

การสกัดเบต้าแคโรทีนจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน Beta-carotene Extraction from Oil Palm Kernel Meal

อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์¹ และ บุญยรัศม์ สุขเขียว^{2*}
Ornjira Aruksakunwong¹ and Boonyaras Sookkheo^{2*}

^{1, 2}ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี

^{1, 2}Department of Chemistry, Faculty of Science, Rangsit University, Patumthani

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน จากการตรวจสอบด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) พบว่าตัวทำละลายทั้งสองชนิดสามารถสกัดสารเบต้าแคโรทีนได้ดีมาก และเมื่อนำส่วนของสารที่สกัดได้ไปทำการแยกน้ำมันออกโดยวิธีการทำให้เย็น พบว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า -5 องศาเซลเซียส สามารถแยกน้ำมันออกจากสารสกัดได้ดีขึ้น อีกทั้งเมื่อนำไปทำปฏิกิริยาสะaponification ทำให้ได้สารเบต้าแคโรทีนที่มีค่า R_f ตรงกับสารมาตรฐาน นอกจากนี้ผลวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิด โครมาโทกราฟี (HPLC) พบว่าได้สารเบต้าแคโรทีนในปริมาณ 18.97 ± 1.70 และ 11.41 ± 0.25 mg/kg ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันแห้ง ตามลำดับ

คำสำคัญ: เบต้าแคโรทีน กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

Abstract

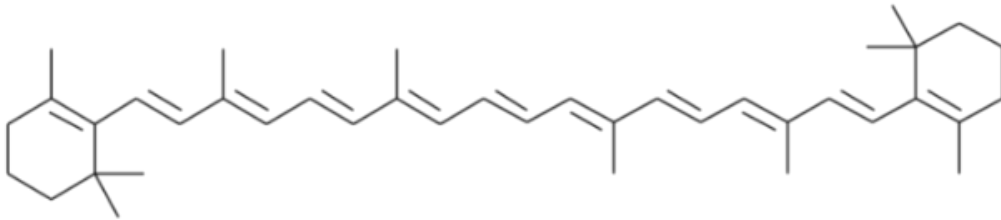
In this study, oil palm kernel meal was utilized as a feedstock for the extraction of beta-carotene using two kinds of solvents such as hexane and dichloromethane. From testing by thin layer chromatography (TLC) technique, hexane and dichloromethane exhibited well results for beta -carotene extraction, Thereafter, the oil containing in obtained extract was easily separated by cooling method at lower temperature of -5 °C. Moreover, when sample was further carried out via saponification reaction, resulting in R_f value accorded to beta-carotene standard. The quantitative analysis of beta-carotene was determined by High-performance liquid chromatography (HPLC). The results were found that beta-carotene amounts extracted from hexane and dichloromethane were 18.97 ± 1.70 and 11.41 ± 0.25 mg/kg of oil palm kernel meal, respectively

Keywords: beta carotene, oil palm kernel meal

* Corresponding author: boonyaras.s@rsu.ac.th

1. บทนำ

เบต้าแคโรทีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ ประเภทไฮโดรคาร์บอน กลุ่มเทอร์พีนอยด์ (ไอโซพรีนอยด์) มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเตตระเทอร์พีน มีโครงสร้างหลักเป็นสายไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง มีหน่วยย่อยคือไอโซพรีนจำนวน 8 หน่วย สูตรโมเลกุลคือ $C_{40}H_{56}$ จุดหลอมเหลวที่ $180-182\text{ }^{\circ}\text{C}$ มีโครงสร้างที่มีวงแหวนในตำแหน่งปลายของโมเลกุลดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเบต้าแคโรทีน

เบต้าแคโรทีนเป็นสารธรรมชาติที่สามารถพบได้ในผักและผลไม้ที่มีสีส้ม สีเหลือง และสีเขียว เช่น ผักหวาน ผักตำลึง ผักกวางตุ้ง ผักบุ้งจีน บล็อกโคลี่ แครอท ฟักทอง หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดอ่อน มะม่วง มะละกอ มะเขือเทศ และแตงไท เป็นต้น ซึ่งสารเบต้าแคโรทีนเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น 1.) ช่วยบำรุงสุขภาพของดวงตา เพราะเมื่อเบต้าแคโรทีนโดนย่อยสลายที่ตับแล้วจะได้วิตามินเอ ซึ่งร่างกายนำไปใช้สร้างสารโรดอปซินในดวงตา ส่วนเรตินาทำให้ตามีความสามารถในการมองเห็นในตอนกลางคืนได้ และยังลดความเสี่ยงของเซลล์ของลูกตา ลดความเสี่ยงต่อการเป็นต้อกระจกด้วย 2.) ช่วยชะลอวัย และดูแลรักษาผิวพรรณ เพราะเบต้าแคโรทีนให้ผลในการลดความเสี่ยงของเซลล์จากอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดกระบวนการ ผิวเริ่มเหี่ยวแห้ง ไม่ผ่องใส 3.) ให้ผลกระตุ้นเซลล์ภูมิคุ้มกันในร่างกายที่ชื่อ ที-เฮลเปอร์ ให้ทำงานด้านสิ่งแปลกปลอมได้ดีขึ้น ให้ผลดีกับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อมะเร็ง (เลเซอร์วิชั่น, 2558)

นอกจากพบสารเบต้าแคโรทีนในผักและผลไม้ดังกล่าวแล้ว ยังมีรายงานการศึกษาสารปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลปาล์มน้ำมัน เช่น Budiyo, B., Silsia, D., Efendi, Z., Janika, R. (2010 หน้า 75-79) ที่ได้ศึกษาการสลายตัวของสารแคโรทีนอยด์จากปาล์ม น้ำมันเมื่อใช้ความร้อนสูง หรือ Sirinapha Khongcharean (2014 หน้า 375-381) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลปาล์มน้ำมันสดจากจังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นต้น อีกทั้งไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันบ่มเพาะและส่งเสริมเกษตรของมหาวิทยาลัยรังสิต ได้มีผลผลิตทางการเกษตรได้แก่ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์เทอร์รา ที่มีสีเหลืองแดงสด และเมื่อนำไปบีบน้ำมันแล้วจะมีวัสดุเหลือใช้คือกากของเมล็ดปาล์มเป็นจำนวนมาก ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (oil palm kernel meal) เป็นส่วนเหลือจากการที่บีบน้ำมันส่วนเนื้อในเมล็ดปาล์ม โดยจะมีโปรตีนสูงประมาณ 10-20% คาร์โบไฮเดรตประมาณ 40-50% เยื่อใยประมาณ 20-27% และมีไขมันประมาณ 10% ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าส่วนกากปาล์ม น้ำมัน (Oil palm) ที่เป็นส่วนเหลือจากการบีบน้ำมันผลปาล์มทั้งผล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มจากกากของเมล็ดปาล์มที่ผ่านการบีบน้ำมันออกแล้ว จากไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต โดยหาปริมาณเบตาแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม เพื่อนำไปประยุกต์ทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสกัดเบต้าแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

3.1.1 การเตรียมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

นำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มจากไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต มาบดและอบไล่ความชื้น ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และนำกากปาล์มที่ได้เก็บไว้ในโถสุญญากาศ

3.1.2 การศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสม

ชั่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านการอบไล่ความชื้น ปริมาณ 50 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ใส่ตัวทำละลาย ทั้ง 2 ชนิด คือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ลงในขวดรูปชมพู่ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยทำการทดลองตัวทำละลายชนิดละ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก เก็บส่วน crude ที่ได้เพื่อนำไปทดลองต่อ และนำไปทดสอบ ด้วยวิธี Thin-layer chromatography (TLC) โดยใช้ตัวทำละลาย 1:9 Acetone : Hexane เป็นเฟสเคลื่อนที่

3.2 การแยกน้ำมันออกจากสารสกัด

3.2.1 การแยกน้ำมันโดยอุณหภูมิต่ำ

ทดสอบการแข็งตัวของสารตัวอย่างเบต้าแคโรทีน ที่สกัดได้จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ละลายในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด โดยการแช่ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10, 5, 0, -5, -10 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นและมีชั้นไขมันแข็งตัวอยู่ด้านล่างให้รินแยก (decantation) และนำส่วนของสารละลายไประเหยตัวทำละลายออก และเก็บส่วน crude ที่ได้เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันต่อไป (พัชรินทร์ ระวีวัน, สรศักดิ์ เหลียวไชยพันธ์, ดวงสมร ลิ้มปิติ และประมวล ศรีกาหลง. 2548 หน้า 32-33)

3.2.2 การทำสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification)

นำสารสกัด crude ที่ได้มาเติมสารละลาย Ethanolic potassium hydroxide ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะเกิดการแยกชั้น จากนั้นนำสารที่ได้ใส่ลงในกรวยแยก เติมน้ำ diethyl ether ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ และแยกส่วนที่เป็นตะกอนด้านล่างทิ้งไป กำจัดน้ำที่ตกค้างด้วยการเติม anhydrous sodium sulphate และนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก

3.3 การวิเคราะห์เบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography

เตรียมเฟสเคลื่อนที่ โดยใช้ Ultra-pure water และ acetone นำสารทั้งสองชนิดไปกรองด้วย Millipore filter 0.45 µm หลังจากนั้นนำไปไล่ฟองอากาศด้วยเครื่อง sonicator เป็นเวลา 30 นาที หรือจนกระทั่งฟองอากาศหมด ในขณะเดียวกันสร้าง gradient program โดยใช้สภาวะที่เหมาะสม และหาค่าเวลาที่คงอยู่ (retention time) ของสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

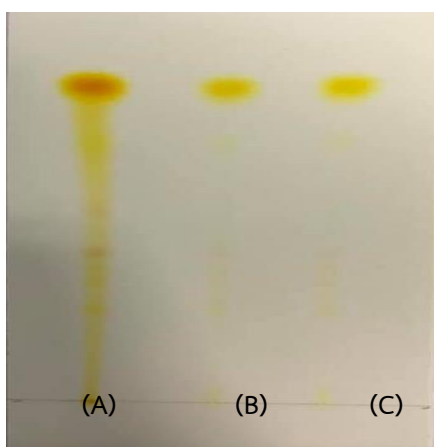
เตรียมกราฟมาตรฐานเบต้าแคโรทีน โดยเตรียมสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ให้ได้ความเข้มข้น 0.5, 1, 2.5, 5 และ 10 mg/L จากสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน 100.00 mg/L โดยมี Ultra-pure water และ acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ ตามสภาวะข้างต้น แล้วบันทึกค่าพื้นที่ใต้พีค (peak area) และนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานเทียบระหว่างความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีคที่วัดได้ และนำสารตัวอย่างเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้ของแต่ละตัวทำละลาย ฉีดเข้าเครื่อง HPLC โดยมี Ultra-pure water และ acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ ตามสภาวะข้างต้น นำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อคำนวณหาปริมาณเบต้าแคโรทีนต่อไป (พัชรินทร์ ระวีวัน, 2552 หน้า 131-132)

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสกัดเบต้าแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

จากการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านการบีบน้ำมันออก มาแช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เฮกเซน และ ไดคลอโรมีเทน แล้วนำสารที่สกัดได้ไปกรอง และระเหยแห้ง เพื่อนำมาทดสอบสารที่สกัดได้ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) โดยใช้ 1:9 acetone : hexane เป็นเฟสเคลื่อนที่ ได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2

จากการทดลองพบว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีระยะทางที่สารเคลื่อนที่ตรงกับระยะทางของเบต้าแคโรทีนมาตรฐาน ซึ่งตรงตามทฤษฎีเนื่องจากสารกลุ่มแคโรทีนอยจะเป็นสารกลุ่มไม่มีขั้วจึงสามารถที่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วต่ำ (Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G. and Biacs, P.A., 1997 หน้า 207-212)



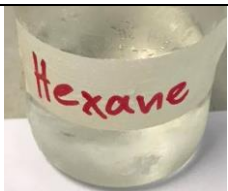
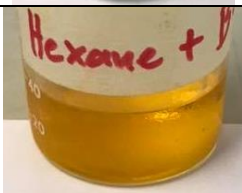
ภาพที่ 2 แสดงโครมาโทกราฟีของสารสกัดจากตัวทำละลายต่างชนิดกัน

เมื่อ (A) คือเบต้าแคโรทีนมาตรฐาน (B) คือสารสกัดจากเฮกเซน (C) คือสารสกัดจากไดคลอโรมีเทน

4.2 ผลการแยกน้ำมันออกจากสารสกัด

นำสารละลายที่สกัดออกมาได้ ในตัวทำละลายนำไปกำจัดไขมันออกโดยใช้วิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10, 5, 0, -5 และ -10 °C พบว่าน้ำมันเกิดการแข็งตัวแยกออกจากชั้นเฮกเซนที่อุณหภูมิตั้งแต่ -5 °C ลงไป จึงนำค่าอุณหภูมิที่ -5 °C มาศึกษาเป็นอุณหภูมินี้ทำให้สารละลายเกิดการแยกตัวออกจากชั้นไขมันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแยกของน้ำมัน ออกจากสารละลายแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5 °C

ตัวอย่าง	ผลการทดลอง	รูปการทดลอง
เฮกเซน	ไม่เกิดการแข็งตัว	
เฮกเซน ผสมสารเบต้าแคโรทีน	ไม่เกิดการแยกชั้น	

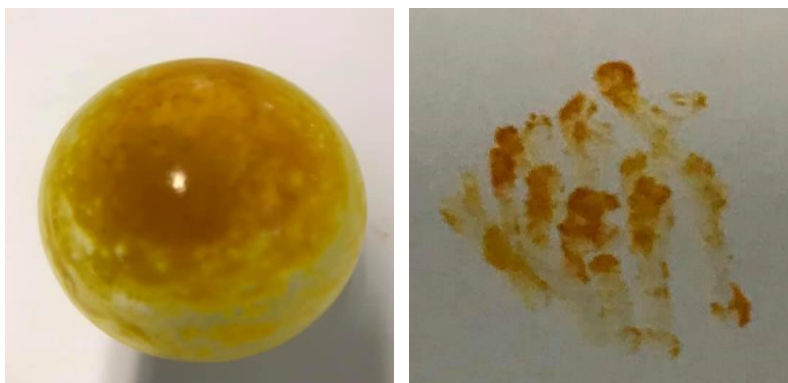
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแยกของน้ำมัน ออกจากสารละลายแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5°C (ต่อ)

ตัวอย่าง	ผลการทดลอง	รูปการทดลอง
เฮกเซน ผสม สารละลายที่สกัดได้ จากเปลือกปาล์มน้ำมัน	เกิดการแยกชั้นของน้ำมันเกิดขึ้น โดยน้ำมันเกิดการแข็งตัวอยู่ด้านล่าง	

จากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อนำเฮกเซนซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C ไม่เกิดการแข็งตัว แต่เมื่อนำน้ำมันไปแช่จะเกิดการแข็งตัว และเมื่อทำการทดลองโดยการนำสารเบต้าแคโรทีนมาตรฐานไปผสมกับเฮกเซน แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5°C พบว่าสารไม่เกิดการแข็งตัว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเราสามารถแยกน้ำมันออกจากสารกลุ่ม แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วเหมือนกันได้ โดยวิธีการนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C จึงนำสารสกัดที่สกัดได้แล้วนำไประเหยแห้งแต่แห้งไม่สนิทเนื่องจากมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ มาละลายในตัวทำละลายเฮกเซน แล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C พบว่าเกิดการแยกชั้นของชั้นน้ำมัน และสารละลาย ดังแสดงในตารางที่ 1 จึงนำสารละลายส่วนบนไปทำขั้นตอน สปอนนิฟิเคชันต่อไป

ปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาของลิพิด (lipid) เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ถูกสลายพันธะเอสเทอร์ด้วยด่าง เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จะได้กลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมัน หรือสบู่ (soap) ที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราสามารถกำจัดไขมันส่วนที่เหลือออกจากสารสกัดได้ด้วยการทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชัน

จากการทดลองพบว่าขั้นตอนการแยกไขมันออกด้วยวิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า -5°C เมื่อนำสารละลายส่วนบนไประเหยตัวทำละลายออกจะยังคงเหลือน้ำมันบางส่วน และเมื่อนำมาทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันต่อ พบว่าสารที่ได้เกิดการแยกชั้นของสบู่เมื่อนำไปแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเมื่อนำมาแยกส่วนในกรวยแยก แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออก จะได้ของแข็งที่นำไปทดสอบสารเบต้าแคโรทีนต่อไป ดังแสดงดังภาพที่ 3

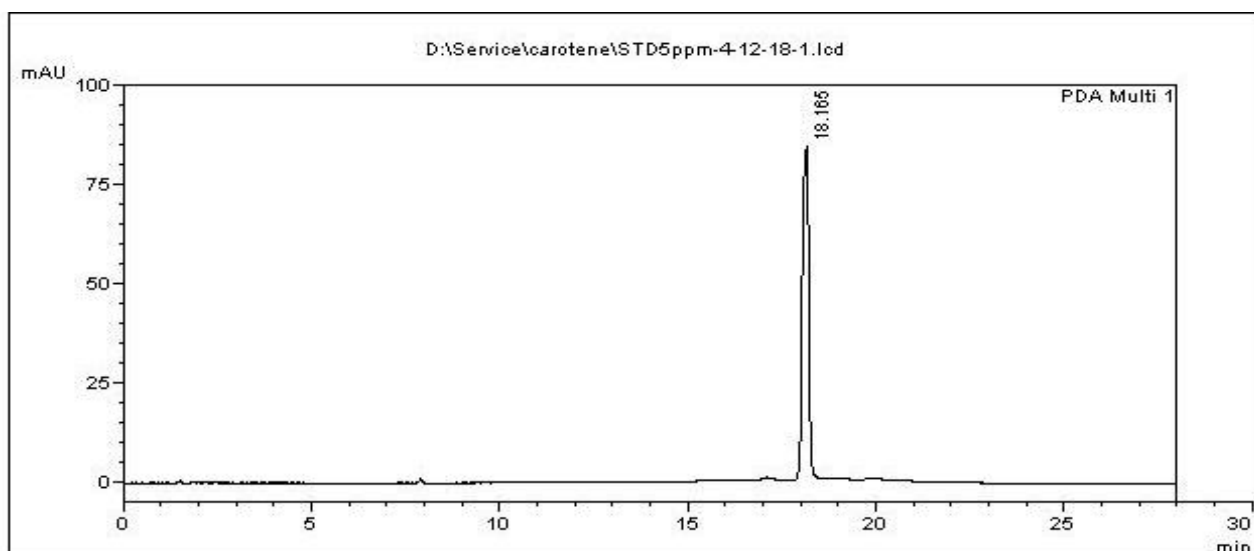


ภาพที่ 3 รูปแสดงสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเมื่อทำให้แห้ง

4.3 ผลการหาปริมาณเบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิค HPLC

4.3.1 ผลการหาค่า Retention time ของสารมาตรฐาน เบต้าแคโรทีน

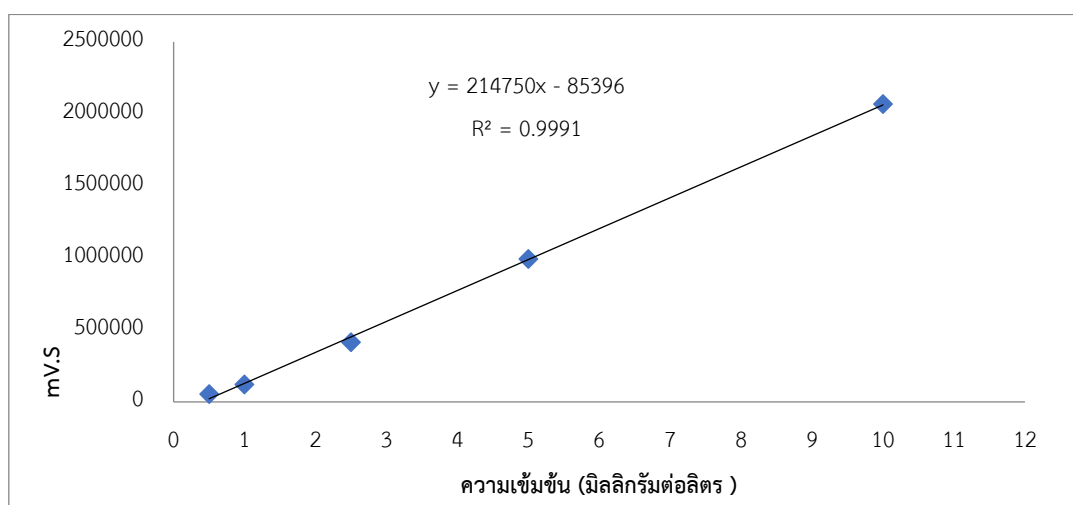
ทำการทดลองด้วยการตั้งสภาวะเครื่องแบบ gradient program โดยใช้ Ultra-pure water เป็นเฟสเคลื่อนที่ A และ Acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ B เมื่อฉีดสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ที่ความเข้มข้น 5 mg/L ปริมาตร $20\text{ }\mu\text{L}$ เข้าเครื่อง HPLC จะได้โครมาโทแกรมที่มีค่า Retention time ของสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ขึ้นที่เวลา 18.165 นาที ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน เข้มข้น 5 mg/L

4.3.2 ผลการสร้างกราฟมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ทำการเตรียมและฉีดสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีนที่ความเข้มข้นแตกต่างกันคือ 0.5, 1, 2.5, 5 และ 10 mg/L ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ปริมาตร 20 μ L นำค่าพื้นที่ใต้กราฟมาสร้างกราฟมาตรฐานเทียบกับความเข้มข้น ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ 5

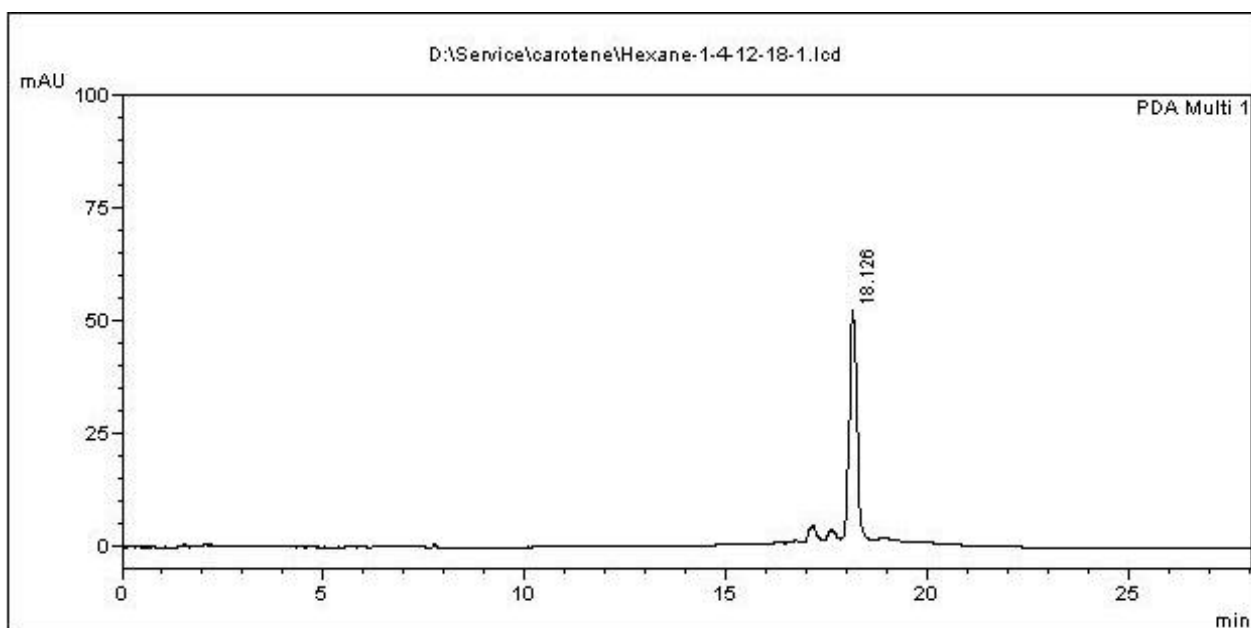


ภาพที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายเบต้าแคโรทีน

จากภาพที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายเบต้าแคโรทีน พบว่าได้สมการ $y = 214750x - 85396$ ค่า $R^2 = 0.9991$ สามารถนำสมการดังกล่าวไปหาค่าปริมาณเบต้าแคโรทีนในสารตัวอย่างต่อไป

4.3.3 ผลการคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด้วยวิธี HPLC

ทำการฉีดสารตัวอย่างปริมาณ และสภาวะเดียวกันกับสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน พบว่า สารตัวอย่างจากเนื้อในเมล็ดปาล์มสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีค่า Retention time เท่ากับ 18.126 และ 18.076 นาที ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Retention time มีค่า ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงโครมาโทแกรมของสารสกัดจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มด้วยเฮกเซน

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ในสารตัวอย่างที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน คือเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน พบว่าได้ปริมาณเบต้าแคโรทีนที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าปริมาณเบต้าแคโรทีน ของสารตัวอย่างที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน

สารสกัดจาก ตัวทำละลาย	ครั้งที่	ปริมาณเบต้าแคโรทีน (mg/kg กากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง)	ปริมาณเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย (mg/kg กากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง)
เฮกเซน	ครั้งที่ 1	20.41	18.97±1.70
	ครั้งที่ 2	17.10	
	ครั้งที่ 3	19.40	
ไดคลอโรมีเทน	ครั้งที่ 1	11.67	11.41±0.25
	ครั้งที่ 2	11.18	
	ครั้งที่ 3	11.37	

จากผลการทดลองหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดคือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิค HPLC สามารถคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เฉลี่ยเท่ากับ 18.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง และสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน เฉลี่ยเท่ากับ 11.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านกระบวนการปืบน้ำมัน มาทำการสกัดสารเบต้าแคโรทีน โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ 1.การสกัดด้วยตัวทำละลาย 2.การกำจัดน้ำมันออกและระเหยแห้ง และ 3.วิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่าตัวทำละลายที่เหมาะสม คือ เฮกเซน และ ไดคลอโรมีเทน สามารถสกัดสารเบต้าแคโรทีนออกมาได้ และเมื่อนำสารละลายที่สกัดได้มาทำ

การกำจัดน้ำมันออก พบว่าวิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ -5 องศาเซลเซียสลงไป จะสามารถแยกน้ำมันออกจากสารละลายในตัวทำละลายได้ดี แต่ยังคงมีน้ำมันเหลืออยู่บ้าง และเมื่อทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ต่อจะสามารถกำจัดน้ำมันส่วนที่เหลือออกไปได้หมด จากนั้นเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณของสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิค HPLC พบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 18.97 ± 1.70 และ 11.41 ± 0.25 mg/kg ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันบ่มเพาะและส่งเสริมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้การอนุเคราะห์เปลือกปาล์มน้ำมัน และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนการใช้เครื่องมือ HPLC สำหรับการวิเคราะห์สาร

7. เอกสารอ้างอิง

- พัชรินทร์ ระวียัน. (2552) แคโรทีนอยด์และวิตามินอีจากปาล์มน้ำมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *ประชาคมวิจัยฉบับที่ 82*. หน้า 131-132
- พัชรินทร์ ระวียัน, สรศักดิ์ เหลี้ยวไชยพันธ์, ดวงสมร ลิ้มปิติ และประมวล ศรีกาหลง. (2548). *การสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้ตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำเพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ
- เลเซอร์วิช. (2558). *สารเบต้าแคโรทีน*. สืบค้นวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562. จาก <https://www.laservisionthai.com/health-corner>
- Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G. and Biacs, P.A. (1997). Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food chemistry*. 207-212.
- Budiyanto, B., Silsia, D., Efendi, Z., Janika, R. (2010). Perubahan Kandungan B-Karoten, Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah Selama Pemanasan. *Agritech*, 30(2), 75-79.
- Sirinapha Khongcharean. (2014) Rapid assessment of beta-carotene content in oil palm fruit. *Khon Kaen Agriculture Journal (Thailand)*. 42(1), 375-381.