

## ไปสู่ยุคโอโซนบริสุทธิ์กันเถอะ “เพื่ออะไรกัน”

สมชัย บวรกิตติ

โอโซน น. แก๊สสีน้ำเงิน กลิ่นฉุน เป็นอัญมณีของธาตุออกซิเจน มีสูตร  $O_3$  ใช้ประโยชน์มาเชื่อกันในน้ำ เพื่อใช้เป็นน้ำดื่ม ใช้ฟอกขาวสิ่งของสารอินทรีย์บางอย่างเช่น เส้นใยที่ใช้ทอผ้า. (อ. Ozone)  
(จากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.๒๕๔๒ หน้า ๑๔๐๑)

นานมาแล้ว เคยเขียนเรื่องโอโซน<sup>๑,๒</sup> และต่อมาได้ติดตามหาอ่านมาเรื่อยๆ<sup>๓-๖</sup> วันหนึ่งเมื่อไม่นานมานี้ นั่งชมรายการโทรทัศน์ได้ฟังผู้ประกาศข่าวประชาสัมพันธ์ให้ผู้คนไปสู่ยุคโอโซนบริสุทธิ์ที่อุทยานแห่งชาติวังน้ำเขียว ก็ฉุกละหุกคิดว่าคงมีคนอีกมากที่ยังไม่รู้จริงถึงคุณประโยชน์และโทษของโอโซน ซึ่งมีทั้งสนับสนุน<sup>๔</sup> และต่อต้าน<sup>๕</sup> ควรที่จะรื้อฟื้นความรู้มาเสนออีกครั้ง

วัฏจักรโอโซน-ออกซิเจน เมื่อประมาณ ๒,๐๐๐ ล้านปีในยุคที่โลกมีเพียงจุลชีพในแหล่งน้ำที่ปลดปล่อยออกซิเจนสู่บรรยากาศในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารเริ่มโดยสาหร่ายสีเขียว (คลอโรฟิลล์) ในตัวจุลชีพตูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ไปก่อปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดคาร์โบไฮเดรต ดังสมการ



แก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) ที่เกิดขึ้นเมื่อลอยขึ้นสู่บรรยากาศชั้นสตราโทสเฟียร์ระดับเหนือพื้นดิน ๒๐ กิโลเมตรขึ้นไปจะสัมผัสกับรังสีเหนือม่วง-ซี ความยาวคลื่นสั้นกว่า ๒๒๐ นาโนเมตร ในแสงอาทิตย์ แล้วแตกตัวให้ออกซิเจน ๒ ปริมาณ ( $2O$ ) ไปประกอบเป็นออกซิเจน ๓ ปริมาณ ( $O_3$ ) คือโอโซน ซึ่งตามธรรมชาติ ประมาณร้อยละ ๙๐ อยู่ในบรรยากาศช่วง ๑๐-๕๐ กิโลเมตรเหนือพื้นดิน และมีปริมาณหนาแน่นมากในช่วง ๙-๒๒ กิโลเมตรรอบโลกที่เรียกว่าชั้นโอโซน

แก๊สโอโซนในสตราโทสเฟียร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา คือส่วนที่สัมผัสกับรังสีเหนือม่วง-บี ความยาวคลื่น ๒๘๐-๓๑๕ นาโนเมตร ในแสงอาทิตย์ จะแตกตัวกลับไป

เป็นออกซิเจน ( $O_2+O$ ) ในขณะที่  $O_2$  ที่สัมผัสรังสีเหนือม่วง-ซี เกิดเป็น  $O_3$  ปฏิกิริยานี้เรียกว่า 'วัฏจักรโอโซน-ออกซิเจน' ซึ่งเป็นกระบวนการปรับปริมาณโอโซนและปริมาณออกซิเจนในบรรยากาศให้อยู่ในเกณฑ์พอเพียงสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต

แต่ในปัจจุบันได้มีการสูญเสียโอโซนในระดับความสูง ๑๕-๒๒ กม. ในปริมาณมาก ทำให้ชั้นโอโซนบางลงและเกิดช่องโหว่ในบางแห่ง ซึ่งเกิดจากการนำสารประกอบสังเคราะห์กลุ่มคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs) ไปใช้ในระบบทำความเย็น, ใช้เป็นตัวทำละลายของน้ำยา, เป็นตัวทำละลาย และผลิตโฟมและฉนวน และนำสารประกอบคลอรีนอื่นเช่น  $CCl_4$ ,  $CH_2Cl_2$  ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สารเหล่านี้เมื่อหลุดลอยขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศจะสัมผัสกับแสงอาทิตย์เกิดการสลายตัวโดยแสง (โฟโตลลิซิส) ให้อนุมูล  $Cl$ ,  $ClO$ ,  $HCl$ ,  $ClONO_2$  และ  $Cl_2O_2$  แล้วสลายต่อไปให้สารอนุมูลอิสระที่เร่งปฏิกิริยาทำลายโอโซน ซึ่งในขั้นสุดท้ายคลอรีนจะไปทำปฏิกิริยาโดยตรงกับโอโซนเกิดออกซิเจนและคลอรีนออกไซด์ ในปัจจุบัน แม้ได้เลิกใช้สารกลุ่มทำลายโอโซนแล้ว แต่เนื่องจาก CFCs มีอายุยืนยาว ๕๐-๑๐๐ ปี เมื่อเลิกใช้ก็ยังดำเนินกระบวนการทำลายต่อไปเป็นศตวรรษ

นอกจากนี้ ยังมีสารสำคัญอีก ๒ สารคือแก๊สมีเทนที่เกิดจากการเผาต้นไม้ ฟืน พางข้าวและฟางหญ้า การปลูกสัตว์เคี้ยวเอื้อง การทำน่าน้ำขัง การปล่อยน้ำท่วมป่าสร้างเขื่อน ฯลฯ และแก๊สไนโตรสออกไซด์ที่เกิดจากการเผาป่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนทางเกษตรกรรม และการเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มหมูเขตร้อน ซึ่งจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ (ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน) ทั้งมีเทนและไนโตรเจนออกไซด์มีฤทธิ์เป็นตัวเร่งการสลายตัว CFCs ให้เกิดคลอรีน

ไปสลายโอโซนเป็นออกซิเจน

เรื่องโอโซนที่กล่าวข้างต้นเป็นโอโซนในชั้นบรรยากาศ สตราโทสเฟียร์ ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่จากความเจริญด้านความเป็นอยู่ของมนุษย์ในปัจจุบันได้ ทำให้มีโอโซนเพิ่มขึ้นในอากาศรอบๆ โลก (ground ozone) ซึ่งเกิดขึ้นโดยอนุกรมปฏิกิริยาเคมีแสงระหว่างฮัยโดรคาร์บอน และไนโตรเจนออกไซด์กับแสงอาทิตย์ สารกำเนิดโอโซน ส่วนนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เครื่องยนต์พลังงานเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์เช่นแก๊สโซลีน ดีเซล ปริมาณโอโซนในอากาศ ใกล้เคียงโลกที่เกิดขึ้นจึงมักเป็นสูงในช่วงเช้ามืด และเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ปริมาณสูงสุดพบในช่วงบ่ายและเย็น แล้วจะค่อยๆ ลดลงในช่วงกลางคืน ในบริเวณชานเมืองและชนบทที่ กระแสลมไม่จัดและได้รับแสงอาทิตย์จัดมักมีปริมาณโอโซน สูงกว่าในเมือง ทำให้มีทัศนวิสัยลดลงจากหมอกควันโอโซน ที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีแสง ในย่านเมืองที่มีอาคารสูงแออัด ได้รับแสงอาทิตย์น้อยแม้จะมีการปลดปล่อยสารกำเนิด โอโซนจากเครื่องยนต์มาก แต่อาจเกิดโอโซนน้อยกว่า เหตุนี้ อาจเป็นข้อดีของทางลอยฟ้าและอาคารสูงต่างๆ ที่ช่วยบดบัง แสงอาทิตย์แก่ท้องถิ่น

นอกจากนั้น ยังมีโอโซนในอาคารบ้านเรือนที่เกิด จากออกซิเจนสัมผัสกับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอย่างเงียบๆ (silent discharge of electricity) พบได้ในห้องที่ใช้เครื่อง ถ่ายเอกซเรย์ ห้องที่ใช้เครื่องฟอกอากาศไฟฟ้าสถิต (electrostatic air cleaner) ในเครื่องบินที่บินในระดับสูงด้วยความเร็วสูง ใน โรงงานที่มีการเชื่อมโลหะ

มาตรฐานคุณภาพอากาศ<sup>๑,๔</sup> แห่งชาติของสหรัฐฯ (NAAQS) สำหรับโอโซนคือไม่เกิน ๑๒๐ ส่วนในพันล้านส่วน (พีพีบี) ใน ๑ ชั่วโมงในช่วงบ่าย, องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม รัฐแคลิฟอร์เนีย (California's EPA) กำหนดค่าไม่เกิน ๐.๐๗๐ ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) และองค์การอนามัยโลกกำหนดให้ อากาศนอกอาคารไม่เกิน ๐.๐๖๐ ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม); คณะกรรมการสุขภาพและความปลอดภัยสหราชอาณาจักร กำหนดขีดจำกัดในการทำงาน ๐.๐๒๐ ส่วนในล้านส่วนในช่วง ๑๕ นาที; องค์การด้านสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัยทั่วไปและ ของไทยกำหนด ๐.๑๐ ส่วนในล้านส่วนที่ยอมให้สัมผัสวันละ ๘ ชั่วโมง และการสัมผัสระยะสั้น ๐.๓๐ ส่วนในล้านส่วนใน ๑๕ นาที; สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ของไทย ถือค่าสูงสุดไม่เกิน ๐.๒๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใน ๑ ชั่วโมง

## ประโยชน์ของโอโซน

๑. ในสมัยก่อน ชั้นโอโซนในบรรยากาศช่วยกันรังสี เหนือม่วง-ซี (คลื่นสั้น ๑๐๐-๒๘๐ นาโนเมตร) จากแสงอาทิตย์ ไม่ให้ผ่านลงมายังผิวโลกได้ถึงร้อยละ ๙๗-๙๙ รังสียูวี-ซี ช่วงความยาวคลื่น ๒๕๔ นาโนเมตร สามารถทำลายสิ่งมีชีวิต (germicidal) และทำลายพันธุ์ของจุลชีพ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส ในปัจจุบันเมื่อชั้นโอโซนบางลงและเกิดช่องโหว่ทำให้ ยูวี-ซี ลงมายังผิวโลกได้ โดยตรงจะจะมีประโยชน์ช่วยก่อกำสภาวะ ไร้เชื้อบนผิวโลก แต่ก็อาจสร้างเชื้อชนิดพันธุ์ใหม่ที่ดื้อรังสีได้

๒. ชั้นโอโซนช่วยกันรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ (ยูวี-บี ช่วงคลื่น ๒๙๐-๓๒๐ นาโนเมตร) เมื่อชั้นโอโซนบางลง ความร้อนจึงผ่านมาสู่ผิวโลกมากขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ เกิดภาวะโลกร้อนและการแปรเปลี่ยนภูมิอากาศในปัจจุบัน เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมากมาย เช่น อุทกภัย

๓. วัฏจักรโอโซน-ออกซิเจน ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิต อยู่ได้ ดังกล่าวแล้วข้างต้น

๔. สารฟอกขาวในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

๕. ตัวทำไร้เชื้อ โอโซนเป็นตัวเติมออกซิเจนที่สามารถ ฆ่าจุลชีพได้รวดเร็วกว่าคลอรีนเกือบ ๕,๐๐๐ เท่า และ ไม่ทิ้งสิ่งพลอยได้หรือสิ่งเหลือเป็นกากไว้นอกจากออกซิเจน ที่สำคัญคือไม่เกิดภาวะจุลชีพดื้อโอโซน และในกระบวนการ ฆ่าเชื้อไม่ต้องใช้วัสดุอันตรายในกระบวนการผลิต เพราะใช้ เพียงอากาศกับไฟฟ้าเท่านั้น

- มีการนำโอโซนไปใช้ฆ่าจุลชีพในน้ำทะเลสำหรับการ เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะไม่ทำให้สภาพเคมีของน้ำทะเล เปลี่ยนแปลง และแม้มีปริมาณโอโซนหลงเหลืออยู่บ้าง ก็ไม่ทำอันตรายสัตว์พวกหอย ปู ปลา และยังเป็นดัชนี ว่าน้ำนั้นได้ผ่านการกำจัดจุลชีพอันตรายแล้ว

- เครื่องผลิตโอโซนติดตั้งในรถยนต์ ในอาคาร ในห้องผ่าตัด  
- ระบบซักฟอกผ้าผู้ป่วยที่ใช้ในโรงพยาบาล  
- สระว่ายน้ำ ปัจจุบันได้นำโอโซนไปใช้ฆ่าจุลชีพและ ฟอกน้ำแทนคลอรีน

- การล้างพิษ-เสริมสุขภาพ (detox-spas)

- ถนอมอาหาร

## อันตรายจากโอโซน

๑. การสัมผัสโดยตรง มีผลทำลายพีชบางชนิด ทำให้ แหล่งอาหารลดลง

๒. อาการแสบตา เชื่อว่าเป็นผลร่วมกับการสัมผัส สารเติมออกซิเจน เช่น อัลดีไฮด์ และเพอร์ออกไซด์แอคทีฟ

ไนเทรต ซึ่งพบร่วมกับการเพิ่มปริมาณโอโซนในอากาศเสมอ

๓. อันตรายต่อทางหายใจและปอดซึ่งเกิดขึ้นต่อทั้งโครงสร้างและหน้าที่

- การสัมผัสชั่วคราวทำให้ปอดศีรษะ ง่วงนอน สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง (FVC และ FEV<sub>1</sub> ลดลงชั่วคราว) หลอดลมมีภูมิไวเกินเพิ่มขึ้น และมีอาการระคายเคือง เช่น คอแห้ง ไอ แน่นหน้าอก หายใจขัด หอบคล้ายหืด เจ็บหน้าอก ตอนหายใจเข้าลึก

- การสัมผัสระยะยาว เช่น ๖-๘ ชั่วโมงอาจเกิดภาวะปอดบวม น้ำ ภูมิป้องกันของปอดลดลงเนื่องจากการสูญเสียขนกวัดทำให้ประสิทธิภาพการชำระสิ่งแปลกปลอมลดลง ติดโรคง่ายขึ้น และการดำเนินโรครุนแรง ดังเช่นอุบัติการณ์โรคปอดอักเสบสูงขึ้นในฤดูร้อนและในผู้ที่อยู่กลางแจ้งเป็นระยะเวลายาวนาน

- การหายใจโอโซนเป็นประจำ เกิดผลสะสมเป็นโรคระบบการหายใจเรื้อรังเช่นโรคหืดหรือมะเร็งปอด

## เอกสารอ้างอิง

๑. เลียงชัย ลี้มล่อมวงศ์, สมชัย บวรกิตติ. โอโซนให้คุณให้โทษแก่มนุษย์อย่างไร. สารศิริราช ๒๕๔๑; ๕๐: ๔๔๔-๕.
๒. ก้องเกียรติ ภูณทัณฑ์ทรากกร, สมชัย บวรกิตติ. ความรู้เกี่ยวกับโอโซนกับภาวะโลกร้อน. ธรรมชาติศาสตร์เวชสาร ๒๕๕๐; ๗: ๑๙๗-๘.
๓. สรันยา เสงพะระพรหม. คุณและโทษของแก๊สโอโซน. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข ๒๕๕๑; ๒: ๔๘๕-๖.
๔. Ali M. Ozone is good, ozone is bad. Available from: <http://www.majidali.com/ozoneeis.htm>. Retrieved 1/12/2012.
๕. Danger: air purifier and ozone gerneator health effects. The wizard of Oz. Available from <http://www.air-purifier-power.com/ozone-air-purification-danger.html>. Retrieved 1/12/2012.
๖. Ozone: Its Properties and Uses. Available from <http://www.nutech-o3.com/ozone.htm>; retrieved 1/10/2012.
๗. Ultraviolet germicidal irradiation. Available from [http://en.wikipedia.org/wiki/ultraviolet\\_germicidal\\_irradiation](http://en.wikipedia.org/wiki/ultraviolet_germicidal_irradiation); retrieved 1/11/2012.