

HIỆN TRẠNG MƯA AXÍT KHU VỰC NAM BỘ (1996-2005)

TS. Nguyễn Thị Kim Lan

Phân viện Khí tượng Thủy văn phía Nam

Kết quả phân tích hóa học nước mưa 10 năm (1996-2005) của 4 trạm Tân Sơn Hòa (TP. Hồ Chí Minh), Tây Ninh, Cần Thơ và Cà Mau cho thấy tình hình mưa axit xảy ra ở khu vực Nam Bộ là đáng kể với tần suất xuất hiện mưa axit có $pH < 5,6$ trung bình 10 năm là khá cao từ 39,8% đến 58,0%. Mưa axit tại khu vực Nam Bộ thường tập trung vào cuối mùa mưa (tháng 9, 10) và tháng chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô (tháng 11), trong đó tháng 10 có tần suất mưa axit cao nhất.

So với các trạm khác của khu vực Đông Á (2000-2005) trong đó có 2 trạm là Hòa Bình và Hà Nội ở miền Bắc Việt Nam, tình hình xảy ra mưa axit ở khu vực Nam Bộ Việt Nam còn thấp, qua đó chỉ số lắng đọng lưu huỳnh (DS) và nitơ (DN) cũng thấp hơn. Kết quả nghiên cứu cũng đưa ra nhận định rằng ion Ca^{2+} và NH_4^+ là 2 thành phần cation chính trung hòa tính axit trong nước mưa của khu vực Nam Bộ (2005).

1. Mở đầu

Lắng đọng axit (Acid Deposition), bao gồm lắng đọng ướt và lắng đọng khô, là hậu quả của vấn đề ô nhiễm không khí, chủ yếu gây ra bởi 2 thành phần chính là khí dioxit sunfua (SO_2) và các oxit nitơ (NO_x) trong khí quyển.

Khu vực Nam Bộ đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế của cả nước, được đánh giá cao về tiềm năng và mức độ phát triển. Tuy nhiên, cùng với sự phát triển là vấn đề ô nhiễm môi trường không khí, đất và nước; và tình hình mưa axit ở khu vực Nam Bộ trong thời gian qua đã được cảnh báo. Nghiên cứu này nhằm tập hợp thống kê, phân tích thành phần hóa học nước mưa của khu vực Nam Bộ trong thời gian 10 năm (1996-2005), qua đó đánh giá hiện trạng mưa axit (lắng đọng ướt) trên địa bàn nghiên cứu.

2. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp quan trắc, chế độ lấy mẫu

Nước mưa của 4 trạm quan trắc chất lượng không khí khu vực Nam Bộ gồm trạm Tân Sơn Hòa (TP. Hồ Chí Minh), Tây Ninh, Cần Thơ và Cà Mau được lấy bằng phương pháp hứng trực tiếp (theo từng trận mưa), thông qua thiết bị lấy mẫu bán tự động.

Nước mưa để phân tích các thành phần hóa học là mẫu tổ hợp 10 ngày, mỗi mẫu 500ml (theo quy định), được gửi về Trung tâm Khí tượng Thủy văn phía Nam (nay là Phân viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường phía Nam) (1996-2004) và Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ (2005) phân tích.

b. Thông số giám sát và phương pháp phân tích

Các phương pháp phân tích thành phần hóa học nước mưa (từ năm 1996-2004) theo qui phạm của Tổng cục Khí tượng Thủy văn (cũ) như sau:

Năm 2005, mẫu nước mưa được phân tích bằng

Yếu tố	Phương pháp	Trang thiết bị đo đạc
pH	Đo điện thế (điện cực thủy tinh)	Máy đo pH
EC	Đo độ dẫn điện	Máy đo độ dẫn điện
SO_4^{2-}	So độ đục	Máy so màu quang phổ
NO_3^- , NH_4^+	So màu quang phổ	Máy so màu quang phổ
Cl ⁻ , HCO_3^-	Chuẩn độ $AgNO_3$, HCl	
Ca^{2+} , Mg^{2+}	Chuẩn độ EDTA	
K^+ , Na^+	Tính toán	

Người phản biện: PGS.TS. Nguyễn Văn Tuyên

phương pháp sắc ký ion (LC-10Advp, Shimadzu, Japan).

c. Phân tích thống kê

1) Cân bằng ion (số liệu năm 2005)

Theo Mạng lưới Giám sát Lắng đọng axit vùng Đông Á [1], số liệu nước mưa được kiểm tra tính ổn định bằng công thức tính cân bằng ion như sau:

$$R = 100 \times (C-A) / (C + A) (\%)$$

Trong đó: C ($\mu\text{eq/l}$) = Tổng hàm lượng các cation ($\mu\text{eq/l}$)

$$= 10^{(6-\text{pH})} + [\text{NH}_4^+] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

A ($\mu\text{eq/l}$) = Tổng hàm lượng các anion ($\mu\text{eq/l}$)

$$= [\text{SO}_4^{2-}] + [\text{NO}_3^-] + [\text{Cl}^-]$$

Các giá trị của R phải nằm trong khoảng giá trị cho phép dưới đây (nếu không, mẫu nước mưa phải được phân tích lại, hoặc kiểm tra lại các mẫu chuẩn, đường chuẩn v.v...):

(C + A) ($\mu\text{eq/l}$)	R (%)
< 50	± 30
50-100	± 15
> 100	± 8

Năm 2005, các mẫu nước mưa khu vực Nam Bộ được phân tích bằng sắc ký ion nên công thức tính toán cân bằng ion trên được áp dụng trong nghiên cứu này. Tuy nhiên, tổng hàm lượng các anion ($\mu\text{eq/l}$) có thêm thành phần ion bicacbonat (HCO_3^-)

(theo quy định của Việt Nam).

2) Các tương quan

Tương quan giữa lượng mưa tháng (mm) và hàm lượng các ion H^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- (mg/l) được tính toán. Tương quan giữa hàm lượng ion H^+ và SO_4^{2-} , NO_3^- (mg/l) cũng được thiết lập.

3) Tính toán lượng lắng đọng

Lượng lắng đọng lưu huỳnh (D_S) và lắng đọng nitơ (D_N) được tính toán qua công thức:

$$- DS (\text{g/m}^2/\text{năm}) = \sum [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{tháng}} \times R_{\text{tháng}} \times 32/96 \times 10^{-3}$$

$$- DN (\text{g/m}^2/\text{năm}) = \sum [\text{NO}_3^-]_{\text{tháng}} \times R_{\text{tháng}} \times 14/62 \times 10^{-3}$$

$$+ \sum [\text{NH}_4^+]_{\text{tháng}} \times R_{\text{tháng}} \times 14/18 \times 10^{-3}$$

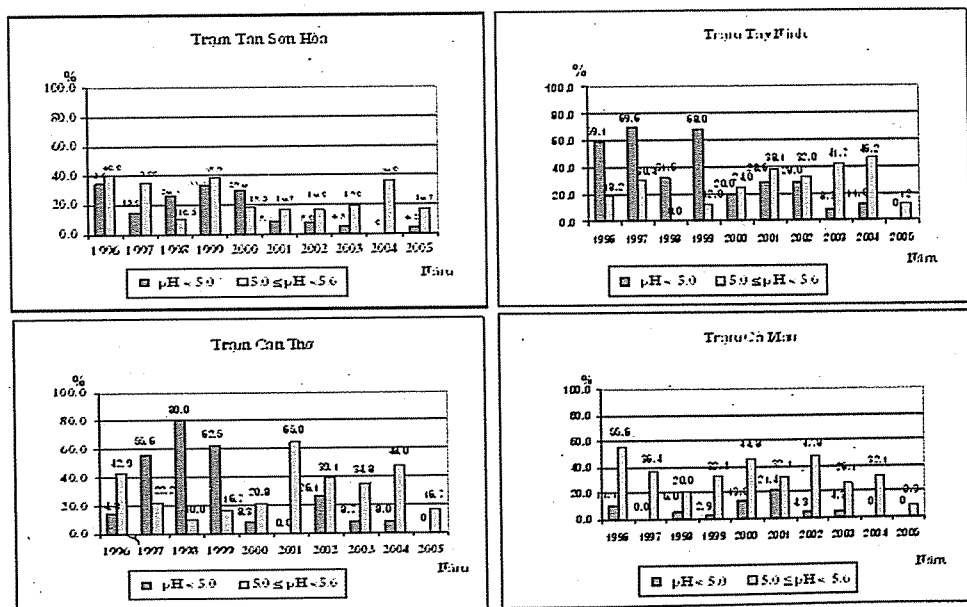
Trong đó: $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{tháng}}$, $[\text{NO}_3^-]_{\text{tháng}}$, $[\text{NH}_4^+]_{\text{tháng}}$ = hàm lượng ion sunfat, nitrat, amoni trung bình tháng (mg/l)

$$R_{\text{tháng}} = \text{lượng mưa tháng (mm)}$$

3. Kết quả và thảo luận

a. Giá trị pH

Số liệu đo đạc cho thấy trong những năm quan trắc, mưa axit ($\text{pH} < 5,6$) đã xuất hiện ở tất cả các trạm khu vực Nam Bộ với tần suất khá cao, nhiều nhất là ở Tây Ninh (12-100%), kế đến là Cần Thơ (16,7-90,0%) và Tân Sơn Hòa (20,9-72,0%); riêng Cà Mau có tần suất mưa axit thấp nhất (8,3 - 66,7%) (hình 1).

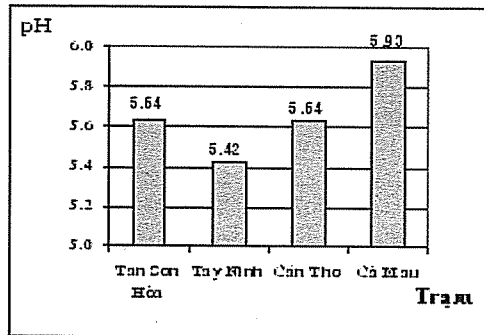


Hình 1. Tần suất mưa axit (%) ở 4 trạm khu vực Nam Bộ (1996 - 2005)

Nghiên cứu & Trao đổi

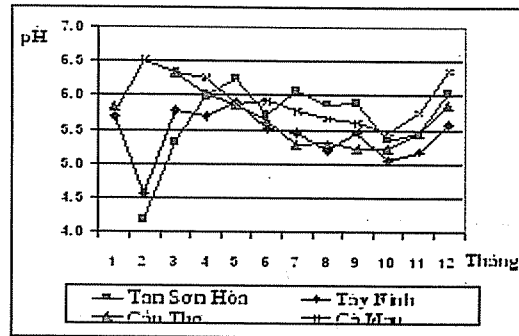
Giá trị pH trung bình nhiều năm của các trạm giai đoạn 1996-2005 được thể hiện ở hình 2. Trạm Tây Ninh có giá trị pH trung bình nhiều năm thấp nhất (pH=5,42), kế đến là trạm Cần Thơ và Tân Sơn Hòa (pH=5,64); Cà Mau có giá trị pH trung bình nhiều năm cao nhất (pH=5,93).

Hình 3 cho thấy khuynh hướng chung của giá trị pH trung bình tháng của nước mưa khu vực Nam



Hình 2. Giá trị pH trung bình nhiều năm của các trạm khu vực Nam Bộ giai đoạn 1996-2005

Bộ giai đoạn 1996-2005. Mưa axit thường xuất hiện vào các tháng cuối mùa mưa (tháng 9, 10) và tháng chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô (tháng 11) ở tất cả bốn trạm quan trắc. Đặc biệt là vào tháng 10 mưa axit xảy ra nhiều nhất ở tất cả các trạm: Tây Ninh (8/10 tháng), Tân Sơn Hòa, Cần Thơ và Cà Mau (7/10 tháng).



Hình 3. Đồ thị biến động pH qua các tháng của các trạm khu vực Nam Bộ giai đoạn 1996-2005

Nhìn chung, giá trị pH trung bình tháng không phụ thuộc vào lượng mưa ($R^2 < 0,5$). Tuy nhiên từ kết quả nghiên cứu ta thấy mưa axit thường xuất hiện vào mùa khô khi lượng mưa ít và vào các tháng cuối mùa mưa khi lượng mưa giảm so với đầu mùa mưa (hình 3). Điều nhận định này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Quốc Tuấn và CTV (1999), Trần Thị Diệu Hằng (2005, 2007) và Nguyễn

Hồng Khánh và CTV (2006).

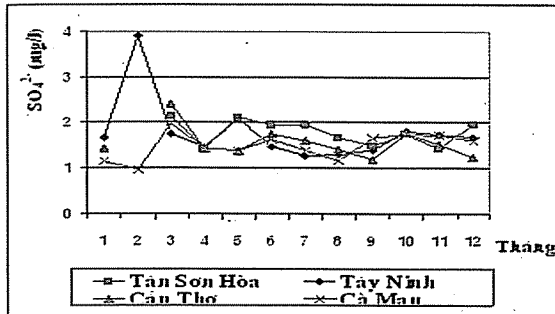
So với giá trị pH trung bình năm của các trạm thuộc Mạng lưới Giám sát Lắng đọng Axit vùng Đông Á trong thời gian từ 2000-2005 (bảng 1), giá trị pH trung bình năm của Việt Nam nói chung, của khu vực Nam Bộ nói riêng là khá cao. Do đó có thể nói tình trạng xảy ra mưa axit giai đoạn 2000-2005 ở Việt Nam còn ít so với khu vực Đông Á.

Bảng 1. So sánh tỷ lệ mưa axit (%) theo giá trị pH trung bình năm của các trạm khu vực Nam Bộ với các trạm thuộc Mạng lưới Giám sát Lắng đọng axit vùng Đông Á (2000-2005)

Quốc gia	Tỷ lệ mưa axit (%) $pH_{TB\ năm} < 5,0$	Tỷ lệ mưa axit (%) $5,0 \leq pH_{TB\ năm} < 5,6$
Trung Quốc	55,9	18,6
Indonêxia	59,1	40,9
Nhật Bản	90,5	9,5
Mã Lai	100,0	0,0
Mông Cổ	0,0	35,7
Philippin	33,3	66,7
Hàn Quốc	73,3	13,3
Nga	31,8	68,2
Thái Lan	29,6	55,6
Việt Nam	Miền Bắc	0,0
	Khu vực Nam Bộ	0,0

b. Anion sunfat (SO_4^{2-} - mg/l)

Hàm lượng anion SO_4^{2-} ở các trạm có khuynh hướng giảm nhẹ từ đầu mùa mưa (tháng 5) đến cuối mùa mưa (tháng 9) (hình 4).



Hình 4. Đồ thị biến động hàm lượng sunfat (SO_4^{2-} -mg/l) qua các tháng của các trạm khu vực Nam Bộ giai đoạn 1998 - 2005

Khi xem xét mối tương quan giữa hàm lượng SO_4^{2-} và ion H^+ trong 8 năm khảo sát (1998 - 2005), chỉ có trạm Tây Ninh có tương quan ($R^2 = 0,85$), 3 trạm còn lại là Tân Sơn Hòa, Cần Thơ và Cà Mau không có mối tương quan ($R^2 < 0,5$).

Cũng không có sự tương quan ($R^2 < 0,5$) giữa hàm lượng Cũng không có sự tương quan ($R^2 < 0,5$) giữa hàm lượng Cũng không có sự tương quan ($R^2 < 0,5$) giữa hàm lượng SO_4^{2-} tháng (mg/l) và lượng mưa tháng (mm) ở các trạm khu vực Nam Bộ (1998-2005).

Trần Minh Khôi và Nguyễn Lê Anh Tuấn (2003) khi phân tích tương quan giữa hàm lượng SO_4^{2-} và ion H^+ trong nước mưa năm 2002 của các trạm khu vực phía Nam (trong đó có Tp. Hồ Chí Minh, Cần Thơ và Cà Mau) cũng cho kết quả tương tự ($R^2 < 0,5$). Điều này nói lên rằng giá trị pH của nước mưa ở Việt Nam còn phụ thuộc vào các thành phần hóa học khác.

Có thể hàm lượng SO_4^{2-} trong quá trình hình thành ở dạng axit (H_2SO_4) xảy ra trong mây đã bị trung hòa bởi các thành phần ion mang tính kiềm như ion amoni (NH_4^+) và ion canxi (Ca^{2+}) xảy ra ở dưới tầng mây (Ca^{2+} có nhiều trong thành phần hạt bụi và NH_4^+ được sinh ra trong quá trình phân hủy hữu cơ). Nhận định này đã được rất nhiều nhà khoa học của Việt Nam và của khu vực Đông Á chứng minh [2], [3], [5], [6].

Lắng đọng lưu huỳnh (DS - g/m²/năm)

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng D_S trung bình nhiều năm ở trạm Cà Mau là cao nhất (1,254 g/m²/năm). Tuy nhiên, Cà Mau là thành phố ven biển nên ngoài phát thải lưu huỳnh từ nguồn công nghiệp, có thể lưu huỳnh từ nguồn gốc biển đã đóng góp vào lượng lắng đọng lưu huỳnh chung ở đây.

Trong số 3 trạm còn lại, trạm Tân Sơn Hòa có lượng DS cao nhất (1,072 g/m²/năm). Điều này cho thấy rằng ảnh hưởng của phát thải công nghiệp đối với TP. Hồ Chí Minh, khu công nghiệp lớn của cả nước là đáng kể.

So sánh DS của các trạm khu vực Nam Bộ với 2 trạm khu vực Bắc Bộ là Hà Nội và Hòa Bình (giai đoạn 2000 - 2004), kết quả cho thấy ngoài trạm ven biển Cà Mau, 3 trạm còn lại hầu hết đều có lượng DS trung bình nhiều năm thấp hơn Hà Nội (1,428 g/m²/năm) và Hòa Bình (1,189 g/m²/năm).

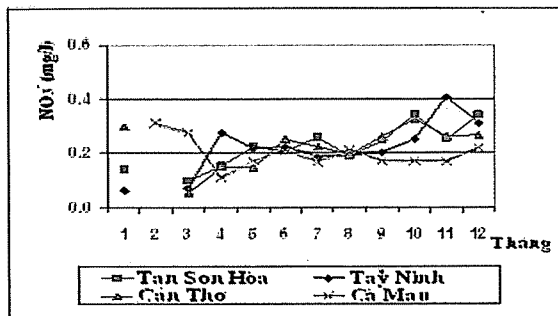
Lượng DS trung bình nhiều năm khu vực Nam Bộ (1,037g/m²/năm) thấp hơn so với khu vực Đông Á (1,421 g/m²/năm và 1,332 g/m²/năm - tương ứng với việc tính toán lắng đọng lưu huỳnh từ hàm lượng SO_4^{2-} và $nss-SO_4^{2-}$) ($nss-SO_4^{2-}$: hàm lượng sunfat không có muối biển (non sea salt- SO_4^{2-}), đặc biệt là Indonesia (2,196 và 2,097g/m²/năm) Trung Quốc (2,938 và 2,860 g/m²/năm); tuy nhiên, cao hơn so với nước láng giềng Thái Lan (0,670 và 0,650 g/m²/năm).

c. Anion nitrat (NO_3^- - mg/l)

Tại trạm Cần Thơ và Tân Sơn Hòa hàm lượng ion NO_3^- trung bình năm trong nước mưa nhiều nhất (0,221mg/l), cao hơn trạm Tây Ninh và Cà Mau, trong đó trạm Cà Mau là thấp nhất (0,195mg/l). Hình 5 cho thấy hàm lượng NO_3^- ở các trạm tăng dần từ đầu mùa mưa đến cuối mùa mưa.

Tại tất cả 4 trạm quan trắc không có mối tương quan giữa hàm lượng ion H^+ và hàm lượng NO_3^- của nước mưa ($R^2 < 0,5$). Kết quả nghiên cứu này cũng tương tự như kết quả nghiên cứu của Phạm Gia Hiền (2001), Trần Minh Khôi và Nguyễn Lê Anh Tuấn (2003), Trần Thị Ngọc Lan (2004) khi phân tích tương quan giữa hàm lượng NO_3^- và ion H^+ trong nước mưa của các trạm khu vực phía Nam. Điều này cho thấy giống như ion SO_4^{2-} , ion NO_3^- còn phụ

thuộc vào các thành phần hóa học khác và cũng có thể bị trung hòa ở dưới tầng mây.



Hình. Đồ thị biến động hàm lượng nitrat (NO₃⁻-mg/l) qua các tháng của các trạm khu vực Nam Bộ giai đoạn 1998 - 2005

Cũng không có sự tương quan giữa hàm lượng NO₃⁻ tháng (mg/l) và lượng mưa tháng (mm) ở các trạm khu vực Nam Bộ giai đoạn 1998 - 2005 (R²<0,5). Kết quả này cũng nói lên rằng hàm lượng NO₃⁻ sau khi được hình thành từ các khí NO_x trong khí quyển còn phụ thuộc vào các yếu tố khí tượng và địa lý, như trường hợp của anion SO₄²⁻ vừa được đề cập ở mục 3.b.

Lắng đọng nitơ (D_N - g/m²/năm) (bao gồm N-NO₃⁻ và N-NH₄⁺)

Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng DN trung bình nhiều năm ở Tây Ninh là cao nhất (0,475 g/m²/năm), kế đến là Tân Sơn Hòa (0,466 g/m²/năm). Điều này nói lên rằng lượng phát thải nitơ xuất phát từ giao thông đô thị ở Tây Ninh và Tp. Hồ Chí Minh đóng vai trò quan trọng.

D_N trung bình nhiều năm (giai đoạn 2000 - 2004) của các trạm khu vực Nam Bộ rất thấp (0,281- 0,475 g/m²/năm) so với 2 trạm khu vực Bắc Bộ là Hà Nội và Hòa Bình (0,856-1,180 g/m²/năm).

D_N trung bình nhiều năm khu vực Nam Bộ (0,363 g/m²/năm) cũng thấp hơn nhiều so với khu vực Đông Á (1,132 g/m²/năm), chỉ cao hơn nước Nga (0,216 g/m²/năm).

d. Kết quả phân tích nước mưa năm 2005

Cân bằng ion đóng vai trò quan trọng trong việc đánh giá chất lượng dữ liệu vì nó phản ánh chất lượng phân tích. Số liệu năm 2005 cho thấy cân bằng ion của nước mưa ở 4 trạm khu vực Nam Bộ đều đạt tiêu chuẩn (< ± 8%).

1) Anion (μeq/l)

Kết quả phân tích nước mưa của 4 trạm khu vực Nam Bộ năm 2005 cho thấy trong các anion, hàm lượng ion bicacbonat (HCO₃⁻) là nhiều nhất (37-43%), kế đến là ion clo (Cl⁻) (32-40%), sunfat (SO₄²⁻) (20-31%); hàm lượng ion nitrat (NO₃⁻) trong nước mưa có rất ít (1,6-3,3%). Như vậy, trong thành phần hóa học của nước mưa năm 2005, hàm lượng SO₄²⁻ cao hơn NO₃⁻ từ 9,4-12,5 lần. Điều này cho thấy ion SO₄²⁻ là thành phần chủ yếu gây ra mưa axit ở khu vực Nam Bộ.

Nước mưa ở trạm Tân Sơn Hòa có hàm lượng SO₄²⁻ là cao nhất, trong khi ở trạm Cà Mau nước mưa có hàm lượng Cl⁻ cao nhất. Kết quả nghiên cứu nói lên ảnh hưởng của hoạt động công nghiệp ở Tp. Hồ Chí Minh (trạm Tân Sơn Hòa) và ảnh hưởng của muối biển ở Cà Mau nhiều hơn các nơi khác.

2) Cation (μeq/l)

Kết quả cho thấy trong các cation của nước mưa, hàm lượng ion NH₄⁺ là cao nhất (25-34%), kế đến là Na⁺ (18-39%), Ca²⁺ (18-24%), Mg²⁺ (9-12%), K⁺ (8-13%) và H⁺ (0,4-0,6%).

Trạm Tân Sơn Hòa các cation NH₄⁺ và Ca²⁺ trong nước mưa là nhiều nhất. Điều này có thể giải thích sự trung hòa tính axit của ion SO₄²⁻ bằng NH₄⁺ và Ca²⁺ để tạo thành muối (NH₄)₂SO₄ và CaSO₄ xảy ra ở lớp dưới của mây [2], [5], [6], đặc biệt là vào đầu mùa mưa khi bầu khí quyển chưa được "làm sạch".

Cũng như ion Cl⁻, hàm lượng Na⁺ trong nước mưa ở trạm Cà Mau là cao hơn so với 3 trạm còn lại; điều này một lần nữa thể hiện ảnh hưởng của muối biển đến thành phần hóa học nước mưa ở trạm Cà Mau.

e. Biện luận về sự trung hòa tính axit trong nước mưa

Hàm lượng của SO₄²⁻ và NO₃⁻ được cho là lượng axit đầu vào tương đương với hàm lượng ban đầu của ion H⁺ biểu thị bằng lượng Ai như sau [2]:

$$A_i = [nss-SO_4^{2-}] + [NO_3^-]$$

Trong đó:

$$A_i - \text{Tổng hàm lượng của } nss-SO_4^{2-} \text{ và } NO_3^-$$

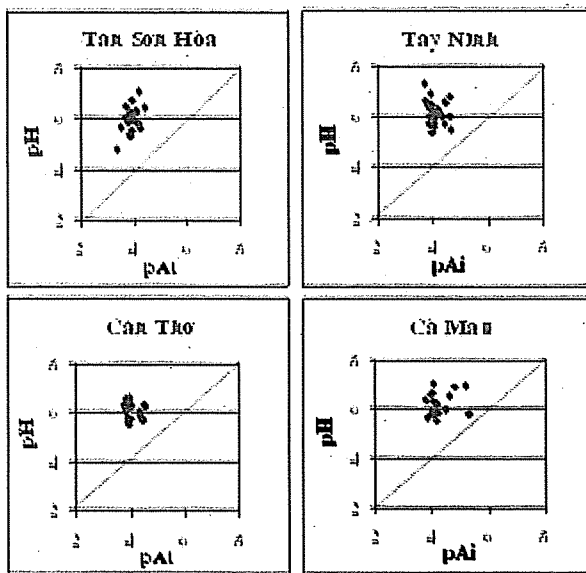
(mol/l)

$[nss-SO_4^{2-}]$ - Hàm lượng SO_4^{2-} không có muối biển (mol/l)

$[NO_3^-]$ - Hàm lượng NO_3^- (mol/l)

Thông số pA_i được định nghĩa theo cách thức tương tự như pH, chúng tương đương với pH nếu không có phản ứng trung hòa tất yếu xảy ra sau khi axit H_2SO_4 và HNO_3 được hình thành ban đầu. Lúc đó: $pA_i = -\log ([nss-SO_4^{2-}] + [NO_3^-])$.

Hình 6 cho thấy mối quan hệ giữa pH và pA_i



Hình 6. Quan hệ giữa pH và pA_i của nước mưa ở 4 trạm khu vực Nam Bộ năm 2005

4. Kết luận

Kết quả phân tích thống kê 10 năm (1996-2005) của nước mưa 4 trạm Tân Sơn Hòa, Tây Ninh, Cần Thơ và Cà Mau cho thấy hình ảnh về lắng đọng axit ở khu vực Nam Bộ như sau:

- Tần suất (%) mưa axit trung bình 10 năm có $pH < 5,6$ lần lượt tại Tân Sơn Hòa, Tây Ninh, Cần Thơ và Cà Mau là 41,2; 57,9; 58,0 và 39,8%. Mưa axit tập trung vào cuối mùa mưa (tháng 9, 10) và tháng chuyển tiếp từ mùa mưa sang mùa khô (tháng 11), trong đó tháng 10 có tần suất mưa axit cao nhất.

- Hàm lượng sunfat (SO_4^{2-}) trung bình nhiều năm dao động trong khoảng 1,49-1,80mg/l. Cùng với nó, chỉ số lắng đọng lưu huỳnh (DS) dao động từ 0,883-1,254 $g/m^2/năm$. Sự vượt trội của chỉ số này ở Cà Mau (1,254 $g/m^2/năm$) là do ảnh hưởng từ nguồn

trong nước mưa của 4 trạm khu vực Nam Bộ năm 2005. Kết quả nghiên cứu cho thấy tất cả các điểm pH đo đạc đều nằm phía trên đường chéo (trong khi pH tương đương với pA_i), nghĩa là các giá trị pH luôn lớn hơn các giá trị pA_i . Các giá trị pH cao trong nghiên cứu này là do ảnh hưởng mạnh mẽ của các cation như Ca^{2+} và NH_4^+ (được nêu trong mục 3.d). Điều này cũng phù hợp với nhận định chung về tính trung hòa axit trong nước mưa của hầu hết các trạm khu vực Đông Á [2], [5], [6].

gốc biển.

- Hàm lượng nitrat (NO_3^-) trung bình nhiều năm của nước mưa là 0,195-0,221mg/l. Chỉ số lắng đọng nitơ (DN) là 0,281-0,475 $g/m^2/năm$. Chỉ số này ở trạm Cà Mau là thấp nhất, cao nhất là Tân Sơn Hòa và Tây Ninh.

- Không tìm thấy sự tương quan giữa lượng mưa tháng (mm) và hàm lượng các anion SO_4^{2-} và NO_3^- ($R^2 < 0,5$). Cũng không có sự tương quan giữa hàm lượng ion H^+ và các anion SO_4^{2-} và NO_3^- ($R^2 < 0,5$).

- So với các trạm khác của khu vực Đông Á (2000 - 2005), tình hình xảy ra mưa axit ở khu vực Nam Bộ Việt Nam còn thấp, qua đó chỉ số lắng đọng lưu huỳnh (DS) và nitơ (DN) cũng thấp hơn.

- Ca^{2+} và NH_4^+ là 2 thành phần cation chính trung hòa tính axit trong nước mưa của khu vực Nam Bộ (2005).

Tài liệu tham khảo

1. *Acid Deposition and Oxidant Research Center (ADORC) - Network Center for EANET (2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). Data Report on the Acid Deposition in the East Asian Region 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, Japan.*
2. Hara, H., Bulgan, T., Cho, S.Y., Deocadiz, Ella S., Khodzher, T., Khummongkol, P., Lian, W.F., Vu Van Tuan (2005), "Wet Deposition in East Asia Based on EANET Measurements, Acid Rain 2005, 7th International Conference on Acid Deposition, Prague, Czech Republic.
3. Phạm Gia Hiền (2001), "Phân tích số liệu nước mưa", Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học Vấn đề Giám sát Lắng đọng Axit, Viện Khí tượng Thủy văn và Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, Tp. Hồ Chí Minh, tr. 41-55.
4. Trần Minh Khôi, Nguyễn Lê Anh Tuấn (2003), "Mạng quan trắc mưa acid khu vực phía Nam - Các hoạt động và kết quả giám sát", Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học thường niên năm 2003, Phân viện Khí tượng Thủy văn phía Nam, Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường, Bộ Tài nguyên và Môi trường, tr. 55-62.
5. Tran Thi Ngoc Lan (2004) - *Environmental characteristics and Material Damage in South of Vietnam. Doctoral Thesis at Osaka Prefecture University*
6. Đặng Đức Nhuận, Phạm Duy Hiền, Nguyễn Hòa Quang, Vương Thu Bắc, Hoàng Chung Thắm, Nguyễn Mạnh Âm, Nguyễn Quốc Tuấn (1999), "Hóa học khí quyển, ô nhiễm bụi khí và ảnh hưởng của chúng đến rơi lắng axit", Tuyển tập báo cáo khoa học Hội thảo Giám sát Lắng đọng Axit ở Việt Nam, Viện Khí tượng Thủy văn, Hà Nội, tr. 61-68.