

น้ำกระตุ้นด้วยพลาสมา (Plasma-Activated Water)

ชลิตา ชลโมตรี

นักวิจัย ปฏิบัติการ

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำกระตุ้นด้วยพลาสมา หรือ Plasma-Activated Water (PAW) คือ น้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยพลาสมา โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเหนี่ยวนำให้โมเลกุลของน้ำและก๊าซต่างๆ ในอากาศ (เช่น ออกซิเจน และ ไนโตรเจน) เกิดการแตกตัวเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระออกซิเจนและไนโตรเจน (Reactive Oxygen and Nitrogen Species: RONS) (Hernández-Torres et al., 2022) RONS ที่เกิดขึ้น ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2), โอโซน (O_3), ไนไตรต์ (NO_2^-), และไนเตรต (NO_3^-) เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมา ดังต่อไปนี้

• ค่า pH

เมื่อพลาสมาทำปฏิกิริยากับน้ำและก๊าซ อนุมูลอิสระและไอออนต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันและทำปฏิกิริยากับน้ำจนเกิดเป็นกรด เช่น กรดไนตริก (HNO_3) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) การสะสมของสารประกอบเหล่านี้ในน้ำจะส่งผลให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) เพิ่มขึ้น ทำให้ ค่า pH ของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาลดลงอย่างต่อเนื่อง (Arda and Hsu, 2023)

• ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC)

น้ำกระตุ้นด้วยพลาสมามีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เพราะประกอบไปด้วยอนุมูลอิสระและไอออนหลากหลายชนิด เช่น H^+ , OH^- , NO_2^- , และ NO_3^- โดยยังมีปริมาณไอออนเหล่านี้ในสารละลายมากเท่าใด ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาเพิ่มขึ้น (Wu et al., 2017)

• ศักย์ไฟฟ้าออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction Potential: ORP)

ศักย์รีดักชัน-ออกซิเดชัน (ORP) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงแนวโน้มของสารละลายในการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่างสารเคมีต่างๆ ที่ปะปนอยู่ ซึ่งสะท้อนถึงระดับของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการให้อิเล็กตรอน (ออกซิเดชัน) และการรับอิเล็กตรอน (รีดักชัน) ในสารละลายนั้นๆ โดยทั่วไปน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมามีค่า ORP เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการมีอยู่ของอนุมูลอิสระและสารออกซิไดซ์ที่หลากหลาย เช่น H_2O_2 , NO_2^- , และ NO_3^- เป็นต้น สารเหล่านี้มีแนวโน้มสูงที่จะรับอิเล็กตรอน ทำให้ศักยภาพในการออกซิไดซ์ของน้ำเพิ่มขึ้น และส่งผลให้ค่า ORP สูงขึ้นตามไปด้วย (Kaushik et al., 2018)

• ความหนาแน่น

ความหนาแน่นของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาจะแปรผันตรงกับความเข้มข้นของไอออนต่างๆ เนื่องจากในระหว่างการบำบัดด้วยพลาสมา อนุภาคที่มีประจุอิสระและไอออนต่างๆ จะแพร่กระจายเข้าสู่ในน้ำ ส่งผลให้

ความเข้มข้นของไอออนเหล่านี้สูงขึ้น ดังนั้น ความหนาแน่นของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Low et al., 2023)

● แรงตึงผิว

แรงตึงผิวของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาจะลดลงเมื่อค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้นมักจะสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของไอออนต่างๆ ในน้ำ ไอออนเหล่านี้สามารถรบกวนการสร้างพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างโมเลกุลน้ำ ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลน้ำลดลง และเป็นผลทำให้แรงตึงผิวโดยรวมของน้ำลดลงด้วย (He et al., 2022)

เอกสารอ้างอิง

- Arda, G.; Hsu, C.L. Preservation of reactive species in frozen plasma-activated water and enhancement of its bactericidal activity through pH adjustment. *Plasma Chem. Plasma Process.* 2023, 43, 599–618.
- He, J.; Rabinovich, A.; Vainchtein, D.; Fridman, A.; Sales, C.; Shneider, M.N. Effects of plasma on physical properties of water: Nanocrystalline-to-amorphous phase transition and improving produce washing. *Plasma* 2022, 5, 462–469.
- Hernández-Torres, C.J.; Reyes-Acosta, Y.K.; Chávez-González, M.L.; Dávila-Medina, M.D.; Kumar Verma, D.; Martínez-Hernández, J.L.; Narro-Céspedes, R.I.; Aguilar, C.N. Recent trends and technological development in plasma as an emerging and promising technology for food biosystems. *Saudi J. Biol. Sci.* 2022., 29(4), 1957–1980.
- Kaushik, N.K.; Ghimire, B.; Li, Y.; Adhikari, M.; Veerana, M.; Kaushik, N.; Jha, N.; Adhikari, B.; Lee, S.J.; Masur, K.; von Woedtke, T.; Weltmann, K.D.; Choi, E.H. Biological and medical applications of plasma-activated media, water and solutions. *Biol. Chem.* 2018, 400, 39–62.
- Low, M.; Sow, W.S.; Hung, Y.M.; Tan, M.K. Increase in Leidenfrost point via plasma-activated water. *Int. J. Therm. Sci.* 2023, 184, 107908.
- Wu, S.; Zhang, Q.; Ma, R.; Yu, S.; Wang, K.; Zhang, J.; Fang, J. Reactive radical-driven bacterial inactivation by hydrogen-peroxide-enhanced plasma-activated-water. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 2017, 226, 2887–2899.