ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสที่ก่อให้เกิดสาหร่ายสะพรั่ง

ส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม
กองจัดการคุณภาพน้ำ

ไนโตรเจน (Nitrogen) และฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นธาตุเคมีในตารางธาตุที่มีสัญลักษณ์ N และ P โดยไนโตรเจนมีสถานะเป็นก๊าซที่มีอยู่ทั่วไป ไม่มีสี กลิ่นหรือรส ไม่ติดไฟ เบากว่าอากาศเล็กน้อย มีสมบัติเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี เป็นส่วนประกอบของบรรยากาศโลกถึงร้อยละ 87 ซึ่งพืชสามารถใช้ไนโตรเจนได้ใน 2 รูปแบบ คือ รูปแอมโมเนียซึ่งเป็นรูปที่เสถียรหรือไม่ละลายน้ำหรือแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) แต่ถ้าอยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจน (N_2) พืชไม่สามารถใช้ได้[2] ส่วนฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่พบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและมักพบในรูปของฟอสเฟต ซึ่งฟอสเฟตเป็นสารอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ สัตว์ พืชและจุลินทรีย์ พบได้ในยีน ฟัน กระดูกและกล้ามเนื้อ เนื่องจากฟอสฟอรัสมักจะไม่พบในรูปที่เป็นธาตุอิสระ แต่พบในรูปสารประกอบฟอสเฟตในหินและสิ่งมีชีวิต ละลายน้ำได้น้อย มี 3 รูปแบบ คือ 1) รูปที่ละลายน้ำ (ออโธฟอสเฟต) ซึ่งจะละลายน้ำได้ดีและพืชน้ำนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต 2) รูปไม่ละลายน้ำ (โพลีฟอสเฟต/คอนเดนซ์ฟอสเฟต) พวกสารแขวนลอยไม่ละลายน้ำ พบในน้ำเสียต่างๆ เป็นส่วนผสมของสารทำความสะอาดหรือปุ๋ยเคมี และ 3) รูปอินทรีย์ฟอสเฟต มีทั้งรูปละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ พบในสิ่งมีชีวิตและของเสียขับถ่ายออกมา ซึ่งรูปแบบของสารประกอบฟอสเฟตทั้ง 3 รูป สามารถเปลี่ยนแปลงไปมาระหว่างกันได้โดยอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายตะกอนท้องน้ำทั้งชนิดแบบไม่ต้องการอากาศและต้องการอากาศ[3]

ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีความสำคัญเป็นอย่างมากในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดเพราะสิ่งมีชีวิตกลุ่มออร์โตโทรฟ (Autotrophs) ก็คือ สิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการผลิตอาหารเลี้ยงตัวเองได้ ซึ่งมี 2 จำพวก คือ พวกที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ เรียกว่า โฟโตโทรฟ (phototroph) เช่น พืช สาหร่าย เป็นต้น และพวกที่ใช้สารอนินทรีย์คือซัลเฟอร์และแอมโมเนียในการสร้างอาหาร เรียกว่า คีโมโทรฟ (chemotroph) เช่น แบคทีเรียบางชนิด เป็นต้น[4] แม้ว่าสาหร่ายซึ่งเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำ จะต้องการไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต แต่ในธรรมชาติสารเหล่านี้มีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่สิ่งมีชีวิตต้องการ จึงถือเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโต (Limiting Factors) เนื่องด้วยไนโตรเจนมีส่วนสำคัญในการนำมาใช้สร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของยีน ในขณะที่ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิกและสารประกอบต่างๆ ภายในเซลล์ ถึงแม้ในบรรยากาศจะมีก๊าซไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ แต่มีสิ่งมีชีวิตเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้โดยตรง เช่น แบคทีเรียหรือสาหร่ายบางชนิด ดังนั้นสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ จะได้รับไนโตรเจนจากการบริโภคสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเป็นอาหาร สำหรับแหล่งที่มาของไนโตรเจนยังมาจากปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ดี จึงทำให้เกิดการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้มาก ในส่วนของฟอสฟอรัสพบว่าเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยในธรรมชาติ มีต้นกำเนิดมาจากหินและแร่ธรรมชาติ นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังได้จากปุ๋ยแต่ละลายน้ำได้ไม่ดีเท่าไนโตรเจน อีกทั้งยังถูกยึดติดกับอนุภาคดินเหนียวทำให้ในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อย จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าฟอสฟอรัสประมาณ 10 - 20 เท่า โดยสัดส่วนระหว่างไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสที่เหมาะสมจะก่อให้เกิด Algae Bloom หรือสภาวะสาหร่ายสะพรั่งในแหล่งน้ำ จะอยู่ในช่วง 16:1 (Pearsall 1932; Redfield 1936; Schindler 1977; Smith 1983; Kahru et al. 2000)[5,6] สอดคล้องกับรายงานการสำรวจสัดส่วนของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในรูปอนินทรีย์ในทะเลน้อย ปี 2549 - 2550 ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ในการวินิจฉัยสถานภาพและพลวัตของระบบนิเวศ รวมทั้งปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตขั้นปฐมภูมิในแง่ของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตในสภาวะปกติทั่วไป หรือ Redfield ratio ที่อัตรา 16 : 1 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำถูกสังเคราะห์และย่อยสลายในภาวะปกติโดยใช้และปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกมา[7]

ไนโตรเจนทำให้เกิดกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1.ผลกระทบต่อสุขภาพ ไนเตรทในปริมาณมากทำให้เกิดโรค Methemoglobinemia หรือโรคเด็กตัวเขียว (Blue Baby) ซึ่งเกิดจากการที่เด็กอ่อนบริโภคน้ำที่มีไนเตรทสูงเกินไป โดยไนเตรทจะไปลดรูปเป็นไนไตรท์ในตัวเด็กและเมื่อดูดซึมไปในกระแสเลือดก็จะไปแย่งออกซิเจนจากเลือดทำให้ออกซิเจนในกระแสเลือดลดลงและขาดออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างในร่างกาย

2.ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ ไนเตรทปริมาณมากทำให้เกิด สภาวะสาหร่ายสะพรั่ง (Algae Bloom) หรือ Eutrophication เร่งเร้าการเติบโตของพืชน้ำมากขึ้น เนื่องจากไนเตรทเป็นรูปที่พืชใช้เป็นสารอาหารได้ดีมาก ทำให้เกิดปัญหาน้ำเขียว และเมื่อสาหร่ายสะสมตัวมากๆ ก็เกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำได้

3.ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ สารประกอบไนโตรเจนรูปแอมโมเนียอิสระหรือแอมโมเนียที่ละลายน้ำ (NH_3) ในน้ำจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ขึ้นอยู่กับ pH ของน้ำ ถ้า pH สูงจะพบ NH_3 มากซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ NH_3 จะมีผลต่อเหงือกปลาที่มีหน้าที่แลกเปลี่ยนออกซิเจนและเป็นอวัยวะที่ปลาใช้ในการหายใจ โดยไหลผ่านซี่เหงือกซึมเข้าไปในหลอดเลือดมีผลทำให้ฮีโมโกลบินในเลือดไม่สามารถรวมกับออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ สำหรับไนไตรท์มีโทษคือทำลายระบบประสาท ตับ ไตของปลา คือฝาปิดเหงือกของปลาจะไม่กลับมาปิดกับลำตัวของปลาได้อีก และมีคุณสมบัติในการจับกับเม็ดเลือดได้เร็วกว่าออกซิเจนจึงทำให้สัตว์น้ำใช้ออกซิเจนที่ละลายน้ำได้น้อยลง และสัตว์น้ำอย่างเช่นกุ้ง ซึ่งทำให้น้ำมีสภาวะไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิตทำให้เกิดอาการผิดปกติ เช่น เปลือกนิ่ม กินกันเองขณะลอกคราบ การเจริญเติบโตช้าลง อ่อนแอ และตายในที่สุด

ฟอสฟอรัสทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1.ผลกระทบต่อสุขภาพ ในแหล่งน้ำหากมีปริมาณฟอสเฟตมากและนำมาบริโภคจะทำให้เกิดโรคตัวเขียวในเด็ก เนื่องจากไปขัดขวางเม็ดเล็ดแดงไม่ให้ใช้ออกซิเจน และในผู้ใหญ่มีส่วนทำให้เกิดไตหรือโรคนิ่ว

2.ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ หากมีจำนวนมากทำให้เป็นตัวเร่งในการเกิดสาหร่ายสะพรั่ง (Eutrophication) น้ำมีออกซิเจนน้อยและทำให้สัตว์น้ำตาย แหล่งน้ำเน่าเสียไม่มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้บริโภคอุปโภคหรือผลิตประปาหรือการท่องเที่ยว

3.ผลกระทบต่อสัตว์น้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำและการเลี้ยงสัตว์น้ำ หากมีปริมาณออโธฟอสเฟตในน้ำมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณฟอสเฟตมากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเจริญเติบโตได้ช้าหรือน้อย

ดังนั้น เหตุผลความจำเป็นที่เราจะต้องรู้ข้อมูลเรื่องสัดส่วนของไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำต่างๆ ซึ่งจะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก รวมถึงปัจจัยที่เร่งทำให้เกิดปรากฏการณ์สาหร่ายสะพรั่ง ซึ่งได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารในรูปของคาร์บอน สารอนินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แสง สภาพน้ำนิ่ง อัตราการไหลของน้ำและระยะเวลากักเก็บน้ำ เพื่อที่เราจะได้หาแนวทางป้องกันและแก้ไขได้ทันกับสถานการณ์ ซึ่งสภาวะสาหร่ายสะพรั่งจะทำให้น้ำเกิดการเน่าเสีย เนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีน้อยและเกิดตายของสาหร่ายพร้อมกัน และทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เมื่อสัตว์น้ำได้รับพิษจากแพลงค์ตอนพืชโดยตรงหรือเข้าไปอุดตันเหงือกทำให้สัตว์แลกเปลี่ยนก๊าซไม่ได้ ทำให้สัตว์น้ำตายในที่สุด เมื่อคนไปจับสัตว์น้ำเหล่านั้นไปเป็นอาหารก็จะทำให้เกิดพิษกับคนโดยตรง โดยเฉพาะหอยสองฝาที่มีการสะสมสารพิษไว้เมื่อคนกินหอยเข้าไป จะแสดงอาการซึ่งพิษบางชนิดทำให้เสียชีวิตได้[8] ทั้งนี้ ลักษณะการเกิดสาหร่ายสะพรั่งในแหล่งน้ำผิวดิน ดังแสดงในรูปที่ 3 - 4 และลักษณะการเกิดสาหร่ายสะพรั่งในแหล่งน้ำทะเล ดังแสดงในรูปที่ 5 – 7

รูปที่ 3 - 4 ลักษณะการเกิดสาหร่ายเขียวในลำโดมใหญ่ จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อวันที่ 4 เมษายน 2562[9]

รูปที่ 5 - 7 ลักษณะการเกิดสาหร่ายเขียวที่หาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2562[10]

เอกสารอ้างอิง

1. เว็บไซต์ https://th.wikipedia.org/wiki/ไนโตรเจน

2. เว็บไซต์ https://II.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter1_notrogen1.htm

3. ธงชัย พรรณสวัสดิ์และคณะ, 2543. การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ. สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

4. เว็บไซต์ https://il.mahidol.ac.th/e-media/ap-biology1/Chapter8/Part1.html

5. เว็บไซต์ https://www.tci-thaijo.org/index.php/kuengj/article/view

6. James Palus. *Effects of N:P Ratio on the Occurrence of Harmful Algal Blooms*. เว็บไซต์ https://kb.osu.edu/bitstream/handle/1811/68968/Effects_of_NP_Ratio_on_the_Occurrence_of_Harm-ful_Algal_Blooms.pdf

7. อ่อนจันทร์ โคตรพงษ์, อัศมน ลิ่มสกุล, วุฒิชัย แพงแก้ว, และบุญชอบ สุทธมนัสวงษ์ , (2553). พลวัตของธาตุอาหารพืช ยูโทรฟิเคชั่น และเมตาบอลิซึมของระบบนิเวศในพื้นที่ชุ่มน้ำทะเลน้อย. สืบค้นจาก https://tci-thaijo.org/index.php/JEM/article/download

8. เว็บไซต์ www.talaythai.com/Education/43620434.php3.

9. ข่าว – สาหร่ายเขียว...ลำโดมใหญ่ เมื่อวันวันที่ 4 เมษายน 2562 เว็บไซต์
https://www.thairath.co.th/news/local/northeast/1246439
10. ข่าว - ผู้เชี่ยวชาญยืนยันสาหร่ายสีเขียวหาดป่าตองไม่เป็นอันตราย
เว็บไซต์ https://www.khaophuket.com/ผู้เชี่ยวชาญยืนยันสาหร่ายสีเขียวหาดป่าตองไม่เป็นอันตราย-4066.php#Umt9ST9YkyXhXo5H.97