บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

กระแสการดูแลสุขภาพที่ทวีความสำคัญในสังคมร่วมสมัยได้ส่งผลให้การบริโภคผักสลัดและผักใบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผักสลัดไม่เพียงทำหน้าที่เป็นแหล่งของสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ใยอาหาร วิตามินซี วิตามินเอ และแคลเซียม แต่ยังมีสารประกอบเคมี เช่น คลอโรฟิลล์และ แคโรทีนอยด์ ที่มีบทบาทในการเสริมสร้างสุขภาพและลดความเสี่ยงต่อโรคเรื้อรัง (ณัฐธิดา ปัญญามากไพบูลย์ และคณะ, 2561; สุภาพร ราชา และคณะ, 2560) ความนิยมในการบริโภคผักสลัดยังสะท้อนมิติทางเศรษฐกิจและพฤติกรรมผู้บริโภครุ่นใหม่โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีการขยายตัวของตลาดผักใบเขียวอย่างรวดเร็ว การจัดจำหน่ายในรูปแบบพร้อมรับประทาน เช่น สลัดกล่อง ได้กลายเป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์วิถีชีวิตที่เร่งรีบของคนเมือง ปรากฏการณ์นี้ไม่เพียงสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ แต่ยังบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงวัฒนธรรมด้านการบริโภค อย่างไรก็ดี ความนิยมในการบริโภคผักสดย่อมมาพร้อมกับความท้าทายด้านความปลอดภัย มีรายงานการเกิดโรคอาหารเป็นพิษและการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในผักสดทั้งที่จำหน่ายในประเทศและที่ส่งออก (Brackett et al., 2001; Jackson et al., 1995; อดิศร เสวตวัฒน์ และคณะ, 2538; ภาวนาฎ บุนนาค และคณะ, 2550) ข้อมูลจากสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ยังระบุถึงการตรวจพบเชื้อก่อโรค เช่น *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* ในผัก ที่ส่งออกไปสหภาพยุโรปอย่างต่อเนื่อง (ปรีชา จึงสมานุกูล และคณะ, 2553) การปนเปื้อนดังกล่าวส่งผลกระทบทั้งต่อสุขภาพผู้บริโภคและความเชื่อมั่นทางการค้า เนื่องจากอาจนำไปสู่การปฏิเสธการนำเข้าและความเสียหายทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น การสร้างมาตรการที่สามารถควบคุมความปลอดภัยได้อย่างยั่งยืน จึงเป็นความจำเป็นในเชิงสาธารณสุขและเศรษฐกิจ การล้างผักด้วยสารคลอรีนยังเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันแพร่หลาย เนื่องจากสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ข้อจำกัดคือความเสี่ยงจากการตกค้างทางเคมีและการเกิดผลพลอยได้ ที่อาจไม่พึงประสงค์ (Gil et al., 2009). ด้วยเหตุนี้จึงมีการแสวงหาทางเลือกใหม่ เช่น การใช้โอโซน รังสีอัลตราไวโอเลต และกรดอินทรีย์ อย่างไรก็ดี แต่ละวิธียังมีข้อจำกัด เช่น ประสิทธิภาพจำกัดบนพื้นผิวที่ไม่เรียบหรือความกังวลด้านสารตกค้าง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเทคโนโลยีพลาสมาได้รับความสนใจเนื่องจากสามารถสร้างอนุภาคที่มีพลังงานสูง เช่น Reactive Oxygen and Nitrogen Species (RONS) ซึ่งมีศักยภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ทิ้งสารตกค้างอันตราย (Fridman, 2008; Laroussi, 2002) น้ำที่ผ่านการกระตุ้นด้วยพลาสมา (Plasma Activated Water: PAW) ได้รับการรายงานว่าสามารถลดการปนเปื้อนและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด (เครือวัลย์ พรมลักษณ์ และคณะ, 2556; นารีรัตน์, 2554; Khan et al., 2019) รายงานวิจัยอื่นยังยืนยันผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน เช่น Fröhling et al. (2018), Patange et al. (2019) และ Schnabel et al. (2019) ที่พบว่าน้ำกระตุ้นพลาสมา สามารถลดเชื้อก่อโรคในผักสลัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของเทคโนโลยีนี้ในการประยุกต์ใช้เชิงอุตสาหกรรม เมื่อพิจารณาในมิติด้านนโยบาย พลาสมามีความเหมาะสมที่จะเป็นส่วนหนึ่งของมาตรการความปลอดภัยอาหารระดับประเทศ เนื่องจากตอบโจทย์ทั้งการปกป้องสุขภาพผู้บริโภคและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งสนับสนุนความสามารถในการแข่งขันทางการค้าของประเทศ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนาวิธีการผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมาและศึกษาผลของการปรับคุณภาพน้ำด้วยวิธีการกระตุ้นด้วยพลาสมาต่อความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) ในส่วนสุดท้ายเป็นการศึกษาอิทธิพลของน้ำกระตุ้นด้วยพลาสมาต่อการงอกของเมล็ดถั่วเขียวสายพันธุ์ผิวมัน (*Vigna radiata*)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมาและศึกษาผลของการปรับปรุงสมบัติของน้ำ พารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมีที่วิเคราะห์ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC), ปริมาณไอออนไนเตรต (Nitrate; NO_3^-), ปริมาณไอออนไนไตรต์ (Nitrite; NO_2^-) และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide; H_2O_2) ภายหลังการกระตุ้นด้วยพลาสมา

1.2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของน้ำกระตุ้นพลาสมาในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) โดยใช้การตรวจวิเคราะห์ด้วย Petrifilm

1.2.3 เพื่อศึกษาผลของน้ำกระตุ้นพลาสมาต่อการงอกและความแข็งแรงของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ผิวมัน (*Vigna radiata*) โดยพิจารณาค่าตัวชี้วัดด้านการงอก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การงอก (GP),

ดัชนีการงอก (GI), เวลาเฉลี่ยการงอก (MGT), อัตราการงอก (GR) และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า (VI)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งเน้นการศึกษาผลของน้ำที่ผ่านการกระตุ้นด้วยพลาสมาต่อคุณสมบัติของน้ำ ความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในผักสลัดและการงอกของเมล็ดถั่วเขียว โดยแบ่งขอบเขตการดำเนินงานออกเป็นสามส่วน ดังนี้

1.3.1 ดำเนินการออกแบบระบบพลาสมาในระดับห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปัจจัยทดลอง ได้แก่ จำนวนหัวจ่ายพลาสมา (1 และ 2 หัว), อัตราการไหลของอากาศ (0.78, 1.02 และ 1.26 L/min) และระยะเวลาการกระตุ้น (60 และ 90 นาที) พร้อมทั้งตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (EC), ปริมาณไอออนไนเตรต (Nitrate; NO_3^-), ปริมาณไอออนไนไตรต์ (Nitrite; NO_2^-) และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide; H_2O_2)

1.3.2 ศึกษาผลของการนำน้ำกระตุ้นพลาสมาที่ได้จากเครื่องต้นแบบมาใช้ล้างผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) จากฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนก่อนและหลังการล้างด้วยวิธี Petrifilm (Total Plate Count) เพื่อประเมินความสามารถในการลดจำนวนจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับการใช้น้ำประปา

1.3.3 ใช้น้ำกระตุ้นพลาสมาล้างและเพาะเลี้ยงเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ผิวมัน (*Vigna radiata*) ภายใต้สภาวะควบคุม โดยบันทึกข้อมูลการงอกในช่วง 7 วัน พร้อมวิเคราะห์ตัวชี้วัด ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การงอก (GP), ดัชนีการงอก (GI), เวลาเฉลี่ยการงอก (MGT), อัตราการงอก (GR), ดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า (VI)

1.3.4 ใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูง 8 kV สำหรับการสร้างพลาสมา

1.3.5 ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เป็นหน่วยประมวลผลหลักสำหรับกำหนดการทำงาน โดยส่งสัญญาณดิจิทัลเพื่อสั่งงาน Solid State Relay (SSR) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ในการเปิด – ปิดวงจรไฟฟ้าแรงสูง

1.3.6 การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในระดับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Scale)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับผลิตน้ำกระตุ้นพลาสมาจะสามารถปรับปรุงสมบัติของน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมี ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC), ปริมาณไอออนไนเตรต (Nitrate; NO_3^-), ปริมาณไอออนไนไตรต์ (Nitrite; NO_2^-) และความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide; H_2O_2) จะเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนหัวพลาสมา อัตราการไหลของอากาศ และระยะเวลาการกระตุ้น

1.4.2 น้ำที่ผ่านการกระตุ้นด้วยพลาสมามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักสลัดกรีนโอ๊ค (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.) ได้ดีกว่าน้ำประปา โดยจะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์รวมได้อย่างมีนัยสำคัญ

1.4.3 การใช้น้ำกระตุ้นพลาสมาในการเพาะเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ผิวมัน (*Vigna radiata*) จะส่งผลให้อัตราการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าสูงกว่าการใช้น้ำประปา โดยสะท้อนผ่านค่าเปอร์เซ็นต์การงอก (GP), ดัชนีการงอก (GI), เวลาเฉลี่ยการงอก (MGT), อัตราการงอก (GR) และดัชนีความแข็งแรงของต้นกล้า (VI)