

คุณและโทษของแก๊สโอโซน

สรินยา เสงพร-พรหม*

โอโซน (Ozone; O_3) เป็นแก๊สธรรมชาติที่ถูกค้นพบครั้งแรกโดย Christian Friedrich Schönbein นักเคมีชาวเยอรมัน เมื่อ ค.ศ. ๑๘๔๐ โดยตั้งชื่อตามภาษากรีกว่า ozein ซึ่งแปลว่ากลิ่น^(๑). โอโซนเกิดขึ้นจากออกซิเจนในบรรยากาศได้รับรังสีเหนือม่วง-เอ (UVA) แล้วทำให้โมเลกุลของออกซิเจน (O_2) แตกตัวเป็นอะตอมอิสระไปจับกับโมเลกุลของออกซิเจนตัวอื่น ($O+O_2$) กลายเป็นแก๊สโอโซน (O_3). ตามปกติ ๑ โมเลกุลของออกซิเจนจะประกอบด้วยอะตอมออกซิเจน ๒ อะตอม แต่โอโซนเป็นโมเลกุลของออกซิเจนที่ประกอบด้วยออกซิเจน ๓ อะตอม. สมบัติดังกล่าวทำให้โอโซนไม่เสถียร สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นที่มีค่าพลังงานต่ำกว่า (ภายใต้อุณหภูมิ ความร้อน และความดัน) เกิดปฏิกิริยาเติมออกซิเจน (ออกซิเดชัน) ได้อย่างรวดเร็วและให้พลังงานสูงถึง ๒.๐๗ โวลต์. สมบัติดังกล่าวนี้ได้นำไปใช้เป็นข้ออ้างถึงประโยชน์ของโอโซนในเชิงพาณิชย์.

ชั้นบรรยากาศของโลกที่มีโอโซนมากที่สุดถึงร้อยละ ๙๐ คือ ชั้นสตราโตสเฟียร์ และบริเวณที่พบโอโซนหนาแน่นคือที่ระดับความสูงประมาณ ๑๓ ถึง ๓๕ กิโลเมตรเหนือพื้นดิน เป็นบริเวณที่เรียกว่า ชั้นโอโซน. ส่วนที่เหลือร้อยละ ๑๐ จะพบในชั้นโทรโพสเฟียร์. ถึงแม้ว่าโอโซนจะมีปริมาณน้อยมากในบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก (เฉลี่ยประมาณ ๓ ใน ๑๐ ล้าน โมเลกุลอากาศ) แต่ก็มีความสำคัญมาก. โอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ (ชั้นโอโซน) ช่วยดูดกลืนรังสีเหนือม่วง-บี ที่

เป็นอันตรายทางชีวภาพ จึงมี UVB เพียงส่วนน้อยที่ส่องผ่านถึงพื้นโลก ซึ่งนอกจากจะช่วยควบคุมระดับอุณหภูมิในบรรยากาศผิวโลกแล้ว ยังช่วยป้องกันไม่ให้รังสี UVB ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์. แต่ถ้าโอโซนอยู่ในชั้นบรรยากาศผิวโลก (ชั้นโทรโพสเฟียร์) ในระดับเดียวกับที่มนุษย์และสัตว์หายใจจากอากาศ โอโซนก็จะกลายเป็นตัวร้ายทันทีเนื่องจากโอโซนในชั้นนี้จะทำปฏิกิริยากับแสงอาทิตย์ร่วมกับสารเคมีที่ปล่อยออกมาจากรถยนต์หรือจากเครื่องยนตร์โรงงานอุตสาหกรรม เช่น คาร์บอนไดออกไซด์, ไนโตรเจนออกไซด์, อนุภาคฮัยโดรคาร์บอน เกิดเป็นสารอันตรายต่อสุขภาพ. ระดับโอโซนที่สูงมากในสิ่งแวดล้อมจึงเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต (ดูเอกสาร ground-level ozone หรือ photochemical smog).

ในปัจจุบัน ชั้นโอโซนบางลงและปริมาณของโอโซนในชั้นโทรโพสเฟียร์สูงขึ้น เนื่องจากฝีมือของมนุษย์โดยการใช้สาร chlorofluorocarbon (CFC) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็น ตู้เย็น, ใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, และสารก่อแรงฟองในกระป๋องสเปรย์. มีรายงานว่ากาการใช้สาร CFC มากทำให้ชั้นโอโซนถูกทำลายเป็นผลให้เกิดภาวะโลกร้อนขึ้น.

เมื่อชั้นโอโซนบางลง ปริมาณรังสี UVB ส่องถึงพื้นผิวโลกมากขึ้น. ผลกระทบต่อสุขภาพที่ตามมา คือ (๑) ผิวหนังอักเสบ, เกิด malignant melanoma ถ้าได้รับเข้าไปใน

*ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ปริมาณมาก, และถ้าได้สัมผัสเป็นเวลาเนิ่นนานอาจเป็นมะเร็งหนังชนิด non-melanocytic, และชนิดเซลล์สควมัสเป็นต้น, (๒) ปัญหาเกี่ยวกับตา เช่น กระจกตาและเยื่อตาอักเสบ, ต้อหิน, ต้อเนื้อ, ต้อกระจก, และอาจเป็นมะเร็งกระจกตาหรือเยื่อตาได้, (๓) โอโซนมีผลต่อทางหายใจ เช่น เจ็บคอ ระคายเคืองคอ, เจ็บหน้าอก, ไอ, หายใจขัด, และก่อโรคทางหายใจเรื้อรัง เช่น โรคหืด, โรคปอดเรื้อรัง, และ (๔) ทำให้ภูมิคุ้มกันบกพร่อง. ในทางตรงข้าม ประโยชน์ของโอโซนในการกรองรังสี UVB มีมากมาย เช่น ช่วยป้องกันการเกิดโรคกระดูกอ่อนในเด็ก, ภาวะกระดูกพรุน, ลดความเสี่ยงการเป็นมะเร็งเต้านม, มะเร็งผิวหนัง และมะเร็งต่อมลูกหมาก^(๒). อย่างไรก็ตาม การนำเอาโอโซนไปใช้ในการรักษาผู้ป่วยยังเป็นที่ถกเถียงกันอย่างมากในวงการแพทย์ในต่างประเทศ^(๓).

เนื่องจากโอโซนมีสมบัติไม่เสถียร สามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่น ๆ ได้รวดเร็ว, เป็นตัวเติมออกซิเจน (ออกซิแดนซ์) ที่ดี ทำให้โอโซนถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันหลายด้าน. ประโยชน์ของโอโซนที่ถูกอ้างถึงในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ การใช้ขจัดกลิ่นเหม็นขึ้นกลิ่นอับตามห้อง, กลิ่นเหม็นจากโรงงานอาหารสัตว์, กลิ่นจากน้ำเสีย, กลิ่นหมักพิมพ์ และกลิ่นสารเคมีตามโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ, การฆ่าเชื้อในห้องผ่าตัดหรือห้องผู้ป่วย, การใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย, การใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง, และใช้เป็นเครื่องฟอกอากาศ (เคยมีโฆษณาว่าเครื่องผลิตโอโซนติดภายในรถยนต์) เป็นต้น.

สมบัติในการเป็นตัวออกซิเดชั่นที่ดี นอกจากทำให้โอโซนเป็นพระเอกในแวดวงธุรกิจแล้ว ยังสามารถทำให้โอโซนกลายเป็นพระเอกในขนาดผู้ร้ายได้เช่นกัน ดังมีรายงานจากการศึกษาในต่างประเทศ ระบุว่าโอโซนในปริมาณน้อย (ค่าไม่เกินมาตรฐานที่ EPA กำหนดไว้ที่ ๐.๐๗๕ ส่วนในล้านส่วนในเวลา ๘ ชั่วโมง: ๐.๐๗๕ ppm-8 hour)^(๔) ไม่สามารถกำจัดสารคาร์บอนมอนอกไซด์^(๕,๖), ไม่สามารถกำจัดกลิ่นฟอร์มาลดีไฮด์^(๗), ไม่สามารถกำจัดฝุ่นละอองขนาดใหญ่ เช่น ควันบุหรี่ เกสรดอกไม้หรือสปอร์ของเชื้อรา^(๕). การกำจัดกลิ่นหรือสารดังกล่าวนั้นจำเป็นต้องใช้โอโซนในปริมาณที่มากกว่าค่ามาตรฐานกำหนดและก้กำจัดได้เพียงบางส่วนเท่านั้น. นอกจากนี้โอโซน

ยังสามารถทำปฏิกิริยาร่วมกับสารเคมีอื่น ๆ ในอากาศเกิดเป็นสารที่มีพิษมากขึ้นกว่าเดิม^(๘,๙) ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพอย่างแน่นอน.

โอโซนให้คุณและโทษทั้งทางตรงและทางอ้อม. การลดโทษของโอโซนคงต้องโยงไปถึงการช่วยกันลดภาวะโลกร้อนโดยการลดปริมาณการใช้สาร CFC หรือลดปริมาณการผลิตแก๊สเรือนกระจกหรือสารเคมีต่าง ๆ ที่มีผลต่อการทำลายชั้นโอโซน. การนำเอาโอโซนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและเชิงพาณิชย์นั้น ผู้บริโภคคงต้องพิจารณาและคำนึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และผู้ผลิตคงต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเกิดขึ้นด้วย.

เอกสารอ้างอิง

๑. http://en.wikipedia.org/wiki/Christian_Friedrich_Sch%C3%B6nbein
๒. McMichael AJ, Campbell-Lendrum DH, Corvalan CF, Ebi KL, Githeko A, Scheraga JD, Woodward A. Climate change and human health - risks and responses. Geneva: World Health Organization (WHO); 2003. 322 pages.
๓. http://en.wikipedia.org/wiki/Ozone_therapy#cite_note-33
๔. http://epa.gov/groundlevelozone/pdfs/2008_03_design_values_2004_2006.pdf
๕. Salls CM. The ozone fallacy in garage ventilation. J Industr Hyg 1927; 9:12.
๖. Shaughnessy RJ, Levetin E, Blocker J, Sublette KL. Effectiveness of portable indoor air cleaners: sensory testing results. Indoor air. J Internat Soc Indoor Air Quality and Climate 1994;4:179-88.
๗. Esswein EJ, Boeniger MF. Effects of an ozone-generating air-purifying device on reducing concentrations of formaldehyde in air. Applied Occup Environ Hyg 1994;9:139-46.
๘. Zhang J, Liyo PJ. Ozone in residential air: concentrations, I/O ratios, indoor chemistry, and exposures. Indoor air. J Internat Soc Indoor Air Quality and Climate 1994; 4:95-102.
๙. Weschler CJ, Shields HC, Naik DV. The factors influencing indoor ozone levels at a commercial building in southern California: more than a year of continuous observations. Tropospheric ozone. Pittsburgh. Air and Waste Management Association; 1996.

เอกสารเพิ่มเติม

๑. เลียงชัย ลี้มล้อมวงศ์, สมชัย บวรกิตติ. โอโซนให้คุณให้โทษแก่นมนุษย์อย่างไร. สารศิริราช ๒๕๔๑;๕๐:๔๔๔-๕.
๒. ก้องเกียรติ ภูมขันธ์ทรากกร, สมชัย บวรกิตติ. ความรู้เกี่ยวกับโอโซนกับภาวะโลกร้อน. ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ๒๕๕๐;๑๖:๑๕๗-๘.