

เทคโนโลยีพลาสมาเย็น (Cold Plasma Technology)

ชลิตา ชลไมตรี

นักวิจัย ปฏิบัติการ

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พลาสมาเย็น (Cold Plasma) เป็นสถานะที่ 4 ของสสาร ซึ่งสถานะของสสาร เช่น น้ำ มีสถานะเป็นของแข็งเมื่อเป็นน้ำแข็ง มีสถานะเป็นของเหลวเมื่อเป็นน้ำ มีสถานะเป็นก๊าซเมื่อเป็นไอน้ำ และมีสถานะเป็นพลาสมาเมื่อก๊าซเปลี่ยนสภาพเป็นอนุภาคลอิสระ การกำเนิดพลาสมาเย็นอาศัยหลักการในการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นตัวเร่งอนุภาคให้ก๊าซเกิดการแตกตัว เช่น ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซฮีเลียม ก๊าซนีออน ก๊าซอาร์กอน ก๊าซออกซิเจนในอากาศ หรือแม้กระทั่งไอน้ำในอากาศ โดยเมื่อได้รับพลังงานมากเพียงพอจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระวิ่งไปชนกับอะตอมของก๊าซอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมและแตกตัวเป็นไอออน (ionization) จนกลายเป็นพลาสมาที่มีอุณหภูมิต่ำ (< 40 องศาเซลเซียส) กระบวนการนี้จะได้ผลผลิตที่ประกอบไปด้วย โปรตอน อิเล็กตรอน โอโซน รั้งสียูวีซี และอนุภาคลอิสระอื่นๆ จำนวนมาก เช่น กลุ่มอนุภาคลอิสระที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (Reactive Oxygen Species: ROS) ได้แก่ superoxide (O_2^-), hydroxyl ($OH\cdot$), hydroperoxyl (HO_2), hydrogen peroxide (H_2O_2) และกลุ่มอนุภาคลอิสระที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (Reactive Nitrogen Species: RNS) ได้แก่ nitric oxide (NO), nitrogen dioxide (NO_2), dinitrogen pentoxide (N_2O_5), nitrate anions (NO_3^-) และ nitrite anions (NO_2^-) เป็นต้น (Bora et al., 2022; Hernández-Torres et al., 2022)

เทคโนโลยีพลาสมาเย็น (Cold Plasma Technology) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น งานด้านสิ่งแวดล้อม ด้านวิศวกรรมและด้านการแพทย์ และในปัจจุบันเริ่มเข้ามามีบทบาทกับงานทางด้านอาหารและการเกษตรมากขึ้น โดยมีการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้สำหรับลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารรวมถึงผักและผลไม้ เนื่องจากอนุภาคลอิสระที่ได้จากกระบวนการผลิตพลาสมาสามารถสร้างความเสียหายให้แก่โครงสร้างฟอสโฟไลปิดของเยื่อหุ้มเซลล์แบคทีเรีย ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดการเสียหาย ส่งผลให้ของเหลวภายในเซลล์รั่วไหลออกสู่ภายนอกเซลล์ จนทำให้แบคทีเรียตายในที่สุด (Rothwell et al., 2023) ดังนั้นจึงสามารถป้องกันอาหารเสื่อมเสียได้ อีกทั้งพลาสมาที่ผลิตได้นั้นมีอุณหภูมิต่ำจึงไม่ส่งผลต่อการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสของอาหาร นอกจากนี้ยังสามารถใช้พลาสมาเย็นสำหรับล้างสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ได้ด้วย ซึ่งอนุภาคลอิสระโดยเฉพาะ hydroxyl ($OH\cdot$) มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารเคมีตกค้างในผลิตผล ทำให้เกิดการสลายหมู่พันธะหรือทำลายโครงสร้างของสารเคมีจนเปลี่ยนไปเป็นสารที่ไม่มีความเป็นพิษ หรืออาจมีความเป็นพิษลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Wang et al., 2023) มากกว่านั้น เทคโนโลยีพลาสมาเย็นยังถูกนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยไนเตรท

เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งจะได้ปุ๋ยที่เป็นสารบริสุทธิ์ ปราศจากสารตกค้าง ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Ruamrungsri et al., 2023) ดังนั้น เทคโนโลยีพลาสมาเย็นจึงถือเป็นเทคโนโลยีสะอาดที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง สามารถนำมาใช้เป็นเทคโนโลยีทางเลือกสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ ได้

เอกสารอ้างอิง

- Bora, J., Khan, T., Mahnot, N.K., 2022, Cold Plasma Treatment Concerning Quality and Safety of Food: A review, *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 210(2), 427-446.
- 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., 2022, Recent Trends and Technological Development in Plasma as an Emerging and Promising Technology for Food Biosystems. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(4), 1957-1980.
- Rothwell, J.G., Hong, J., Morrison, S.J., Vyas, H.K.N., Xia, B., Mai-Prochnow, A., McConchie, R., Phan-Thien, K., Cullen, P.J., Carter, D.A., 2023, An Effective Sanitizer for Fresh Produce Production: In Situ Plasma-Activated Water Treatment Inactivates Pathogenic Bacteria and Maintains the Quality of Cucurbit Fruit, *Microbiology Spectrum*, 11, e00034-23.
- Ruamrungsri, S., Sawangrat, C., Panjama, K., Sojithamporn, P., Jaipinta, S., Srisuwan, W., Intanoo, M., Inkham, C., Thanapornpoonpong, S., 2023, Effects of Using Plasma-Activated Water as a Nitrate Source on the Growth and Nutritional Quality of Hydroponically Grown Green Oak Lettuces, *Horticulturae*, 9, 248.
- Wang, X., Feng, J., Chen, S., Qin, S., Zang, Y., Huang, H., Wei, J., 2023, Effect of Plasma Activated Water on the Degradation of Bifenazate and Spirodiclofen Residues on *Citrus kumquat* and Impact on Its Quality, *Agronomy*, 13, 1247.