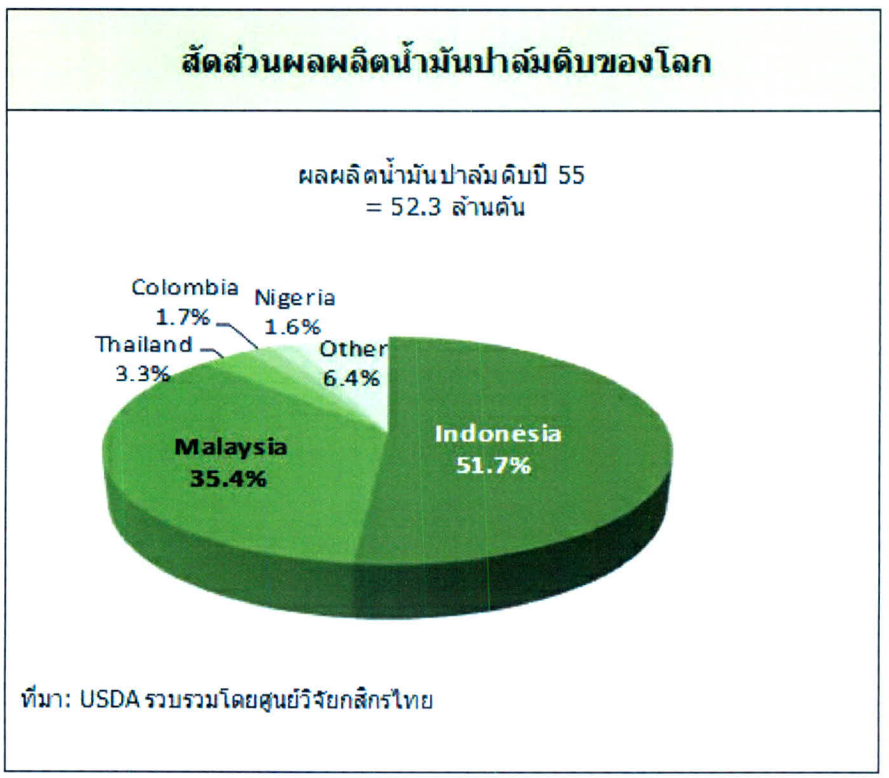
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

อาเซียนเป็นแหล่งผลิตน้ำมันปาล์มหลักของโลก ซึ่งมีประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียเป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ โดยผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ในปี 2555 มีปริมาณประมาณ 27 ล้านตัน และ 18 ล้านตัน ตามลำดับ (Oilseeds: World Markets and Trade) หรือมีปริมาณผลผลิตรวมกันกว่าร้อยละ 87 ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มทั้งหมด ส่วนประเทศไทยเป็นผู้ผลิตที่สำคัญอันดับสาม แต่ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ยังน้อยหากเทียบกับประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย โดยที่ไทยผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้ประมาณ 1.9 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร) หรือคิดเป็นสัดส่วนเพียงร้อยละ 3.3 ของปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบทั้งหมด ทั้งนี้ในช่วงที่ผ่านมาปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ไทยผลิตได้ส่วนใหญ่มีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภค และการใช้เพื่อการผลิตพลังงานทดแทน



รูปที่ 1.1 สัดส่วนผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของโลก

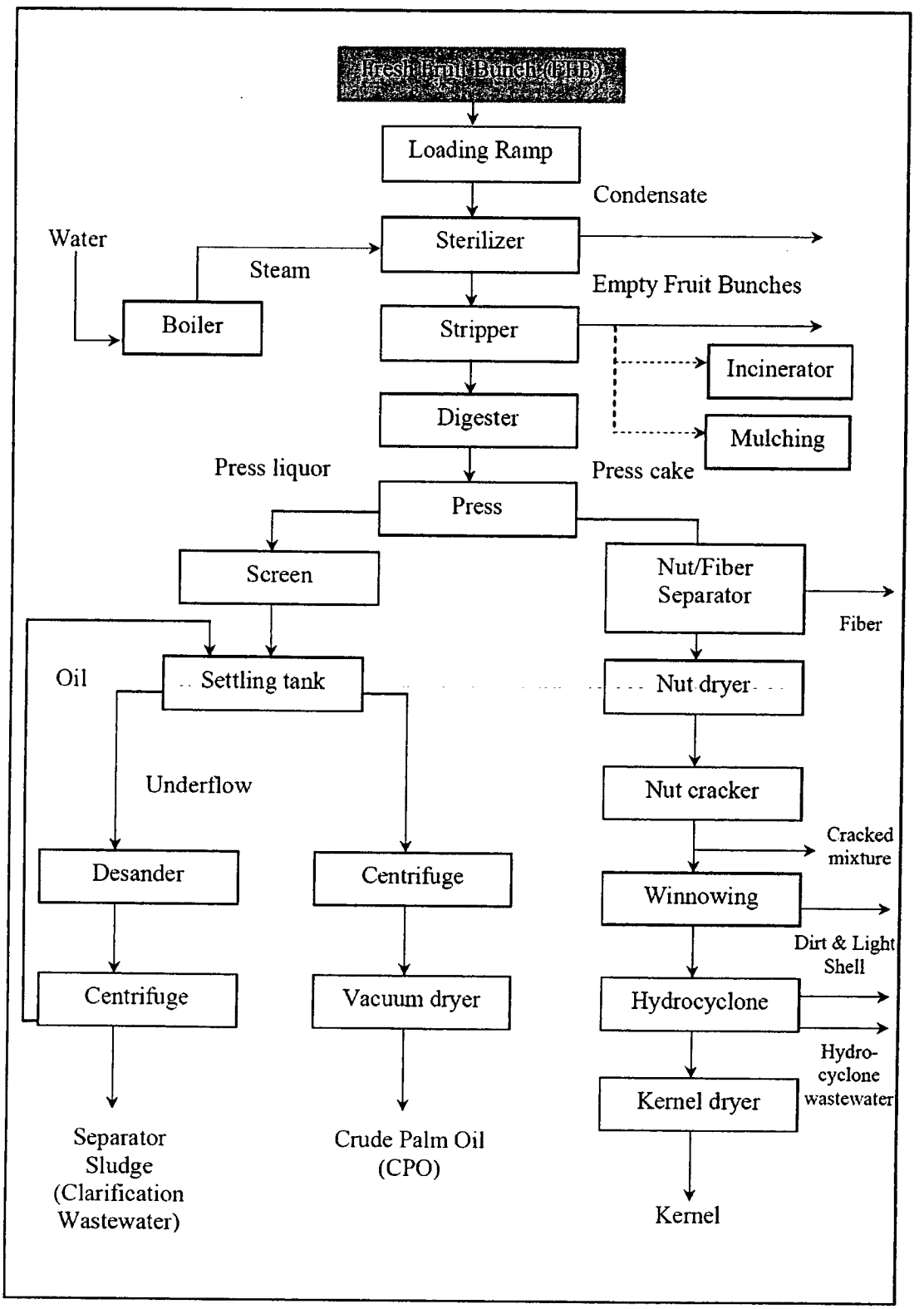
จากการที่ไทยผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้เป็นอันดับ 3 ของโลก รายงานในปี 2555 มีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบประมาณ 80 โรงงาน กำลังการผลิตของโรงงานรวมทั้งสิ้นประมาณ 10-12 ล้านตันผลปาล์มสดต่อปี ปริมาณวัตถุดิบผลปาล์มสดที่ออกสู่ตลาดปีละประมาณ 8 ล้านตัน จากพื้นที่เพาะปลูกที่ให้ผลผลิตแล้วที่มีอยู่ประมาณ 3.75 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด และยังเป็นพืชที่มีต้นทุนการผลิตน้ำมันต่ำกว่าพืชชนิดอื่น น้ำมันปาล์มจึงเป็นน้ำมันพืชสำหรับการบริโภคที่มีราคาถูกที่สุด สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้อย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและไม่ใช่อาหาร รวมถึงการนำไปใช้ในการผลิตพลังงานทดแทน มูลค่าของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในในปี 2554 สูงถึงประมาณ 50,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วประมาณ 3.75 ล้านไร่ โดยร้อยละ 87.83 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดอยู่ในภาคใต้ และจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีพื้นที่ให้ผลผลิตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.37 รองลงมาคือ กระบี่ และชุมพร มีสัดส่วนร้อยละ 24.83 และ 19.40 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร) นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันในจังหวัดอื่นๆ มีแนวโน้มจะขยายอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคอีสาน ทั้งนี้เนื่องมาจากการศึกษาทดลองที่กรมส่งเสริมการเกษตรได้ดำเนินการมาเป็นเวลา 5 ปี ตามโครงการพืชพลังงานประกอบกับแผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์มปี 2551-2555 โดยเฉพาะการขยายพื้นที่เพาะปลูกปีละ 500,000 ไร่ รวม 2.5 ล้านไร่ รวมถึงโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551-2565) โดยเฉพาะการใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลัก เพื่อทดแทนการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศและมุ่งส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซล B3 B5 และพัฒนาถึง B10 ทำให้มีเกษตรกรผู้สนใจริเริ่มปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มมากขึ้นทั่วทุกภาค

ในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มขั้นต้นจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มได้เป็นน้ำมันปาล์มดิบ จากนั้นจึงนำน้ำมันปาล์มดิบเข้าโรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มเพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป สำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมีของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต เช่น กะลาปาล์ม ทะลายปาล์มเปล่า เส้นใยปาล์ม เค้กสลัด และขี้เถ้า ซึ่งโรงงานสามารถนำกากเส้นใยและกะลาปาล์มไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำ ส่วนทะลายปาล์มเปล่าสามารถนำไปขายหรือนำไปเพาะเห็ด นอกจากนี้โรงงานยังสามารถนำสลัดเค้กและขี้เถ้าไปถมที่หรือใช้เป็นปุ๋ย อย่างไรก็ตามกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์มดิบอาจก่อให้เกิดฝุ่นและควัน ซึ่งเกิดจากการสันดาปของกระบวนการผลิตตามปกติ ด้านมลภาวะทางน้ำ โรงงานส่วนใหญ่ได้มีการวางแผนการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่ออกจากกระบวนการผลิต มีการนำน้ำ Condensate จากทุกส่วนของโรงงานนำกลับเข้ามาใช้ ซึ่งสามารถลดการใช้น้ำที่ต้องเติม

ในกระบวนการผลิตและเป็นการลดปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น ติดตั้งระบบดักไขมันและตะกอน เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียก่อนปล่อยสู่ระบบบำบัด นอกจากนี้โรงงานหลายแห่งมีโครงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพอีกด้วย

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในประเทศไทยซึ่งส่วนใหญ่ใช้กระบวนการสกัดแบบเปียก ใช้ไอน้ำช่วยในการสกัดแบบบีบอัดด้วยสกรู น้ำมันปาล์มที่ได้ปนอยู่กับน้ำแล้วจึงแยกน้ำมันออกจากน้ำและสิ่งเจือปนอื่นๆ กระบวนการผลิตเช่นนี้ประมาณได้ว่า น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จำนวน 1 ตัน จะต้องใช้น้ำประมาณ 5-7.5 ตัน น้ำบางส่วนจะระเหยไปในรูปของไอน้ำ บางส่วนควบแน่นและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนที่ถูกปล่อยทิ้งจากกระบวนการสกัดไปเป็นน้ำทิ้งที่จะต้องได้รับการบำบัดประมาณมากกว่า 50% ของน้ำที่ใช้ทั้งหมด ซึ่งก็จะสามารถประมาณการได้ว่ามีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตอย่างน้อย 2.5 ตัน ต่อการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน ปริมาณวัตถุดิบผลปาล์มสดที่ผลิตได้ในปี 2555 ประมาณ 8 ล้านตัน ทำให้มีน้ำทิ้งไม่ต่ำกว่า 20 ล้านตันต่อปี น้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตมีคุณภาพต่ำมาก เช่นมีค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) สูงถึง 25,000 mg/L ค่าน้ำมันและไขมัน (Oil&Grease) 4000–6000 mg/L ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4-5 (Ma, 1993) ค่าคุณภาพน้ำที่ต่ำนี้ย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรและระบบนิเวศในบริเวณใกล้เคียงได้ สำหรับการศึกษาในประเทศไทยยังมีข้อมูลอยู่เพียงเล็กน้อยทั้งๆ ที่พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยทั่วไปค่าคุณภาพน้ำทางเคมี-กายภาพ และโลหะหนักมีค่าไม่เกินค่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินของประเทศไทย ประเภทที่ 4 เพื่ออุตสาหกรรม แต่คุณภาพน้ำจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพต่ำมาก ระบบบ่อผึ่งเป็นระบบที่นิยมใช้ซึ่งกระบวนการบำบัดเช่นนี้จะยังคงทำให้คุณภาพน้ำทางเคมี-กายภาพที่ออกจากระบบยังเกินค่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน การเปลี่ยนไปใช้ระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าและยังสามารถนำน้ำทิ้งที่มีค่า BOD สูงนั้นมาใช้ประโยชน์ในการผลิตก๊าซชีวภาพและนำมาผลิตไฟฟ้าต่อไป อย่างไรก็ตามน้ำมันและสารอาหารที่หลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้งยังสามารถที่จะแยกออกจากน้ำทิ้งและนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกจำนวนมาก

น้ำมันปาล์มสามารถผลิตได้จากน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม (seed oil) และน้ำมันที่ได้จากเส้นใยปาล์ม (palm mesocarp fiber) การผลิตน้ำมันจากเส้นใยปาล์มประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการสกัดน้ำมัน (mill processing) และกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์ (refine processing) โดยการสกัดน้ำมันปาล์มดิบเริ่มจากการนำปาล์มสดทั้งทะลายมาทำการอบด้วยไอน้ำที่ความดัน 2.5-3 bar ที่อุณหภูมิประมาณ 130-135°C เป็นเวลา 50-75 นาที เพื่อเป็นการหยุดยั้งเอนไซม์ต่างๆ จากนั้นนำทะลายปาล์มเข้าสู่เครื่องนวดเพื่อแยกทะลายปาล์มออกจากผลปาล์ม



รูปที่ 1.2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

(Industrial Processes and the Environment, 1999)

แล้วจึงนำผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการสกัดน้ำมันโดยนำส่วนเปลือกมาอบที่อุณหภูมิ 90-100°C เป็นเวลา 20 นาที และเข้าสู่เครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ ซึ่งจะได้เป็นน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO) การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการสกัดโดยส่งเข้าถังกรองเพื่อแยกน้ำมันออกจากของแข็ง จากนั้นนำน้ำมันเข้าสู่เครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำออกจากน้ำมัน น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต (Palm Oil Mill Effluent, POME) เป็นน้ำจากขั้นตอนในส่วนของ condensate, pressing และ washing ภายในน้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบนั้นจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ มากมาย เป็นผลทำให้ค่าซีโอดีของน้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตส่วนนี้มีค่าสูงมากอยู่ที่ประมาณ 53,110 mg/L (Ahmad *et al.* 2008) ซึ่งเป็นค่าที่เกินกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด นอกจากนี้น้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบยังมีสารแคโรทีนปนออกมาด้วย ซึ่งสารแคโรทีนนี้จะมีสีแดงส้มทำให้น้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบนั้นมีสีน้ำตาลแดงด้วยเช่นกัน นอกจากในน้ำมันปาล์มดิบจะมีสารแคโรทีนปนอยู่แล้วนั้น จากการรายงานพบว่าในน้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบก็ยังคงมีปริมาณไขมันและสารแคโรทีนปนอยู่ ซึ่งความเข้มข้นของสารแคโรทีนมีค่าสูงถึง 300-1,400 ppm (Ahmad *et al.* 2008)

การสกัดไขมันและแคโรทีนออกจากน้ำทิ้งที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบนอกจากจะเป็นการช่วยลดค่าซีโอดีที่มีอยู่ภายในน้ำทิ้ง (POME) แล้วกระบวนการบำบัดน้ำทิ้งจะสามารถทำได้ง่ายขึ้น ในส่วนของน้ำทิ้ง (POME) ที่ออกมาจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบมีอุณหภูมิประมาณ 80-90 °C จึงเท่ากับเป็นการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ มาด้วยแล้ว ไขมันและแคโรทีนที่แยกได้จึงเป็นสารอาหารที่สามารถใช้บริโภคได้ด้วย

Ahmad และคณะได้รายงานในปี 2008 เกี่ยวกับการสกัดไขมันและแคโรทีนจากน้ำทิ้ง (POME) จากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบในระดับห้องปฏิบัติการ ซึ่งการทำการทดลองในระดับกึ่งอุตสาหกรรมจะสามารถประเมินถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไขมันและแคโรทีนจากน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในระดับกึ่งอุตสาหกรรม

1.2.2 ศึกษาปริมาณแคโรทีนรวม และปริมาณเบต้าแคโรทีนจากไขมันที่สกัดได้จากน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 สกัดไขมันและแคโรทีนจากน้ำทิ้งของโรงงานน้ำมันพืชบริสุทธิ์ ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา และโรงงานตรังน้ำมันปาล์ม ต.นาเมืองเพชร อ.สิเกา จ.ตรัง

1.3.2 สกัดไขมันและแคโรทีนด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและแยกตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporator และวิเคราะห์ carotene และβ-carotene ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrometer และ HPLC โดยใช้ β-carotene เป็นสารมาตรฐาน

1.3.3 สกัดไขมันและแคโรทีนในระดับกึ่งอุตสาหกรรม (Pilot scale) โดยใช้เครื่อง Liquid-Liquid Extraction QVF รุ่น CTS7 เพื่อเปรียบเทียบกับการสกัดไขมันและแคโรทีนในระดับห้องปฏิบัติการ (Lab. scale)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบประสิทธิภาพการสกัดแคโรทีนจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์มโดยใช้เครื่อง Liquid-Liquid Extraction QVF รุ่น CTS7 ในระดับกึ่งอุตสาหกรรม

1.4.2 ทราบปริมาณแคโรทีนและβ-carotene จากน้ำมันที่สกัดจากน้ำทิ้งโรงงานน้ำมันปาล์ม และการปรับความเข้มข้นให้เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์

1.4.3 ประเมินความเป็นไปได้ในการสกัดไขมันและแคโรทีนในระดับกึ่งอุตสาหกรรม