

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญเรื่อง	ง-จ
สารบัญตาราง	ฉ-ช
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	6
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.2 การสกัดระดับกึ่งอุตสาหกรรม (Pilot scale)	14
2.2 รายงานการศึกษาแคโรทีน และ POME	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 สารเคมี วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	23
3.2 วิธีการทดลอง	24
3.2.1 การสกัดในระดับห้องปฏิบัติการและการสร้างกราฟมาตรฐาน	24
3.2.2 การหาค่าการละลายของสาร 3 ชนิดใน 2 ภูมิภาค	27
3.2.3 การแยกแคโรทีนด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว	29
3.2.4 การสกัดในระดับกึ่งอุตสาหกรรม	30
3.2.4 การหาค่าซีไอดี	33
บทที่ 4 ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง	35
4.1 ลักษณะโดยทั่วไปของ POME ที่ใช้ในการทดลอง	35
4.2 การศึกษาการทำกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)	35
4.3 การสกัดไขมันและแคโรทีนในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab. scale)	36
4.4 การสกัดไขมันและแคโรทีนในระดับกึ่งอุตสาหกรรม (Pilot scale)	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด POME / การสังเกต POME ในคอแลมันน์	42
4.3.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด POME / การสังเกตการปรับอัตราการไหล	44
4.3.3 การศึกษาปริมาณไขมันที่สกัดได้และที่เหลือในน้ำทิ้ง เพื่อเปรียบเทียบการสกัดตามทฤษฎี	45
4.3.4 การศึกษาประสิทธิภาพการสกัด (ขั้นการสกัดตามทฤษฎี, Theoretical stage)	46
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	57
ภาคผนวก ก	57
ภาคผนวก ข	59

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบกรดไขมันของน้ำมันปาล์มดิบ และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	9
ตารางที่ 3.1 สภาวะการสกัด POME ด้วยเครื่อง CTS7 เพื่อศึกษาลักษณะ droplet ของ POME บน Sieve plate	31
ตารางที่ 3.2 สภาวะการสกัด POME เพื่อเปรียบเทียบการสกัดตามทฤษฎี	31
ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบค่าต่างๆ ของสภาวะเครื่อง CTS7	32
ตารางที่ 3.4 สภาวะการสกัด POME เพื่อศึกษาสภาวะเหมาะสมของการสกัด	32
ตารางที่ 3.5 แสดงปริมาณของตัวอย่างน้ำและ Reagent ต่างๆ ในหลอดทดลองหาค่า COD	34
ตารางที่ 4.1 ปริมาณไขมันที่สกัดได้จาก POME ตัวอย่าง C1-C4	36
ตารางที่ 4.2 ปริมาณไขมันที่สกัดได้จาก POME ตัวอย่าง S1-S6	36
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแคโรทีนและเบต้าแคโรทีน โดยผ่านกระบวนการ แยกไขมันออก (Saponification)	37
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของแคโรทีนและเบต้าแคโรทีน	37
ตารางที่ 4.5 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดในระดับกึ่งอุตสาหกรรมของ POME ในคอลัมน์	43
ตารางที่ 4.6 ปริมาณไขมันจากการสกัดในระดับกึ่งอุตสาหกรรม	44
ตารางที่ 4.7 ปริมาณไขมันที่สกัดได้และที่เหลือในน้ำทิ้งจากตัวอย่าง S5	46
ตารางที่ 4.8 ค่าการละลายของสาร Oil-Hexane-Water ในเฟสทั้งสองที่สมดุลกัน	47
ตารางที่ 4.9 ค่าการละลายของไขมันและเฮกเซนในเฟสทั้งสอง	48
ตารางที่ 4.10 ปริมาณไขมันที่สกัดได้และที่เหลือในน้ำทิ้งจากตัวอย่าง S6	50
ตารางที่ ก1 ปริมาณตัวอย่างและรีเอเจนต์ที่ใช้สำหรับขนาดต่างๆ ของภาชนะที่ใช้ในการ ย่อยสลาย สำหรับการวิเคราะห์ซีไอดี โดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด	58
ตารางที่ ข1 ข้อมูลการสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนด้วย เครื่อง UV-Vis Spectrometer	59
ตารางที่ ข2 ข้อมูลการสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนด้วย เครื่อง HPLC	60
ตารางที่ ข3 ข้อมูลการสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเฮกเซนด้วยเครื่อง GC	60
ตารางที่ ข4 ข้อมูลการสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณน้ำด้วยเครื่อง FTIR	61
ตารางที่ ข5 ค่าการละลายของสาร Oil-Hexane-Water ในเฟสทั้งสองที่สมดุลกัน	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ๖ ค่าคงที่การละลายของไขมันในเฮกเซนและน้ำ	62
ตารางที่ ๗ การเปรียบเทียบอัตราการไหลของจากเครื่อง CTS7 กับค่าการไหลจริง	62

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 สัดส่วนผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของโลก	1
รูปที่ 1.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม	4
รูปที่ 2.1 ดันปาล์มน้ำมันที่กำลังให้ผล	7
รูปที่ 2.2 ผลปาล์มน้ำมัน	8
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของเบต้าแคโรทีน	11
รูปที่ 2.4 แผนภูมิการไหลของกระแสในกระบวนการสกัดยีสันทางที่มีหน่วยสกัด 2 หน่วย	16
รูปที่ 2.5 แผนภูมิสมดุลของระบบของเหลว 3 องค์ประกอบ ในการสกัดยีสันทางที่มีหน่วยสกัด 2 หน่วย	17
รูปที่ 2.6 แผนภูมิสมดุลแบบสามเหลี่ยมมุมฉากของระบบของเหลว 3 องค์ประกอบ ในการสกัดยีสันทางที่มีหน่วยสกัด 2 หน่วย	17
รูปที่ 2.7 แผนภูมิแสดงการหาหน่วยของการสกัดแบบยีสันทางจากเส้นสมดุล	18
รูปที่ 3.1 การดูกลิ่นแฉงที่ความยาวคลื่นต่างๆ ของแคโรทีน	25
รูปที่ 3.2 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrometer	26
รูปที่ 3.3 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีนด้วยเครื่อง HPLC	27
รูปที่ 3.4 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์หาปริมาณเฮกเซนด้วยเครื่อง GC	28
รูปที่ 3.5 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำด้วยเครื่อง FTIR	29
รูปที่ 4.1 แผนผังของเครื่อง Liquid-Liquid Extraction QVF รุ่น CTS7	41
รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นของไขมันระหว่างการสกัด	44
รูปที่ 4.3 แสดงค่าคงที่การละลายของไขมันในเฮกเซนและในน้ำ	47
รูปที่ 4.4 แผนภูมิสามเหลี่ยมมุมฉากแสดงสมดุลของไขมันในเฮกเซนและน้ำ	48
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงเส้นสมดุลของการละลายของไขมันในเฮกเซนและน้ำ	49