

การเปรียบเทียบการสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยตัวทำละลาย กับการใช้เครื่องอัดบีบ

A comparison of avocado oil extraction between solvent extraction and oil screw press

อาจารย์ ดร.วรรัตน์ ขยันการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาโรจน์ ปัญญามงคล นางสาวจินตนา จันทฤทธิ์
นางสาวมณฑิรา วิชิตพรชัย และนางสาวมาลินี ปัญญาโชควิมล

Dr.Worarat Khayankan Assistant Professor Sarote Panyamongkol Miss Jintana Juntarit

Miss Montira Wichitpornchai and Miss Malinee Panyachokwimon

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 57100

Program in Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology Chiang Rai Rajabhat University 57100

Corresponding author E-mail: Tukta906@yahoo.com, sarote.panya@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย เฮกเซน เอทานอล และเครื่องอัดบีบ จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี การสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และเอทานอลใช้ผงอะโวคาโดพันธุ์แฮส (Hass) ต่อตัวทำละลายอัตราส่วน 1 : 2 โดยน้ำหนัก พบว่าปริมาณน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนสูงกว่าการสกัดด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ 62.15 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง คุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าสีน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเฮกเซนมีสีเขียวมะกอกเข้มกว่าวิธีอื่น และค่าสี $L^* a^* b^*$ ค่าความหนืด และค่าความหนาแน่นมีค่าสูงกว่าที่สกัดด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 43.55 ± 1.45 -83.57 ± 1.09 70.01 ± 1.89 38.71 ± 1.07 mPa.s และ 0.910 ± 1.39 g/cm³ ตามลำดับ คุณภาพทางด้านเคมี คือ กรดไขมันปาล์มมีติกแอซิด ปาล์มมิโตเลอิกแอซิด สเตียริกแอซิด โอลิอิกแอซิด ออกตาดีซีนีดีโออิกแอซิด ลิโนเลนิกแอซิด และสารต้านอนุมูลอิสระ ในน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเฮกเซนมีค่าสูงกว่าที่สกัดด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เท่ากับ 24.18 ± 2.00 7.42 ± 1.50 0.89 ± 1.99 59.13 ± 1.00 11.79 ± 1.65 0.81 ± 1.88 เปอร์เซ็นต์ และ 83.75 ± 1.96 mg/kg ไขมัน ตามลำดับ ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่าความเป็นกรด ในน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเครื่องบีบอัดมีค่าสูงกว่าที่สกัดด้วยวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ 10.28 ± 1.52 meq kg⁻¹ oil และ 1.77 ± 2.11 mg KOH/g oil ตามลำดับ

คำสำคัญ : อะโวคาโด / น้ำมันอะโวคาโด / เฮกเซน / เอทานอล / เครื่องอัดบีบ

Abstract

The purpose of this research was to compare the amount of avocado oil obtained between solvent extraction (hexane and ethanol) and an oil screw press. Then we analyzed the physical and chemical quality. The solvent extraction with hexane and ethanol used Hass avocado powder with a solvent ratio of 1 : 2 by weight. It was found that the avocado oil content obtained from hexane solvent extraction was significantly higher than the other methods ($p \leq 0.05$) at 62.15 percent dry weight. Physical quality was founded on the fact that

the avocado oil color extracted with hexane had a darker olive green color than other methods; the color value $L^* a^* b^*$, viscosity, and density values were significantly higher than those of the other methods ($p \leq 0.05$): 24.18 ± 2.00 , 7.42 ± 1.50 , 0.89 ± 1.99 , 59.13 ± 1.00 , 11.79 ± 1.65 , 0.81 ± 1.88 percentage, and 83.75 ± 1.96 mg/kg fat, respectively. The chemical quality of palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, octadecenedioic acid, linolenic acid, and antioxidants in avocado oil extracted with hexane were significantly higher than the other methods ($p \leq 0.05$). were founded at 24.18 ± 2.00 , 7.42 ± 1.50 , 0.89 ± 1.99 , 59.13 ± 1.00 , 11.79 ± 1.65 , 0.81 ± 1.88 percentage, and 83.75 ± 1.96 mg/kg fat, respectively. Peroxide value and acid value in avocado oil extracted by oil screw press were significantly higher than the other methods ($p \leq 0.05$): 10.28 ± 1.52 meq kg⁻¹ oil and 1.77 ± 2.11 mg KOH/g oil, respectively.

Keyword : Avocado / Avocado oil / Hexane / Ethanol / Oil screw press

ความสำคัญของปัญหา

พื้นที่เพาะปลูกอะโวคาโดในประเทศไทยมีมากกว่า 17,541.94 ไร่ (AGRINEWSTHAI, 2023) จังหวัดที่ปลูกมาก คือ เชียงใหม่ เชียงราย ตาก เพชรบูรณ์ ราชบุรี แม่ฮ่องสอน พิษณุโลก นครราชสีมา อุทัยธานี น่าน จันทบุรี และเลย มีผลผลิตมากกว่า 4,630 ตันต่อปี มีหลากหลายสายพันธุ์เช่น พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์แฮสส์ (Hass) พันธุ์ปีเตอร์สัน (Peterson) พันธุ์บัคคาเนีย (Buccaneer) พันธุ์บูท 7 (Booth-7) พันธุ์บูท 8 (Booth-8) พันธุ์ฮอลล์ (Hall) และพันธุ์ 034 (เวียดนาม) พันธุ์แฮสส์ได้ชื่อว่าเป็นราชาแห่งอะโวคาโด (King of avocado) เพราะมีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม มัน ห้าง ไม่อม่น้ำ รสชาติไม่ขม อร่อยที่สุดกว่าทุกสายพันธุ์ มีไขมันสูงถึง 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในขณะที่พันธุ์บัคคาเนียร์ มีไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พันธุ์บูท 7 มีไขมัน 7 - 14 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พันธุ์บูท 8 มีไขมัน 6 - 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก พันธุ์ฮอลล์ มีไขมัน 10 - 16 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) งานวิจัยนี้ จึงคัดเลือกอะโวคาโดพันธุ์แฮสส์มาสกัดน้ำมันเพราะมีไขมันสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ และอะโวคาโดแฮสส์เป็นพันธุ์อะโวคาโดเชิงพาณิชย์ที่พบมากที่สุดในโลก มีสารอาหารที่จำเป็นและสารพฤกษเคมีที่สำคัญหลายชนิด (Mark L. Dreher and Adrienne J. Davenport, 2013)

การจัดชั้นคุณภาพของผลอะโวคาโดแบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ ชั้นพิเศษ (Extra Class) ผลอะโวคาโดต้องมีรูปร่าง คุณภาพ สี คุณสมบัติ ตรงตามพันธุ์และตรงตามความต้องการของตลาด การเก็บรักษาและสะดวกในการขนส่ง มีความทนทานสูงสุด 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รหัสขนาด 2 4 6 และ 8 ชั้นหนึ่ง (Class I) ผลอะโวคาโดต้องมีรูปร่าง คุณภาพ สี คุณสมบัติ ตรงตามพันธุ์และตรงตามความต้องการของตลาด การเก็บรักษาและสะดวกในการขนส่ง มีข้อบกพร่องของผิวจากการถูกทำลายพื้นที่ผิวไม่เกิน 4 เซนติเมตร มีความทนทานสูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รหัสขนาด 10, 12, 14 ชั้นสอง (Class II) ผลอะโวคาโดต้องมีรูปร่าง คุณภาพ สี คุณสมบัติ ตรงตามพันธุ์และตรงตามความต้องการของตลาด การเก็บรักษาและสะดวกในการขนส่ง มีข้อบกพร่องของผิวจากการถูกทำลายพื้นที่ผิวไม่เกิน 6 เซนติเมตร มีความทนทานสูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก รหัสขนาด 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30 และ S2 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2023) ซึ่งในแต่ละปีจะมีอะโวคาโดพันธุ์แฮสส์ที่ไม่อยู่ในชั้นคุณภาพ (ตกเกรด) จำนวนมาก ไม่สามารถจำหน่ายได้หรืออาจจะจำหน่ายได้ในราคาที่ถูกมาก บางครั้งจะพบถูกทิ้งจนเน่าเสีย ถือว่าเป็นการสูญเสียทางเศรษฐกิจและสร้างมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการแก้ปัญหา โดยการนำผลผลิตอะโวคาโดเหล่านี้มาสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างสูงสุด คือการนำมาสกัดน้ำมันซึ่งน้ำมันอะโวคาโดนี้ จัดว่าเป็นซูเปอร์ฟู้ด (Super Foods) เพราะอุดมไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวที่มีคุณค่าต่อร่างกายสูง ลดการสะสมไขมันอุดตันในเส้นเลือดได้ ทั้งสามารถช่วยลดทั้งปริมาณคอเลสเตอรอลใน

ร่างกาย รวมไปถึงลดไขมันเลว (LDL) ไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มไขมันดี (HDL) ให้กับร่างกาย ทำให้น้ำมันอะโวคาโด เป็นที่ต้องการของตลาด มีราคาสูงเมื่อเทียบกับน้ำมันจากพืชทั่วไป สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ทั้ง ในทางอาหารและยา สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัฐิวิธรรม ฉิมสุข (2562) กล่าวว่าเนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกอะโวคาโด ประสบปัญหาผลผลิตส่วนใหญ่ไม่สามารถขายได้ราคา ถูกปล่อยทิ้งให้เน่าเสียไปอย่างสูญเปล่า ทั้งที่เป็นต้นทุนของ เกษตรกร ประโยชน์ของอะโวคาโด พบว่ามีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยปกป้องเซลล์ต่างๆภายในร่างกายไม่ให้ถูก ทำลาย อะโวคาโดมีน้ำมันที่อุดมไปด้วยวิตามินอี มีไขมันชนิดดี เป็นตัวนำพาวิตามินต่างๆในพืชผักผลไม้ให้ดูดซึม เข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว และถ้านำมาใช้ภายนอก สามารถใช้บำรุงผิวพรรณและเส้นผมได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญ น้ำมันอะโวคาโดมีการซื้อขายในราคาสูงถึงลิตรละ 8,300 บาท กรรมวิธีการสกัดน้ำมันอะโวคาโดเริ่มจากเลือก อะโวคาโดผลที่ไม่สุกมาก นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นอบลดความชื้น หากเป็นเครื่องอบระบบถาดหมุน จะใช้ อุณหภูมิ 50-60°C นาน 5 ชม. จากอะโวคาโดสด 10 กก. เหลือน้ำหนักแห้ง 1 กก. เมื่อนำมาเข้าเครื่องสกัดเย็น จะได้น้ำมันอะโวคาโดสีเขียวมรกต 1 ลิตร

การสกัดน้ำมันจากอะโวคาโดมีหลายวิธี เช่น การสกัดเย็น (Cold Pressed Method) การใช้อัลตรา ซาวด์ (Ultrasound-Assisted Aqueous Extraction Method, UAEE) การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ยิ่งยวด (Supercritical CO₂ Method) การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์กึ่งวิกฤติ (CO₂Subcritical Method) การสกัด ด้วยเอนไซม์ (Enzymatic Extraction) การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Solvent Extraction) ตัวทำละลายที่ใช้สกัด น้ำมันอะโวคาโด คือ เฮกเซน (Hexane) เอทานอล (Ethanol) และปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) ซึ่ง คุณภาพและปริมาณน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ความแก่อ่อน (Maturity) ของผล อะโวคาโด วิธีการสกัด เป็นต้น (Marcos Flores et al., 2019) ปิยวรรณ สิมะไพศาล และคณะ (2544) ได้ทำ การสกัดน้ำมันอะโวคาโดเพื่อใช้ในครีมบำรุงผิว พบว่ากระบวนการสกัดที่เหมาะสมและให้เปอร์เซ็นต์ Yield สูงที่สุด (77.63 เปอร์เซ็นต์) คือนำอะโวคาโดผสมกับสารละลายเอทานอล 10 เปอร์เซ็นต์ ในอัตราส่วน 1:2 ดังนั้น งานวิจัย นี้จึงเลือกวิธีการสกัดน้ำมันอะโวคาโดที่จะได้ปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสม สามารถทำได้ง่าย ต้นทุนไม่สูงเกินไป สามารถนำไปบริโภคได้อย่างปลอดภัย และสร้างมูลค่าเพิ่มรายจากผลอะโวคาโดที่ตกเกรด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทานอล กับ เครื่องอัดบีบ
2. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมีของน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดทั้งสาม วิธีเปรียบเทียบกัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบคือ ผลอะโวคาโดพันธุ์แฮส (Hass) ที่แก่จัด ซึ่งมีอายุตั้งแต่ออกดอกถึงเก็บผลประมาณ 8-9 เดือน จากเกษตรกรในจังหวัดเชียงราย และเชียงใหม่ ที่ถูกคัดทิ้งเนื่องจากไม่ได้มาตรฐานที่จะจำหน่ายในท้องตลาด

เครื่องมือที่ใช้วิจัยได้แก่

- เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการเตรียมผงอะโวคาโด เช่น เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน ของบริษัท ยูนิค ทูลส์ จำกัด รุ่น TD-010T เครื่องบดสมุนไพร ของ หจก. มาสเตอร์ฟู้ด แอนท์ อีควิปเมนท์

- เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการสกัดน้ำมันอะโวคาโด เช่น เครื่องอัดบีบ ของบริษัทเนเจอร์ เฮลท์ แอนด์ อินโนเวชั่น จำกัด เครื่องกรองสุญญากาศ (Vacuum Filtration Buchner) ของ บริษัทวอลเลอร์ เคมีคอล (ประเทศไทย) จำกัด เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) ของ Heidolph™ รุ่น Hei-VAP Value Model

- เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เช่น เครื่องวัดค่าสี Hunter-Lab รุ่น Ultra scan Vis เครื่องวัดความหนืด Brookfield AMETEK LVDVE115 เครื่องวัดความหนาแน่น SKYLINE รุ่น SL-F120

- เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี คือ กรดไขมันด้วยเครื่อง Gas chromatography ของ GC-2010 Shimadzu Japan

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

- นำผลอะโวคาโดที่คัดเลือกมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นยาวความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสให้แห้งจนความชื้นเหลือประมาณ 5 - 8 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งใช้เวลาประมาณ 4 - 5 ชั่วโมง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดสมุนไพรมีความละเอียด 80 - 100 ไมครอน

- การสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยเครื่องอัดบีบ ดังภาพที่ 1 ใช้ผงอะโวคาโดมาสกัดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงนำไปกรองด้วยเครื่องกรองน้ำมัน ดังภาพที่ 2 แล้วบรรจุขวดแก้วสีชา ไม่ให้ถูกแสงแดด



ภาพที่ 1 การสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยเครื่องอัดบีบขนาดเล็ก
(บริษัทเนเจอร์ เฮลท์ แอนด์ อินโนเวชั่น จำกัด, 2564)

- การสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และเอทานอล ดังภาพที่ 2 นำผงอะโวคาโดไปแช่ในตัวทำละลายด้วยสัดส่วนผงอะโวคาโดต่อตัวทำละลาย 1 : 2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ แล้วนำไปแยกเฮกเซนออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ จากนั้นนำน้ำมันไปกรองด้วยเครื่องกรองน้ำมัน แล้วบรรจุขวดแก้วสีชา ไม่ให้ถูกแสงแดด



ภาพที่ 2 การสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทานอล และการกรองน้ำมัน

- วิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ ในด้านสี ความหนืด (Viscosity) ความหนาแน่น (Density)
- วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี คือ กรดไขมัน (Fatty acid) ค่าสารต้านอนุมูลอิสระ(Antioxidant)

ด้วยวิธี DPPH-method ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value) (AOCS Cd 8-53, 1997) ค่าความเป็นกรด (Acid value) (AOCS Official Method Cd 3d-63 revised., 2003)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variation: ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

- อะโวคาโดพันธุ์แฮสที่หั่นเสร็จแล้ว นำไปอบในเครื่องอบแห้งแบบลมร้อนแล้วบดด้วยเครื่องบดสมุนไพรให้เป็นผง ดังในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อะโวคาโดดิบ อบแห้งแล้ว และผงอะโวคาโด

- การสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยเครื่องอัดบีบ ตัวทำละลายเฮกเซน และเอทานอล โดยใช้ผงอะโวคาโดพันธุ์แฮสที่มีความละเอียด 80-100 ไมครอน ได้น้ำมันอะโวคาโดที่มีลักษณะปรากฏ (Appearance) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 น้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องอัดบีบ ตัวทำละลายเฮกเซน และเอทานอล

จากการสกัดน้ำมันอะโวคาโดทั้งสามวิธี พบว่าปริมาณน้ำมันที่ได้ คุณสมบัติทางกายภาพ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ค่าความหนืด และค่าความหนาแน่น ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางด้านกายภาพของน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดทั้งสามวิธี

คุณสมบัติทางด้านกายภาพ	วิธีการสกัด		
	เครื่องอัดบีบ	เฮกเซน	เอทานอล
1. ปริมาณน้ำมัน (%โดยน้ำหนัก)*	18.12±1.95 ^a	62.15±1.22 ^b	45.50±1.74 ^c
2. ลักษณะปรากฏ	ของเหลวใส	ของเหลวใส	ของเหลวใส
3. สี	เขียวมะกอก	เขียวมะกอกเข้ม	เขียวมะกอก
4. กลิ่น	อะโวคาโดอ่อนๆ	อะโวคาโดมาก	อะโวคาโดมาก
5. รสชาติ	เพื่อนๆเล็กน้อย	เพื่อนๆเล็กน้อย	เพื่อนๆเล็กน้อย
6. ค่าความหนืด ที่ 40 °C (mPa.s)	37.90±1.22 ^a	38.71±1.07 ^b	38.06±1.45 ^c
7. ค่าความหนาแน่น(g/cm ³)	0.901±1.41 ^a	0.910±1.39 ^b	0.903±1.18 ^c

หมายเหตุ : ^{a-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรในแถวเดียวกัน กำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดทั้งสามวิธีไปวัดค่าสี L * a * b * ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter-Lab รุ่น Ultra scan Vis ได้ค่าสีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสีของของน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดทั้งสามวิธี

ค่าสี	วิธีการสกัด		
	เครื่องอัดบีบ	เฮกเซน	เอทานอล
L*	40.38±1.79 ^a	43.55±1.45 ^b	40.10±1.82 ^c
a*	-65.33±1.88 ^a	-83.57±1.09 ^b	-70.82±1.57 ^c
b*	78.21±1.07 ^a	70.01±1.89 ^b	73.55±1.90 ^c

หมายเหตุ : ^{a-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรในแถวเดียวกัน กำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

- ค่า L* บ่งบอกถึง ความสว่าง (lightness) มี ค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว
- ค่า a* บรรยายแกนสี จากสีเขียว (-a*) จนถึง สีแดง (+a*)
- ค่า b* บรรยายแกนสี จากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*)
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี คือ ค่ากรดไขมัน ค่าสารต้านอนุมูลอิสระ ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่าความเป็นกรดของน้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดทั้งสามวิธี ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางด้านเคมีของน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเครื่องอัดบีบ ตัวทำละลาย เฮกเซน และเอทานอล

คุณสมบัติทางด้านเคมี	วิธีการสกัด		
	เครื่องอัดบีบ	เฮกเซน	เอทานอล
1. ค่าสารต้านอนุมูลอิสระ (mg/kg)	69.05±2.50 ^a	83.75±1.96 ^b	77.51±1.88 ^c
2. ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq kg ⁻¹ oil)	10.28±1.52 ^a	7.44±1.86 ^b	6.95±1.05 ^c
3. ค่าความเป็นกรด (mg KOH/g oil)	1.77±2.11 ^a	0.81±1.55 ^b	1.07±1.97 ^c
4. กรดไขมัน			
- ปาล์มมิติกแอซิด (Palmitic Acid) %	20.10±1.91 ^a	23.18±2.00 ^b	22.50±1.74 ^c
- ปาล์มมิโตเลอิกแอซิด (Palmitoleic Acid)%	6.22±1.18 ^a	7.20±1.50 ^b	6.95±1.85 ^c
- สเตียริกแอซิด (Stearic Acid)%	0.51±2.05 ^a	0.89±1.99 ^b	0.68±1.71 ^c
- โอเลอิกแอซิด (Oleic Acid)%	48.47±1.55 ^a	57.13±1.00 ^b	54.73±1.48 ^c
- ออกตาดีซีนไดโออิกแอซิด (Octadecenedioic Acid)%	7.55±1.33 ^a	10.79±1.65 ^b	9.59±1.11 ^c
- ลิโนเลนิกแอซิด (Linolenic Acid)%	0.49±2.00 ^a	0.81±1.88 ^b	0.68±2.10 ^c

หมายเหตุ : ^{a-c} ตัวเลขที่มีตัวอักษรในแถวเดียวกัน กำกับต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อะโวคาโดพันธุ์แฮสเหมาะที่จะนำมามาสกัดน้ำมันเพราะมีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพหลายด้าน (L.A. Lopez-Vega et al.2021) เนื้อสีเหลืองเข้ม รสชาติไม่ขม มันติดหวานเล็กน้อย การเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโด ต้องมีอายุนับตั้งแต่ออกดอกไปจนถึงเดือนที่ 8-9 จะได้ผลที่แก่จัดสังเกตที่ผิวจะไม่เรียบ ขรุขระ หรือตกกระ ถ้าหากเก็บเกี่ยวผลที่ไม่แก่จัดจะทำให้เนื้ออะโวคาโดมีรสขมเพราะมีสารแทนนินในปริมาณมาก เนื้ออะโวคาโดพันธุ์แฮสมีปริมาณน้ำมันมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ สารต้านอนุมูลอิสระมากกว่า 20 มิลลิกรัม/กรัม

การสกัดน้ำมันอะโวคาโดทั้ง 3 วิธี พบว่าการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนจะได้ปริมาณน้ำมันสูงกว่าการใช้เอทานอลและด้วยเครื่องอัดบีบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ 62.15 45.50 และ 18.12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Tamara de Souza Jorge et al. (2015) พบว่าอะโวคาโดพันธุ์แฮสมีปริมาณน้ำมัน 65.29 ± 0.44 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำมันอะโวคาโดที่ได้จากการสกัดด้วยเฮกเซนจะมีสีเขียวมะกอกเข้มกว่ามีกลิ่นอะโวคาโดมากกว่าวิธีอื่น การใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายในการสกัดน้ำมันจากพืชนิยมใช้กันทั่วไป เช่น การสกัดน้ำมันจากกากกาแฟโดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน 4 ชนิด พบว่า เฮกเซนสามารถสกัดน้ำมันได้สูงกว่า แอนไฮดรัสเอทานอล ไฮดรัสเอทานอล และเมทานอล คือ 14.68 13.13 11.80 และ 7.52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักตามลำดับ (กุลช สมนึก และพิชัย เอี้ยวเล็ก, 2559) เฮกเซนสามารถสกัดน้ำมันได้มากกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น เพราะเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ตามกฎ like dissolves like ก็คือ ตัวถูกละลายที่ไม่มีขั้ว (น้ำมัน) จะละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วเหมือนกัน ในขณะที่สีรงควัตถุ (Pigments) คือ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ในน้ำมันอะโวคาโดจะมีถึง 11-19 และ 1.0-3.5 มิลลิกรัม/ น้ำมันกิโลกรัม ตามลำดับ (Siamhealth, 2564) และน้ำมันหอมระเหยที่มีอยู่ในอะโวคาโดก็ละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วเช่นกัน นอกจากนั้นเฮกเซนจะมีราคาถูกกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น แต่มักจะมีการกล่าวว่าเป็นตัวทำละลายที่เป็นพิษเป็นอันตรายได้ ดังนั้นในการสกัดน้ำมันอะโวคาโด จึงใช้เครื่องกลั่นระเหยสูญญากาศ (Rotary Evaporator) แยกเฮกเซนออกได้หมด เพราะเฮกเซนมีจุดเดือดที่ 68.7 องศาเซลเซียส ส่วนการใช้เครื่องอัดบีบได้ปริมาณน้ำมันน้อยที่สุด เพราะว่ามีช่วงระยะอัดบีบ

สั้นมากและใช้อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ควรจะใช้เครื่องอัดบีบที่มีช่วงระยะเวลาการบีบอัดให้ยาวกว่านี้ และเพิ่มแรงบีบอัดให้มากขึ้น และควรมีการเพิ่มอุณหภูมิในการสกัดโดยมีท่อแจ๊คเก็ต (Jacket tube) บริเวณช่วงอัดบีบ

คุณภาพทางด้านกายภาพ พบว่าสีของน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนจะมีสีเขียวมะกอกเข้มกว่าวิธีอื่น และค่าสี $L^* a^* b^*$ มีความแตกต่างจากการสกัดด้วยเอทานอลและเครื่องอัดบีบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่า $L^* 43.55$ (มีความสว่าง) $a^* -83.57$ (มีสีเขียว) และ $b^* 70.01$ (สีออกเหลือง) ค่าสีนี้สอดคล้องกับที่ Diane Nelson (2020) กล่าวว่าน้ำมันอะโวคาโดธรรมชาติควรจะเป็นสีเขียวใส แต่ถ้านำไปกลั่น (Refine) สีจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองใสทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเม็ดสีคลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) และแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ที่มีอยู่ในน้ำมันอะโวคาโดที่สูญเสียไป ค่าความหนืด ที่อุณหภูมิ 40°C และค่าความหนาแน่น พบว่า น้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีค่าสูงกว่าการสกัดด้วยเอทานอลและด้วยเครื่องอัดบีบอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คือ $38.71 \pm 1.07 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ และ $0.910 \pm 1.39 \text{ g}/\text{cm}^3$ สอดคล้องกับ Khalid Shafi Wani and M F Charoo (2015) กล่าวว่า ค่าความหนืด ที่อุณหภูมิ 40°C และค่าความหนาแน่น ของน้ำมันอะโวคาโด คือ $38.5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ และ $0.902 \text{ g}/\text{cm}^3$ ตามลำดับ ค่าสีนี้สอดคล้องกับที่ Diane Nelson (2020) กล่าวว่า น้ำมันอะโวคาโดโดยธรรมชาติควรจะเป็นสีเขียวใส แต่ถ้านำไปกลั่น (Refine) สีจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองใสทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเม็ดสีคลอโรฟิลล์ (Chlorophylls) และแคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ที่มีอยู่ในน้ำมันอะโวคาโดที่สูญเสียไป

คุณภาพทางด้านเคมี พบว่า ค่าสารต้านอนุมูลอิสระ กรดไขมันไม่อิ่มตัวอิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว ของน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเฮกเซน จะสูงกว่าการใช้เอทานอลและด้วยเครื่องอัดบีบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่า 83.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม 24.18 7.42 0.89 59.13 11.79 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งกรดไขมันทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Shruti Sunil Ranade and Padma Thiagarajan (2015) คือ กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว เท่ากับ 28.21 5.69 0.69 50.95 และ 0.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นกรดไขมันที่เป็นประโยชน์เชิงโภชนาการ ส่วนออกตาดีซินีดีโออิกแอซิด นั้นจะเน้นนำไปใช้ในเครื่องสำอางบำรุงผิว ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการที่เฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วสามารถสกัดน้ำมันได้ทั้งปริมาณน้ำมันและองค์ประกอบที่มีอยู่ในน้ำมันของอะโวคาโด

ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่าความเป็นกรดของน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดด้วยเฮกเซนจะต่ำกว่าการใช้เอทานอลและด้วยเครื่องอัดบีบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือ มีค่า 7.44 มิลลิกรัมสมมูลต่อน้ำมันและไขมัน 1 กิโลกรัม และ 0.81 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อชอร์ตต่อน้ำมันหรือไขมัน 1 กรัม ตามลำดับ แต่ค่าเปอร์ออกไซด์ และค่าความเป็นกรดของน้ำมันอะโวคาโดที่สกัดมาจากทั้ง 3 วิธี ยังอยู่ในเกณฑ์ซึ่งถือว่าเป็นน้ำมันธรรมชาติที่มีคุณภาพได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 421) พ.ศ. 2564 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ เรื่อง น้ำมันและไขมัน ซึ่งกำหนดไว้ว่าค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) น้ำมันและไขมันจากพืชที่ผ่านวิธีธรรมชาติ ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมสมมูล ต่อน้ำมันหรือไขมัน 1 กิโลกรัม ค่าของกรด (Acid value) น้ำมันและไขมันจากพืชที่ผ่านวิธีธรรมชาติ ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมโพแทสเซียม -ไฮดรอกไซด์ ต่อ น้ำมันหรือไขมัน 1 กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรสกัดน้ำมันอะโวคาโดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันแบบไฮดรอลิก เพราะจะมีแรงอัด (Compression force) สูงกว่า และเพิ่มอุณหภูมิให้กับผงอะโวคาโดด้วยการอบหรือหนึ่งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมัน
2. ในระหว่างการสกัด และเก็บรักษาน้ำมันอะโวคาโด ควรระมัดระวังไม่ให้น้ำมันอะโวคาโดสัมผัสกับอากาศ และแสงแดด เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation) จะทำให้สีและกลิ่นของน้ำมันอะโวคาโดเปลี่ยนแปลงได้

3. การสกัดน้ำมันอะโวคาโดสามารถทำได้อีกหลากหลายวิธี แต่ต้องพิจารณาความต้องการคุณภาพของน้ำมันอะโวคาโดที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ต้นทุนในการผลิต และวัตถุดิบที่จะนำมาสกัดน้ำมัน

บรรณานุกรม

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. **อะโวคาโด**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://esc.doae.go.th/avocado/>.

กฤษ สมนึก และพิชัย เอี้ยวเล็ก. 2559. การสกัดน้ำมันจากกากกาแฟด้วยวิธีการสกัดของแข็งด้วย

ของเหลว. คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ฐิติวรรณ ฉิมสุข. 2562. การสกัดน้ำมันอะโวคาโดและการสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลอะโวคาโด. (ออนไลน์).

แหล่งที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/north/1589401>.

บริษัทเนเจอร์ เฮลท์ แอนด์ อินโนเวชั่น จำกัด. 2564. **เครื่องบีบสกัดน้ำมันสกรูเพรส น้ำมันสกัดเย็น**.

(ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://web.facebook.com/minicoldpress/>.

ปิยวรรณ สิมะไพศาล หทัยรัตน์ ริมศิริ และ วิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2544. การสกัดน้ำมันอะโวคาโดเพื่อใช้ใน

ครีมบำรุงผิว. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/bkn/](https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/bkn/search_detail/result/7764)

[search_detail/result/7764](https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/bkn/search_detail/result/7764).

พิมพ์ใจ ทรงประโคน. 2562. **ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งเริง เชียงใหม่ ส่งเสริมปลูกอะโวคาโดอินทรีย์**.

(ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://www.technologychaoban.com/news-slide/](https://www.technologychaoban.com/news-slide/article_93326)

[article_93326](https://www.technologychaoban.com/news-slide/article_93326).

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). **การเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดที่เหมาะสม**. (ออนไลน์).

แหล่งที่มา : <https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/23>. 2566

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2023. **อะโวคาโด**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.phtnet.org/wp-content/uploads/2023/08/avocado.pdf/>.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาสำรา สรรพศรี องค์การสวนพฤกษศาสตร์. 2554. **อะโวคาโด**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา :

[http://www.qsbg.org/Database/BOTANIC_Book%20full%20option/search_](http://www.qsbg.org/Database/BOTANIC_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=/2395)

[detail.asp?botanic_id=/2395](http://www.qsbg.org/Database/BOTANIC_Book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=/2395).

อะโวคาโด เมืองไทย. 2564. **อะโวคาโด เมืองไทย Organic Avocado**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://](https://mobile.facebook.com/Avocadophoppra//posts/2671785269532254/?_rdc=1&_rdr)

mobile.facebook.com/Avocadophoppra//posts/2671785269532254/?_rdc=1&_rdr.

AGRINEWSTHAI. 2023. **อะโวคาโดพืชเศรษฐกิจตัวใหม่**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : [https://www.](https://www.agrinewsthai.com/slide/54957)

[agrinewsthai.com/slide/54957](https://www.agrinewsthai.com/slide/54957).

Diane Nelson. 2020. **Study Finds 82 Percent of Avocado Oil Rancid or Mixed With Other**

Oils. [Online]. Available: [https://www.ucdavis.edu/food/news/study-finds-82-](https://www.ucdavis.edu/food/news/study-finds-82-percent-avocado-oil-rancid-or-mixed-other-oils)

[percent-avocado-oil-rancid-or-mixed-other-oils](https://www.ucdavis.edu/food/news/study-finds-82-percent-avocado-oil-rancid-or-mixed-other-oils).

Khalid Shafi Wani and M F Charoo. 2015. **Effect of Temperature, Concentration and**

Aggregation on the Rheological Behavior of ZrO₂ – Avocado Oil Nanolubricant.

[Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/qqdRJdhHhvbLq4FBy9TfCWq/#>.

Marcos Flores, Carolina Saravia, Claudia E. Vergara, Felipe Avila, Hugo Valdés, and

Jaime Ortiz-Viedma. 2019. **Avocado Oil: Characteristics, Properties, and**

Applications. *Molecules*. Jun; 24(11): 2172.

Mark L. Dreher and Adrienne J. Davenport. 2013. **Hass Avocado Composition and Potential**

Health Effects. *Critical reviews in food science and nutrition*. May; 53(7): 738–750.

Siamhealth. 2564. น้ำมันอะโวคาโด. (ออนไลน์).แหล่งที่มา : https://www.siamhealth.net/public_html/Health/food/oil/avocado.html.

Shruti Sunil Ranade and Padma Thiagarajan. 2015. **A Review on Persea Americana Mill. (Avocado)- Its Fruit and Oil.** [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/283777915_A_review_on_Persea_Americana_Mill_Avocado-Its_fruit_and_oil.

Tamara de Souza Jorge, Tiago Carregari Polachini, Liara Silva Dias, Neuza Jorge and Javier Telis-Romero. 2015. **PHYSICOCHEMICAL AND RHEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF AVOCADO OILS.** [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/qdRjdhHhvbLq4FBY9TfCWq/#>.