Published Online: 23 JUL 2024

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันผสมถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าว

Total Phenolics Content and Antioxidant Activity of Sacha Inchi Oil and Rice Bran Oil Blends

วรรณวิภา สุขพอดี

อีเมล : 6352003276@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัควรรธน์ สิทธิประภาพร

อีเมล : wichian.sit@mfu.ac.th

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาทางห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Folin-Ciocalteu methode และ DPPH Assay ของน้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว อัตราส่วน 50:50 (v/v) เปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วดาวอินคาอัตราส่วน 100:0 (v/v) ทำการทดสอบและตรวจสอบตัวอย่างน้ำมันทั้ง 2 สูตร ซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง และนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50:50 (v/v) มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าและดีกว่าน้ำมันถั่วดาวอินคา 100:0 (v/v) โดยผลการศึกษาแสดงผลว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าวมีค่า Gallic acid equivalent 0.39 ± 0.01 mg/100mg และน้ำมันถั่วดาวอินคา 0.23 mg/100mg และจากผลการทดสอบวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าวแสดงค่า % inhibition เท่ากับ 78.42 ± 1.12 และน้ำมันถั่วดาวอินคา 76.59 ± 0.19 ในขณะที่ค่า EC_{50} เท่ากันที่ 0.04 ± 0.00 µg/mL

คำสำคัญ: ถั่วดาวอินคา, ฟีนอลิก, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, DPPH

Abstract

This study is a laboratory investigation aimed at measuring the total phenolic content and antioxidant activity using the Folin-Ciocalteu methode and the DPPH Assay method in Sacha Inchi oil mixed with rice bran oil in a 50:50 (v/v) ratio, compared to pure Sacha Inchi oil 100:0 (v/v). Both oil formulations were tested and analyzed three times for each sample. The average values were then calculated. The results of the study indicated that Sacha Inchi oil mixed with rice bran oil in a 50:50 (v/v) ratio had a higher total phenolic content and higher antioxidant activity compared to pure Sacha Inchi oil 100:0 (v/v). The average values were then calculated. The results showed that the Sacha Inchi oil and rice bran oil blend had a Gallic acid equivalent of 0.39 ± 0.01 mg/100mg, while pure Sacha Inchi oil had 0.23 mg/100mg. Furthermore, the antioxidant activity analysis revealed that the blend oil exhibited a percentage inhibition of 78.42 ± 1.12%, compared to 76.59 ± 0.19% for pure Sacha Inchi oil, while both had an EC_{50} value of 0.04 ± 0.00 µg/mL.

Keywords: Sacha Inchi, Phenolic, Antioxidant Activity, DPPH

บทนำ

ถั่วดาวอินคา (Sacha Inchi) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Plukenetia volubilis* จัดอยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดจากประเทศเปรู มีลักษณะของฝักที่เป็นเอกลักษณ์ คือ มี 4-6 แฉก ฝักอ่อนมีสีเขียว และเมื่อฝักแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม เป็นไม้ยืนต้นที่สามารถให้ผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี และมีอายุยาวนาน โดยประมาณ 15-50 ปี ต่อการปลูก 1 ครั้ง จึงถือได้ว่า ต้นถั่วดาวอินคานี้เป็นพืชเศรษฐกิจที่ให้ผลผลิตมูลค่าสูง เมื่อเปรียบเทียบต่อไร่กับพืชชนิดอื่น อีกทั้งยังดูแลรักษาง่าย ใช้ต้นทุนต่ำ (อุสิธารา จันตาเวียง, 2563) การแปรรูปและใช้ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของต้นถั่วดาวอินคา สามารถทำได้หลากหลายส่วน และยังมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ เช่น ส่วนใบนำไปทำให้แห้ง ชงกับน้ำร้อนเป็นชา ส่วนของเมล็ด สามารถทำให้สุกได้ด้วยการคั่วหรืออบรับประทานเป็นอาหาร อีกทั้งการสกัดเมล็ดเป็นน้ำมันถั่วดาวอินคาทำให้ได้สรรพคุณ ช่วยลดคอลเลสเตอรอล ช่วยป้องกันการเกิดโรคที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด อย่างเช่นโรคความดันโลหิตสูง (Garmendia et al., 2011) เนื่องจากถั่วดาวอินคามีองค์ประกอบที่นับเป็นแหล่งน้ำมันคุณภาพดีจาก

กรดไขมันประเภท โอเมก้า 3, 6 และ 9 มีสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เช่น ไฟโตสเตอรอล (Phytosterols) วิตามินอี (Tocopherols) สารแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และสารประกอบฟีโนลิก (Phenolic Compounds) ซึ่งสารเหล่านี้จะมีส่วนช่วยป้องกันการเสื่อมของเซลล์ในร่างกายมนุษย์ โดยจะเข้าไปทำการกำจัดอนุมูลอิสระภายในร่างกาย และยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากสารโมเลกุลขนาดใหญ่ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และกรดนิวคลีอิก ที่เป็นสาเหตุหลักทำให้ร่างกายเกิดโรคต่าง ๆ ดังนั้นแล้ว ร่างกายต้องมีการกำจัดอนุมูลอิสระส่วนเกินที่มีมากเกินไป เพื่อเป็นการปรับสมดุล (Butkhup, 2012) ซึ่งหนึ่งในสารต้านอนุมูลอิสระอย่างสารประกอบฟีนอลิกจะพบได้ง่ายพืชธรรมชาติ เช่น เมล็ด (ข้าว ถั่ว และงา) ผล (ส้ม และองุ่น) ใบ (ใบชา และเครื่องเทศ) ดอก (กล้วยไม้) และส่วนอื่น ๆ เกือบทุกส่วนของพืช (Phuseerit et al., 2020)

ปัจจุบันมนุษย์ให้ความสำคัญต่อดูแลสุขภาพมากขึ้น มีความใส่ใจในการเลือกบริโภคอาหารเน้นคุณค่าทางโภชนาการเป็นส่วนใหญ่ โดยในกลุ่มของคนรักสุขภาพจะนิยมเลือกบริโภคผัก ผลไม้ พืชสมุนไพร และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติมากขึ้น เนื่องจากเป็นแหล่งสำคัญของสารพฤกษเคมีและสารต้านอนุมูลอิสระที่ให้คุณประโยชน์และฤทธิ์ทางชีวภาพ ช่วยบำรุงร่างกาย และป้องกันโรค อีกทั้งถูกใช้มาอย่างยาวนาน ทำให้คนส่วนมากมีความเชื่อและเข้าใจในผลิตภัณฑ์ที่มาจากธรรมชาติเปรียบเทียบกับยาทั่วไปแล้ว อาจมีความปลอดภัยที่มากกว่า และโอกาสในการเกิดอาการแพ้ระคายเคืองหรือผลกระทบด้านลบน้อยกว่า (Phuseerit et al., 2020) แม้ว่าผลิตผลิตภัณฑ์จากธรรมชาตินั้นจะมีคุณสมบัติดังที่ได้กล่าวในข้างต้น แต่ด้วยข้อจำกัดและความแตกต่างของพืชบางชนิดนั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีกลิ่นและรสชาติที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น น้ำมันที่มาจากการสกัดถั่วดาวอินคาอาจไม่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจนำน้ำมันถั่วดาวอินคามาผสมกับน้ำมันรำข้าว (Rice Bran Oil) ซึ่งถือเป็นน้ำมันจากพืชหนึ่งชนิดที่ได้รับความนิยมบริโภคมาอย่างยาวนาน มีความคงตัวสูง อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะแหล่งที่มาจากสารประกอบฟีนอลิก ที่นำมาประกอบเป็นอาหาร หรือบริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมได้ จากการศึกษาวิจัยอื่น ๆ พบว่าน้ำมันรำข้าวมีสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดที่ 3.21 mg GAE/g (Phaungseang & Ratanakon, 2020) ในขณะที่น้ำมันถั่วดาวอินคามีสารประกอบฟีนอลิกปริมาณสูงที่สุดระหว่าง 6.46 ถึง 8.00 mg GAE/g (Chirinos et al., 2013) ซึ่งหากนำมาผสมกันแล้วคาดว่า น้ำมันผสมที่ได้จะทำให้ได้น้ำมันที่มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่สูงขึ้น เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาอาหารเสริมหรือใช้ในทางการแพทย์ และเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้ถั่วดาวอินคาและข้าว ซึ่งหลักการเลือกน้ำมันที่จะนำมาผสมใช้ปัจจัย ดังต่อไปนี้ (1) น้ำมันถั่วดาวอินคามีปริมาณฟีนอลิกสูง (2) น้ำมันรำข้าวมีปริมาณฟีนอลิกสูงและได้รับความนิยมในการบริโภค (3) สามารถเพิ่มประโยชน์และเพิ่มโอกาสในการเลือกบริโภคน้ำมัน

ถั่วดาวอินคาที่มากขึ้น จากการทบทวนวรรณกรรม ไม่พบการศึกษาที่เจาะจงเกี่ยวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันผสมที่ได้จากน้ำมันถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าว ในขั้นตอนการเตรียมสารสกัดหรือตัวอย่างน้ำมันและการผสมน้ำมัน อาจมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลให้ปริมาณสารสำคัญที่ได้แตกต่างกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันผสมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าวในอัตราส่วน 50 : 50 (v/v) เปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสินค้าอาหารเสริม ยา หรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพให้กับผู้ประกอบการ หรือใช้ในงานวิจัยในอนาคตได้

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ รูปแบบการศึกษา เป็นการศึกษาเชิงห้องปฏิบัติการ (Laboratory Study) โดยทำการนำตัวอย่างที่ต้องการศึกษา 2 สูตร ปริมาณสูตรละ 100 มิลลิลิตร ดังนี้ สูตร 1 น้ำมันผสมถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าว [SIO : RBO] 50 : 50 (v/v) และสูตร 2 น้ำมันถั่วดาวอินคา [SIO] 100 : 0 (v/v) โดยทำการตรวจทางห้องปฏิบัติการสูตรละ 3 ครั้ง แล้วนำผลการหาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และเปรียบเทียบของแต่ละสูตรเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการศึกษาของปริมาณสารฟีนอลิกจะทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง(R=3) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive analysis) ได้แก่ จำนวน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างน้ำมันทั้ง 2 ชนิด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระใช้สถิติเป็น Independent t test หรือ Mann-Whitney U test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05

ผลวิจัย

จากการศึกษาวิเคราะห์และหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu procedure น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50 : 50 (v/v) แสดงปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวม มากกว่าน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) โดยจากผลการทดสอบพบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50 : 50 (v/v) มีค่า Gallic acid equivalent 0.39 ± 0.01 mg/100mg และน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) มีค่า Gallic acid equivalent น้อยกว่า 0.23 mg/100mg

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จากปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu procedure (ค่าเฉลี่ย ± SD, n = 3)

ตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (mg GAE/100mg extract)
น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50:50 (v/v)	Gallic acid equivalent 0.39 ± 0.01 mg/100mg (n = 3, %RSD = 2.88)
น้ำมันถั่วดาวอินคา 100:0 (v/v)	Gallic acid equivalent มีปริมาณน้อยกว่า 0.23 mg/100mg

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, n = 3

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้วิธี DPPH (2,2 diphenyl-1-picryhydrazyl) พบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50 : 50 (v/v) แสดงถึงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่มากกว่าน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) โดยจากผลการทดสอบพบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50 : 50 (v/v) มี % inhibition เท่ากับ 78.42 ± 1.12 และน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) มีค่า % inhibition เท่ากับ 76.59 ± 0.19 ในขณะที่ค่า EC_{50} ของตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด แสดงค่าที่เท่ากัน ได้แก่ 0.04 ± 0.00 µg/mL

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (% inhibition)

ตัวอย่าง	% inhibition (ความเข้มข้น 1/8 เท่าของตัวอย่าง)
น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50 : 50 (v/v)	78.42 ± 1.12 (n = 3, %RSD = 1.43)
น้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v)	76.59 ± 0.19 (n = 3, %RSD = 0.24)

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, n = 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (EC_{50})

ตัวอย่าง	EC_{50} (µg/mL)
น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว	0.04 ± 0.00
50 : 50 (v/v)	(n = 3, %RSD = 0.31)
น้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v)	0.04 ± 0.00
	(n = 3, %RSD = 0.48)

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SD, n = 3

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50:50 (v/v) เปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วดาวอินคา 100:0 (v/v) พบว่าในน้ำมันผสมสูตร 1 น้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว 50:50 (v/v) แสดงค่าและปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าน้ำมันชนิดเดี่ยว สูตร 2 อย่างน้ำมันถั่วดาวอินคา 100:0 (v/v) (Gallic acid equivalent 0.39 ± 0.01 mg/100mg และ น้อยกว่า 0.23 mg/100mg) รวมถึงผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าแสดงค่ามากกว่า (% inhibition เท่ากับ 78.42 ± 1.12 และ 76.59 ± 0.19) ซึ่งสอดคล้องไปกับปริมาณสารฟีนอกลิก ในขณะที่ค่า EC_{50} ของตัวอย่างน้ำมันทั้งสองสูตร แสดงค่าเท่ากันที่ 0.04 ± 0.00 µg/mL

จากการศึกษาและทำการวิเคราะห์ ผลที่ได้แสดงว่า การผสมของน้ำมันถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าวในอัตราส่วน 50 : 50 (v/v) เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยคาดว่าตัวอย่างน้ำมันผสมจะมีแสดงปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมมากกว่าน้ำมันถั่วดาวอินคา 100 : 0 (v/v) ในขณะที่สมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระพบว่า มีค่ามากขึ้น และมีความสอดคล้องกับผลของปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก โดยฤทธิ์ในการต้านอนมูลอิสระด้วยวิธี DPPH แสดงค่า % inhibition แต่ผลค่า EC_{50} ที่เท่ากันทำให้ไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยกระบวนการการวิเคราะห์ผลที่อาจส่งผลให้ปริมาณของสารสำคัญลดน้อยลง ทำให้แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพที่ไม่เท่ากัน

จากงานวิจัยของ Penprapai et al. (2017) ทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับน้ำมันผสม สรุปผลได้ว่า องค์ประกอบภายในของกรดไขมันเป็นปัจจัยที่สำคัญและส่งผลไปถึงคุณภาพทางโภชนาการ ความคงตัว และการต้านอนุมูลอิสระ อีกทั้งผลสรุปจากงานวิจัย นภัทร ครองวานิชยกล (2563) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณโอเมก้าของน้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าวในสัดส่วน 20 : 80 ทำการเปรียบเทียบกับน้ำมันถั่วดาวอินคาในอัตราส่วน 100 : 0

และผลสรุปแสดงได้ว่าน้ำมันที่ผสมจากน้ำมันถั่วดาวอินคา มีปริมาณของกรดไขมัน ประเภทโอเมก้า 9 มากขึ้น และส่งผลให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากขึ้นด้วย

การวิจัยโดย Phaungseang และ Ratanakon (2020) พบว่า ในน้ำมันรำข้าวอุดมด้วยสารประกอบฟีนอลิก ปริมาณสูงสุดอยู่ที่ 3.21 mg GAE/g ส่วนน้ำมันถั่วดาวอินคา มีสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดอยู่ระหว่าง 6.46 ถึง 8.00 mg GAE/g (Chirinos et al., 2013) เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์จากตัวอย่างน้ำมันถั่วดาวอินคาในงานวิจัยนี้ สรุปได้ว่า น้ำมันถั่วดาวอินคา อัตราส่วน 100 : 0 (v/v) มีปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกรวมอยู่ที่ 2.30 mg GAE/g ซึ่งต่ำกว่าค่าที่รายงานในงานวิจัยที่ได้อ้างอิงก่อนหน้านี้ ทั้งนี้คาดว่าเป็นผลที่จากความแตกต่างในกระบวนการเตรียมและแหล่งที่มาของน้ำมันตัวอย่าง

จากผลการวิจัยข้างต้นนี้ น้ำมันผสมถือเป็นการพัฒนาที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของน้ำมันให้ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำมันชนิดเดียว โดยน้ำมันที่ปริมาณ 1,000 มิลลิตร ราคา 650 บาท ในขณะที่น้ำมันรำข้าว ราคา 500 บาท

ข้อเสนอแนะ ควรทำการทดสอบและวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ABTS assay, NBT assay, FRAP assay เพื่อเป็นการประเมินคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันถั่วดาวอินคาในวิธีวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน อาจพิจารณาปรับอัตราส่วนโดยเพิ่มและลดปริมาณน้ำมันถั่วดาวอินคา เป็นน้ำมันถั่วดาวอินคาผสมน้ำมันรำข้าว ในอัตราส่วน 80:20 (v/v), และ 20:80 (v/v) ควรนำวัตถุดิบจากน้ำมันอย่างเมล็ดถั่วดาวอินคา และรำข้าว มาทำการสกัดเป็นสารสกัดตั้งต้นสำหรับงานวิจัย ซึ่งควรคัดเลือกคุณภาพและมาตรฐานของวัตถุดิบจากแหล่งเพาะปลูกที่มีการควบคุม เพื่อให้ปริมาณของสารสำคัญในตัวอย่างน้ำมันคงไว้ และสามารถแสดงฤทธิ์ในทางชีวภาพได้มากที่สุด และอาจพิจารณาปรับเปลี่ยนชนิดของสารทำละลาย เช่น เอทานอล เพื่อสกัดสารสำคัญจากถั่วดาวอินคา

รายการอ้างอิง

ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์. (2561). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา* (วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นภัทร ครองวานิชยกุล. (2563). *การศึกษาปริมาณโอเมก้าในน้ำมันผสมถั่วดาวอินคาและน้ำมันรำข้าว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

ปวิชญา โภชฌงค์. (2563). *การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและพฤติกรรมการตกผลึกของน้ำมันรำข้าวผสมรำข้าวสเตียรินสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์สเปรด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ปัทมา ฤชาฤทธิ์. (2554). *การเปรียบเทียบการทำงานของเอนไซม์ไลเพสจากรำข้าวดิบและรำข้าวที่สกัดน้ำมันออกแล้ว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรพร วงศ์ตะนา. (2556). *การสกัดสารสีจากพืชบางชนิด และการหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อพัฒนาเป็นสีผสมอาหารธรรมชาติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภาศิริ ม่วงศิริกุล. (2562). *การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลรวมของสารสกัดอินทผลัม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

มูลนิธิหัวใจแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (ม.ป.ป.). *ถั่วดาวอินคา ถั่วรักษ์หัวใจและสุขภาพ.* สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2565, จาก https://www.thaiheartfound.org/Article/Detail/140200

วลัยพร สินสวัสดิ์, วรรณา ศรีเพ็ชราพร, ประนอม สุขเกื้อ, ชื่นสุมณ ยิ้มถิน, อรุณี ชัยศรี และสิริยากร คล้ายสอน. (2564). *การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบหนานเฉาเหว่ยและใบมะม่วงหาวมะนาวโห่* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ศรินทร์ ทองธรรมชาติ, สุชนา วานิช และนงลักษณ์ ศรีแก้ว. (2557). *การศึกษาปริมาณฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดใบย่านาง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ศิรินภา เชี่ยงหลิว. (2562). *ถั่วดาวอินคา.* https://thaicam.go.th/wpcontent/uploads/2019/12/%E0%B8%96%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B8%B2.pdf

สมเกียรติ สุขุมพันธ์. (2562). การส่งเสริมศักยภาพการผลิตและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วดาวอินคาเพื่อประโยชน์เชิงพาณิชย์. *วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 1*(13), 37-52.

อธิป สกุลเผือก. (2559). *อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ.* https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=204

อุสิธารา จันตาเวียง. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่จากถั่วดาวอินคา. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีนวัตกรรม, 4*(2), 70-79.

Bondioli, P., Bella, L. D., & Rettke, P. (2006). Alpha linolenic acid rich oils. Composition of Plukenetia volubilis (Sacha Inchi) oil from Peru. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, *83*(3), 120.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, *28*(1), 25-30.

Butkhup, L. (2012). Dietary polyphenols and their biological effects. *Journal of Science and Technology, Mahasarakham University*, *31*(4), 443-445.

Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi, R., Mignolet, E., Larondelle, Y., & Campos, D. (2013). Sacha inchi (Plukenetia volubilis): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, *141*(3), 1732-1739.

Choudhary, M., & Grover, K. (2013). Evaluation of fatty acid composition and oxidative stability of blended rice bran and olive oil. *Asian Journal of Dairying & Foods Research*, *32*(4), 290-297.

Choudhary, M., Grover, K., & Kaur, G. (2015). Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food Chemistry*, *173*, 770-777.

Christen, W. G., Liu, S., Schaumberg, D. A., & Buring, J. E. (2005). Fruit and vegetable intake and the risk of cataract in women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(6), 1417-1422.

Fang, Y. Z., Yang, S., & Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, *18*(10), 872-879.

Garcia-Salas, P., Morales-Soto, A., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2010). Phenolic-compound-extraction systems for fruit and vegetable samples. *Molecules*, *15*(12), 8813-8826.

Garmendia, F., Pando, R., & Ronceros, G. (2011). Effect of sacha inchi oil (Plukenetia volúbilis L) on the lipid profile of patients with Hyperlipoproteinemia. *Revista Peruana De Medicina Experimental Y Salud Publica*, *28*(4), 628-632.

Genkinger, J. M., Platz, E. A., Hoffman, S. C., Comstock, G. W., & Helzlsouer, K. J. (2004). Fruit, vegetable, and antioxidant intake and all-cause, cancer, and cardiovascular disease mortality in a community-dwelling population in Washington County, Maryland. *American Journal of Epidemiology*, *160*(12), 1223-1233.

Hanssen, H. P., & Schmitz-Hübsch, M. (2011). Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) nut oil and its therapeutic and nutritional uses. In *Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 991-994). Academic Press.

Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., & Van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, *85*(2), 231-237.

Naczk, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, *1054*(1-2), 95-111.

Nithya, P., & Madhavi, C. (2017). Antioxidant activity of 3-arylidene-4-piperidones in the 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl scavenging assay. *Journal of Taibah University for Science*, *11*(1), 40-45.

Penprapai, P., Suprit, S., Srichan, P., Sanghirun, S., Sai-iad, J., Ruangsang, W., . . . Thongprasart, N. (2017). Comparative study chemical properties of blended oil containing coconut oil and sacha inchi oil or peanut oil by cold extraction. *Journal of Applied Science and Emerging Technology*, *16*(Special), 40-47.

Phaungseang, A., & Ratanakon, S. (2020). *extraction of rice bran bioactive compounds using hydrothermal treatment with ultrasonic-assisted extraction to protect sh-sy5y cell line from oxidative stress* (Doctoral dissertation). Srinakharinwirot University.

Phuseerit, O., Chumroenphat, T., Kumarsit, N., Radasai, R., & Sangboudong, S. (2020). Phenolic compounds and antioxidant activities of selected Thai herb extracts. *Journal of Roi Et Rajabhat University: Science and Technology, 1*(1), 44-51.

Thai Global Logistics. (2559). *ถั่วดาวอินคา สรรพคุณ และการปลูกถั่วดาวอินคา*. https://www.tgl-log.com/ถั่วดาวอินคา-สรรพคุณ/

U.S. Department of Agriculture (USDA). (2021). *Sacha inchi seeds.* https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1902566/nutrients

Vicente, J., de Carvalho, M. G., & Garcia-Rojas, E. E. (2015). Fatty acids profile of sacha inchi oil and blends by 1H NMR and GC–FID. *Food Chemistry*, *181*, 215-221.

Wang, S., Zhu, F., & Kakuda, Y. (2018). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry*, *265*, 316-328.

Wannamethee, S. G., Lowe, G. D., Rumley, A., Bruckdorfer, K. R., & Whincup, P. H. (2006). Associations of vitamin C status, fruit and vegetable intakes, and markers of inflammation and hemostasis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *83*(3), 567-574.

World Health Organization (WHO). (2008). *Interim summary of conclusions & dietary recommendations on total fat & fatty acids: The joint FAO/WHO expert consultation on fats & fatty acids in human nutrition* (pp. 1-14). WHO, Geneva.