



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.2020.075

ẢNH HƯỞNG CỦA HAI LOẠI BIOCHAR TRÁU ĐẾN SỰ PHÁT THẢI KHÍ CH₄ VÀ N₂O TỪ ĐẤT PHÙ SA TRONG ĐIỀU KIỆN PHÒNG THÍ NGHIỆM

Trần Sỹ Nam¹, Hồ Minh Nhật¹, Nguyễn Ngọc Bảo Trâm¹, Huỳnh Văn Thảo¹, Đỗ Thị Xuân² và Nguyễn Hữu Chiếm¹

¹Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Trần Sỹ Nam (email: tsnam@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 16/01/2020

Ngày nhận bài sửa: 05/04/2020

Ngày duyệt đăng: 11/05/2020

Title:

Effects of two types of rice husk biochar on CH₄ and N₂O emissions from alluvial paddy soil in laboratory condition

Từ khóa:

Biochar trấu, đất lúa ngập nước, phát thải CH₄, phát thải N₂O

Keywords:

Rice husk biochar, submerged paddy soil, CH₄ emission, N₂O emission

ABSTRACT

CH₄ and N₂O emissions from paddy soil plays an important role in reducing greenhouse gas emissions. This study was conducted to evaluate and compare CH₄ and N₂O emissions from a paddy soil supplemented by 2 types of biochar. The study was set up with 7 treatments including 2 types of rice husk biochar (i) produced by the slow pyrolysis in a laboratory (RB-lab) and (ii) a commercial rice husk biochar (RB) at 0.2, 0.5 and 1% and the control (without biochar). The CH₄ emission of all treatments supplemented with either RB-lab or RB was significantly reduced with that of the control ($p < 0.05$). RB-lab decreased 14-18% and RB decreased 16-20% of total CH₄ emission. N₂O emission was negligible in the submerged paddy soil under in-vitro laboratory. This study showed that RB at 1% reduced CH₄ emission better than that of RB-lab.

TÓM TẮT

Khí CH₄ và N₂O từ đất trồng lúa đóng vai trò quan trọng trong giảm phát thải khí nhà kính. Nghiên cứu được thực hiện nhằm so sánh sự phát thải CH₄ và N₂O khi bổ sung 2 loại biochar trấu khác nhau. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với bảy nghiệm thức gồm hai loại biochar trấu (i) RB-lab được sản xuất theo phương pháp nhiệt phân chậm trong phòng thí nghiệm và (ii) biochar trấu thương mại (RB) với 0,2, 0,5 và 1% và đối chứng (không biochar). Các nghiệm thức bổ sung RB-lab hoặc RB giảm phát thải CH₄ có ý nghĩa so với đối chứng ($p < 0,05$). Bổ sung RB-lab giảm 14-18% tổng lượng CH₄ phát thải, trong khi đó RB giúp giảm 16-20%. N₂O phát thải không đáng kể trong điều kiện đất ngập nước liên tục trong phòng thí nghiệm. Bổ sung 1% RB cho hiệu quả giảm phát thải tốt hơn so với RB-lab.

Trích dẫn: Trần Sỹ Nam, Hồ Minh Nhật, Nguyễn Ngọc Bảo Trâm, Huỳnh Văn Thảo, Đỗ Thị Xuân và Nguyễn Hữu Chiếm, 2020. Ảnh hưởng của hai loại biochar trấu đến sự phát thải khí CH₄ và N₂O từ đất phù sa trong điều kiện phòng thí nghiệm. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 56(Số chuyên đề: Khoa học đất): 109-118.

1 GIỚI THIỆU

Khí CH₄ và N₂O là hai khí nhà kính (GHGs) góp phần chủ yếu vào sự ấm lên toàn cầu. Trong đó, CH₄ là khí phát thải nhiều nhất trong điều kiện ngập nước

liên tục (Dubey, 2005; Feng *et al.*, 2012), và là khí gây phát thải hiệu ứng nhà kính lớn thứ hai sau CO₂, đóng góp lớn vào phát thải tiềm năng ấm lên toàn cầu (GWP) chiếm khoảng 78% tổng lượng CO_{2eq}

(CO₂ tương đương) phát thải toàn cầu (Tsuruta *et al.*, 1998). Theo Karakut *et al.* (2012) sản xuất nông nghiệp chiếm 50,63% lượng phát thải CH₄. Hằng năm ở Việt Nam, theo MONRE (2010) tổng lượng phát thải CH₄ từ hoạt động trồng lúa là 37,43 triệu tấn, chiếm 58% tổng lượng CH₄ từ hoạt động nông nghiệp, xếp thứ 11 trên thế giới.

Biochar được tạo ra từ sinh khối thực vật khi nhiệt phân ở nhiệt độ cao trong điều kiện không có hoặc thiếu oxy (Lehmann, 2007). Khi bổ sung vào đất, biochar có tính bền cao, chống lại sự phân hủy, (Liang *et al.*, 2006; Nisbet *et al.*, 2014). Bón biochar vào đất giúp cho giữ C, nhằm giảm GHGs. Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng biochar có thể đóng vai trò chính trong việc giảm phát thải GHGs từ ruộng lúa (Spokas *et al.*, 2009; Karhu *et al.*, 2011). Theo Liu *et al.* (2011), khi sử dụng biochar từ tre và rơm rạ ở mức từ 1,5 - 2% làm giảm lượng CH₄ lần lượt từ 51,1% và 91,2% trong điều kiện phòng thí nghiệm. Tuy nhiên, hiệu quả của việc bổ sung biochar vào đất sẽ làm giảm sự phát thải CH₄ không hoàn toàn giống nhau, như kết quả nghiên cứu của Zhang *et al.* (2010) cho thấy bổ sung biochar vào ruộng lúa mặc dù làm giảm tổng lượng phát thải CO_{2eq}, nhưng đôi với CH₄ lại tăng phát thải. Nhiều nghiên cứu cho rằng CH₄ phát thải không chỉ phụ thuộc vào đặc điểm hóa học của biochar mà còn phụ thuộc vào tính chất đất đai, cộng đồng vi sinh vật, phân bón và hình thức quản lý nước (Zwieten *et al.*, 2010). Biochar tác động lên sự phát thải N₂O thông qua các cơ chế phức tạp, biochar có khả năng tác động lên cộng đồng vi sinh vật nitrate hóa, làm tăng quá trình cố định N do biochar là một loại vật liệu có tỷ lệ C/N cao. Bổ sung biochar còn làm tăng sự thoáng khí, qua đó giảm thiểu phát thải N₂O (Yanai *et al.*, 2007).

Đồng bằng sông Cửu Long với sản lượng lúa hằng năm 24,5 triệu tấn (Tổng cục thống kê, 2016) và với lượng trấu sinh ra bằng 20% lượng lúa sau xay xát gạo (Chungsangusist *et al.*, 2009). Đây là nguồn nguyên liệu dồi dào, có tính hấp phụ cao có thể dùng để sản xuất biochar với số lượng lớn để bổ sung cho đất. Nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu đánh giá việc giảm phát thải CH₄, N₂O từ đất phù sa trong điều kiện ngập nước liên tục có bổ sung hai loại biochar trấu được sản xuất theo phương pháp nhiệt phân chậm trong phòng thí nghiệm và biochar trấu thương mại.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đặc điểm đất thí nghiệm

Mẫu đất được thu ở ruộng lúa, tầng 0-10 cm tại phường Thới An Đông, quận Bình Thủy, TP. Cần Thơ.

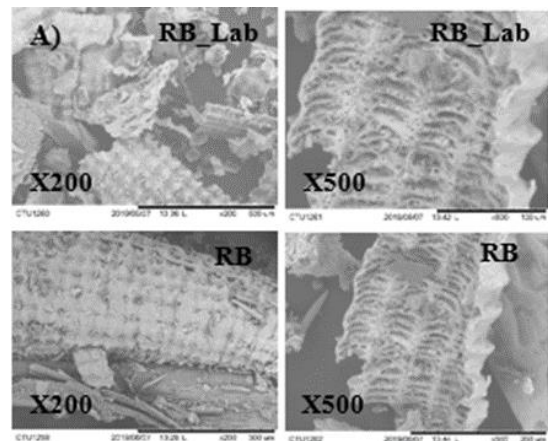
Đất sử dụng trong thí nghiệm thuộc loại đất phù sa có tính phèn nhẹ (Thionic Gleysols) theo hệ thống phân loại của WRB/FAO (2006). Mẫu đất được phơi khô không khí, nghiền qua rây 0.5mm cho các phân tích pH, EC (tỷ lệ 1:5), đạm tổng số (xác định theo phương pháp Kjedahl), chất hữu cơ (theo phương pháp Walkley-Black). Một số đặc điểm của đất sử dụng trong nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1.

2.2 Đặc điểm biochar thí nghiệm

Hai loại biochar sử dụng trong thí nghiệm được sản xuất trong hai điều kiện khác nhau:

+ **Biochar trấu sản xuất trong phòng thí nghiệm (RB-lab):** được sản xuất trong phòng thí nghiệm bằng lò nung VMF 165 (Yamada Denki, Adachi, Nhật Bản) theo phương pháp nhiệt phân chậm. Vỏ trấu được thu từ nhà máy xay sát gạo, được sấy khô 24 giờ ở nhiệt độ 105°C. Vỏ trấu sau khi sấy khô được cắt thành các mảnh nhỏ 1 mm và tạo thành các hạt hình trụ để nhiệt phân tạo biochar. Khí N₂ được dẫn vào lò để tạo điều kiện yếm khí với tốc độ 3 L.phút⁻¹ trong 30 phút. Sau đó gia nhiệt lên đến 700°C và nhiệt phân trong 2 giờ, làm mát về nhiệt độ phòng và lấy biochar ra nghiền mịn, bảo quản ở ẩm độ 25% trong máy sấy tự động.

+ **Biochar trấu được sản xuất thương mại (RB):** mua từ công ty chuyên sản xuất biochar (Đông Tháp). Biochar được sản xuất từ vỏ trấu, trên dây chuyền công nghệ hiện đại, bằng phương pháp nhiệt phân chậm. Hình ảnh về cấu trúc và các lỗ rỗng của biochar sau nhiệt phân được đo bằng kính hiển vi điện tử (TM-1000 Hitachi, Japan). Ảnh chụp hai loại biochar dưới kính hiển vi điện tử được trình bày ở Hình 1 và một số đặc điểm than trấu được trình bày ở Bảng 1.



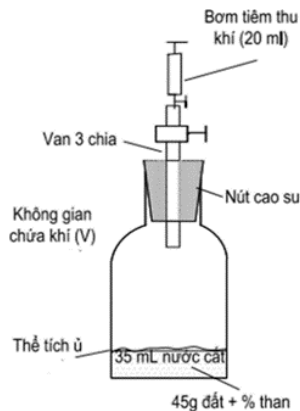
Hình 1: Ảnh chụp SEM biochar trấu thương mại (RB) và biochar trấu PTN (RB-Lab)

Bảng 1: Đặc tính đất và biochar trong thí nghiệm

Chỉ tiêu	Đất Biochar trâu		
	(ĐC)	(RB-Lab)	(RB)
pH	5,50	9,50	9,56
EC (mS/cm)	0,677	0,49	0,41
CHC (%)	3,77	-	-
N (%)	0,21	0,47	0,59
C (%)	2,19	62,00	19,55
C/N	10,43	106,89	32,57
CEC (cmolc/kg)	-	23,98	13,20
Ẩm độ (%)	-	3,60	1,38
Dung trọng (g/cm ³)	1,09	-	-

2.3 Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm theo dõi phát thải khí CH₄ và N₂O được thực hiện trong điều kiện phòng thí nghiệm của Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ sử dụng hai loại biochar sản xuất từ vỏ trấu ở hai phương pháp khác nhau (theo phương pháp nhiệt phân chậm trong phòng thí nghiệm và biochar trấu thương mại). Thí nghiệm được bố trí trong chai thủy tinh 300 mL (Schott, Đức), chi tiết mô hình bố trí thí nghiệm được trình bày ở Hình 2.



Hình 2: Mô tả chi tiết mô hình bố trí thí nghiệm

Quy trình theo dõi phát thải khí được thực hiện như sau:

Bảng 2: Các nghiệm thức trong thí nghiệm với lượng biochar sử dụng khác nhau

Ký hiệu	Nghiệm thức	KL đất (g)	KL biochar (g)	KL rơm (g) ¹	V nước (mL)
1. NTĐC	Đối chứng (không biochar)	70	0	0,35	100
2. RB-lab1	Biochar trấu PTN 0,2%	70	0,231	0,35	100
3. RB-lab2	Biochar trấu PTN 0,5%	70	0,577	0,35	100
4. RB-lab3	Biochar trấu PTN 1,0%	70	1,155	0,35	100
5. RB1	Biochar trấu 0,2%	70	0,231	0,35	100
6. RB2	Biochar trấu 0,5%	70	0,577	0,35	100
7. RB3	Biochar trấu 1,0%	70	1,155	0,35	100

Ghi chú: ⁽¹⁾ lượng rơm được sử dụng cho thí nghiệm tương đương với lượng rơm vùi lại trong ruộng với 5 tấn/ha.

Bước 1: Cân lần lượt khối lượng 2 loại biochar: RB-lab và RB của từng nghiệm thức vào các chai thủy tinh (Bảng 2).

Bước 2: Cân 70g đất khô đã nghiền qua rây, 0,35g rơm cắt ngắn (tương ứng 5 tấn/ha), dùng trộn đều các vật liệu này lại với nhau.

Bước 3: Tiếp tục, cho 100 mL nước cất vào mỗi chai thủy tinh, trộn đều để nước ngấm vào hỗn hợp đất, biochar và rơm.

Bước 4: Đóng chặt các nắp chai thủy tinh và giữ ở nhiệt độ ổn định 30°C (theo Inubushi *et al.* (1990) 30°C là khoảng nhiệt thích hợp để methanogenic hoạt động tốt nhất, thuận lợi cho sinh khí CH₄). Tiến hành theo dõi và thu mẫu thí nghiệm vào các thời điểm 1, 4, 7, 11, 15 và 19 ngày sau bố trí thí nghiệm.

Thí nghiệm theo dõi phát thải khí sử dụng hai loại biochar sản xuất từ vỏ trấu, mỗi loại có 3 tỷ lệ áp dụng là 0,2%; 0,5% và 1% (0,1% = 1,09 tấn biochar/ha) và nghiệm thức đối chứng không bổ sung biochar. Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với tổng cộng 7 nghiệm thức và ba lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức (Bảng 2).

Phương pháp thu mẫu khí được thực hiện theo Yoo and Kang (2012) và Troy *et al.*, (2013) với trình tự thực hiện như sau: các chai thu mẫu được mở thoáng khí 5 phút trước khi thu mẫu, có thể thổi khí nhẹ từ 0,5-1 phút để loại bỏ các khí tích lũy trong chai; đậy kín chai bằng nút cao su, sau đó dùng tiêm kín khí 20 mL khí đầu tiên sau đó mới tiến hành thu mẫu. Mẫu khí được thu ở các thời điểm 0, 30, 60 phút và chuyển vào vial kín khí (14mL) đã được hút chân không trước đó. pH được đo trực tiếp bằng máy đo pH (HI99121N, HANNA, Rumania) và Eh (HM31P; TOA-DKK, Nhật) vào thời điểm thu mẫu khí. Các vials trữ mẫu khí được phân tích định lượng khí CH₄ và N₂O bằng máy sắc ký khí GC (Model SRI 8610C, Hays Sept-N, đầu dò FID và ECD)

2.4 Tần suất và thời gian thu mẫu

Các nghiên cứu đánh giá phát thải khí nhà kính từ đất ở điều kiện phòng thí nghiệm (Liu *et al.*, 2011; Yoo and Kang, 2012; Wang *et al.*, 2017) thường thực hiện trong thời gian khoảng 15-20 ngày. Thí nghiệm này được bố trí theo dõi liên tục trong 19 ngày với 6 đợt thu mẫu (ngày 1, 4, 7, 11, 15, và 19), là chu kỳ ngập khô dài nhất trên ruộng khi áp dụng kỹ thuật quản lý nước ướt khô xen kẽ (AWD) (Tô Lan Phương và *ctv.*, 2012, Huỳnh Quang Tín và *ctv.*, 2015).

2.5 Phương pháp phân tích và tính toán lượng phát thải

Nồng độ CH₄ và N₂O trong các mẫu khí được thu thập vào các thời gian điểm khác nhau được đo bằng máy sắc ký khí (Model SRI 8610C). Hàm lượng khí N₂O phát thải trong mẫu khí được xác định bằng cột đầu dò bắt electron (ECD) Hayesep – N, nhiệt độ của buồng cột là 60°C, áp suất khí H₂ là 15 PSI, áp suất không khí 5 PSI, áp suất N₂ là 18 PSI. Trong khi đó, hàm lượng CH₄ phát thải trong mẫu được xác định bằng cột đầu dò Flame ionization detector (FID), nhiệt độ của buồng là 350°C, áp suất khí H₂ là 20 PSI, không khí 5 PSI.

Tốc độ phát thải CH₄ và N₂O được tính theo công thức (Parkin *et al.*, 2003):

$$F = \frac{dC}{dt} \times \frac{MW \times V \times 60 \times 24}{m \times (0.08206 \times (273+t^{\circ}C))} \text{ (mg/kg/ngày)}$$

Trong đó: t: nhiệt độ không khí ù (°K), MW: trọng lượng phân tử khí (CH₄=16, N₂O=44), m: khối lượng đất thí nghiệm (g), $\frac{dC}{dt}$: tốc độ gia tăng nồng độ khí CH₄ (ppm/h); V: tổng thể tích phần không khí chứa khí CH₄ sinh ra trong chai ù.

Tổng lượng CH₄ và N₂O của thí nghiệm được tính theo công thức sau (Mai Văn Trịnh và *ctv.*, 2013):

$$\bar{F} = (n_2-n_1) * \left(\frac{F_{n1}+F_{n2}}{2}\right) + (n_3-n_2) * \left(\frac{F_{n2}+F_{n3}}{2}\right) + \dots + (n_c-n_x) * \left(\frac{F_{nc}+F_{nx}}{2}\right) \text{ (mg/kg)}$$

Trong đó: n₁, n₂, n₃ là ngày lấy mẫu thứ 1, 2, 3 và n_x là ngày lấy mẫu thứ x, n_c là ngày lấy mẫu cuối

cùng và F_{n1}, F_{n2}, F_{n3}..., F_n là lượng phát thải trung bình của khí CH₄, N₂O (mg.kg⁻¹.ngày⁻¹) ứng với các ngày lấy mẫu n₁, n₂, n₃..., n_x và n_c.

Khí CH₄ và N₂O phát thải tích lũy được qui đổi theo lượng CO₂ tương đương (CO₂eq), theo công thức sau:

$$1g \text{ CH}_4 = 25g \text{ CO}_2 \text{ (IPCC, 2007).}$$

$$1g \text{ N}_2\text{O} = 298 \text{ CO}_2 \text{ (IPCC, 2007).}$$

$$F_{\text{CO}_2\text{eq}} = F_{\text{CH}_4} + F_{\text{N}_2\text{O}} \text{ (mgCO}_2\text{eq/kg)}$$

2.6 Xử lý số liệu thống kê

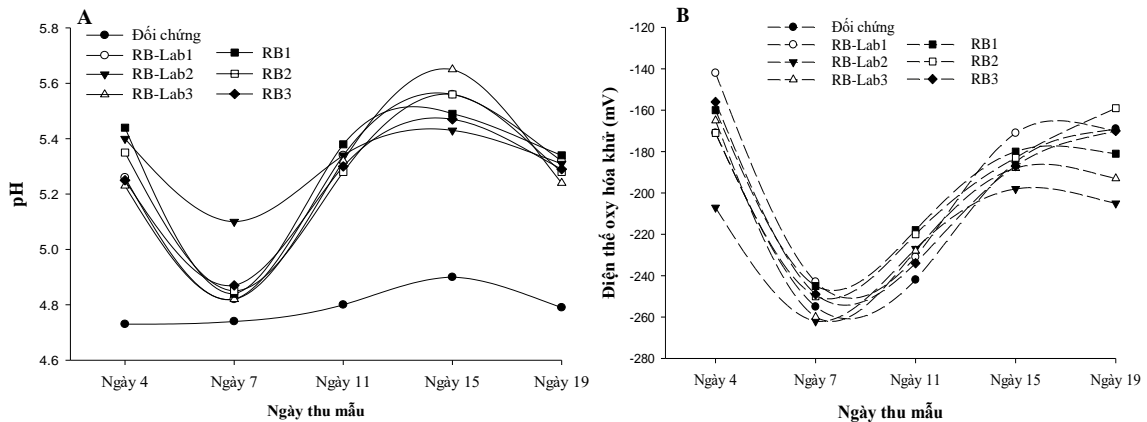
Phân tích phương sai (ANOVA) hai nhân tố theo bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên để đánh giá mức độ khác biệt giữa loại than và tỷ lệ than bổ sung, (Duncan, α=5%). Sử dụng kiểm định Independent t test để so sánh khác biệt trung bình từng tỷ lệ than bổ sung, (t-test, α=5%)

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của biochar trâu đến pH và Eh đất

3.1.1 pH đất

Trong quá trình theo dõi pH đất thay đổi theo hai giai đoạn chính: giai đoạn 1, pH giảm từ ngày thứ 4 và đạt giá trị thấp nhất tại ngày thứ 7. Trong đó, NTĐC có pH=4,74 thấp nhất và các nghiệm thức có biochar có pH cao hơn từ 4,82-5,1 (thấp hơn so với pH_{bàn đầu}=5,5) (Hình 3A). Sau khi pH giảm mạnh ở một tuần đầu thí nghiệm, pH tăng lại ở các ngày 11 và có sự biến động nhẹ ở ngày 15 và 19 nhưng không đáng kể. Các ngày 11, 15 và 19 của thí nghiệm pH ở các nghiệm thức có biochar luôn duy trì ở khoảng 5,28-5,65, trong khi đó ở NTĐC chỉ có pH từ 4,79-4,9. Hình 3A cho thấy giai đoạn 2: từ ngày 11 đến ngày thứ 19 cao hơn các ngày ở giai đoạn 1 và ở tất cả các thời điểm theo dõi nghiệm thức bổ sung biochar luôn có pH cao hơn NTĐC. Ngoài ra, trị số pH ở các nghiệm thức bổ sung biochar không biến động quá lớn khi so sánh cùng một thời điểm thu mẫu, trị số pH chỉ chênh lệch từ 0,1 đến 0,12 đơn vị. Kết quả này cho thấy, khi bổ sung biochar sẽ có làm tăng pH cho đất nông nghiệp, giảm sự chua hóa của đất tương tự như nghiên cứu của Liu *et al.*, (2011).



Hình 3: Sự thay đổi trị số pH (A) và điện thế oxy hóa khử (Eh) (B) trong thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm cho thấy khi bổ sung biochar sẽ giúp cải thiện pH, giúp giữ pH đất cao hơn so với NTĐC. pH giảm thấp vào ngày thứ 7 sau khi ủ có thể giải thích do vi sinh vật thủy phân chất hữu cơ mạnh nên hình thành các axit hữu cơ. Sau đó các axit này tiếp tục bị thủy phân thành CH₄ và CO₂, H₂ ở các ngày tiếp theo. Sự chuyển hóa các axit hữu cơ thành CH₄ và CO₂ ở ngày 7 trong thí nghiệm (Hình 3A), làm giảm tính axit và làm pH tăng trở lại vào các ngày tiếp theo của thí nghiệm (Yoo and Kang, 2012).

3.1.2 Điện thế oxy hóa khử (Eh) mẫu đất

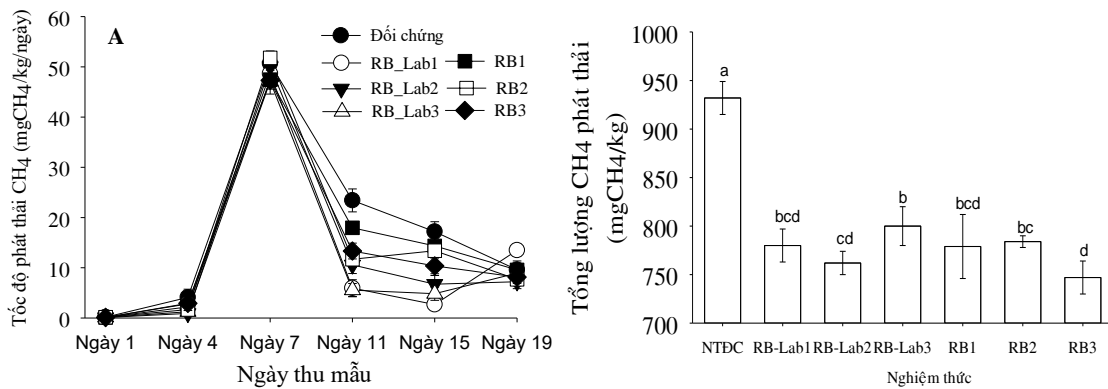
Điện thế oxy hóa khử (Eh) trong đất dao động từ -142 đến -262 mV (Hình 3B), là môi trường khử mạnh, do sự phân hủy nhanh của chất hữu cơ có trong đất. Giá trị Eh giảm thấp từ ngày thứ 4, giảm <-200 mV từ ngày 7 đến ngày 15 (đây cũng là thời điểm có pH thấp nhất trong thí nghiệm, Hình 3A). Giá trị Eh trong thí nghiệm này chỉ thị cho môi trường khử mạnh từ nhỏ -100 mV đến gần lớn -300 mV. Từ ngày thứ 15, Eh tăng nhẹ trở lại và có giá trị từ -171 đến -187 mV và sau đó giữ ổn định ở Eh>-170 đến khi kết thúc thí nghiệm.

Theo Yoo and Kang (2012) trong điều kiện đất bị ngập nước sâu liên tục sau 3 ngày, môi trường trở nên yếm khí do lượng oxy còn sót lại trong các lỗ rỗng của đất đã bị vi sinh vật sử dụng hết. Sau giai đoạn này Eh sẽ giảm nhanh và mạnh do khi đó chất hữu cơ bắt đầu bị phân hủy. Kết quả thí nghiệm tương đồng với kết luận trên và một số nghiên cứu

khác của nghiên cứu Yagi and Minami (1990). Đặc biệt, sau ngày thứ 7 của thí nghiệm do khoảng Eh dao động <-150 mV, nên đây là điều kiện môi trường thích hợp với hoạt động phân hủy chất hữu cơ sinh CH₄ của methanogenesis (Dubey, 2005).

3.2 Ảnh hưởng của bổ sung biochar trấu đến phát thải CH₄ trong đất

Kết quả theo dõi tốc độ phát thải CH₄ (Hình 4A) cho thấy sự phát thải chia làm 3 giai đoạn chính: giai đoạn 1-4 ngày đầu sau khi ủ, sự phát thải xảy ra rất thấp ở tất cả các nghiệm thức dao động từ 2,40-4,10 mgCH₄/kg/ngày. Tốc độ phát thải CH₄ trong giai đoạn này không khác biệt giữa các nghiệm thức (p>0,05). Giai đoạn 2 (từ ngày 4-11): sau 96 giờ ủ, môi trường bắt đầu thiếu oxy và CH₄ phát thải mạnh nhất trong thí nghiệm. Với lượng CH₄ hằng ngày phát thải trung bình ở NTĐC là 50,66 mgCH₄/kg/ngày và các nghiệm thức RB-lab từ 44,37-50,02 mgCH₄/kg/ngày và RB là 47,17-50,84 mgCH₄/kg/ngày. Ở giai đoạn này, tốc độ phát thải cũng không khác biệt có ý nghĩa (p>0,05) giữa các nghiệm thức. Giai đoạn 3 (ngày 11-19): CH₄ phát thải chậm lại và thấp dần về cuối thí nghiệm, sau khi lượng cơ chất (chất hữu cơ) cung cấp cho vi sinh vật methanogenesis giảm mạnh. Ở các ngày 11 và 15, nghiệm thức đối chứng có lượng phát thải cao trung bình 20,3 mgCH₄/kg/ngày khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức bổ sung biochar RB-lab2, RB-lab3 và RB2, RB3 (p<0,05), nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức RB-lab2 và RB1 (p>0,05).



Hình 4: A) Tốc độ phát thải CH₄ và B) tổng lượng CH₄ phát thải

Các cột có cùng ít nhất một chữ cái thì có khác biệt không ý nghĩa thống kê ở mức 5%; NTĐC: nghiệm thức đối chứng, RB-lab1: 0,2% biochar trâu PTN, RB-lab2: 0,5% biochar trâu PTN, RB-lab3: 1% biochar trâu PTN, RB1: 0,2% biochar trâu thương mại, RB2: 0,5% biochar trâu thương mại và RB3: 1% biochar trâu thương mại.

CH₄ phát thải nhiều trong thí nghiệm sau khi Eh giảm về nhỏ hơn -200 mV và sau đó lượng khí CH₄ giảm dần vào các ngày tiếp theo, kết quả này tương đồng với các nghiên cứu của Zhang *et al.* (2010), Liu *et al.* (2011), Yoo and Kang (2012), Troy *et al.* (2013). Lượng CH₄ sinh ra phụ thuộc chính vào hàm lượng chất hữu cơ của chất nền và hoạt động phân hủy methanogenesis (Dubey, 2005), vì vậy trong điều kiện đất ngập nước và trong đất có sẵn đầy đủ chất hữu cơ để phân hủy sẽ rất thuận lợi cho vi sinh vật methanogenesis phát triển sẽ thúc đẩy sự phát thải CH₄ diễn ra mạnh.

Lượng CH₄ tích lũy trong suốt thí nghiệm ở các nghiệm thức dao động từ 774±17 - 932±17 mgCH₄/kg (Hình 4B). Trong đó, NTĐC có tổng lượng CH₄ phát thải cao nhất là 932±17 mgCH₄/kg, khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với các nghiệm có bổ sung biochar. Bổ sung biochar vào đất giúp giảm lượng CH₄ phát thải từ 16-20%, tổng lượng phát thải trong suốt thí nghiệm từ 747±17 mgCH₄/kg (RB3) đến 800±20 mgCH₄/kg (RB-Lab3). Các nghiệm thức RB-lab1, RB-lab2, RB-lab3, RB1, RB2 khác biệt không có ý nghĩa. Tổng lượng CH₄ phát thải được giảm thiểu khi bổ sung biochar ở tỷ lệ 0,2% RB-lab1 (giảm 16% so với đối chứng) và RB1 (giảm 17% so với đối chứng), tỷ lệ 0,5%: RB2-lab (giảm 18% so với đối chứng) và RB2 (giảm 16% so với đối chứng), tỷ lệ 1%: RB-lab3 (giảm 14% so với đối chứng) và RB3 (giảm 20% so với đối chứng). Hiệu quả giảm phát thải CH₄ ở từng tỷ lệ 0,2% và 0,5% là khác biệt không có ý nghĩa thống kê, tỷ lệ 1% khác biệt có ý nghĩa thống kê (Bảng 3).

NTĐC là nghiệm thức có tổng lượng CH₄ phát thải cao nhất có thể giải thích do trong điều kiện ngập nước liên tục, hàm lượng hữu cơ trong đất cao (được bổ sung rơm) nên các quá trình phân hủy kỵ khí của vi sinh vật methanogenesis diễn ra mạnh và nhanh hình thành nên nhiều sản phẩm như acetat, CO₂, H₂, thúc đẩy sự sinh CH₄ nhiều trong thời gian ngắn (Yoo and Kang, 2012) nhưng quá trình này lại không bị cản trở hoặc khí sinh ra không bị hấp phụ bởi vật liệu gì, nên lượng CH₄ sinh ở NTĐC là cao nhất so với các nghiệm thức khác có bổ sung biochar. Đối với các nghiệm thức có bổ sung biochar, không có sự khác biệt về tổng lượng phát thải CH₄ giữa các nghiệm thức bổ sung biochar ở tỷ lệ bổ sung 0,2 % và 0,5% có thể do hai loại biochar trâu có sự tương đồng về cấu trúc các lỗ rỗng bên trong của biochar (Hình 1) và hiệu suất hấp phụ của hai loại biochar, bổ trí cùng một loại đất và cùng một lượng chất nền (rơm bổ sung), nên sự tác động lên pH, Eh và cộng đồng vi sinh vật sinh CH₄ là như nhau. Khi bổ sung ở mức 1% biochar vào đất thì có sự khác biệt về tổng lượng phát thải CH₄ do với lượng biochar bổ sung đã đủ lớn để tạo sự khác biệt trong hiệu quả hấp phụ, độ thoáng khí, tạo nên sự khác biệt trong giảm phát thải khí CH₄. Kết quả tổng lượng CH₄ phát thải trong nghiên cứu khi bổ sung biochar giúp giảm 14%-20% so với đối chứng, tương tự với nghiên cứu một số nghiên cứu của Yoo and Kang (2012) và Cai *et al.* (2017).

3.3 Ảnh hưởng của bổ sung biochar đến sự phát thải N₂O trong đất

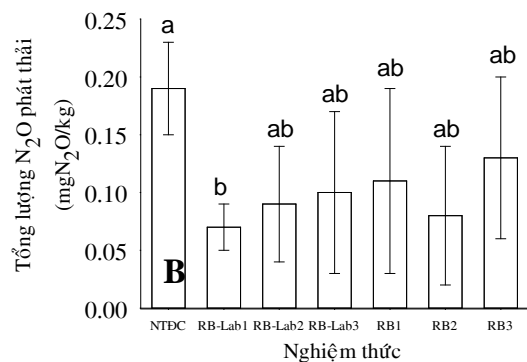
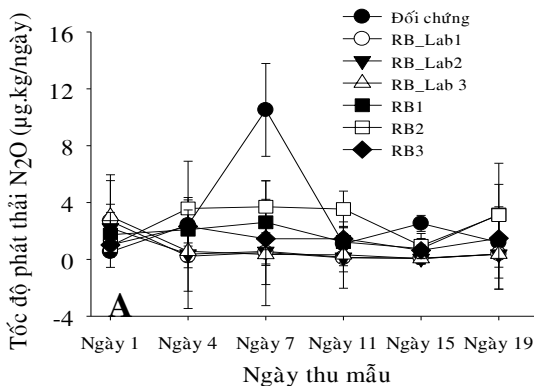
Khác với sự phát thải CH₄, N₂O trong thí nghiệm phát thải với một lượng rất thấp. Các nghiệm thức có biochar sự phát thải N₂O trong đất ở mức thấp từ

0,05-3,70 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{ngày}$ và ổn định trong suốt thí nghiệm, riêng NTĐC có N_2O phát thải ở mức cao từ $1,1\pm 0,71$ - $10,52\pm 6,58$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{ngày}$ (Hình 5A). Sự phát thải N_2O hằng ngày hầu hết không có sự biệt giữa các nghiệm thức, trừ ngày thứ 7. Vào Ngày 7, nghiệm thức có biochar không có sự khác biệt, nhưng NTĐC có tốc độ phát thải $10,52\pm 6,58$ $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{ngày}$ là cao nhất trong thí nghiệm khác biệt có ý nghĩa thống kê với 6 nghiệm thức còn lại. Trong suốt 19 ngày thí nghiệm, tốc độ phát và tổng lượng phát thải N_2O <1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{ngày}$.

Theo Hensault *et al.* (2012), khí N_2O được tạo ra cả trong môi trường hiếu khí (nitrate hoá) và yếm khí (khử nitrate). Sự phát thải N_2O thấp do thí nghiệm bố trí trong điều kiện Eh thấp (-142 đến -262mV), trong khi Eh thuận lợi cho sự phát thải N_2O là 120 đến 250 mV; không bổ sung thêm N cho đất hay đất quá chua cũng sẽ ức chế quá trình hình thành khí N_2O . Ngoài ra, biochar có tỷ số C/N cao nên tiến

trình cố định N sinh học rất dễ xảy ra làm giảm lượng N hữu dụng, qua đó làm nguồn ni-tơ được chuyển hóa thành N_2O ở các nghiệm thức. Thêm vào đó, với đặc tính hấp phụ của biochar nên có thể một lượng lớn NH_4 được biochar hấp thụ, hạn chế quá trình nitrat hóa, nên gây làm giảm quá trình sinh khí N_2O . Tuy lượng phát thải N_2O là không đáng kể, nhưng khác với một số nghiên cứu trước đó N_2O vẫn phát thải dù đất luôn bị ngập nước (Xing *et al.*, 2002).

Sau 19 ngày thí nghiệm tổng lượng N_2O phát thải trong thí nghiệm là $0,07\pm 0,02$ $\text{mgN}_2\text{O}/\text{kg}$ đến $0,19\pm 0,04$ $\text{mgN}_2\text{O}/\text{kg}$. Không có sự khác biệt về tổng lượng phát thải N_2O giữa các nghiệm thức ($p>0,05$) (Hình 4B). Tổng lượng N_2O phát thải trong thí nghiệm tương đương với công bố của Troy *et al.* (2013), thấp hơn 2 lần so với nghiên cứu của Nilissen *et al.* (2014), khi có bổ sung thêm đạm và cũng thấp hơn so với Yoo and Kang (2012).



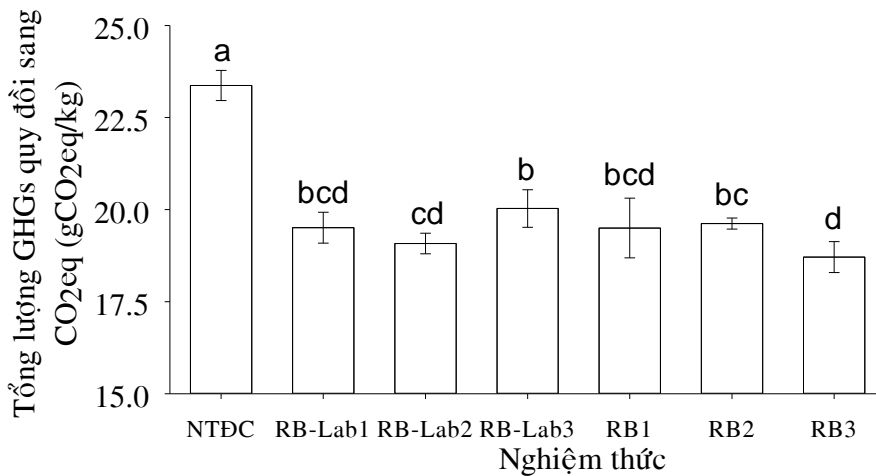
Hình 5: A) Tốc độ phát thải N_2O ; B) Tổng lượng phát thải N_2O

Các cột có cùng ít nhất một chữ cái thì có khác biệt không ý nghĩa thống kê ở mức 5%; NTĐC: nghiệm thức đối chứng, RB-lab1: 0,2% biochar trâu PTN, RB-lab2: 0,5% biochar trâu PTN, RB-lab3: 1% biochar trâu PTN, RB1: 0,2% biochar trâu thương mại, RB2: 0,5% biochar trâu thương mại và RB3: 1% biochar trâu thương mại.

3.4 Tổng lượng phát thải khí nhà kính (quy đổi sang CO_2 tương đương)

Kết quả tổng lượng phát thải khí nhà kính (CH_4 và N_2O) sau 19 ngày thí nghiệm được tính toán quy đổi sang tổng $\text{CO}_{2\text{eq}}$ tương đương (Hình 6). Tổng lượng $\text{CO}_{2\text{eq}}$ phát thải ở nghiệm thức đối chứng (không bổ sung biochar) ($23,37\pm 0,41$ gCO_2/kg) là cao nhất ($p<0,05$) so với các nghiệm thức bón

biochar. Các nghiệm thức RB1, RB2 và RB3 lần lượt có tổng lượng $\text{CO}_{2\text{eq}}$ là $19,5\pm 0,8$ gCO_2/kg , $19,6\pm 0,1$ gCO_2/kg và $18,71\pm 0,42$ gCO_2/kg không có sự khác biệt ($p<0,05$) khi so với RB-lab1, RB-lab2 và RB-lab3 lần lượt có tổng lượng $\text{CO}_{2\text{eq}}$ là $19,51\pm 0,42$ gCO_2/kg , $19,08\pm 0,28$ gCO_2/kg và $20,03\pm 0,51$ gCO_2/kg . Ngoại trừ, tỷ lệ bổ sung 1% RB3 có tổng lượng $\text{CO}_{2\text{eq}}$ thấp hơn RB-lab3 ($p<0,05$) (Hình 6).



Hình 6: Tổng lượng phát thải khí nhà kính (CO₂eq)

Các cột có cùng ít nhất một chữ cái thì có khác biệt không ý nghĩa thống kê ở mức 5%; NTĐC: nghiệm thức đối chứng, RB-lab1: 0,2% biochar trâu PTN, RB-lab2: 0,5% biochar trâu PTN, RB-lab3: 1% biochar trâu PTN, RB1: 0,2% biochar trâu thương mại, RB2: 0,5% biochar trâu thương mại và RB3: 1% biochar trâu thương mại.

Kết quả thí nghiệm chứng minh rằng việc bổ sung biochar có hiệu quả tốt trong việc giảm GHGs so với không bổ sung biochar vào đất. Bổ sung RB-lab cho hiệu quả giảm phát thải từ 16%-18% so với không bổ sung than và RB cho hiệu quả giảm phát thải 16%-20%. Kết quả cũng cho thấy rằng, trong điều kiện đất bị ngập nước liên tục, CH₄ là khí được tạo thành và phát thải nhiều, khí N₂O phát thải không đáng kể trong điều kiện thí nghiệm.

Bảng 3 cho thấy lượng GHGs phát thải ở các nghiệm thức 0,2% và 0,5% là không có sự khác biệt (t-test, $\alpha > 0,05$). Khi bổ sung biochar với lượng 1%, có sự khác biệt trong tổng lượng GHGs của hai loại biochar sử dụng là RB3 giảm phát thải tốt hơn RB-lab3 (t-test, $\alpha < 0,05$). Từ kết quả có thể thấy rằng ở tỷ lệ thấp <1%, hai loại biochar có khả năng giảm phát thải như nhau, nhưng nếu tỷ lệ biochar bổ sung 1%, biochar trâu sản xuất thương mại (RB) cho hiệu quả cao hơn biochar trâu trong PTN (RB-lab).

Bảng 3: Tổng lượng CH₄, N₂O và khí nhà kính phát thải ở tỷ lệ và loại biochar khác nhau

Nghiệm thức	CH ₄ (mg/kg)	N ₂ O (mg/kg)	CO ₂ eq (g/kg)
<i>Bổ sung than tỷ lệ 0,2%</i>			
RB-lab1	780±17 ^{ns}	0,19±0,04 ^{ns}	19,50±0,81 ^{ns}
RB1	779±33 ^{ns}	0,11±0,08 ^{ns}	19,51±0,42 ^{ns}
<i>Bổ sung than tỷ lệ 0,5%</i>			
RB-lab2	762±12 ^{ns}	0,09±0,05 ^{ns}	19,08±0,28 ^{ns}
RB2	784±6,0 ^{ns}	0,08±0,06 ^{ns}	19,62±0,15 ^{ns}
<i>Bổ sung than tỷ lệ 1%</i>			
RB-lab3	800±20 [*]	0,10±0,07 ^{ns}	20,03±0,51 [*]
RB3	747±17 [*]	0,13±0,07 ^{ns}	18,71±0,42 [*]

Trong cùng một cột, (*) khác biệt ý nghĩa thống kê ở mức 5%; ns: không khác biệt ý nghĩa thống kê. NTĐC: nghiệm thức đối chứng, RB-lab1: 0,2% biochar trâu PTN, RB-lab2: 0,5% biochar trâu PTN, RB-lab3: 1% biochar trâu PTN, RB1: 0,2% biochar trâu thương mại, RB2: 0,5% biochar trâu thương mại và RB3: 1% biochar trâu thương mại.

Ở tỷ lệ bổ sung biochar thấp 0,2% và 0,5% không có sự khác biệt về tổng lượng GHGs phát thải có thể do biochar sản xuất trong phòng thí nghiệm và biochar sản xuất thương mại không có sự khác biệt lớn về các đặc tính lý-hóa học và kích thước lỗ

rỗng (Bảng 1, Hình 1), nên với lượng ít biochar bổ sung, sự tác động đến các điều kiện môi trường đất là chưa đủ lớn. Tuy nhiên, khi bổ sung biochar với lượng lớn hơn 1% (tương ứng 10,9 tấn/ha), tạo ra sự khác biệt đủ lớn về C(%), C/N và CEC hay cấu trúc

lỗ rỗng, hiệu suất hấp phụ, qua đó ảnh hưởng đến tổng lượng phát thải trong thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm phù hợp với nhận định của Wang *et al.* (2017) và Cai *et al.* (2017) khi cho rằng các vật liệu từ gỗ, trấu, rơm rạ, tre, nứa khi nhiệt phân trên 500°C, sẽ cho kết quả về hấp phụ và giảm thiểu phát thải GHGs là không có sự khác biệt. Tuy nhiên, ở tỷ lệ biochar bổ sung với lượng lớn hơn 10 tấn.ha⁻¹ biochar trấu thương mại lại cho hiệu quả tốt hơn, nên có thể dùng biochar thương mại để bón cho lúa, vừa dễ sản xuất số lượng lớn, vừa có giá thành sản phẩm tốt hơn so với biochar trấu PTN.

4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bổ sung biochar có tác dụng giảm phát thải CH₄ từ đất trong điều kiện ngập nước liên tục. Trong thí nghiệm này, CH₄ là khí nhà kính phát thải chủ yếu, N₂O phát thải không đáng kể. Bổ sung biochar trấu sản xuất trong phòng thí nghiệm PTN và biochar trấu thương mại làm giảm lần lượt 14%-18% và 16%-20% phát thải khí CH₄ so với thí nghiệm thức đối chứng. Bổ sung biochar trấu ở mức 1% có khả năng giảm phát thải khí nhà kính tốt hơn các mức khác trong thí nghiệm này. Biochar trấu sản xuất trong phòng thí nghiệm và biochar trấu bán thương mại không có sự khác biệt trong việc giảm phát thải CH₄ và N₂O khi áp dụng lượng biochar bổ sung vào đất ở 0,2% và 0,5%. Bổ sung 1% biochar trấu thương mại cho hiệu quả giảm phát thải CH₄, N₂O và tổng CO_{2eq} tốt hơn so với biochar trấu trong phòng thí nghiệm. Cần thực hiện thêm các nghiên cứu theo dõi quá trình phân hủy biochar trong đất, cộng đồng vi sinh vật chuyển hóa CH₄ nhằm làm rõ hơn cơ chế giảm phát thải khí nhà kính của việc bổ sung biochar.

LỜI CẢM ƠN

Đề tài này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ Chính phủ Nhật Bản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Cai, F., Feng, Z., and Zhu, L., 2017. Effects of biochar on CH₄ emission with straw application on paddy soil. *Journal of Soil and Sediments*. 18(2): 599-609.

Chungsangusist, T., Gheewala, S.H., and Patumsawad, S., 2009. Emission assessment of rice husk Combustion for power production. *International Scholarly and Scientific Research and Innovation*. 3(5): 625-630.

Dubey, S.K., 2005. Microbial ecology of methane emission in rice agroecosystem: a review.

Journal Applied Ecology and Environmental Research. 3(2): 1-27.

Feng, Y., Xu, Y., Yu, Y., Zubin, X. and Xiangui., 2012. Mechanisms of biochar decreasing methane emission from chinese paddy soils. *Soil biology & Biochemistry*. 4: 80-88.

Hensault, C., Grossel, A., Mary, B., Roussel, M. and LÉOnard, J. (2012). Nitrous Oxide Emission by Agricultural Soils: A Review of Spatial and Temporal Variability for Mitigation. *Pedosphere* 22 (4): 426-433.

Huỳnh Quang Tín, Trần Thị Huyền Trang, Võ Văn Bình, Trần Kim Tín và Nguyễn Văn Sánh, 2015. Ảnh hưởng của kỹ thuật tưới đến năng suất và phát thải methane (CH₄) trong sản xuất lúa tại Gò Công Tây – Tiền Giang. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*. 38B (2): 55-63.

Inubushi, K., Umebayashi, M. and Wada, H., 1990. Methane emission from paddy field. *Trans 14th Intl Cong Soil Sci (Kyoto II)*: 249-254.

IPCC, 2007, Agriculture, In: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R, (Editors), *Climate Change 2007: Mitigation, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

Karakut, I., Aydin, G., Aydiner, H., 2012. Sources and mitigation of methane emission by sectors: A Critical review. *Renewable Energy*. 39 (2012): 40-48.

Karhu, K., Matilla, T., Bergstrom I. and Regina, K., 2011. Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity-results from a short-term pilot field study. *Agricultural, Ecosystem and Environment*. 140: 309-313.

Lehmann, J., 2007. A handful of carbon. *Nature*. 447 (7141): 143-144.

Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizao, F.J., Petersen, J., and Neves, E.G., 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Journal Soil Sciences Society of American*. 70: 1719-1730.

Liu, Y., Yang, M., Wu, Y., Wang, H., Chen, Y. and Wu. W., 2011. Reducing CH₄ and CO₂ emission from waterlogged paddy soil with biochar. *Journal of Soils and Sediments*. 11: 930-939.

Mai Văn Trinh, Trần Văn Thế và Bùi Thị Phương Loan, 2013. Tiềm năng giảm thiểu phát thải khí nhà kính của ngành sản xuất lúa nước Việt Nam. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. 3 (2013): 1-10.

MONRE., 2010. Viet Nam's second national communication to the United Nations. Framework Convention on Climate Change.

- Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE).
- Nilissen, V., Rutting, T., Huygens, D., Staelens, J., Ruyschaert, G. and Boeckx, P., 2014. Maize biochar accelerates short-term soil nitrogen dynamics in a loamy sandsoil. *Soil biology & biochemistry*. 55: 20-27.
- Nisbet, E. G., Dlugokencky, E. J., and Bousquet, P., 2014. Methane on the rise—Again. *Science*. 343: 493–495.
- Parkin, T., A. Mosier, J., Smith, R., Venterea, J., Johnson, D., Reicosky, G., Doyle G., McCarty and J. Baker., 2003. USDA-ARS GRACEnet chamber-based trace gas flux measurement protocol. Access on: 17/10/2019: <https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/31831/2003GRACEnetTraceGasProtocol.pdf>
- Spokas, K.A., and Reicosky, D.C., 2009. Impacts of sixteen different biochars on soil greenhouse gas production. *Annals of Environmental Science*. 3: 179–193
- Tô Lan Phương, Trần Minh Hải, Nguyễn Kim Chung và Đặng Kiều Nhân, 2012. Ảnh hưởng của phân biogro, phương pháp tưới tiết kiệm nước đến năng suất và phát thải khí nhà kính trên ruộng lúa. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*. 22A: 8-16.
- Tổng cục thống kê, 2016. Niên giám thống kê 2016.
- Troy, S.M., Lawlor, P.G., O’Flynn, C.J., and Healy, M.G., 2013. Impact of biochar addition to soil on greenhouse gas emissions following pig manure application. *Soil biology & Biochemistry*, 60: 173-181.
- Tsuruta, H., 1998. Emission rates of methane from rice paddy fields and nitrous oxide from fertilized upland fields estimated from intensive field measurement for three years (1992–1994) all over Japan. NIAES Study Rep. Branch Management Resource and Ecosystem. 13: (101–130).
- Wang, N., Chang, Z.Z., Xue, X.M., Yu, J.g., Shi, X.X. and Ma, L.Q., 2017. Biochar decreases nitrogen oxide and enhances methane emissions via altering microbial community composition of anaerobic paddy soil. *Science of Total Environment* (581-582): 689-696.
- Xing, G.X., Shi, X.L., and Shen, G.Y., 2002. Nitrous oxide emission from paddy soil in in three rice-based cropping system in China. *Nutrient cycle Agroecosystem*. 64: 135-143.
- Yagi, K. and Minaki, K., 1990. Effect of organic-matter application on methane emission from some Japanese paddy fields. *Soil science plant nutrient*. 36(4): 599-610.
- Yanai, Y., Toyota, K. and Okazaki, M., 2007. Effects of charcoal addition on N₂O emissions from soil resulting from rewetting air-dried soil in short-term laboratory experiments. *Soil Science and Plant Nutrition*, 53(2): 181-188.
- Yoo, J., and Kang, H., 2012. Effects of biochar addition on greenhouse gas emissions and microbial responses in a short-term laboratory experiment. *Journal of Environmental Quality*. Special section: Environment benefits of biochar. 41(4): 1193–1202.
- Zhang, A., Cui, L., Pan, G., Li, L., Hussain, Q., Zhang, X., Zheng J., and Crowley. D., 2010. Effect of biochar amendment on yield and methane and nitrous oxide emissions from a rice paddy from Tai Lake plain, China. *Journal Agriculture, Ecosystems and Environment*. 139(4): 469-475.
- Zwieten V., L., Kimber, S., Morris, S., Downie, A., Berger, E., Rust, J., and Scheer, C., 2010. Influence of biochars on flux of N₂O and CO₂ from Ferrosol. *Australian Journal of Soil Research*. 48(6-7): 555–568.