

# 杂交稻和常规稻生育后期追施 $\text{NO}_3-\text{N}$ 和 $\text{NH}_4-\text{N}$ 的生理效应

杨肖娥 孙 羲

(浙江农业大学)

## 提 要

采用盆栽试验, 研究不同氮源对杂交稻和常规稻的生理效应。结果表明, 在生育后期,  $\text{NO}_3-\text{N}$  比  $\text{NH}_4-\text{N}$  更有效地提高水稻叶片叶绿素, 可溶性蛋白质和核糖核酸的含量; 增加光合磷酸化活性和  $^{14}\text{CO}_2$  同化速率; 提高内源玉米素含量, 降低脱落酸的水平。这些效应因叶位和水稻品种而异, 上位叶片的反应大于下位叶片, 杂交稻又比常规稻明显。试验结果还表明, 追施  $\text{NO}_3-\text{N}$  者, 灌浆谷粒中 ATP 水平较高, 明显地推迟脱落酸高峰的出现期, 并促进  $^{14}\text{C}$ -同化物向穗部运输的能力。这些效应也是杂交稻优于常规稻。

**关键词** 硝态氮, 铵态氮, 光合作用, 激素平衡, 核酸和蛋白质含量, 杂交水稻

一般说, 水稻是喜铵性较强的作物, 但在生殖生长期水稻对硝态氮的偏好性大于营养生长期。杂交稻生育后期对  $\text{NO}_3-\text{N}$  的吸收利用能力又大于常规稻<sup>[5]</sup>。抽穗前、后期追施或喷施  $\text{NO}_3-\text{N}$  更有效地提高稻谷产量<sup>[6,9]</sup>。关于抽穗后  $\text{NO}_3-\text{N}$  和  $\text{NH}_4-\text{N}$  影响水稻产量的生理过程仍不太清楚。本研究在于阐明抽穗前追施  $\text{NO}_3-\text{N}$  和  $\text{NH}_4-\text{N}$  对杂交稻和常规稻的“源”和“库”的生理效应。

## 材 料 与 方 法

### 一、盆栽试验

选用水稻品种是: 汕优6号(杂交稻)和浙丽1号。肥料处理为: 抽穗前7天追施  $\text{NO}_3-\text{N}$ ,  $\text{NH}_4-\text{N}$  和不施 N 肥。土壤为华家池的水稻土, 其农业化学性质见表1所示。每盆栽土 14

表1 供试土壤的农业化学性质

Table 1 Agrochemical Properties of the soil studied

土壤深度 Soil depth (cm)	前作 Preceded crop	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	有机质 O.M (%)	水解N Hydrolyzed N (mgN/100g Soil)	交换态 $\text{NH}_4^+$ Exchange $\text{NH}_4^+$ (mgN/100g Soil)	有效P Avail. P (ppm)	有效K Avail. K (ppm)
0—20	小麦	6.1	2.01	9.45	2.72	59.5	52.4
20—50	Wheat	7.0	1.02	5.27	1.06	39.4	35.6

公斤, 基肥用量为 0.8 克 N, 1.2 克  $P_2O_5$  和 2.0 克 KCl。各处理均重复 13 次, 随机排列。谷种经消毒发芽后, 在苗床上生长 20—25 天, 然后移栽到钵钵中。每钵种四穴, 汕优 6 号每穴 1 株, 浙丽 1 号每穴 2 株。移栽后 15 天,  $NO_3-N$  和  $NH_4-N$  处理每钵追施 0.4 克 N (尿素), 对照处理则施 0.8 克  $N^{15}$  (硫酸)。在抽穗前 7 天左右,  $NO_3-N$  处理追施 0.4 克  $N^{15}$  (硝酸钙),  $NH_4-N$  处理施 0.4 克  $N^{15}$  (硫酸), 对照不再施 N。此外,  $NH_4-N$  处理还加硝化抑制剂 (ASU) 和  $CaCl_2$ , 剂量相当于肥料 N 的 3% 和  $Ca(NO_3)_2$  肥料中的 Ca 量。

## 二、分析方法

叶绿素含量采用混合液法<sup>[4]</sup>, 光合磷酸化活力采用萤光素酶法<sup>[6]</sup>, 光反应样品重复 4 次, 对照重复 2 次。可溶性蛋白质含量采用考马斯亮兰法<sup>[10]</sup>, 核糖核酸的提取和分离参照彻里的方法<sup>[3]</sup>, 钼蓝法测定其磷量, 重复 3 次。玉米素的提取和分离参照黄海的方法, 在高压液相色谱仪上测定(委托中国亚热带森林研究所生理生化研究室测定)。脱落酸含量测定采用放射免疫法(由南京农业大学植物生理组提供测试药盒), 重复 3 次。谷粒中 ATP 提取, 采用王维光、顾俭本的方法<sup>[1]</sup>。萤光素酶法测定<sup>[2]</sup>, 重复 4 次。

$^{14}CO_2$  同化速率的测定: 选用抽穗后 8 天主茎剑叶和倒 3 叶以整体叶置于密闭叶室中,  $CO_2$  浓度为 0.8%, 每升含  $^{14}CO_2$  2 微居里, 在 5 万 Lx 25℃ 左右条件下饲喂 20 分钟, 立即分叶片及其它部位烘干。燃烧法制样, 液闪计数法测定, 重复 4 次。

$^{14}C$ -同化物分配的测定: 将扬花后 9 天的主茎剑叶饲喂  $^{14}CO_2$  30 分钟, 92 小时后分植株各部位烘干。样品  $^{14}C$ -强度测定及其它条件均与  $^{14}CO_2$  同化速率相同。

## 试验结果

### 一、后期追施 $NO_3-N$ 或 $NH_4-N$ 对杂交稻和常规稻叶片的生理功能的影响。

#### 1. 对光合作用强度的影响

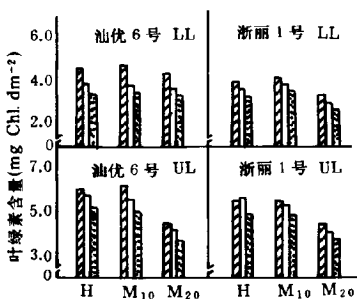


图1 追施不同N源对水稻叶片叶绿素含量的影响  
 □  $NO_3-N$ , □  $NH_4-N$ , ▨ 对照;

H-齐穗期,  $M_{10}$ ,  $M_{20}$ -分别为齐穗后 10 天和 20 天; UL-上位叶, LL-下位叶

Fig. 1 Effect of top-dressing with different N-sources on total chlorophyll content in rice leaf □  $NO_3-N$ ; □  $NH_4-N$ ; ▨ control. H-at full-heading stage;  $M_{10}$ ,  $M_{20}$ -10 and 20 days after fullheading. UL-upper leaf ( $L_{14}+L_{13}$ ); LL-lower leaf ( $L_{12}+L_{11}$ ).

图 1 指出, 两个供试品种上位叶和下位叶中叶绿素含量都随生育进程而下降, 在齐穗后 10 天和 20 天期间, 下降幅度较大。图 1 还指出, 在齐穗期, 齐穗后 10 天和 20 天 3 个时期中, 叶绿素含量因 N 源不同而异:  $NO_3-N > NH_4-N >$  对照。且  $NO_3-N$  与  $NH_4-N$  处理之间的差异程度, 汕优 6 号大于浙丽 1 号, 下位叶又大于上位叶, 在这 3 个时期中, 汕优 6 号  $NO_3-N$  处理上位叶片叶绿素含量比  $NH_4-N$  处理上位叶中的叶绿素含量高 10—20% 下位叶前者比后者竟高 15—30%; 而浙丽 1 号上位叶  $NO_3-N$  处理的叶绿素含量比  $NH_4-N$  处理者高 2—5%, 下位叶前者比后者则高 5—7%。

在齐穗期和齐穗后 20 天, 供试杂交稻和常规稻上位叶和下位叶片中光合磷酸化活力因 N 源不同而异;  $NO_3-N >$  对照  $> NH_4-N$  (表 2)。在这 2 个时期中, 汕优 6 号上位叶  $NO_3-N$  处理的光合磷酸化活力比

$\text{NH}_4\text{-N}$  处理者高 20%，而下位叶前者比后者高达 35—67%；浙丽上位叶和下位叶光合磷酸化活力在  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理间的差异分别只有 15% 和 16—30%。这表明追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  能显著提高水稻后期叶片的光合磷酸化活力，这种效应下位叶大于上位叶，杂交稻又比常规稻明显。

表 2 不同 N 源对水稻叶片光合磷酸化活力的影响  
Table 2 Effect of different N-sources on photophosphorylation activity in the leaf blades of rice

品 种 Variety	处 理 Treatment	光合磷酸化活力 Photophosphorylation of the leaf ( $\mu\text{mol ATP} / \text{mg Chl. hr}$ )			
		齐 穗 期 At full-heading		齐穗后 20 天 After 20 days	
		上位叶 UL	下位叶 LL	上位叶 UL	下位叶 LL
汕优 6 号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	199.7	149.2	81.75	60.77
	$\text{NH}_4\text{-N}$	161.2	89.06	65.72	45.65
	Control	186.5	94.79	67.50	54.78
浙丽 1 号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$	139.8	113.6	59.16	42.97
	$\text{NH}_4\text{-N}$	117.0	81.61	50.02	36.93
	Control	120.7	85.22	53.32	35.38

表 3 不同 N 源对水稻叶片  $^{14}\text{CO}_2$  同化速率的影响  
Table 3 Effect of different N-sources on  $^{14}\text{CO}_2$  incorporation rate in rice leaf blade

品 种 Variety	处 理 Treatment	$^{14}\text{CO}_2$ 同化速率 $^{14}\text{CO}_2$ incorporation rate ( $\text{dpm } 10^3 / \text{mg D.W. min.}$ )	
		$\text{L}_{14}$	$\text{L}_{12}$
汕优 6 号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	9.852	8.783
	$\text{NH}_4\text{-N}$	8.412	5.604
	control	7.564	4.294
浙丽 1 号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$	7.699	6.278
	$\text{NH}_4\text{-N}$	6.833	5.245
	control	6.361	4.641

供试两个品种齐穗后 8 天叶片  $^{14}\text{CO}_2$  同化速率因 N 源而异： $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N} >$  对照(表 3)。上述 3 个处理间的差异程度又具有明显的品种差别。 $\text{NO}_3\text{-N}$  处理  $^{14}\text{CO}_2$  同化速率与  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者相比，汕 6 剑叶高 17%，倒 3 叶高达 56%，浙丽剑叶和倒 3 叶前者比后

者分别高 13% 和 20%。这表明  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  能更有效地提高水稻叶片  $^{14}\text{CO}_2$  同化速率, 这种作用在杂交稻和下位叶中更为明显。

### 2. 对核酸和蛋白质含量的影响

图 2 指出, 汕 6 和浙丽叶片可溶性蛋白质含量随生育进程而下降, 其含量因 N 源不同而异:  $\text{NO}_3\text{-N} > \text{对照} > \text{NH}_4\text{-N}$ 。图 2 还指出, 处理之间的差异程度具有明显的品种差别。在这 3 个生育期中, 汕 6 上位叶  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理的可溶性蛋白质含量比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者高 15%, 下位叶竟高 30%, 而浙丽上位叶和下位叶则相应地分别高 8% 和 15% 左右。这表明追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  能更有效地提高稻叶可溶性蛋白质含量, 并且这种效应在杂交稻和下位叶中更为显著。

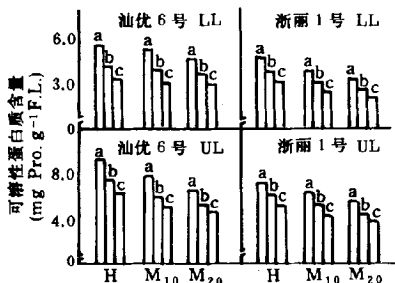


图 2 追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  对水稻叶片可溶性蛋白质含量的影响 a- $\text{NO}_3\text{-N}$ , b- $\text{NH}_4\text{-N}$ , c-对照, 其它图例参见图 1

Fig. 2 Effect of  $\text{NO}_3\text{-N}$  /  $\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing on the soluble protein content of rice leaf blades. a- $\text{NO}_3\text{-N}$ ; b- $\text{NH}_4\text{-N}$ ; c-control. other symbols refer to Fig. 1

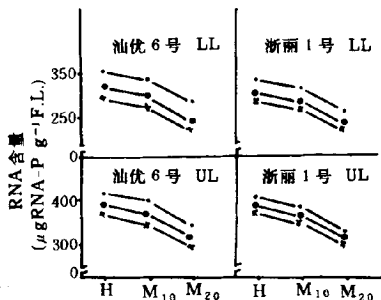


图 3 追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  对水稻叶片核糖核酸含量的影响 --- $\text{NO}_3\text{-N}$ , --- $\text{NH}_4\text{-N}$ , -x-对照 其它的图例参见图 1

Fig. 3 Effect of  $\text{NO}_3\text{-N}$  /  $\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing on the content of ribonucleic acid in the rice leaf blades. --- $\text{NO}_3\text{-N}$ ; --- $\text{NH}_4\text{-N}$ ; -x-control. Other symbols refer to Fig. 1

两个供试品种叶片中核糖核酸含量也是随生育进程而下降, 并且因 N 源不同而异;  $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N} > \text{对照}$  (图 3)。以  $\text{NO}_3\text{-N}$  与  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理相比, 汕 6 上位叶 RNA 含量前者比后者高 10% 以上, 下位叶高达 20% 左右; 而浙丽两者的差异, 上位叶为 3—5%, 下位叶达 5—8%。然而, 我们还发现脱氧核糖核酸(DNA)的含量在  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  及对照处理之间均无明显的差异(未列出表格)。可见, 追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  能更有效地提高生育后期稻叶的 RNA 含量, 增加其可溶性蛋白质含量, 从而提高稻叶生理代谢功能。这种效应也是杂交稻比常规稻明显, 下位叶大于上位叶。

### 3. 对激素平衡的影响

结合态 ABA 含量均随生育的进展而增加; 而游离态的 ABA 则出现相反趋势(表 4)。汕 6 和浙丽在齐穗后 10 天和 20 天叶片中 ABA 含量都因 N 源而异, 对照  $> \text{NH}_4\text{-N} > \text{NO}_3\text{-N}$ 。以  $\text{NO}_3\text{-N}$  与  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理相比, 汕 6 结合态 ABA 含量前者比后者低 20—35%; 浙丽只低 15—20%。游离态 ABA 含量汕 6  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理比  $\text{NH}_4\text{-N}$

表4 追施 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 对水稻叶片游离态和结合态 ABA 含量的影响  
Table 4 Effect of  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing on content of free and combined ABA in the leaf blades of the rice plant

品 种 Variety	处 理 Treatment	叶 位 Leaf position	ABA 含量 ABA content ( $\mu\text{g}/\text{g f.w.}$ )			
			M <sub>10</sub>		M <sub>20</sub>	
			CABA	FABA	CABA	FABA
油优6号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	上位叶	488.9	265.3	603.0	125.6
	$\text{NH}_4\text{-N}$	UL	566.4	357.1	718.2	168.1
	control		610.9	396.5	1097.0	185.9
浙丽1号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$		650.3	300.5	779.9	134.8
	$\text{NH}_4\text{-N}$		755.1	369.7	1011.0	159.3
	control		837.2	409.0	1686.0	214.9
油优6号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	下位叶	699.8	122.4	927.7	106.0
	$\text{NH}_4\text{-N}$	LL	920.9	188.8	1260.0	117.4
	control		1271.0	234.8	1686.0	214.9
浙丽1号 Zheil 1	$\text{NO}_3\text{-N}$		827.2	124.1	1140.0	118.9
	$\text{NH}_4\text{-N}$		1381.0	165.8	1710.0	138.7
	control		1633.0	240.0	2526.0	178.6

CABA - 结合态 ABA, FABA - 游离态 ABA.

表5 追施 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ 对水稻叶片玉米素含量的影响  
Table 5 Effect of top dressing with  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  on zeatin content in the leaf blade of rice

品 种 Variety	处 理 Treatment	玉米素含量 Zeatin content ( $\mu\text{g}/\text{g F.L.}$ )	
		UL	LL
油优6号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	3.01	1.48
	$\text{NH}_4\text{-N}$	2.61	trace
	control	1.94	trace
浙丽1号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$	2.73	1.02
	$\text{NH}_4\text{-N}$	2.46	trace
	control	1.79	trace

处理低达 35—54%，浙丽则低 18—33%。就不同叶位比较， $\text{NO}_3\text{-N}$  与  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理之间的差异，下位叶比上位叶大 60% 以上。可见，后期追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  能更有效地降低稻叶脱落酸水平，并且杂交稻的效果比常规稻好。

表 5 指出，供试两个品种在齐穗后 10 天叶片中玉米素含量因 N 源不同而异： $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N} >$  对照。汕 6 上位叶  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理的玉米素含量比对照者高 55%。比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者高 13%；浙丽则相应地分别高 35% 和 9%。两个品种下位叶片玉米素含量， $\text{NO}_3\text{-N}$  处理还能被测出来，但  $\text{NH}_4\text{-N}$  和对照处理则测不出来。可以推测下位叶  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理的玉米素含量与  $\text{NH}_4\text{-N}$  及对照处理者的差异很可能更大。

以上结果表明，抽穗前追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  能更显著地提高水稻叶片(尤其下位叶)中细胞分裂素/脱落酸的比率，这可能对延缓水稻后期叶片的衰老具有重要作用。

## 二、后期追施 $\text{NO}_3\text{-N}$ 或 $\text{NH}_4\text{-N}$ 对杂交稻和常规稻谷粒内 ATP 和 ABA 含量的影响

表 6 为第一和第二枝梗谷粒中 ATP 的含量。该表指出，在齐穗后 10 天和 20 天汕 6 和浙丽谷粒中 ATP 含量因 N 源不同而异： $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N} >$  对照。第一枝梗谷粒中 ATP 含量处理之间的差异较小；而第二枝梗汕 6  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理谷粒中 ATP 含量比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者高 24% 以上，浙丽则相应地高 11% 左右。这表明  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  更能有效地提高第二枝梗谷粒中能量代谢水平，并且杂交稻的这种效应更大。

表 6 追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  对水稻谷粒 ATP 含量的影响

Table 6 Effect of  $\text{NO}_3\text{-N}$  /  $\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing on total ATP content of rice grain

品 种 Variety	处 理 Treatment	ATP 含量 ATP content ( $\text{ATP} \times 10^{-9}$ mol/ 100 kernel)			
		M <sub>10</sub>		M <sub>20</sub>	
		FB*	SB*	FB	SB
汕优6号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	3.70	1.72	5.07	2.35
	$\text{NH}_4\text{-N}$	3.42	1.39	4.78	1.90
	control	3.43	1.35	4.69	1.88
浙丽1号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$	4.20	1.65	5.69	2.29
	$\text{NH}_4\text{-N}$	3.83	1.50	5.19	2.05
	control	4.06	1.49	5.55	1.97

FB= 第一枝梗， SB= 第二枝梗。

汕优6号和浙丽1号谷粒中脱落酸含量在不同 N 源处理之间的变化顺序为：对照  $> \text{NH}_4\text{-N} > \text{NO}_3\text{-N}$  (表 7)。在齐穗后 10 天，第一枝梗谷粒中 ABA 含量在  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理之间的差异幅度较小；而第二枝梗谷粒中，汕 6  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理的 ABA 含量高 20%，浙丽只高 10%。然而，在齐穗后 20 天两个品种谷粒中 ABA 含量在各处理之间的差异均很小。这暗示后期追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  更能推迟第二枝梗谷粒中脱落酸高峰的出现期。这对延缓谷粒本身的衰老，延长有效灌浆期具有重要意义。

表 7 追施不同 N 源对水稻谷粒中脱落酸含量的影响

Table 7 Effect of top dressing with different N-sources on total ABA content of the rice grain

品 种 Variety	处 理 Treatment	ABA 含量 ABA content (ABA ng/ 100 kernel)			
		M <sub>10</sub>		M <sub>20</sub>	
		FB	SB	FB	SB
汕优6号 Shanyou 6	$\text{NO}_3\text{-N}$	656.1	434.5	2535.0	1514.0
	$\text{NH}_4\text{-N}$	697.8	510.9	2678.0	1591.0
	control	743.7	529.4	2746.0	1596.0
浙丽1号 Zheli 1	$\text{NO}_3\text{-N}$	728.3	488.9	2675.0	1629.0
	$\text{NH}_4\text{-N}$	742.2	553.1	2791.0	1640.0
	control	859.7	583.4	2878.0	1687.0

三、后期追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  或  $\text{NH}_4\text{-N}$  对  $^{14}\text{C}$ -同化物的分配和结实率的影响

$^{14}\text{C}$ -同化物在穗和根部的分配率随 N 源不同而异:  $\text{NO}_3\text{-N} > \text{NH}_4\text{-N} >$  对照(表 8)。但在剑叶及其余部位  $^{14}\text{C}$ -同化物的分配率在处理之间的变化顺序正相反。汕优 6 号  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理剑叶中  $^{14}\text{C}$ -同化物分配率比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者低 3.3 倍, 浙丽 1 号则低 60%。然而, 汕优 6 号  $\text{NO}_3\text{-N}$  处理穗和根中  $^{14}\text{C}$ -同化物分配率比  $\text{NH}_4\text{-N}$  处理者高 8—11%, 浙丽 1 号则前者比后者相应地高 5—8%。这表明追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  比  $\text{NH}_4\text{-N}$  更能有效地促进  $^{14}\text{C}$ -同化物向穗和根部运输, 并且杂交稻的这种效应比常规稻大。

表 8 追施  $\text{NO}_3\text{-N}$  和  $\text{NH}_4\text{-N}$  对  $^{14}\text{C}$ -同化物分配的影响Table 8 Effect of  $\text{NO}_3\text{-N}/\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing on the distribution of  $^{14}\text{C}$ -assimilate among different parts of rice plant

部 位 Parts of the plant	$^{14}\text{C}$ -同化物分配 $^{14}\text{C}$ distribution (%)					
	汕优 6 号 Shanyou 6			浙丽 1 号 Zheli 1		
	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	Control	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	Control
穗 Ear	93.3	86.3	84.9	83.5	79.5	77.6
剑叶 Flag leaf blade	1.94	8.37	9.27	6.50	10.4	12.3
根 Root	3.14	2.82	2.55	3.00	2.71	2.40
其它 Others	1.62	2.72	3.38	6.97	7.39	7.76
总放射性 Total radioactivity ( $\text{dpm} \times 10^5$ )	6.71	5.39	4.38	5.31	4.62	4.25

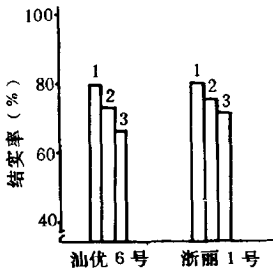


图4 追施NO<sub>3</sub>-N和NH<sub>4</sub>-N对汕6和浙丽结实率的影响1-NO<sub>3</sub>-N, 2-NH<sub>4</sub>-N, 3-对照。

Fig.4 Effect of NO<sub>3</sub>-N/ NH<sub>4</sub>-N top-dressing on the percentage of ripened grain of Shanyou 6 and Zheli 1. 1-NO<sub>3</sub>-N; 2-NH<sub>4</sub>-N; 3-control.

前人曾研究过,在水稻生殖生长期追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N更能提高稻叶的叶绿素含量<sup>[12]</sup>和光合速率<sup>[7]</sup>。我们的研究证明抽穗前追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N能更显著地提高稻叶的叶绿素含量,增加光合磷酸化活力,提高<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>同化速率,并且下位叶对反应的敏感性大于上位叶。可见,生殖生长期追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N更能增强水稻后期叶片(尤其是下位叶片)的光合作用,这对提高群体光合能力和颖花结实率无疑具有关键作用。

延缓水稻后期叶绿体蛋白和RuBPC蛋白的降解或促进它们的合成都会有效地增强光合作用。我们的研究表明,抽穗前追施NO<sub>3</sub>-N与NH<sub>4</sub>-N相比,叶片中全氮含量前者与后者相近,而NO<sub>3</sub>-N处理中稻叶可溶性蛋白质含量比NH<sub>4</sub>-N处理者高20—30%。核酸含量的分析结果进一步指出,稻叶中DNA含量在NO<sub>3</sub>-N和NH<sub>4</sub>-N处理之间无差异,但对RNA含量效应论,NO<sub>3</sub>-N处理显著高于NH<sub>4</sub>-N处理。看来NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N能更有效地促进后期稻叶的蛋白质的合成作用。

水稻叶片的衰老受细胞分裂素和脱落酸含量的调控<sup>[11]</sup>,Yoshide等人(1974)<sup>[12]</sup>的研究表明生殖生长期追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N更能提高水稻伤流液和叶片中细胞分裂素(尤其是玉米素)的含量。本研究结果证明,NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N不仅能更有效地提高稻叶的玉米素含量,而且还能更有效地降低其脱落酸的水平,从而提高稻叶中玉米素/脱落酸的比率。显然,抽穗前追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N能更有效地延缓后期水稻叶片的衰老作用。

值得提出的是:杂交稻对后期追施的NO<sub>3</sub>-N的生理反应比常规稻更为敏感,特别是浮根的生长量,杂交稻比常规稻高1倍之多。相应地,NO<sub>3</sub>-N对提高杂交稻结实率效应也大于常规稻。

在产量形成各因子中,结实率在处理间的差异最明显。NO<sub>3</sub>-N处理的结实率最高,其次是NH<sub>4</sub>-N处理,对照处理最低(图4)。汕6NO<sub>3</sub>-N处理的结实率比NH<sub>4</sub>-N处理者高约10%,浙丽则相应地高6%左右。但是,NH<sub>4</sub>-N处理的结实率与对照处理者的差异相对较小。这表明抽穗前追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N更能提高结实率,并且杂交稻的这种效应更大。

## 讨 论

大田多点试验表明,施Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>处理的稻谷产量高于施(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>处理<sup>[9]</sup>。也有报道,抽穗期叶面喷施KNO<sub>3</sub>能够延长水稻有效灌浆期<sup>[8]</sup>。本研究结果表明,抽穗前七天追施NO<sub>3</sub>-N比NH<sub>4</sub>-N能更有效地提高水稻的结实率。根据本试验结果,可以认为这些都与NO<sub>3</sub>-N和NH<sub>4</sub>-N对水稻生育后期光合作用,蛋白质合成,激素平衡和谷粒灌浆等生理功能作用不同有关。

## 参 考 文 献

[1] 王维光,顾俭体,1986,植物生理通讯,5,54—55.



- [2] 李立人, 孙炳荣, 1980, 生物化学与生物物理进展, 6, 60—62.
- [3] 彻里, J.H. 著, 崔 激等译, 1979, 植物分子生物学实验指导, 科学出版社, 北京.
- [4] 陈福明, 陈顺伟, 1984, 浙江林业科学研究所研究报告, 3(3).
- [5] 杨肖娥, 孙 羲, 1989, 核农学报, 4(2), 75—79.
- [6] 薛应龙, 1985, 植物生理学实验, 高等教育出版社, 北京.
- [7] 五子善清等, 1974, 日本土壤肥科学杂志, 45, 259—261.
- [8] Das, S and Saakar, A. K., 1981, Indian Agriculturist, 25(1), 267—273.
- [9] Chohang Kim et al., 1985, Jap. J. of Crop Sci., 52(1), 102—103.
- [10] Bladford, M.M., 1976, Anal. Biochem., 72, 249—254.
- [11] Suzuki, A. and P. Gaolal, 1982, Plant Physiol., 69, 848—852.
- [12] Yoshida, R. and T. Oritani, 1974, Proc. Crop Sci., Japan, 43(1), 17—25.

## Physiological Effect of Nitrate or Ammonia Top-dressing on Hybrid and Conventional Rice Varieties at the Late Growth Stage

Yang Xiaoe Sun Xi

(Zhejiang Agricultural University)

### Abstract

Pot experiment was conducted in 1986 to investigate the effect of  $\text{NO}_3^-$  or  $\text{NH}_4^+$  top-dressing 7 days before heading on the physiological function of the leaf blades and grains of Shanyou 6 and Zheli 1. The results showed that  $\text{NO}_3\text{-N}$  top-dressing increased significantly the chlorophyll content, the activity of photophosphorylation and the rate of  $^{14}\text{CO}_2$  assimilation in the rice leaves, compared with  $\text{NH}_4\text{-N}$  top-dressing. The levels of both soluble protein and ribonucleic acid in the leaves with  $\text{NO}_3\text{-N}$  source. It was also shown that under  $\text{NO}_3\text{-N}$  top-dressing the zeatin contents in the rice leaves at milky stage were higher than those under  $\text{NH}_4\text{-N}$ , while under  $\text{NO}_3\text{-N}$  top-dressing at late growth stage the levels of bound and free ABA in the leaves were much lower. Varietal differences were observed between the physiological response to  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NH}_4\text{-N}$  at the late growth stage. The hybrid rice (Shanyou 6) was more responsive than the conventional rice variety (Zheli 1). As far as the leaf position is concerned, the physiological responses to  $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$  top-dressing were much greater in the lower leaves than those in the upper leaves. Compared with  $\text{NH}_4\text{-N}$ , the top-dressing of  $\text{NO}_3\text{-N}$  increased more obviously the ATP level and delayed the occurrence of ABA peak during grain filling period in the grains of secondary branches, improved the translocation of  $^{14}\text{C}$ -assimilate from leaves to ear as well, resulting in the higher percentage of full-filled grains per panicle.

**Key words** Nitrate, Ammonium, Photosynthesis, Hormonal balance, Protein and nucleic acid, Hybrid rice