

การพัฒนาเครื่องผลิตน้ำพลาสมาล้างผักผลไม้สำหรับครัวเรือน Development of a Household Plasma Water Generator for Cleaning Fruits and Vegetables

อลงกรณ์ เลิศปัญญา¹ สมบูรณ์ สาลำ² ศุภกร พิมพ์ภู³ และณรงค์ โปวณิชชากร⁴

Alongkron Lertpunya^{1*} Somboon Salam² Supakon Pimpu³ & Narong Pownidchakorn⁴

¹⁻² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

¹⁻² Assistant Professor, Department of Electrical Technology Buriram Technical College Northeastern Vocational Education Institute 5, Buriram Province 31000, somboon107@gmail.com

³⁻⁴ อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

³⁻⁴ Lecturer, Department of Electrical Technology Buriram Technical College Northeastern Vocational Education Institute 5, Buriram Province 31000

¹ Corresponding Author : e-mail : lertpunya.a@gmail.com

Received : 20 พ.ย. 67 Revised : 11 ธ.ค. 67 Accepted : 10 ม.ค. 68

DOI : 10.14416/j.edii.2026.09.010

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน โดยกำหนดสารเคมีตกค้าง ได้แก่ สารคลอร์ไพริฟอสและคาร์เบนดาซิม จากผักและผลไม้ประเภทผักคะน้า ใช้วิธีดำเนินการวิจัยเชิงทดลองด้วยการพัฒนาเครื่องผลิตน้ำพลาสมา โดยใช้หลักการเบรกดาวนของสนามไฟฟ้าแรงดันสูงระหว่างขั้วอิเล็กทริกทั้ง 2 ขั้ว โดยให้ขั้วอิเล็กทริกขั้วหนึ่งอยู่ในหลอดแก้วสุญญากาศและอีกขั้วอยู่ด้านนอกหลอดสุญญากาศร่วมกับการไหลวนของน้ำในหลอดแก้วขึ้นนอก โดยกำหนดอัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาที ที่ปริมาตรน้ำ 20 ลิตร และระยะเวลาการผลิตที่ 40 นาที โดยใช้น้ำประปาทั่วไป ซึ่งได้ค่าที่ดีที่สุดคือ เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที สามารถวัดค่าได้ดังนี้ ค่า pH = 6.20 ค่า TDS = 63 ppm ค่า EC = 127 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่า ORP = 276 mV และสามารถคงสภาพค่า ORP นี้ ให้สามารถนำไปฆ่าเชื้อแบคทีเรียและกำจัดสารเคมีตกค้างไม่เกิน 20 นาที หลังจากนั้นจะไม่มีสภาวะตกค้างของพลาสมาในน้ำอีกต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า น้ำพลาสมาที่ผลิตด้วยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดปริมาณสารตกค้าง ทั้งคลอร์ไพริฟอสและคาร์เบนดาซิมในผักคะน้าให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค โดยนำมาเปรียบเทียบกับชุดทดสอบหาสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในพืชผักผลไม้

คำสำคัญ : น้ำพลาสมา ORP (Oxidation Reduction Potential) TDS (Total Dissolved Solids) EC (Electrical Conductivity)



Abstract

This research aimed to develop and evaluate the efficiency of a plasma water generator for household use in cleaning vegetables and fruits by removing chemical residues, specifically chlorpyrifos and carbendazim, from kale. The experimental research involved designing a plasma water generator based on the principle of high-voltage electric field breakdown between two dielectric electrodes. One electrode was placed in a vacuum glass tube, while the other was positioned outside the tube, combined with water circulation at a flow rate of 4 liters per minute, a water volume of 20 liters, and an operation time of 40 minutes using tap water. The optimal conditions, observed at 20 minutes, yielded measurements of pH = 6.20, TDS = 63 ppm, EC = 127 μ S/cm, and ORP = 276 mV. The plasma water maintained an effective ORP level for bacterial sterilization and chemical residue removal for up to 20 minutes, after which the plasma effect dissipated.

Research findings reveal that plasma-treated water produced by the developed system can reduce the residues of chlorpyrifos and carbendazim in Chinese kale to levels safe for consumers. These results were compared with pesticide residue test kits for fruits and vegetables, which indicated values within the safety standards when assessed with the test kits.

Keywords : plasma water ORP (Oxidation Reduction Potential) TDS (Total Dissolved Solids) EC (Electrical Conductivity)

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร มีการทำนาข้าว ปลูกผัก และผลไม้ไว้รับประทานเองภายในประเทศ และยังส่งออกไปยังต่างประเทศ เมื่อมีการบริโภคเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการ เกษตรกรส่วนใหญ่เห็นว่าสารเคมีนั้นจะทำให้ผักผลไม้สวยงามน่ารับประทานขายได้ราคาดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น สารเคมีจึงเป็นทางเลือกที่เกษตรกรเลือกใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชมากขึ้นแทนการใช้สารอินทรีย์ และมีการละเลยต่อการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่ถูกวิธีและไม่ตระหนักถึงความเป็นพิษ และอันตรายของสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค ทั้งแบบเฉียบพลันและระยะยาว ผลงานวิจัยของ นัสพงษ์ และดาร์วรรณ [1] ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ตำบลป่าไผ่ อําเภอมือง จังหวัดหนองบัวลำภู

พบว่าในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา จังหวัดหนองบัวลำภู มีผู้ป่วยจากพิษสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มขึ้น 4 เท่า (ในปี 2553 จำนวน 1,851 ราย และปี 2557 มีผู้ป่วย 7,954 ราย) และระดับเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดของเกษตรกร ปี 2558 จำนวน 341,039 คน อยู่ในระดับเสี่ยงและไม่ปลอดภัย ร้อยละ 32 เกษตรกรตำบลป่าไผ่ อําเภอมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 360 คน อยู่ในระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 11.94 และระดับเสี่ยง ร้อยละ 7.5 ซึ่งพืชผักและผลไม้ที่นำมาเป็นอาหารนั้น อาจได้รับการปนเปื้อนสารเคมี เชื้อแบคทีเรีย และไวรัส จากการกำจัดศัตรูพืชไปด้วย และวิธีที่ง่ายที่สุดในการช่วยลดสิ่งเจือปน สารเคมี เชื้อแบคทีเรีย และไวรัส ที่ตกค้างในผักและผลไม้ คือการล้างผักและผลไม้อย่างถูกวิธีก่อนนำไปประกอบอาหารและรับประทาน แต่บางครั้งยังไม่เพียงพอในการลดสารพิษตกค้างนี้ได้ จากรายงานการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ครั้งที่ 2 ประจำปี 2559 ตรวจพบ

สารพิษตกค้างในตัวอย่างผักผลไม้ พบเกินค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit : MRL) ในผักพบมากคือ ผักคะน้า พบรองลงมาคือ พริกแดง ถั่วฝักยาว และกะเพรา ตามลำดับ กลุ่มสารพิษตกค้าง ได้แก่ Carbaryl, Carbofuran, Chlorpyrifos, Profenofos, Cypermethrin และ Prothiofos ปกติและคณะ [2] ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาเครื่องผลิตน้ำพลาสมาช่วยในการกำจัดสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้สำหรับครัวเรือน เพื่อลดการสะสมของสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ สำหรับการบริโภคต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ การพัฒนาระบบผลิตน้ำพลาสมาและการหาประสิทธิภาพการกำจัดสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

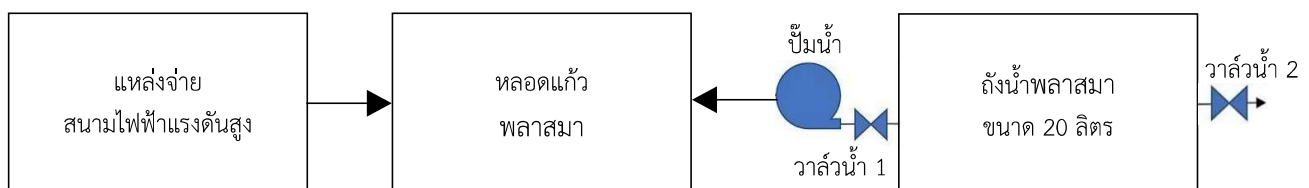
3.1 การพัฒนาระบบผลิตน้ำพลาสมา

จากภาพที่ 1 แสดงไดอะแกรมการพัฒนาระบบผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน โดยใช้บอร์ดควบคุมแหล่งจ่ายสนามไฟฟ้าแรงสูง เพื่อผลิตโอโซนขนาด 20 กรัม/ชั่วโมง โดยสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูงขนาด 6 กิโลโวลต์ ที่ความถี่ 10 กิโลเฮิรตซ์ และทำให้เกิดการเบรกดาวนของแรงดันไฟฟ้าในหลอดแก้วสุญญากาศ และเกิดกระบวนการไอออไนซ์ (Ionization) ทำให้ก๊าซภายในหลอดแก้วมีสถานะพลาสมา (Plasma Formation) และทำกระบวนการให้น้ำไหลวนผ่านลำแสงพลาสมาในหลอดแก้วสุญญากาศชั้นนอก โดยกำหนดให้

- ◆ อัตราการไหลของน้ำ 4 ลิตรต่อนาที
- ◆ ปริมาตรน้ำในการผลิต 20 ลิตร
- ◆ ระยะเวลาไหลวนของน้ำพลาสมา 40 นาที

กระบวนการของน้ำพลาสมาจะทำให้เกิดไอออนและอนุภาคของน้ำที่มีประจุไฟฟ้า ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำลายโครงสร้างของสารเคมีตกค้างในผักผลไม้ที่นำไปแช่น้ำพลาสมา

3.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพในการกำจัดสารเคมีตกค้าง วัตถุดิบที่ใช้ในการทดสอบคือ ผักคะน้า ซึ่งเป็นตัวแทนของผักและผลไม้ที่มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั่วไป การทดสอบหาสารเคมีตกค้าง ได้แก่ จำพวกสารคลอโรไพริฟอสและคาร์เบนดาซิม ซึ่งเป็นสารเคมีตกค้างที่พบบ่อยในผักและผลไม้ ทำการทดสอบโดยแช่ผักคะน้าในน้ำประปา และน้ำผ่านกระบวนการพลาสมาที่เวลา 5 นาที และ 10 นาที เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมการพัฒนาระบบผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน



3.3 เครื่องมือในการวิจัย

หลังจากแช่เสร็จสิ้นทั้ง 2 ครั้ง ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้ ทั้งก่อนและหลังการแช่น้ำพลาสมา โดยใช้ชุดคิดทดสอบ MJPK ของ World Chemical เป็นเครื่องมือวิเคราะห์หาสารเคมีตกค้าง โดยวิธีการเปรียบเทียบกับตัวควบคุม ดังภาพที่ 2

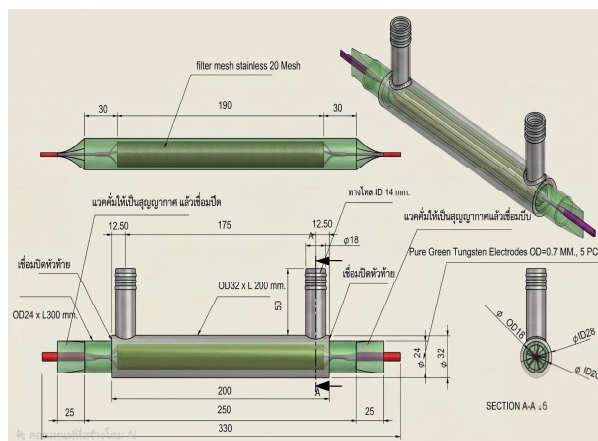


ภาพที่ 2 เครื่องมือวิเคราะห์หาสารเคมีตกค้าง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน

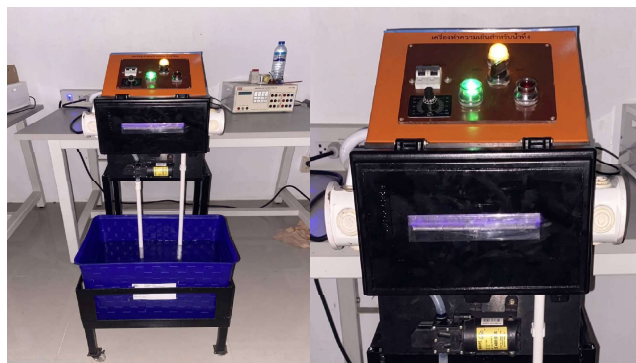
การพัฒนาเครื่องผลิตน้ำพลาสมา โดยออกแบบให้เครื่องสามารถผลิตปริมาณน้ำพลาสมาที่มีคุณสมบัติในการกำจัดสารเคมีที่ตกค้างกับผักผลไม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ออกแบบโครงสร้างของหลอดพลาสมาโมดูลทำหน้าที่ในการสร้างลำแสงพลาสมา และน้ำที่ไหลผ่านต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน โดยวัสดุตัวหลอดจะเป็นหลอดทดลอง Borosilicate เป็นเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการและทนต่ออุณหภูมิสูง ขนาดของหลอด OD32, ID28 มม. หนา 2 มม. และขั้วแคโทดจะใช้ลวดตัวนำทั้งสแตน ขนาด 1.6 มม. และทำการ Vacuum เพื่อให้ภายในหลอดเป็นสุญญากาศ และทำการเชื่อมปิดตามแบบดังแสดงในภาพที่ 3, 4 และ 5



ภาพที่ 3 แบบโครงสร้างของหลอดพลาสมาโมดูล



ภาพที่ 4 หลอดแก้วพลาสมาโมดูล



ภาพที่ 5 แสงพลาสมาในหลอดสุญญากาศเครื่องผลิตน้ำพลาสมาล้างผักผลไม้สำหรับครัวเรือน

ผลการทดสอบหาค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP ของน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมา ด้วยเครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น โดยจ่ายน้ำไหลวนผ่านลำแสงพลาสมาในหลอดแก้วสุญญากาศชั้นนอก โดยสามารถวัดค่าเริ่มต้นได้ดังนี้ pH = 5.96 ค่า TDS = 47 ppm ค่า EC = 94 $\mu\text{S/cm}$ และค่า ORP = 158 mV กำหนดให้ค่าอัตราการไหลวนของน้ำ 4 ลิตรต่อนาที ปริมาตรน้ำในถังบรรจุ 20 ลิตร กำหนดระยะเวลาไหลวนของน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมาที่ 40 นาที ซึ่งสามารถแสดงผลดังตารางที่ 1

ผลการทดสอบค่าการคงสภาพของน้ำพลาสมา โดยการนำน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมาจากเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับลำแสงผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น ที่มีค่า ORP สูงสุด 276 mV และปล่อยทิ้งไว้ในถังแช่ผักที่ระยะเวลา 10 นาที 20 นาที 30 นาที และ 40 นาที ตามลำดับ สามารถวัดหาค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP แสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการวัดหาค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP ของน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมา

ระยะเวลา (นาที)	ผลทดสอบน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมา			
	ค่า pH	ค่า TDS (ppm)	ค่า EC ($\mu\text{S/cm}$)	ค่า ORP (mV)
ค่าเริ่มต้น	5.96	47	94	158
10	6.01	57	114	229
20	6.20	63	127	276
30	6.31	65	130	267
40	6.45	66	133	248

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปจากเริ่มต้นทดสอบถึง 40 นาที ค่า pH (Positive Potential of the Hydrogen Ions) และค่า TDS (Total Dissolved Solids) ของน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมา มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนค่า EC (Electrical Conductivity) จะเพิ่ม

สูงขึ้นจากค่าเริ่มต้นที่ 94 $\mu\text{S/cm}$ เป็น 133 $\mu\text{S/cm}$ ตามลำดับ และค่า ORP (Oxidation Reduction Potential) จะเพิ่มสูงขึ้นจากค่าเริ่มต้นที่ 158 mV และมีค่าสูงสุด 276 mV เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที หลังจากนั้นจะค่อยลดลงตามลำดับ



ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าการคงสภาพของน้ำพลาสมาจากเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น

ระยะเวลา (นาที่)	การคงสภาพของน้ำพลาสมา			
	ค่า pH	ค่า TDS (ppm)	ค่า EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ค่า ORP (mV)
ค่าเริ่มต้น	6.20	63	127	276
10	6.16	65	130	262
20	6.08	66	127	238
30	6.00	64	118	202
40	5.92	57	115	188

จากตารางที่ 2 พบว่า เมื่อทดสอบการคงสภาพของน้ำพลาสมา โดยการนำน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมาจากเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้นมาวัดค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP โดยได้ค่าเริ่มต้น ค่า pH = 6.20 ค่า TDS = 63 ppm ค่า EC = 127 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่า ORP = 276 mV ปล่อยให้ในถังแช่ผักที่ระยะเวลา 10 นาที 20 นาที 30 นาที และ 40 นาที ตามลำดับ จะพบว่า ค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP เปลี่ยนแปลงในลักษณะลดลงตามลำดับ และเมื่อเวลาผ่านไป 40 นาที ทั้งค่า pH ค่า TDS ค่า EC และค่า ORP จะลดลงใกล้เคียงค่าน้ำประปาปกติคือ ค่า pH = 5.92 ค่า TDS = 57 ppm ค่า EC = 115 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่า ORP = 188 mV

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือน

การหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้นำผักคะน้ามาทำการทดสอบหาประสิทธิภาพการชำระล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยนำผักคะน้าตัวอย่าง

จากตลาดทั่วไป มาแช่ในน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมาที่ปริมาตร 20 ลิตร ซึ่งวัดค่า pH = 6.20 ค่า TDS = 63 ppm ค่า EC = 127 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่า ORP = 276 mV และทำการทดสอบเปรียบเทียบกับการแช่ผักคะน้าที่มาจากแหล่งเดียวกันในน้ำประปาที่ปริมาตร 20 เซนกัน โดยทำการทดสอบ 2 ครั้ง ครั้งแรกแช่ผักคะน้าตัวอย่างในน้ำที่ผ่านกระบวนการพลาสมาที่เวลา 5 นาที และแช่ผักคะน้าตัวอย่างอีกชุดในน้ำประปาที่เวลา 5 นาที เท่ากัน และทดสอบครั้งที่ 2 แช่ผักคะน้าในน้ำที่เวลา 10 นาที จากนั้นนำผักคะน้าตัวอย่างที่ได้ทดสอบทั้ง 2 ครั้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ บรรจุลงขวดทดลองสารละลายและทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นรินน้ำลงหลอดแก้ว และหยดน้ำยาทดสอบที่ 1 2 และ 3 ลงหลอดแก้ว และทำตามขั้นตอนของกระบวนการตรวจหาสารตกค้าง แล้วรอดูผล หากปรากฏเป็นสีส้มเข้มใกล้เคียงหลอดควบคุม แสดงว่าผลการทดสอบปลอดภัย แต่ในกรณีที่ผลทดสอบเป็นสีชมพูปนส้ม แปรผลเป็นไม่ปลอดภัย (ถูกยับยั้ง 15%) หรือถ้าผลทดสอบในหลอดแก้วเป็นสีชมพู แสดงว่า ผลไม่ปลอดภัย มีสารตกค้าง และเป็นอันตราย แสดงได้ดังภาพที่ 6



(ก) สีชมพู =
ไม่ปลดปล่อยมาก



(ข) สีชมพูปนส้มอ่อน =
ยังไม่ปลดปล่อย (ถูกยับยั้ง 15%)

แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการชำระล้าง
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผักคะน้า
โดยแช่น้ำตัวอย่าง คือ น้ำประปาและน้ำพลาสมาที่ผ่าน
เครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น เป็นเวลา 5 นาที เท่ากัน
สามารถแสดงผลตามตารางที่ 3



(ค) สีส้มเข้ม เหมือนหลอดควบคุม =
ปลดปล่อย



(ง) สีส้มเข้ม =
หลอดควบคุม

ภาพที่ 6 การอ่านผลจากหลอดทดสอบ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักคะน้า โดยการนำมาแช่น้ำตัวอย่าง ทั้ง 2 ชนิด 5 นาที

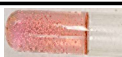
ลำดับที่	น้ำตัวอย่าง	ค่า pH	ค่า ORP (mV)	สีหลอดทดลอง	ผลการวิเคราะห์
1	แช่น้ำประปา	5.96	156		สีส้มปนชมพู ไม่ปลดปล่อย
2	แช่น้ำพลาสมา	6.20	276		สีส้มปนชมพู ไม่ปลดปล่อย

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบหาสารเคมี
ตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักคะน้า โดยการนำผักคะน้า
แช่น้ำตัวอย่าง คือ น้ำประปาและน้ำพลาสมาที่ผ่าน
เครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ผลจาก
ชุดทดสอบสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในผักผลไม้ ผลการ
ทดสอบสีในหลอดทดสอบทั้ง 2 หลอด มีสีส้มปนชมพู
และอ่านผลการวิเคราะห์ ได้ว่ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ตกค้างอยู่ในระดับเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ถูกยับยั้ง 15%)
ทั้ง 2 ตัวอย่าง

แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการชำระล้าง
สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในผักคะน้า
โดยแช่น้ำตัวอย่างคือน้ำประปาและน้ำพลาสมาที่ผ่าน
เครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น เป็นเวลา 10 นาที
เท่ากัน สามารถแสดงผลตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักคะน้า โดยการนำมาแช่ในน้ำตัวอย่าง ทั้ง 2 ชนิด 10 นาที

ลำดับที่	น้ำตัวอย่าง	ค่า pH	ค่า ORP (mV)	สีหลอดทดลอง	ผลการวิเคราะห์	
1	แช่น้ำประปา	5.96	156		สีส้มปนชมพู	ไม่ปลอดภัย
2	แช่น้ำพลาสมา	6.20	276		สีส้มเข้ม	ปลอดภัย

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบหาสารเคมีตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักคะน้า โดยการนำผักคะน้าแช่ในน้ำตัวอย่าง คือ น้ำประปาและน้ำพลาสมาที่ผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ผลจากชุดทดสอบหาสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในผัก ผลไม้ ผลการทดสอบสีในหลอดทดสอบที่ 1 แช่ในน้ำประปา หลอดมีสีส้มปนชมพู เมื่อเทียบกับหลอดควบคุมสามารถอ่านผลการวิเคราะห์ได้ว่า ยังมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ในระดับเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ถูกยับยั้ง 15%) และผลการทดสอบสีในหลอดทดสอบที่ 2 แช่ในน้ำพลาสมา หลอดมีสีส้มเข้ม เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดควบคุมสามารถอ่านผลการวิเคราะห์ได้ว่า สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัย

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการพัฒนาระบบผลิตน้ำพลาสมา โดยใช้หลักการสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูงขนาด 6 กิโลโวลต์ ที่ความถี่ 10 กิโลเฮิร์ตซ์ และทำให้เกิดการเบรกดาวนของแรงดันไฟฟ้าผ่านข้อวิเลทริก 2 ชั่วโมง โดยให้ชั่วโมงอยู่ในหลอดแก้วสุญญากาศ อีกชั่วโมงด้านรอบนอกหลอดแก้ว เมื่อเกิดการเบรกดาวนของสนามไฟฟ้าจะเกิดการไอออไนซ์ (Ionization) ทำให้ก๊าซภายในหลอดแก้วเกิดสถานะพลาสมา (Plasma Formation) การสร้างพลาสมาจากการเบรกดาวนของสนามไฟฟ้าแรงสูง เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ก๊าซกลายเป็นพลาสมาเย็น โดยใช้พลังงานจากสนามไฟฟ้าเพื่อเร่งและแตกตัวอนุภาคในก๊าซ กระบวนการนี้มีการใช้งานหลากหลาย เช่น การบำบัดพื้นผิว การฆ่าเชื้อ การใช้งาน

ทางการแพทย์ และการฆ่าเชื้อแบคทีเรียในน้ำ และเมื่อให้น้ำไหลผ่านลำแสงพลาสมาในหลอดแก้วสุญญากาศชั้นนอก ทำให้น้ำเกิดปฏิกิริยาเคมีในน้ำในลักษณะการออกซิเดชันหรือการรีดักชัน จากผลการวิจัยนี้ น้ำที่ผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น สามารถวัดค่า ORP (Oxidation Reduction Potential) สูงสุดของน้ำได้ 276 mV เมื่อผ่านกระบวนการผลิตที่ 20 นาที และเมื่อทดสอบการคงสภาพสามารถคงสภาพให้อยู่ในช่วงใช้งานได้นานถึง 40 นาที ส่งผลให้น้ำมีคุณสมบัติสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย หรือลดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับสุชาติ และคมกฤต [3] ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการสลายยาฆ่าแมลง ด้วยเทคนิคน้ำที่กระตุ้นด้วยพลาสมา เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการสลายยาฆ่าแมลง ด้วยเทคนิคน้ำที่กระตุ้นด้วยพลาสมา โดยเป็นการใช้พลาสมาอุณหภูมิต่ำชนิดพลาสมาไกลดิงอาร์ค ร่วมกับการผลิตสารละลายนาโนหรือไมโครบับเบิล พบว่าสารละลายยาฆ่าแมลงในน้ำ มีปริมาณสารละลายคลอรีไฟรฟอสที่ลดลงจาก 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือเพียง 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสลายได้ถึง 97.5 เปอร์เซ็นต์ ผลสรุปการทดลองสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสลายสารละลายคลอรีไฟรฟอส คือ อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน 12 ลิตรต่อนาที กำลังไฟฟ้า 600 วัตต์ และเวลาในการดิสชาร์จ 30 นาที สอดคล้องกับงานปริญญานิพนธ์ของ วรวิทย์ และสหภาพ [4] ได้จัดทำวิจัยเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับกำจัดเชื้อโรคและสารเคมี โดยได้ทำการทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำพลาสมา สำหรับกำจัดเชื้อโรคและสารเคมี โดยได้ทำการ

ทดลองแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ ความแม่นยำในการผลิตน้ำพลาสมา การทดลองหาค่า ORP (Oxidation Reduction Potential) การคงสภาพของพลาสมา และประสิทธิภาพในการชำระล้างสารเคมีของน้ำพลาสมา จากการทดลอง พบว่า ค่า ORP ของน้ำก่อนผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมา มีค่าเท่ากับ 80 mV และหลังผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมา เท่ากับ 125 mV

5.1.2 ผลการชำระล้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำพวกสารคลอโรไพริฟอสและคาร์เบนดาซิม กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต โดยผู้วิจัยได้เลือกผักคะน้า ซึ่งเป็นผักกินใบที่มักพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากเป็นอันดับต้น ๆ ของผักกินใบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตติยากร และ วิชาดา [5] ได้วิเคราะห์วิธีลดปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ จำนวน 8 ชนิด พบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 5 ชนิด และพบมากคือ ในผักคะน้า พบสารเคมี Prothiophos 0.14 และ Cypermethrin 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำตัวอย่างผักไม่ล้างไปผ่านกระบวนการต้มแล้ว พบการตกค้างของสารลดลงเป็น 4 ชนิด และในผักคะน้ายังพบ Prothiophos 0.10 และ Cypermethrin 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสอดคล้องกับ ปัญญาพร และคณะ [6] ได้วิจัยเกี่ยวกับชีวผลิตภัณฑ์ย่อยสลายสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในกลุ่มไพรีทรอยด์ ออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมตย่อยสลายสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในดินทางการเกษตรในรูปแบบหัวเชื้อเพิ่มปริมาณโดยมีแบคทีเรียที่มีประโยชน์ที่มีประสิทธิภาพในการสลายสารเคมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ SP-TU-C (สลายสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์) SP-TU-15-2 (ออร์กาโนฟอสเฟต) และ SP-TU 2-12Y (คาร์บาเมต) และผู้วิจัยได้นำน้ำที่ผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักในครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น โดยนำผักคะน้าแช่ในน้ำตัวอย่าง คือ น้ำประปาและน้ำพลาสมาที่ผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมาที่พัฒนาขึ้น ที่มีค่า pH = 6.20 และค่า ORP = 276 mV เป็นเวลา 5 นาที และ 10 นาที เท่ากัน เพื่อทดสอบหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง โดยใช้

ชุดทดสอบยาฆ่าแมลงในพืชผักผลไม้ MJPK กลุ่มฟอสเฟตและคาร์บาเมต พบว่า หากแช่เป็นเวลา 5 นาที ในน้ำประปาและน้ำพลาสมา ผลการวิเคราะห์พบว่า มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ในระดับยังไม่ปลอดภัย และหากแช่นานเพิ่มขึ้นเป็นเวลา 10 นาที ผลการวิเคราะห์พบว่า มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักคะน้าที่แช่ในน้ำประปายังอยู่ระดับไม่ปลอดภัย ส่วนผักที่แช่ในน้ำที่ผ่านเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักในครัวเรือนที่พัฒนาขึ้น เมื่อเทียบกับหลอดควบคุมแล้ว พบว่า อยู่ในระดับปลอดภัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

5.2.1 หลอดพลาสมาโมดูลมีความเปราะบางและแตกง่าย

5.2.2 การนำเครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับล้างผักและผลไม้ในระดับครัวเรือนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้งานจะต้องต่อใช้งานกับเต้ารับที่มีระบบกราวด์หรือสายดิน เพราะงานวิจัยนี้มีวงจรการสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูง

5.2.3 กระบวนการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผัก ผลไม้ ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแบบชุดทดสอบสำเร็จรูปโดยการเปรียบเทียบผลกับตัวควบคุม จึงไม่สามารถแยกตรวจหาชนิดของสารตกค้างแต่ละชนิดได้ ดังนั้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรทำการตรวจด้วยวิธีที่สามารถแยกชนิดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดได้ เพื่อความแม่นยำและถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] นัสพงษ์ กลิ่นจำปา และดาริวรรณ เศรษฐีธรรม. (2562). พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ตำบลป่าไผ่งาม อำเภอมะนัง จังหวัดหนองบัวลำภู. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา, 25(2), 26–34.



- [2] ปภาดา ประจง, ระจิตร์ สุวพานิช และอพัชชา จินดาประเสริฐ. (2560). การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพริกชี้ฟ้าโดยวิธี QuEChERS ร่วมกับ GC/MS. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 48(3) (พิเศษ.), 257-260.
- [3] สุขาดา พันธุ์สถิตวงศ์ และคมกฤต เล็กสกุล. (2562). พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการสลายยาฆ่าแมลงด้วยเทคนิคน้ำที่กระตุ้นด้วยพลาสมา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 26(2), 147-156.
- [4] วรวิทย์ พุ่มพวง และสหภาพ เขมนิกิจ. (2564). เครื่องผลิตน้ำพลาสมาสำหรับกำจัดเชื้อโรคและสารเคมี (ปริญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน.
- [5] รัตติยากร ศรีโคตร และวิชาดา จงมีวาสนา. (2564). วิธีลดปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 63(1), 38-50.
- [6] ปัญญาพร อติษภาส, นิชากรณ ใจดี, จุฑารัตน์ พรมสอน, ฟ้าไพลิน เกียรติชัยภา, ภาวิณี แสงวงสุข, สุวิจักขณ์ สมจินดา และวิลาวรรณ เชื้อบุญ. (2563). ชีวผลิตภัณฑ์ย่อยสลายสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มไพรีทรอยด์ออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต. *Thai Journal of Science and Technology*, 9(5), 701-710.