

BƯỚC ĐẦU ĐO ĐẶC THỬ NGHIỆM PHÁT THẢI MÊTAN TỪ RUỘNG LÚA BẰNG PHƯƠNG PHÁP BUỒNG KÍN

CN. Trần Sơn

Trung tâm Nghiên cứu môi trường không khí và nước
Viện Khí tượng Thủy văn

Là thành viên của WMO nước ta là một trong các nước đầu tiên tham gia Công ước về biến đổi khí hậu và hiện nay Tổng cục Khí tượng Thủy văn là cơ quan chủ trì Chương trình biến đổi khí hậu toàn cầu của Việt Nam. Một trong các nhiệm vụ của chương trình này là kiểm kê, đánh giá và giảm phát thải các khí nhà kính nói chung và mêtan nói riêng. Nước ta là nước sản xuất nông nghiệp đứng hàng thứ 7 trên thế giới và thứ 6 ở châu Á; cho nên việc đo phát thải mêtan nói chung và từ ruộng lúa nói riêng cần được quan tâm. Hiện nay ở nước ta chưa có cơ quan nào tiến hành đo đặc phát thải mêtan. Từ tháng 2 năm 1995 Trung tâm Môi trường được phép của Tổng cục Khí tượng Thủy văn đã tiến hành đo thử nghiệm phát thải khí mêtan từ đồng lúa tại Trạm thực nghiệm Khí tượng Nông nghiệp Hoài Đức trên giống lúa CR- 203, một trong các giống lúa đang được trồng thịnh hành ở miền Bắc Việt Nam. Hiện nay các phương pháp đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa, đầm lầy, ao hồ, đất ngập... đang được thế giới sử dụng là phương pháp buồng kín (lấy mẫu thủ công và lấy mẫu tự động), phương pháp vi khí hậu.

1. PHƯƠNG PHÁP BUỒNG KÍN

Sử dụng phương pháp buồng kín có thể xác định lượng phát thải khí mêtan từ ruộng lúa, đầm lầy, ao hồ... bằng cách lấy mẫu khí trong từng thời kỳ và đo sự thay đổi nồng độ khí theo thời gian trong thời kỳ sự thay đổi nồng độ là tuyến tính.

1.1. Những ưu điểm của phương pháp buồng kín

- Có thể đo được lượng phát thải rất nhỏ,
- Không cần máy móc dùng điện,
- Làm giảm sự cản trở của việc đặt buồng ở một nơi ước lượng phát thải của mỗi khí do thời gian đặt buồng ngắn,
- Buồng đơn giản tương đối rẻ để sản xuất,
- Chúng dễ đặt và di chuyển vì vậy có cơ hội để đo ở các địa điểm khác nhau và ở các thời gian khác nhau với cùng một máy,
- Là phương pháp thích hợp với các nước đang phát triển và hiện nay đang được các nước châu Á sử dụng như Trung Quốc, Đài Loan, Ấn Độ, Thái Lan, Malaixia, Nepal....

1.2. Cấu tạo buồng

Đã được nhiều tác giả thiết kế khác nhau thường gồm hai phần:

- Phần đế cắm xuống đất: thường làm bằng thép không gỉ,
- Phần buồng chụp lên đế: làm bằng thủy tinh Plexi có bố trí vách cao-su để lấy mẫu, nhiệt kế, quạt chạy pin và điều hoà áp suất ở trên đỉnh buồng. Điều hoà áp

suất là 7,6 m ống chất dẻo (đường kính trong 1,5 mm) và duy trì cân bằng áp suất bên trong và bên ngoài buồng. Mẫu khí được hút qua vách cao-su bằng xilanh thủy tinh (30 - 50 ml) và kim tiêm thép không gỉ hoặc được hút ra bằng nguyên tắc bình thông nhau nhờ hệ thống van và chai đựng mẫu có hai khoá. Chuyển mẫu lấy được về phòng thí nghiệm để phân tích. Khi đo đặc phải ghi lại nhiệt độ buồng, mực nước, chiều cao buồng sử dụng và sử dụng chúng để tính toán lượng phát thải metan từ mặt đất vào không khí của buồng.

1.3. Lấy mẫu và tính toán kết quả

Lấy mẫu ở thời điểm bắt đầu chụp buồng kín vào lúa và đem phân tích metan được nồng độ C_0 và lượng metan chứa trong buồng ở thời điểm bắt đầu lấy mẫu bằng $C_0 V_0$. Sau 15 phút lấy mẫu và đem phân tích metan được nồng độ C_1 ; lượng phát thải khí metan trong thời gian 15 phút của diện tích lúa chụp buồng kín bằng: $(C_1 - C_0)V_1$; sau 30 phút lấy mẫu và phân tích được nồng độ C_2 ; lượng phát thải 15 phút sau bằng $(C_2 - C_1)V_2$. Lượng phát thải trung bình 15 phút bằng trung bình cộng của 15 phút đầu và 15 phút sau.

Kích thước buồng kín: dài 53 cm, rộng 33 cm, cao 51 cm.

Thể tích buồng: $0,0892 \text{ m}^3 = 89,2 \text{ lít}$.

Diện tích đất buồng chụp vào: $D = 0,1749 \text{ m}^2$.

Nồng độ metan trong buồng ở thời điểm 0 (từ máy sắc ký khí) là C_0 , ở thời điểm 15 phút là C_1 , ở thời điểm 30 phút là C_2 (ppm = $\mu\text{l CH}_4/\text{l}$).

Nhiệt độ trong buồng ở thời điểm 0 (từ máy sắc ký khí) là T_0 , ở thời điểm 15 phút là T_1 , ở thời điểm 30 phút là T_2 .

Thể tích buồng kín ở thời điểm 0, 15, 30 phút bằng V_0, V_1, V_2 :

$V_0 = 89,2 [273/(273+T_0)] \rightarrow$ Thể tích ($\mu\text{l CH}_4$) trong buồng ở thời điểm 0: $V_0.C_0$

$V_1 = 89,2 [273/(273+T_1)] \rightarrow$ Thể tích ($\mu\text{l CH}_4$) trong buồng ở thời điểm 15 phút: $V_1.C_1$

$V_2 = 89,2 [273/(273+T_2)] \rightarrow$ Thể tích ($\mu\text{l CH}_4$) trong buồng ở thời điểm 30 phút: $V_2.C_2$

Thể tích μl metan phát thải vào buồng sau 15 phút lấy mẫu bằng:

15 phút đầu: $F_1 = V_1.C_1 - V_0.C_0 = 89,2 \text{ lít} \cdot 273 [C_1/(273 + T_1) - C_0/(273 + T_0)]$

15 phút sau: $F_2 = V_2.C_2 - V_1.C_1 = 89,2 \text{ lít} \cdot 273 [C_2/(273 + T_2) - C_1/(273 + T_1)]$.

Chuyển thể tích μl metan thành $\text{mg CH}_4/\text{m}^2/\text{h}$ như sau:

$C_1 = F_1/D \cdot 1 \mu\text{mol CH}_4/22,414 \mu\text{l} \cdot 16 \mu\text{g CH}_4/1 \mu\text{mol CH}_4 \cdot 60 \text{ phút}/15 \text{ phút} \cdot 1 \text{ mg}/1000 \mu\text{g}$.

$\rightarrow C_1 = 397,556 [C_1/(273 + T_1) - C_0/(273 + T_0)]$

$C_2 = 397,556 [C_2/(273 + T_2) - C_1/(273 + T_1)]$

1.4. Những điểm cần chú ý về phương pháp buồng kín

- Nồng độ của các khí ở trong buồng kín có thể tăng đến mức độ hạn chế tốc độ phát thải bình thường. Điều này có thể loại trừ được bằng cách áp dụng thời gian lấy mẫu ngắn và phương trình bổ chính (Jury et al., 1982; Hutchinson and Mosier, 1981).
- Buồng kín làm mất đi hoặc suy giảm áp suất khí quyển trên mặt đất do chuyển động rối tự nhiên của không khí gây ra. Sự dao động có thể đạt được bằng cách đặt quạt trên bề mặt buồng để làm tăng sự di chuyển của không khí lớp mặt đất. Phải có một lỗ thích hợp để làm cân bằng áp suất bên trong và bên ngoài buồng.

- Ma sát lớp biên xung quanh buồng ở bề mặt tiếp xúc giữa không khí và đất ở bên trong buồng có thể cao hơn bên ngoài. Như vậy, tốc độ phát thải ở bên trong buồng nhỏ hơn bên ngoài.
- Thay đổi áp suất ở mặt đất có thể kéo buồng sâu vào trong đất.
- Sự thay đổi nhiệt độ đất và không khí trong buồng có thể xảy ra do sự thay đổi năng lượng trên bề mặt buồng kín. Sự thay đổi bên trong có thể làm giảm xuống bằng cách cách ly buồng nhờ vật liệu phản chiếu ánh sáng.

2. PHƯƠNG PHÁP BUỒNG KÍN LẤY MẪU TỰ ĐỘNG

Trong thiết bị lấy mẫu tự động, việc lấy khí bằng tay từ trong buồng kín được thay thế bằng hệ thống hút khí, theo chu kỳ mẫu khí được chuyển vào máy sắc ký khí. Như vậy, các thiết bị lấy mẫu tự động cần một nguồn tài chính lớn hơn và việc sử dụng chúng thích hợp ở những nơi có phòng thí nghiệm ở cạnh cánh đồng thực nghiệm. Chiều dài 200 m được xem như là cực đại đối với ống nối giữa cánh đồng và máy sắc ký khí. Tuy nhiên, việc lấy mẫu tự động thích hợp đối với các thí nghiệm trên cánh đồng nhằm đạt được bộ số liệu bao quát của sự phát thải các khí qua những thời kỳ quan trắc dài hơn.

Việc chuyển mẫu tự động có thể xem như là công cụ giúp sức vô cùng lớn trong việc giảm thời gian của nhân viên kỹ thuật và tăng một cách căn bản độ tin cậy của các số liệu phát thải thu được. Khả năng của hệ thống tự động đối với phân tích một số lớn các mẫu có thể sử dụng để khai thác một hoặc hơn ba mục tiêu khác nhau: điều tra sự khác nhau của nhiều cánh đồng, tăng số Replicates; và tăng số phép đo của sự tăng nồng độ theo thời gian ở trong buồng. Các thí nghiệm ở ngoài cánh đồng phải được thăm dò sự cân bằng giữa ba mặt này.

Hệ thống lấy mẫu và phân tích tự động điều khiển bằng máy tính gồm những bộ phận chủ yếu sau:

- Buồng lấy mẫu thủy tinh Plexi có nắp đóng mở tự động (16 buồng),
- Hệ thống hút khí (ống dẫn, bơm hút, hệ thống 26 van solenoid),
- Máy lấy mẫu (bẫy lạnh, kiểm soát lưu lượng),
- Máy phân tích (2 máy sắc ký khí, hệ thống khí chuẩn, loop & thiết bị hợp nhất),
- Kiểm soát thời gian và nhận số liệu bằng máy tính.

Hệ thống nói trên cho phép đo liên tục 24 h một ngày và đo đồng thời 16 vị trí riêng rẽ đối với toàn bộ vụ trồng trọt. Nó cần thiết để nhận được các số liệu về sự biến đổi của tốc độ phát thải theo mùa và ngày dưới điều kiện ngoài đồng. Phương pháp này được sử dụng nhiều ở các nước phát triển và các nước có sự giúp đỡ như Trung Quốc được Đức viện trợ cho một hệ thống đo tự động; Philipin được Viện lúa quốc tế IRI giúp đỡ....

3. ĐO ĐẶC PHÁT THẢI KHÍ MÊTAN TỪ RUỘNG LÚA Ở TRẠM KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP HOÀI ĐỨC

3.1. Nội dung tiến hành

Tiến hành đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa vào các thời kỳ sinh trưởng khác nhau của cây lúa: khi lúa mới cấy, khi lúa con gái, khi lúa làm đồng, khi lúa trở bông, khi lúa vào hạt và chín.

Dụng cụ lấy mẫu gồm:

- + Buồng kín: 01 chiếc,
- + Chai lấy mẫu hai khoá: 30 chiếc,
- + Nhiệt kế thường: 01 chiếc,
- + Quạt chạy pin gắn vào buồng: 01 chiếc.

Phương pháp lấy mẫu:

Trước khi đo cắm đế của buồng kín xuống đất, đổ đầy nước vào máng tiếp xúc giữa đế và buồng. Cắm nhiệt kế đất có đầu bọc sắt xuống đất sâu 10 cm. Lấy đầy nước vào các chai lấy mẫu có hai khoá nhám nếu lấy mẫu bằng phương pháp bình thông nhau. Cắm nhiệt kế thường vào buồng. Lấy mẫu metan ở thời điểm 0 phút bằng cách chụp buồng kín vào đế buồng, bật quạt, lắp chai lấy mẫu vào đầu lấy mẫu của buồng, mở khoá của đầu lấy mẫu, mở hai khoá của chai lấy mẫu đồng thời bấm giây đồng hồ. Sau khi nước chảy ra hết, khoá các khoá của chai lấy mẫu và đầu lấy mẫu. Đọc nhiệt độ của buồng và ghi lại để tính toán lượng phát thải metan. Tương tự như vậy lấy mẫu metan ở thời điểm 15 phút và 30 phút. Lấy một mẫu metan ngoài không khí và đo nhiệt độ không khí. Đọc và ghi lại nhiệt độ đất và mực nước ở trong ruộng. Chuyển mẫu về phòng thí nghiệm để phân tích. Tính toán kết quả như trên (1.3).

Phương pháp phân tích:

Metan trong không khí nói chung và từ ruộng lúa phát thải ra nói riêng có thể phân tích bằng phương pháp sắc ký khí với các loại detector khác nhau như detector ion hoá ngọn lửa, detector dẫn nhiệt, detector hồng ngoại. Trong đó detector ion hoá ngọn lửa là nhạy nhất có thể phát hiện được sự thay đổi nhỏ nhất của metan. Chúng tôi chọn máy sắc ký có detector ion hoá ngọn lửa để phân tích metan.

- Dụng cụ và máy móc:

- + Máy sắc ký khí có detector ion hoá ngọn lửa (FID). Cột nhồi Porapark Q dài 3m.
- + Xi lanh nhựa 1; 5; 10 ml.
- + Mẫu khí metan chuẩn của Ấn Độ có nồng độ 2,04 ppmv.
- + Van bơm mẫu (Loop).

- Quy trình phân tích:

Nếu khí chỉ chứa CO_2 , N_2 hoặc H_2 được bơm vào dòng khí mang của máy sắc ký khí có detector FID thì sẽ không thay đổi tín hiệu. Nếu mẫu có chứa metan (hoặc các hydrocarbon khác) thì sẽ có sự thay đổi tín hiệu. Khi mẫu khí chứa metan được bơm vào dòng khí mang thì metan sẽ qua cột rất nhanh và máy sắc ký sẽ ghi được pic nhọn. Chiều cao của pic này tỉ lệ với nồng độ của metan nếu kiểu bơm giống nhau. Nếu mẫu được bơm bằng van lấy mẫu mà van này cho một thể tích cố định 1 ml vào buồng khí bằng cách ấn pittông hoặc khoá thì tín hiệu ghi được là chiều cao pic hay diện tích pic (đo bằng máy tích phân kế) là rất lặp lại và tỉ lệ thuận với nồng độ metan có trong mẫu. Nếu chỉ có bộ ghi thì độ nhạy của detector phải hiệu chỉnh để nồng độ metan cao nhất chiếm khoảng 90% của toàn thang và các nồng độ khác được tính toán một cách tỷ lệ. Nếu có máy phân tích kế thì nó sẽ đưa ra diện tích pic, thậm chí pic vượt toàn thang.

Chúng tôi tiến hành phân tích metan trên máy sắc ký khí GC - 14A có máy tính CR4A X và các điều kiện để phân tích metan như sau: khí mang N_2 , detector FID, cột

Porapark Q dài 3 m, chế độ nhiệt đẳng nhiệt 100°C , lưu lượng khí qua cột: 45 ml/phút, nhiệt độ buồng tiêm 80°C , nhiệt độ detector: 200°C .

3.2. Kết quả đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa

Chúng tôi tiến hành đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa CR-203 được tưới tiêu ở Trạm thực nghiệm Khí tượng Nông nghiệp Hoài Đức từ lúc trồng cho tới lúc thu hoạch. Giống lúa CR-203 cấy sớm, có thời gian sinh trưởng từ 110-120 ngày.

Nồng độ metan trong không khí vào những ngày đo đặc phát thải khí metan dao động trong khoảng từ 1,71 ppmv - 1,98 ppmv (bảng 1 & 2).

Mức nước được tưới tiêu cao nhất 5 cm lúc mới cấy và giảm dần đến 1 cm lúc thu hoạch.

Kết quả đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa vào buổi sáng được đưa ra trong bảng 1 và hình 1. Kết quả đo đặc phát thải metan từ ruộng lúa vào buổi chiều được đưa ra trong bảng 2 và hình 1.

Kết quả đo đặc phát thải metan trong ngày từ ruộng lúa được đưa ra trong bảng 3.

Kết quả đo đặc phát thải metan thu được cho thấy lượng phát thải buổi chiều lớn hơn lượng phát thải buổi sáng và đạt cực đại vào lúc 14h.

Lượng phát thải metan từ lúc trồng đến lúc ra đồng nhỏ: từ 0,3 - 0,5 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$.

Lượng phát thải metan từ lúc ra đồng đến lúc lúa chín tăng lên đạt cực đại là: 9,63 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ và sau đó lượng phát thải metan giảm đến 0,48 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$ khi thu hoạch.

Sau khi lấy tích phân lượng phát thải metan từ lúc trồng đến lúc thu hoạch ta được tổng lượng phát thải cho vụ lúa đông xuân ở giống lúa CR203 là: buổi sáng 3,342 $\text{g}/\text{m}^2/\text{vụ}$, buổi chiều 3,396 $\text{g}/\text{m}^2/\text{vụ}$.

Trung bình phát thải metan cho vụ lúa đông xuân ở giống lúa CR203 là 3,37 $\text{g}/\text{m}^2/\text{vụ}$.

Các kết quả đo đặc được phù hợp với các kết quả đo đặc phát thải metan của Ấn Độ [4] và Trung Quốc [7] ở các vùng tưới đối với lúa sớm.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Khẳng định có thể sử dụng phương pháp buồng kín để đo đặc phát thải khí metan từ ruộng lúa và phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

- Để nhận được kết quả một cách đầy đủ về phát thải metan từ ruộng lúa ở Việt Nam cần phải:

+ Tiến hành đo đặc phát thải metan với thời gian dài hơn (đo nhiều vụ, kinh nghiệm của Trung Quốc đo 3-4 năm ở nhiều địa phương), ở những vùng sinh thái trồng lúa khác nhau (Đồng bằng Bắc Bộ, Trung Bộ, Nam Bộ), cần có sự đầu tư đồng bộ nhiều hơn vào việc nghiên cứu đo đặc phát thải khí nói chung và metan nói riêng.

+ Có hợp tác quốc tế để có được một hệ thống lấy mẫu tự động thì sẽ đạt được bộ số liệu bao quát về sự phát thải khí metan do thời gian quan trắc dài hơn và các số liệu này sẽ bổ sung cho phương pháp buồng kín thông thường vì hệ thống này chỉ có thể đặt cố định một nơi không xa cánh đồng trồng lúa; có được một máy sắc ký khí hiện đại để có thể chủ động trong việc đo đặc phát thải metan và có thể có được hoặc có thể chế tạo được các nồng độ metan chuẩn.

+ Thành lập một bộ phận chuyên tiến hành nghiên cứu và tiến hành đo đặc phát thải các khí nhà kính với thời gian làm việc 5 - 10 năm.

Bảng 1. Kết quả đo phát thải metan từ ruộng lúa CR.203 vào buổi chiều

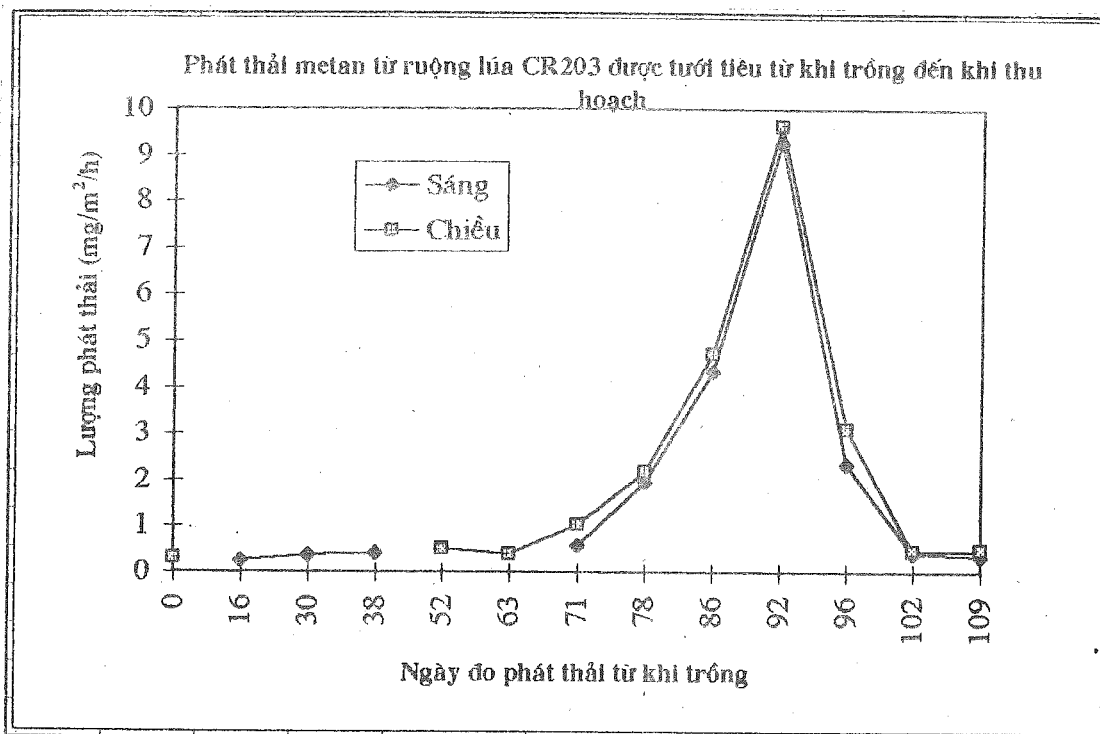
Ngày tháng	Thời gian lấy mẫu	Mức nước (cm)	Ngày từ khi trồng (ngày)	Nhiệt độ đất (°C)	Nồng độ CH ₄ trong không khí (ppmv)	Phát thải CH ₄ 15 phút đầu (mg/m ² /h)	Phát thải CH ₄ 15 phút sau (mg/m ² /h)	Trung bình phát thải CH ₄ 15 phút (mg/m ² /h)
8-2-95	14h30	5	0	19,0	1,87	0,275	0,314	0,295
30-3-95	14h15	4	52	28,2	1,74	0,496	0,494	0,495
10-4-95	14h45	4	63	29,5	1,78	0,376	0,403	0,390
18-4-95	14h30	4	71	27,0	1,79	1,038	1,032	1,035
25-4-95	14h30	3	78	28,5	1,87	2,205	2,138	2,172
3-5-95	14h10	3	86	29,0	1,98	4,800	4,648	4,724
9-5-95	14h00	3	92	30,0	1,92	9,664	9,587	9,626
13-5-95	14h00	3	96	27,5	1,81	3,136	3,063	3,100
19-5-95	14h00	2	102	34,0	1,77	0,470	0,457	0,464
26-5-95	14h15	1	109	32,0	1,74	0,472	0,497	0,484

Bảng 2: Kết quả đo phát thải metan từ ruộng lúa CR.203 vào buổi sáng

Ngày tháng	Thời gian lấy mẫu	Mức nước (cm)	Ngày từ khi trồng (ngày)	Nhiệt độ đất (°C)	Nồng độ CH ₄ trong không khí (ppmv)	Phát thải CH ₄ 15 phút đầu (mg/m ² /h)	Phát thải CH ₄ 15 phút sau (mg/m ² /h)	Trung bình phát thải CH ₄ 15 phút (mg/m ² /h)
24-2-95	10h10	5	16	17,0	1,72	0,253	0,265	0,259
08-3-95	11h30	5	30	20,0	1,89	0,350	0,373	0,362
16-3-95	10h00	4	38	23,0	1,97	0,346	0,479	0,413
18-4-95	9h30	4	71	25,5	1,93	0,579	0,547	0,563
25-4-95	8h30	3	78	27,5	1,85	1,923	1,983	1,953
03-5-95	9h30	3	86	28,0	1,95	4,415	4,246	4,331
09-5-95	10h00	3	92	28,0	1,89	9,303	9,247	9,276
13-5-95	10h00	3	96	26,5	1,79	2,394	2,299	2,347
19-5-95	9h00	2	102	30,0	1,80	0,413	0,430	0,422
26-5-95	9h15	1	109	29,0	1,71	0,346	0,351	0,349

Bảng 3. Kết quả đo phát thải metan từ ruộng lúa CR.203 trong ngày

Ngày tháng	Thời gian lấy mẫu	Mức nước (cm)	Ngày từ khi trồng (ngày)	Nhiệt độ đất (°C)	Nồng độ CH ₄ trong không khí (ppmv)	Phát thải CH ₄ 15 phút đầu (mg/m ² /h)	Phát thải CH ₄ 15 phút sau (mg/m ² /h)	Trung bình phát thải CH ₄ 15 phút (mg/m ² /h)
13-5-95	8h00	3	96	25,0	1,72	1,401	1,436	1,418
13-5-95	10h00	3	96	26,5	1,79	2,394	2,299	2,347
13-5-95	12h00	3	96	27,0	1,80	2,665	2,136	2,401
13-5-95	14h00	3	96	27,5	1,81	3,136	3,063	3,100
13-5-95	16h00	3	96	27,0	1,78	2,018	2,012	2,015



Tài liệu tham khảo

1. Manual on measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture IAEA 1992.
2. Bolle.H.J., W.Seiler and B.Bolin (1986) Other greenhouse gases and aerosols, the greenhouse effect, climate change and ecosystems ch.4 (Scop 29), (J.Wiley & Sons, NY) 157-198.
3. Bachalet D. Neue H.U. Methane emission from wetland rice areas of Asia; Chemosphere. Vol. 26, Nos 1-4 pp 219 - 237, 1993.
4. Global change, greenhouse gas emission in India. Scientific report, report No 2, Edited by A.P. Mitra pp 39 - 45, June 1992.
5. Wang Mingxing, Dai Aigwo. Sources of methane in China.