JiTR Journal of Innovative Technology Research
วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม
ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2561 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหลโดยใช้สนามไฟฟ้าพัลส์

สุรกานต์ ตาตัน[1] และ อรุณ โสตถิกุล[2]

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

รับเมื่อ ตุลาคม 2560 ตอบรับเมื่อ ธันวาคม 2560 เผยแพร่ออนไลน์ มีนาคม 2561

© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All Right Reserved.

บทคัดย่อ

การผลิตรากหางไหลด้วยวิธีการปลูกแบบไร้ดิน สามารถให้ปริมาณผลผลิตรากสดถึง 136.17 กรัม/ต้น มากกว่าการปลูกในดินผสม ที่ 51.33 กรัม/ต้น ช่วงระยะเวลาในการปลูก 7 เดือน และจากการตรวจหาปริมาณสารโรทีโนนที่มีอยู่ในรากด้วยเครื่อง HPLC พบว่ารากหางไหลที่ได้จากการปลูกในดินผสมมีสารโรทีโนนอยู่ 0.048 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าวิธีการปลูกแบบไร้ดิน ที่0.02 มิลลิกรัม/ลิตร และผลจากการนำสนามไฟฟ้าพัลส์มาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหล เพิ่มเติมจากวิธีการสกัดด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว และวิธีการสกัดด้วยน้ำเปล่าร่วมกับแอลกอฮอล์ 95 โดยที่ค่าของสนามไฟฟ้าเท่ากับ 4.7 กิโลโวลต์/เซนติเมตร ใช้เวลา 30 นาที พบว่าตัวอย่างรากหางไหลที่สกัดด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียวภายหลังใช้สนามไฟฟ้าพัลส์มีค่าโรทีโนนเพิ่มขึ้นเป็น 479.41 มิลลิกรัม/ลิตร จากเดิมที่ 200.96 มิลลิกรัม/ลิตร และตัวอย่างรากหางไหลที่สกัดด้วยน้ำเปล่าร่วมกับแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังใช้สนามไฟฟ้าพัลส์มีปริมาณโรทีโนนอยู่ที่ 567.350 มิลลิกรัม/ลิตร จากเดิมที่ 451.73 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างรากหางไหลที่ผ่านการสกัดเพิ่มเติมด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์จะมีปริมาณโรทีโนนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารจากรากหางไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับนำไปใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

คำหลัก : รากหางไหล สารสกัดจากรากหางไหล โรทีโนน สนามไฟฟ้าพัลส์

อีเมล์: surakan.tatun@gmail.com โทรศัพท์ 054 342553

Journal of Innovative Technology Research
Vol.2 No.1 January - June 2018 Rajamangala University of Technology Lanna

Comparative Performance Study of Extracted Rotenone from Derris Root using Pulsed Electric Field

Surakan Tatun[1] and Aroon Sottikul[2]

Agricultural Technology Research Institute, RMUT., Lampang, Thailand

Received: October 2017 Accepted: November 2017 Published online: March 2018
© 2018 Rajamangala University of Technology Lanna. All Right Reserved.

Abstract

Derris root production with hydroponic method for 7 months yielded 136.17 g. of fresh root/plant which was higher than that growing in mix soil at 51.33 g. of fresh root/plant. After examining amount of rotenone in the root with HPLC, it was found that derris root growing in mix soil contained rotenone 0.048 mg/L which was higher than that growing with hydroponic method at 0.02 mg/L. Furthermore, results of using of high voltage in a form of pulsed electric field (4.7 kV/cm) for 30 minutes, instead of using water only and water with alcohol 95%, to enhance efficiency of rotenone extraction from derris root illustrated that the sample of derris root extracted with water had higher rotenone, increased to 479.41 mg/L from 200.96 mg/L. Amount of rotenone in the sample of derris root extracted with water with alcohol 95% increased to 567.350 mg/L from 451.73 mg/L after using pulsed electric field. It was obvious that the extracted derris root from pulsed electric field contained higher rotenone. This would enhance the efficiency of derris root extraction efficiently for pest control.

Keywords: Derris Root, Derris Root Extract, Rotenone, Pulsed Electric Field

E-mail: surakan.tatun@gmail.com Tel. 054 342553

1. บทนำ

หางไหล มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Derris elliptica* Benth เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ PAPILONACEAE เป็นไม้เลื้อยเนื้อแข็งเจริญงอกงามในป่าชื้นและตามชายฝั่งแม่น้ำลำคลองทั่วไป มีศักยภาพทางด้านการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด[1] เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ ด้วงปีกแข็ง และหนอนผีเสื้อในพืชผักผลไม้ชนิดต่างๆ สำหรับส่วนของต้นหางไหลที่นำมาใช้ประโยชน์ คือ ในส่วนของราก ซึ่งรากของต้นหางไหลมีสารสำคัญในการออกฤทธิ์ คือ สารโรทีโนน (Rotenone) มีประมาณ 3-10 เปอร์เซ็นต์ โรทีโนนจัดอยู่ในกลุ่มของIsoflavonoids มีกลไกในการออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการหายใจของแมลงศัตรูพืช โดยโรทีโนนเข้าไปรบกวนการเคลื่อนย้าย Electron ในขบวนการสร้างพลังงานในไมโตคอนเดีย[2] ทำให้แมลงศัตรูพืชเกิดอาการกระวนกระวาย กล้ามเนื้อกระตุก เสียสมดุลของร่างกายและตายในที่สุด โรทีโนนเป็นสารที่เสื่อมสลายได้ไวในสภาวะปกติ ซึ่งอินทรียวัตถุในดินจะเป็นตัวดูดซับสารโรทีโนน และสลายตัวเป็นสารไม่มีพิษ[3] สำหรับความเข้มข้นของสารโรทีโนนที่ปลอดภัยสำหรับบริโภคสามารถตกค้างได้ไม่เกิน 10 ppm[4] และมาตรฐานทางยุโรปกำหนดให้มีสารโรทีโนนตกค้างอยู่บนผลผลิตได้อยู่ในช่วง 0.04-0.1 mg/kg [5]

การสกัดสารโรทีโนจากรากหางไหลนั้น ส่วนใหญ่นิยมใช้อยู่ 2 วิธี ได้แก่ การสกัดด้วยเอทานอล วิธีการนี้ไม่ยุ่งยากแต่มีต้นทุนในการสกัดสูง เนื่องจากเอทานอลที่ใช้สกัดมีราคาแพง และการนำไปใช้ต้องเจือจางด้วยน้ำ ซึ่งทำให้ปริมาณโรทีโนนมีความเข้มข้นต่ำ มีประสิทธิภาพในการศัตรูพืชบางชนิดลดลง ส่วนวิธีการสกัดด้วยน้ำเป็นอีกวิธีการที่มีต้นทุนต่ำ โดยการนำรากหางไหลมาทุบให้แตกละเอียดในปริมาณ200 - 300 กรัม ต่อน้ำ 10 - 15 ลิตร แช่ไว้ 24 ชั่วโมง จึงนำไปใช้กำจัดศัตรูพืช วิธีนี้เกษตรกรสามารถทำได้ด้วยตนเอง แต่เนื่องจากรากหางไหลมีราคาแพงและใช้เวลานานในการผลิตราก ดังนั้นควรควรหาวิธีการสกัดด้วยวิธีอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การสกัดด้วยไฟฟ้า ในรูปของสนามไฟฟ้าพัลส์ (Pulsed Electric Field) เพื่อให้สารโรทีโนนที่มีอยู่ในราก ถูกสกัดออกมาในปริมาณที่มากขึ้น การสกัดสารจากพืชด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์ เป็นเทคนิคการให้กระแสไฟฟ้าที่มีความเข้มของสนามไฟฟ้าสูง มีลักษณะเป็นจังหวะ (Pulse) แก่ตัวอย่างพืช โดยผ่านขั้วอิเล็กโทรดในช่วงเวลาสั้นๆ คือการให้สนามไฟฟ้าผ่านขั้วอิเล็กโทรดที่สัมผัสกับตัวอย่างพืช เกิดการเหนี่ยวนำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ เมื่อมีการสะสมประจุ

(ก) ต้นหางไหล

(ข) รากหางไหล

ภาพที่ 1 ต้นหางไหลและรากหางไหล

ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์จนทำให้มีค่าความเข้มสนามไฟฟ้ามากกว่าค่าความเข้มสนามไฟฟ้าวิกฤต จึงส่งผลทำให้เกิดการแตกของเยื่อหุ้มเซลล์ [6] ซึ่งจะใช้เวลาสั้นมาก และทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Electroporation หรือ Poreformation คือเยื่อหุ้มเซลล์เกิดการแตกเป็นรู ส่งผลให้เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะการเป็นเยื่อเลือกผ่านเพิ่มขึ้น มีการไหลเข้า – ออก ของสารมากขึ้น

ในการผลิตรากหางไหล ตามที่มีรายงานต้องใช้เวลาในการปลูกถึง 2 ปี จึงจะสามารถ เก็บผลผลิตเพื่อนำไปสกัดสารโรทีโนนได้โดยวิธีการปลูกนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กิ่งปักชำลงปลูกในแปลงขนาดใหญ่ ส่วนการเก็บรากต้องใช้แรงงานมากและขั้นตอนที่ยุ่งยาก อีกทั้งยังได้ปริมาณที่น้อย ดังนั้นจึงควรหาวิธีการผลิตในรูปแบบอื่นที่ให้ได้ปริมาณของรากมากขึ้น ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง เช่น วิธีการปลูกแบบไร้ดินในระบบของไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponic)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงเพื่อเพื่อศึกษาการผลิตรากหางไหลโดยวิธีการปลูกแบบไร้ดิน เพื่อให้ได้ปริมาณของรากมากกว่าวิธีการปลูกแบบทั่วไปที่มีในปัจจุบันสำหรับนำมาสกัดสารโรทีโนน โดยจะนำวิธีการผลิตรากหางไหลดังกล่าวมาใช้จริงในเชิงพาณิชย์ และจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหลโดยใช้สนามไฟฟ้าพัลส์เพื่อจะนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

2. วิธีการวิจัย

เปรียบเทียบวิธีการปลูก ระหว่างวิธีการปลูกโดยใช้ดินผสม และการปลูกแบบไร้ดิน (Hydroponic) แบ่งออกเป็น 2 วิธี โดยวิธีที่ใช้ดินจะปลูกในถุงเพาะกล้าขนาดกว้าง 8 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว สูง 16 นิ้ว ดินที่ใช้ปลูกเป็นดินผสมที่มีอัตราส่วนผสมระหว่าง ดินร่วน:อินทรียวัตถุ: ปุ๋ยคอก คือ 1:1:1 เปรียบเทียบกับการปลูกแบบไร้ดินโดยจะใช้การปลูกแบบน้ำลึก (deep flow technique) ในกระถางพลาสติกสำหรับปลูกบัวที่มีขนาด 17 นิ้ว เติมสารละลายธาตุอาหารพืชไร้ดินชนิดละลายน้ำ สูตร A และ สูตร B ทุกสัปดาห์ ในอัตราปุ๋ยอย่างละ 1 มิลลิลิตร ต่อ น้ำ 1 ลิตร และมีการเติมอากาศในระบบปลูกด้วยปั๊มลม โดยทั้งสองวิธีจะทำการปลูกทั้งหมด 12 ชุดๆ ละ 5 ต้น ปลูกในโรงเรือนตาข่ายป้องกันแมลง ซึ่งจะทำการปลูกเป็นระยะเวลา 7 เดือน หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูล น้ำหนักทั้งหมด (กรัม) น้ำหนักรากสด (กรัม) น้ำหนักรากแห้ง (กรัม) น้ำหนักลำต้นและใบ (กรัม) และปริมาณสารโรทีโนนที่มีอยู่ในรากของแต่ละวิธีการด้วยเครื่อง HPLC โดยมีภาวะของเครื่องดังนี้ Flow rate 1 ml./minute, Detector UV 280 nm. Column ODS 5 micron, 4.6 x 250 mm. with guard column of the same packing material, Mobile phase: Methanol/Phosphoric acid 70/30 mix and degas before use, Calculation

$$Y = 17438 (X) + 187783$$

Y = Peak area sample, X = rotenone concentration (ppm.) [6] นำรากหางไหลสดที่ได้จากการปลูกในดินผสมจำนวน 1 กรัม มาบดให้ระเอียด แบ่งออกเป็น 2 ชุดๆ ละ 0.5 กรัม ชุดแรกจะทำการสกัดด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว โดยการเติมน้ำ 100 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับชุดที่ 2 โดยใช้การสกัดด้วยเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำ ซึ่งจะเติมเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณน้ำ 10 มิลลิลิตร ปล่อยทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำลงไปให้ครบ 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้ง 2 ชุดการทดลอง มาผ่านการสกัดเพิ่มเติมด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์ (PEF) ที่ค่าของสนามไฟฟ้า 4.7 กิโลโวลต์/เซนติเมตร เป็นเวลา 30 นาที โดยทำการบันทึกค่าอุณหภูมิ (T), ค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS), ค่าการนำไฟฟ้า (Ec), ความเป็นกรด-เบส (pH), ค่าของแข็งที่ไม่ละลายน้ำทั้งหมด (TSS) และค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 245 นาโนเมตร ก่อนและหลังที่ผ่านการสกัด

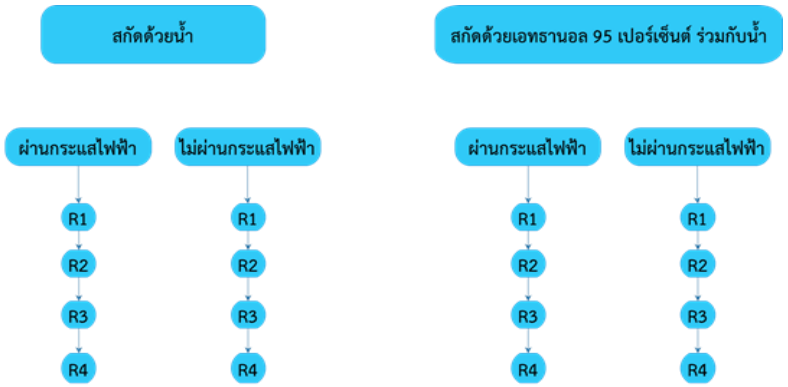
ด้วยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูง PEF หลังจากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ ไปคำนวณหาปริมาณโรทีโนนจากสมการเส้นตรงที่มีการศึกษามาแล้ว

$$y = 814.20(x) - 79.128 \quad (1)$$

โดยที่ $R^2 = 0.9893$

(x = ค่าการดูดกลืนแสง และ y = ปริมาณโรทีโนน) [7]

ภาพที่ 2 ผังการทดลองเปรียบเทียบวิธีการปลูกหางไหลเพื่อผลิตราก

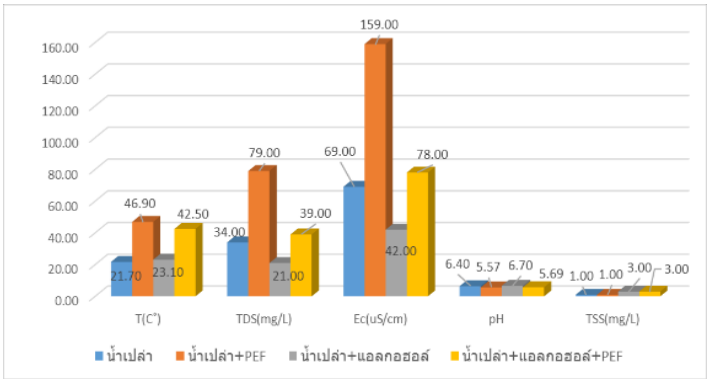


ภาพที่ 3 ผังการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหลด้วยสนามไฟฟ้าแรงดันสูง

3. ผลการวิจัย

หลังจากการเปรียบเทียบวิธีการปลูกต้นหางไหล ระหว่างวิธีการปลูกแบบไร้ดิน และวิธีการปลูกในดินผสมเพื่อผลิตราก ในช่วงระยะเวลา7 เดือน โดยได้ทำการเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ในส่วนของ น้ำหนักรวม (สด) น้ำหนักต้นและใบ (สด) น้ำหนักราก (สด) และน้ำหนักรากแห้งจากการนำไปอบแห้งด้วยเครื่องอบรมร้อน (Hot air oven) พบว่า ผลการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกๆ ค่า โดยที่วิธีการปลูกแบบไร้ดิน มีค่าของน้ำหนักรวม (สด) น้ำหนักต้นและใบ (สด) น้ำหนักราก (สด) และน้ำหนักรากแห้ง มากกว่าวิธีการปลูกในดินผสม ที่ 686.17, 550.00, 136.17 และ 34.07 กรัม/ต้น ตามลำดับ และให้อัตราส่วนน้ำหนักรากแห้งต่อน้ำหนักรากสดที่ 25.02 เปอร์เซ็นต์ โดยที่วิธีการปลูกในดินผสมให้น้ำหนักอยู่ที่ 327.33, 276.00, 51.33 และ 19.55 กรัม/ต้น ตามลำดับ และให้อัตราส่วนน้ำหนักรากแห้งต่อน้ำหนักรากสดที่ 38.08 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำตัวอย่างรากสดของแต่ละวีการปลูก ไปตรวจวิเคราะห์หาสารโรทีโนนที่มีอยู่ด้วยเครื่อง HPLC พบว่า ในรากหางไหลที่ปลูกในดินผสมมีค่าของสารโรทีโนน 0.048 มิลลิกรัม/ลิตร มากกว่าในรากที่ปลูกในรูปแบบไร้ดิน ที่ 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร จากการสังเกตยังพบว่ารากที่ได้จากการปลูกในดินผสม มีขนาดของรากที่ใหญ่กว่า และสีของรากเป็นสีน้ำตาลเข้มเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกแบบไร้ดิน ที่มีลักษณะของรากเป็นระบบรากฝอยหลังจากนำสารสกัดรากหางไหลทั้ง 2 ชุด ชุดที่ 1 ใช้น้ำเปล่า และชุดที่ 2 ใช้น้ำเปล่าร่วมกับเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มาทำการสกัดเพิ่มเติมสนามไฟฟ้าพัลส์ ที่ค่าของสนามไฟฟ้า 4.7 กิโลโวลต์/เซนติเมตร เป็นเวลา 30 นาที และได้ทำการบันทึกค่าของ ค่าอุณหภูมิ, TSD, Ec, pH, TSS และค่าการดูกลืนแสง ดัง**ภาพที่ 6** พบว่าตัวอย่างสารสกัดที่ผ่านการสกัดเพิ่มเติมด้วยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูง PEF นั้น มีค่าการวิเคราะห์ต่างๆ เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมี

ภาพที่ 5 รากหางไหลที่ได้จากการปลูกในระบบไร้ดิน

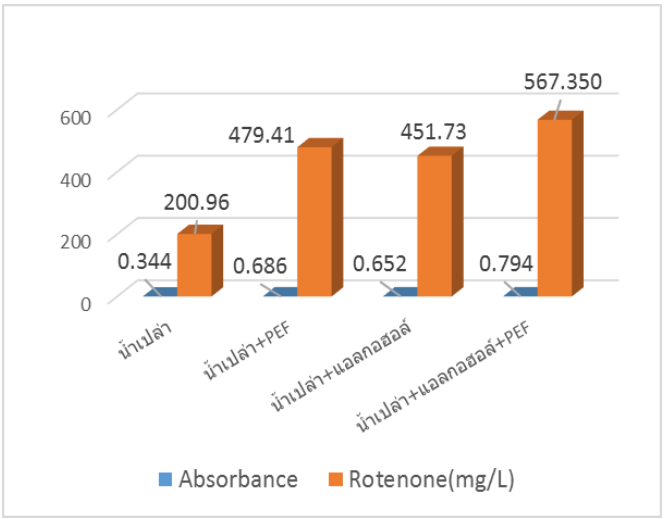


ภาพที่ 6 ค่าอุณหภูมิ ค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-เบส และค่าของแข็งที่ไม่ละลายน้ำทั้งหมดของสารสกัด ภายหลังจากการสกัด ด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์

นัยสำคัญ โดยเฉพาะค่า TSD และ EC ซึ่งตัวอย่างสารสกัดที่ใช้น้ำเปล่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 79.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 159.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร ตามลำดับ จากเดิมที่ 34.00 มิลลิกรัม/ลิตรและ 69.00 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร ตามลำดับและตัวอย่าง สารสกัดที่ใช้น้ำเปล่าร่วมกับเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น39.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 78.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร ตามลำดับจากเดิมที่ 21.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 42.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร ตามลำดับ การที่ค่า TSD และ EC เพิ่มขึ้นนั้น ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากสารบางตัวที่มีอยู่ในรากหางไหล ทั้งในรูที่เป็นสารแขวนลอยในน้ำและสารที่ละลายได้ในน้ำ หลุดหรือไหลออกมาเพิ่มเติมภายหลังจากที่เซลล์เสียหาย ตามหลักการของ Electroporation [8] และการที่ค่า TSD และ EC เพิ่มขึ้น ยังส่งผลต่อค่า pH ของสารสกัด โดยมีค่าลดลงจาก6.40-6.70 เป็น 5.57-5.69 หลังจากทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่น 245 นาโนเมตร พบว่า ตัวอย่างสารสกัดจากรากหางไหลที่สกัดด้วยน้ำเปล่า น้ำเปล่า+PEF น้ำเปล่าร่วมกับแอลกอฮอล์ และน้ำเปล่าร่วมกับแอลกอฮอล์+PEF มีค่าเท่ากับ 0.344, 0.686, 0.652 และ 0.794 ตามลำดับ และเมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปหาปริมาณโรทีโนนจากสมการเส้นตรง

$$y = 814.20(x) - 79.128$$

โดยที่ R2 = 0.9893 (x=ค่าการดูดกลืนแสง, y=ปริมาณโรทีโนน) พบว่า มีปริมาณเท่ากับ 200.96, 479.41, 451.73 และ 567.350 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยที่ทั้งค่าการดูดกลืนแสง และค่าโรทีโนนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตัวอย่างสารสกัดจากรากหางไหลที่ผ่านการสกัดเพิ่มเติมด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์ จะมีค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณโรทีโนนเพิ่มขึ้น แสดงว่าสนามไฟฟ้าพัลส์มีส่วนกระตุ้นทำให้รากหางไหลปลดปล่อยสารออกมาเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 7 ค่าการดูดกลืนแสง และค่าโรทีโนนในตัวอย่างสารสกัดรากหางไหลที่ผ่านสกัดเพิ่มเติมด้วยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูง PEF

4.สรุปผลการทดลอง

จากการเปรียบเทียบวิธีการผลิตรากหางไหลด้วยรูปแบบของปลูกนั้น พบว่า การปลูกแบบไร้ดินที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชไปพร้อมกับน้ำที่ใช้ปลูกใช้เวลาในการปลูก 7 เดือน สามารถให้ปริมาณผลผลิตรากสดถึง 136.17 กรัม/ต้น มากกว่าการปลูกในดินผสม ที่ 51.33 กรัม/ต้น แต่การปลูกในดินผสมจะให้อัตราส่วนน้ำหนักรากแห้งต่อน้ำหนักรากสดที่ 38.08 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการปลูกแบบไร้ดินที่ 25.02 เปอร์เซ็นต์ และภายหลังจากการนำตัวอย่างรากหางไหลสดของแต่ละวิธีการปลูกในปริมาณที่เท่ากันไปตรวจหาปริมาณสารโรทีโนนด้วยเครื่อง HPLC พบว่าราหางไหลที่ได้จากการปลูกในดินผสมให้ค่าของสารโรทีโนนที่ 0.048 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าวิธีการปลูกแบบไร้ดิน ที่ 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร แต่อย่างไรก็ตามการผลิตรากหางไหลด้วยวิธีการปลูกแบบไร้ดินให้ปริมาณของรากมากกว่าในจำนวนต้นและเวลาในการปลูกที่เท่ากัน อีกทั้งยังสามารถทำการเก็บเกี่ยวรากเพื่อนำมาใช้งานได้ง่ายและใช้แรงงานน้อยกว่า ดังนั้นควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในส่วนของรูปแบบวิธีการปลูกและสูตรธาตุอาหารพืชใช้ รวมไปจนถึงสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นหางไหล เพื่อจะให้ได้สารโรทีโนนมากพอในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปและผลจากการนำเทคโนโลยีของกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงในรูปของสนามไฟฟ้าพัลส์ มาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการสกัดสารโรทีโนนจากรากหางไหน เพิ่มเติมจากการสกัดด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว และน้ำเปล่าร่วมกับเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สงผลให้ให้ ค่า TSD และ EC ในตัวอย่างเพิ่มขึ้น ซึ่งตัวอย่างสารสกัดที่ใช้น้ำเปล่ามีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 79.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 159.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร จากเดิมที่ 34.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 69.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร และตัวอย่างสารสกัดที่ใช้น้ำเปล่าร่วมกับเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นเป็น 39.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 78.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร จากเดิมที่ 21.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 42.00 ไมโครซีเมนต์/เซ็นติเมตร จากการที่ค่า TSD และ EC เพิ่มขึ้นนั้น ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากสารบางตัวที่มีอยู่ในรากหางไหล ทั้งในรูที่เป็นสารแขวนลอยในน้ำ และสารที่ละลายได้ในน้ำ หลุดหรือไหลออกมาเพิ่มเติมภายหลังจากที่เซลล์เสียหายตามหลักการของElectroporation และการที่ค่า TSD และ EC เพิ่มขึ้น ยังส่งผลต่อค่า pH ของสารสกัด โดยมีค่าลดลงจาก 6.40-6.70 เป็น 5.57-5.69 การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของ ตัวอย่างสารสกัดรากหางที่ความยาวคลื่น 245 นาโนเมตร ก่อนและภายหลังจากการสกัดเพิ่มเติมด้วยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงในรูปของสนามไฟฟ้าพัลส์ พบว่าตัวอย่างสารสกัดจากรากหางไหลที่สกัดด้วยน้ำเปล่ามีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นเป็น 0.686 จึงส่งผลให้ค่าโรทีโนนเพิ่มขึ้นเป็น 479.41 มิลลิกรัม/ลิตร จากเดิมที่มีค่าการดูดกลืนแสงที่ 0.344 ปริมาณโรทีโนนเท่ากัน 200.96 มิลลิกรัม/ลิตร และสารสกัดรากหางไหนที่สกัดด้วยน้ำเปล่าร่วมกันเอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการดูดกลืนแสงภายหลังจากการสกัดเพิ่มเติมด้วยกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงเท่ากับ 0.794 และปริมาณโรทีโนนอยู่ 567.350 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นจากเดิมที่ 0.652 และ 451.73 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างสารสกัดจากรากหางไหลที่ผ่านการสกัดเพิ่มเติมด้วยสนามไฟฟ้าพัลส์จะมีค่าการดูดกลืนแสง และปริมาณโรทีโนนเพิ่มขึ้น แสดงว่าสนามไฟฟ้าพัลส์ ส่วนกระตุ้นทำให้รากหางไหลปลดปล่อยสารออกมาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากที่กระบวนการสร้างรูพรุนที่ผนังเซลล์ของรากหางไหลในระหว่างสนามไฟฟ้าพัลส์ไหลผ่านเป็นช่องทางให้สารโรทีโนนที่มีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอยไหลออกมาได้มากขึ้นกว่า 1 เท่าตัว ในตัวอย่างสารสกัดที่สกัดด้วยน้ำเปล่าเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้สนามไฟฟ้าพัลส์ ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดสารจากรากหางไหลได้

ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับแอลกอฮอล์ เป็นโอกาสที่จะพัฒนาสารสกัดจากรากหางไหลที่ไม่ต้องใช้แอลกอฮอล์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสกัดและสามารถพัฒนาเป็นสารสกัดแบบผงได้ต่อไป

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยการประยุกต์ใช้ไฟฟ้าสถิตในงานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ และศูนย์แมคคาทรอ-นิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องสร้างสนามไฟฟ้าพัลส์ ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาที่ให้ทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งในการศึกษาวิจัย ขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือในการเตรียมสารสกัดจากรากหางไหล และขอบคุณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ ที่ช่วยวิเคราะห์หาปริมาณสารโรทีโนนในตัวอย่างสารสกัดจากรากหางไหล

6.เอกสารอ้างอิง

[1] A. Sottikul. 2008. Product development from Derris root to control cabbage aphis (*Lipaphis erysimi* Kaltenbach) The Graduate School CMU. 99 pp.

[2] Matsumura, F. 1975. Toxicology of Inseeticides. Plenum New York. 598 pp.

[3] Dawson V.K., W.H. Gingerich, R. A. Davis, and P. A . Gilderhus. 1991. Rotenone persistence in freshwater ponds : effects of temperature and sediment adsorption. North American Journal of Fisheries Management 11:226 – 231.

[4] Lehman, A.J. 1950. Some toxicological reasons why certain chemicals may or may not be permised as food additives. Quarterly Bulletin of the Association of food and Drd Officials. US, 14:82

[5] WHO. 1992.. Rotenone health and safety guide (Health and safety guide no.73) World Health Organization, Geneva.

[6] Chatchawan Kantala, Veasarach Jonjaroen, Nattayaporn Suacumsang, Papol Sardyoung and Panich Intra. 2560. Development and Preliminary Test of a Laboratory-Scale Pulsed Electric Field System for Inactivating Microorganisms in Orang Juice.JITR Vol.1 No.1 Jul – Dec 17 RMUTL, 15-25 pp.

[7] Pitiyont, V. and A. Sangwanich. 1997. Extraction, Isolation and Identification of pesticidal compound from *Derris elliptica*. The second Conference of Agricultural Toxic substances division.Department of Agriculture. P. 84-92

[8] J. P. Clark, Pulsed electric field processing, Food Technology, vol. 60, no. 1, pp. 66-67, 2006.