

22,183.56 ha, accounting for 51.96% of the natural area. The land area for perennial crops tends to increase sharply to 8,984.19 ha, accounting for 21.04% of the natural area, due to the expansion of the area of industrial crops and fruit trees of high economic value. Construction land will be increased by 2,922.25 ha, accounting for 6.84% of the natural area, due to urbanization process.

Keywords: Land-use changes, Markov chain, logistic regression, remote sensing

Ngày nhận bài: 04/11/2021

Người phản biện: PGS.TS. Trần Minh Tiến

Ngày phản biện: 10/11/2021

Ngày duyệt đăng: 30/11/2021

TÌNH TRẠNG HẤP THU DINH DƯỠNG CỦA BẮP LAI TRÊN ĐẤT PHÙ SA Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Phước Toàn¹, Ngô Ngọc Hưng²

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm xác định ảnh hưởng của việc bón chất dinh dưỡng đến năng suất bắp lai, đồng thời ứng dụng phương pháp chẩn đoán và khuyến cáo tích hợp (DRIS) trong chẩn đoán sự mất cân bằng dinh dưỡng trên cây bắp lai trồng trên đất phù sa ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Thí nghiệm được thực hiện tại huyện An Phú - An Giang, vụ Đông Xuân năm 2014 - 2015 và 2015 - 2016. Phương pháp DRIS nhận diện được tình trạng mất cân bằng dưỡng chất qua thí nghiệm bón khuyết dưỡng chất cho bắp lai. Bón khuyết từng dưỡng chất cụ thể cho thấy sự đáp ứng về hàm lượng dinh dưỡng trong lá, chỉ số DRIS và năng suất. Việc bón khuyết N hoặc P dẫn đến năng suất hạt thấp hơn đáng kể cùng với sự thể hiện chỉ số DRIS mang giá trị âm. Chỉ số DRIS có giá trị âm đã chỉ ra sự mất cân bằng của Cu, Fe, N, P. Dưỡng chất N và P cũng được chẩn đoán là trong tình trạng mất cân bằng dù trước đó được bón đầy đủ, điều này cho thấy năng suất bắp lai có cơ hội gia tăng khi dinh dưỡng bằng biện pháp bón cân đối ở mức thích hợp.

Từ khóa: Bắp lai, cân bằng dinh dưỡng, DRIS, đất phù sa

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cung cấp dinh dưỡng không cân đối ảnh hưởng đến sự hấp thu và sử dụng chất dinh dưỡng của cây trồng, dẫn đến năng suất cây trồng bị suy giảm (Bado and Bationo, 2018). Chẩn đoán tình trạng dinh dưỡng của cây trồng trong mối tương quan với tình trạng dinh dưỡng của đất thông qua phân tích hàm lượng dinh dưỡng hấp thu trong lá giúp quản lý dinh dưỡng hiệu quả hơn, từ đó có thể nâng cao năng suất cây trồng (Shaibu *et al.*, 2018). Hàm lượng các chất dinh dưỡng tích lũy trong tế bào thực vật là tác động tổng hợp của nhiều yếu tố như độ phì đất, phân bón và khí hậu vv... Phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong lá cho biết, lượng các chất dinh dưỡng được tích lũy trong cây song không thể đánh giá một cách đầy đủ về sự cân bằng giữa các nguyên tố. Phương pháp chẩn đoán và khuyến cáo tích hợp

(DRIS) là phương pháp chẩn đoán tình trạng dưỡng trong cây thông qua phân tích lá, hàm lượng các chất dinh dưỡng tích lũy trong lá sẽ được đánh giá trên cơ sở mối quan hệ tương tác giữa các chất dinh dưỡng theo cặp, cho phép đánh giá một cách đầy đủ hơn về tình trạng dinh dưỡng của cây trồng (Walworth and Sumner, 1987). Ứng dụng phương pháp DRIS trên cây bắp lai là cây trồng phổ biến tại vùng ĐBSCL cho phép đưa ra những khuyến cáo về phân bón, góp phần nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế cho nông dân vùng ĐBSCL.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Cây trồng: Giống bắp lai NK7328 của công ty Syngenta Việt Nam được sử dụng trong thí nghiệm. Giống bắp lai có thời gian sinh trưởng trung bình

¹ Chi nhánh Công ty Cổ phần Phân bón Dầu khí Cà Mau, Trung tâm Nghiên cứu - Phát triển

² Khoa Nông nghiệp, Đại học Cần Thơ

* Tác giả chính: e-mail: lptoan@ctu.edu.vn

110 ngày, thích hợp trồng nhiều vụ trong năm.
 Năng suất của giống 10 - 12 tấn/ha.

Đất nghiên cứu được thực hiện trên nhóm đất

phù sa huyện An Phú - An Giang, vùng có diện tích
 trồng bắp lai lớn, đại diện cho đất phù sa trồng bắp
 lai ở ĐBSCL. Đặc tính đất được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Đặc tính đất của vùng nghiên cứu tầng đất 0 - 20 và 20 - 40 cm, (n = 80)
 (Lê Phước Toàn và Ngô Ngọc Hưng, 2018)

Chỉ tiêu	Tầng đất 0 - 20 cm				Tầng đất 20 - 40 cm			
	Nhỏ nhất	Lớn nhất	TB ± SE	CV (%)	Nhỏ nhất	Lớn nhất	TB ± SE	CV (%)
pH	4,65	7,75	6,56 ± 0,39	11,5	5,99	8,27	7,02 ± 0,27	7,47
EC (mS/cm)	0,05	1,09	0,24 ± 0,10	81,6	0,03	0,83	0,16 ± 0,06	73,9
P _{ts} (%)	0,01	0,15	0,07 ± 0,01	34,7	0,02	0,18	0,05 ± 0,01	44,3
P _{đề tiêu - r2} (mg/kg)	2,34	108	36,1 ± 12,3	66,5	2,17	120	21,3 ± 9,45	87,0
CHC (%CHC)	1,17	3,08	1,91 ± 0,23	23,7	0,94	2,33	1,47 ± 0,16	21,1
N _{ts} (%)	0,07	0,26	0,13 ± 0,02	25,8	0,04	0,19	0,10 ± 0,01	26,4
CEC (meq/100 g)	11,4	22,8	16,1 ± 1,30	15,9	10,6	22,8	16,2 ± 1,14	13,9
K (meq/100 g)	0,15	1,22	0,33 ± 0,08	46,2	0,14	0,99	0,24 ± 0,05	41,5
Na (meq/100 g)	0,01	1,14	0,52 ± 0,14	51,4	0,09	1,71	0,53 ± 0,16	58,7
Ca (meq/100 g)	4,55	14,4	9,01 ± 1,04	22,6	5,51	12,9	9,46 ± 0,80	16,6
Mg (meq/100 g)	1,54	5,43	3,24 ± 0,47	28,1	1,52	4,78	3,26 ± 0,34	20,5
Fe _{td} (%Fe ₂ O ₃)	1,03	3,09	2,21 ± 0,23	20,8	1,08	3,34	2,41 ± 0,28	23,1
Cu (ppm)	12,3	31,6	22,7 ± 2,04	17,6	5,26	30,7	22,8 ± 2,33	20,0
Zn (ppm)	85,3	181	138 ± 11,3	16,1	91,8	172	136 ± 10,1	14,5
Mn (ppm)	111	814	409 ± 94,4	45,2	127	709	435 ± 79,3	35,7
Cát (%)	13,1	30,8	19,1 ± 3,63	37,3	5,81	21,6	13,3 ± 3,00	44,0
Thịt (%)	41,5	55,6	50,6 ± 2,79	10,8	46,6	62,6	53,9 ± 2,63	9,59
Sét (%)	27,8	32,9	30,3 ± 1,06	6,85	27,3	39,5	32,8 ± 2,24	13,4

Ghi chú: TB: giá trị trung bình; SE: Sai số chuẩn; CV: Độ biến động; ts: tổng số; dt: đề tiêu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện trên 40 nông hộ (on farm - research) và tiến hành trên hai vụ Đông Xuân năm 2014 - 2015 và 2015 - 2016, mỗi nông hộ là một lần lặp lại.

Mỗi lặp lại gồm 4 nghiệm thức, diện tích của mỗi nghiệm thức thí nghiệm là 36 m² (6 m × 6 m). Giống bắp sử dụng trong thí nghiệm là giống NK7328. Mật độ hạt gieo trồng 55.000 - 60.000 cây/ha. Các nghiệm thức của thí nghiệm được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Các nghiệm thức của thí nghiệm

NT	Mô tả
NPK	Lô được bón đầy đủ (NPK): lô (6 m × 6 m) phân đạm, lân và kali được bón với lượng cao để đảm bảo rằng những dinh dưỡng này không làm giới hạn năng suất hạt.
- N	Lô khuyết đạm (0 - N): lô (6 m × 6 m) 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 hạt.
- P	Lô khuyết lân (0 - P): lô (6 m × 6 m) 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 hạt.
- K	Lô khuyết kali (0 - K): lô (6 m × 6 m) 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 hạt.

Ghi chú: Công thức phân NPK: 200 N - 90 P₂O₅ - 80 K₂O (kg/ha) (Pasuquina et al., 2014).

2.2.1. Phương pháp thu mẫu và xử lý mẫu lá

Phương pháp lấy mẫu lá: Mẫu lá được lấy lá thứ 3 vào giai đoạn phun râu (giai đoạn phát triển R1). Mẫu được thu ngẫu nhiên 16 lá với tổng lượng mẫu lá cần thu là 320 mẫu (4NT × 80 hộ).

Phương pháp phân tích lá: Phương pháp phân tích hàm lượng dưỡng chất N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn và Mn trong lá được trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Phương pháp phân tích hàm lượng dưỡng chất trong mẫu thực vật

STT	Dưỡng chất	Phương pháp xác định*
1	N tổng số	10 TCN 451-2001
2	P tổng số	10 TCN 453-2001
3	K tổng số	10 TCN 454-2001
3	Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, và Mn tổng số	Đo trên máy hấp thụ nguyên tử

2.2.2. Phương pháp tính chỉ số DRIS cho các dưỡng chất

Kết quả phân tích hàm lượng các dưỡng chất N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Fe được sử dụng trong tính toán các chỉ số DRIS (DRIS index) cho các dưỡng chất theo công thức của Walworth và Sumner (1987). Mỗi dưỡng chất có một chỉ số DRIS riêng và được tính theo 3 bước:

(i) Tính tất cả các cặp tỷ lệ kết hợp cho các dưỡng chất theo tiêu chuẩn DRIS của Elwali và Gashcho (1984), như N/P, N/K, N/Ca, ...

(ii) Tính các hàm cho tất cả các cặp tỷ lệ dưỡng chất như $f(N/P)$, $f(N/K)$, $f(N/Ca)$, Giả sử N/P, N/K, N/Ca... là các cặp tỷ lệ của các nghiệm thức cần chẩn đoán và n/p, n/k, n/ca... là các cặp tỷ lệ của tiêu chuẩn DRIS và CV là hệ số biến động của tiêu chuẩn DRIS ứng với từng cặp tỷ lệ thì công thức tính của các hàm $f(N/P)$, $f(N/K)$, $f(N/Ca)$,... như sau:

Nếu $N/P < n/p$ thì $f(N/P) = [1 - (n/p)/(N/P)] (1.000/CV_{n/p})$ và

Nếu $N/P > n/p$ thì $f(N/P) = [(N/P)/(n/p) - 1] (1.000/CV_{n/p})$

Tương tự như vậy tính cho các hàm khác.

(iii) Tính chỉ số DRIS cho từng dưỡng chất, bằng trung bình của tổng các hàm mà các dưỡng chất đó tham gia. Giả sử IN (IP, IK,...) là chỉ số DRIS của N (P, K, ...) (DRIS index N, P, K, ...). Công thức tính cụ thể như sau:

$$IN = [f(N/P) + f(N/K) + f(N/Ca) + f(N/Mg) + f(N/Cu) - f(Mn/N) - f(Fe/N) - f(Zn/N)]/8$$

$$IP = [-f(N/P) - f(K/P) - f(Ca/P) + f(P/Mg) - f(Cu/P) - f(Mn/P) - f(Fe/P) - f(Zn/P)]/8$$

$$IK = [-f(N/K) + f(K/P) + f(K/Ca) + f(K/Mg) + f(K/Cu) - f(Mn/K) - f(Fe/K) - f(Zn/K)]/8$$

Chỉ số Index đối với Ca, Mg, Cu, Zn, Mn và Fe được tính tương tự.

Kết quả sau khi tính toán nếu dưỡng chất dư thừa (giá trị chỉ số DRIS dương), cân bằng (chỉ số DRIS bằng 0), thiếu (chỉ số DRIS âm).

2.2.3. Thang đánh giá dưỡng chất trong lá bắp lai (Dierolf et al., 2001)

Dưỡng chất	Thấp (%)	Trung bình (%)	Cao (%)
N	< 2,9	3 - 5	> 5
P ₂ O ₅	< 1,14	1,37 - 2,74	> 2,74
K ₂ O	< 3,6	4,3 - 6,26	> 7,2
Ca	< 0,3	0,3 - 1,0	> 1,0
Mg	< 0,15	0,2 - 0,6	> 0,6
	Thiếu (mg/kg)	Không thiếu (mg/kg)	
Cu	< 4	> 4	
Fe	< 50	> 50	
Zn	< 20	> 20	
Mn	< 20	> 20	

2.2.4. Xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Microsoft Excel tính các cặp tỷ lệ dưỡng chất và xác định phân phối chuẩn để xây dựng bộ DRIS chuẩn. So sánh sự khác biệt giữa các giá trị trung bình thông qua kiểm định T-test ở giá trị p < 0,05 dựa trên phần mềm SPSS 20.0.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Mẫu lá được thu trên 40 hộ nông dân thí nghiệm canh tác bắp lai trên đất phù sa An Phú - An Giang và thí nghiệm được lặp lại vào hai mùa vụ Đông Xuân năm 2014 - 2015 và 2015 - 2016 (Mục 2.2). Thời gian phân tích mẫu lá được thực hiện từ tháng 12/2014 đến tháng 9/2016 tại Phòng phân tích hóa học, Bộ môn Khoa học đất, Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Năng suất hạt của bắp lai và hàm lượng dưỡng chất

Năng suất bắp lai dao động từ 5,14 đến 11,35 tấn/ha ở các nghiệm thức dinh dưỡng (Bảng 4). Trong đó, nghiệm thức NPK, NP và NK có năng suất hạt trung bình > 10 tấn/ha. Việc bón thiếu N,

P và K đều làm năng suất bắp lai giảm so với lô thí nghiệm bón đầy đủ phân bón NPK, bón thiếu N, P và K đã làm cho năng suất bắp lai giảm theo thứ tự 54,7%, 11,0% và 3,1%.

Bảng 4. Phạm vi năng suất hạt bắp lai và nồng độ dinh dưỡng đa, trung và vi lượng trong lá giai đoạn phát triển R1 của các công thức bón phân

Nghiệm thức		Năng suất (tấn/ha)	Hàm lượng dưỡng chất								
			(%)					(mg/kg)			
			N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
NPK	TB	11,35	2,59	0,26	1,81	0,46	0,45	5,74	367	51,9	56,9
	Min	9,60	2,24	0,14	1,23	0,34	0,24	1,03	82	11,4	10,7
	Max	12,6	3,23	0,39	2,93	0,60	0,92	9,03	870	154	148
	CV (%)	7,57	20,2	34,6	32,2	27,6	36,7	26,7	3,79	10,5	10,7
PK	TB	5,14	2,43	0,24	1,90	0,49	0,45	6,71	420	57,1	61,7
	Min	4,21	1,97	0,13	1,29	0,34	0,16	1,92	150	13,6	12,2
	Max	6,41	3,02	0,38	2,75	0,93	0,94	9,84	1451	207	140
	CV (%)	15,1	20,6	47,7	28,6	43,9	36,9	21,1	3,70	10,7	9,44
NK	TB	10,1	2,54	0,24	1,82	0,48	0,45	6,24	436	59,2	60,0
	Min	8,17	2,16	0,15	1,03	0,27	0,21	1,48	157	6,42	12,2
	Max	11,8	2,94	0,39	2,64	0,70	0,87	10,0	1436	215	140
	CV (%)	10,3	18,1	30,0	34,3	39,8	36,8	24,2	3,70	10,7	9,66
NP	TB	11,0	2,48	0,26	1,77	0,48	0,48	6,59	473	60,2	61,6
	Min	8,98	2,12	0,14	0,84	0,19	0,22	1,90	102	15,8	13,3
	Max	12,9	2,96	0,41	2,47	0,83	0,92	12,0	1461	296	158
	CV (%)	8,71	18,0	38,1	31,6	44,2	37,0	23,9	3,55	10,8	9,57

Ghi chú: TB: trung bình; Min: giá trị nhỏ nhất; Max: giá trị lớn nhất; CV (%): độ biến động.

3.2. Thiết lập bộ DRIS chuẩn

Giai đoạn phát triển R1 là giai đoạn nhạy cảm của cây bắp và có ảnh hưởng rất lớn đến kích thước trái và năng suất thu hoạch (Dierolf *et al.*, 2001). Mẫu lá được chọn cho thiết lập bộ DRIS chuẩn trên nghiệm thức bón đầy đủ dưỡng chất NPK để đảm bảo cây sinh trưởng, phát triển tốt và năng suất bắp đạt giá trị tối ưu nhất (Soltanpour *et al.*, 1995). Kích thước của các nguồn dữ liệu không phải là một yếu tố có liên quan trực tiếp đến chất lượng của các tiêu chuẩn DRIS, mà là chất lượng của nguồn dữ liệu (Walworth and Sumner, 1988). Theo nhiều nhóm tác giả khác nhau như: Bender và cộng tác viên (2013); Youssef và cộng tác viên (2013), nguồn dữ liệu cho thiết lập bộ DRIS chuẩn với > 50 mẫu, và được thực hiện phân tích mẫu lá với các yếu tố dinh dưỡng > 9 dinh dưỡng (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn,...).

Để thiết lập các tiêu chuẩn DRIS, dữ liệu được chia thành hai nhóm năng suất (NS), một là nhóm

có năng suất thấp (không tham chiếu) và hai là nhóm có năng suất cao (tham chiếu). Nhóm có năng suất cao bao gồm các hộ có năng suất bắp lai cao hơn giá trị trung bình, giá trị trung bình và độ lệch chuẩn được tính toán từ toàn bộ dữ liệu. Để chọn thứ tự tỷ lệ chất dinh dưỡng kép (A/B hoặc B/A) để tính toán các chỉ số DRIS, phương sai của quần thể có năng suất thấp được chia cho phương sai của nhóm có năng suất cao. Về mặt lý thuyết, dữ liệu của nhóm có năng suất thấp sẽ không cân bằng và do đó sẽ có phương sai lớn hơn so với nhóm có năng suất cao. Các cặp giá trị tỷ lệ giữa các dưỡng chất được tính trên là sơ sở quan trọng dùng để tính các giá trị DRIS cho từng dưỡng chất, nhằm đánh giá sự thiếu hụt hay dư thừa một loại dưỡng chất trên cây bắp lai. Cân bằng dinh dưỡng dựa trên các cặp tỷ lệ DRIS phản ánh đặc biệt điều kiện khí hậu, đất đai và mùa vụ trong suốt quá trình sản xuất trong năm (Modesto *et al.*, 2014).

Bảng 5. Bộ DRIS chuẩn cho cây bắp lai giai đoạn R1 (n = 80)

Thông số	Đất phù sa An Phú - An Giang						σ^2 thấp/ σ^2 cao
	Nhóm năng suất thấp			Nhóm năng suất cao			
	TB	CV (%)	σ^2 thấp	TB	CV (%)	σ^2 cao	
N (%)	2,42	13,3	0,10	2,65	6,06	0,03	4,04
P (%)	0,26	21,4	0,003	0,25	19,0	0,002	1,34
K (%)	1,74	15,6	0,07	1,83	12,8	0,05	1,36
Ca (%)	0,51	22,1	0,01	0,48	18,1	0,01	1,70
Mg (%)	0,44	21,0	0,01	0,44	16,8	0,01	1,59
Cu (ppm)	6,67	20,7	1,87	6,80	12,3	0,69	2,72
Fe (ppm)	428	23,2	9.751	608	26,9	26.315	0,37
Zn (ppm)	35,8	25,9	84,8	46,5	35,8	272	0,31
Mn (ppm)	43,6	33,4	208	41,0	17,6	51,3	4,06
N/10 P	0,98	25,6	0,06	1,09	22,7	0,06	1,03
N/K	1,43	19,7	0,08	1,47	14,1	0,04	1,83
N/10 Ca	0,51	32,3	0,03	0,57	18,7	0,01	2,35
N/Mg	5,72	26,0	2,22	6,19	21,5	1,78	1,25
10 N/Cu	3,83	30,3	1,34	3,95	13,3	0,28	4,84
100 N/Fe	0,60	31,9	0,04	0,48	37,8	0,03	1,13
10 N/Zn	0,73	35,0	0,07	0,64	33,3	0,05	1,45
10 N/Mn	0,62	35,0	0,05	0,67	25,7	0,03	1,56
P/K	0,15	27,0	0,00	0,14	23,9	0,00	1,50
P/Ca	0,53	29,2	0,02	0,54	20,9	0,01	1,85
P/Mg	0,61	30,8	0,04	0,59	25,2	0,02	1,61
10 P/Cu	0,41	39,4	0,03	0,38	22,6	0,01	3,64
100 P/Fe	0,07	46,2	0,00	0,05	54,6	0,00	1,48
10 P/Zn	0,08	37,2	0,00	0,06	41,3	0,00	1,31
100 P/Mn	0,67	45,8	0,10	0,64	32,2	0,04	2,25
K/10 Ca	0,37	39,9	0,02	0,40	22,4	0,01	2,69
K/Mg	4,15	35,1	2,12	4,27	24,3	1,07	1,98
K/Cu	0,27	28,3	0,01	0,27	14,5	0,00	3,86
100 K/Fe	0,43	29,9	0,02	0,33	35,7	0,01	1,20
10 K/Zn	0,52	33,0	0,03	0,44	34,0	0,02	1,34
10 K/Mn	0,44	35,6	0,02	0,46	27,0	0,02	1,58
Ca/Mg	1,23	39,9	0,24	1,12	27,2	0,09	2,59
10 Ca/Cu	0,80	35,4	0,08	0,71	21,5	0,02	3,45
1.000 Ca/Fe	1,28	39,5	0,26	0,87	48,8	0,18	1,42
100 Ca/Zn	1,53	38,4	0,35	1,17	43,9	0,27	1,30
100 Ca/Mn	1,30	44,6	0,34	1,22	33,7	0,17	2,00
Mg/Cu	0,07	27,4	0,00	0,07	19,4	0,00	2,21
100 Mg/Fe	0,11	35,8	0,00	0,08	41,0	0,00	1,45
10 Mg/Zn	0,13	41,5	0,00	0,11	34,6	0,00	2,35
100 Mg/Mn	1,11	31,0	0,12	1,11	26,1	0,08	1,40
100Cu/Fe	1,65	34,3	0,32	1,22	34,8	0,18	1,77
10 Cu/Zn	2,02	38,6	0,61	1,64	36,8	0,36	1,67
10 Cu/Mn	1,66	32,1	0,28	1,72	25,3	0,19	1,49
Fe/10 Zn	1,28	35,3	0,20	1,49	51,2	0,58	0,35
Fe/10 Mn	1,07	34,4	0,14	1,54	37,2	0,33	0,41
Zn/Mn	0,92	44,1	0,16	1,16	34,9	0,16	1,02

Ghi chú: NS: Năng suất; CV (%) độ biến động; σ^2 : phương sai.

Quan hệ giữa các dưỡng chất N, P, K:

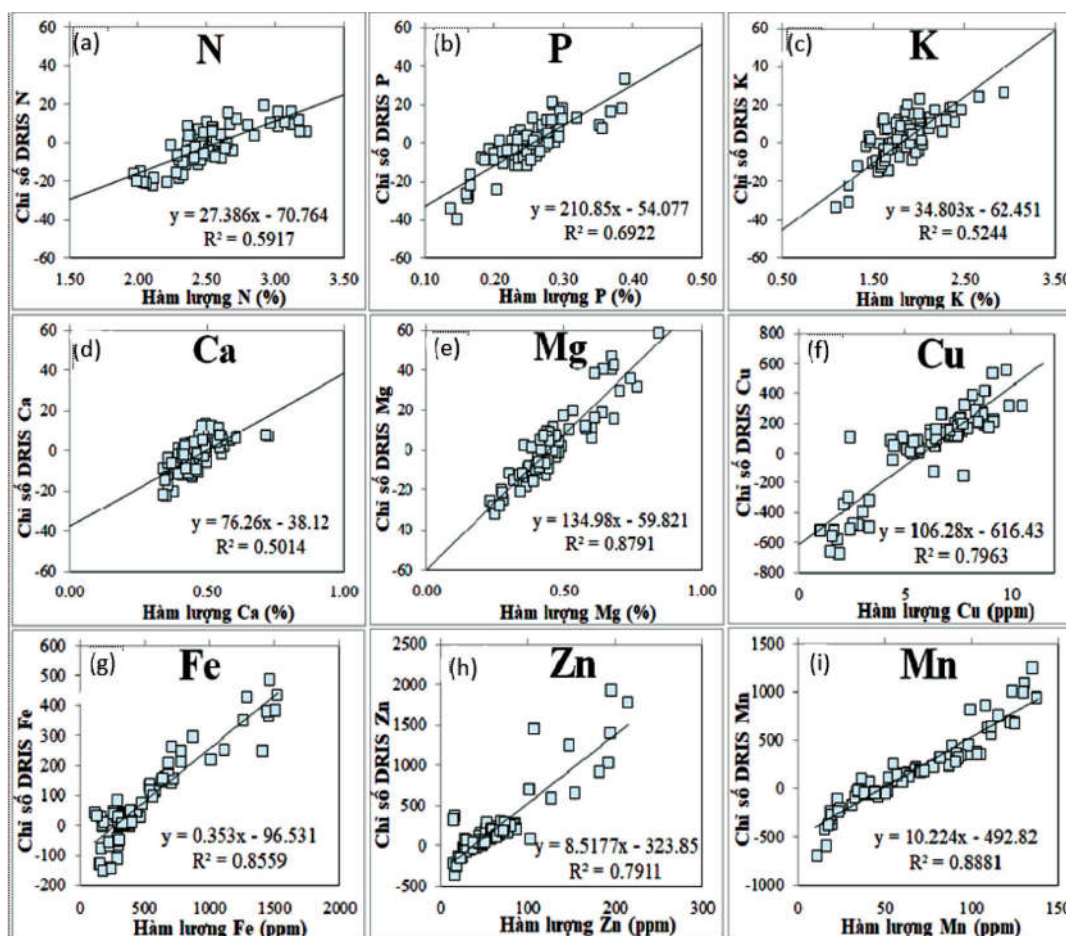
N/P: Tỷ lệ N/P biểu thị mối quan hệ tương tác giữa hàm lượng dinh dưỡng N và P trong lá bắp. Kết quả ở bảng 5 cho thấy, tỷ lệ N/P ở giai đoạn phát triển R1 của nhóm NS thấp cho giá trị thấp hơn nhóm NS cao, tỷ lệ N/P theo thứ tự 9,8 và 10,9. Giai đoạn phun râu (R1) trên cây bắp ở bang Georgia thuộc vùng Đông Nam Hoa Kỳ (1985 và 1995) có tỷ lệ N/P theo thứ tự là 10,4 và 10,4 (Soltanpour *et al.*, 1995) và kết quả này tương tự với bộ chuẩn ở giai đoạn phát triển R1 tại An Phú - An Giang ở nhóm NS cao (10,9). Các tiêu chuẩn cân bằng chất dinh dưỡng đối với bắp trồng ở Quebec và ở các vùng khác trên thế giới cho tỷ lệ N/P khác nhau rất ít, có thể do vai trò của nó trong quá trình trao đổi chất protein, các cặp tỷ lệ N/P ở các nghiên cứu trước đây dường như phù hợp với cây bắp ở giai đoạn phun râu (silk) (Modesto *et al.*, 2014).

N/K: Tương tự, tỷ lệ N/K biểu thị mối quan hệ tương tác giữa hàm lượng dinh dưỡng N và K trong lá bắp. Tỷ lệ N/K trên lá bắp giai đoạn R1 ít

có thay đổi lớn giữa hai nhóm NS, tỷ lệ có giá trị dao động từ 1,43 đến 1,47. Ở khu vực ngập nước vùng Punjab thuộc miền Bắc Ấn Độ, tỷ lệ N/K vào giai đoạn R1 là 1,52 (Singh *et al.*, 2012). Theo Hiệp hội Khoa học đất Mỹ, các vùng thuộc nước Mỹ cho các tỷ lệ N/K rất khác nhau: các năm 1981, 1990 và 1995 theo thứ tự cho các cặp tỷ lệ N/K là 1,13, 1,64, 1,19 và 2,26 (Soltanpour *et al.*, 1995). Vùng trồng bắp ở Quebec - Canada cho tỷ lệ N/K trên lá bắp 1,23 (Modesto *et al.*, 2014).

P/K: Tỷ lệ P/K biểu thị mối quan hệ tương tác giữa hàm lượng dinh dưỡng P và K trong lá bắp. Tỷ lệ P/K trong lá ở giai đoạn phát triển R1 có mối tương đồng với tỷ lệ N/P. Tỷ lệ P/K ở ở nhóm NS thấp (0,15) cho kết quả cao hơn nhóm có NS cao. Kết quả tỷ lệ P/K trên đất phù sa An Phú - An Giang ở giai đoạn R1 giống với kết quả nghiên cứu của Dagbenonbakin và cộng tác viên (2013), ở giai đoạn phun râu (R1) tỉ số P/K cho giá trị là 0,15.

3.3. Tương quan hồi quy giữa chỉ số DRIS và hàm lượng dưỡng chất trong lá



Hình 1. Hồi quy tuyến tính giữa hàm lượng dưỡng chất và chỉ số DRIS trong giai đoạn phát triển R1. An Phú, An Giang. ĐX 14 - 15 và ĐX 15 - 16

Hồi quy tuyến tính được sử dụng trong đánh giá mức độ phù hợp giữa hàm lượng của từng dưỡng chất tương ứng với các chỉ số DRIS. Mối tương quan hồi quy giữa hàm lượng N (% N) với chỉ số DRIS của N (IN) trên vị trí lá +3 trong giai đoạn phát triển R1 được trình bày ở hình 1a. Phương trình hồi quy $Y = 27,386x - 70,764$ mô tả mối quan hệ giữa hàm lượng N và IN, với $R^2 = 0,59$ cho biết tức 59% biến thiên của biến phụ thuộc được giải thích bằng các biến độc lập. Tương tự, mối quan hệ hồi quy giữa hàm lượng P (% P) với chỉ số DRIS P (IP) được trình bày ở hình 1b. Hệ số tương quan $R^2 = 0,69$ giữa hàm lượng P (% P) với chỉ số IP tương ứng. Mối quan hệ giữa hàm lượng K và IK; Ca và ICa được mô tả thấp với hệ số xác định $R^2 \sim 0,5$. Giá trị chỉ số DRIS của Mg, Cu, Fe, Zn và Mn được giải thích rõ nhất bởi nồng độ dinh dưỡng tương ứng trong lá tương ứng, với hệ số xác định $R^2 > 0,79$ cho biết > 79% biến thiên của biến phụ thuộc được giải thích bằng các biến độc lập các phương trình này. Giá trị hàm lượng dinh dưỡng gia tăng trong lá cho thấy có tác động mạnh mẽ làm gia tăng các chỉ số DRIS.

3.4. Đánh giá tình trạng dinh dưỡng của các nghiệm thức bón khuyết

Kết quả chẩn đoán tình trạng dinh dưỡng của cây bắp lai bằng chỉ số DRIS đối với các nghiệm thức khác nhau ở giai đoạn R1 được trình bày trong bảng 6 và bảng 7. Kết quả cho thấy, các nghiệm thức PK, NK và NP có tỷ lệ lô thí nghiệm có chỉ số dinh dưỡng DRIS âm cao nhất (tình trạng mất cân bằng dinh dưỡng cao). Trong số các chất dinh dưỡng, Zn có tỷ lệ nghiệm thức thể hiện tình trạng cân bằng cao (chỉ số âm thấp nhất) trong các nghiệm thức dinh dưỡng, trong khi N ở nghiệm thức bón PK có chỉ số âm cao nhất. Trong số các nghiệm thức bón thiếu chất dinh dưỡng, nghiệm thức PK cho thấy tỷ lệ chỉ số N âm cao nhất (75%), điều này phản ánh rõ tác động của phân N đến giá trị chỉ số DRIS. Các nghiệm thức NK, NP và NPK cho thấy, tỷ lệ lô thí nghiệm có chỉ số DRIS N âm thấp hơn (47,5% đến 50,0%) cho thấy N bị mất cân đối do nồng độ các chất dinh dưỡng khác cao hơn. Sự thiếu hụt N là nguyên nhân chính dẫn đến năng suất giảm trên cây trồng, đặc biệt trên cây bắp là loại cây có nhu cầu lượng N rất lớn (180 - 200 kg/ha - năng suất 10 - 12 tấn/ha) vì thế nếu thiếu N sẽ dẫn đến năng suất bắp sẽ giảm (Ngô Ngọc Hưng và *ctv.*, 2014).

Bảng 6. Giá trị chỉ số DRIS với các nghiệm thức thí nghiệm lấy mẫu ở giai đoạn R1

Nghiệm thức	Giá trị DRIS								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
NPK	3,34	4,07	5,69	4,07	4,29	- 15,5	- 11,9	6,07	7,15
PK	- 6,96	- 3,64	3,18	2,78	- 2,23	- 6,94	- 5,60	8,36	13,4
NK	0,42	0,11	2,26	2,04	0,70	- 17,1	- 8,30	5,83	15,5
NP	- 2,55	- 0,20	- 3,00	0,78	0,20	- 14,3	- 5,69	9,69	15,0

Bảng 7. Tỷ lệ phần trăm ruộng có chỉ số DRIS âm đối với các nghiệm thức thí nghiệm, lấy mẫu ở giai đoạn R1

Nghiệm thức	% số hộ khảo sát có DRIS < 0								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
NPK	47,5	40,0	37,5	52,5	55,0	52,5	55,0	22,5	25,0
PK	75,0	45,0	42,5	47,5	50,0	45,0	52,5	30,0	30,0
NK	50,0	65,0	47,5	50,0	55,0	50,0	57,5	30,0	35,0
NP	50,0	50,0	60,0	50,0	57,5	50,0	57,5	27,5	32,5

Tỷ lệ phần trăm của các lô thí nghiệm có chỉ số DRIS P âm là thấp nhất đối với nghiệm thức bón đầy đủ dưỡng chất NPK (40%), đối với các nghiệm thức khác có bón P tỷ lệ phần trăm không khác biệt nhiều, với tỷ lệ dao động 45 đến 50%. Tuy nhiên, có sự gia tăng rõ về tỷ lệ phần trăm của chỉ số DRIS P đạt giá trị âm ở nghiệm thức NK (65%) so với lô thí nghiệm bón đầy đủ dưỡng chất (NPK). Việc

bón khuyết dưỡng chất K (NP) dẫn đến gia tăng tỷ lệ lô thí nghiệm có chỉ số DRIS K âm (60%) so với các nghiệm thức có bổ sung K (NPK, PK và NK). Tỷ lệ lô thí nghiệm có chỉ số DRIS K âm thấp nhất ở nghiệm thức bón đầy đủ dưỡng chất (37,5%). Có nhiều nghiên cứu cho thấy thiếu dưỡng chất P và K trên cây bắp chưa ảnh hưởng lớn đến năng suất (Krey *et al.*, 2013), nhưng việc thiếu dưỡng chất P

và K liên tiếp qua nhiều vụ cỏ thể dẫn đến giảm năng suất (Shaojun *et al.*, 2014).

Chỉ số DRIS đối với các dưỡng chất Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn trong lá ở các nghiệm thức bón phân không khác biệt nhiều, với tỷ lệ dao động 22,5 đến 57,5%, cho thấy rằng nồng độ Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn trong lá ở hai nhóm năng suất có sự tương

đồng. Trong đó, tỷ lệ phần trăm chỉ số DRIS Zn và Mn có giá trị âm ở tất cả các nghiệm thức thấp hơn so với các dưỡng chất khác. Mặt khác, tỷ lệ số hộ khảo sát có chỉ số DRIS Fe, Mg, Ca và Cu có giá trị âm tương đối cao, có sự tương đồng giữa các nghiệm thức bón phân, cho thấy rằng quần thể tham chiếu có nồng độ dinh dưỡng trong lá thấp và có thể hạn chế chất dinh dưỡng.

Bảng 8. Thứ tự giới hạn chất dinh dưỡng đối với các nghiệm thức thí nghiệm, lấy mẫu ở giai đoạn R1

Nghiệm thức	Thứ tự giới hạn dinh dưỡng
NPK	Cu > Fe > N > P > Mg > Ca > K > Zn > Mn
PK	N > Cu > Fe > P > Mg > Ca > K > Zn > Mn
NK	Cu > Fe > P > N > Mg > Ca > K > Zn > Mn
NP	Cu > Fe > K > N > P > Mg > Ca > Zn > Mn

Kết quả thứ tự giới hạn chất dinh dưỡng được thể hiện ở Bảng 8, cho thấy xếp hạng của các giới hạn chất dinh dưỡng dựa trên giá trị chỉ số DRIS cho mỗi nghiệm thức. Đánh giá về hàm lượng Cu, Fe,... (Bảng 5) so với thang đánh giá (Mục 2.2.3): Hàm lượng Cu và Fe ở mức không thiếu (> 4 mg Cu/kg) và Fe ở mức không thiếu (> 50 mg Fe/kg). Tuy nhiên, đối với nghiệm thức NPK, NK và NP: Cu và Fe được DRIS xếp hạng giới hạn cao nhất, điều này do sự mất cân đối về tỷ lệ giữa Cu hoặc Fe so với các nguyên tố khác. Đối với nghiệm thức PK, N được DRIS xếp hạng giới hạn cao nhất vì lô thí nghiệm không có bón N. Đối với nghiệm thức NPK, NK và PK: dưỡng chất N và P được chẩn đoán là trong tình trạng không cân đối dù trước đó được bón đầy đủ. Dinh dưỡng Zn và Mn được xếp hạng thứ tự giới hạn dinh dưỡng thấp nhất dựa trên giá trị chỉ số DRIS mang giá trị lớn.

IV. KẾT LUẬN

Phương pháp DRIS nhận diện được tình trạng mất cân bằng dưỡng chất qua thí nghiệm bón khuyết dưỡng chất cho bắp lai. Có sự đáp ứng rõ rệt về hàm lượng dinh dưỡng trong lá, chỉ số DRIS và năng suất đối với các nghiệm thức khuyết dưỡng chất. Việc bón khuyết N hoặc P dẫn đến năng suất hạt thấp hơn đáng kể cùng với sự thể hiện chỉ số DRIS mang giá trị âm.

Hàm lượng các chất dinh dưỡng trong lá tương quan với các chỉ số DRIS tương ứng, do đó sự mất cân bằng dinh dưỡng trong cây bắp lai trồng ở đất phù sa đồng bằng sông Cửu Long có thể được xác định bằng phương pháp DRIS.

Sử dụng DRIS đã giúp xác định yếu tố giới hạn cụ thể dinh dưỡng trên bắp lai ở điểm nghiên cứu, với chỉ số DRIS có giá trị âm đã chỉ ra sự mất cân bằng của Cu, Fe, N, P. Dưỡng chất N và P cũng được chẩn đoán là trong tình trạng mất cân bằng dù trước đó được bón đầy đủ, điều này cho thấy năng suất bắp lai có cơ hội gia tăng khi dinh dưỡng bằng biện pháp bón cân đối ở mức thích hợp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ngô Ngọc Hưng, Nguyễn Quốc Khương và Trần Ngọc Hữu, 2014. Ảnh hưởng của bón cân đối dưỡng chất lên năng suất của bắp lai trồng trên đất phù sa không được bồi. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, (15): 59-64.
- Aliyu, K.T., Huisling, J., Kamara, A.Y., Jibrin, J.M., Mohammed, I.B., Nziguheba, G & Vanlauwe, B. 2021. Understanding nutrient imbalances in maize (*Zea mays* L.) using the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) approach in the Maize belt of Nigeria. *Scientific Reports*, 11 (1): 1-13.
- Bado, V. and Bationo, A. 2018. Integrated management of soil fertility and land resources in sub-Saharan Africa: involving local communities. *Advances in Agronomy*, 150: 69. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.>
- Bender R.R., Jason W. Haegele, Matias L. Ruffo and Fred E. Below., 2013. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, 105 (1): 161-170.
- Dagbenonbakin, G.D., Kindomihou, V., Agbangba, E.C., Sokpon, N., and Sinsin, B., 2013. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) model establishment for diagnosing Sorghum (*Sorghum bicolor*) nutrient status in Benin (West

- Africa). *Scientific Research and Essays*, 8 (32): 1562-1569.
- Dierolf T.S., Fairhurst T.H., and Mutert E.W.**, 2001. *Soil Fertility Kit. A toolkit for acid upland soil fertility management in Southeast Asia*. Potash and Phosphate Institute of Canada.
- Elwali A.M.O. and Gascho G.J.**, 1984. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as a guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal Madison*, 7: 466-470.
- Krey T., Vassilev N., Baum C., Eichler - Löbermann B.**, 2013. Effects of long - term phosphorus application and plant - growth promoting rhizobacteria on maize phosphorus nutrition under field conditions. *European Journal of Soil Biology*, 55: 124-130.
- Modesto, V.C., Parent, S.É., Natale, W. and Parent, L.E.**, 2014. Foliar nutrient balance standards for maize (*Zea mays* L.) at high - yield level. *American Journal of Plant Sciences*, 5 (4): 497.
- Parent, L.E.** 2011. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (1): 321-334.
- Pasuquina J.M., Pampolino M.F., Witt C., Dobermann A., Oberthür T., Fisher M.J., and Inubushi K.**, 2014. Closing yield gaps in maize production in Southeast Asia through site-specific nutrient management. *Field Crops Research*, 156: 219-230.
- Serra, A.P., Marchetti, M.E., Rojas, E.P., Morais, H.S.D., Conrad, V.D.A., & Guimarães, F.C.N.** 2013. Establishing DRIS norms for cotton with different selection criteria for the reference population. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48 (11): 1472-1480.
- Shaibu, A.S., Jibrin, M.J., Shehu, B.M., Abdulrahman, L.B. & Adnan, A.A.** 2018. Deciphering the stability and association of ear leaves elements with nutrients applied to grain yield of maize. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41 (3): 1275-1287.
- Shaojun Qiu, Jiagui Xie, Shicheng Zhao, Xinpeng Xu, Yunpeng Hou, Xiufang Wang, Wei Zhou, Ping He, Adrian M. Johnston, Peter Christie, Jiyun Jin.**, 2014. Long - term effects of potassium fertilization on yield, efficiency, and soil fertility status in a rain - fed maize system in Northeast China. *Field Crops Research*, (163): 1-9.
- Singh, K., Hundal, H.S., and Singh, D.**, 2012. Monitoring Nutrient Status for Maize in Northwestern India through Diagnostic and Recommendation Integrated System Approach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43 (22): 2915-2923.
- Soltanpour, P.N., Malakouti, M.J., and Ronaghi, A.**, 1995. Comparison of diagnosis and recommendation integrated system and nutrient sufficiency range for corn. *Soil Science Society of America Journal*, 59 (1): 133-139.
- Walworth, J.L. and Sumner, M.E.**, 1987. *The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. In: Stewart B.A. (ed.) advances in soil science. Vol. 6. Springer, New York: 149-188.
- Walworth, J.L. and Sumner, M.E.**, 1988. *Folia diagnosis - a review*. In: Advances in plant nutrition, vol III. Ed. B.P. Tinker. Elsevier, New York: 193-241.
- Youssef, R.A., Abd El - Rheem Kh.M. and Nesreen H. Abou-Baker**, 2013. Establishment of DRIS Indices for Corn Plants Grown on Sandy Soil. *Life Science Journal*, 10 (3): 1016-1020.

Study on nutrient uptake status of hybrid maize cultivated on alluvial soil in the Mekong delta

Le Phuoc Toan, Ngo Ngoc Hung

Abstract

The study aimed to determine the effect of nutrient application on hybrid maize yield by using the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in diagnosing nutrient imbalance on hybrid maize grown on alluvial soil in the Mekong Delta. The experiment was carried out in An Phu district - An Giang in Winter-Spring crop seasons of 2014 - 2015 and 2015 - 2016. DRIS method identifies nutrient imbalance through nutrient omission experiments for hybrid maize. Fertilization of each specific nutrient showed a response in terms of leaf nutrient content, DRIS index and yield. The omission of N or P resulted in significantly lower grain yield together with negative DRIS indices. A negative value of DRIS indicated an imbalance of Cu, Fe, N, and P. Nutrients N and P were also found to be in an unbalanced state despite being fully fertilized, which suggests that hybrid maize yield has a chance to increase when nutrition with balanced fertilization is at an appropriate level.

Keywords: Hybrid maize, nutritional balance, DRIS, alluvial soil

Ngày nhận bài: 08/11/2021
Ngày phản biện: 23/11/2021

Người phản biện: TS. Nguyễn Duy Phương
Ngày duyệt đăng: 30/11/2021

LOẠI BỎ NITRAT TRONG NƯỚC BẰNG BÈO TAI TƯỢNG

Nguyễn Văn Công¹, Trần Thị Ngọc Chiêm¹, Nguyễn Hữu Chiêm¹,
Nguyễn Xuân Hoàng¹, Seishu Tojo²

TÓM TẮT

Ở vùng nông thôn đồng bằng sông Cửu Long, mô hình xử lý chất thải chăn nuôi bằng biogas đang được tăng cường áp dụng. Nước thải sau biogas chứa hàm lượng đạm cao nên cần tìm giải pháp xử lý. Nghiên cứu này thử nghiệm khả năng hấp thu nitrat của bèo tai tượng (*Pistia stratiotes* L.) nhằm làm cơ sở để ứng dụng bèo làm giảm nước ô nhiễm nitrat. Nitrat sử dụng trong nghiên cứu được pha từ NaNO₃ (Merck) ở nồng độ 10 mg N/L. Thí nghiệm gồm đối chứng (không bèo) và nghiệm thức có bèo tai tượng (8 cây có khối lượng 90,2 ± 8 g). Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần trong bể nhựa (57 × 38 × 30,5 cm³) và theo dõi trong 28 ngày. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hiệu suất giảm nitrat sau 28 ngày ở trường hợp có bèo tai tượng là 48,2%; sinh khối tươi của bèo tai tượng tăng 4,3 lần so với ban đầu. Bèo tai tượng có thể sử dụng để hấp thu nitrat trong nước ô nhiễm.

Từ khóa: Bèo tai tượng, đạm nitrat, loại bỏ, sinh khối

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô nhiễm nitrat có thể đến từ nhiều nguồn khác nhau như lạm dụng phân hoá học trong canh tác nông nghiệp và sử dụng chuyển hoá từ đạm amoni có trong nước thải sinh hoạt, nước thải chăn nuôi. Chăn nuôi quy mô hộ gia đình ở vùng nông thôn đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) thường không xây dựng hệ thống xử lý chất thải. Chất thải được thải trực tiếp ra môi trường hoặc xử lý sơ bộ bằng cách cho vào túi hay hầm biogas (Ngan *et al.*, 2012). Trong điều kiện thiếu khí của hầm hay túi ủ biogas, đạm vô cơ hoà tan trong nước thải có hàm lượng amoni rất cao, có thể lên đến 126 - 421 mg/L (Nguyễn Thị Hồng và Phạm Khắc Liệu, 2012). Nước thải này được tận dụng như nguồn dinh dưỡng bón cho cây trồng, nuôi tảo cho các loài thủy sản ở mô hình VACB, thải ra ao, mương rồi chảy ra kênh, rạch hay sông. Khi thải ra môi trường nước, amoni chuyển sang dạng nitrat trong điều kiện có oxy và vi khuẩn *Nitrosomanas* và *Nitrobacteria* (Crab *et al.*, 2007). Khi nồng độ nitrat cao, kết hợp với phosphorus sẽ làm nước hồ bị phú dưỡng; làm tảo phát triển mạnh và khi nở hoa hoặc chết đi sẽ gây ngộ độc cho thủy sinh vật và con người. Olson và cộng tác viên (2020) cho thấy việc thải nước thải có hàm lượng dinh dưỡng cao từ hoạt động của con người đã làm tảo lam phát triển quá mức và gây độc cho người và sinh vật sử dụng nước từ các hồ chứa ở Mỹ. Tương tự, Namsaraev và cộng tác viên (2020) cũng cho thấy những hậu quả của phú dưỡng làm

ảnh hưởng chất lượng nước trong các hồ chứa ở Nga. Ở Việt Nam, Đào Thanh Sơn và cộng tác viên (2016) đã phát hiện tảo độc *Planktothrix rubescens* từ ao nuôi thủy sản tỉnh Sóc Trăng. Do đó, tìm giải pháp giúp làm giảm ô nhiễm của loại nước thải này trước khi thải ra môi trường là cần thiết. Giới hạn cho phép của nitrat dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt theo QCVN 08:2015-BTNMT ban hành kèm theo Thông tư 65/2015/TT-BTNMT (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015) là 2 mg/L và dùng cho mục đích tưới tiêu hay giao thông là 10 mg/L.

Việc sử dụng thực vật thủy sinh trong xử lý nước thải đã được nghiên cứu và cho kết quả khả quan, chi phí xử lý thấp, phù hợp cho nơi có nguồn quỹ đất như vùng nông thôn. Trương Thị Nga và Hồ Liên Huệ (2009) cho thấy, sậy (*Phragmites* spp.) xử lý amoni nước thải chăn nuôi đạt hiệu suất 64,08%. Châu Minh Khôi và cộng tác viên (2012) cho thấy, lục bình và cỏ vetiver có khả năng loại bỏ đạm, lân hữu cơ hoà tan trong nước thải ao nuôi thâm canh cá tra; sau 1 tháng lục bình làm giảm 88% N và 100% P trong khi đó cỏ vetiver làm giảm 85% N và 99% P. Phạm Quốc Nguyên và cộng tác viên (2015) cũng cho thấy, lục bình có khả năng hấp thu amoni trong nước thải nuôi cá tra rất cao.

Bèo tai tượng (*Pistia stratiotes* L) là loài thực vật thủy sinh sống nổi, phân bố hầu hết ở vùng nhiệt đới. Khi được nuôi ở điều kiện thích hợp bèo sẽ tăng sinh khối gấp đôi sau 5 ngày, gấp 3 sau 10 ngày và gấp 9 lần sau gần 1 tháng (Fonkou *et al.*, 2002).

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên - Trường Đại học Cần Thơ

² Đại học Kỹ thuật và Nông nghiệp Tokyo

* Tác giả chính: E-mail: nvcong@ctu.edu.vn