ỨNG DỤNG MÔ HÌNH QUEFTS TRONG ƯỚC ĐOÁN NĂNG SUẤT TIỀM NĂNG VÀ HIỆU QUẢ HẤP THU N, P, K CHO CÂY LÚA TRÊN ĐẤT PHÙ SA VÀ ĐẤT PHÈN Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Văn Dang[1], Ngô Ngọc Hưng[1]

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả hấp thu (internal efficiencies - IE) của N, P, K cho cây lúa trồng trên đất phèn và phù sa ở ĐBSCL. Thí nghiệm được thực hiện vào vụ đông xuân (ĐX) 2016-2017 và vụ hè thu (HT) 2017 trên 2 nhóm đất phèn và phù sa ở ĐBSCL. Cơ sở dữ liệu đầu vào được sử dụng bao gồm: năng suất hạt (ẩm độ 14%), tổng sinh khối và hấp thu dưỡng chất N, P, K của lúa (n=600), mô hình QUEFTS (Quantitative Evaluation of the Fertility of Tropical Soils) được sử dụng cho ước đoán năng suất và IE từ các dữ liệu này. Kết quả ước đoán từ mô hình QUEFTS cho thấy, hiệu quả hấp thu dưỡng chất giữa N, P và K đạt cân bằng ở tỉ lệ và mức tối ưu (IE) là: 68 N - 357 P - 67 K (kg hạt/kg), trong khoảng cân bằng này năng suất hạt gia tăng một cách tuyến tính với lượng hấp thu N, P, K khi năng suất đạt khoảng 50-60% tiềm năng năng suất. Khi năng suất càng vượt xa khỏi 4 tấn thì hiệu quả hấp thu dưỡng chất N, P, K càng giảm. Ở vụ đông xuân năng suất lúa tiềm năng (Ymax) trên đất phù sa là 9,0 tấn/ha và trên đất phèn là 7,0 tấn/ha. Ở vụ hè thu Ymax của hai loại đất này đạt thấp hơn so với đông xuân. Tuy nhiên trong cùng vụ hè thu, sự chênh lệch về Ymax giữa đất phù sa (7,0 tấn/ha) so với đất phèn (6,5 tấn/ha) là không lớn.

Từ khóa: *Lúa, mô hình QUEFTS, hấp thu N, P, K, hiệu quả hấp thu (IE), đất phèn, đất phù sa.*

1. MỞ ĐẦU

Việt Nam là một trong những nước xuất khẩu lúa gạo quan trọng trên thế giới (Demont và Rutsaert, 2017). Sản xuất lúa đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế ở các vùng nông thôn của Việt Nam (Thanh, 2016). Đồng bằng sông Cửu Long là một vùng sản xuất lúa quan trọng, đóng góp hơn 50% tổng sản lượng lúa toàn quốc (Thanh, 2016). Trong những năm gần đây, năng suất lúa có khuynh hướng suy giảm và tăng chí phí đầu vào. Thâm canh lúa với ba vụ trong năm và sử dụng quá mức phân hóa học đã làm suy thoái đất (Linh et al., 2015). Cải thiện năng suất lúa trong khi giảm lượng phân hóa học là một trong các vấn đề ưu tiên hàng đầu. Trước đây, khuyến cáo bón phân chỉ dựa vào hấp thu của cây trồng dẫn đến mất cân bằng giữa lượng phân bón và yêu cầu dưỡng chất thực tế của cây trồng (Witt et al., 1999). Bên cạnh đó, phần lớn khuyến cáo quản lý dinh dưỡng bỏ qua mối quan hệ giữa các dinh dưỡng khoáng và chỉ tập trung vào một nguyên tố đơn lẻ (Das et al., 2009). Xác định phân bón cho cây trồng phải phụ thuộc vào nguồn cung cấp dinh dưỡng từ đất bản địa và hấp thu dinh dưỡng của cây trồng (Sattari et al., 2014). Để giải quyết các vấn đề trên, bón phân cho cây lúa nên dựa vào các phương pháp định lượng như sử dụng mô hình mô phỏng (Pathak et al., 2003). Mô hình QUEFTS (Quantitative Evaluation of the Fertility of Tropical Soils) được đề xuất và phát triển bởi Janssen et al. (1990). Mục tiêu chính của mô hình là xác định nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng ở các khoảng năng suất khác nhau. Mô hình đã được sử dụng để xác định lượng phân bón cho bắp ở Trung Quốc và Nigeria (Jiang et al., 2017; Shehu et al., 2019), lúa ở Ấn Độ (Das et al., 2009). Ngoài ra, QUEFTS cũng được sử dụng cho quản lý bón phân N, P, K trên cây khoai lang và khoai mì (Kumar et al., 2016; Ezui et al., 2016). Đề tài được thực hiện nhằm mục tiêu: đánh giá hiệu quả hấp thu dinh dưỡng N, P, K cho cây lúa trồng trên đất phèn và phù sa ở ĐBSCL dựa vào mô hình QUEFTS.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ đông xuân 2016-2017 và vụ hè thu 2017 trên 2 nhóm đất phèn và phù sa ở ĐBSCL. Nhóm đất phèn: Phụng Hiệp, Hòn Đất, Tháp Mười, Long Mỹ, Cai Lậy; nhóm đất phù sa: Giồng Riềng, Ô Môn, Bình Minh, Chợ Mới, Thới Lai. Ở mỗi địa điểm có 6 ruộng thí nghiệm.

[1] Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ
Email: lvdang@ctu.edu.vn

Giống lúa sử dụng cho thí nghiệm là giống lúa OM 5451. Phân bón sử dụng cho thí nghiệm: urê (46% N), supe lân (16% P_2O_5) và kali clorua (60% K_2O).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm nông hộ (on farm-research) được thực hiện trên 2 nhóm đất: phèn và phù sa, với 60 ruộng nông dân trên hai vụ đông xuân 2016-2017 và hè thu 2017, mỗi nhóm đất có 30 ruộng, mỗi ruộng là một lần lặp lại. Các nghiệm thức thí nghiệm được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Nghiệm thức thí nghiệm

STT	Nghiệm thức	Mô tả
1	NPK	Lô bón đầy đủ (N, P, K): phân đạm, lân và kali được bón theo lượng khuyến cáo để đảm bảo rằng những dinh dưỡng này không làm giới hạn năng suất.
2	NP	Lô khuyết kali (0-K): không bón phân kali, nhưng phân đạm và lân vẫn được bón đủ để đảm bảo rằng những dinh dưỡng đa lượng ngoài kali không làm giới hạn năng suất.
3	NK	Lô khuyết lân (0-P): không bón phân lân, nhưng phân đạm và kali vẫn được bón đủ để đảm bảo rằng những dinh dưỡng đa lượng ngoài lân không làm giới hạn năng suất.
4	PK	Lô khuyết đạm (0-N): không bón phân đạm, nhưng phân lân và kali vẫn được bón đủ để đảm bảo rằng những dinh dưỡng đa lượng ngoài đạm không làm giới hạn năng suất.
5	FFP	Lô bón phân NPK theo công thức của nông dân tại vùng nghiên cứu, được xác định nhờ vào điều tra lượng phân bón trong 2 năm gần nhất.

2.2.2. Công thức và thời gian bón phân cho thí nghiệm

Bảng 2. Thời kỳ và liều lượng phân bón cho thí nghiệm

Ngày bón	Lượng phân (%)		
	N	P_2O_5	K_2O
10 NSKS	30	100	50
20 NSKS	40	0	0
40 NSKS	30	0	50

NSKS: Ngày sau khi sạ

Công thức phân bón cho thí nghiệm vụ đông xuân: 100 N – 40 P_2O_5 – 30 K_2O và vụ hè thu: 80 N – 60 P_2O_5 – 30 K_2O (kg/ha). Đối với lô nghiệm thức bón phân theo công thức của nông dân được xác định từ kết quả điều tra lượng phân bón của nông dân trong 2 năm gần nhất; lượng phân bón được xác định ở vụ đông xuân: 120 N – 65 P_2O_5 – 35 K_2O và vụ hè thu: 100 N – 55 P_2O_5 – 30 K_2O (kg/ha). Thời gian và liều lượng bón phân được trình bày trong bảng 2.

2.2.3. Phương pháp thu và phân tích mẫu rơm và hạt

Trên mỗi lô thí nghiệm lấy ngẫu nhiên khoảng 20 cây bao gồm (than, lá, hạt). Mẫu sau khi thu thập được để vào túi giấy có lỗ thoát hơi và sấy khô ở 70°C đến khi khối lượng không thay đổi. Phương pháp xác định hàm lượng N, P, K có trong rơm và hạt lúa được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3. Phương pháp xác định N, P, K có trong rơm và hạt lúa

Dưỡng chất	Công phá mẫu	Phương pháp xác định*
N	6 g salicylic axit + 18 ml nước khử khoáng + 100 ml H_2SO_4 96%, H_2O_2 được sử dụng để oxy hóa	Chưng cất Kjeldhal
P		So màu trên quang phổ
K		Đo trên máy hấp thu nguyên tử

Ghi chú: Theo phương pháp của Walsh and Beaton (1973).

2.2.4. Một số thông số sử dụng trong mô hình QUEFTS

Theo Sattari et al. (2014) các thông số được sử dụng trong mô hình QUEFTS bao gồm: IE (Internal Efficiency), RIE (Reciprocal Internal Efficiency), HI (Harvest Index) và HI_{NPK} (Nutrient Harvest Index).

Hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE): là năng suất hạt tính bằng kg/ha (độ ẩm 14%) được tạo ra trên

lượng tổng hấp thu dưỡng chất N, P, K tương ứng (sinh khối khô).

$$IE_{N/P/K} = \frac{Y}{U_{N/P/K}}$$

Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (RIE): là lượng tổng hấp thu dưỡng chất (sinh khối khô) cần thiết để sản xuất 1.000 kg hạt.

$$RIE_{N/P/K} = \frac{U_{N/P/K}}{Y} \times 1000$$

Chỉ số thu hoạch (HI):

$$HI = \frac{Y}{DM}$$

Chỉ số thu hoạch của dưỡng chất (HI_{NPK}) cho từng dưỡng chất:

$$HI_{N/P/K} = \frac{Y_{N/P/K}}{U_{N/P/K}}$$

Trong đó: Y là năng suất hạt; DM là tổng sinh khối khô; $Y_{N/P/K}$ là hàm lượng N, P và K tích lũy trong hạt tương ứng; $U_{N/P/K}$ là tổng hấp thu N, P và K tương ứng.

2.2.5. Xây dựng và phát triển mô hình QUEFTS

Xây dựng và phát triển mô hình QUEFTS được thực hiện theo tài liệu nghiên cứu của Sattari et al. (2014), gồm 4 bước chính. Các bước thực hiện được mô tả ngắn gọn như sau:

(i) Sàng lọc bộ dữ liệu đầu vào: các yếu tố giới hạn bởi các tác nhân sinh học và phi sinh học sẽ bị loại trừ. Do đó, chỉ số thu hoạch thấp hơn 0,4 sẽ phải loại bỏ trước khi đưa vào sử dụng trong mô hình QUEFTS.

(ii) Xác định đường biên giữa năng suất hạt và hấp thu dưỡng chất. Độ dốc của hai đường biên sẽ đại diện cho tích lũy tối đa (maximum accumulation: a) và hòa loãng tối đa (maximum dilution: d) của từng nguyên tố cụ thể.

(iii) Mô phỏng đường cong (parabol) bằng phương trình tuyến tính nhu cầu hấp thu dưỡng chất của N, P, K tại điểm cân bằng ở các khoảng năng suất tiềm năng khác nhau.

(iv) Xác định nhu cầu hấp thu dinh dưỡng N, P, K cho các năng suất mục tiêu cụ thể.

2.2.6. Xử lý và đánh giá số liệu

Phần mềm Microsoft Excel version 2010 được sử dụng để tổng hợp, tính toán số liệu và vẽ đồ thị.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Một số thông số đầu vào của mô hình QUEFTS

3.1.1. Năng suất, hàm lượng và hấp thu dinh dưỡng của lúa

Bảng 4. Các dữ liệu đầu vào của mô hình QUEFTS

Nhóm đất	Thông số		Đơn vị	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	25% quartile	Trung vị	75% quartile	Max
Đất phù sa (n=300)	Năng suất hạt		t/ha	5,20	1,39	1,99	4,33	5,14	6,06	9,01
	Chỉ số thu hoạch		g/g	0,47	0,07	0,27	0,43	0,48	0,52	0,68
	Hạt	N	g/kg	11,2	1,45	2,43	10,64	11,2	12,0	15,5
		P		2,26	0,45	0,57	2,07	2,25	2,49	3,67
		K		2,78	0,58	1,00	2,46	2,78	3,03	4,98
	Rơm	N	g/kg	6,71	1,52	2,34	5,92	6,50	7,79	13,5
		P		1,37	0,41	0,48	1,03	1,36	1,66	2,92
		K		15,0	2,13	9,55	13,7	14,3	16,6	21,5
	Tổng hấp thu	N	kg/ha	98,4	28,2	32,4	79,3	95,4	116	195
		P		19,6	5,28	6,90	15,6	19,4	23,7	32,9
		K		103,9	36,9	40,1	80,3	100,2	120,9	313
	Chỉ số thu hoạch dưỡng chất	N	kg/kg	0,60	0,09	0,28	0,54	0,61	0,65	0,86
		P		0,60	0,09	0,30	0,55	0,60	0,65	0,86
		K		0,15	0,05	0,04	0,11	0,15	0,17	0,31

Đất phèn (n=300)	Năng suất hạt		t/ha	4,36	1,24	1,41	3,32	4,29	5,50	7,12
	Chỉ số thu hoạch		g/g	0,47	0,08	0,22	0,42	0,48	0,53	0,67
	Hạt	N	g/kg	11,0	1,79	4,48	10,20	11,1	12,0	15,1
		P		2,16	0,48	0,70	1,95	2,25	2,49	3,40
		K		2,72	0,53	1,25	2,42	2,76	2,99	5,21
	Rơm	N	g/kg	6,66	1,88	2,64	5,81	6,35	6,88	14,3
		P		1,42	0,43	0,52	1,03	1,48	1,77	2,48
		K		14,6	2,01	10,5	13,6	14,2	15,3	21,5
	Tổng hấp thu	N	kg/ha	79,9	20,0	38,8	65,0	78,5	95	149
		P		16,5	5,77	4,49	11,8	15,5	20,9	34,0
		K		82,8	18,8	40,6	68,8	82,5	93,3	144
	Chỉ số thu hoạch dưỡng chất	N	kg/kg	0,59	0,09	0,34	0,53	0,61	0,66	0,84
		P		0,58	0,10	0,28	0,52	0,58	0,64	0,82
		K		0,15	0,05	0,05	0,11	0,14	0,18	0,32

Kết quả trong bảng 4 cho thấy, năng suất lúa trên đất phù sa dao động từ 1,99 tấn/ha đến 9,01 tấn/ha và năng suất lúa trên đất phèn dao động từ 1,41 tấn/ha đến 7,12 tấn/ha. Năng suất hạt biến động khá lớn giữa các địa điểm nghiên cứu trên cùng một nhóm đất cũng như do tác động bởi mùa vụ canh tác. Hấp thu N trong hạt lúa cao hơn so với hấp thu N trong rơm; tương tự như N, hấp thu P trong hạt cao hơn so với trong rơm. Trong khi đó, hấp thu K trong hạt lại thấp hơn trong rơm. Chỉ số thu hoạch lúa trên cả hai nhóm đất nghiên cứu đều gần bằng 0,5 (để tạo ra 1 tấn hạt cần 1 tấn rơm). Tổng hấp thu N, P, K của lúa trồng trên đất phù sa cao hơn so với tổng hấp thu N, P, K của lúa trồng trên đất phèn. Cụ thể, hấp thu N, P, K của lúa trên đất phù sa theo thứ tự là: 98,4 – 19,6 – 103,9 và trên đất phèn là: 79,9 – 16,5 – 82,8 (kg/ha). Điều này được giải thích là do có sự chênh lệch về năng suất hạt và rơm giữa hai nhóm đất, đưa đến tổng hấp thu có sự khác biệt. Chỉ số thu hoạch của các dưỡng chất không có sự chênh lệch lớn giữa hai nhóm đất nghiên cứu. Theo nghiên cứu của Lê Văn Dang và ctv. (2018) hấp thu N, P trong hạt cao hơn so với hấp thu K và đối với rơm thì ngược lại. Theo Witt et al. (1999) mùa vụ và địa điểm canh tác sẽ ảnh hưởng đến năng suất của lúa. Chỉ số thu hoạch dưỡng chất N, P, K trong nghiên cứu thấp có sự tương đồng với các nghiên cứu trước đây, chỉ số thu hoạch dưỡng chất N, P, K trong nghiên cứu khoảng: 0,60 – 0,60 – 0,15 (kg/kg) so với: 0,59-0,66-0,17 (kg/kg) (Witt et al., 1999).

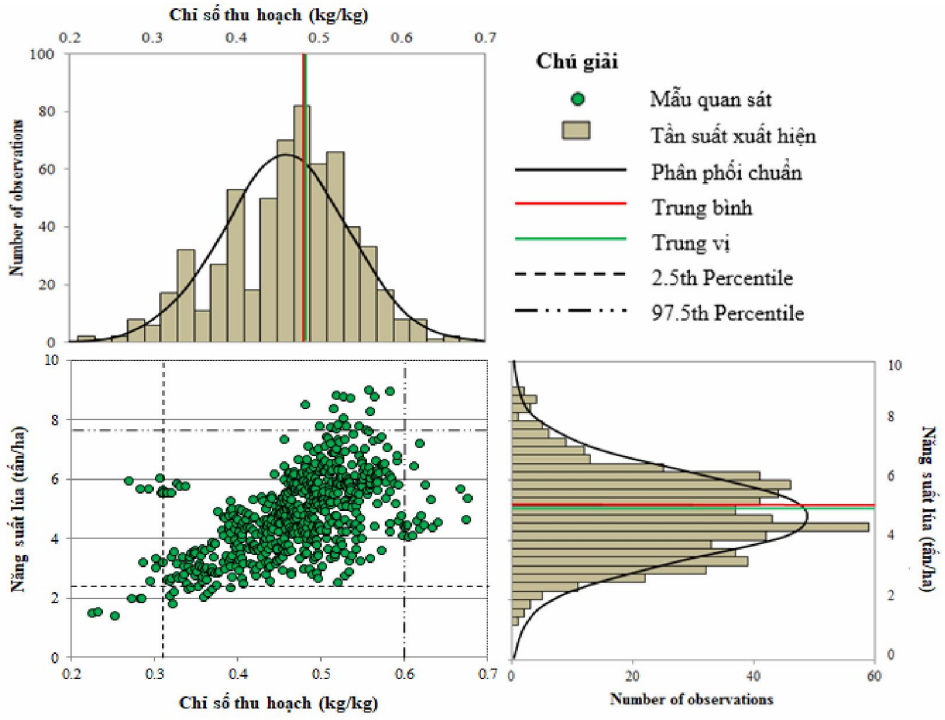
3.1.2. Hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE) và hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (RIE) của dưỡng chất N, P, K

Hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE) là mối quan hệ giữa năng suất hạt và hấp thu dưỡng chất trong cây lúa (kg hạt/kg N, P hoặc K hấp thu) được trình bày trong bảng 5. Hiệu quả hấp thu dưỡng chất của lúa trên hai nhóm đất nghiên cứu ít có sự chênh lệch lớn. Cụ thể, giá trị IE trên đất phù sa là: 54 – 275 – 53 (kg/kg) và IE trên đất phèn là: 54 – 293 – 54 (kg/kg), theo thứ tự N, P, K. Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (RIE) được định nghĩa là lượng dưỡng chất cần để sản xuất ra một tấn hạt (Das et al., 2009). Tương tự với IE, giá trị RIE trên cây lúa không có sự khác biệt lớn giữa hai nhóm đất nghiên cứu. Để tạo ra 1 tấn hạt cây lúa cần hấp thu lượng dưỡng chất N, P, K từ đất và phân bón khoảng: 19 kg N, 4 kg P và 20 kg K. Nhìn chung, giá trị IE trong nghiên cứu này thấp hơn so với các kết quả nghiên cứu khác trên cây lúa. Theo Witt et al. (1999) giá trị IE- N, P, K của cây lúa trồng ở châu Á là: 66 – 371 – 66 (kg/kg). Ngược lại với giá trị IE, giá trị RIE-N, P, K trong nghiên cứu cao hơn so với các nghiên cứu trước đây.

Bảng 5. Dữ liệu về giá trị IE và RIE của cây lúa

Nhóm đất	Thông số	Nguyên tố	Trung bình	Độ lệch chuẩn	Min	25% quartile	Trung vị	75% quartile	Max
Đất phù sa (n=300)	Hiệu quả hấp thu dưỡng chất	N	54	11	30	48	54	60	115
		P	275	71	118	224	265	315	696
		K	53	16	19	43	53	62	116
	Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo	N	19	4,1	8,7	17	18	21	33
		P	3,88	1,0	1,44	3,18	3,77	4,45	8,48
		K	21	6,9	8,6	16	19	24	53
Đất phèn (n=300)	Hiệu quả hấp thu dưỡng chất	N	54	12	26	47	53	59	120
		P	293	92	145	231	275	335	613
		K	54	15	20	41	52	64	103
	Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo	N	19	4,2	8	17	19	21	39
		P	3,71	1,05	1,63	2,98	3,64	4,34	6,9
		K	20,4	6,53	9,67	15,6	19,1	24,4	50,3

3.2. Sàng lọc dữ liệu đầu vào trước khi đưa vào sử dụng trong mô hình QUEFTS



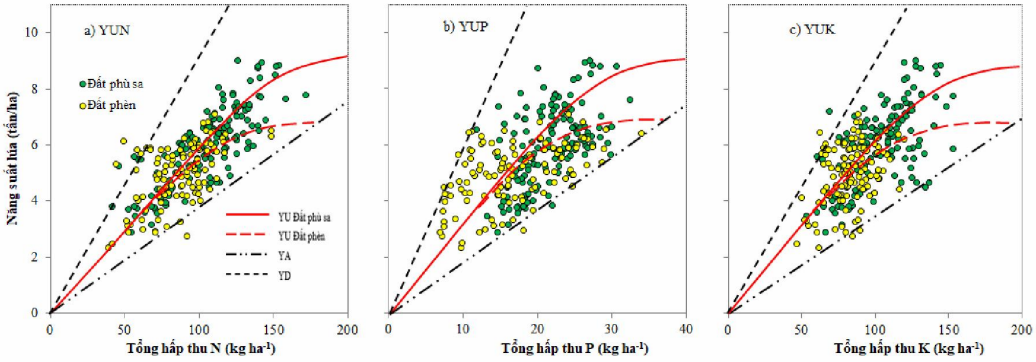
Hình 1. Sàng lọc bộ dữ liệu đầu vào trước khi đưa vào sử dụng trong mô hình QUEFTS

Theo Bello et al. (2019) các yếu tố giới hạn bởi các tác nhân sinh học và phi sinh học sẽ bị loại trừ khỏi mô hình. Do đó, chỉ số thu hoạch thấp hơn 0,4 sẽ phải loại bỏ trước khi đưa vào sử dụng trong mô hình QUEFTS. Kết quả ở hình 1 cho thấy, chỉ số thu hoạch trung bình trong nghiên cứu là 0,47. Năng suất hạt trung bình ở cả hai nhóm đất là khoảng 5 tấn/ha. Các giá trị IE trong mô hình QUEFTS cho cây lúa được đề xuất là aN = 42, dN = 72, aP = 199, dP = 441, aK = 38 và dK = 82. Dữ liệu được sàng lọc sẽ loại bỏ các giá trị nhỏ hơn giới hạn dưới của IE – 2,5% IE và các giá trị lớn hơn giới hạn trên của IE – 97,5% IE. Tuy nhiên, các giá trị của dN, dP và dK trong

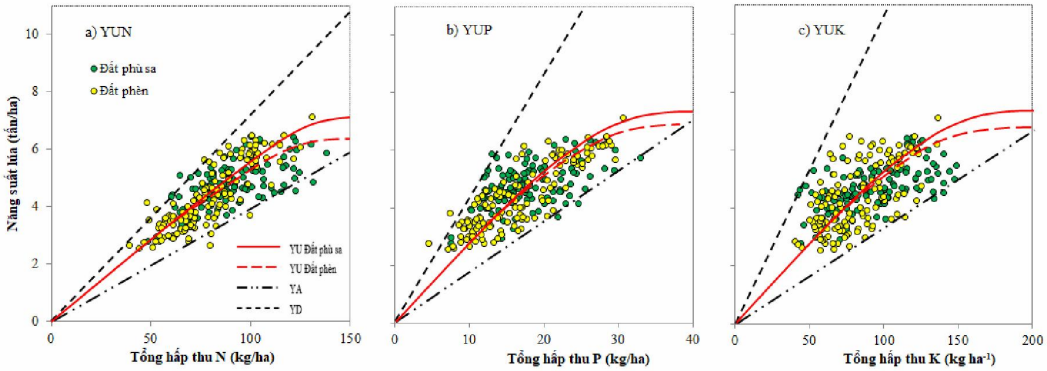
nghiên cứu này thấp hơn so với nghiên cứu của Das et al. (2009) và Witt et al. (1999).

3.3. Dữ liệu mô phỏng cho mô hình QUEFTS

Mô hình QUEFTS thể hiện mối quan hệ giữa tiềm năng năng suất và khả năng hấp thu dưỡng chất của cây trồng, mô hình được xây dựng và đề xuất bởi Janssen et al. (1990) để xác định khả năng hấp thu dưỡng chất NPK và mô phỏng năng suất bắp trồng ở vùng nhiệt đới. Kết quả trong hình 2 cho thấy, giữa năng suất hạt và tổng hấp thu dinh dưỡng của lúa có mối quan hệ chặt chẽ, khi năng suất gia tăng sẽ gia tăng hấp thu N, P, K trong cây lúa. Kết quả ước đoán năng suất lúa cho vụ đông xuân trên nhóm đất phù sa (9,0 tấn/ha) và đất phèn (7,0 tấn/ha) luôn đạt cao hơn so với năng suất lúa trên đất phù sa (7,0 tấn/ha) và đất phèn (6,5 tấn/ha) ở vụ hè thu. Tuy nhiên, trong cùng vụ hè thu sự chênh lệch về năng suất giữa đất phù sa và đất phèn là không nhiều.



Vụ đông xuân 2016-2017



Vụ hè thu 2017

Hình 2. Mối quan hệ giữa năng suất hạt và tổng hấp thu dưỡng chất N, P, K của cây lúa

Bảng 6. Phương trình tham số để xác định mối quan hệ giữa năng suất lúa và tổng hấp thu N, P, K

Dưỡng chất	Giá trị của hằng số			Phương trình	
	a	d	r	YA	YD
N	42	72	12	YNA= aN x (UN - rN)	YND= dN x (UN - rN)
P	199	441	2	YPA= aP x (UP - rP)	YPD= dP x (UP - rP)
K	38	82	12	YKA= aK x (UK- rK)	YKD= dK x (UK - rK)

Ghi chú: Ký hiệu a, d, r là hằng số trong phương trình; hằng số a (giới hạn dưới của IE – 2,5% IE) và d (giới hạn trên của IE – 97,5% IE) xác định độ dốc đường biên tương ứng khi r không đổi; r là hấp thu dưỡng chất tối thiểu để tạo ra năng suất hạt.

Theo Janssen et al. (1990) để xác định được mối quan hệ giữa năng suất của cây trồng và tổng hấp thu dưỡng chất trong cây cần dựa vào các phương trình tham số. Phương trình tham số để xác định tiềm

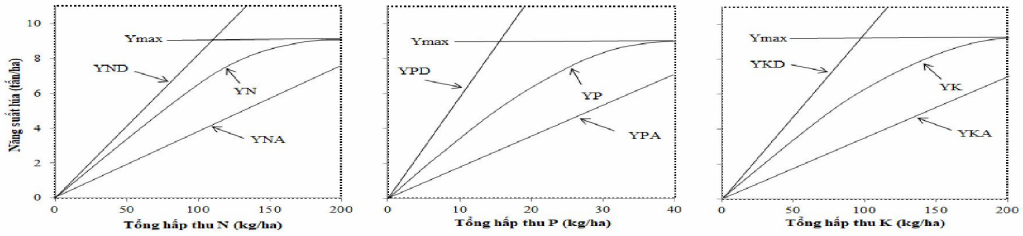
năng năng suất của lúa và tổng hấp thu dưỡng chất được trình bày trong bảng 6.

Bảng 7. Các giá trị để xác định nhu cầu hấp thu NPK của cây lúa

SN	75	SP	12	SK	73
UN(P)	71	UP(N)	11,7	UK(N)	68,5
UN(K)	72,3	UP(K)	12,0	UK(P)	69,3
YNA	2531	YPA	1934	YKA	2146
YND	4339	YPD	4285	YKD	4631
YNP	3560	YPN	3283	YKN	3472
YNK	3671	YPK	3316	YKP	3348
YE	3442				

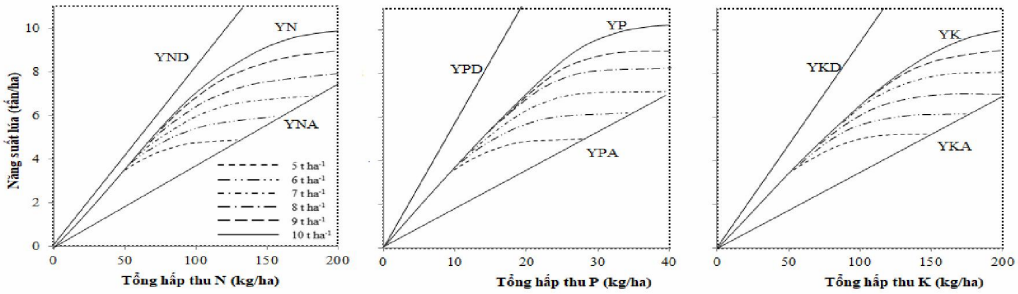
Mô phỏng dữ liệu đất trồng lúa theo mô hình QUEFTS được thể hiện với phạm vi năng suất tương ứng cho từng dưỡng chất N, P và K (Hình 3). Dựa theo cách tính của Janssen et al. (1990) để xác định phạm vi giữa năng suất và hấp thu dưỡng chất N, P, K bao gồm: giới hạn trên và giới hạn dưới, với giới hạn có năng suất nhỏ nhất sẽ được chọn. Do đó, YPD thay vì YKD được lấy làm giá trị tối đa cho đường cong parabôn. Tương tự, YPA được thay thế cho YKA làm giá trị tối thiểu cho đường cong parabôn.

Trên đất trồng lúa ở ĐBSCL các đường cong mô phỏng tiềm năng năng suất lúa sẽ nhỏ hơn 10 tấn/ha (vì năng suất tối đa là 10 tấn/ha) (Hình 3). Các giá trị cho YNP, YNK, YPN, YPK, YKN và YKP lần lượt là 3.560, 3.671, 3.283, 3.316, 3.472, 3.348 kg/ha (Bảng 7). Năng suất lúa trồng ở ĐBSCL được mô phỏng bởi mô hình QUEFTS đạt giá trị cân bằng tại giá trị là: 3.442 kg/ha.



Hình 3. Mối quan hệ giữa các khoảng năng suất hạt với nhu cầu hấp thu N, P, K được mô phỏng bởi mô hình QUEFTS

Ghi chú: YNA: Năng suất khi hấp thu N tích lũy tối đa trong lúa; YND: Năng suất khi hấp thu N hòa loãng tối đa trong lúa; hằng số aN (giới hạn dưới của IE – 2,5% IE) và dN (giới hạn trên của IE – 97,5% IE) xác định độ dốc đường biên tương ứng khi rN không đổi; r là hấp thu dưỡng chất tối thiểu để tạo ra năng suất hạt; tương tự với chú giải YPA, YPD cho các giá trị YPA, YPD, YKA và YKD; Ymax: là tiềm năng năng suất tối đa có thể đạt được của lúa.



Hình 4. Năng suất tiềm năng của lúa được mô phỏng bởi mô hình QUEFTS

Ghi chú: YND, YPD và YKD là năng suất đạt được ở giới hạn pha loãng tối đa các dưỡng chất N, P và K; YNA, YPA và YKA là năng suất đạt được ở giới hạn tích lũy dưỡng chất N, P và K; độ dốc của các giới hạn được tính bằng cách loại trừ 2,5 (a) và 97,25 (d) của bộ số liệu đầu vào, với n=600. Đường biểu diễn YN, YP và YK mô phỏng cho năng suất dựa vào hấp thu N, P và K.

Mô hình QUEFTS được sử dụng để mô phỏng nhu cầu hấp thu dưỡng chất N, P, K của cây lúa trồng trên đất phèn và đất phù sa ở ĐBSCL. Kết quả nghiên cứu cho thấy, năng suất tiềm năng của lúa có giá trị dao động từ 5 đến 10 tấn/ha (Hình 4). Kết quả ở hình 4 cho thấy, các đường cong được mô phỏng

bởi mô hình QUEFTS, mỗi đường cong thể hiện tương ứng cho từng bộ dữ liệu. Sự tương tác giữa ba dưỡng chất N, P và K ảnh hưởng đến năng suất theo định luật của Liebscher, hiệu quả sử dụng của một chất dinh dưỡng gia tăng khi các chất dinh dưỡng khác đạt ở mức cân bằng. Các chất dinh dưỡng được thể hiện qua phương trình tuyến tính cho đến khi năng suất mục tiêu đạt xấp xỉ 50-60% tiềm năng năng suất, thì nhu cầu dinh dưỡng N, P và K cần để tạo ra 1 tấn hạt là: 14,8 N, 2,8 P và 15,0 K (kg).

Kết quả ở bảng 8 cho thấy khi năng suất đạt đến 4 tấn/ha thì giá trị IE đạt cân bằng, hiệu quả hấp thu dưỡng N, P và K sẽ là: 68 N, 357 P và 67 K (kg hạt/kg dưỡng chất). Khi năng suất tăng trên 4 tấn/ha, hiệu quả hấp thu dưỡng chất sẽ giảm. So sánh các đường cong năng suất hấp thu dưỡng chất cho thấy, các đường cong của nhóm năng suất cao có độ dốc hẹp hơn, có nghĩa là để đạt tạo ra một tấn hạt khi năng suất đã vượt qua giá trị cân bằng thì cần phải hấp thu một lượng dưỡng chất N, P, K cao hơn so với khi năng suất nằm dưới giá trị cân bằng (Hình 4). Khi năng suất đạt đến mức năng suất tiềm năng, hiệu quả hấp thu dưỡng chất giảm, tổng hấp thu và hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo gia tăng. Theo nghiên cứu của Witt et al. (1999) năng suất lúa đạt giá trị cân bằng ở mức năng suất là 6 tấn/ha và để tạo ra 1 tấn hạt ở khoảng năng suất này cây lúa cần hấp thu lượng dưỡng chất N, P, K là: 14,7 – 2,6 – 14,5 (kg).

Bảng 8. Nhu cầu hấp thu dưỡng chất, hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE) và hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (RIE) của dưỡng chất N, P và K trên cây lúa được mô phỏng theo mô hình QUEFTS

Năng suất (t/ha)	Nhu cầu dưỡng chất cần hấp thu (kg/ha)			Hiệu quả hấp thu dưỡng chất (kg hạt/kg dưỡng chất)			Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (kg dưỡng chất/1 tấn hạt)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	15	3	15	68	357	67	14,8	2,8	15,0
2	30	6	30	68	357	67	14,8	2,8	15,0
3	44	8	45	68	357	67	14,8	2,8	15,0
4	59	11	60	68	357	67	14,8	2,8	15,0
5	75	15	78	67	333	64	15,0	3,0	15,6
6	91	19	96	66	324	63	15,1	3,1	16,0
7	108	23	118	65	304	59	15,4	3,3	16,9
7,5	118	25	130	64	298	58	15,7	3,4	17,3
8	131	28	145	61	288	55	16,4	3,5	18,1
8,5	148	31	163	57	272	52	17,4	3,7	19,2
9	178	40	190	51	228	47	19,7	4,4	21,1

4. KẾT LUẬN

Qua mô phỏng từ mô hình QUEFTS, hiệu quả hấp thu dưỡng chất giữa N, P và K đạt cân bằng ở tỉ lệ và mức tối ưu (IE) là: 68 N - 357 P - 67 K (kg hạt/kg), trong khoảng cân bằng này năng suất hạt gia tăng một cách tuyến tính với lượng hấp thu N, P, K khi năng suất đạt khoảng 50-60% tiềm năng năng suất. Khi năng suất càng vượt xa khỏi 4 tấn/ha thì hiệu quả hấp thu dưỡng chất N, P, K càng giảm. Ước tính năng suất cuối cùng (YE) là trung bình năng suất được tính cho các cặp dưỡng chất từ phương trình đường cong parabôn đạt 3.442 kg/ha.

Ở vụ đông xuân năng suất lúa tiềm năng (Ymax) trên đất phù sa là 9,0 tấn/ha và trên đất phèn là 7,0 tấn/ha. Ở vụ hè thu Ymax của hai loại đất này đạt thấp hơn so với đông xuân. Tuy nhiên trong cùng vụ hè thu, sự chênh lệch về Ymax giữa đất phù sa (7,0 tấn/ha) so với đất phèn (6,5 tấn/ha) là không lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bello M. S., Bassam A. L., Jibrin M. J., Alpha Y. Kamarad, Ibrahim B. Mohammedd, Jairos

Rurindae, Shamie Zingoree, Peter Craufurdf, Bernard Vanlauwed, Adam M. Adamc, Roel Merckxa (2019). Balanced nutrient requirements for maize in the Northern Nigerian Savanna: Parameterization and validation of QUEFTS model. Field Crop. Res.241, 1–12.

2. Dai J., Wang Z. H., Li F. C., He G., Wang S., Li Q., Cao H. B., Luo L. C., Zan Y. L., Meng X. Y., Zhang W. W., Wang R. H., Malhi S. S. (2015). Optimizing nitrogen input by balancing winter wheat yield and residual nitrate-N in soil in along-term dryland field experiment in the Loess Plateau of China. Field Crops Research, 181: 32–41.

3. Das D. K., Maiti D., Phathak H. (2009). Site specific nutrient management in rice in Eastern India using a modeling approach. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 83(3): 85-94.

4. Demont M., and Rutsaert P. (2017). Restructuring the Vietnamese rice sector: towards increasing sustainability. Sustainability, 9, 325; doi:10.3390/su9020325.

5. Ezui K. S., Franke A. C., Mando A., Ahiabor B. D. K., Tetteh F. M., Sogbedji J., Janssen B. H., Giller K. E. (2016). Fertiliser requirements for balanced nutrition of cassava across eight locations in West Africa. Field Crops Research, 185: 69–78.

6. Janssen B. H., Guiking, F. C. T., van der Eijk, D., Smaling, E. M. A., Wolf J. and van Reuler, H. (1990). A system for quantitative evaluation of the fertility of tropical soils (QUEFTS). Geoderma 46, 299–318.

7. Jiang W. T., Liu X. H., Qi W., Xu X. N., Zhu Y. C. (2017). Using QUEFTS model for estimating nutrient requirements of maize in the Northeast China. Plant Soil Environment, 63: 498-504.

8. Kumar P., Byju G., Singh B. P., Minhas J. S., Dua V. K. (2016). Application of QUEFTS model for site-specific nutrient management of N, P, K in sweet potato (*Ipomea batatas* L.). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 47:13-14, 1599-1611.

9. Lê Văn Dang, Ngô Ngọc Hưng, Lâm Ngọc Phương (2018). Hấp thu N, P, K và nhu cầu phân bón của lúa trồng trên đất phèn ở đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 20, trang: 11-19.

10. Linh T. B., Sleutel S., Guong V. T., Khoa L. V., Cornelis W. M. (2015). Deeper tillage and root growth in annual rice-upland cropping systems result in improved rice yield and economic profit relative to rice monoculture. Soil & Tillage Research, 154: 44-52.

11. Pathak H., Aggarwal P. K., Roetter R., Kalra N., Bandyopadhaya S. K., Prasad S., Van Keulen H. (2003). Modelling the quantitative evaluation of soil nutrient supply, nutrient use efficiency, and fertilizer requirements of wheat in India. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 65: 105–113.

12. Sattari S. Z., van Ittersum, M. K., Bouwman, A. F., Smit, A. L., Janssen, B. H. (2014). Crop yield response to soil fertility and N, P, K inputs in di□erent environments: testing and improving the QUEFTS model. Field Crop. Res.157, 35–46.

13. Shehu B. M., Lawan B. A., Jibrin J. M., Kamara A. Y., Mohammed I. B., Rurinda J., Zingore S., Craufurd P., Vanlauwe B., Adam A. M., Merckx R. (2019). Balanced nutrient requirements for maize in the Northern Nigerian Savanna: Parameterization and validation of QUEFTS model. Field Crops Research, 241: 1-12.

14. Thanh N. C. (2016). Saltwater intrusion - an evident impact of climate change in the MD and propose adaptable solutions. American Journal of Environmental and Resource Economics, 1: 1-8.

15. Walsh L. M., and J. D. Beaton (1973). Soil testing and plant analysis. Soil Sci. Am., Madison. WI, USA.

16. Witt C., Dobermann A., Abdulrachman S., Gines H. C., Wang G. H., Nagarajan R., Satawathananont S., Son T. T., Tan P. S., Tiem L. V., Simbahan G. C., Olk D. C. (1999). Internal nutrient efficiencies of irrigated lowland rice in tropical and subtropical Asia. Field Crops Research, 63: 113–138.

QUEFTS MODEL APPLICATION IN ESTIMATING INTERNAL EFFICIENCIES OF N, P, K FOR RICE GROWN IN ALLUVIAL SOILS AND ACID SULPHATE SOILS IN THE MEKONG DELTA

Le Van Dang, Ngo Ngoc Hung

Summary

This study aimed to evaluate N, P, K internal efficiencies (IE) of rice cultivation on alluvial soil and acid sulphate soil in the Mekong delta. The study was carried out in two crop seasons: dry season (DS) 2016-2017 and wet season (WS) 2017 on alluvial soil and acid sulphate soil in the Mekong delta. The database was used including: grain yield, total dry matter and nutrient uptake (n=600). The QUEFTS (Quantitative Evaluation of the Fertility of Tropical Soils) model was used to estimate the balanced nutrition at different yield potential. Result showed that, the model predicted rice grain yield increased linearly if nutrients are taken up in balanced amounts of 14.8 kg N, 2.8 kg P, and 15 kg K per 1.000 kg of grain until yield targets reached about 50–60% of the potential yield (Ymax). The average grain yield was 3,442 kg/ha, and average IE were 68, 357 and 67 kg grain per kg plant nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), respectively. The model predicted a decrease in IEs when yield targets approached Ymax. In DS, the estimated Ymax of alluvial soils and acid sulfate soils were 9.0 tha^{-1} and 7.0 tha^{-1}, respectively. However, in WS, the difference in Ymax between alluvial soils (7.0 t ha^{-1}) and acid sulphate soils (6.5 t ha^{-1}) was not large.

Keywords: *Rice, QUEFTS model, N, P, K uptake, internal efficiencies (IE), alluvial soils, acid sulphate soils.*

Người phản biện: TS. Bùi Huy Hiền

Ngày nhận bài: 22/6/2020

Ngày thông qua phản biện: 22/7/2020

Ngày duyệt đăng: 29/7/2020