK	72.08 c	4.07 c	30.75 c	106.90 c	67.41 a	3.81 b	28.78 c
	PK	67.83 c	4.87 b	35.20 c	107.89 c	62.88 b	4.51 a	32.61 bc
	NK	87.57 b	5.17 ab	43.55 b	136.29 b	64.26 ab	3.79 b	31.95 bc
	NP	82.58 b	5.09 b	53.32 a	140.98 b	58.55 c	3.61 b	37.84 a
	NPK	97.21 a	5.49 a	55.50 a	158.20 a	61.44 bc	3.47 b	35.09 ab
P	CK	16.37 c	0.62 b	4.74 d	21.73 e	75.30 a	2.86 ab	21.84 b
	PK	18.21 bc	0.77 a	6.58 c	25.57 d	71.24 ab	3.03 a	25.73 ab
	NK	21.38 a	0.74 a	8.52 b	30.63 b	69.78 b	2.40 c	27.81 a
	NP	19.36 b	0.72 a	7.86 b	27.93 c	69.29 b	2.56 bc	28.15 a
	NPK	22.69 a	0.74 a	9.90 a	33.32 a	68.06 b	2.21 c	29.72 a
K	CK	11.37 c	3.29 b	132.42 d	147.08 d	7.73 a	2.24 a	90.03 b
	PK	13.25 b	3.98 a	169.15 c	186.38 c	7.11 a	2.14 a	90.74 b
	NK	14.43 a	3.31 b	231.96 a	249.71 a	5.78 b	1.33 b	92.89 a
	NP	13.31 b	3.69 ab	170.69 c	187.69 c	7.10 a	1.97 a	90.92 b
	NPK	15.16 a	4.09 a	204.28 b	223.53 b	6.80 ab	1.83 a	91.37 b

总体来说,施肥降低了 N 在糙米中的分配率,提高了其在稻草中的分配率。但是, N 在谷壳中的分配率却表现为 PK 处理最高,而其余 3 个施肥处理(NK、NP、NPK)均低于 CK 处理。

施肥特别是氮磷钾肥配施显著提高了水稻各器官的 P 吸收量(表 3)。从 P 总吸收量来看,4 个施肥处理(PK、NK、NP、NPK)与 CK 差异均达显著水平,分别比 CK 高 3.84、8.90、6.20 和 11.59 kg/hm<sup>2</sup>。NK、NP 和 NPK 处理的糙米、谷壳和稻草 P 吸收量均显著高于对照 CK,其中 NPK 处理的糙米、谷壳和稻草 P 吸收量分别比 CK 高 6.32、0.12 和 5.16 kg/hm<sup>2</sup>。P 在糙米、谷壳和稻草中的分配率分别为 68.06%~75.30%、2.21%~3.03%和 21.84%~29.72%,说明 P 在水稻不同器官中的分配率差异显著,即糙米>稻草>谷壳,这种差异是由水稻不同器官干物质质量的差异和 P 含量差异共同影响的。另外发现,施肥对 P 在水稻不同器官中分配率的影响与 N 相同,也表现为施肥降低了 P 在糙

米中的分配率,提高了其在稻草中的分配率,且P在谷壳中的分配率也表现为PK处理最高。

从植株总吸K量来看,PK、NK、NP和NPK处理与CK差异均达显著水平,分别比CK高39.30、102.63、40.61和76.45 kg/hm<sup>2</sup>(表3)。4个施肥处理的糙米、谷壳和稻草K吸收量也均高于对照CK,其中NPK处理的糙米、谷壳和稻草K吸收量分别比CK高3.79、0.80和71.86 kg/hm<sup>2</sup>,说明施肥可以显著提高水稻各器官的K吸收量,而且在氮磷肥的基础上增施钾肥可使糙米、谷壳和稻草中的K吸收量分别增加1.85、0.40和33.59 kg/hm<sup>2</sup>。K在糙米、谷壳和稻草中的分配率分别为5.78%~7.73%、1.33%~2.24%和90.03%~92.89%,说明水稻吸收的K主要集中在营养器官(稻草)中。施肥导致糙米和谷壳中K的分配率降低,而稻草中K的分配率提高,特别是NK处理表现最为显著。

### 3 讨论

物质生产是水稻产量形成的基础,而物质生产又与其体内的营养状况密切相关<sup>[10]</sup>。N、P、K是作物正常生长必不可少的肥料三要素,它们的吸收和分配对物质生产和产量形成至关重要<sup>[11-12]</sup>。大量研究表明,施肥可以通过调整N、P、K在水稻体内的吸收和分配来影响产量的形成<sup>[14,10,13]</sup>。本研究中,与对照相比,施肥特别是氮磷钾肥配施显著提高了水稻各器官的N、P、K吸收量,其中NPK处理中的水稻N、P、K总吸收量分别比CK高51.30、11.59和76.45 kg/hm<sup>2</sup>。张奇春等<sup>[13]</sup>指出水稻产量分别与水稻吸氮总量、吸磷总量和吸钾总量呈显著正相关,本研究也证实了这一点。水稻糙米、谷壳和稻草干物质质量均表现为NPK处理最高,与CK相比,分别增加1343、302和2152 kg/hm<sup>2</sup>,这表明,N、P、K养分的积累在一定范围内有利于水稻干物质的积累。但是,施肥后各器官的N、P、K含量没有表现出一致的增加趋势,有的施肥处理的N、P、K含量甚至低于CK处理,其原因可能是由稀释效应引起的。本研究结果还表明,养分对水稻增产效应系数的大小顺序为:N>K>P,即在本试验条件下氮是限制水稻高产的首要营养因子,其次是钾和磷。

宇万太等<sup>[3]</sup>在将水稻地上部分为稻谷和稻草两部分的基础上研究发现N和P主要集中在稻谷中,K则主要集中在稻草中。本试验在将水稻地上部分

为糙米、谷壳和稻草三部分的基础上,研究发现水稻N含量和吸收量均表现为糙米>稻草>谷壳;P含量和吸收量也表现出相同的现象;K含量表现为稻草>谷壳>糙米,而K吸收量表现为稻草>糙米>谷壳,这主要是由谷壳干物质质量低于糙米造成的。施肥不仅影响水稻不同器官对N、P、K的吸收,同时也影响N、P、K在不同器官中的分配。总体来说,施肥降低了N、P、K在糙米中的分配率,提高了其在稻草中的分配率。原因可能是当N、P、K养分缺乏时,水稻吸收的养分首先向籽粒中转移,而当施用相应的肥料后,水稻植株各器官中的养分含量均有提高,但籽粒中的含量变化较小,稻草中的变化则较大,因此相应的养分吸收量分配率发生了变化<sup>[14]</sup>。4个施肥处理(PK、NK、NP、NPK)中,N、P、K在谷壳中的分配率均表现为PK处理最高,且N和P的分配率都高于CK处理,说明不施氮肥只施用磷、钾肥,促进了谷壳中N、P、K的积累。其原因一方面可能是因为氮的缺失抑制了谷壳中的养分元素向糙米的转移;另一方面可能是因为氮的缺失破坏了糙米中N、P、K间的平衡关系,从而抑制了糙米中养分的累积。

谷壳不单是充当灌浆物质的容器,谷壳的形态发育、充实程度对米粒的发育有显著影响。谷粒充实所需的物质至少有相当一部分来自于谷壳的光合作用,并且谷壳发育的好坏亦能直接影响谷粒的充实<sup>[15]</sup>。本研究中,在水稻成熟期,谷壳干物质质量占稻谷干物质质量的20%左右,谷壳中N、P、K的积累量分别占稻谷积累量(糙米和谷壳积累量之和)的5.75%、3.56%和21.43%。段俊等<sup>[15]</sup>研究发现水稻在结实过程中,谷壳中叶绿素含量随着谷粒充实程度的提高而不断增加,在谷壳内空间充满90%左右时达到最大值,然后下降。周晓冬<sup>[16]</sup>指出抽穗后运输至谷粒的光合产物极有可能先满足谷壳对营养物质的需求,保证谷壳的充实和良好发育。根据前人研究结论推测,谷粒充实期间谷壳中N、P、K含量及积累量可能会随着谷粒充实程度的提高而不断增加,来满足谷壳自身光合作用的进行,在保证良好的充实和发育的基础上,谷壳向谷粒提供光合产物和养分,谷壳中的养分积累量又会逐渐下降。当然这只是个推测,并没有进一步验证。关于谷壳在水稻养分吸收与转运中所发挥的作用还需进一步研究。

## 参 考 文 献

- [1] 晏娟,尹斌,张绍林,等.不同施氮量对水稻氮素吸收与分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2008,14(5):835-839.
- [2] 胡泓,王光火.施钾条件下杂交水稻氮磷养分吸收利用特点[J].土壤通报,2003,34(3):202-204.
- [3] 宇万太,马强,周桦,等.不同施肥模式对下辽河平原水稻生态系统生产力及养分收支的影响[J].生态学杂志,2007,26(9):1350-1354.
- [4] 敖和军,王淑红,邹应斌,等.不同施肥水平下超级杂交稻对氮、磷、钾的吸收累积[J].中国农业科学,2008,41(10):3123-3132.
- [5] 贺建华,徐庆国,黄美华,等.饲料用稻谷和糙米的营养特性[J].中国水稻科学,2000,14(4):229-232.
- [6] 刘建祥,杨肖娥,吴良欢,等.水稻籽粒钾和蛋白质含量的基因型差异[J].中国水稻科学,2002,16(1):83-85.
- [7] 侯海涛.稻壳开发利用综述[J].粮油加工,2003(3):26-27.
- [8] 王仲礼,赵晓红.糙米的营养价值及其新型食品开发应用[J].中国稻米,2005(5):47-48.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:30-107.
- [10] 江立庚,甘秀芹,韦善清,等.水稻物质生产与氮、磷、钾、硅素积累特点及其相互关系[J].应用生态学报,2004,15(2):226-230.
- [11] 李小坤,鲁剑巍,鲁君明,等.氮磷肥配施对黑麦草产量及养分吸收的影响[J].华中农业大学学报,2007,26(2):195-198.
- [12] 邹娟,鲁剑巍,刘锐林,等.4个双低甘蓝型油菜品种干物质积累及养分吸收动态[J].华中农业大学学报,2008,27(2):229-234.
- [13] 张奇春,王光火,方斌.不同施肥处理对水稻养分吸收和稻田土壤微生物生态特性的影响[J].土壤学报,2005,42(1):116-121.
- [14] 陆景陵.植物营养学(上册)[M].北京:中国农业大学出版社,2003:23-60.
- [15] 段俊,田长恩,梁承邺.水稻结实过程中谷壳的作用及生理变化[J].作物学报,2000,26(1):71-76.
- [16] 周晓冬.水稻籽粒接受灌浆物质的能力及其与谷壳的关系[D].扬州:扬州大学图书馆,2004.

## Effects of Combined Application of N, P, K on Nutrient Uptake and Distribution of Rice

WANG Wei-ni<sup>1</sup> LI Xiao-kun<sup>1</sup> LU Jian-wei<sup>1</sup> LI Hui<sup>1</sup> LU Ming-xing<sup>2</sup> DAI Zhi-gang<sup>2</sup>

1. College of Resources and Environment, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Soil and Fertilizer Station of Hubei Province, Wuhan 430070, China

**Abstract** Field experiments were carried out to investigate the effects of different fertilizer application treatments on the response of biomass dry matter mass and N, P, K uptake and distribution of rice. The results showed that fertilizer increased dry matter mass of brown rice, hull and straw, and N, P, K uptake amount of rice. Compared with CK (without fertilizer), dry matter mass of brown rice, hull and straw of NPK (combined application of N, P and K) treatment increased 1 343, 302 and 2 152 kg/hm<sup>2</sup>, N, P and K uptake amount increased 51.30, 11.59 and 76.45 kg/hm<sup>2</sup>, respectively. N, P, K content of various organs of rice was different. Both N and P content in various organs was in the order of brown rice > straw > hull; K content was in the order of straw > hull > brown rice. N, P, K distribution in straw increased with fertilizer application, but there was a reverse trend in brown rice. There were similarities and differences of response trend and extent of N, P, K uptake and distribution of different fertilizer treatments. Adjusting fertilizer application can change element distribution in various organs of rice, thus promoting the uptake and circulation of nutrients. This investigation can provide a useful information for high yield production of rice.

**Key words** N, P, K; nutrient uptake and distribution; brown rice; hull; straw