

OSON VỚI SINH THÁI MÔI TRƯỜNG

GSTS. Lê Huy Bá

Trường Đại học tổng hợp TP Hồ Chí Minh

PTS. Ngô Trọng Thuận

Viện Khí tượng Thủy văn

Các nhà khoa học đã nhiều lần lên tiếng về lỗ thủng ozon và các hiểm họa của nó đến môi trường sống loài người. Đó là lớp ozon trong tầng bình lưu. Nhưng phải chăng chỉ có ozon trong tầng bình lưu là đáng lưu ý, còn ozon trong tầng đối lưu và trong lớp không khí phủ mặt đất thì sao? Bài viết này muốn góp thêm tiếng nói về vai trò của ozon trong cả 3 trường hợp kể trên, đặc biệt là tầng bình lưu.

1. Vai trò của ozon trong lớp không khí phủ mặt đất

Các nhà khoa học đã chứng minh rằng ozon có ảnh hưởng xấu đến sự phát triển của ít nhất là một loài cây (kết luận của thí nghiệm OAK, Riger). Tạp chí "Thiên nhiên" gần đây công bố về sự ảnh hưởng của ozon đến sự phát triển của loài cây *Loplaulypyne*. Ảnh hưởng này lan rộng đến vùng Đông Nam Hoa Kỳ. Họ đã tìm thấy dấu hiệu trên hàng trăm hecta đất rừng trồng loại cây này. Các nhà nghiên cứu theo dõi trên 28 cây về các chỉ tiêu nhiệt độ, lượng mưa, độ ẩm của đất đồng thời với đo nồng độ của ozon trong không khí bao quanh cây 1 tuần 1 lần. Sau 5 năm đã đúc rút ra kết luận: ozon làm tăng nhiệt độ và làm giảm độ ẩm của đất. Thời điểm mà cây bị hại là cuối mùa xuân và đầu mùa hè, khi mức độ ozon trong không khí gần cây đạt trị số cao nhất. Ozon đã làm cho nhiều cây chậm phát triển. Cơ chế của tác động là ozon làm cây mất nước với tốc độ nhanh hơn. Rõ ràng, trong lớp không khí phủ mặt đất ozon nguy hiểm đến môi trường sống: nó là một chất gây ô nhiễm. Số liệu nghiên cứu của các nhà khoa học chứng minh rằng chỉ cần nồng độ ozon tăng lên 5-10%, thì cây cối chậm phát triển đi 50%. Ozon được sản sinh ra từ các động cơ xe hơi, chính lượng ô nhiễm này gây tổn thương nghiêm trọng đến hệ hô hấp của con người. Ô nhiễm ozon đã tăng lên đáng kể ở Pháp, năm 1994 Bộ Môi trường Pháp đã công bố một tài liệu cho thấy ô nhiễm ozon đã tăng gấp 3 lần năm 1993. Các thành viên Cộng đồng Châu Âu đã phải ban hành những lời khuyên khi mà tổng nồng độ ozon trong lớp không khí phủ mặt đất lên đến 180 mg/m³ mỗi giờ. Riêng nước Pháp, năm ngoái, đã phải đưa ra 1316 lời răn đe như vậy so với 357 của năm 1993. Mặc dù số thiết bị giám sát ozon trong tầng không khí phủ mặt đất đã tăng từ 64 trạm năm 1993 lên 90 trạm năm 1994. Giao thông càng phát triển thì ozon càng được hình thành nhiều, nhất là trong điều kiện nhiệt đới, nắng nhiều, bởi vì ozon được hình thành từ phản ứng của ánh sáng mặt trời lên các hydrocarbon và nitrogen, oxy trong không khí thải của xe cộ. Điều này giải thích phần nào con số gia tăng một cách vượt bậc về ô nhiễm ozon ở các vùng nhiệt đới. Tuy nhiên, ozon cũng được dùng trong đời sống như khử trùng, làm sạch nước trong môi trường.

2. Vai trò của ozon ở tầng đối lưu

Tầng đối lưu là tầng không khí cách mặt đất từ 0-10 km. Vì nhiều lý do, ozon ở trong tầng này có vai trò đặc biệt trong các chất hoạt động bức xạ. Trước hết, ozon là một chất phản ứng cao, do đó tuổi thọ rất ngắn (2-3 tháng trong tầng đối lưu, 1-2 ngày trong tầng sát mặt đất). Mặt khác, ozon là hợp chất quan trọng để tạo ra các gốc OH, vì vậy ozon có vai trò đặc biệt của thành phần hóa học trong tầng đối lưu. Ozon là một trong những chất khí không có nguồn gốc trực tiếp trên bề mặt trái đất, một phần nó được đưa từ tầng bình lưu xuống tầng đối lưu nhờ sự trao đổi không khí giữa hai tầng này; mặt khác, nó được hình thành một cách đặc biệt từ các quá trình quang hóa. Cụ thể, trong tầng đối lưu, chủ yếu do sự quang phân của NO_2 , CO, CH_4 cũng như một số hợp chất dễ bay hơi (VOC). Khi tỷ lệ trộn lẫn của NO_x lớn hơn 10^{-12} về thể tích (ppbv), VOC đóng vai trò quan trọng đặc biệt trong sự hình thành ozon ở lớp cuối, còn CO và CH_4 lại đóng vai trò ấy trong lớp giữa của tầng đối lưu. Nếu tỷ lệ NO_x giảm xuống dưới 10ppbv thì sự tạo thành ozon đã trở thành sự hủy diệt ozon.

Vì đời sống của ozon trong khí quyển tương đối ngắn, sự phân bố nguồn ozon không đều cũng như các chất sinh ozon (NO_x và VOC) tương đối ngắn và vì cường độ bức xạ mặt trời luôn thay đổi nên tỷ lệ hòa lẫn ozon trong tầng đối lưu rất khác nhau, từ vùng này qua vùng khác. Sự khác nhau này phụ thuộc vào kinh độ và vĩ độ, cũng như phụ thuộc vào độ cao và mùa. Trong các khối không khí ở bắc bán cầu, tỷ lệ hòa lẫn ozon biến thiên từ 30 - 50 ppbv với mức cao nhất dễ thấy vào mùa xuân và mùa hè. Dưới những "điều kiện sương khói" trong các khối không khí bị ô nhiễm, tỷ lệ hòa lẫn ozon có thể đạt đến mức cao hơn 1000ppbv. Tỷ lệ hòa lẫn ozon thường thấp hơn nhiều ở vùng nhiệt đới so với vùng ôn đới. Tuy nhiên, điều này không áp dụng cho mùa khô vì suốt thời gian đó các chất sinh ozon quan trọng được thải ra từ việc đốt lượng lớn sinh vật khô. Còn về mùa hè, tỷ lệ hòa lẫn ozon trên vùng nhiệt đới cũng cao như trên vùng ôn đới công nghiệp hóa. Mặt khác, trong các lục địa bị ô nhiễm và các khối không khí biển nhiệt đới, tỷ lệ hòa lẫn ozon có thể tụt xuống tới mức 4-12ppbv.

Người ta đã thấy độ biến thiên hàng năm của tỷ lệ hòa lẫn ozon ở vùng ôn đới của 2 bán cầu, đáng chú ý là những sai biệt trong những tháng mùa hè. Lời giải thích đó có khả năng đúng nhất cho sự khác biệt giữa 2 bán cầu là do sự tác động của con người ảnh hưởng lớn đến sự tạo thành ozon quang hóa ở bắc bán cầu.

Từ khi bắt đầu công nghiệp hóa, tỷ lệ hòa lẫn ozon trung bình trong các khối không khí gần bề mặt ở bắc bán cầu tăng lên từ 5-15ppbv đến mức hiện giờ là 40-50ppbv. Ở vùng ôn đới phía bắc, tỷ lệ hòa lẫn ozon trong lớp giữa của tầng đối lưu trung bình hàng năm tăng khoảng 1% so với 20 năm qua.

+Tác động của ozon lên túi bức xạ trong tầng đối lưu.

Những thay đổi nhân tạo trong sự phân bố ozon thẳng đứng đòi hỏi phải đánh giá lại các tác động của ozon lên túi bức xạ. Sự phá hủy ozon ở tầng bình lưu phía dưới làm cho bức xạ bước sóng dài từ lớp đáy của tầng đối lưu đi ra ngoài ngày càng nhiều (hiệu ứng nhà kính âm) và cùng lúc đó làm giảm nhiệt độ tầng bình lưu phía dưới vì sự hấp

thụ bức xạ mặt trời giảm. Kết quả là nhiệt độ trung bình tầng bình lưu trên toàn cầu giảm $0,3^{\circ}\text{C}$ mỗi thập kỷ.

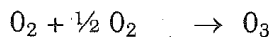
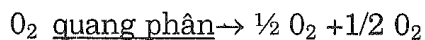
Mặt khác, sự tập trung ozon trong tầng đối lưu tăng lên (cũng như sự phá hủy ozon trong tầng bình lưu phía trên tầng lên) làm trầm trọng thêm hiệu ứng nhà kính. Cơ chế này đặc biệt có hiệu quả nếu tỷ lệ hòa lẫn ozon tăng lên trong tầng đối lưu rất lạnh phía trên, trong trường hợp này khí thải máy bay đóng vai trò quan trọng.

Vì sự phá hủy ozon tùy thuộc vào vĩ độ, nên hiệu ứng nhà kính nhân tạo cũng trở nên phụ thuộc vào vĩ độ. Trong khi chưa có mô hình khí hậu nào tính toán toàn diện về vấn đề này, những kết quả sơ bộ đạt được nhờ các mô hình một chiều cho thấy rằng, hậu quả làm lạnh do mất ozon bình lưu ở vùng ôn đới phía bắc hơi lớn hơn hậu quả làm nóng do sự tập trung ozon ở tầng đối lưu tăng lên. Hiệu ứng nhà kính phụ thêm do con người thải CFC và HCFC vào tầng đối lưu có thể không đủ để bù đắp hiệu ứng làm lạnh này. Tuy nhiên, điều này không nên dẫn đến kết luận rằng sự thay đổi khí hậu do CFC và các sản phẩm phân hủy của chúng gây ra có tác động bù trừ, bởi vì nó liên quan đến sự xáo trộn lạ thường, phụ thuộc vĩ độ của túi bức xạ.

Hiện nay, ngược với tầng bình lưu, ozon trong tầng đối lưu đang tăng lên, đặc biệt là ở bắc bán cầu. Nói chung, ozon trong tầng đối lưu đã tác động độc hại đến sức khỏe con người, động vật, thực vật ngay ở mức độ thấp ($\geq 60\text{ppbv}$) và gây nên hiệu ứng nhà kính.

3. Vai trò của ozon ở tầng bình lưu

Tầng bình lưu trong khí quyển nằm trên tầng đối lưu ở độ cao 10 - 50 km. Khoảng 90% ozon trong khí quyển được tìm thấy ở tầng bình lưu (từ 10-50 km nhưng tập trung ở 18-25 km). Nơi đó, ozon được sinh ra từ sự quang phân của ôxy phân tử và sự tái kết hợp của nguyên tử ôxy với phân tử ôxy:



Ngược lại với ozon ở trong tầng đối lưu và trong lớp phủ mặt đất, ozon ở trong tầng bình lưu đóng vai trò hết sức quan trọng, được xem như lá chắn bức xạ tia cực tím (UV) từ mặt trời. Nó ngăn không cho những tia này gây nên tác hại hủy diệt sinh vật, trước hết là làm mù mắt và ung thư da người và động vật.

+ Hiện trạng và xu hướng của tầng ozon bình lưu

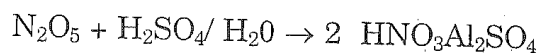
Các nhà khoa học đã thấy rằng trong suốt 20 năm qua lớp ozon bình lưu đã và đang giảm xuống. Sự mất mát ozon đáng kể được thấy ở vùng ôn đới và ở Nam Cực. Ngược lại, trong những vùng nhiệt đới hầu như không thay đổi. Sự mất mát ozon cũng biến đổi theo mùa, đặc biệt là vào mùa đông và mùa xuân. Vào năm 1982, các nhà khoa học đã phát hiện được một lỗ thủng ozon rộng lớn đến độ khiến cho họ bàng hoàng kinh ngạc không dám công bố ngay phát hiện đáng ngại này. Qua năm 1987 lỗ thủng này đã lan rộng trên một bề mặt bằng lãnh thổ Hoa Kỳ và có chiều cao bằng ngọn núi cao nhất thế giới Himalaya. Ở trung tâm lỗ thủng có đến 97,5% khí ozon đã bị tiêu tan. Người ta cũng phát hiện ra rằng lỗ thủng ozon ngày càng rộng lớn. Ngày 3-8-1994 nhà

khoa học Anh cho biết có những bằng chứng cho thấy trong mùa hè 1994 tầng ozon đang mỏng dần đi ở bán cầu nam. Điều đó cho thấy tia cực tím UV.B (230-320nm) sẽ tăng lên trong suốt mùa hè. Các tia cực tím này là nguyên nhân gây bệnh ung thư, phá hoại mùa màng, giết hại súc vật và làm trái đất nóng lên. Hiện nay người ta dùng các tên lửa Arirayno và vệ tinh quan sát ERS₂ của cơ quan Hàng không vũ trụ Châu Âu mang một thiết bị cực nhạy, cứ 3 ngày lại cung cấp các số liệu về tầng ozon ở quỹ đạo địa tĩnh (Globalozon). Các quan sát cho hay, tầng ozon ở Bắc Âu, Canada ngày càng giống như "một cái mền rách" có nhiều lỗ nhỏ li ti. Bầu khí quyển ở Nam Cực và Bắc Cực loãng ra và thiệt hại nghiêm trọng nhất là vào tháng III. Mặt khác, theo các tư liệu từ vệ tinh TOMS, trọng lượng ozon thấp hơn bình quân năm 1987-1988 khoảng 5-10%.

Vào tháng IV năm 1990 các vệ tinh của NASA cũng đã phát hiện được sự khởi đầu hình thành một lỗ thủng ozon trên Bắc Cực, vào 2 năm 1985 và 1987, đã có diện tích gần hai lần diện tích Nam Cực. Theo thông báo mới nhất của các nhà khoa học Hiệp hội Khí tượng thế giới thì đến năm nay, lỗ thủng ấy đã lớn rộng ngang với diện tích Châu Âu và mức độ gia tăng lỗ thủng của ozon đã nhanh gấp đôi mấy năm trước.

+ Nguyên nhân của hiện tượng

Nguyên nhân chủ yếu là các hóa chất có chứa clofluorocacbon vẫn được dùng trong bình xịt nông nghiệp hiện đại làm ô nhiễm không khí. Các lớp khí CFC dần dần bốc cao tới tầng bình lưu và nằm lại đó trên mấy chục năm, có khi đến mấy trăm năm để đến khi gặp điều kiện thuận lợi thì sẽ phân ra thành những phân tử nhỏ - trong đó đáng kể nhất là khí clo có sự phá hoại cực mạnh đến ozon. Người ta đã đo được khí clo trong điều kiện bình thường là 0,6 phần tỉ (0,6 ppbv). Nhưng đến năm 1982, khi lỗ thủng ozon xuất hiện lần đầu thì clo là 1,5 - 2 phần tỉ và hiện nay ít nhất cũng là 3 phần tỉ. Mặt khác, các hóa chất và thậm chí cả hiện tượng núi lửa Pinatubo năm 1991 ở Philippin phun lên là một thảm họa của tầng ozon. Vì trong núi lửa đã sinh ra nhiều chất clo, sunfat để rồi tạo ra H₂SO₄ và Cl₂. Mặt khác, khí hậu địa phương đóng một vai trò quan trọng. Những phạm vi rộng lớn áp lực cao trong phần khí quyển ở gần mặt đất sẽ làm mức độ ozon giảm xuống bằng cách nén tầng khí quyển bên trên, tạo ra trạng thái có cường độ mạnh, tạo ra sự hủy hoại tầng ozon. Chúng ta thừa nhận rằng, sự tổn thất ozon ở Nam Cực về mùa xuân có nguyên nhân là những phản ứng hóa học hỗn tạp xảy ra trên bề mặt các đám mây thuộc tầng bình lưu vùng cực. Trong quá trình này, các ôxyt nitơ đã bị hạn chế và vì vậy các hợp chất clo (Cl₂) được tham gia phản ứng dễ dàng. Khi mùa xuân trở lại, tức là qua mùa đông rét mướt, nay đã có ánh sáng mặt trời, các hợp chất clo đóng vai trò xúc tác phân hủy ozon. Các đám mây này chỉ có thể phát hiện ở nhiệt độ -80°C trở xuống. Mặt khác, đối với sự phá hủy tầng ozon ở Châu Âu, nơi mà nhiệt độ đám mây chưa thấp hơn -80°C thì lại được giải thích bằng phản ứng hóa học xảy ra trên các phân tử của axit sulphuaric khi No_x bị loại bỏ :



(khí) (lỏng) (lỏng)

Phản ứng này dẫn đến sự gia tăng nồng độ clo. Sự gia tăng của clo tức là gia tăng sự phá hủy ozon.

+ Tác hại của sự phá hủy ozon tầng bình lưu

Có hai tác động chính đó là tác động lên quá trình động lực và tác động để ngăn chặn bức xạ của tia cực tím:

- Tác động lên quá trình động lực

Ozon tầng bình lưu đã biến các bức xạ mặt trời thành nhiệt. Ozon phân bố theo chiều cao có tác dụng chi phối cấu trúc nhiệt theo chiều thẳng đứng, do đó, chi phối quá trình động lực của tầng bình lưu. Từ nhiệt độ thấp khoảng -80°C ở đường giáp với tầng đối lưu, nhiệt độ tăng dần theo chiều cao và đạt trị số 0°C ở độ cao 50 km. Nhờ có ozon mà chuyển động thẳng đứng của khối không khí bị hạn chế. Nếu bị phá hủy tức là độ bền bị giảm, khối không khí chuyển động thẳng đứng mạnh hơn.

- Tác động để ngăn chặn bức xạ của tia cực tím

Tác động đến sự phá hủy ozon đã làm ảnh hưởng đến môi trường sinh thái, nhưng quan trọng hơn cả là sự giảm hàm lượng ozon ở tầng bình lưu đã gây ra một tác hại khủng khiếp: mất tầng ozon tức là mất lá chắn bảo vệ sự sống ở địa cầu. Các tia bức xạ cực ngắn mặt trời có thể hủy diệt cấu trúc nhỏ sinh vật và phá hoại bề mặt cấu trúc lớn. Sau một thời gian nhất định chịu tác động trực tiếp của bức xạ UV, con người, thú vật và cây cối đều có thể tử vong. Tác động của bức xạ đó theo hai khía cạnh: một là, gây bệnh ung thư da và bệnh đục nhãn cầu, hai là, gây nên hiện trạng suy yếu hệ miễn dịch. Ở các nước như A-hen-ti-na, Chi-lê, Ô-x-trây-li-a, tác động bức xạ của tia tử ngoại ngày càng dày đặc đã trở nên quá rõ ràng: hàng ngàn con cừu đã bị mù mắt, dân vùng biển tỷ lệ ung thư da tăng lên, có xã hầu hết dân trong xã đều bị ung thư da.

Mặt khác, hệ thực vật nổi trên đại dương cũng bị tiêu diệt khi lỗ thủng ozon xuất hiện. Mà thực vật nổi là một mắt xích đáng kể đối với cấu trúc môi trường biển. Biện pháp hữu hiệu nhất để tránh lỗ thủng ozon là không thải các chất khí clo, CFC vào bầu khí quyển, ... các chất thải nông nghiệp (CH_4 , NO_2) và công nghiệp (Cl_2 , CFC).

Nhưng nếu loài người ngưng sản xuất các hóa chất hủy hoại ozon ngay từ bây giờ thì số lượng hóa chất đã được phóng xuất vào bầu khí quyển cũng còn đủ để nâng cao mức độ Clo trong tầng bình lưu lên tới 4,2 phần tỉ, nghĩa là cao gấp 7 lần mức độ tự nhiên. Vì vậy, cho đến nay đã có nhiều nước biết quan tâm đến tầng ozon và các quốc gia công nghiệp tiên tiến thực sự có quyết tâm thi hành các biện pháp bảo vệ tầng ozon. Tuy nhiên, nếu con người cứ tiếp tục ham lợi nhỏ trước mắt mà quên hại lớn sau này thì hậu quả về sau sẽ tai hại không lường, mà gánh chịu hậu quả ấy là con cháu của chúng ta trong thế kỷ XXI.

Như vậy, ozon trong tầng không khí phủ mặt đất, trong tầng đối lưu đã có hại: chúng gây hại đường hô hấp, hạn chế sinh trưởng thực vật và giảm năng suất cây trồng. Đặc biệt, chúng gây hiệu ứng nhà kính, cùng với các chất khí khác làm trái đất nóng lên.

Ngược lại, ozon trong tầng bình lưu lại rất có lợi, nó ngăn chặn các tia tử ngoại, bảo vệ con người và môi trường sống. Tuy nhiên, hiện nay ô nhiễm không khí đã làm tầng ozon bị phá hủy trầm trọng ... Bảo vệ tầng ozon đã trở thành trách nhiệm của mỗi quốc gia vì sự tồn tại và phát triển của nhân loại.