



Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ

Số chuyên đề: Khoa học đất

website: sj.ctu.edu.vn



DOI:10.22144/ctu.jsi.2020.063

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH QUEFTS TRONG ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HẤP THU DƯỠNG CHẤT NPK CHO CÂY BẮP LAI TRÊN ĐẤT PHÙ SA Ở AN PHÚ - AN GIANG

Lê Phước Toàn* và Ngô Ngọc Hưng

Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Lê Phước Toàn (email: lptoan@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 21/04/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Application of QUEFTS model in evaluate uptake nutrient NPK efficiencies of hybrid maize in on alluvial soil An Phu - An Giang

Từ khóa:

Bắp lai, đất phù sa, hấp thu NPK, mô hình QUEFTS, năng suất

Keywords:

Maize hybrids, alluvial soil, NPK uptake, QUEFTS model and yield

ABSTRACT

To evaluate N, P, and K internal nutrient efficiencies of maize, on-farm experiments have been conducted alluvial soil An Phu – An Giang following the QUEFTS model. The QUEFTS model was used to estimate the nutrition at different yield potential. The database used included 560 measurements of maize yield, total dry matter and nutrient uptake. Results showed that the grain yield of maize (15,5%) on the alluvial soil of An Phu - An Giang in Winter-Spring crop ranged from 4,210 to 13,826 kg/ha compared to an average of 9,850 kg/ha. Simulating soil data of An Phu - An Giang according to QUEFTS model with linearly increased grain yield when NPK nutrient uptake is respectively 23.6 kg N, 3.73 kg P and 14.5 kg K above 1 ton of grain, when the grain yield reaches about 60-70% of the yield potential. The final yield estimated as the average yield calculated for nutrient pairs from the parabola curve equation was 7,657 kg/ha. Optimal nutrient internal efficiency (IE) (42.4 kg/kg N, 268 kg/kg P and 69.0 kg/kg K) when the yield reaches 7 tons/ha.

TÓM TẮT

Đề tài thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả hấp thu dinh dưỡng NPK cho cây bắp lai trên đất phù sa ở An Phú – An Giang theo mô hình QUEFTS (Quantitative evaluation of the fertility of tropical soils). Mô hình QUEFTS đã được sử dụng để ước tính dinh dưỡng ở các tiềm năng năng suất khác nhau. Cơ sở dữ liệu được sử dụng bao gồm 560 dữ liệu về năng suất bắp lai, tổng sinh khối khô và hấp thu dưỡng chất. Kết quả cho thấy năng suất bắp lai (âm độ 15,5%) được trồng trên đất phù sa An Phú – An Giang vụ Đông Xuân dao động từ 4.210 đến 13.826 kg/ha so với mức trung bình là 9.850 kg/ha. Mô phỏng dữ liệu đất An Phú – An Giang theo mô hình QUEFTS với năng suất hạt gia tăng tuyến tính khi dưỡng chất NPK hấp thu theo thứ tự là 23,6 kg N, 3,73 kg P và 14,5 kg K trên 1 tấn hạt, khi năng suất hạt đạt khoảng 60-70% tiềm năng năng suất. Ước tính năng suất cuối cùng là trung bình năng suất được tính cho các cặp dưỡng chất từ phương trình đường cong parabola là 7.657 kg/ha. Hiệu quả hấp thu dưỡng chất đạt mức tối ưu (IE) (42,4 kg hạt/kg N, 268kg hạt/kg P và 69,0 kg hạt/kg K) khi năng suất gia tăng đến 7 tấn/ha.

Trích dẫn: Lê Phước Toàn và Ngô Ngọc Hưng, 2020. Ứng dụng mô hình QUEFTS trong đánh giá hiệu quả hấp thu dưỡng chất NPK cho cây bắp lai trên đất phù sa ở An Phú - An Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 1-10.

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

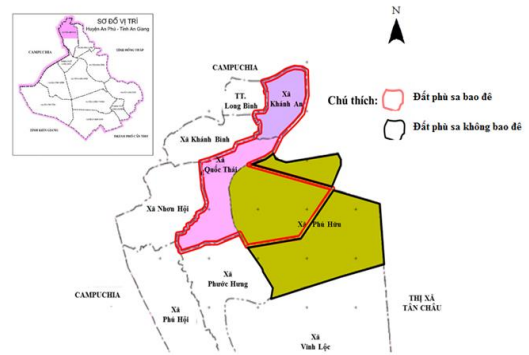
An Giang là vùng đầu nguồn của Đồng bằng sông Cửu Long chịu ảnh hưởng lớn do lũ. Ở An Giang, mùa lũ thường bắt đầu từ tháng 7, kết thúc tháng 11, độ sâu của nước từ 1 - 3,5 m (Hoa *et al.*, 2008). Thời gian lũ thường kéo dài từ 3 tháng đến 4 tháng. Để hạn chế thiệt hại từ ảnh hưởng của lũ lụt, theo xu thế phát triển của xã hội, các công trình đê bao đã dần hình thành. Tính đến năm 2015, An Giang đã có khoảng 225 km đường đê bao, bảo vệ hơn 203.000 ha đất sản xuất nông nghiệp. Canh tác bắp lai ở tỉnh An Giang đã phát triển mạnh với diện tích gieo trồng là 4.500 ha/năm, năng suất hạt trung bình đạt hơn 10,8 tấn/ha/vụ, cao hơn 1-3 tấn/ha/vụ so với tỉnh lân cận (Tapiocavietnam, 2019). Kết quả bước đầu nghiên cứu ở An Giang về ảnh hưởng của bao đê làm suy giảm đáng kể chất lượng đất, gia tăng nhu cầu phân bón và sử dụng nông được lớn hơn cho phòng trừ sâu bệnh (Huu *et al.*, 2009; Dan, 2015). Mô hình QUEFTS (Quantitative Evaluation of the Fertility of Tropical Soils) (Janssen *et al.*, 1990), thể hiện sự tương tác giữa các chất dinh dưỡng ảnh hưởng đến hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE) của N, P và K và cho phép phân biệt các mức năng suất khác nhau theo năng suất mục tiêu. Mô hình QUEFTS được sử dụng hiệu quả để định lượng nhu cầu dinh dưỡng theo năng suất mục tiêu và là công cụ hỗ trợ cho các khuyến cáo phân bón. Mô hình được phát triển cho nhiều loại cây trồng khác nhau như: lúa gạo, lúa mì, bắp... ở nhiều quốc gia khác nhau (Liu *et al.*, 2006, Buresh *et al.*, 2010, Jiang *et al.*, 2017). Đề tài thực hiện nhằm mục tiêu đánh giá hiệu quả hấp thu dinh dưỡng NPK cho cây bắp lai trên đất phù sa ở An Phú – An Giang theo mô hình QUEFTS.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện

Thí nghiệm được thực hiện vào 2 vụ Đông Xuân 2014 -2015 và 2015 - 2016 (từ giữa tháng 10 đến cuối tháng 2 năm sau).

Địa điểm: Thí nghiệm trồng bắp ngoài đồng được thực hiện trên nền đất phù sa thuộc huyện An Phú - An Giang (thuộc 3 xã Phú Hữu, Quốc Thái và Khánh An).



Hình 1: Bản đồ vùng nghiên cứu đất phù sa có đê bao và không đê bao huyện An Phú, An Giang

2.2 Phương pháp

2.2.1 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm nông hộ (on farm-research) được thực hiện trên 80 hộ nông dân ở hai vụ Đông Xuân năm 2014-2015 và 2015-2016, mỗi vụ Đông Xuân thực hiện trên 40 hộ nông dân trên nền đất phù sa huyện An Phú – An Giang (thuộc 3 xã Quốc Thái, Phú Hữu và Khánh An) với mỗi hộ là một lần lặp lại. Mỗi lặp lại gồm 7 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức thí nghiệm là 36 m² (6m x 6m). Giống bắp được sử dụng trong thí nghiệm là giống NK7328 của Công ty Syngenta được công nhận và cho sản xuất vào tháng 10/2010. Mật độ hạt gieo trồng 55.000 – 60.000 cây ha⁻¹ với 2 hột/lổ. Các nghiệm thức của thí nghiệm được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1: Các nghiệm thức của thí nghiệm

Nghiệm thức	Mô tả		
(*)NPKCaMg	Phân đạm, lân, kali, canxi và magie được bón đầy đủ theo lượng khuyến cáo.		
-N	Phân bón được bón theo công thức (*), trừ N (không bón N)		
-P	Phân bón được bón theo công thức (*), trừ P (không bón P)		
-K	Phân bón được bón theo công thức (*), trừ K (không bón K)		
FFP	Bao đê	236N – 126P ₂ O ₅ – 46K ₂ O	Thực tế bón phân của nông dân (kết quả điều tra vụ Đông Xuân)
	Không bao đê	213N – 109P ₂ O ₅ – 30K ₂ O	

Công thức phân (*): 200N - 90 P₂O₅ - 80K₂O-2000CaO - 1000MgO (kg/ha)

2.2.2 Thời kỳ và liều lượng bón phân

Công thức bón phân NPKCaMg theo khuyến cáo dùng cho thí nghiệm ở vụ Đông Xuân: 200N - 90 P₂O₅ - 80K₂O-2000CaO - 1000MgO (kg/ha) (Pasuquin *et al.*, 2014). Các thời điểm bón phân bao gồm: bón lót toàn bộ phân lân + 2 tấn CaO (ở các nghiệm thức có bón CaO), thời gian cây bắp đạt 10 ngày sau khi trồng bón 1/3 N + 1/2 KCl, giai đoạn cây đạt 20 ngày sau khi trồng bón 1/3 N + 1/2 MgO và cuối cùng khi cây bắp đạt 45 ngày sau khi trồng bón 1/3 N + 1/2 KCl+ 1/2 MgO.

2.2.3 Lấy mẫu thực vật, xác định hàm lượng và hấp thu dinh dưỡng

Năng suất và sinh khối được thu vào giai đoạn thu hoạch (R6): năng suất, sinh khối tươi thực tế của 4 hàng x 3m của mỗi nghiệm thức sau đó để tính năng suất thực tế (tấn/ha) ở ẩm độ 15,5%, sau đó mẫu thu thập (thu ngẫu nhiên 6 cây cho một nghiệm thức: lá, thân, hạt và cùi bắp) được sấy khô ở 70°C trong 72 giờ rồi tính toán ra lượng sinh khối trên hecta. Phương pháp phân tích hàm lượng dưỡng chất N, P và K trong lá, thân, hạt và cùi bắp được trình bày ở Bảng 2.

Bảng 2: Phương pháp phân tích hàm lượng dưỡng chất trong mẫu thực vật

STT	Dưỡng chất	Phương pháp xác định*	Công phá mẫu
1	N tổng số	Chung cất Kjeldhal	6g salicylic acid + 18ml nước khử khoáng + 100ml H ₂ SO ₄ 96%, H ₂ O ₂
2	P tổng số	So màu trên quang phổ	
3	K	Đo trên máy hấp thu nguyên tử	được sử dụng để oxy hóa

Ghi chú: Phương pháp xác định các dưỡng chất tham khảo theo Walsh and Beaton (1973)

Tổng hấp thu N, P, K trong cây được tính toán vào cuối vụ dựa vào sinh khối (lá, thân, hạt và cùi) và hàm lượng dưỡng chất (N, P₂O₅, K₂O) của từng bộ phận.

2.2.4 Đánh giá các chỉ tiêu hấp thu dinh dưỡng

Các chỉ tiêu khảo sát 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 (điều chỉnh độ ẩm 15,5%) được tạo ra trên lượng tổng hấp thu dưỡng chất NPK 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 1000 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:

$$HI_{N/P/K} = \frac{Y_{N/P/K}}{U_{N/P/K}} \quad (\text{Liu et al., 2006})$$

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

2.2.5 Ước lượng năng suất dựa vào hấp thu NPK theo mô hình QUETS

Xây dựng mô hình QUETS được thực hiện bốn bước:

Bước 1: ước tính khả năng cung cấp tiềm năng của dưỡng chất N, P và K.

$$SN = INS + RFN \times FN$$

Trong đó: S là nguồn cung cấp dinh dưỡng tiềm năng (kg/ha); INS - hấp thu của nghiệm thức bón khuyết N nhưng cung cấp đủ P và K; RFN - hiệu suất sử dụng phân đạm; FN - lượng phân đạm bón.

Khả năng cung cấp tiềm năng của dưỡng chất P và K được tính tương tự.

Bước 2: ước tính lượng hấp thu thực tế cho từng dưỡng chất (UN, UP, UK), được tính dựa vào khả năng cung cấp dinh dưỡng bản địa (SN, SP, SK).

$$U1 = S1 - \frac{0.25[S1 - r1 - (S2 - r2)(a2/d1)]^2}{(S2 - r2)(d2/a1 - a2/d1)}$$

Với U là lượng hấp thu thực tế cho từng dưỡng chất (UN, UP, UK) (kg/ha); S - nguồn cung cấp dinh dưỡng tiềm năng; hằng số a - giới hạn dưới của IE - 2,5% IE; hằng số d - giới hạn trên của IE - 97,5% IE; r được định nghĩa là hấp thu dưỡng chất tối thiểu để tạo ra bất kỳ năng suất hạt có thể đo lường.

Bước 3: ước tính năng suất thu được cho từng dưỡng chất (YND, YNA, YPD, YPA, YKD, YKA) từ UN, UP và UK, đây là mức năng suất tối thiểu và tối đa có thể đạt được với ước tính hấp thu dưỡng chất tương ứng dựa trên năng suất tiềm năng (Y_{max}) của vùng. Đồng thời ước tính năng suất được tạo ra cho từng cặp dưỡng chất (YNP, YNK, YPN, YPK, YKN, YKP).

$$YNP = YPA + \frac{2(YPD - YPA)(UN - rN - YPA/dN)}{YPD/aN - YPA/dN} - \frac{(YPD - YPA)(UN - rN - YPA/dN)^2}{(YPD/aN - YPA/dN)^2}$$

Trong đó: YNP - năng suất được tạo ra cho cặp dưỡng chất NP; YPD và YPA - năng suất thu được cho dưỡng chất P (NS tối thiểu và tối đa); UN - hấp thu thực tế của dưỡng chất N; rN hấp thu N tối thiểu để tạo ra bất kỳ năng suất hạt có thể đo lường; hằng số aN - giới hạn dưới của IE-2,5% IE; hằng số dN - giới hạn trên của IE-97,5% IE.

Năng suất ước tính cho các cặp dưỡng chất YNK, YPN, YPK, YKN và YKP được tính tương tự như cách tính của YNP.

Bước 4: Ước tính năng suất cuối cùng (ước tính năng suất kết hợp cho 3 dưỡng chất N, P và K) là giá trị trung bình năng suất ước tính được tạo ra của từng cặp dưỡng chất (YNP, YNK, YPN, YPK, YKN, YKP) (Janssen *et al.*, 1990).

Tiếp cận phương pháp xác định dưỡng chất ở các tiềm năng năng suất khác nhau được thực hiện theo Witt *et al.* (1999) bao gồm các bước sau:

(i) Sàng lọc dữ liệu có chỉ số thu hoạch HI nhỏ hơn 0,4 để loại bỏ những dữ liệu stress sinh học, ảnh hưởng của các điều kiện tác động làm thay đổi quá trình tạo hạt ...

(ii) Mọi quan hệ giữa năng suất hạt và làm lượng dưỡng chất trong thực vật được thể hiện trong dự đoán của mô hình QUEFTS bằng phương trình tuyến tính - parabol, phương trình phụ thuộc vào tiềm năng năng suất tối đa được thiết lập cho vùng và hệ số a (tích lũy dưỡng chất tối đa) và d (pha loãng dinh dưỡng tối đa) (Witt *et al.*, 1999). Các hệ số a và d (Percentile) được sử dụng là tỷ lệ phần trăm 2,5th và 97,5th của IE đo được. Mô hình dự đoán là phương trình tuyến tính lên tới khoảng 60-70% tiềm năng năng suất, điều này hiếm khi vượt quá theo kết luận trong nghiên cứu của Setiyono *et al.* (2010). Trong nghiên cứu này, yêu cầu hấp thu chất dinh dưỡng và hiệu quả sử dụng phân bón đã được thực hiện cho năng suất hạt đạt từ 4.000 đến 14.000 kg/ha.

- Ước tính năng suất tối thiểu và tối đa có thể đạt được cho từng dưỡng chất N, P và K.

$$YNA = aN \times (UN - rN)$$

$$YND = dN \times (UN - rN)$$

Đối với dưỡng chất P và K được tính tương tự.

- Ước tính năng suất được tạo ra cho từng cặp dưỡng chất (YNP, YNK, YPN, YPK, YKN, YKP).

2.2.6 Phân tích và thống kê số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel để xử lý số liệu và phần mềm SPSS để phân tích thống kê thí nghiệm.

3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1 Năng suất hạt, hàm lượng và hấp thu dưỡng chất

Năng suất bắp lai (15,5% ẩm độ) được trồng trên đất phù sa An Phú – An Giang trong hai mùa vụ ĐX 14-15 và ĐX 15-16, dao động từ 4.210 đến 13.826 kg/ha so với mức trung bình là 9.850 kg/ha (Bảng 3). Chỉ số thu hoạch (HI) dao động trong khoảng 0,45-0,63 (g/g) so với giá trị trung bình là 0,54 (g/g). Trong hạt có hàm lượng dinh dưỡng N cao hơn so với P và K, hàm lượng trung bình trong hạt là 18,4 g/kg N, 2,48 g/kg P và 3,98g/kg K (trọng lượng khô). Trong khi đó, hàm lượng dinh dưỡng trong sinh khối khô (lá, thân và cùi) là 10,4 g/kg N, 1,56 g/kg P và 11,7 g/kg K. Kết quả nghiên cứu được thực hiện trên phạm vi hẹp (đất phù sa An Phú – An Giang) nên độ lệch chuẩn cho giá trị năng suất hạt của thí nghiệm chỉ đạt 2.151 kg/ha, cũng như độ lệch chuẩn của các thông số khác là không lớn. So với kết quả của Setiyono *et al.* (2010), năng suất hạt bắp (15,5% ẩm độ) ở Nebraska và Đông Nam Á dao động từ 3.000 đến 19.000 kg/ha so với trung bình 12.000 kg/ha và độ lệch chuẩn là 4.140 kg/ha và hàm lượng chất dinh dưỡng của nghiên cứu này được đánh giá rất khác nhau ở cả hạt và thân cây do điều kiện môi trường, phạm vi thực hiện rộng. Hàm lượng K trung bình trong sinh khối (lá, thân và cùi) của đất An Phú – An Giang (10,9 g/kg K) thấp hơn so với vùng Nebraska (23,7 g/kg K) và có sự tương đồng với khu vực Đông Nam Á (11,2 g/kg K) (Setiyono *et al.*, 2010). Các chỉ số thu hoạch dưỡng chất N, P và K trung bình lần lượt là 0,67, 0,68 và 0,24.

Bảng 3: Dữ liệu thống kê (n=560) về năng suất, hàm lượng và hấp thu dưỡng chất từ thí nghiệm ngoài đồng trên đất phù sa An Phú – An Giang, ĐX 14-15 và 15-16

Thông số	Đơn vị	Trung bình	^a SD	^b Min	25% quartile	Median	75% quartile	^c Max
Grain yield	(kg/ha)	9.851	2.151	4.210	9.398	10.560	11.156	13.826
^d HI	(g/g)	0,54	0,03	0,45	0,53	0,54	0,56	0,63
Hạt	N	15,9	1,87	9,42	14,6	16,1	17,4	22,3
	P	5,35	1,07	2,03	4,67	5,42	5,99	9,42
	K	3,81	0,76	1,63	3,32	3,80	4,29	7,05
Sinh khối (lá, thân, củi)	N	10,7	1,27	6,94	9,82	10,8	11,5	14,8
	P	1,82	0,40	0,78	1,57	1,83	2,03	3,45
	K	10,9	1,39	5,68	9,94	10,8	11,8	16,6
Hấp thu	N	234	59,2	84,3	211	244	277	411
	P	36,9	10,1	10,7	30,3	38,1	44,4	58,1
	K	144	37,5	44,7	128	150	171	228
Chi số thu hoạch (HI)	N	0,67	0,12	0,41	0,59	0,64	0,72	1,19
	P	0,68	0,24	0,16	0,53	0,61	0,76	2,12
	K	0,24	0,09	0,07	0,18	0,21	0,26	0,75

^aSD= độ lệch chuẩn; ^bMin=Minimum; ^cMax=Maximum; ^dHI=Harvest index (chi số thu hoạch)

Theo Niên giám thống kê (năm 2005 đến 2018), từ mười ba năm liên tục ghi nhận rằng năng suất hạt bắp của An Giang là cao nhất trong số 13 tỉnh ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Ở An Giang, năng suất trung bình năm 2018, cao tới 8,1 tấn/ ha. Đất ở An Giang là môi trường thuận lợi nhất cho canh tác bắp ở ĐBSCL. Các thí nghiệm được thực hiện tại huyện Tân Châu, tỉnh An Giang năm 2006 cũng cho thấy năng suất được ghi nhận là 9,85 tấn/ha vào mùa khô và 8,58 tấn/ha vào mùa mưa (Khuong *et al.*, 2008).

3.2 Hiệu quả hấp thu dưỡng chất IE và hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo RIE của dưỡng chất NPK

Mối quan hệ giữa năng suất hạt và hấp thu dưỡng chất trong thực vật là hiệu quả hấp thu dưỡng chất IE (kg hạt/kg hấp thu N, P hoặc K) được thể hiện trong Bảng 4. Hiệu quả hấp thu dưỡng chất trung bình không khác nhiều so với giá trị trung vị (N: 42,9 so với 42,1 kg/kg; P: 275 so với 266 kg/kg; K: 70,2 so với 69,2 kg/kg). Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo được định nghĩa là lượng chất dinh

dưỡng trong cây cần để sản xuất 1000 kg hạt. Giá trị trung bình của RIE có nghĩa là để tạo ra năng suất hạt bắp 1000 kg, các yêu cầu dinh dưỡng N, P và K trong thực vật trung bình lần lượt là 23,6 kg N, 3,73 kg P và 14,5 kg K.

Kết quả của IE phù hợp với nghiên cứu của Liu *et al.* (2006), trong các thí nghiệm thực địa được thực hiện từ năm 1985 đến năm 1995 tại năm khu vực của Trung Quốc, IE trung bình là N-42 kg/kg, P-255 kg/kg và K-51 kg/kg và tương đương với nhu cầu dinh dưỡng trong cây để tạo ra năng suất hạt bắp 1000 kg là: 23,6 kg N, 3,9 kg P và 19,8 kg K. Tuy nhiên, so với kết quả nghiên cứu của Setiyono *et al.* (2010) cho giá trị IE cao hơn nhiều (N-54 kg/kg, P-400 kg/kg và K-56 kg/kg). Sự khác biệt giữa các nghiên cứu này được Setiyono *et al.* (2010) giải thích do hai nguyên nhân: (i) có nhiều giống bắp được sử dụng trong nghiên cứu của họ ở nhiều địa điểm khác nhau và (ii) năng suất của vùng thí nghiệm cao hơn và có ít stress sinh học trong thí nghiệm của họ, hầu hết đều được tưới tiêu.

Bảng 4: Hiệu quả hấp thu dưỡng chất IE và hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo RIE của dưỡng chất NPK trên cây bắp ở An Phú, ĐX 14-15 và 15-16

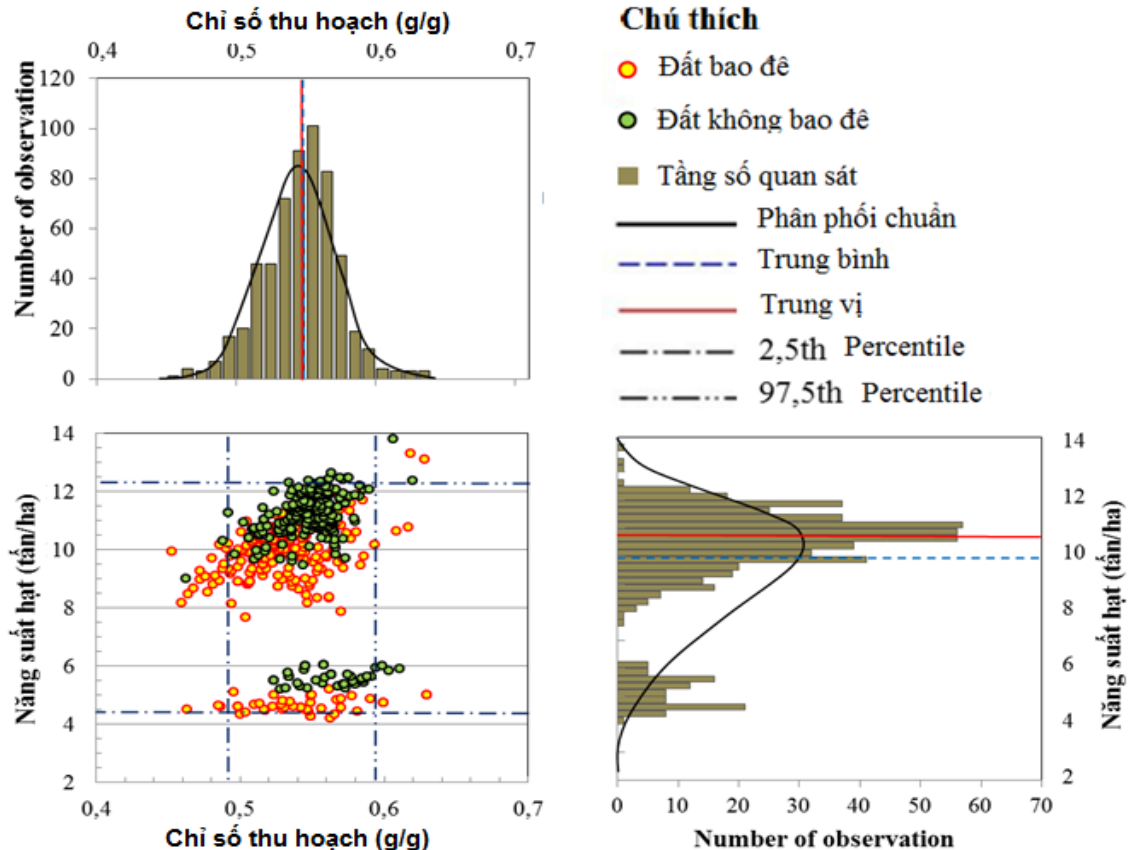
Tham số		^a TB	^b SD	^c Min	25% ^e quartile	Trung vị	75% ^e quartile	^d Max
Hiệu quả hấp thu dưỡng chất	N	42,9	4,40	31,7	39,9	42,1	45,4	66,6
	P	275	45,3	170	243	266	303	446
	K	70,2	9,07	46,2	64,0	69,2	75,4	106
Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo	N	23,6	2,32	15,0	22,0	23,8	25,1	31,6
	P	3,73	0,59	2,24	3,31	3,76	4,11	5,87
	K	14,5	1,82	9,42	13,3	14,5	15,6	21,7

^aTB= giá trị trung bình; ^bSD= độ lệch chuẩn; ^cMin=Minimum; ^dMax=Maximum; ^e quartile = tứ phân vị

3.3 Sàng lọc dữ liệu điều chỉnh mô hình QUEFTS

Trên cơ sở dữ liệu thí nghiệm, chỉ số thu hoạch trung bình là 0,54, dao động từ 0,45 đến 0,63 (Bảng 3). Hầu hết các chỉ số HI trong nghiên cứu là từ 0,5 đến 0,6. Năng suất hạt có sự xuất hiện của hai

nhóm dữ liệu (hai đỉnh trong phân phối dữ liệu). Trong trường hợp có hai đỉnh, giá trị trung bình của năng suất hạt luôn nằm dưới nhóm dữ liệu ít bị biến động (10-12 tấn/ha) và đường biểu diễn phân phối chuẩn được kéo dài đến nhóm có năng suất hạt thấp (Hình 2).

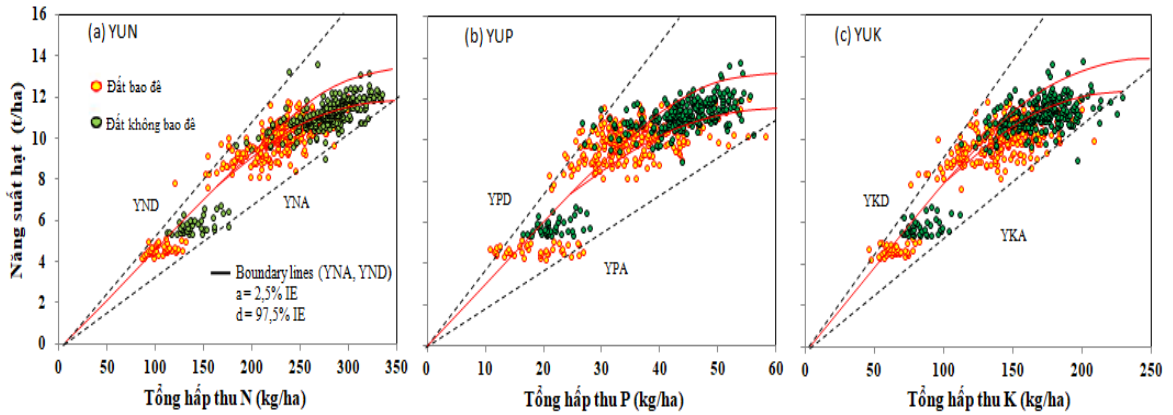


Hình 2: Phân phối chuẩn về năng suất hạt và chỉ số thu hoạch của cây bắp lai trồng trên đất phù sa bao đê và không bao đê An Phú – An Giang

Kết quả nghiên cứu cho thấy với chỉ số HI khoảng 0,54, các hằng số IE mô hình trong QUEFTS cho cây bắp lai được đề xuất là aN = 36,0, dN = 52,3, aP = 206, dP = 381, aK = 55,5 và dK = 89,9. 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 từ *Setiyono et al.* (2010).

3.4 Mô phỏng dữ liệu cho mô hình QUEFTS

Mô hình QUEFTS thể hiện mối quan hệ giữa năng suất hạt và khả năng cung cấp dưỡng chất, mô hình được xây dựng đầu tiên để tính năng suất bắp ở vùng nhiệt đới dựa trên khả năng cung cấp dinh dưỡng N, P và K có sẵn từ nguồn trong đất và phân bón (theo Janssen et al., 1990).



Hình 3: Mối quan hệ giữa năng suất hạt và sự hấp thu dinh dưỡng (NPK) trong cây bắp lai trồng trên đất phù sa An Phú - An Giang

Theo nghiên cứu của Janssen *et al.*, (1990), khi cây bắp chiếm một lượng rất nhỏ chất dinh dưỡng, có một số sự tăng trưởng, nhưng cây không thể hình

thành lõi hoặc hạt. Sự hấp thu tối thiểu cần thiết để sản xuất bất kỳ hạt nào là khoảng 5 kg N, 0,4 kg P và 2 kg K trên mỗi hecta.

Bảng 5: Các phương trình tính năng suất hạt (độ ẩm 15,5%) của cây bắp lai từ hấp thu N (UN), lân (UP) và kali (UK)

Dưỡng chất	Giá trị của hằng số		Phương trình	
	a	d	r _{Y_A}	Y_D
N	36,0	52,3	5,0	YNA= aN x (UN - rN) YND= dN x (UN - rN)
P	206	381	0,4	YPA= aP x (UP - rP) YPD= dP x (UP - rP)
K	55,5	89,9	3,0	YKA= aK x (UK - rK) YKD= dK x (UK - rK)

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 yêu cầu hấp thụ dưỡng chất tối thiểu để tạo ra bất kỳ năng suất hạt có thể đo lường (giá trị r được tham khảo bởi nghiên cứu Janssen *et al.*, 1990).

Mô phỏng dữ liệu đất An Phú – An Giang theo mô hình QUEFTS được thể hiện ở hình 4 cho vụ bắp lai với phạm vi năng suất tương ứng cho từng dưỡng chất N, P và K là: 5628-8179, 4934-9147 và 6060-9814 kg/ha (Bảng 5 và 6). Theo cách tính của Janssen *et al.*, 1990, phạm vi năng suất của 3 dưỡng

chất NPK bao gồm giới hạn trên và giới hạn dưới sẽ được chọn cho giới hạn có năng suất nhỏ nhất. Do đó, YPD thay vì YKD được lấy làm giá trị tối đa cho đường cong parabola. Tương tự, YPA được thay thế cho YKA làm giá trị tối thiểu cho đường cong parabola.

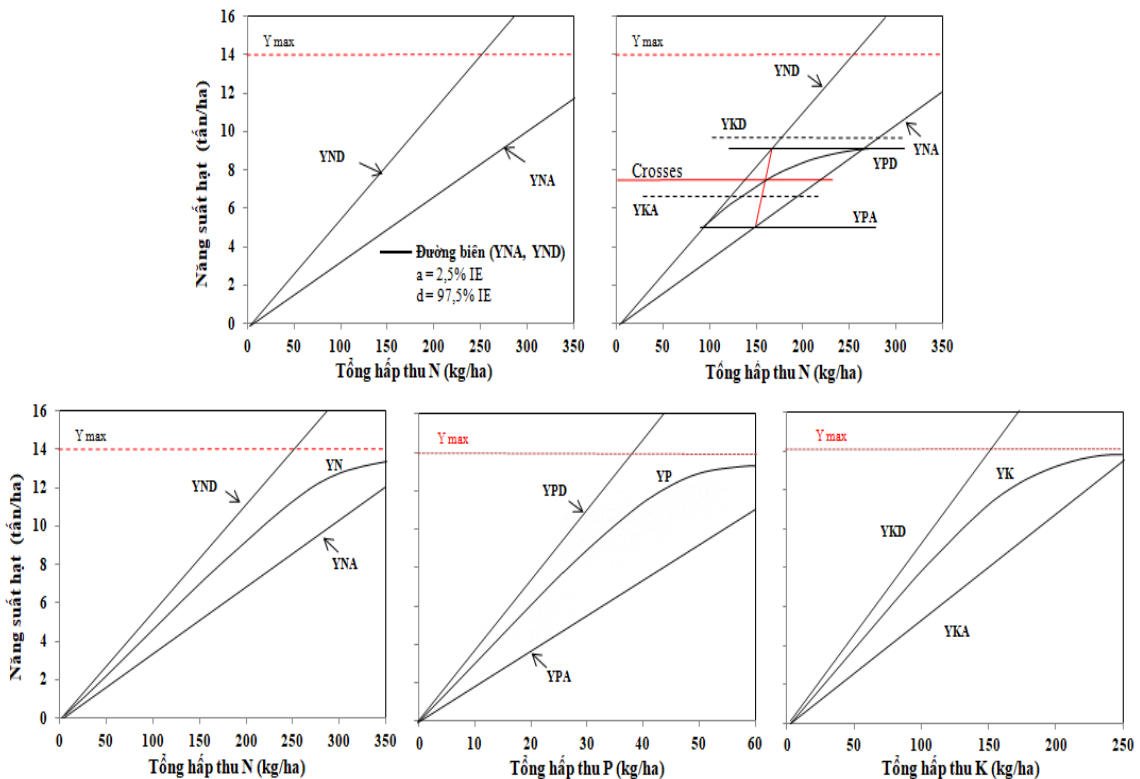
Bảng 6: Dữ liệu cho ước tính hấp thu dinh dưỡng ở tiềm năng năng suất khác nhau trên đất phù sa An Phú – An Giang

Bước 1	SN	182	SP	29	SK	132
	UN(P)	176	UP(N)	27,7	UK(N)	123
Bước 2	UN(K)	180	UP(K)	28,3	UK(P)	124
	YNA	5628	YPA	4934	YKA	6060
Bước 3	YND	8179	YPD	9147	YKD	9814
	YNP	7570	YPN	7164	YKN	7662
Bước 4	YNK	7749	YPK	7727	YKP	8068
	YE	7657				

Chú thích: Cung cấp dinh dưỡng tiềm năng (Bước 1); Hấp thu thực tế của N, P và K (Bước 2); ước tính năng suất hạt cho hấp thu dự đoán ở mức tối đa (dưỡng chất tích lũy trong cây - pha loãng dưỡng chất trong cây) (bước 3); Năng suất được tính cho các cặp dưỡng chất từ phương trình đường cong Parabola cho các cặp dưỡng chất tương ứng (bước 4) và ước tính năng suất cuối cùng (YE – Crosses) cho cây bắp lai trên đất phù sa An Phú – An Giang. (dữ liệu cung cấp dinh dưỡng tiềm năng, hấp thu và năng suất được tính bằng đơn vị kg/ha).

Mô hình QUEFTS được sử dụng để mô phỏng nhu cầu hấp thu dinh dưỡng cho dưỡng chất N, P và K tại đất phù sa An Phú. Qua nghiên cứu cho thấy, năng suất tiềm năng của bắp lai trồng ở An Phú có giá trị dao động từ 4 đến 14 tấn/ha. Trong Hình 4, các đường cong mô phỏng cho mô hình QUEFTS tương ứng thể hiện 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, dự đoán rằng sự gia tăng hiệu quả sử dụng của một chất dinh dưỡng khi các chất dinh dưỡng khác đạt gần mức. Các chất dinh dưỡng được thể hiện qua phương trình tuyến tính cho đến khi năng suất mục tiêu đạt xấp xỉ 60-70% tiềm năng năng suất, thì nhu cầu dinh dưỡng N, P và K cần là: 23,6 kg N, 3,73 kg P và 14,5 kg K để tạo ra năng suất hạt 1000 kg.



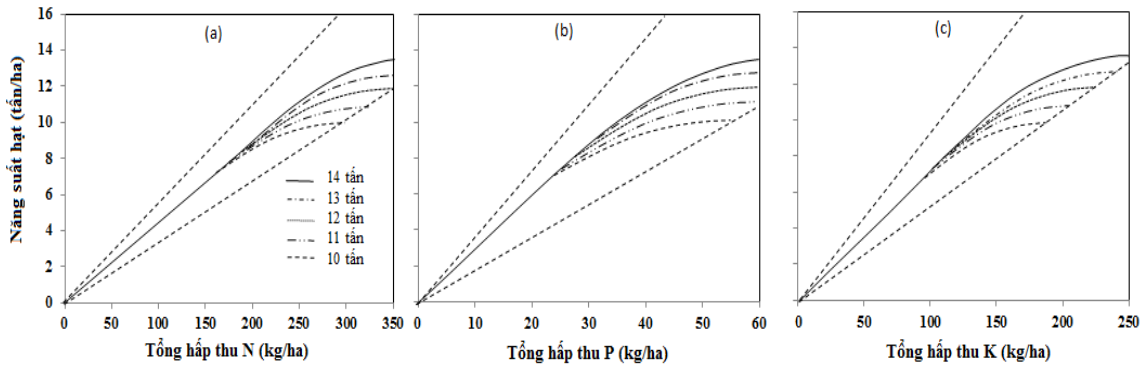
Hình 4: Mối quan hệ giữa năng suất hạt và hấp thu dưỡng chất trong cây (trọng lượng khô) được tính toán theo mô hình QUEFTS

Ghi chú: YNA: Năng suất ở mức hàm lượng N tích lũy tối đa trong thực vật; YND: năng suất ở mức hàm lượng N pha loãng tối đa; 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 yêu cầu hấp thụ N tối thiểu để tạo ra bất kỳ năng suất hạt có thể đo lường; 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 vùng nghiên cứu.

Trên đất phù sa An Phú – An Giang các đường cong thể hiện các tiềm năng năng suất là 14 tấn/ha. Các giá trị cho YNP, YNK, YPN, YPK, YKN và YKP lần lượt là 7570; 7749; 7164; 7727; 7662; 8068 kg/ha. Trung bình năng suất được tính cho các cặp dưỡng chất từ phương trình đường cong Parabola là

7657 kg/ha là ước tính năng suất cuối cùng cho cây bắp lai (YE).

Kết quả ở Bảng 7 chỉ ra rằng khi năng suất đạt đến 7 tấn/ha, IE tối ưu của dưỡng N, P và K tương ứng là: 42,4 kg hạt/kg N, 268kg hạt/kg P và 69,0 kg hạt/kg K. Giá trị năng suất tăng >7 tấn/ha, hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE) của một chất dinh dưỡng (kg hạt/kg dưỡng chất tích lũy) giảm. So sánh các đường cong năng suất hấp thu dưỡng chất cho thấy, các đường cong của nhóm năng suất thấp xuất hiện có độ dốc hẹp hơn, điều này có nghĩa là cần nhiều chất dinh dưỡng hơn trên mỗi đơn vị năng suất mục tiêu so với đất có nhóm năng suất cao. Khi năng suất đạt đến mức năng suất tiềm năng, hiệu quả hấp thu dưỡng chất giảm, tổng hấp thu gia tăng, nhưng năng suất bình ổn (Hình 5).



Hình 5: Các mức tiềm năng năng suất (Ymax) và yêu cầu hấp thu N, P và K theo tính toán của QUEFTS

Ghi chú: Dữ liệu có chỉ số thu hoạch trung bình 0,54; Năng suất đạt được ở mức giới hạn pha loãng tối đa hàm lượng dưỡng chất N, P và K (YND, YPD và YKD); Năng suất đạt được ở mức giới hạn tích lũy dưỡng chất N, P và K tối đa trong thực vật (YNA, YPA và YKA); Độ dốc của các giới hạn được tính bằng cách loại trừ 2,5 (a) và 97,25 (d) được tính như sau: $a = \text{PERCENTILE}(\text{dữ liệu IE}; 0,025)$ và $d = \text{PERCENTILE}(\text{dữ liệu IE}; 0,975)$ với $n = 560$. Đường biểu diễn YN, YP và YK đại diện cho năng suất dựa vào hấp thu N, P và K. Ở các năng suất mục tiêu hạt bấp lai cho các ranh giới nhất định theo dự đoán của QUEFTS. Tiềm năng năng suất 14 tấn/ha (Ymax).

Bảng 7: 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 đối với bấp lai được mô phỏng theo mô hình QUEFTS

Năng suất (tấn/ha)	Hấp thu			Hiệu quả hấp thu dưỡng chất (IE)			Hiệu quả hấp thu dưỡng chất nghịch đảo (RIE)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	Kg/ha			Kg hạt/kg dưỡng chất			Kg dưỡng chất/1 tấn hạt		
4	94	14,9	58	42,4	268	69,0	23,6	3,73	14,5
5	118	18,7	72	42,4	268	69,0	23,6	3,73	14,5
6	141	22,4	87	42,4	268	69,0	23,6	3,73	14,5
7	165	26,1	101	42,4	268	69,0	23,6	3,73	14,5
8	189	29,9	116	42,3	267	68,8	23,7	3,74	14,5
9	214	33,9	131	42,1	265	68,5	23,8	3,77	14,6
10	240	38,2	148	41,7	262	67,5	24,0	3,82	14,8
11	267	42,7	164	41,2	258	67,1	24,3	3,88	14,9
12	297	48,7	184	40,4	246	65,1	24,8	4,06	15,4
13	344	56,4	211	37,8	230	61,6	26,5	4,34	16,2
14	436	81,1	286	32,1	173	49,0	31,2	5,79	20,4

4 KẾT LUẬN

Kết quả thí nghiệm cho thấy năng suất bấp lai (15,5%) được trồng trên đất phù sa An Phú – An Giang vụ Đông Xuân dao động từ 4.210 đến 13.826 kg/ha so với mức trung bình là 9.850 kg/ha.

Mô phỏng dữ liệu đất An Phú – An Giang theo mô hình QUEFTS với năng suất hạt gia tăng tuyến tính khi dưỡng chất NPK hấp thu theo thứ tự là 23,6 kg N, 3,73 kg P và 14,5 kg K trên 1 tấn hạt, khi năng suất hạt đạt khoảng 60-70% tiềm năng năng suất. Ước tính năng suất cuối cùng (YE) là trung bình năng suất được tính cho các cặp dưỡng chất từ phương trình đường cong Parabola đạt 7.657 kg/ha.

Hiệu quả hấp thu dưỡng chất đạt mức tối ưu (IE) (42,4 kg hạt/kg N, 268kg hạt/kg P và 69,0 kg hạt/kg K) khi năng suất đạt đến 7 tấn/ha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Buresh, R.J., Pampolino, M.F. and Witt, C., 2010. Field-specific potassium and phosphorus balances and fertilizer requirements for irrigated rice-based cropping systems. *Plant and Soil*, 335: 35–64.

Dan, T.Y., 2015. A cost-benefit analysis of dike heightening in the Mekong Delta, EEPSEA Philippines Office, WorldFish Philippines

- Country Office. ed. WorldFish (ICLARM) Publisher, Philippines.
- Hoa, L. T. V., Shigeko, H., Nhan, N. H. and Cong, T. T., 2008. Infrastructure effects on floods in the Mekong River Delta in Vietnam, *Hydrol. Process.*, 22(9): 1359–1372.
- 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.
- 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 Environ.*, 63.
- Liu, M.Q., Yu, Z.R., Liu, Y.H. and Konijn, N.T., 2006. Fertilizer requirements for wheat and maize in China: The QUEFTS approach. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 74: 245–258.
- Pasquin, J.M., M.F. Pampolino, C. Witt, *et al.* (2014). Closing yield gaps in maize production in Southeast Asia through site-specific nutrient management. *Field Crops Research* 156, 219–230.
- Huu, P.C., Ehlers, E., Subramanian, S.V., 2009. Dyke System Planning: Theory and Practice in Can Tho City, Vietnam. ZEF working paper no. 47. Center for Development Research, University of Bonn, Bonn.
- Setiyono, T.D., Walters, D.T., Cassman, K.G., Witt, C., Dobermann, A., 2010. Estimating maize nutrient uptake requirements. *Field Crops Research*, 118: 158–168.
- Khuong, T.Q., Tan, P.S. and Witt, C., 2008. Improving of maize yield and profitability through site-specific nutrient management (SSNM) and planting density. *Omonrice*, 16: 88-92.
- Walsh, L. M., and J. D. Beaton., 1973. Soil testing and plant analysis. *Soil Sci. Am.*, Madison. WI, USA.
- Witt, C., Dobermann, A., Abdulrachman, S., Gines H.C., Wang G.H., Nagarajan R., Satawatananont S., Son T.T., Tan P.S., Tiem L.V., Simbahan G.C. and Olk D.C. (1999). Internal nutrient efficiencies of irrigated lowland rice in tropical and subtropical Asia. *Field Crops Research*, 63 (2): 113–138.