

## HẤP THU DINH DƯỠNG KHOÁNG VÀ NĂNG SUẤT LÚA HÈ THU TRÊN ĐẤT PHÈN TẠI ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Quốc Khương\*, Ngô Ngọc Hưng

*Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng - Trường đại học Cần Thơ*

*Email\*: nqkhuong@ctu.edu.vn*

Ngày gửi bài: 21.11.2016

Ngày chấp nhận: 11.09.2017

### TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của bón phân NPK và loại đất phèn đến hàm lượng, hấp thu dinh dưỡng khoáng và năng suất của cây lúa ở ĐBSCL. Thí nghiệm diễn ra ở bốn vùng sinh thái đất phèn, mỗi vùng thực hiện trên ruộng của ba hộ nông dân khác nhau. Các nghiệm thức bao gồm: (i) NPK: bón phân đạm, lân và kali; (ii) NP: không bón phân kali, nhưng bón phân đạm và lân; (iii) NK: không bón phân lân, nhưng bón phân đạm và kali; (iv) PK: không bón phân đạm, nhưng bón phân lân và ka li và (v) FFP: Thực tế bón phân của nông dân. Kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng đạm và ka li trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười và hàm lượng lân trong hạt thấp nhất ở vùng Bán đảo Cà Mau. Tuy nhiên, hàm lượng can xi và ma giê trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn Tứ giác Long Xuyên. Không bón đầy đủ N, P và K đã làm giảm hấp thu N, P, K tương ứng so với bón đầy đủ N, P, K trên đất phèn canh tác lúa. Ngoài ra, hấp thu N, P đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười trong khi hấp thu K đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười và Tứ giác Long Xuyên. Năng suất lúa của nghiệm thức khuyết lân hoặc ka li không thấp hơn so với có bón lân hoặc ka li trên đất phèn bốn vùng. Đất phèn vùng Bán đảo Cà Mau và Đồng Tháp Mười đạt năng suất cao nhất.

Từ khóa: Quản lý dưỡng chất theo điểm chuyên biệt, hấp thu N, P, K; đất phèn, năng suất lúa.

### **The Mineral Nutrient Uptake and Rice Grain Yield Response of Wet Season Rice under The Conditions of Eco-Agricultural Systems of Acid Sulfate Soils in The Mekong Delta**

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of NPK fertilizers and acid sulfate soil (ASS) types on nutrients content, uptake and rice grain yield of wet season rice in the Mekong Delta. The on-farm research has been conducted in four areas in Mekong delta including Long Xuyen Quadrangle, Depressed area of Hau River, Ca Mau Peninsula and Plain of Reed. The treatments included (i) Fully fertilized plot (NPK); (ii) Potassium omission plot (NP); (iii) Phosphorus omission plot (NK); (iv) Nitrogen omission plot (PK) and (v) Farmers' fertilizer practice (FFP). The results showed that the nitrogen and potassium content of grain rice was highest on Plain of Reed ASS, and the content of phosphorus of grain rice was the lowest on Ca Mau Peninsula ASS. However, the calcium and magnesium concentration of grain rice was reached the highest value under Long Xuyen Quadrangle ASS condition. The without individual N, P, K fertilizer application had correspondingly decreased the N, P, K uptake that compared to fully fertilized NPK treatment under ASS conditions. Besides, the highest N, P uptake was determined on Plain of Reed ASS while the highest K uptake was detected under Long Xuyen Quadrangle and Plain of Reed ASS conditions. Rice yield of no phosphorus or no potassium fertilizer was not lower as compared to applied phosphorus or potassium in 4 ASS areas. Ca Mau Peninsula and Plain of Reed ASS gained the highest rice yield.

Keywords: Site-specific nutrient management, NPK uptake, acid sulfate soils, rice yield.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Độc chất sắt, nhôm được xem là những trở ngại đáng kể trên đất phèn. Hàm lượng nhôm trong đất cao cản trở sự phát triển của rễ (Horst *et al.*, 2009). Ngoài ra, sự thiếu lân cũng xuất hiện trên đất phèn (Elisa *et al.*, 2011) do hình thành các hợp chất khó hòa tan với sắt, nhôm (Ward *et al.*, 2008). Kết quả là độc chất trên đất phèn làm giảm năng suất lúa (Panhwar *et al.*, 2015). Ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã có nhiều nghiên cứu về lúa được thực hiện dựa trên nguyên lý bón phân theo địa điểm chuyên biệt (SSNM) cho cây lúa để đưa ra những khuyến cáo về phân bón (Tran Thuc Son *et al.*, 2004; Phạm Sỹ Tân, 2005; Trịnh Quang Khương, 2005; Trịnh Quang Khương và cs., 2010). Tuy nhiên, những nghiên cứu này chỉ tập trung trên đất phù sa. Gần đây, việc ứng dụng nguyên lý này đã được thực hiện trên đất phèn nhưng chỉ đánh giá dựa trên các biểu hiện sinh trưởng (Nguyễn Quốc Khương và cs., 2016). Ngoài ra, để canh tác lúa trên đất phèn nhiều biện pháp cải thiện đất được sử dụng (Nguyễn Quốc Khương và cs., 2015a; 2015b), nhưng độ phì nhiêu đất thay đổi theo mùa vụ mà ảnh hưởng đến khả năng cung cấp dưỡng chất của đất cho cây lúa. Hơn nữa, việc ứng dụng nguyên lý này đã được phát triển xa hơn cho khuyến cáo phân bón qua phần mềm NMRice Mobile tại Philippines (Buresh, 2010), Bangladesh và Việt Nam. Gần đây, phần mềm này được hiệu chỉnh cho tối ưu hiệu quả trong điều kiện canh tác lúa ở ĐBSCL. Tuy nhiên, lượng phân bón sẽ thay đổi ở các địa điểm và mùa vụ khác nhau (Buresh *et al.*, 2005). Ngoài ra, đặc tính hóa lý

đất phèn ở bốn vùng Tứ giác Long Xuyên, Trũng sông Hậu, Bán đảo Cà Mau và Đồng Tháp Mười cũng khác nhau (Ngô Ngọc Hưng, 2010). Vì vậy, dữ liệu của thí nghiệm này là cần thiết cho khuyến cáo phân bón NPK trong tương lai. Do đó, đề tài được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của bón phân NPK và loại đất đến hàm lượng, hấp thu dinh dưỡng khoáng và năng suất của cây lúa trên đất phèn ở ĐBSCL.

## 2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 2.1. Vật liệu

- Giống lúa được sử dụng là OM 5451;
- Đất phèn ở vùng ĐBSCL;

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ hè thu năm 2014 tại bốn vùng sinh thái đất phèn ở ĐBSCL, sự phân bố này dựa trên kết quả của Võ Tông Xuân và Matsui (1998). Các thời điểm xuống giống và thu hoạch được trình bày ở bảng 1.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

Thí nghiệm được thực hiện trên ruộng của ba hộ nông dân khác nhau của mỗi vùng sinh thái, với ba lần lặp lại trên diện tích mỗi ô thí nghiệm là 25 m<sup>2</sup>.

Lượng phân cho các công thức SSNM 80 N - 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 30 K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) đối với vụ hè thu được sử dụng cho giống OM 5451. Các loại phân bón được sử dụng: Phân urê (46% N), phân super lân Long Thành (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) và ka li clorua (60% K<sub>2</sub>O). Đặc tính giống lúa được xác định bởi (Trần Thị Cúc Hạ và cs., 2011). Một số thông số nông học cơ bản bao gồm: thời gian sinh trưởng

**Bảng 1. Thời điểm xuống giống và thu hoạch tại bốn điểm thí nghiệm**

Địa điểm	Thời điểm	
	xuống giống	thu hoạch
TGLX: Ấp Mỹ Tân, xã Mỹ Thuận, huyện Hn Đất, tỉnh Kiên Giang	27/4/2014	03/8/2014
TSH: Ấp Xẻo Trâm, xã Hạ An, huyện Phụng Hiệp, tỉnh Hậu Giang	30/4/2014	04/8/2014
BĐCM: Ấp Tà Ben, xã Ninh Hạ, huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu	25/4/2014	28/7/2014
ĐTM: Ấp Mỹ Nam 2, xã Mỹ Quư, huyện Tháp Mười, tỉnh Đồng Tháp	25/4/2014	28/7/2014

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trũng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười.

**Bảng 2. Lượng phân N, P và K bón ở ba thời điểm 10, 20, 45 ngày sau sạ (NSS)**

Loại phân bón	NSS	10	20	45
	Lượng phân bón (kg ha <sup>-1</sup> )			
N		24	24	32
K <sub>2</sub> O		15	0	15

93 - 102 ngày; chiều cao cây 100 - 110 cm; số bông/m<sup>2</sup>: 320 - 350 bông; chiều dài bông 23 - 25 cm; số hạt chắc trên bông 70 - 78 và khối lượng 1000 hạt 25,0 - 26,0 gam. Phân được bón vào ba thời điểm 10, 20 và 45 ngày sau sạ (NSS), với lượng cụ thể trong bảng 2.

Phân lân được bón với lượng 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> đối với các nghiệm thức được bón lân.

Liều lượng phân bón của các hộ nông dân ở hệ thu tại bốn địa điểm nghiên cứu được thể hiện ở bảng 3.

Các nghiệm thức của thí nghiệm được thể hiện ở bảng 4

Theo dõi chỉ tiêu:

- Năng suất thực tế là năng suất được xác định vào thời điểm thu hoạch trên diện tích 5m<sup>2</sup> và qui đổi về ẩm độ 14%.

- Tính dưỡng chất hấp thu dựa trên sinh khối thân, lá và hạt với hàm lượng N, P, K, Ca, Mg trong thân, lá và hạt lúa.

Phương pháp thu và xử lý mẫu đất: Mẫu đất được lấy ở độ sâu 0 - 20 cm và 20 - 40 cm để xác định tính chất đất ban đầu của ruộng thí nghiệm. Trên mỗi lô ruộng lấy 5 điểm theo đường chéo góc lấy mẫu, trộn cẩn thận cho từng lô, sau đó trộn 3 lô ruộng của mỗi vùng ở cùng một độ sâu lại với nhau để lấy một mẫu đại diện khoảng 500g cho vào túi nhựa, ghi ký hiệu mẫu (địa điểm, ngày lấy mẫu, độ sâu). Phơi khô mẫu trong không khí rồi nghiền nhỏ qua rây 2 mm.

Phương pháp thu và xử lý mẫu cây: Mẫu thân, lá và hạt được thu vào các giai đoạn thu hoạch cho xác định hàm lượng dưỡng chất N, P, K, Ca, Mg. Mẫu được sấy ở 70°C trong 72 giờ.

**Bảng 3. Lượng phân bón của các công thức bón theo nông dân (FFP) trong vụ hè thu tại 4 địa điểm nghiên cứu**

Vùng phen	Công thức phân bón N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> )
TGLX	111 - 82 - 76
TSH	104 - 80 - 34
BĐCM	83 - 47 - 32
ĐTM	100 - 65 - 36

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trũng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười.

**Bảng 4. Công thức thí nghiệm đồng ruộng tại 4 địa điểm nghiên cứu**

Nghiệm thức	Mô tả
NPK	Bón đầy đủ phân đạm, lân và ka li
NP	Không bón phân kali, nhưng bón phân đạm và lân
NK	Không bón phân lân, nhưng bón phân đạm và ka li
PK	Không bón phân đạm, nhưng bón phân lân và kali
FFP	Thực tế bón phân của nông dân (FFP), như trong bảng 3

Ghi chú: Lượng phân bón và thời kỳ bón phân trình bày trong bảng 2 và bảng 3

Các chỉ tiêu phân tích đất và cây:

- pH, EC được trích bằng nước cất tỉ lệ 1: 2,5 (đất: nước) (Jackson, 1958), pH được đo bằng pH kế và EC đo bằng EC kế. Lân dễ tiêu (theo phương pháp Bray II), được xác định bằng cách trích đất với 0,1N HCl + 0,03NH<sub>4</sub>F, tỉ lệ đất nước 1 : 7 (Bray & Kurtz, 1945). Sắt tự do (%Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) được trích đất với oxalate-oxalic acid, xác định Fe trên máy hấp thu nguyên tử (Loeppert & Inskeep, 1996). Nhôm hoạt động được trích bằng KCl 1N, chuẩn độ với NaOH 0,01N, tạo phức với NaF và chuẩn độ với H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01N (Bloom *et al.* 1978). Thành phần cơ giới được xác định bằng phương pháp ống hút Robinson (Robinson, 1922).

- Xác định hàm lượng đạm bằng phương pháp chưng cất Kjeldahl. Phân tích lân bằng phương pháp so màu. Đo ka li bằng máy quang phổ hấp thu nguyên tử (Houba *et al.*, 1997). Trong đó, mẫu thực vật được công phá bằng hỗn hợp H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - salicylic acid - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Temminghoff và Houba, 2004). Can xi và ma giê được công phá bằng hỗn hợp salicylic acid, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 96% và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, dung dịch được đo trên máy hấp thu nguyên tử.

Phương pháp xử lý số liệu: sử dụng phần mềm SPSS phiên bản 16.0 phân tích sự tương tác giữa các nhân tố (Bón khuyết N, P, K và vùng phèn) theo nguyên lý “các thí nghiệm kết hợp - combined experiments” của McIntosh, (1983).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc tính hóa lý đất phèn của vùng nghiên cứu

Các đặc tính hóa lý đất được thể hiện ở bảng 5. Đất của bốn vùng nghiên cứu có pH < 5,5, được phân loại là đất phèn. Đạm tổng số được đánh giá trung bình (0,2 - 0,5%N) trên đất phèn TGLX và TSH trong khi trên đất phèn BĐCM và ĐTM ở ngưỡng thấp (Metson, 1961). Lân dễ tiêu ở tầng mặt được đánh giá ở mức thấp (< 20 mg kg<sup>-1</sup>) (Horneck *et al.*, 2011) tại TSH và BĐCM, nhưng được đánh giá ở mức cao của tầng 0 - 20 cm (40 - 100 mg P kg<sup>-1</sup>) cm tại TGLX và ĐTM. Hàm lượng sắt tự do được đánh giá ở mức thấp ở tầng đất 0 - 20 và 20 - 40 cm (Buchholz *et al.*, 2004). Ngoài ra, hàm lượng Al trao đổi trên đất phèn ĐTM và BĐCM được ghi nhận ở mức thấp hơn trên hai vùng phèn còn lại (Bảng 5). Ka li trao đổi trong đất được đánh giá ở mức trung bình trên vùng phèn TSH và ĐTM, ở vùng TGLX và BĐCM thuộc mức thấp (< 0,4 meq/100g) (Horneck *et al.*, 2011). Hàm lượng can xi ở bốn vùng dao động 4,19 - 8,23 meq/100g. Vì vậy, được đánh giá ở mức cao (> 2,5 meq/100g đất) theo thang đánh giá của (Marx *et al.*, 1999). Đối với hàm lượng ma giê > 10 meq/100g đất cũng được đánh giá ở mức cao (Dinkins & Jones, 2013).

Đối với thành phần cấp hạt của đất: với hàm lượng sét, limon và cát của đất ba vùng Tứ

**Bảng 5. Tính chất của đất thí nghiệm ở các vùng phèn nghiên cứu**

Vùng phèn	Độ sâu (cm)	pH (1 : 2,5)	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	N <sub>ts</sub> (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	P <sub>dt</sub> (mg kg <sup>-1</sup> P)	Fe (% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Al <sup>3+</sup> (cmol kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Thành phần cấp hạt (%)		
												(meq 100g <sup>-1</sup> )		
TGLX	0-20	5,1	0,5	0,29	-	58,0	0,3	4,3	0,17	5,35	12,53	64,7	33,5	1,8
	20-40	4,9	0,5	-	-	1,2	0,3	4,1	-	-	-	65,0	30,3	4,7
TSH	0-20	4,7	0,4	0,24	288	10,2	0,5	5,4	0,45	8,23	14,8	73,6	25,6	0,8
	20-40	4,1	0,4	-	-	18,8	0,4	11,4	-	-	-	63,6	33,3	3,1
BĐCM	0-20	5,3	1,1	0,11	71	11,5	0,3	0,8	0,16	4,19	11,4	69,5	30,0	0,5
	20-40	5,0	1,1	-	-	2,7	0,2	0,6	-	-	-	68,2	31,1	0,7
ĐTM	0-20	4,3	0,7	0,19	139	23,1	0,7	0,7	0,55	4,64	16,4	45,3	52,6	2,1
	20-40	4,1	0,7	-	-	2,4	0,6	0,9	-	-	-	43,4	51,7	4,8

Nguồn: Nguyễn Quốc Khương và cs., 2017

giác Long Xuyên, Trùng sông Hậu và Bán đảo Cà Mau được phân loại là thành phần cấp hạt sét, nhưng ở vùng Đồng Tháp Mười thuộc thành phần cấp hạt limon pha sét (silty clay).

### 3.2. Ảnh hưởng của bón NPK đến sinh khối lúa hệ thu trên đất phèn

Không bón đạm làm giảm sinh khối rơm và năng suất hạt lúa khô. Tuy nhiên, không bón lân hay ka li chưa làm giảm sinh khối rơm và năng suất hạt lúa khô trên đất phèn ĐBSCL. Kết quả bón khuyết dưỡng chất cho thấy sinh khối thân lá của nghiệm thức bón đạm là 4,86 - 5,59 tấn ha<sup>-1</sup> cao khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với nghiệm thức không bón đạm (3,64 tấn ha<sup>-1</sup>) trong khi năng suất hạt là 3,78 - 4,11 tấn ha<sup>-1</sup> và 2,66 tấn ha<sup>-1</sup>, theo cùng thứ tự trên (Bảng 6).

Sinh khối khô thân lá và năng suất hạt khô của vùng phèn ĐTM và BĐCM đạt cao nhất, kế đến là vùng TGLX và thấp nhất là vùng TSH. Cụ thể, sinh khối trong thân lá là 5,58; 6,09; 3,83 và 4,39 tấn ha<sup>-1</sup> và năng suất hạt là 4,24;

4,30; 3,32 và 2,83 tấn ha<sup>-1</sup> theo thứ tự trên đất phèn ĐTM, BĐCM, TGLX và TSH (Bảng 6).

### 3.3. Ảnh hưởng của bón NPK đến hàm lượng N, P, K, Ca, Mg của cây lúa hệ thu trên đất phèn

Nghiệm thức bón NPK và FFP có hàm lượng đạm trong thân lá và hạt cao khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với nghiệm thức PK. Hàm lượng đạm (N) trong thân, lá là 0,77 - 0,78% (nghiệm thức NPK và FFP) so với 0,63% (nghiệm thức PK) trong khi hàm lượng đạm trong hạt 1,05 - 1,09% so với 0,93%. Hàm lượng lân (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) trong hạt của nghiệm thức NPK (0,82%) cao hơn nghiệm thức không bón lân NK (0,75%). Hàm lượng ka li (K<sub>2</sub>O) trong thân lá của nghiệm thức có bổ sung ka li lần lượt là 1,10 - 1,26% cao hơn so với của nghiệm thức không bổ sung ka li 1,01%, nhưng chưa có sự khác biệt giữa nghiệm thức NP và NK. Tương tự, hàm lượng ka li trong hạt của nghiệm thức NPK, NP, NK và PK là 0,33 - 0,40%. Hàm lượng can xi

**Bảng 6. Ảnh hưởng của bón NPK đến sinh khối khô các bộ phận của cây lúa vụ hệ thu trên đất phèn**

Vùng phèn	Nghiệm thức	Sinh khối khô (tấn ha <sup>-1</sup> )	
		Thân, lá	Hạt
Bón khuyết N, P, K (A)	NPK	5,48 <sup>ab</sup>	4,11 <sup>a</sup>
	NP	5,59 <sup>a</sup>	3,95 <sup>a</sup>
	NK	5,30 <sup>ab</sup>	3,78 <sup>a</sup>
	PK	3,64 <sup>c</sup>	2,66 <sup>b</sup>
	FFP	4,86 <sup>b</sup>	3,86 <sup>a</sup>
Vùng phèn (B)	TGLX	4,39 <sup>b</sup>	3,32 <sup>b</sup>
	TSH	3,83 <sup>c</sup>	2,83 <sup>c</sup>
	BĐCM	6,09 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>
	ĐTM	5,58 <sup>a</sup>	4,24 <sup>a</sup>
CV (%)		14,4	14,9
F(A)		**	**
F(B)		**	**
F(AxB)		ns	ns

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trùng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười. Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (\*\*\*) và 5% (\*); ns: không có khác biệt ý nghĩa thống kê.

**Bảng 7. Ảnh hưởng của bón NPK đến hàm lượng đạm, lân, kali, can xi và ma giê trong các bộ phận của cây lúa vụ hè thu trên đất phèn**

Vùng phèn	Nghiệm thức	Hàm lượng đạm (% N)		Hàm lượng lân (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Hàm lượng ka li (% K <sub>2</sub> O)		Hàm lượng can xi (% CaO)		Hàm lượng ma giê (% MgO)	
		Thân, lá	Hạt	Thân, lá	Hạt	Thân, lá	Hạt	Thân, lá	Hạt	Thân, lá	Hạt
Bón khuyết N, P, K (A)	NPK	0,77 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	0,82 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	0,19	0,043 <sup>ab</sup>	0,36	0,16
	NP	0,74 <sup>ab</sup>	0,98 <sup>bc</sup>	0,41 <sup>ab</sup>	0,79 <sup>ab</sup>	1,01 <sup>c</sup>	0,33 <sup>c</sup>	0,19	0,035 <sup>b</sup>	0,38	0,15
	NK	0,69 <sup>bc</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,75 <sup>b</sup>	1,10 <sup>bc</sup>	0,35 <sup>bc</sup>	0,19	0,035 <sup>b</sup>	0,36	0,15
	PK	0,63 <sup>c</sup>	0,93 <sup>c</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	0,75 <sup>b</sup>	1,17 <sup>ab</sup>	0,35 <sup>bc</sup>	0,18	0,043 <sup>ab</sup>	0,34	0,14
	FFP	0,78 <sup>a</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>	1,18 <sup>ab</sup>	0,38 <sup>ab</sup>	0,19	0,045 <sup>a</sup>	0,33	0,15
Vùng phèn (B)	TGLX	0,76 <sup>b</sup>	0,98 <sup>bc</sup>	0,37 <sup>c</sup>	0,81 <sup>a</sup>	1,72 <sup>a</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,071 <sup>a</sup>	0,24 <sup>c</sup>	0,17 <sup>a</sup>
	TSH	0,83 <sup>a</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>ab</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,59 <sup>d</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,13 <sup>c</sup>	0,029 <sup>bc</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>
	BĐCM	0,50 <sup>c</sup>	0,94 <sup>c</sup>	0,40 <sup>bc</sup>	0,69 <sup>b</sup>	1,04 <sup>c</sup>	0,19 <sup>c</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,021 <sup>c</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,13 <sup>b</sup>
	ĐTM	0,79 <sup>ab</sup>	1,10 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,039 <sup>b</sup>	0,25 <sup>c</sup>	0,14 <sup>b</sup>
CV (%)		11,8	9,5	16,2	10,0	13,1	13,7	18,1	13,1	13,6	12,2
F(A)		**	**	*	*	**	**	ns	ns	ns	ns
F(B)		**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
F(AxB)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trùng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười. Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (\*\*) và 5% (\*); ns: không có khác biệt ý nghĩa thống kê.

(CaO) trung bình trong thân, lá là 0,19% cũng như trong hạt 0,040%. Tương tự, hàm lượng ma giê (MgO) trong thân, lá là 0,35% và trong hạt là 0,15% (Bảng 7). Nghiệm thức FFP có hàm lượng N, P, K, Ca, Mg tương đương với nghiệm thức NPK trong cả thân lá và hạt.

Hàm lượng đạm và ka li trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn ĐTM và hàm lượng lân thấp nhất ở vùng BĐCM. Tuy nhiên, hàm lượng can xi và ma giê trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn TGLX.

Hàm lượng đạm trong thân, lá lúa trên đất phèn ĐTM, TSH, TGLX đạt cao hơn so với vùng phèn BĐCM. Trong đó, hàm lượng đạm trong thân, lá vùng ĐTM, TSH, TGLX là 0,76 - 0,83% N trong khi vùng BĐCM là 0,50%. Hàm lượng đạm trong hạt của bốn vùng đạt 0,94 - 1,10%. Hàm lượng lân trong thân lá thấp dao động 0,37 - 0,48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> trên đất phèn ĐTM, TSH, TGLX và BĐCM. Tuy nhiên, hàm lượng lân trong hạt trên đất phèn ĐTM, TSH, TGLX đạt 0,80 - 0,84% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> cao khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với vùng BĐCM (0,69%). Tương tự, hàm lượng

ka li trong hạt lúa đạt 0,38 - 0,48% K<sub>2</sub>O trên đất phèn ĐTM, TSH, TGLX cao khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với hàm lượng đạt được trên đất phèn BĐCM, với hàm lượng là 0,19%. Đối với hàm lượng ka li trong thân lá đạt cao nhất trên đất phèn TGLX (1,72% K<sub>2</sub>O) kế đến ĐTM (1,22%), BĐCM (1,04%) và thấp nhất ở vùng TSH (0,59%). Hàm lượng can xi trong hạt của vùng TGLX đạt 0,071% CaO cao hơn so với các vùng còn lại, với hàm lượng dao động 0,021 - 0,039%. Tuy nhiên, đối với trong thân lá, hàm lượng can xi đạt 0,15 - 0,30% trên đất phèn TGLX, BĐCM và ĐTM khác biệt ý nghĩa thống kê 1% so với trên đất phèn TSH (0,13%). Hàm lượng ma giê trong hạt trên đất phèn TGLX đạt 0,17% MgO cao hơn so với các vùng còn lại, với hàm lượng 0,13 - 0,14% (Bảng 7).

### 3.4. Ảnh hưởng của bón NPK đến hấp thu N, P, K, Ca, Mg của cây lúa hè thu trên đất phèn

Không bón đầy đủ N, P và K đã làm giảm hấp thu N, P, K tương ứng so với bón đầy đủ

NPK. Nghiệm thức NPK, NP và NK có tổng hấp thu đạm trong cây lúa cao khác biệt ý nghĩa thống kê 5% với nghiệm thức PK. Hấp thu đạm ở các nghiệm thức có bón đạm dao động 74,1 - 86,8 kg N ha<sup>-1</sup>, nhưng lượng đạm hấp thu được ở nghiệm thức không bón đạm chỉ 47,3 kg N ha<sup>-1</sup>. Hấp thu lân giữa nghiệm thức có bón lân (NPK) cao hơn so với nghiệm thức khuyết lân (NK) với lượng lân hấp thu 57,6 và 48,7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> theo cùng thứ tự. Bón ka li và không bón ka li đã đưa đến sự khác biệt ý nghĩa thống kê 1% về hấp thu kali. Nghiệm thức NPK có lượng ka li hấp thu là 86,4 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> trong khi nghiệm thức NP có lượng hấp tương ứng là 69,7 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Trên nghiệm thức NPK có lượng hấp thu can xi là 12,0 kg CaO ha<sup>-1</sup> và lượng hấp thu ma giê là 26,3 MgO ha<sup>-1</sup>.

Ngoài ra, hấp thu N, P đạt cao nhất trên đất phèn ĐTM trong khi hấp thu K đạt cao nhất trên đất phèn ĐTM và TGLX. Đối với đạm, tổng hấp thu đạm cao nhất trên đất phèn vùng ĐTM là 90,2 kg N ha<sup>-1</sup> cao hơn so

với các vùng TGLX, TSH và BĐCM, với lượng đạm hấp thu lần lượt là 66,5; 62,1 và 72,1 kg N ha<sup>-1</sup>. Tương tự, hấp thu lân đạt cao nhất ở vùng ĐTM 62,4 kg N ha<sup>-1</sup>, các vùng được xếp theo thứ tự thấp dần là 53,6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ở vùng phèn BĐCM, 43,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ở vùng phèn TGLX và 39,9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ở vùng phèn TSH. Hấp thu ka li của vùng phèn TGLX và ĐTM tương đương nhau và được xếp cao nhất trong bốn vùng đất phèn, với lượng hấp thu 87,7 - 88,8 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> trong khi lượng hấp thu ka li thấp nhất ở đất phèn TSH chỉ 33,5 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Hấp thu can xi của cây lúa đạt 6,0 - 15,7 kg CaO ha<sup>-1</sup> và hấp thu ma giê đạt 16,2 - 36,8 kg MgO ha<sup>-1</sup> trên bốn vùng phèn TGLX, TSH, BĐCM và ĐTM (Bảng 8).

Một trong những nguyên nhân dẫn đến sự hấp thu khác nhau giữa các vùng là do đặc tính đất vùng nghiên cứu. Độc chất nhôm ở tầng 0 - 20 cm của vùng ĐTM thấp nhất, nên ít cản trở đến sự phát triển của rễ nên lượng hấp thu N, P, K đạt cao nhất.

**Bảng 8. Ảnh hưởng của bón NPK đến hấp thu NPKCaMg trong cây lúa vụ hè thu trên các vùng đất phèn**

Nhân tố	Nhân tố	Hấp thu dưỡng chất trong cây lúa				
		Hấp thu đạm (kg N ha <sup>-1</sup> )	Hấp thu lân (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> )	Hấp thu ka li (kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> )	Hấp thu can xi (kg CaO ha <sup>-1</sup> )	Hấp thu ma giê (kg MgO ha <sup>-1</sup> )
Bón khuyết N, P, K (A)	NPK	86,8 <sup>a</sup>	57,6 <sup>a</sup>	86,4 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>
	NP	78,6 <sup>ab</sup>	53,7 <sup>ab</sup>	69,5 <sup>b</sup>	11,7 <sup>a</sup>	27,0 <sup>a</sup>
	NK	74,1 <sup>b</sup>	48,7 <sup>b</sup>	70,9 <sup>b</sup>	11,0 <sup>a</sup>	24,7 <sup>ab</sup>
	PK	47,3 <sup>c</sup>	35,8 <sup>c</sup>	52,7 <sup>c</sup>	7,6 <sup>b</sup>	16,1 <sup>c</sup>
	FFP	76,6 <sup>ab</sup>	53,3 <sup>ab</sup>	72,2 <sup>b</sup>	10,8 <sup>a</sup>	22,1 <sup>b</sup>
Vùng phèn (B)	TGLX	66,5 <sup>bc</sup>	43,5 <sup>c</sup>	88,8 <sup>a</sup>	15,7 <sup>a</sup>	16,2 <sup>c</sup>
	TSH	62,1 <sup>c</sup>	39,9 <sup>c</sup>	33,5 <sup>c</sup>	6,0 <sup>c</sup>	20,4 <sup>b</sup>
	BĐCM	72,1 <sup>b</sup>	53,6 <sup>b</sup>	71,5 <sup>b</sup>	10,1 <sup>b</sup>	36,8 <sup>a</sup>
	ĐTM	90,2 <sup>a</sup>	62,4 <sup>a</sup>	87,7 <sup>a</sup>	10,8 <sup>b</sup>	19,5 <sup>b</sup>
CV (%)		17,1	19,2	20,4	19,4	13,7
F(A)		**	**	**	**	**
F(B)		**	**	**	**	**
F(AxB)		ns	ns	ns	ns	**

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trũng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười. Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (\*\*\*) và 5% (\*); ns: không có khác biệt ý nghĩa thống kê.

Nhiều kết quả đã ước đoán lượng dưỡng chất mà cây lúa lấy đi trên một tấn lúa 15 - 24 kg N, 2 - 11 kg P và 16 - 50 kg K (Goswami & Banerjee, 1978; Yoshida, 1981; van Duivenbooden *et al.*, 1996; Dobermann *et al.*, 1996a, 1996b; Cassman *et al.*, 1997), nhưng hiện nay hầu hết lúa cao sản được sử dụng nên lượng dưỡng chất lấy đi đó có thể không đúng trong điều kiện hiện tại.

### 3.5. Ảnh hưởng của bón NPK đến năng suất lúa hè thu trên đất phèn

Bón đạm tăng năng suất hạt lúa cao khác biệt ý nghĩa thống kê 5% so với các nghiệm thức không bón đạm, với năng suất 4,51- 4,84 tấn ha<sup>-1</sup> ở các nghiệm thức NPK, NP và NK so với 3,10 tấn ha<sup>-1</sup> ở các nghiệm thức PK (Bảng 9). Không bón lân và không bón ka li chưa làm giảm năng suất lúa trên đất phèn TGLX, TSH, BĐCM và ĐTM, nhưng duy trì việc bổ sung lân và ka li góp phần duy trì độ phì nhiêu đất. Nguyên nhân dẫn đến không bón lân hay ka li chưa ảnh hưởng đến năng suất lúa do đất có khả năng cung cấp các lượng dưỡng chất này cho cây lúa. Ngoài ra, đối với dưỡng chất lân hiệu quả sử dụng phân

lân vào vụ đầu tiên thấp (Chien *et al.*, 2012). Đối với kali, khả năng đệm ka li cao mặc dù hàm lượng ka li trao đổi thấp (Trần Ngọc Thái và Nguyễn Mỹ Hoa, 2012).

Năng suất hạt lúa của vùng phèn BĐCM và ĐTM đạt tương đương nhau, năng suất cao nhất dao động 4,95 - 5,05 tấn ha<sup>-1</sup>. Nguyên nhân có thể là do hai vùng này có lượng độc chất Al<sup>3+</sup> thấp hơn hai vùng còn lại (Bảng 5) nên thuận lợi cho sự phát triển của lúa. Năng suất lúa của vùng phèn TGLX là 3,90 tấn ha<sup>-1</sup>, thấp nhất là vùng phèn TSH với năng suất 3,32 tấn ha<sup>-1</sup> (Bảng 9).

Kết quả cho thấy, năng suất lúa ở Châu Á có thể vẫn tiếp tục cải thiện dựa trên SSNM, mặc dù sự gia tăng nhỏ (Dobermann *et al.*, 2002). Điều này được thể hiện qua kết quả của bón phân của nghiệm thức NPK là 4,84 tấn ha<sup>-1</sup> trong khi nghiệm thức FFP là 4,47 tấn ha<sup>-1</sup>.

## 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

### 4.1. Kết luận

Không bón N, P hoặc K đã làm giảm hàm lượng N, P, K tương ứng so với bón đầy đủ NPK

**Bảng 9. Ảnh hưởng của bón NPK đến năng suất lúa vụ hè thu 2014 trên trên các vùng đất phèn**

Vùng phèn	Nghiệm thức	Năng suất thực tế (tấn ha <sup>-1</sup> )
Bón khuyết N, P, K (A)	NPK	4,84 <sup>a</sup>
	NP	4,61 <sup>a</sup>
	NK	4,51 <sup>a</sup>
	PK	3,10 <sup>b</sup>
	FFP	4,47 <sup>a</sup>
Vùng phèn (B)	TGLX	3,90 <sup>b</sup>
	TSH	3,32 <sup>c</sup>
	BĐCM	5,05 <sup>a</sup>
	ĐTM	4,95 <sup>a</sup>
CV (%)		14,4
F(A)		**
F(B)		**
F(AxB)		ns

Ghi chú: TGLX - Tứ giác Long Xuyên; TSH - Trũng sông Hậu; BĐCM - Bán đảo Cà Mau và ĐTM - Đồng Tháp Mười. Trong cùng một cột, những số có chữ theo sau khác nhau thì có khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 1% (\*\*) và 5% (\*); ns: không có khác biệt ý nghĩa thống kê.



trên đất phèn canh tác lúa Hàm lượng đạm và ka li trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười và hàm lượng lân trong hạt thấp nhất ở vùng Bán đảo Cà Mau. Tuy nhiên, hàm lượng can xi và ma giê trong hạt đạt cao nhất trên đất phèn Tứ giác Long Xuyên.

Không bón N, P hoặc K đã làm giảm hấp thu N, P, K tương ứng so với bón đầy đủ NPK trên đất phèn canh tác lúa. Ngoài ra, hấp thu N, P đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười trong khi hấp thu K đạt cao nhất trên đất phèn Đồng Tháp Mười và Tứ giác Long Xuyên.

Năng suất lúa của nghiệm thức khuyết lân hoặc ka li không thấp hơn so với có bón lân hoặc ka li trên đất phèn bốn vùng. Đất phèn vùng Bán đảo Cà Mau và Đồng Tháp Mười đạt năng suất cao nhất.

#### 4.2. Đề nghị

Đánh giá sự bón khuyết dưỡng chất can xi và ma giê đến năng suất lúa trên đất phèn ĐBSCL.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bloom, P.R., R.M. Weaver, and M.B. McBride. (1978). The spectrophotometric and fluorometric determination of AI with 8-hydroxyquinoline and butyl acetate. *Soil Sci. Soc. Am.*, 1(42): 713-716.
- Bray, R.H., and L.T. Kurtz. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*, 59: 39-45.
- Buchholz, D. D., Brown, J. R., Garret, J. D., Hanson, R. G., & Wheaton, H. N. (2004). Soil test interpretations and recommendations handbook. University of Missouri-College of Agriculture, Division of Plant Sciences.
- Buresh R. J. (2010). Precision agriculture for small-scale farmers. *Rice Today*, 9(3): 46.
- Buresh, R.J., Witt C., Ramanathan S., Chandrasekaran B., Rajendran R. (2005). Site-specific nutrient management: managing N, P and K for rice. *Fert. News*, 50: 25-28.
- Cassman, K.G., Peng, S., Dobermann, A. (1997). Nutritional physiology of the rice plant and productivity decline of irrigated rice systems in the tropics. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 43: 1111-1116.
- Chien SH, Sikora F, Gilkes RJ, Mc Laughlin MJ (2012). Comparing of the difference and balance methods to calculate percent of fertilizer phosphorus applied to soils: a critical discussion. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 92: 1-8. doi:10.1007/s10705-011-9467-8.
- Dinkins C. P, and C Jones (2013). Soil testing and interpreting soil test results are critical for determining optimum fertilizer rates. The U.S. Department of Agriculture (USDA), Montana State University and Montana State University Extension, pp. 1-7.
- Dobermann, A., Sta Cruz, P.C., Cassman, K.G. (1996a). Fertilizer inputs, nutrient balance, and soil nutrient-supplying power in intensive, irrigated rice systems. I. Potassium uptake and K balance. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 46: 1-10.
- Dobermann, A., Cassman, K.G., Sta. Cruz, P.C., Adviento, M.A., Pampolino, M.F. (1996b). Fertilizer inputs, nutrient balance and soil nutrient supplying power in intensive, irrigated rice systems. III. Phosphorus. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 46: 111-125.
- Dobermann, A., Witt, C., Dawe, D., Gines, G.C., Nagarajan, R., Satawathananont, S., Son, T.T., Tan, P.S., Wang, G.H., Chien, N.V., Thoa, V.T.K., Phung, C.V., Stalin, P., Muthukrishnan, P., Ravi, V., Babu, M., Chatuporn, S., Kongchum, M., Sun, Q., Fu, R., Simbahan, G.C. and Adviento, M.A.A. (2002). Site-specific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. *Field Crops Res.*, 74: 37-66.
- Elisa, A.A., Shamsuddin, J., Fauziah, C.I. (2011). Root elongation, root surface area and organic acid exudation by rice seedling under Al<sup>3+</sup> and/or H<sup>+</sup> stress. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences.*, 6: 324-331.
- Goswami, N.N., Banerjee, N.K. (1978). Phosphorus, potassium, and other macroelements. *In: Soils and rice*. International Rice Research Institute (IRRI), Los Banos, Philippines, pp. 561-580.
- Horneck D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen, and J.M. Hart (2011). *Soil Test Interpretation Guide*. EC 1478. Corvallis, OR: Oregon State University Extension Service, pp. 1-12.
- Horst, W.J., Rangel, A.F., Eticha, D., Ischitani, M., Rao, I.M. (2009). Aluminum toxicity and resistance in *Phaseolus vulgaris* L. Physiology drives molecular biology. In Liao, H., Xian, X., Kochian, L., (Eds.). *Proc. 7<sup>th</sup> Int. Symp. on Plant-Soil at Low pH* (pp. 53-54). South China University of Technology Press.
- Houba, V. J. G., Novozamsky, I., and Temminghof, E. J. M. (1997). "Soil and Plant Analysis, Part 5." Department of Soil Science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

- Jackson, M. (1958). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Loeppert, R.H., Inskeep, W.P. (1996). Chapter 23: Iron. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H. (Ed.). *Methods of Soil Analysis Part 3-Chemical Methods*. SSSA Book Ser. 5.3. SSSA, ASA, Madison, WI. doi:10.2136/sssabookser, 5(3): 639-664.
- Marx. E. S, J. Hart, and R. G. Stevens (1999). *Soil test interpretation guide*. Oregon State University Extension Service. EC 1478.
- Mcintosh M. S. (1983). Analysis of combined experiments. *Agronomy journal*, 75: 153-155.
- Metson A. J. (1961). *Methods of chemical analysis of soil survey samples*. Govt. Printers, Wellington, New Zealand.
- Ngô Ngọc Hưng (2010). Tính chất tự nhiên và những tiến trình làm thay đổi độ pH đất đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Nguyễn Quốc Khương, Nguyễn Văn Nghĩa, Lê Phước Toàn và Ngô Ngọc Hưng (2015a). Ảnh hưởng của bón lân trộn “dicarboxylic acid polymer” đến sinh trưởng và năng suất lúa trên đất phèn Đồng Bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học, Trường đại học Cần Thơ*, 41: 63-70.
- Nguyễn Quốc Khương, Lưu Quang Thái, Trần Thanh Huy, Đoàn Vũ Nam và Ngô Ngọc Hưng (2015b). Đáp ứng năng suất lúa đối với việc bón lân phối trộn Dicarboxylic Acid Polymer (DCAP) trên đất phèn ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học đất*, 46: 49-55.
- Nguyễn Quốc Khương, Nguyễn Văn Nghĩa, Trần Văn Hùng và Ngô Ngọc Hưng (2016). Ảnh hưởng của bón NPK đến sinh trưởng, năng suất lúa trên đất phèn ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học -Trường Đại học Cần Thơ*, 43: 24-34.
- Nguyễn Quốc Khương, Nguyễn Kim Quyên, Nguyễn Văn Nghĩa, Lâm Ngọc Phương (2017). Đánh giá sinh trưởng và năng suất bốn giống lúa trên các vùng sinh thái nông nghiệp đất phèn ở đồng bằng sông cửu long. *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, 15(4): 429-437.
- Panhwar, Q.A., Naher, U.A., Radziah, O., Shamshuddin, J., Razi, I.M. (2015). Eliminating aluminum toxicity in an acid sulfate soil for rice cultivation using plant growth promoting bacteria. *Molecules*, 20: 3628-3646.
- Phạm Sỹ Tân. 2005. Kết quả nghiên cứu nâng cao hiệu quả phân bón cho lúa cao sản ở Đồng bằng sông Cửu Long. Trong bộ sách “Khoa học công nghệ nông nghiệp và phát triển nông thôn 20 năm đổi mới”. Nhà xuất bản Chính trị Quốc gia, Hà Nội, 3: 315-327.
- Robinson G. W. (1922). A new method for the mechanical analysis of soils and other dispersions. *J. Agric. Sci.*, 12.
- Temminghoff and Houba (2004). *Plant Analysis Procedures*. Kluwer academic publishers.
- Trần Ngọc Thái và Nguyễn Mỹ Hoa (2012). Khả năng đệm ka li trên đất lúa thâm canh 3 vụ ở vùng có nguy cơ thiếu ka li ở Cai Lậy, Tiền Giang và Cao Lãnh, Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học, Trường đại học Cần Thơ*, 23a: 243-252.
- Trần Thị Cúc Hạ, Phạm Trung Nghĩa, Huỳnh Thị Phương Loan, Phạm Thị Hương, Hồ Thị Huỳnh Như, Đồng Thanh Liêm, Lê Thị Yến Hương, Nguyễn Trần Hải Bằng và Hà Minh Luân (2011). Nghiên cứu chọn tạo giống lúa giàu vi chất dinh dưỡng có năng suất, chất lượng cao. *Hội thảo Quốc gia về Khoa học Cây trồng lần thứ nhất*, tr. 204-211.
- Tran Thuc Son, Nguyen Van Chien, Vu Thi Kim Thoa, A. Dobermann, and C. Witt. (2004). Site-specific nutrient management in irrigated rice systems of the Red River Delta of Vietnam. In: Dobermann A, Witt C, Dawe D (Eds.). *Increasing productivity of intensive rice systems through site-specific nutrient management*. Enfield, N.H. (USA) and Los Baños (Philippines): Science Publishers, Inc., and International Rice Research Institute (IRRI). 410 p.
- Trịnh Quang Khương, Ngô Ngọc Hưng, Phạm Sỹ Tân, Trần Quang Giàu và Lâm Văn Tân (2010). Ứng dụng quản lý dưỡng chất theo địa điểm chuyên biệt và sạ hàng trong canh tác lúa trên đất phù sa và đất phèn nhẹ ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học đất*, 33: 115-119.
- Trịnh Quang Khương (2005). Ảnh hưởng quản lý dưỡng chất theo địa điểm chuyên biệt đến năng suất lúa và hiệu quả sử dụng phân bón ở Cần Thơ, An Giang và Tiền Giang. Luận văn tốt nghiệp ngành trồng trọt. Khoa nông nghiệp và sinh học ứng dụng, Trường đại học Cần Thơ.
- van Duivenbooden, N., de Wit, C.T., van Keulen, H. (1996). Nitrogen, phosphorus and potassium relations in five major cereals reviewed in respect to fertilizer recommendations using simulation modelling. *Fertilizer Res.*, 44: 37-9.
- Vo Tong Xuan and Matsui S. (1998). *Development of farming systems in the Mekong delta of Vietnam* Ho Chi Minh City Publ. House, Ho Chi Minh City.
- Ward, J.T., Lahner, B., Yakubova, E., Salt, D.E., Raghothama, K.G. (2008). The effect of iron on the primary root elongation of Arabidopsis during phosphate deficiency. *Plant Physiology*, 147: 1181-1191.
- Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute, Los BanAos, Philippines, pp. 269.