การสกัดวิตามินอีจากเมล็ดดอกทานตะวันด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต

Extraction of Vitamin E from Sunflower Seed with Supercritical Carbon Dioxide

เกศินี ศรีสุระ[1]
มานพ เจริญไชยตระกูล[2]

[1]นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเคมี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ E-mail: g4765026@ku.ac.th
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ E-mail: fengmnc@ku.ac.th

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสกัดวิตามินอี (แอลฟาโทโคฟีรอล) ออกจากเมล็ดดอกทานตะวันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตเป็นตัวทำละลาย ซึ่งทำการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อการสกัดคือ ความดันและอุณหภูมิ โดยทำการทดลองในช่วงความดัน 130-170 บาร์ ช่วงอุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ที่ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที และขนาดอนุภาคเมล็ดดอกทานตะวัน 425-600 ไมโครเมตร จากการศึกษาพบว่า การเพิ่มความดันส่งผลให้ความสามารถในการละลายของน้ำมันดีขึ้น จึงทำให้การสกัดดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้มีค่าน้อยลงเมื่อทำการเพิ่มดัน นอกจากนี้พบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการสกัดจะสามารถสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้ดีขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยในงานวิจัยนี้ ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สามารถสกัดได้สูงสุดคือ 2.01 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมเมล็ดดอกทานตะวันบด ที่สภาวะความดัน 130 บาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณ 500 มิลลิลิตร และเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 เท่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลโดยใช้เครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 40 นาที ซึ่งสามารถสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้สูงถึง 17.02 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมเมล็ดดอกทานตะวันบด จะเห็นว่าปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตมีค่าน้อยมาก ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงสภาวะที่ใช้ทดลองในงานวิจัยนี้ แอลฟาโทโคฟีรอลมีความสามารถในการละลายในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่ต่ำ

Abstract : The aim of this study was to extract vitamin E (α-tocopherol) from sunflower seed with supercritical carbon dioxide. The effects of extraction pressure and temperature were investigated in this study. The experiments were conducted at the pressure range of 130-170 bar, the temperature ranging from 35 to 45 $^{\circ}$C, carbon dioxide flow rate of 0.5 mL/min and using the sunflower seed with the size range of 425-600 μm. It was found that an increase in

the extraction pressure resulted in a higher amount of oil extracted. However, the amount of alpha-tocopherol extracted was decreased as the pressure increased. In addition, an increase in the extraction temperature was found to improve the extraction of alpha-tocopherol slightly. In this study, the highest amount of alpha-tocopherol extracted was 2.01 mg per 100 g of sunflower seed when using the extraction pressure of 130 bar, temperature of 40°C and 500 mL of carbon dioxide. When adding ethanol as a co-solvent, the alpha-tocopherol extracted was increased almost 1.5 times. In the conventional extraction using a shaker with the speed of 200 rpm, temperature of 60°C, extraction time of 40 minutes and ethanol as a solvent, the highest amount of alpha-tocopherol extracted was obtained to be 17.02 mg per 100 g of sunflower seed. The low amount of alpha-tocopherol extracted in this study could be due to the low solubility of alpha-tocopherol in the supercritical carbon dioxide within the range of operating conditions studied.

KEYWORDS : Supercritical carbon dioxide, Vitamin E, Alpha-tocopherol, Extraction

1. บทนำ

ปัจจุบันวิตามินอี (α-tocopherol) ได้รับความนิยมอย่างมากจากผู้บริโภค เนื่องจากเป็นสารที่มีคุณค่าต่อร่างกาย มีคุณค่าโดยตรงเกี่ยวกับโลหิต ทำให้เลือดลมดี และหัวใจทำงานปกติ มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งมีคุณสมบัติเป็นสารกันหืนตามธรรมชาติ จากการศึกษาพบว่าในเมล็ดดอกทานตะวันมีวิตามินอีอยู่เป็นจำนวนมาก (ประมาณ 650 ppm) [1] ประกอบกับประเทศไทยมีการปลูกดอกทานตะวันสำหรับการท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะนำเมล็ดดอกทานตะวันมาใช้ให้เกิดประโยชน์

สำหรับเทคนิคการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต (supercritical fluid extraction) เป็นวิธีการสกัดที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากกว่าการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่สามารถแยกตัวทำละลายออกมาได้หมดสมบูรณ์ ทำให้มีตัวทำละลายตกค้างอยู่ ส่วนตัวทำละลายที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่ได้รับความสนใจมากคือคาร์บอนไดออกไซด์ (supercritical carbon dioxide, SC-CO_2) เนื่องจากราคาถูก หาง่าย และมีจุดวิกฤตที่ต่ำคือ ที่สภาวะความดัน 73.8 บาร์ และอุณหภูมิ 31.1 องศาเซลเซียส ซึ่งในสภาวะเหนือจุดวิกฤตนี้คาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี สามารถแยกออกจากผลิตภัณฑ์ได้ง่ายหลังจากสิ้นสุดการสกัด ทำให้ไม่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ อีกทั้งไม่เป็นพิษ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม [2] นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติอยู่ระหว่างของเหลวและก๊าซ กล่าวคือมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับของเหลว เมื่อนำมาใช้เป็นตัวทำละลาย จึงมีความสามารถในการทำละลายที่ดี ในขณะเดียวกันก็มีความหนืดใกล้เคียงกับก๊าซและมีการแพร่ที่สูงกว่าของเหลว จึงทำให้สามารถแทรกเข้าไปในโครงสร้างของตัวถูกละลายได้ดี ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ก๊าซ และของเหลว สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 1 [3]

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของของไหลที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต (SCF) ก๊าซ และของเหลว

สมบัติ / สถานะ	ความหนาแน่น (กรัม/ซม^3)	การแพร่ (ซม^2/วินาที)	ความหนืด (เซนติพอยส์)
ก๊าซ	$(0.6\text{-}2)\times10^{-3}$	0.1-0.4	0.01-0.03
SCF	0.2-1.0	$(2\text{-}7)\times10^{-4}$	0.01-0.09
ของเหลว	0.6-1.6	$(0.2\text{-}2)\times10^{-5}$	0.2-3.0

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งเน้นถึงการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลออกจากเมล็ดดอกทานตะวันโดยทำการเปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดคือคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตและตัวทำ

ละลายอินทรีย์ รวมทั้งหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัด คือ เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด สำหรับการสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์ และสำหรับการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต จะทำการศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อการสกัดคือ ความดัน และอุณหภูมิ

2. อุปกรณ์

วัตถุดิบและสารเคมีประกอบด้วย เมล็ดดอกทานตะวัน (จากตลาดนัดสวนจตุจักร) แอลฟาโทโคฟีรอล (ความบริสุทธิ์ 99.6% จากบริษัท Sigma) เอทานอล (ความบริสุทธิ์ 99.8% จากบริษัท Italmar) เมทานอล (ความบริสุทธิ์ 99.9% จากบริษัท Carlo Erba Reagenti Spa) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (High purity grade จากบริษัทอินดัสเตรียลแก๊ส, TIG) และเส้นใยแก้ว (glass wool; จากบริษัท Alltech Associates Inc.)

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมเมล็ดดอกทานตะวัน

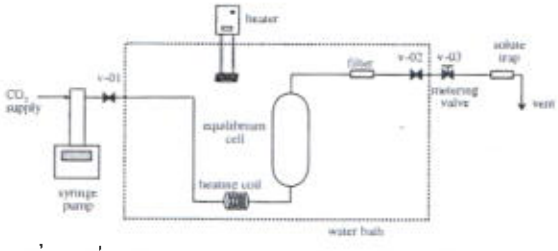
นำเมล็ดดอกทานตะวันมาบดด้วยเครื่องบด (Blender machine จากบริษัทเนชั่นแนล) จากนั้นคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อน (sieve) โดยเลือกใช้เมล็ดดอกทานตะวันบดในช่วงขนาด 425-600 ไมโครเมตร และไม่มีการควบคุมความชื้นของเมล็ดทานตะวันที่บดแล้ว

3.2 การสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์

ชั่งเมล็ดดอกทานตะวันบด 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมตัวทำละลายเอทานอลปริมาณ 100 มิลลิลิตร สกัดโดยการใช้เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที โดยทำการเปลี่ยนตัวทำละลายเอทานอลใหม่ทุกครั้งในช่วงเวลา 20 40 60 และ 120 นาที จากนั้นทำการทดลองซ้ำโดยเลือกเวลาที่เหมาะสมในการสกัด สำหรับอุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

3.3 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต

ชั่งเมล็ดดอกทานตะวันบดหนัก 25 กรัม บรรจุลงในหน่วยสกัดสแตนเลส (equilibrium cell) ทรงกระบอกกลวงสลับกับเส้นใยแก้วเพื่อหลีกเลี่ยงการหลุดพ้นของอนุภาคขนาดเล็กและเพื่อให้คาร์บอนไดออกไซด์สัมผัสกับเมล็ดทานตะวันได้ดีขึ้น จากนั้นชั่งวาล์ว 3 (metering valve) และชั้นกรอง (solute trap) ก่อนการทดลอง ทำการประกอบเครื่องมือ ดังรูปที่ 1 โดยชุดอุปกรณ์ประกอบด้วย ปั๊มเพิ่มความดัน (Syringe pump ISCO, model 260D) เครื่องให้ความร้อน (Polystat cc1) เริ่มทำการทดลองโดยปรับอุณหภูมิภายในอ่างน้ำ (water bath) ให้ได้ตามต้องการ (35 40 และ 45 องศาเซลเซียส) จากนั้นปรับความดัน (130 150 และ 170 บาร์) ทิ้งให้ระบบเข้าสู่สมดุลประมาณ 30 นาที จึงค่อยๆ เปิดวาล์ว 2 และวาล์ว 3 ปรับอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ (0.5 มิลลิลิตรต่อนาที) ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 100 มิลลิลิตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกใช้ไป ถอด metering valve และชั้นกรองมาชั่งเพื่อหาปริมาณสารที่สกัดได้ จากนั้นล้างด้วยเอทานอล 15 มิลลิลิตร และนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC เพื่อหาปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลต่อไป



รูปที่ 1 เครื่องมือการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต

3.4 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตร่วมกับเอทานอล

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการสกัดโดยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต เพียงแต่บรรจุเมล็ดดอกทานตะวันบดร่วมกับเอทานอล 20 มิลลิลิตร

3.5 การวิเคราะห์

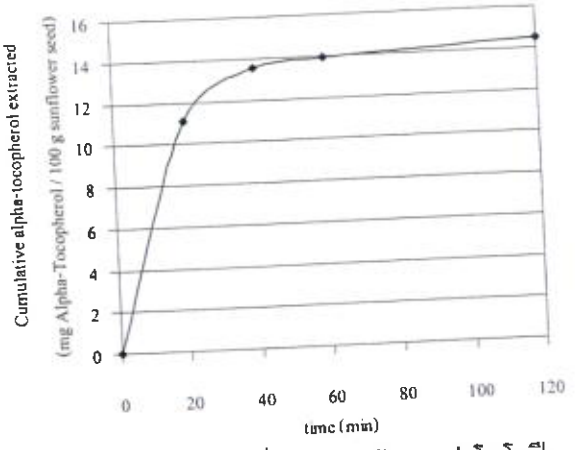
วิเคราะห์ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอล ที่สามารถสกัดได้ด้วยเครื่อง HPLC (High Perfermance Liquid Chromatography; Spectrasystem รุ่น UV1000) โดยใช้คอลัมน์ Inertsil® ODS-3 (4.6 x 150 มิลลิเมตร, 5 ไมโครเมตร) ปริมาณการฉีด 20 ไมโครลิตร เฟสเคลื่อนที่คือเมทานอลผสมน้ำที่อัตราส่วน 98.5:1.5 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ด้วยอัตราการไหล 1.3 มิลลิลิตรต่อนาที ตรวจจับด้วย UV-vis detector ที่ ความยาวคลื่น 295 นาโนเมตร

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

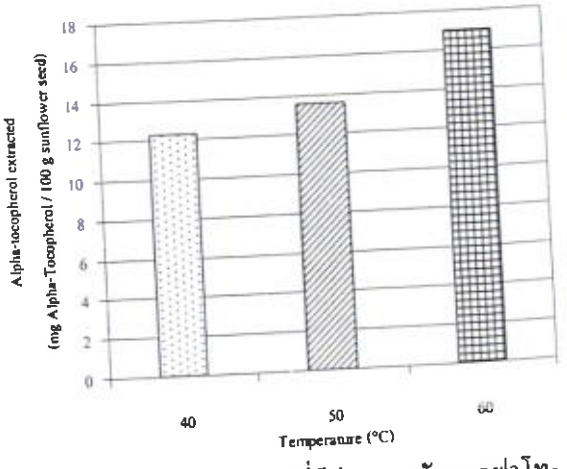
4.1 การสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์

4.1.1 ศึกษาผลของเวลาที่มีต่อการสกัด ทำการสกัดเป็นเวลา 120 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย และทำการเปลี่ยนตัวทำละลายเอทานอลใหม่ในช่วงเวลา 20 40 60 และ 120 นาที ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า เมื่อใช้เวลาในการสกัดมากขึ้น ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้จะสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเมื่อใช้เวลาในการสกัดที่มากขึ้น จะเป็นการเพิ่มโอกาสให้ตัวทำละลายเอทานอลได้มีเวลาสัมผัสตัวถูกละลายหรือแอลฟาโทโคฟีรอลได้มากขึ้น จากรูปที่ 2 จะเห็นว่าในช่วงเวลา 40 นาทีแรก แอลฟาโทโคฟีรอลถูกสกัดออกมาได้สูงคือ 13.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเมล็ดดอกทานตะวัน ซึ่งคิดเป็น 93.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลทั้งหมด และหลังจากช่วงเวลานี้อัตราการสกัดที่ได้จะไม่เพิ่มสูงขึ้นมากนัก ดังนั้นจึงเลือกเวลาที่ใช้ในการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่ 40 นาที สำหรับการทดลองในช่วงต่อไป

4.1.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสกัด ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 40 50 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเก็บตัวอย่างการสกัดที่เวลา 40 นาที โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายเช่นเดียวกัน จากรูปที่ 3 พบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดเพิ่มขึ้น ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิในการสกัดเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืดของตัวทำละลายเอทานอลลดลง การแพร่กระจายดีขึ้น ทำให้ตัวทำละลายสามารถแทรกซึมเข้าไปจับแอลฟาโทโคฟีรอลในเมล็ดดอกทานตะวันได้อย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้น จะเห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการสกัด โดยสามารถสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้ปริมาณสูงถึง 17.02 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเมล็ดดอกทานตะวัน



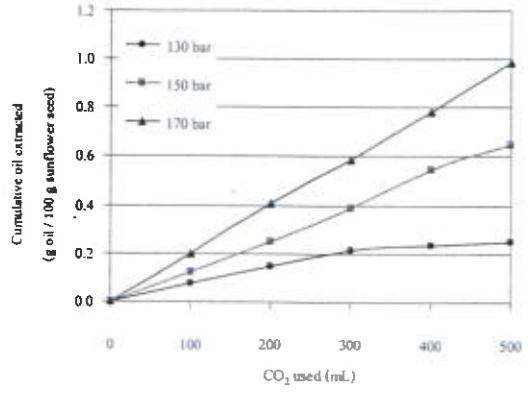
รูปที่ 2 แสดงผลของเวลาที่มีต่อการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอล จากเมล็ดดอกทานตะวันด้วยเอทานอล ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส



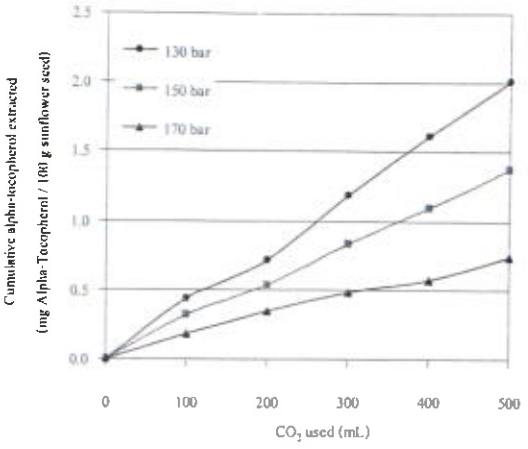
รูปที่ 3 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอล จากเมล็ดดอกทานตะวันด้วยเอทานอล ที่เวลาการสกัด 40 นาที

4.2 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต

4.2.1 ศึกษาผลของความดันที่มีต่อการสกัด ทำการทดลองที่ความดัน 130 150 และ 170 บาร์ ตามลำดับ อุณหภูมิคงที่ที่ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที และขนาดอนุภาคเมล็ดดอกทานตะวันบดในช่วง 425-600 ไมโครเมตร ทำการเก็บตัวอย่างเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ถูกใช้ไปทุกๆ 100 มิลลิลิตร รวม 500 มิลลิลิตร พบว่าสามารถสกัดสารที่มีอยู่ในเมล็ดดอกทานตะวันได้มากขึ้น เมื่อความดันเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 4 ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อเพิ่มความดันของการสกัดให้สูงขึ้น มีผลให้ความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตเพิ่มขึ้นด้วย จึงทำให้ความสามารถในการทำละลายดีขึ้น [4] แต่สำหรับการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอล อัตราการสกัดที่ได้กลับลดลงเมื่อความดันเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 5 นั่นอาจเป็นเพราะในการสกัดเกิดการแข่งขันกันระหว่างแอลฟาโทโคฟีรอล และสารประกอบอื่นๆ ในเมล็ดดอกทานตะวัน [5]



รูปที่ 4 แสดงผลของความดันที่มีต่อการสกัดน้ำมันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ที่อุณหภูมิคงที่ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที

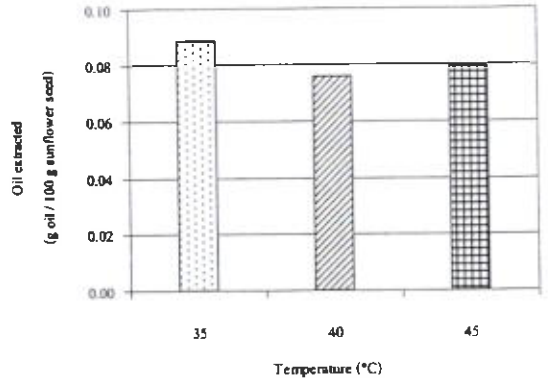


รูปที่ 5 แสดงผลของความดันที่มีต่อการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ที่อุณหภูมิคงที่ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหลคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที

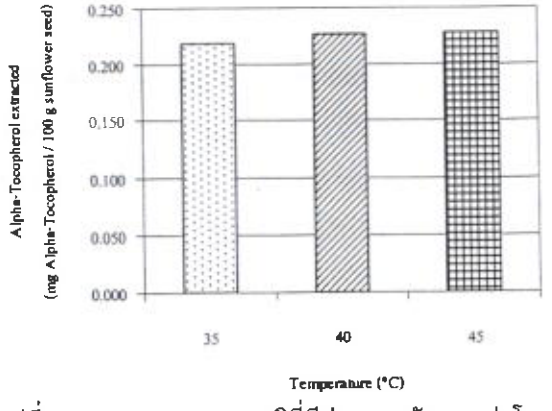
เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ พบว่าปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สามารถสกัดได้สูงสุดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตในการทดลองนี้มีค่าที่น้อยกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เกือบ 10 เท่า แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการละลายของแอลฟาโทโคฟีรอลในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตมีค่าต่ำ [6]

4.2.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสกัด ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 35 40 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่ความดันคงที่ 150 บาร์ อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที และขนาดอนุภาคเมล็ดดอกทานตะวันบดในช่วง 425-600 ไมโครเมตร ทำการเก็บตัวอย่างหลังจากที่ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ไปปริมาณ 50 มิลลิลิตร จากรูปที่ 6 พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิไม่ส่งผลที่ชัดเจนต่อการสกัดน้ำมัน นั่นเป็นเพราะการเพิ่มของอุณหภูมิทำให้เกิดการแข่งขันกันสองประการคือเป็นการเพิ่มความดันไอของน้ำมัน ทำให้น้ำมันสามารถละลายได้ดีในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ในขณะเดียวกันความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตจะลดลง ส่งผลให้ความสามารถใน

การทำละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงด้วย [1,5] อย่างไรก็ตาม ในส่วนของการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอล พบว่าอุณหภูมิมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอล โดยจากรูปที่ 7 พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิในการสกัด ทำให้สามารถสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น



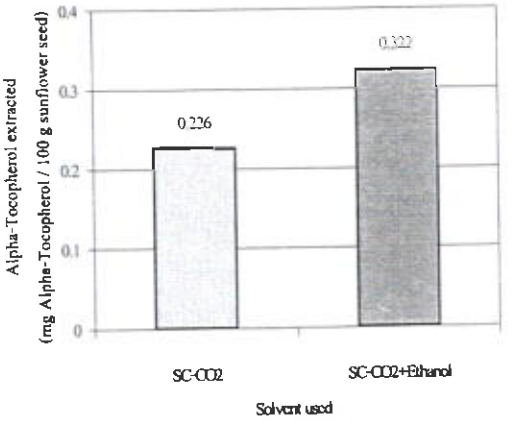
รูปที่ 6 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสกัดน้ำมันโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ที่ความดันคงที่ 150 บาร์ อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที



รูปที่ 7 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต ที่ความดันคงที่ 150 บาร์ อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที

4.3 การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตร่วมกับเอทานอล

ตัวทำละลายที่เลือกใช้ร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตคือเอทานอล โดยทำการทดลองที่สภาวะความดัน 150 บาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที และขนาดอนุภาคเมล็ดดอกทานตะวันบดในช่วง 425-600 ไมโครเมตร ทำการเก็บตัวอย่างเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ถูกใช้ไป 50 มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบผลการสกัดที่ได้กับการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตเพียงอย่างเดียวที่สภาวะเดียวกัน พบว่าการใช้เอทานอลเข้าร่วมสามารถช่วยในการสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้ดีขึ้นจาก 0.226 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเมล็ดดอกทานตะวัน เป็น 0.322 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของเมล็ดดอกทานตะวัน ดังแสดงในรูปที่ 8 ทั้งนี้เป็นเพราะการเติมเอทานอลลงในระบบ เป็นการเพิ่มความมีขั้วของตัวทำละลาย จึงสามารถทำให้ละลายแอลฟาโทโคฟีรอลได้ดีขึ้น



รูปที่ 8 เปรียบเทียบตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตนั้นมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการสกัดด้วยเอทานอล ทั้งนี้เป็นเพราะที่ความดันต่ำกว่า 170 บาร์ แอลฟาโทโคฟีรอล

มีความสามารถในการละลายในคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤตที่ต่ำ โดยพบว่า สภาวะที่สามารถสกัดแอลฟาโทโคฟีรอลได้สูงสุดคือ ที่ความดัน 130 บาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที ขนาดของอนุภาคเมล็ดดอกทานตะวันบดในช่วง 425-600 ไมโครเมตร เมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ 500 มิลลิลิตร โดยปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้คือ 2.01 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมเมล็ดดอกทานตะวันบด นอกจากนี้พบว่า การเพิ่มความดันในการสกัดมีผลทำให้สามารถสกัดน้ำมันได้ดีขึ้น แต่ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้มีค่าน้อยลง ส่วนการเพิ่มอุณหภูมิในการสกัด มีผลทำให้ปริมาณแอลฟาโทโคฟีรอลที่สกัดได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตและวิจัยด้านวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์

เอกสารอ้างอิง

[1] Salgın, U.; Döker, O.; and Çalımlı, A., 2005. Extraction of sunflower oil with supercritical CO_2: Experiments and modeling. The Journal of Supercritical Fluids, In Press, Corrected Proof.

[2] อุทัย โสธนะพันธุ์ และรพีพล ภโรวาท, 2536. Supercritical Fluids. วารสารศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 3(1): 37-50.

[3] Raynie, D.E., 1997. Meeting the Natural Products Challenge with Supercritical Fluids, In: Abraham, M.A.; Sunol, A.K.(Eds.). Supercritical Fluids: Extraction and Pollution. ACS Symposium Series 670. American Society, Washington DC., pp. 68-75.

[4] McHugh, M. A.; Krukonis, V. J., 1986. Supercritical Fluid Extraction: Principles and Practice, Boston: Butterworths, p 512.

[5] Lucas, A.; Martinez de la Ossa, E.; Rincón J., Blanco M. A.; and Gracia, I., 2002. Supercritical fluid extraction of tocopherol concentrates from olive tree leaves. The Journal of Supercritical Fluids, 22(3):221-228.

[6] Skerget, M.; Kotnik, P.; and Knez, Z., 2003. Phase equilibria in systems containing α-tocopherol and dense gas. The Journal of Supercritical Fluids, 26(3):181-191.