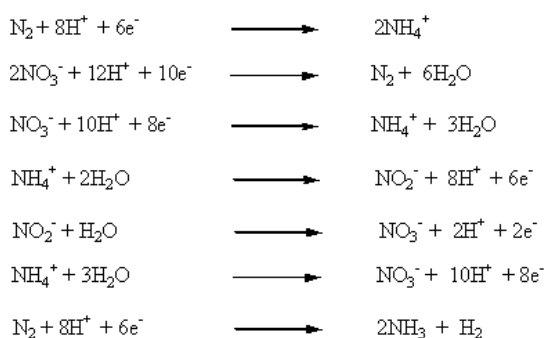


พลกระทบของไนโตรเจนต่อสิ่งแวดล้อม

เทพวิฑูรย์ ทองศรี*

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในบรรยากาศ ถึงร้อยละ 78 ของมวลบรรยากาศของโลก ก๊าซไนโตรเจนไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส มีจุดเดือดต่ำ คือที่ 25 องศาเซลเซียส สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ไม่สามารถนำก๊าซไนโตรเจนมาใช้ในกระบวนการเจริญเติบโตได้โดยตรงเพราะสิ่งมีชีวิตสามารถนำไนโตรเจนอยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH_3) หรือไนเตรต (NO_3^-) ประโยชน์ได้เท่านั้น ไนโตรเจนยังมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของโปรตีนและกรดนิวคลีอิกซึ่งเป็นส่วนประกอบของร่างกายสัตว์

ในธรรมชาติ โดยเฉพาะระบบนิเวศที่เป็นน้ำ พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนียและไนเตรต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ สัตว์ที่กินพืชเหล่านี้ไนโตรเจนที่ได้ไปสร้างโปรตีน เมื่อพืชและสัตว์ตายลงโมเลกุลของโปรตีนจะถูกย่อยให้เล็กลงโดยแบคทีเรียกลายเป็นแอมโมเนีย จากนั้นแบคทีเรียชนิดอื่นๆ จะออกซิไดซ์แอมโมเนียให้กลายเป็นไนไตรท์และไนเตรต แต่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณน้อย พบว่าไนเตรตจะเปลี่ยนรูปโดยแบคทีเรียชนิดอื่นๆ กลายเป็นแอมโมเนียนั่นคือเกิดการหมุนเวียนของไนโตรเจนหรือเกิดวัฏจักรของไนโตรเจนเพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของไนโตรเจนไปเป็นโมเลกุลอื่นที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ให้สามารถนำโมเลกุลเหล่านั้นนำไปใช้ได้ โดยอาศัยการทำปฏิกิริยาทางเคมีคือปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันนั่นเอง แสดงดังสมการ



ทั้งนี้ โมเลกุลที่เกิดขึ้นในวัฏจักรไนโตรเจน มีดังนี้

ไนโตรเจน (N_2) ที่อยู่ในรูปแก๊ส
แอมโมเนีย (NH_3) ที่อยู่ในรูปแก๊สเกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น สิ่งปฏิกูล หรือบริเวณผิวหนังของปู

ไนตริกออกไซด์ (NO) พบอยู่ในบรรยากาศซึ่งได้มาจากการบวนการ denitrification ท่อไอเสีย และ กระบวนการอุตสาหกรรม

แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) อยู่ในดินสามารถดูดซึมโดยพืช แอมโมเนียมไอออนส่วนใหญ่พร้อมที่จะเปลี่ยนไปเป็นไนเตรต

ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) อยู่ในรูปของแก๊สพบอยู่ในบรรยากาศ ซึ่งได้มาจากการบวนการ denitrification ท่อไอเสีย และกระบวนการอุตสาหกรรม

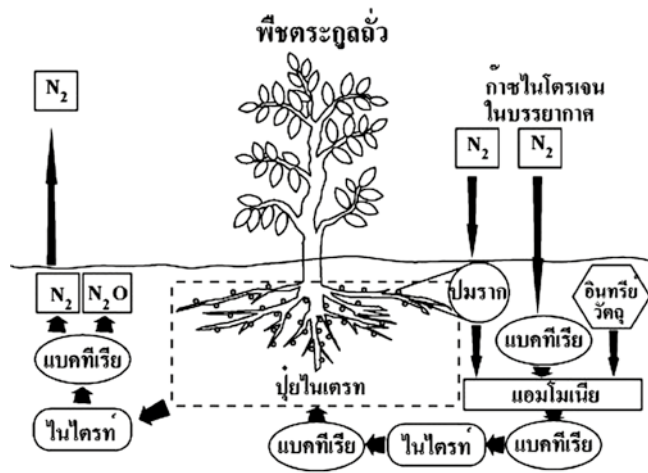
ไนเตรต (NO_3^-) ไม่ได้อยู่ในดิน แต่สามารถถูกดูดซึมได้ด้วยพืช หรือ ย้ายจากดินไปในส่วนของราก

นอกจากนั้น แบคทีเรียไรโซเบียม (Rhizobium) ที่พบในปมรากของพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศของโลกไปเก็บไว้ที่ปมราก และแบคทีเรียบางชนิดที่อยู่ในดินก็สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศของโลกไปเป็นไนเตรตในดิน ไนเตรตเป็นสารอนินทรีย์สามารถละลายน้ำได้ พืชจึงนำไปสังเคราะห์เป็นอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชและร่างกายของสัตว์ ได้แก่ โปรตีน เปปไทด์ และกรดนิวคลีอิก เก็บไว้ที่พืช เมื่อสัตว์ไปกินพืชก็ได้รับสารอาหารเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตต่อไป

เมื่ออินทรีย์ไนโตรเจนต่างๆ ที่มาจากพืชและสัตว์รวมถึงซากพืชซากสัตว์ลงสู่ดินแบคทีเรียบางชนิดในดินจะย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจนเหล่านี้ไปเป็นแอมโมเนีย ไนไตรท์ (NO_2^-) และ ไนเตรต (NO_3^-) ตามลำดับ จากนั้นพืชใช้ไนเตรตไปในการเจริญเติบโตและไนเตรตบางส่วนถูกแบคทีเรียในดินย่อยสลายไปเป็นไนไตรท์ และกลายเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ขึ้นสู่บรรยากาศของโลกต่อไป การเปลี่ยนแปลงรูปของไนโตรเจนตั้งแต่ ก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศสู่ดิน พืช สัตว์ และจาก

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม วท.

พืช สัตว์สู่ดิน และชั้นบรรยากาศ วนเวียนเป็นวงจรไปอย่างนี้ ไม่สิ้นสุดเราเรียกว่า “วัฏจักรไนโตรเจน”



ภาพที่ 1 แสดงการหมุนเวียนของไนโตรเจน

• ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ไนโตรเจนเป็นกลุ่มสารอาหารอินทรีย์และการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อมตามวัฏจักรไนโตรเจนมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเพราะหากมีสารประกอบไนโตรเจนที่มากเกินไปที่ผิวดินของพื้นที่การเกษตร การระบายน้ำทิ้งจากแหล่งอาศัยในเมืองน้ำเสียโครก และน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม อาจทำให้เกิดเป็นแหล่งมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

ปริมาณไนเตรทในแหล่งน้ำเกิดจากการเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์ อุจจาระ น้ำเน่า ปุ๋ย และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและสารเคมีจากเกษตรกรรม เมื่อแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน จากน้ำเสีย อุจจาระ และสารประกอบโปรตีน เปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนีย (NH_3) จากนั้นเป็นไนไตรท์ (NO_2) และสุดท้ายไปเป็นไนเตรท (NO_3) ซึ่งสามารถละลายได้ดีในน้ำ จึงไหลซึมผ่านการกรองของชั้นดินลงสู่ใต้ดินและสู่แหล่งน้ำบาดาล แต่บางส่วนพืชใช้เป็นอาหาร เนื่องจากไนเตรทเป็นสารอาหารของพืชผัก และจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์ และปุ๋ย เป็นสาเหตุหลักของการปนเปื้อนไนเตรทในแหล่งน้ำ ซึ่งอาจเพิ่มความเข้มข้นของไนเตรทในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินมากขึ้นจนถึงปริมาณที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้

การมีปริมาณไนเตรทในน้ำบริโภคสูงเป็นสาเหตุให้เด็กทารกป่วยเกี่ยวกับเมธฮีโมโกลบินในเลือดได้ คือทำให้ทารกมีอาการตัวเขียว เนื่องจากไนเตรทไปทำให้ฮีโมโกลบินเป็นเมธฮีโมโกลบิน ซึ่งทำให้เม็ดเลือดแดงไม่สามารถนำออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายได้ ดังนั้นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพของสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะคุณภาพน้ำจึงจำเป็นต้องมีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการหาปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนในรูปที่ เค เอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN), แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N), ไนเตรท (NO_3) หรือ ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N), ไนไตรท์ (NO_2) หรือไนไตรท์-ไนโตรเจน (NO_2-N) โดยมาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศไทยกำหนดให้น้ำบริโภคมีปริมาณไนเตรท (NO_3) ไม่เกิน 45 มิลลิกรัม/ลิตร น้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท มีไนเตรท ในรูปของ ไนเตรท ไนโตรเจน (NO_3-N) ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม/ลิตร และน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคมีไนเตรท (NO_3) ไม่เกิน 45 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน กำหนดให้มีไนเตรท ในรูปของ ไนเตรท ไนโตรเจน (NO_3-N) ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร และแอมโมเนีย ในรูปของแอมโมเนีย ไนโตรเจน (NH_3-N) ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร และมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง กำหนดให้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม มีไนโตรเจนในรูปของ TKN ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม/ลิตร หรือแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง แต่ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดให้มีไนโตรเจนในรูป TKN ไม่เกิน 35 และ 40 มิลลิกรัม/ลิตร ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากที่ดินจัดสรร มีไนโตรเจนในรูป TKN ไม่เกิน 35 มิลลิกรัม/ลิตร และมาตรฐานเพื่อควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร มีไนโตรเจนในรูป TKN ไม่เกิน 120 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 200 มิลลิกรัม/ลิตร

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้บริการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในรูป TKN แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N), ไนเตรท (NO_3) หรือ ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N) ในตัวอย่างน้ำเสีย น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ผู้สนใจสามารถขอรับบริการได้ในเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

American Public Health Association. Standard methods for the examination of water & Wastewater. 22nd ed. New York: APHA, 2012.

Maria Csuros. Environmental sampling & analysis for technicians. London: Taylor & Francis, 1994, 336 p.

กรรณิการ์ สิริสิงห์. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ประยูรวงศ์, 2549.

กรมควบคุมมลพิษ. มาตรฐานคุณภาพน้ำ. [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 17 เมษายน 2555]. เข้าถึงจาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water01.html

ไมตรี สุทธิจิตต์. สารพิษรอบตัว. ดวงกลมพับลิชชิ่ง : กรุงเทพมหานคร, 2551, หน้า 320-327.