

# 施氮对香稻某些生理效应的研究

李之林<sup>1</sup> R. S. Sarkar<sup>2</sup> S. K. Nayak<sup>2</sup> I. Ravi<sup>2</sup>

(1 华南农业大学农学系, 广州510642; 2 印度中央水稻研究所植物生理系)

**摘要** 用1个非香稻品种 Ratna 和3个香稻品种 HKR 228, Basmati 370 及 CBII 施氮和不施氮处理对比试验结果, 施氮可使稻株光合作用、呼吸作用、植株含氮量提高。但是, 施氮对光合作用的促进作用未达差异显著水平。对比非香稻品种 Ratna 和香稻品种 HKR 228, 施氮对叶片呼吸作用的促进作用前者大于后者。植株幼穗分化和抽穗期, 呼吸作用和植株含氮量发生明显变化。抽穗后, 稻株各部分含氮水平为叶片> 穗> 叶鞘> 茎。Basmati 370 茎秆纤细, 植株偏高, 施氮对株高的促进率明显大于其他3个品种。这是妨碍 Basmati 型香稻品种进一步提高产量的重要生理原因。

**关键词** 施氮; 香稻品种; 非香稻品种; 生理效应

中图分类号 S 311

香米是东南亚地区一些发展中国家, 例如泰国、巴基斯坦、印度等出口创汇的主要农副产品之一。近年, 国内外对香稻遗传育种研究已取得较大进展。但是, 对香稻品种栽培生理生态特性的研究很不深入。

目前, 已知温、光、水、肥等生态因子对香稻品质有重要影响。低温可促进香味形成(赵则胜等, 1992)。某些氨基酸含量多寡与饭味关系密切(莫惠栋等, 1990)。2-乙酰基-1-吡咯啉是香稻香味的重要成分, 增施锌肥对香稻有增产、增加香味浓度的效果(孙树侠等, 1991)。1994年旱季, 作者在印度中央水稻研究所设置了施氮对香稻品种光合作用、呼吸作用、植株含氮量等生理过程影响试验, 旨在摸清施氮对香稻生理生态影响, 为高产栽培提供理论依据。

## 1 材料与方 法

试验于1994年旱季在印度中央水稻研究所奥里萨试验总场进行。采用非香稻品种1个: Ratna; 香稻品种3个, 分别为HKR 228, Basmati 370和CBII。1993年12月10日播种, 1994年1月21日移栽, 秧龄42 d。种植规格20 cm×10 cm, 每穴植1苗。小区面积17 m<sup>2</sup>, 随机区组排列, 重复3次。

秧苗由旱育秧方式育成, 干谷播种密度为740 kg·hm<sup>-2</sup>。播种24 d后施尿素60 kg·hm<sup>-2</sup>。

移栽前1 d, 施P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 80 kg·hm<sup>-2</sup>。KCl于栽后50 d施用, 每小区按K<sub>2</sub>O 80 kg·hm<sup>-2</sup>施用量施入。施氮处理设(1)空白对照(简称N<sub>0</sub>); (2)施纯氮90 kg·hm<sup>-2</sup>(N<sub>90</sub>)两水平。氮肥分别在移栽后16、36和54 d分3次施用。

### 1.1 光合作用和呼吸作用速率测定

选用两个品种, 非香稻 Ratna 和香稻品种 HKR 228 测定光合作用和呼吸作用速率。用

LiCOR6000 型便携式光合作用测定系统在田间测定植株倒数第二片全展叶的光合作用速率, 每小区测定稻株 20 株。

呼吸速率测定: 施氮后每隔 5 d 左右取样一次, 每次到取样小区剪取植株上部倒数第二片全展开叶各 4~5 片, 置暗处理 4 h 后, 用剪刀将叶片剪成长度约 1.2 cm 碎段。称取 50 mg 碎段置于呼吸测定仪专用长颈烧瓶外槽。外槽盛 1.8 mL pH 值为 7.0 的磷酸缓冲液。暗中置 12 h 后, 往长颈烧瓶内槽注入 20% KOH 0.2 mL。KOH 液内插入经折叠的滤纸一张。随后, 将烧瓶装入 Nelson 呼吸作用差分测定仪 (Nelson Differential Respirometer) 测定叶片呼吸作用释放出的 CO<sub>2</sub> 含量。每个样本重复 3 次。每次测定重复 4 次。

## 1.2 植株不同部位含氮量测定

1.2.1 叶片、叶鞘含氮量测定 自第 1 次追施氮肥开始, 每隔 5~7 d 取样一次。每次从各小区拔取稻株 5 穴, 冲洗干净后, 将秧苗分解为叶片和叶鞘两部分, 用烘箱在 85 °C 下烘至恒重, 用植物粉碎机打成粉末, 作定氮备用。

1.2.2 叶片、叶鞘、穗、茎含氮量测定 始穗期每小区选取有代表性稻株 120 株, 以塑料牌加以标记。此后每隔 7 d 取样 1 次。每次从各小区拔取标记稻穗单株 20 株, 用水冲洗干净后, 将稻株分解为叶片、穗、鞘、茎 4 部分。85 °C 下烘干至恒重用植物粉碎机磨成粉状。稻株叶、鞘、穗、茎含氮量用凯氏法定量测定 (Yoshida et al, 1976)。每个样本重复测定 3 次, 共测定样本 892 个。

## 1.3 植株高度测定

收割前在田间测定植株高度。每小区随机测定 30 穴稻株地表到穗顶端距离, 取其平均值作为每个品种不同处理植株高度。

# 2 结果分析

## 2.1 施氮与光合作用和呼吸作用速率

非香稻品种 Ratna 和香稻品种 HKR 228 在施氮和不施氮处理下的光合作用和呼吸作用速率差异见表 1。由表 1 可见: (1) 对比两个品种施氮与不施氮小区, 施氮可使叶片光合作用提高。但统计分析结果仅达 10% 显著性差异。(2) 3 月 24 日稻株抽穗期间各处理区呼吸作用急速上升, 随后, 呼吸作用急剧下降, 说明稻株抽穗期间有一个呼吸作用增强期。(3) 比较香稻品种 HKR 228, 施氮处理与不施氮处理的呼吸作用未发现有显著差异。但非香稻品种 Ratna 施氮区比不施氮区呼吸作用明显增强, 达 5% 差异显著水平。在施氮区, Ratna 呼吸速率比 HKR 228 明显大, 达 1% 差异显著水平。由于呼吸消耗增大, 每施 1 kg 纯氮增产的稻谷 Ratna 比 HKR 228 少 3.7 kg。

## 2.2 植株不同部位含氮量变化

2.2.1 叶片、叶鞘不同生育期含氮量 4 个品种不同生长发育阶段叶片和叶鞘含氮量变化见表 2。由表 2 可见: (1) 比较 4 个品种施氮与不施氮区可知, 施氮可明显增加叶片和叶鞘含氮量。但是, 在成熟后期两者叶片、叶鞘含氮差异不显著。(2) 大田生长发育期间, 稻株叶片、叶鞘含氮量有两次急剧下降期, 第一次发生在幼穗分化期间, 第二次出现在抽穗期。由表可见, 在 2 月 25 日, 4 个品种叶片含氮量由 2.93%~3.61% 下降到 2.29%~2.81%, 在 3 月 25 日, 叶片含氮量再次由 1.69%~2.57% 下降到 1.57%~1.89%。不同品种, 不同施氮处理有相同趋势。(3) 施氮后第 5 d, 叶片、叶鞘含氮量明显上升。例如, 2 月 10 日, Ratna 施

表 1 2 个品种施氮区与不施氮区光合作用与呼吸作用差异

日期 (月-日)	移栽后时间 /d	Ratna				HKR 228			
		N <sub>0</sub> 区		N <sub>90</sub> 区		N <sub>0</sub> 区		N <sub>90</sub> 区	
光合作用速率 <sup>1)</sup> /mg °m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup>									
02-19	30	2 324		2 481		2 586			
02-22	33	2 016		2 432		2 166		2 148	
02-25	36	2 214		2 397		2 051		2 290	
03-01	40	2 094		2 836		2 257		2 450	
03-09	48	2 127		2 189		2 154		2 097	
呼吸作用速率 <sup>2)</sup> /mg °g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup>									
02-08	19	4.05		3.98		3.37		3.62	
02-11	22	3.44		3.91		3.02		3.84	
02-16	27	2.63		2.53		2.68		2.01	
02-25	36	2.27		2.46		2.47		2.18	
03-01	40	2.57		2.97		2.36		2.04	
03-04	43	2.07		2.32		2.32		2.00	
03-09	48	2.44		2.97		2.86		2.84	
03-19	58	2.37		3.14		2.40		3.02	
03-24	63	3.61		3.64		3.17		3.60	
04-02	72	1.97		2.05		1.70		1.80	
每 kg 纯氮增产稻谷/kg		10.7				14.4			

1) CO<sub>2</sub> 同化速率; 2) CO<sub>2</sub> 消耗速率

表 2 不同生长发育阶段叶片和叶鞘含氮量变化<sup>1)</sup>

日期	植后时 间/d	Ratna				HKR228				Basmati370				CB II			
		N <sub>0</sub>		N <sub>90</sub>		N <sub>0</sub>		N <sub>90</sub>		N <sub>0</sub>		N <sub>90</sub>		N <sub>0</sub>		N <sub>90</sub>	
		叶片	叶鞘	叶片	叶鞘												
02-05	16	2.81	1.56	3.37	1.53	3.59	1.36	3.57	1.28	3.33	1.45	2.93	1.73	3.05	1.12	2.93	1.20
02-10	21	3.01	1.32	3.41	2.97	3.21	1.48	4.33	2.33	3.01	2.01	3.85	2.25	3.13	1.52	3.49	1.73
02-16	27	3.01	1.65	3.49	2.34	3.17	1.56	3.13	1.56	2.93	1.64	3.61	2.01	3.53	1.85	3.09	1.77
02-25	36	2.37	0.88	2.53	1.28	2.45	1.04	2.81	1.44	2.29	1.12	2.65	1.20	2.41	1.16	2.65	1.36
03-02	41	2.29	0.96	3.01	1.57	2.41	1.24	3.17	1.57	1.93	1.08	2.89	1.44	2.61	1.08	2.89	1.48
03-09	48	1.79	1.12	2.41	1.20	2.37	1.12	2.37	1.20	2.37	1.12	2.41	1.32	2.25	1.16	2.25	1.28
03-18	57	2.01	0.84	2.57	0.96	2.05	0.80	2.53	1.00	1.69	0.80	2.09	1.04	1.97	0.84	2.13	1.08
03-25	64	1.65	0.64	1.85	0.68	1.69	0.92	1.89	0.72	1.57	0.56	1.77	0.76	1.61	0.64	1.67	0.72
03-31	70	1.52	0.60	1.57	0.56	1.57	0.68	1.65	0.72	1.28	0.60	1.52	0.72	1.24	0.68	1.12	0.56
04-07	77	1.44	0.56	1.40	0.56	1.44	0.56	1.65	0.60	1.20	0.60	1.28	0.68	1.04	0.64	1.12	0.72
04-15	85	1.02	0.44	0.96	0.52	1.28	0.60	1.32	0.72	1.08	0.68	1.08	0.60	0.92	0.48	0.88	0.60
05-03	103	0.84	0.60	0.88	0.48	0.96	0.60	0.88	0.60	1.04	0.64	0.88	0.56	1.04	0.60	0.92	0.60
幼穗分化日期/月-日		02-23				03-01				02-16				02-16			
抽穗日期/月-日		03-25				03-31				03-18				03-18			

1) 氮肥分别在 02-05、02-25、03-15 分 3 次施用

氮区叶片含氮由 3.37% 上升到 3.41%，叶鞘由 1.53% 上升到 2.97%，3 月 2 日叶片含氮由 2.53% 上升到 3.01%，叶鞘由 1.28% 上升到 1.57%。其他品种施氮区有同样趋势。但是，孕穗期施氮对植株含氮影响差异不明显(见表 2)。

### 2.2.2 抽穗后植株各部分含氮量 抽穗后稻株不同部位含氮量见表 3。

表 3 抽穗后 4 个品种植株不同部位含氮量 %

抽穗后 时间/周	叶片				穗				叶鞘				茎秆			
	Ratna	HKR228	Basmati 370	CBII												
N <sub>0</sub> 区																
0	1.65	1.57	1.69	1.97	0.96	1.24	1.44	1.48	0.64	0.68	0.80	0.84	0.68	0.60	1.08	0.96
1	1.52	1.44	1.57	1.61	1.08	1.08	1.16	1.04	0.60	0.56	0.56	0.64	0.64	0.52	0.48	0.64
2	1.44	1.28	1.28	1.24	1.04	1.08	1.08	1.12	0.56	0.60	0.60	0.68	0.52	0.44	0.56	0.44
3	1.02	—	1.20	1.04	0.88	—	1.04	1.16	0.44	0.56	0.60	0.64	0.44	0.36	0.48	0.48
4	0.96	1.00	1.08	0.92	—	1.04	1.04	1.00	0.50	0.52	0.68	0.48	0.40	0.48	0.48	0.52
5	0.88	0.96	1.04	1.04	—	—	—	—	0.60	0.60	0.64	0.60	0.64	0.52	0.64	0.44
N <sub>90</sub> 区																
0	1.85	1.65	2.09	2.13	1.12	1.28	1.85	1.53	0.68	0.72	1.04	1.08	0.68	0.64	1.12	0.80
1	1.57	1.65	1.77	1.67	1.16	1.08	1.53	1.16	0.56	0.60	0.76	0.72	0.68	0.52	0.68	0.44
2	1.40	1.32	1.52	1.12	1.08	1.00	1.12	1.12	0.56	0.72	0.72	0.56	0.56	0.60	0.64	0.56
3	0.96	—	1.28	1.12	1.04	—	1.16	1.12	0.52	0.44	0.68	0.72	0.56	0.52	0.52	0.48
4	—	0.88	1.08	0.88	—	1.08	1.04	1.00	0.48	0.48	0.60	0.60	0.40	0.56	0.52	0.48
5	0.88	0.88	0.88	0.92	—	—	—	—	0.48	0.60	0.56	0.60	0.44	0.60	0.48	0.40

由表 3 可见：(1)稻株不同部位含氮量高低为叶片>穗>叶鞘>茎秆。不同品种和不同施肥处理均显示出相同趋势。(2)随着穗部发育成熟，稻株各器官含氮量逐渐下降。但是，穗部含氮几乎保持稳定。(3)比较 4 个品种施氮与不施氮区可以发现，施氮可提高稻株各器官的含氮量。但是，在成熟后期，这种趋势不很明显。

### 2.3 施氮与植株高度

由表 4 可见，4 个品种施氮与不施氮区植株高度差异明显，以 Basmati 370 植株最高。其不施氮区株高为 96.6 cm，施氮 90 kg·hm<sup>-2</sup>者为 114.4 cm，株高增 17.8 cm，增幅为 18.4%，达 1% 差异显著水平。此外，田间调查结果表明，Basmati 370 和 CB II 植株茎秆远比 Ratna 和 CB II 细小。在重施氮肥进行高产栽培下极易引起倒伏。这是 Basmati 型香稻品种低产原因之一，有必要通过遗传育种研究加以解决。

表 4 4 个品种施氮下植株高度变化

项目	Ratna		HKR228		Basmati370		CB II	
	N <sub>0</sub>	N <sub>90</sub>						
株高/cm	67.5	78.2	90.6	102.2	96.6	114.4	85.7	96.7
N <sub>90</sub> -N <sub>0</sub> /cm	10.7		11.6		17.8		11.0	

### 3 结论

根据田间调查与室内分析结果, 可得出以下初步结论。

(1) 施氮对水稻叶片的光合作用与呼吸作用均有促进作用。其中又以对呼吸作用的促进作用较明显。其原因可能与影响稻株光合作用的因素有关: 光合作用不但与叶绿素的形成有关, 还与测定期间的光照强度有联系。

(2) 施氮对稻株呼吸速率的促进作用, 品种间有较大差异。能否以这种差异作为培育施氮效率高的优良品种选择指标? 这是值得深入研究的问题。

(3) 水稻抽穗期间有一个呼吸作用急跃期, 说明植株抽穗过程中, 茎秆迅速伸长, 需要消耗大量能量。

(4) 施氮可使苗期植株叶片、叶鞘含氮量明显增高。这种效应在施氮后第 5 d 即可检测出来。但是, 孕穗期施氮对植株的增氮效应不明显。这可能与此期稻株根系活力减弱、吸收能力较差有关; 此外, 稻田个体生物量迅速增加, 在施氮量不高的情况下, 植株氮浓度相对下降也是重要原因之一。

(5) 稻株一生中, 随着生长发育的进展, 叶片、叶鞘含氮量逐渐下降, 并受施氮影响。在幼穗分化和抽穗期, 植株含氮量共出现 2 次下降过程。这与正常稻田叶色变化趋势相一致。

(6) 抽穗后, 稻株不同部位含氮量的高低为叶片 > 穗 > 叶鞘 > 茎秆。在穗发育过程中, 穗部含氮量较稳定。说明此时对稻株进行氮营养诊断, 必须注意取样部位。

(7) Basmati 370 一类香稻品种植株较高, 茎秆纤细, 施氮对株高的促进率明显加大, 重施氮肥下极易引起倒伏, 不利于高产栽培。这一类型香稻品种的改良, 在保持米质的同时, 应设法降低植株高度, 增加茎秆粗度。在栽培技术上, 要注意增施磷、钾、硅肥, 加强病虫害防治, 够苗后及时露、晒田, 控制植株生长, 以此加强防倒伏效果。

致谢 本项研究得到印度中央水稻研究所所长、首席科学家 B. Venkateswarlu 博士的大力支持, 印度中央水稻研究所生理系提供了研究设备并派员参加了研究工作, 谨此表示深忱谢意。

#### 参 考 文 献

- 孙树侠, 刘书城. 1991. 水稻的香味及 N、Zn 肥对香味效应的研究. 作物学报, 17(6): 430~495
- 赵则胜主编. 1992. 特种稻米及其实用价值. 上海: 上海科学技术出版社, 120~141
- 莫惠栋, 黄超武主编. 1990. 谷类作物品质性状遗传研究进展. 南京: 江苏科学技术出版社, 58~63
- Yoshida S, Forno D A, Cock J H, et al. 1976. Laboratory manual for physiological studies of rice. 3rd ed. Los Banos: The International Rice Research Institute, 14~16

(下转第 23 页)

## A NEW SEEDLESS PONKAN MUTANT —“TAYI”PONKAN

Li Zhiyong<sup>1</sup> Chen Dacheng<sup>1</sup> Hu Guibing<sup>1</sup> Xu Changbao<sup>2</sup>

(1 Dept. of Horticulture, South China Agr. Univ., Guangzhou 510642;

2 Yangcun Overseas-Chinese Citrus Farm, Boluo, Guangdong)

### Abstract

Fruit morphological and economical characters of “Tayi” seedless ponkan — a new spontaneous mutant selected in the Yangcun Overseas Chinese Citrus Farm, Boluo County, were analysed in comparison with its parent cultivar as material. The results demonstrated that the morphological characters of “Tayi” ponkan differed greatly from the parent cultivar, its leaf stomata were significantly smaller than that of CK. The yield of “Tayi” ponkan was high and stable and the fruits were seedless and large (188.88 g fruit) and L/D (0.9~1.0) as compared to control trees. The fruit flavor was more tasty but a little bit sourish; The keeping quality was high. It was considered that “Tayi” seedless ponkan possessed high commercial value and export potential.

**Key words** “Tayi” ponkan; seedless mutant

(上接第 17 页)

## PHYSIOLOGICAL EFFECT OF NITROGEN APPLICATION ON AROMATIC RICE

Li Zhilin<sup>1</sup> R. S. Sarkar<sup>2</sup> S. K. Nayak<sup>2</sup> I. Ravi<sup>2</sup>

(1 Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642;

2 Division of Plant Physiology, Central Rice Research Institute, Cuttack, Orissa 753006 India)

### Abstract

A comparison experiment with one non-aromatic and three aromatic varieties of rice under no nitrogen and nitrogen application showed that nitrogen application increased photosynthesis and respiration rates and nitrogen content of rice plant. However, the increase of photosynthesis rate was not very significant. In comparison, the promotion of leaf respiration by nitrogen application of Ratna, a non-aromatic rice, was significantly larger than that of HKR228, an aromatic rice variety. Respiration rate and nitrogen content of rice plant dropped remarkably during panicle initiation and heading periods. After heading the nitrogen contents of various parts of rice plant were arranged as follows: blade > panicle > sheath > culm. Basmati 370 had a small culm and a relatively higher plant height. The increase of plant height of this variety by the application of nitrogen was significantly larger than that of the other three varieties. This was one of the major physiological causes difficult for a further increase of the yield of scented rice of Basmati type.

**Key words** nitrogen application; aromatic rice; non-aromatic rice; physiological effect