

คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม  
สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

นางสาวพรภิมย์ เพชรอักษร



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2563

**Manual on Management of Wastes from the Palm Oil Industry  
for Establishments in Chumphon Province**

**Miss Pornpirom Petaksorn**



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Science Program in Industrial Environmental Management

Sukhothai Thammathirat Open University

2020

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ: คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับ  
สถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร  
ชื่อและนามสกุล: นางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร  
วิชาเอก: การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช  
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา บรรจงศิริ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2564

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา บรรจงศิริ)



.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ปรานิน แสงอรุณ)



.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. อารยา ประเสริฐชัย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

**ชื่อการศึกษา** คั่นคว่ำอิสระ คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับ  
สถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร  
**ผู้ศึกษา** นางสาวพรภริมา เพชรอักษร รหัสนักศึกษา 2625000803  
**ปริญญา** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม)  
**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา บรรจงศิริ  
**ปีการศึกษา** 2563

### บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้มากที่สุดของจังหวัดชุมพร โดยในขั้นตอนการสกัดน้ำมันปาล์ม พบว่า มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการมากกว่าร้อยละ 70 หากมีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและมีการนำของเสียดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ จะเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม เพิ่มมูลค่าของทะลายปาล์มให้สูงขึ้น และเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับ โรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม การศึกษาคั่นคว่ำอิสระในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือ การจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

วิธีการจัดทำคู่มือ ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต และแนวทางในการจัดการ ของเสียที่เกิดขึ้น โดยมีการตรวจสอบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และนำไปปรับแก้ไข เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานกับ โรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจำนวน 46 โรงงาน ในพื้นที่จังหวัดชุมพร

ผลการศึกษาพบว่า คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับ สถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ประกอบด้วยเนื้อหา 4 บท คือ บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับ ปาล์มน้ำมัน บทที่ 2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม บทที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต น้ำมันปาล์ม และบทที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เมื่อนำคู่มือ ไปตรวจสอบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ** การจัดการของเสีย อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม ของเสียจาก กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

**Independent Study title:** Manual on Management of Wastes from the Palm Oil Industry for Establishments in Chumphon Province

**Author:** Miss Pornpirom Petaksorn      **ID:** 2625000803

**Degree:** Master of Science (Industrial Environmental Management)

**Independent Study advisor:** Dr.Kultida Bunjongsiri, Assistant Professor

**Academic year:** 2020

### **Abstract**

The Palm oil industry is the undertaking that generates the most revenue in Chumphon Province. In the process of extracting palm oil, the amounts of wastes generated are more than 70% of raw materials. However, even the wastes are disposed of properly and recycled, such efforts will help preserve the environment. The value of palm bunches will increase and this will also generate more income for the palm oil industry. This study was undertaken to develop a manual on management of wastes from the palm oil industry for establishments in Chumphon province.

The manual preparation involved the review of related technical and research documents on such matters as palm oil production process, wastes generated from the production process and guidelines for waste management. The draft manual's content was examined by three experts and then revised so that the manual could be used by all 46 palm oil factories in the province.

The finalized manual on management of wastes from the palm oil industry for establishments in Chumphon province contains four chapters: Chapter 1 - Knowledge of palm oil; Chapter 2 - Palm oil production process; Chapter 3 - Waste generated from the palm oil production process; and Chapter 4 - Guidelines for waste management in palm oil industry. Finally, the manual's content received a high level of satisfaction from the experts.

**Keywords:** Waste management, Palm oil industry, Palm oil production process, Waste generated from the palm oil production process

## กิตติกรรมประกาศ

การทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา บรรจงศิริ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการจัดทำการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณคุณวริษา ค่านพงศกร หัวหน้าฝ่ายควบคุมมลพิษ ส่วนสิ่งแวดล้อม สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดชุมพร คุณเจริญขวัญ แก้วทองราช หัวหน้ากลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดชุมพร และคุณศักดิ์พี คนชื่อ ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ที่ได้เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินคู่มือ พร้อมทั้งให้ข้อมูลและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการนำไปปรับปรุงแก้ไขคู่มือจนกลายเป็นคู่มือฉบับสมบูรณ์

นอกจากนี้ ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษาและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจตลอดมา

พรภิรมย์ เพชรอักษร

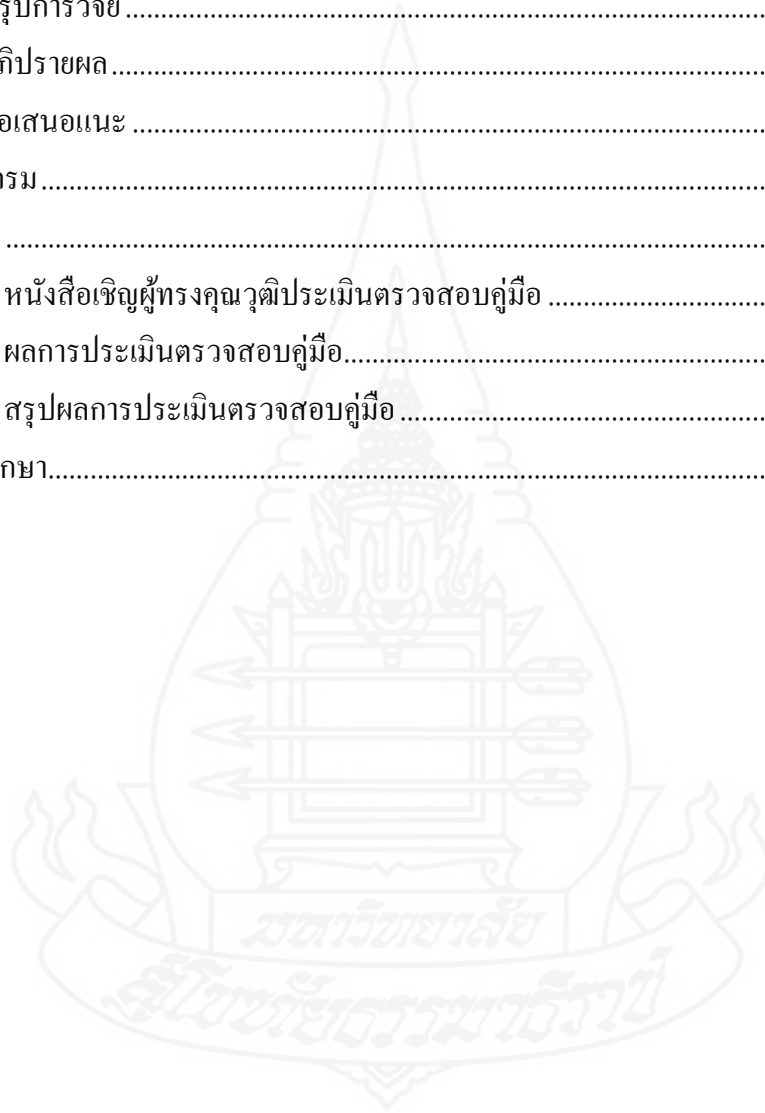
กรกฎาคม 2564

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ .....	3
ขอบเขตในการจัดทำคู่มือ.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดชุมพร .....	6
สถานการณ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน.....	10
แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรม .....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	20
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการจัดทำคู่มือ.....	24
ศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือ .....	24
วางแผนในการดำเนินการจัดทำคู่มือ.....	25
ดำเนินการจัดทำคู่มือ.....	25
การประเมินตรวจสอบคู่มือ.....	26
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	28
คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร .....	29

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	78
สรุปการวิจัย .....	78
อภิปรายผล .....	79
ข้อเสนอแนะ .....	79
บรรณานุกรม .....	80
ภาคผนวก .....	85
ก หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินตรวจสอบคู่มือ .....	86
ข ผลการประเมินตรวจสอบคู่มือ.....	90
ค สรุปผลการประเมินตรวจสอบคู่มือ .....	94
ประวัติผู้ศึกษา.....	96





## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 สรุปสถิติการเกษตรด้านพืชที่สำคัญของจังหวัดชุมพร .....	2
ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งเขตการปกครองจังหวัดชุมพร .....	7
ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนประชากรจังหวัดชุมพรแยกตามสัญชาติ .....	8



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญของประเทศไทย .....	2
ภาพที่ 1.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย.....	4
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเศรษฐกิจจังหวัดชุมพร .....	8
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการผลิตภาคการเกษตรจังหวัดชุมพร.....	9
ภาพที่ 2.3 ผลผลิตน้ำมันปาล์มจากทั่วโลกในปี 2561 .....	11
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม.....	11

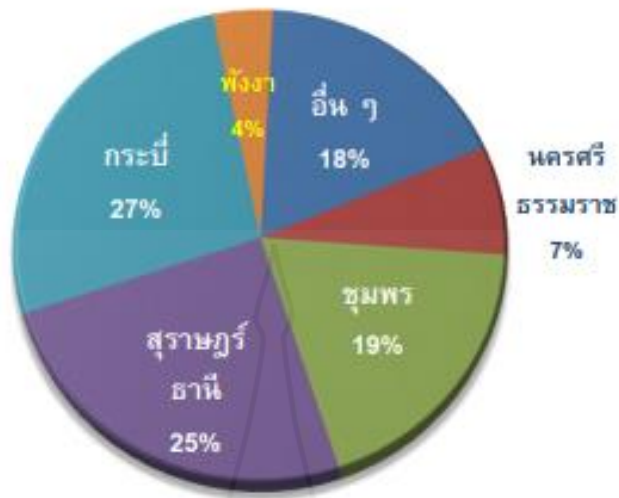


# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สามารถทำรายได้ให้กับประเทศ เป็นมูลค่ามหาศาล ถือเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ในประเทศ เช่น มะพร้าว ถั่วเหลือง และทานตะวัน เนื่องจากปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีส่วนแบ่ง การตลาดในประเทศสูงสุดและมีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมน้ำมันพืช โดยก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ในอุตสาหกรรมที่ใช้ไขมันพืชเป็นวัตถุดิบ ด้วยเหตุดังกล่าวจึงทำให้ความต้องการน้ำมันปาล์ม ในการบริโภคเพิ่มขึ้นทุกปี ดังจะเห็นได้จากพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและการขยายพื้นที่ปลูก อย่างต่อเนื่อง จากภาพที่ 1.1 พบว่า แหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญจะอยู่ทางภาคใต้ของประเทศ โดยจังหวัดที่มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุด ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร โดยมีสัดส่วน อยู่ที่ร้อยละ 27 ร้อยละ 25 และร้อยละ 19 ของประเทศ ตามลำดับ (โกสินทร์ วงศ์รัตน์, 2562) เนื่องจากพื้นที่ภาคใต้มีจุดแข็ง จากสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะมีฝนตกชุกและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี มีความชื้นสูงและแสงแดดจัด มีอุตสาหกรรม ที่รองรับผลผลิตแบบครบวงจร ได้แก่ โรงสกัดและโรงกลั่นน้ำมันปาล์ม โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ขนาดใหญ่ โรงงานผลิตไบโอดีเซล ซึ่งมีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำเสียที่ได้จากกระบวนการผลิต ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและมีรายได้เพิ่มจากการจำหน่ายกระแสไฟฟ้า อีกทั้งยังมีข้อได้เปรียบ ด้านต้นทุนในการขนส่งที่น้อยลง ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตลดลง และไม่เกิดการสูญเสีย น้ำหนักปาล์มน้ำมันในระหว่างการขนส่งอีกด้วย



ภาพที่ 1.1 แหล่งปลูกปาล์มน้ำมันที่สำคัญของประเทศไทย  
ที่มา: โกสินทร์ วงศ์รัตน์ (2562, น.43)

จังหวัดชุมพร ตั้งอยู่ตอนบนสุดของภาคใต้ มีพื้นที่เรียวยาวตามแนวเหนือ-ใต้ ขนาดพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของภาค ลักษณะภูมิประเทศจะเป็นพื้นที่ราบสลับที่ดอน มีฝนตกชุกตลอดทั้งปี ประชาชนส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยมีพื้นที่ทำการเกษตรถึงร้อยละ 59 ของพื้นที่จังหวัด จากตารางที่ 1.1 พบว่า พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดชุมพร ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา ทูเรียน และกาแฟ ตามลำดับ โดยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุด จึงถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดชุมพร

ตารางที่ 1.1 สรุปสถิติการเกษตรด้านพืชที่สำคัญของจังหวัดชุมพร

ชนิดพืช	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	จำนวนเกษตรกร (ราย)
ปาล์มน้ำมัน	1,000,161	43,818
ยางพารา	540,756	36,126
ทูเรียน	180,761	196,252
กาแฟ	123,963	12,132

ที่มา: ณรงค์วิทย์ แสนทอง (2561, น.92)

อุตสาหกรรมที่สำคัญในจังหวัดจะเป็นอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องมาจากการผลิตภาคการเกษตรและเป็นโรงงานขนาดกลาง ได้แก่ อุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง อุตสาหกรรมผลิตผลไม้และน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง ซึ่งอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม ถือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้มากที่สุดของจังหวัด โดยในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์ม จะเริ่มจากการนำทะลายสดเข้าในหม้อนึ่งซึ่งมีความดันสูงเพื่อให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะลาย ผลปาล์มที่แยกออกจากทะลายแล้วจะถูกแยกน้ำมันออก น้ำมันที่ได้จะผ่านการทำความสะอาดเพื่อแยกสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำมัน ทำให้ได้น้ำมันเปลือกผลปาล์มที่สะอาด โดยในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม จะได้น้ำมันปาล์มดิบประมาณร้อยละ 18-22 ซึ่งจะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันบริโภคหรืออุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ และพบว่ามีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการสกัดน้ำมันมากกว่าร้อยละ 70 ได้แก่ ทะลายเปล่า เส้นใยเปลือกผลปาล์ม กากสลัดจ์ กากตะกอน กะลา ซึ่งในปัจจุบันของเสียที่เกิดขึ้นเหล่านี้ยังมีการปล่อยทิ้งไว้เฉยๆ โดยไม่มีใครสนใจที่จะหาวิธีการจัดการ จึงเกิดเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น หากมีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและมีการนำของเสียดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ นอกจากจะเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของทะลายปาล์มให้สูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม รายได้ดังกล่าว สามารถใช้เป็นต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบ (ปาล์มทะลาย) ซึ่งจะมีผลทำให้ราคาปาล์มน้ำมันมีเสถียรภาพมากขึ้น อีกด้วย (ธีระพงศ์ จันทนิยม, 2551)

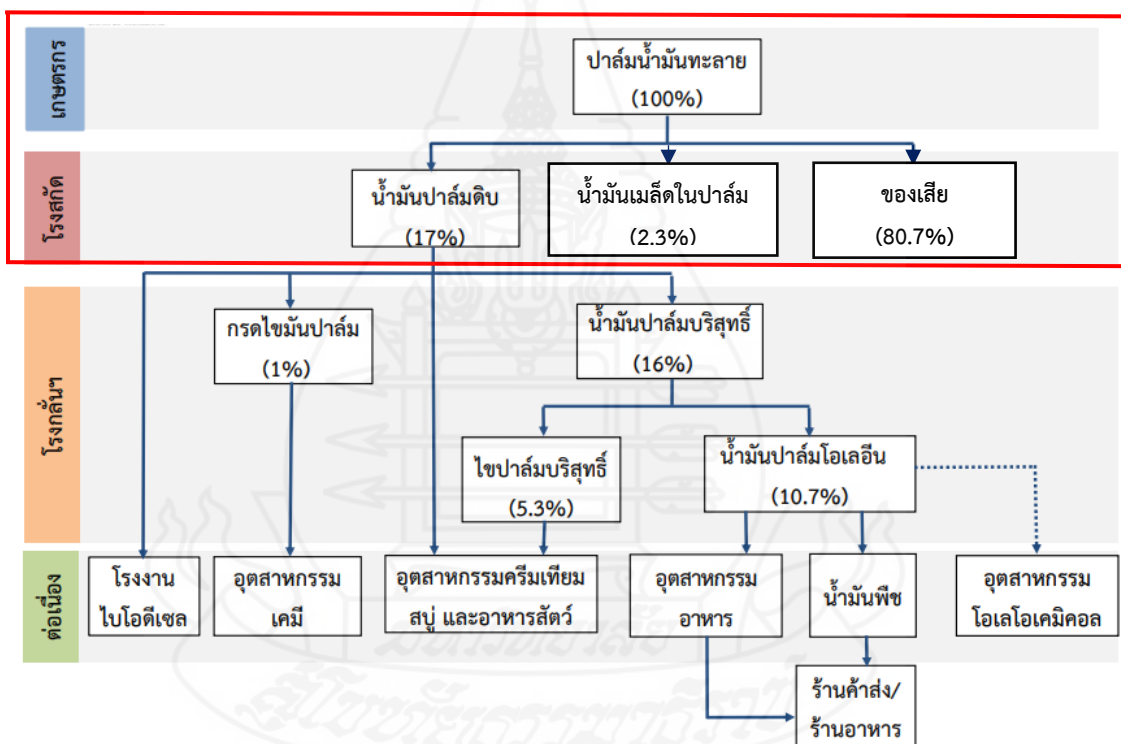
จากปัญหาดังกล่าวทางผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นประโยชน์ในการจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร เพื่อได้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางในการจัดการ รวมถึงใช้ประโยชน์จากของเสียที่เกิดขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มมูลค่าของห่วงโซ่การผลิตน้ำมันปาล์มของสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

### 3. ขอบเขตในการจัดทำคู่มือ

จากภาพที่ 1.2 เป็นภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด จะประกอบไปด้วย เกษตรกร โรงสกัด โรงกลั่น และอุตสาหกรรมต่อเนื่องในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้ศึกษาสนใจศึกษาเฉพาะในส่วนของ 2 กระบวนการแรก คือ ในส่วนที่เกษตรกรมีการส่งขายปาล์มน้ำมันทะลายเข้าสู่โรงสกัด โดยจะศึกษาถึงกระบวนการผลิตในโรงสกัด รวมถึงของเสียที่เป็นกากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นกระบวนการหลักและก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร



ภาพที่ 1.2 ภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย  
ที่มา: ดัดแปลงจาก ภัศรา วงศ์ณีโรจน์ (2561, น.12)

#### 4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานด้านการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

4.2 เพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ในการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเพื่อจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ได้ศึกษาทฤษฎี หลักการและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดชุมพร
2. สถานการณ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน
3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดชุมพร

##### 1.1 ลักษณะทางกายภาพ

จังหวัดชุมพร ตั้งอยู่ตอนบนสุดของภาคใต้ มีเนื้อที่ 3.75 ล้านไร่ หรือ 6,010.849 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่มากเป็นอันดับ 4 ของภาคใต้ เป็นจังหวัดแรกของภาคใต้ตอนบนฝั่งอ่าวไทย มีความยาวประมาณ 222 กิโลเมตร ความกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 36 กิโลเมตร

##### 1.1.1 อาณาเขต จังหวัดชุมพร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

- |             |   |
|-------------|---|
| ทิศเหนือ    | : เขตอำเภอท่าแซะ และอำเภอปะทิว ติดต่อกับ อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์                               |
| ทิศใต้      | : เขตอำเภอละแม และอำเภอพะโต๊ะ ติดต่อกับ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี   |
| ทิศตะวันออก | : เขตอำเภอปะทิว อำเภอเมืองชุมพร อำเภอสวี อำเภอทุ่งตะโก และอำเภอหลังสวน ติดต่อกับทะเลอ่าวไทย                     |
| ทิศตะวันตก  | : เขตอำเภอเมืองชุมพร อำเภอสวี อำเภอหลังสวน และอำเภอพะโต๊ะ ติดต่อกับอำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง และประเทศเมียนมาร์ |



### 1.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

แบ่งออกเป็นพื้นที่ราบตอนกลาง พื้นที่ราบชายฝั่งทะเล และพื้นที่ทางทิศตะวันตก เป็นที่สูงและภูเขา ทิวเขาที่สำคัญ คือ ทิวเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นพรมแดนทางธรรมชาติระหว่างประเทศไทยกับประเทศเมียนมาร์ ด้านตะวันออก เป็นที่ราบตอนกลาง ซึ่งมีลักษณะเป็นที่ราบลูกคลื่นและที่ราบลุ่ม ซึ่งเป็นเขตเกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัด

### 1.1.3 สภาพภูมิอากาศ

จังหวัดชุมพร มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดูกาล คือ

1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงเปลี่ยนมรสุมหลังจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลง

2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลอันดามัน เป็นมวลอากาศที่มีความชื้นสูงและเปลี่ยนเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้เกิดฝนตกชุก อุณหภูมิในจังหวัดเฉลี่ยอยู่ที่ 28.95 °C อุณหภูมิสูงสุด 38.30 °C อุณหภูมิต่ำสุด 19.50 °C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ประมาณร้อยละ 71

### 1.1.4 การปกครอง

จังหวัดชุมพรแบ่งเขตการปกครองเป็น 8 อำเภอ 70 ตำบล 737 หมู่บ้าน 27 เทศบาล (2 เทศบาลเมือง 25 เทศบาลตำบล) 51 องค์การบริหารส่วนตำบล

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งเขตการปกครองจังหวัดชุมพร

อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	เทศบาลเมือง	เทศบาลตำบล	อบต.
1. อำเภอเมือง	17	161	1	9	9
2. อำเภอท่าแซะ	10	116	-	2	10
3. อำเภอปะทิว	7	75	-	6	4
4. อำเภอสวี	11	116	-	2	9
5. อำเภอทุ่งตะโก	4	35	-	2	2
6. อำเภอหลังสวน	13	141	1	2	9
7. อำเภอพะโต๊ะ	4	46	-	1	4
8. อำเภอละแม	4	47	-	1	4
<b>รวม</b>	<b>70</b>	<b>737</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>51</b>

ที่มา: ชวนพิศ เจียมไชยศรี (2563, น.32)

### 1.1.5 ประชากร

จังหวัดชุมพร มีประชากร 510,963 คน มีสัญชาติไทย จำนวน 506,573 คน และไม่ได้สัญชาติไทย จำนวน 4,390 คน ความหนาแน่นอยู่ที่ร้อยละ 85 ต่อตารางกิโลเมตร

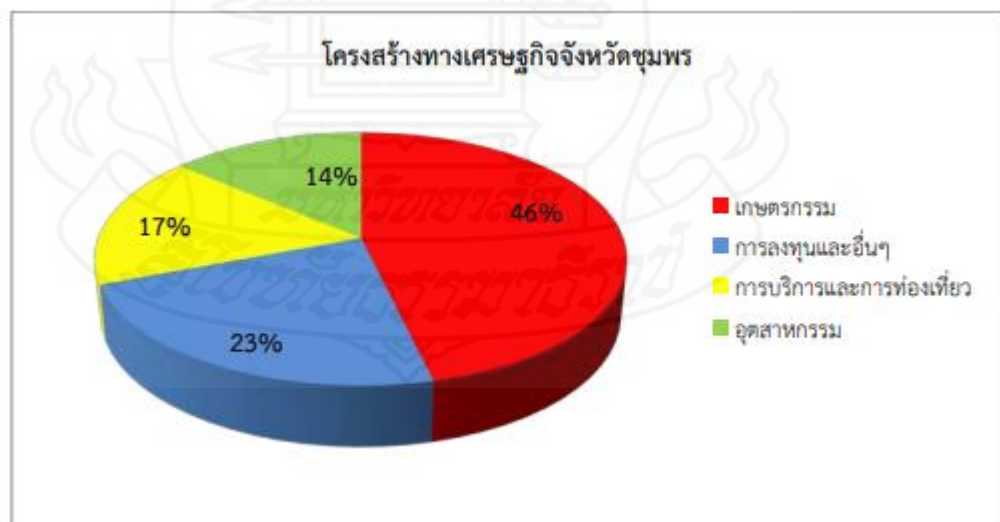
ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนประชากรจังหวัดชุมพรแยกสัญชาติ

สัญชาติไทย		ไม่ได้สัญชาติไทย	
ชาย (คน)	หญิง (คน)	ชาย (คน)	หญิง (คน)
250,635	255,938	2,280	2,110
รวม 506,573		รวม 4,390	
<b>รวมทั้งสิ้น 510,963</b>			

ที่มา: ชวนพิศ เจียมไชยศรี (2563, น.33)

### 1.2 ลักษณะทางเศรษฐกิจ

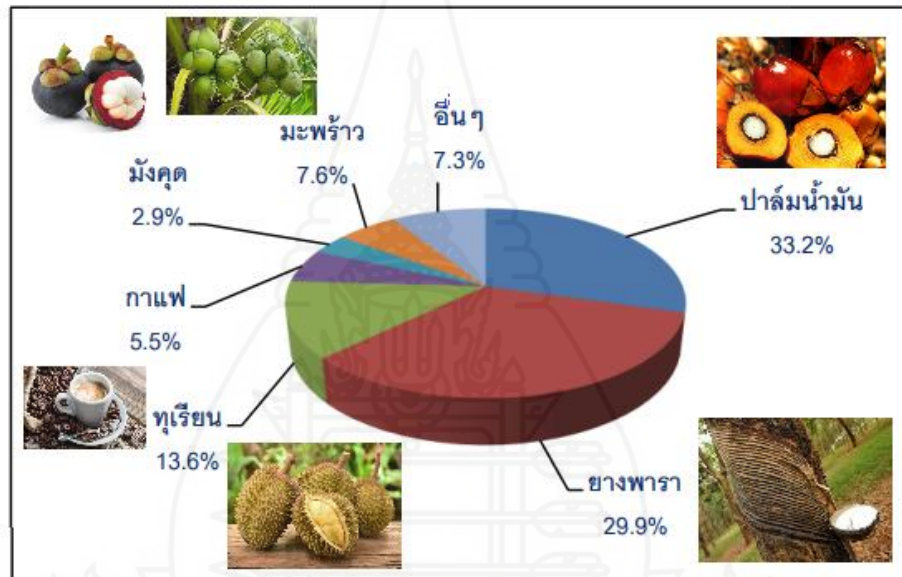
โครงสร้างทางเศรษฐกิจของจังหวัดชุมพร ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัด (Gross Provincial Product : GPP) จำแนกเป็น การผลิตภาคเกษตรกรรมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมา ได้แก่ การผลิตภาคบริการและการท่องเที่ยว ภาคอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 17 และร้อยละ 14 ตามลำดับ ส่วนอีกร้อยละ 23 จะเป็นการผลิตภาคการลงทุนและอื่นๆ



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเศรษฐกิจจังหวัดชุมพร

ที่มา: พัชรีย์ ไตรรัตน์ศิริ (2561, น.17)

**1.2.1 เกษตรกรรม** จังหวัดชุมพรมีพื้นที่ทำการเกษตรกรรมร้อยละ 59 ของพื้นที่จังหวัด ประชากรร้อยละ 80 มีอาชีพเกษตรกรรม มูลค่าการผลิตภาคการเกษตรสูงสุดมาจากพืชเศรษฐกิจหลัก ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา ทูเรียน มะพร้าว กาแฟ และมังคุด ทั้งนี้ ในประเทศจังหวัดชุมพรถือว่ามีพื้นที่ปลูกกาแฟพันธุ์โรบัสตามากที่สุด ปลูกทูเรียน มากเป็นอันดับสองรองจากจังหวัดจันทบุรี ปลูกปาล์มน้ำมันและมังคุดมากเป็นอันดับ 3 ของประเทศ สำหรับการปศุสัตว์จังหวัดชุมพร ไม่มีทุ่งหญ้า เลี้ยงสัตว์ เกษตรกรจึงทำปศุสัตว์เป็นอาชีพเสริม สัตว์ที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ เป็ด ไก่ไข่ โคเนื้อ และสุกร จังหวัดชุมพรถือเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพทางการประมงอยู่ในระดับสูง ทั้งในด้านการประมงทางทะเลและน้ำจืด



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการผลิตภาคการเกษตรจังหวัดชุมพร  
ที่มา: ดัดแปลงจาก พัชร ไตรรัตน์ศิริ (2561, น.24)

**1.2.2 อุตสาหกรรม** จังหวัดชุมพรมีโรงงานอุตสาหกรรม 609 แห่ง ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการผลิตภาคการเกษตรและเป็นโรงงานขนาดกลาง การตั้งโรงงานจะกระจายตามพื้นที่ที่มีความพร้อมในด้านสาธารณูปโภคและใกล้แหล่งวัตถุดิบ เนื่องจากจังหวัดชุมพรยังไม่มีกำหนดเขตประกอบการอุตสาหกรรมสำหรับการรวมตัวของโรงงานอุตสาหกรรม โดยพบว่าอุตสาหกรรมที่มีการลงทุนมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่

1) **อุตสาหกรรมอาหาร** ประกอบด้วย การผลิตเกี่ยวกับผลไม้ และน้ำมันจากพืชเป็นหลัก เช่น การหีบสกัดน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ถือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้มากที่สุดของจังหวัด รองลงมา ได้แก่ การผลิตผลไม้และน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง และการทำน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์ ตามลำดับ

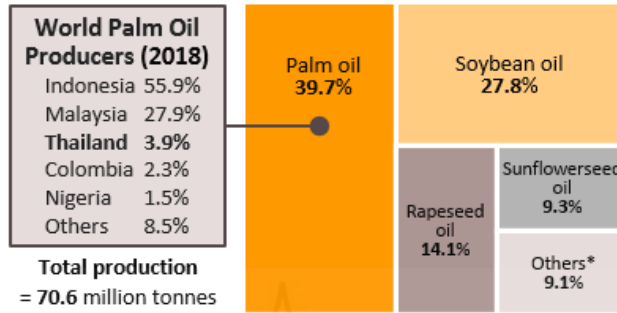
2) **อุตสาหกรรมยาง** ประกอบด้วย การผลิตเกี่ยวกับยางเป็นหลัก เช่น การทำยางแผ่นดิบผึ่งแห้ง ยางรมควันและยางครฟ รองลงมา ได้แก่ การผลิตน้ำยางข้น ตามลำดับ

3) **อุตสาหกรรมขนส่ง** ประกอบด้วย การซ่อมแซมยานยนต์เป็นหลัก เช่น การซ่อมแซมยานที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ รองลงมา ได้แก่ การต่อ ซ่อมแซม ทาสีเรือ ในอู่ต่อเรือ และการพ่นสีกันสนิมยานที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ตามลำดับ

**1.2.3 การท่องเที่ยว** จะเป็นการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งสามารถเข้าไปสัมผัสถึงชีวิตของชาวสวน กิจกรรมภายในสวน อีกทั้งยังมีธรรมชาติที่สวยงามของป่า เทือกเขาหินปูน ตลอดจนสองข้างทาง บรรยากาศเต็มไปด้วยต้นไม้ รมรื่นเขียวชอุ่ม นอกจากนี้จังหวัดชุมพรยังมีสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์อีกด้วย

## 2. สถานการณ์อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน

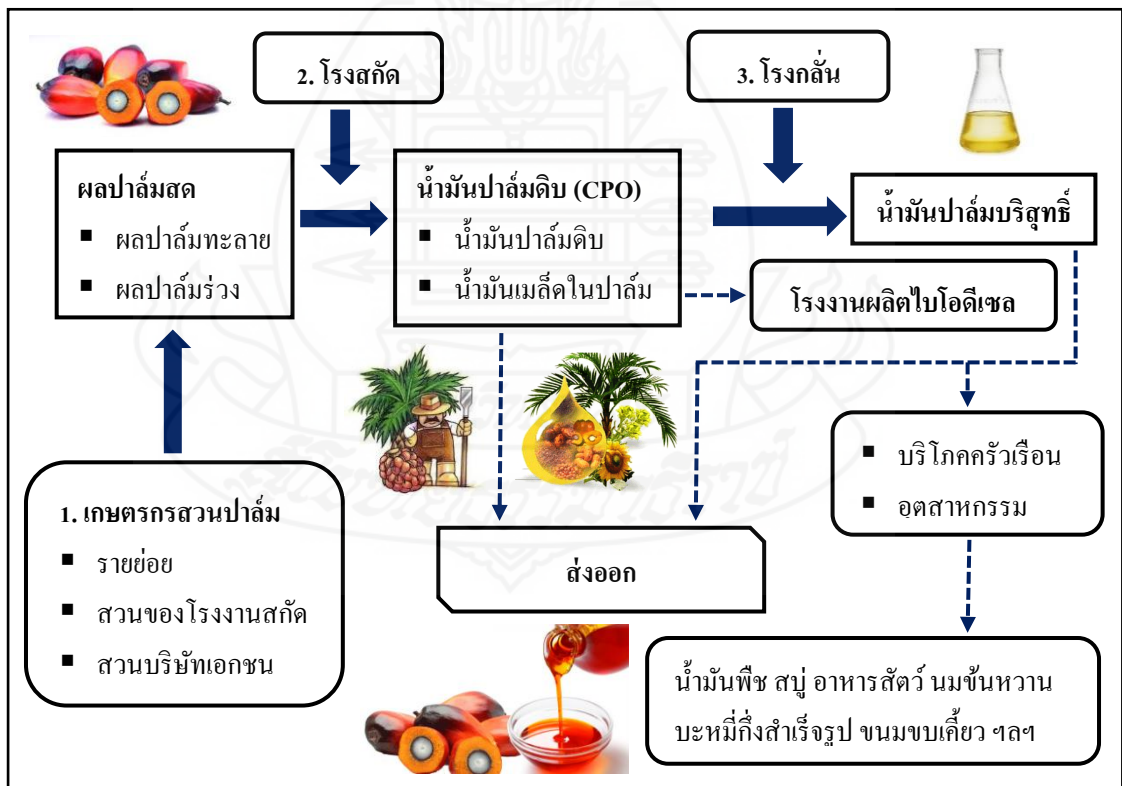
น้ำมันปาล์ม เป็นน้ำมันจากพืชที่มีต้นทุนการผลิตต่ำสุดเมื่อเทียบกับน้ำมันจากพืชชนิดอื่นๆ อาทิ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันเรปซิด น้ำมันจากเมล็ดดอกทานตะวัน น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันมะกอก ส่วนหนึ่งเป็นผลจากผลผลิตต่อไร่ของผลปาล์มสดจะสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น 6-10 เท่า จากข้อมูลในปี 2561 ทั่วโลกมีปริมาณการผลิตและการบริโภคน้ำมันปาล์ม 70.6 ล้านตัน และ 66.4 ล้านตัน ตามลำดับ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.7 และ 38.6 ของปริมาณการผลิตและการบริโภคน้ำมันจากพืชทุกชนิด แหล่งผลิตน้ำมันปาล์มที่สำคัญอยู่ในภูมิภาคอาเซียน ประเทศผู้ผลิตหลักที่มีบทบาทกำหนดทิศทางราคาในตลาดโลก คือ อินโดนีเซียและมาเลเซีย มีผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 39.5 ล้านตัน และ 19.7 ล้านตัน ตามลำดับ และทั้งสองประเทศนี้ยังเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ของโลก ประเทศไทยมีผลผลิตน้ำมันปาล์มสูงเป็นอันดับ 3 ของโลก ดังแสดงในภาพที่ 2.3 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ โดยเฉพาะในจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร (สัดส่วนรวมกันเกือบร้อยละ 60) ที่เหลือจะกระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งหันมาปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)



ภาพที่ 2.3 ผลผลิตน้ำมันปาล์มจากทั่วโลกในปี 2561  
ที่มา: เฉลิมพงษ์ สันติวารกร (2563, น.38)

### 2.1 โครงสร้างอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มของไทยมีจุดแข็งจากการมีห่วงโซ่การผลิตที่ครบวงจร พบว่า โครงสร้างอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม มีองค์ประกอบที่สำคัญหลัก 4 ส่วน ได้แก่ กลุ่มผู้ปลูกปาล์ม น้ำมัน กลุ่มผู้แปรรูปผลปาล์มสด กลุ่มผู้แปรรูปน้ำมันปาล์มดิบ และกลุ่มผู้แปรรูปอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (กรมการค้าภายใน, 2556) ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม  
ที่มา: ดัดแปลงจาก เฉลิมพงษ์ สันติวารกร (2563, น.54)

### 2.1.1 กลุ่มผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน (การผลิตวัตถุดิบต้นน้ำ) แบ่งประเภทได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) บริษัทเอกชนผู้ปลูกปาล์ม ที่มีการบริหารจัดการเชิงธุรกิจ ส่วนใหญ่จะเป็นอีกธุรกิจของโรงงานสกัดปาล์มน้ำมันที่มีสวนปาล์มเป็นของตนเอง มีการบริหารจัดการที่ดี ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูง

2) เกษตรกรรายย่อย ที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มตั้งแต่ 5 ไร่ ถึง 20,000 ไร่ แต่ส่วนใหญ่พื้นที่ปลูกเฉลี่ยรายละ 10-20 ไร่ เกษตรกรในกลุ่มนี้มีจำนวนมากและหลากหลาย พื้นที่ปลูกปาล์มจะอยู่กระจัดกระจายมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ต่ำ ประมาณ 2-2.5 ตัน/ไร่ ส่วนรูปแบบการจำหน่ายผลผลิตของเกษตรกรกลุ่มนี้จะจำหน่ายทะลายปาล์มให้กับพ่อค้าท้องถิ่น หรือลานทะเล และขายให้กับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง

3) กลุ่มเกษตรกรในรูปสหกรณ์ผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน ที่มีการรวมพื้นที่เพาะปลูกเป็นลักษณะแปลงใหญ่ มีอำนาจการต่อรองสูง เพราะทำงานระบบกลุ่ม มีกรรมการบริหารผู้จัดการ มีประสิทธิภาพการผลิตอยู่ในระดับกลาง

### 2.1.2 กลุ่มผู้แปรรูปผลปาล์มสด (อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ขั้นต้น) ได้แก่

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งปัจจุบันมีโรงงานหีบสกัดน้ำมันปาล์มกว่า 80 โรงงาน ตั้งอยู่ในพื้นที่ปลูกปาล์ม โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มส่วนใหญ่จะผลิตน้ำมันปาล์มดิบเพื่อขายต่อให้โรงกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ หรืออุตสาหกรรมอื่นเพื่อนำไปผลิตไบโอดีเซลต่อไป ซึ่งโรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบมักนำผลผลิตที่เหลือจากการสกัดน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์อื่นๆ อาทิ กากปาล์มใช้ผลิตอาหารสัตว์ ทะลายปาล์มเปล่า เส้นใย และกะลาปาล์มใช้เป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น

### 2.1.3 กลุ่มผู้แปรรูปน้ำมันปาล์มดิบ (อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ขั้นกลาง)

ได้แก่ โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ โดยผู้ประกอบการกลุ่มนี้มีทั้งส่วนที่รับซื้อน้ำมันปาล์มดิบจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มมากลั่น ซื้อมวลปาล์มมาสกัดในโรงงานก่อนที่จะส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าโรงกลั่น หรือมีสวนปาล์มเป็นของตนเองเพื่อบริหารจัดการวัตถุดิบเข้าโรงงานได้อย่างเพียงพอ ตั้งแต่ต้นทาง โดยผู้ประกอบการรายใหญ่มักลงทุนในธุรกิจอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย อาทิ โรงสกัดน้ำมันปาล์มดิบและธุรกิจผลิตน้ำมันพืช

### 2.1.4 กลุ่มผู้แปรรูปอุตสาหกรรมต่อเนื่อง (อุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์

ขั้นปลาย) ได้แก่ การผลิตไบโอดีเซล อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมครีมเทียม สบู่ อาหารสัตว์ อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอล

## 2.2 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มอย่างมีคุณภาพ

ปัจจุบันเกษตรกรรายย่อยประสบปัญหาด้านการเพิ่มผลผลิตจากการบริหารจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เหมาะสม ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวและการขนส่ง ทำให้ได้ผลผลิตต่ำและผลผลิตไม่มีคุณภาพ โดยเกษตรกรเหล่านี้จะมีข้อจำกัดค่อนข้างมากทั้งในด้านความต้องการรายได้จากการขายปาล์ม จึงเป็นการบังคับให้เกษตรกรจำเป็นต้องทำการเก็บเกี่ยวก่อนเวลา เพื่อที่จะทำให้ได้รายได้ตามที่คาดหวังในแต่ละช่วงเวลา อีกทั้งเกษตรกรรายย่อยเหล่านี้ต้องจัดหาแรงงานเพื่อทำการเก็บเกี่ยวปาล์มด้วยตนเอง โดยอาจจะใช้แรงงานในครอบครัวบางส่วน แต่โดยส่วนมากจะจ้างแรงงานเก็บเกี่ยวเกือบทั้งหมด ซึ่งในบางช่วงเวลาจะพบปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ทั้งในส่วนของการตัดและแรงงานที่ใช้ในการขึ้นลงปาล์ม โดยเฉพาะในช่วงที่มีผลผลิตมาก ทำให้มีผลปาล์มตกค้างไม่ได้ขนส่งไปยังโรงงานเป็นปริมาณมาก เป็นสาเหตุให้เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid : FFA) ในผลปาล์มสูงขึ้น โดยส่งผลกระทบต่อผลปาล์มสดที่จะมีคุณภาพลดลง และถูกกวดราคาร์บซึ่ นอกจากนี้ บางครั้งเกษตรกรประสบปัญหาการเก็บเกี่ยวปาล์มที่แรงงานมักตัดผลปาล์มดิบมาขายทำให้ต้องคัดผลผลิตทิ้ง ซึ่งเกษตรกรจะเสียรายได้จากการเก็บเกี่ยวปาล์มดิบ โดยมีข้อเสนอแนะในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำมันปาล์มอย่างมีคุณภาพ มีดังนี้

2.2.1 เกษตรกร ควรมีการรวมกลุ่มกันเพื่อดำเนินการและบริหารจัดการด้านการปลูก การเก็บเกี่ยว และขนส่งปาล์มน้ำมันให้ได้คุณภาพมาตรฐาน

2.2.2 สถาบันเกษตรกรหรือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ควรเป็นศูนย์กลางในการให้บริการด้านการเก็บเกี่ยวและขนส่งให้แก่เกษตรกรรายย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการจัดสรรแรงงาน การจัดการแรงงาน รวมทั้งการจัดการรถบรรทุกขนส่งปาล์มน้ำมันเพื่อใช้ในกิจกรรมการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ซึ่งเกษตรกรผู้เป็นสมาชิกของกลุ่มฯ ก็สามารถเข้าร่วมเป็นแรงงานในกลุ่ม เพื่อเก็บเกี่ยวปาล์มให้แก่สมาชิกในกลุ่มได้

2.2.3 ควรมีระบบฐานข้อมูลที่เป็นปัจจุบันที่แสดงข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดระบบการเก็บเกี่ยวและขนส่งที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดทำข้อมูลแปลงด้านปีที่ปลูก อายุปาล์ม ปีที่เริ่มออกดอก ปีที่เริ่มขาย ตำแหน่งของต้นและรหัสต้น เป็นต้น

2.2.4 ควรมีระบบเทคโนโลยีสารสนเทศการจัดการการเก็บเกี่ยวและขนส่งเพื่อใช้เป็นเครื่องมือตัดสินใจ (Decision making tool) ในการให้บริการด้านการเก็บเกี่ยวและขนส่งให้แก่เกษตรกร

2.2.5 ควรมีการถ่ายทอดความรู้สู่เกษตรกรชาวสวนปาล์ม และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เช่น โรงงานสกัดระดับชุมชนในด้านการเก็บเกี่ยวปาล์มที่ถูกวิธีการจัดทำข้อมูลแปลง รวมทั้งการจัดตารางการเก็บเกี่ยว การจัดตารางการขนส่ง

2.2.6 การกำหนดรูปแบบบริหารจัดการ โดยเน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย ในระบบห่วงโซ่อุปทาน ได้แก่ เกษตรกร แรงงาน โรงงานสกัดปาล์มน้ำมันระดับชุมชน สมาชิก เกษตรกร เป็นต้น

2.2.7 ควรมีการ coaching สถาบันเกษตรกรหรือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็น ศูนย์กลางในการให้บริการด้านการเก็บเกี่ยวและขนส่ง

### 3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสียอุตสาหกรรม

#### 3.1 ความหมายของของเสียอุตสาหกรรม

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้ให้นิยามของคำว่า “ของเสีย” หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้ง กากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ได้ให้นิยามของคำว่า “สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว” หมายถึง สิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการ โรงงาน รวมถึงของเสียจากวัตถุคิบ ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ของเสียที่เป็นผลิตภัณฑ์เสื่อมคุณภาพ และน้ำทิ้งที่มีองค์ประกอบหรือมีคุณลักษณะที่เป็นอันตราย

#### 3.2 แหล่งกำเนิดของเสียอุตสาหกรรม

ของเสียอุตสาหกรรม เกิดจากการประกอบกิจการ โรงงาน ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพ การบำบัดมลพิษ การซ่อมบำรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์ การรื้อถอน/ก่อสร้างอาคารภายในบริเวณโรงงาน ทั้งนี้รวมถึงของเสียอันตรายที่เกิดจากอาคารสำนักงานและที่พักคนงานที่อยู่ภายในบริเวณ โรงงาน ยกเว้นของเสียไม่อันตรายที่เกิดจากอาคารสำนักงานและบ้านพักคนงาน เช่น หนังสือพิมพ์ เศษอาหาร ขยะมูลฝอยทั่วไป



### 3.3 การจำแนกประเภทของเสียอุตสาหกรรม

ของเสียอุตสาหกรรม หมายถึง ของเสียหรือสิ่งที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดจากการประกอบกิจการ โรงงาน ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพ การบำบัดมลพิษ การรื้อถอนบริเวณโรงงาน รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ทั้งที่อยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว กึ่งแข็ง กึ่งเหลวหรือก๊าซ ทั้งนี้รวมถึงของเสียอันตรายที่เกิดจากอาคารสำนักงาน และที่พักคนงานที่อยู่ภายในบริเวณโรงงาน โดยของเสียอุตสาหกรรม แบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้ (อิสราภรณ์ ฉายถวิล, 2553)

**3.3.1 ของเสียอุตสาหกรรมที่เป็นอันตราย หรือ ของเสียอันตราย (Industrial hazardous waste)** หมายถึง ของเสียหรือสิ่งที่ไม่ใช้แล้วที่มีองค์ประกอบของสารที่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น กากน้ำมัน น้ำมันปนเปื้อน น้ำมันใช้แล้ว สารกัดกร่อน สารที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย สารพิษ สารที่มีองค์ประกอบของสิ่งเจือปนที่เป็นอันตรายตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม หากไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ได้

**3.3.2 ของเสียอุตสาหกรรมไม่เป็นอันตราย (Industrial non hazardous waste)** หมายถึง ของเสียหรือสิ่งที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่มีการปนเปื้อนสารอันตราย หรืออยู่ในรูปที่คงตัว ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่หากกากของเสียอุตสาหกรรมเหล่านี้ ไม่ได้รับการจัดการกำจัดอย่างถูกต้อง จะส่งผลเสียมากมายต่อสิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะส่งกากอุตสาหกรรมที่ไม่อันตรายไปเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล โดยวิธีการคัดแยกเพื่อจำหน่ายต่อหรือการปรับปรุงคุณภาพของวัสดุที่ใช้แล้วให้กลับมามีคุณภาพดั้งเดิม และนำไปใช้ประโยชน์ใหม่อีกครั้ง โดยการหมักทำปุ๋ย ใช้เป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบทดแทน ฯลฯ เพราะฉะนั้นจึงเป็นหน้าที่ของโรงงานผู้ก่อกำเนิดที่จะต้องส่งกำจัดไปยังโรงงานที่ถูกต้อง ได้รับใบอนุญาต เพื่อจัดการและเพิ่มมูลค่าอย่างถูกวิธี

### 3.4 การจัดการของเสียอุตสาหกรรม

ของเสียอุตสาหกรรม เกิดจากการประกอบกิจการทางอุตสาหกรรมในโรงงาน โดยไม่รวมถึงสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่ไม่เป็นของเสียอันตรายจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และโรงอาหารในบริเวณโรงงาน โดยวิธีดำเนินการในการจัดการของเสียอุตสาหกรรมหลักๆ จะมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่ การนำกลับมาใช้ใหม่ การบำบัดและการกำจัด (สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม, 2555)

**3.4.1 การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse/Recycle/Recovery)** การนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1) ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน (Use as raw material substitution) หมายถึง นำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเหมาะสมที่ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในกระบวนการผลิตของโรงงาน เช่น การนำเศษริมผ้า หรือเศษด้ายจากโรงงานทอผ้า ไปใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในโรงงานปั่นด้าย การนำเศษกระดาษไปเป็นวัตถุดิบทดแทนในโรงงานผลิตกระดาษ การนำเศษเหล็กไปหลอมหล่อในโรงงานหลอมเหล็ก การนำเศษพลาสติกไปหลอมใหม่ในโรงงานหลอมพลาสติก การนำเศษแก้วไปหลอมใหม่ในโรงงานผลิตแก้ว หรือการนำถ่านจากกระบวนการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงไปใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนปูนซีเมนต์ในโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ เป็นต้น

2) ส่งกลับผู้ขายเพื่อกำจัด (Return to original producer for disposal) หมายถึง การส่งกลับผลิตภัณฑ์ที่หมดอายุการใช้งานให้แก่โรงงานผู้ผลิต เพื่อการนำไปบำบัด กำจัด หรือนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การส่งยางรถยนต์ใช้แล้วคืนโรงงานผู้ผลิต ฯลฯ ทั้งนี้การส่งกลับผู้ขายเพื่อกำจัด ผู้ขายที่รับวัสดุที่ไม่ใช้แล้วดังกล่าวคืนไป จะต้องขออนุญาตเพื่อนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วไปบำบัด กำจัด หรือใช้ประโยชน์ใหม่ที่อื่นด้วย

3) ส่งกลับผู้ขายเพื่อการนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ (Reuse container, to be refilled) หมายถึง การส่งภาชนะบรรจุคืนให้กับโรงงานผู้ผลิต เพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ เช่น การส่งถังบรรจุกรด/ด่างคืนโรงงานผู้ผลิต หรือโรงงานแบ่งบรรจุสารเคมีนั้นๆ

4) นำกลับมาใช้ซ้ำด้วยวิธีอื่นๆ (Other reuse methods) หมายถึง การนำกลับไปใช้ซ้ำด้วยวิธีอื่นๆ ที่ไม่ให้นำไปเป็นวัตถุดิบทดแทนหรือนำกลับไปบรรจุใหม่ เช่น การนำแกนสายไฟ หรือด้ายกลับไปใช้ซ้ำในโรงงานผู้ผลิต

5) เป็นเชื้อเพลิงทดแทน (Use as fuel substitution or burn for energy recovery) หมายถึง การนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์

6) *ทำเชื้อเพลิงผสม (Fuel blending)* หมายถึง การนำเอาวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพหรือผสมกัน เพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงสังเคราะห์ โดยการขายหรือส่ง ให้โรงงานในลำดับที่ 106 ซึ่งเป็นโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการนำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ไม่ใช้แล้วหรือของเสียจากโรงงานมาผลิตเป็นวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยผ่านกรรมวิธี การผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น การนำน้ำมันหรือตัวทำละลายที่ใช้งานแล้วไปผลิตเป็นเชื้อเพลิงผสม

7) *เผาเพื่อเอาพลังงาน (Burn for energy recovery)*

8) *เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ (Use as co-material in cement kiln or rotary kiln)* วัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ จะต้อง มีองค์ประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก ซิลิกา

9) *เข้ากระบวนการนำตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่ (Solvent reclamation/regeneration)* หมายถึง การนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทตัวทำละลาย ส่งเข้าสู่โรงงานในลำดับที่ 106 เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่ ได้แก่ โทลูอิน ไซลีน เมธิลีนคลอไรด์ อะซิโตน เป็นต้น

10) *เข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใช้ใหม่ (Reclamation/regeneration of metal and metal compounds)* หมายถึง การนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีองค์ประกอบของโลหะมาผ่าน กระบวนการสกัด หรือนำโลหะกลับมาใช้ใหม่ เช่น การนำน้ำยาล้างฟิล์มมาผ่านกระบวนการ สกัดเงิน การนำเอ้าจากการหลอมโลหะที่มีค่าของโรงงานผลิตเครื่องประดับ ไปสกัดโลหะ

11) *เข้ากระบวนการคืนสภาพกรด/ด่าง (Acid/base regeneration)*

12) *เข้ากระบวนการคืนสภาพตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst regeneration)*

โดยในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องมาจากการผลิตภาค การเกษตร ของเสียที่เกิดขึ้นที่เป็นของเสียจากการเกษตร ส่วนใหญ่จะมีการนำของเสียที่เกิดขึ้น กลับมาใช้ใหม่โดยการหมักทำปุ๋ย (ศิริลักษณ์ ปิ่นเกษร, 2559) เป็นการนำของเสียมาหมักให้เกิด การย่อยสลายโดยอาศัยกระบวนการทางชีววิทยาของจุลินทรีย์ที่ย่อยอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายได้ให้ เป็นแร่ธาตุที่ค่อนข้างคงรูป มีสีดำค่อนข้างแห้ง และมีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับขยะเปียกที่เป็นอินทรีย์วัตถุ การหมักทำปุ๋ย ทำได้ 2 วิธี คือ การหมักแบบ ใช้ออกซิเจนและการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

### 1) การหมักแบบใช้ออกซิเจน

จะอาศัยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนช่วยในการย่อยวัตถุดิบทรีย์ โดยจะต้องมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการทำงาน โดยอากาศจะต้องมีออกซิเจน วัตถุดิบทรีย์จะต้องมีอัตราส่วนของไนโตรเจน 1 ส่วน ต่อคาร์บอน 30-70 ส่วน มีน้ำอยู่ประมาณร้อยละ 40-60 และต้องมีออกซิเจนให้จุลินทรีย์ใช้อย่างเพียงพอ ถ้าขาดสิ่งใดสิ่งหนึ่งการหมักแบบใช้ออกซิเจนก็จะไม่เกิดขึ้น ผลผลิตที่ได้จากการหมักปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน คือ ไอ้ น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และวัตถุดิบทรีย์ที่ย่อยสลายแล้ว ที่เรียกว่า “ฮิวมัส”

การหมักแบบใช้ออกซิเจน เป็นการเลียนแบบการย่อยสลายที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ ตามธรรมชาติ ซึ่งมีอินทรีย์สารแตกต่างกันหลายร้อยชนิด รวมทั้งจุลินทรีย์ รา หนอน และแมลง ซึ่งวิธีนี้จะใช้พื้นที่มากและใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน แต่เราสามารถเร่งการย่อยสลายให้เร็วขึ้นได้ด้วยการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมที่สุด โดยการใช้เครื่องมือที่ช่วยให้ออกซิเจนเกิดการสัมผัสกับขยะให้ได้มากที่สุด อาจทำการพลิกกลับกอง ทำให้เป็นชั้นเล็กๆ เพื่อให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ใช้ระยะเวลาที่น้อยลง

ส่วนผสมของวัตถุดิบทรีย์ที่ดีสำหรับการหมักทำปุ๋ย จะต้องประกอบด้วยอัตราส่วนผสมที่ถูกต้องระหว่างวัตถุดิบทรีย์ที่มีคาร์บอนมาก หรือที่เรียกว่า “วัตถุดิบน้ำตาล” ได้แก่ ใบไม้แห้ง ฟางข้าว เศษไม้ และวัตถุดิบทรีย์ที่มีไนโตรเจนมาก ที่เรียกว่า “วัตถุดิบเขียว” ได้แก่ เศษหญ้า เศษพืชผัก โดยอัตราส่วนผสมที่ดีจะทำให้การทำปุ๋ยหมักเสร็จรวดเร็วยิ่งขึ้นและไม่เกิดกลิ่นเหม็น ถ้ามีส่วนของคาร์บอนมากเกินไป จะทำให้การย่อยสลายเกิดช้ามาก และถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไป จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็น คาร์บอนจะเป็นตัวที่ช่วยให้พลังงานแก่จุลินทรีย์ ส่วนไนโตรเจนจะช่วยสังเคราะห์โปรตีน การผสมวัตถุดิบทรีย์ที่แตกต่างกันหรือใช้ส่วนผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน จะทำให้อัตราการย่อยสลายแตกต่างกันไปด้วย

### 2) การหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

จะอาศัยจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายวัตถุดิบทรีย์ที่มีอัตราส่วนไนโตรเจนสูงกว่าและอัตราส่วนคาร์บอนต่ำกว่าการหมักทำปุ๋ยแบบใช้ออกซิเจน และการย่อยสลายสามารถเกิดขึ้นได้ด้วยความชื้นสูงกว่า ผลผลิตของการย่อยสลายวัตถุดิบทรีย์ คือ แก๊สมีเทน และวัตถุดิบทรีย์ที่ย่อยสลายแล้ว ถ้าต้องการนำแก๊สมีเทนมาใช้เป็นเชื้อเพลิง การทำปุ๋ยหมักจะต้องเป็นระบบปิดที่มีความดันเกิดขึ้น

### ปัจจัยที่ต้องคำนึงในการหมักปุ๋ย

#### 1) ขนาดวัตถุดิบอินทรีย์

ขนาดวัตถุดิบอินทรีย์ยิ่งเล็กจะทำให้กระบวนการย่อยสลายยิ่งเร็วขึ้น เนื่องจากมีพื้นที่ให้จุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายได้มากขึ้น

#### 2) ความชื้น

ความชื้นที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อยู่ที่ร้อยละ 45 ถ้ากองปุ๋ยแห้งเกินไป การย่อยสลายจะไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากจุลินทรีย์ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ ถ้ากองปุ๋ยหมักมีน้ำมากเกินไปก็จะเกิดกลิ่นเหม็น

#### 3) อุณหภูมิ

มีผลโดยตรงกับการย่อยสลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ หากอุณหภูมิสูง การย่อยสลายจะเป็นไปได้เร็ว และย่อยสลายได้ในชั้นที่ลึก

#### 4) อัตราส่วนคาร์บอนและไนโตรเจนของของเสีย

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N) ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 25:35 อัตราการย่อยสลายจะเกิดขึ้นเร็ว เนื่องจากคาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ เมื่อเกิดการย่อยสลาย จะมีการใช้ในโตรเจนในการสังเคราะห์โปรตีน เพิ่มจำนวนเซลล์ใหม่ ถ้าขยะมีธาตุไนโตรเจนน้อยเกินไป จุลินทรีย์เพิ่มได้น้อย ถ้ามีไนโตรเจนมากเกินไปก็จะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียกระจายออกสู่บรรยากาศ

### กระบวนการนำของเสียมาหมักทำปุ๋ย มี 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### 1) การเตรียมหรือปรับสภาพ

ของเสียจะต้องมีสภาพที่เหมาะสมต่อการหมัก โดยแยกวัสดุที่ย่อยสลายไม่ได้ออกไป เช่น ถ้าเป็นเหล็ก แยกโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้าแล้วนำไปอัดแท่งขายเป็นผลพลอยได้

#### 2) การหมักขั้นที่หนึ่ง

การหมักที่จะมีการเร่งให้เกิดการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วขึ้น อากาศถ่ายเทได้ดี ในขั้นนี้ของเสียส่วนใหญ่ที่ย่อยสลายได้ จะสลายตัวเหลือร้อยละ 50 ของของเสียทั้งหมด

#### 3) การหมักขั้นที่สอง

สารอินทรีย์ที่ไม่ถูกย่อยในการหมักขั้นที่หนึ่ง จะนำมากรองรวมไว้กลางแจ้ง เช่น เซลลูโลสที่ย่อยสลายยากจะค่อยๆ สลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กลง อาจใช้เวลานาน

#### 4) การร่อนและบรรจุ

ของเสียที่ผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ จะถูกนำมาร่อนเอาส่วนที่ไม่สลายตัวออกไป เช่น แก้ว พลาสติก โดยใช้เครื่องร่อน ก่อนนำมาบรรจุภาชนะ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

**3.4.2 การบำบัด (treatment)** สามารถดำเนินการได้หลายวิธี เช่น บำบัดด้วยวิธีชีวภาพ บำบัดด้วยวิธีทางเคมี บำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ บำบัดด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ การปรับเสถียรด้วยวิธีทางเคมี การปรับเสถียร/ตรึงทางเคมีโดยใช้ซีเมนต์หรือวัสดุ pozzolanic การเผาทำลายในเตาเผาขยะทั่วไป การเผาทำลายในเตาเผาเฉพาะสำหรับของเสียอันตราย และการเผาทำลายร่วมในเตาเผาปูนซีเมนต์

**3.4.3 การกำจัด (Disposal)** สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

- 1) *ฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary landfill)* เฉพาะสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่ไม่เป็นของเสียอันตรายเท่านั้น
- 2) *ฝังกลบอย่างปลอดภัย (Secure landfill)* หมายถึง การฝังกลบวัสดุที่ไม่ใช่แล้วที่เป็นของเสียอันตรายที่อยู่ในรูปที่คงตัว (เสถียร) ไปฝังกลบในหลุมฝังกลบแบบ Secured landfill โดยไม่ต้องนำไปปรับเสถียรก่อน
- 3) *ฝังกลบอย่างปลอดภัยเมื่อทำการปรับเสถียร* เพื่อทำลายฤทธิ์และให้อยู่ในรูปที่คงตัว จากนั้นนำไปฝังกลบในหลุมฝังกลบแบบ secured landfill

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yew-Ai TAN (2015) ศึกษาการนำผลพลอยได้จากการสกัดและกลั่นน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์ ซึ่งในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม มีการนำผลปาล์มสดเข้าสู่โรงงานสกัดจะได้ออกมาเป็นน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม โดยมีผลพลอยได้จากกระบวนการสกัด ได้แก่ ทะลายเปล่า เส้นใยเปลือกผลปาล์ม กะลา และของเสียที่เป็นน้ำในรูปกากตะกอน จากการศึกษาพบว่า ผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันปาล์ม มีลักษณะเฉพาะด้วยสัดส่วนของวัสดุอินทรีย์ที่สูง โดยผลิตภัณฑ์ที่เป็นของแข็ง (ชีวมวล) เช่น ทะลายเปล่า เส้นใยเปลือกผลปาล์ม และกะลาที่ประกอบด้วย ลิกนิน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และวัสดุคาร์บอนอื่นๆ เป็นหลัก มีการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไอน้ำและใช้ทำปุ๋ยหมักสำหรับคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน ในปัจจุบันชีวมวลจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการผลิตเส้นใยและแผ่นไม้อัดถ่านอัดแท่ง และวัสดุเซลลูโลสต่างๆ ส่วนผลพลอยได้ที่เป็นของเหลว พวกน้ำเสีย จะเข้าสู่ระบบบำบัดของโรงงาน ซึ่งของแข็งขนาดเล็กที่แยกออกจากน้ำเสียก็สามารถนำไปแปรรูปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ ในส่วนของผลพลอยได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันให้บริสุทธิ์ จะได้กรดไขมันปาล์มซึ่งสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเคมี และอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ได้

คริชฐ์สพล หนูพรหม (2559) ศึกษาการนำเส้นใยปาล์มน้ำมันมาใช้ประโยชน์ โดยการเติมลงในวัสดุปลูก เพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดอกของดาวเรืองกระถาง ดำเนินการทดลอง โดยการปลูกดาวเรืองในวัสดุปลูก 4 กรรมวิธี คือ วัสดุปลูกที่ไม่เติมเส้นใยปาล์มน้ำมัน (วิธีควบคุม) วัสดุปลูกที่เติมเส้นใยปาล์มน้ำมันร้อยละ 25 50 และ 75 โดยทำการเพาะเมล็ดพันธุ์ดาวเรืองในถาดเพาะกล้าโดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าออกและมีอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด จึงย้ายต้นกล้าที่แข็งแรงสมบูรณ์และมีขนาดเท่าๆ กัน ลงปลูกในกระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว หลังการย้ายปลูกนำต้นกล้าดาวเรืองไปวางไว้ในโรงเรือนเพาะชำ เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ต้นกล้าสามารถตั้งตัวได้เร็ว เมื่อย้ายไปวางไว้ในพื้นที่กลางแจ้ง ให้น้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและบ่าย ยกเว้นวันที่ฝนตก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 2.50 กรัมต่อต้นต่อสัปดาห์ กำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง และกำจัดแมลงศัตรูดาวเรืองโดยการฉีดพ่นยาฆ่าแมลง จากการศึกษา พบว่า วัสดุปลูกที่เติมเส้นใยปาล์มน้ำมันร้อยละ 25 ทำให้ดาวเรืองมีจำนวนต้นกล้าที่รอดตาย ความสูงทรงพุ่ม ความกว้างทรงพุ่ม เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก และความยาวก้านดอกสูงกว่าดาวเรืองที่ปลูกโดยกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากนี้ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เติมเส้นใยปาล์มน้ำมันร้อยละ 25 ยังมีจำนวนวันตั้งแต่การย้ายปลูกจนถึงระยะดอกแรกบานเร็วกว่าวิธีควบคุม และวัสดุปลูกที่เติมเส้นใยปาล์มน้ำมันร้อยละ 50 และ 75

Jan E G van Dam (2017) ศึกษาการนำชีวมวลซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไปใช้ประโยชน์ ซึ่งในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจะมีชีวมวลที่เป็นผลพลอยได้เกิดขึ้นในปริมาณมาก ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากการผลิตจะเป็นน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO) และน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Crude Palm Kernel Oil, KO) จะมีผลพลอยได้เกิดขึ้น ได้แก่ ทะลายเปล่า เส้นใยเปลือกผลปาล์ม กะลา น้ำทิ้งและกากตะกอน จากผลการศึกษา พบว่า ทะลายเปล่า จะมีการนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์สำหรับคลุมดิน ทำปุ๋ย หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน เส้นใยเปลือกผลปาล์มจะมีการนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิง กะลา สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงและผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ ส่วนน้ำทิ้งและกากตะกอนที่เกิดขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดิน และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรหมุนเวียนกลับมาใช้งาน เป็นการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นและเพิ่มความยั่งยืนหากผลพลอยได้ถูกนำกลับมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

ธีระพงศ์ จันทรนิยม (2561) ศึกษากระบวนการไร้ของเสีย (Zero Waste) ในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน โดยกระบวนการที่นำของเสียมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด ซึ่งในอุตสาหกรรมการสกัดปาล์มน้ำมัน พบว่า มีของเสียในกระบวนการสกัดน้ำมันมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นกระบวนการที่ได้ของคือน้อยกว่าของเสีย โดยมีแนวทางในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ ดังนี้ ส่วนของเหลวจะถูกแยกน้ำมันออก แล้วระบายสู่บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงาน หากนำมาทำให้เข้มข้นจะได้โมลาส (molasses) เช่นเดียวโรงงานหีบอ้อย ทะลายเปล่า มีปริมาณธาตุอาหารสูง นำไปเป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักได้ เส้นใยเปลือกผลปาล์ม ใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อผลิตไอน้ำ (boiler) เนื่องจากมีปริมาณธาตุอาหารใกล้เคียงกับทะลายเปล่าแต่มีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า จึงนำไปเป็นวัสดุในการผลิตปุ๋ยหมักได้เช่นกัน กากสลัดจ์ มีโปรตีนและแคลเซียมค่อนข้างสูง จะใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับวัวนม และใช้ผสมกับทะลายเปล่า เปลือกผลปาล์ม เพื่อผลิตปุ๋ยหมักได้ กะลาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อผลิตไอน้ำ (boiler) และสามารถนำไปแปรรูปเป็นถ่านกัมมันต์ (activate carbon) ได้อีกด้วย

ศิริณี วงศ์กระจ่าง (2561) ศึกษาการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทางการเกษตรมาปรับปรุงดินเพื่อดูการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมกระดังงา (สายพันธุ์พื้นเมือง) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 คำรับการทดลอง คือ การไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ ใส่แกลบ ทะลายปาล์ม กากตะกอนปาล์ม และขี้เถ้า ทำการทดลองในถุงบรรจุในกระถาง โดยใช้ดินกระถางละ 10 กิโลกรัม ผสมวัสดุอินทรีย์ 3 กิโลกรัม ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต โดยการนับจำนวนแตกกอสูงสุด ด้านผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิต น้ำหนักต่อชั่ง จำนวนรวง น้ำหนักผลผลิต น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ส่วนทางด้านเคมีได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินหลังสิ้นสุดการทดลอง ได้แก่ การนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรดต่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ผลการทดลอง พบว่า การใส่กากตะกอนปาล์ม ทำให้ข้าวหอมกระดังงามีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูงสุด และมีผลทำให้ค่า pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เพิ่มขึ้นมากกว่าคำรับการทดลองอื่นๆ



บัญชา รัตน์ทู (2564) ศึกษาการนำวัสดุอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม มาใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงดิน เพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของฝักคละน้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 7 ตำรับการทดลอง คือ ดินผสมทะเลทรายปาล์ม ดินผสมกากตะกอนปาล์ม ดินผสมขี้เถ้าปาล์ม ดินผสมเส้นใยปาล์ม ดินผสมกะลาปาล์ม ดินผสมมูลวัว และดินไม่ผสมวัสดุอินทรีย์ ทำการทดลองในถุงบรรจุดินที่ผสมแล้ว 15 กิโลกรัม/ถุง ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ จึงทำการย้ายปลูกกล้าฝักคละน้ำ เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน หลังย้ายทำการใส่ปุ๋ย รดน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าและเย็น หลังจากนั้นเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของฝักคละน้ำ ที่อายุ 35 วันหลังย้ายปลูก โดยทำการเก็บข้อมูลความสูง ขนาดทรงพุ่ม ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์และคุณสมบัติของดิน หลังสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับ ผลการทดลอง พบว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็นวัสดุในการปรับปรุงดินทำให้ต้นคละน้ำมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการไม่ใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน และเทียบเท่าการใช้มูลวัว และพบว่าการใช้ขี้เถ้าปาล์มให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมา คือ กากตะกอนปาล์มและทะเลทรายปาล์ม ดังนั้น วัสดุอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงดินได้ทุกชนิด และวัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้เป็นวัสดุในการปรับปรุงดินคือ ขี้เถ้าปาล์มน้ำมัน กากตะกอนปาล์ม และทะเลทรายปาล์ม

## บทที่ 3

### ขั้นตอนและวิธีการจัดทำคู่มือ

คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร มีวิธีการสร้าง และตรวจสอบความเป็นไปได้ของการนำคู่มือไปใช้ ดังนี้

1. ศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือ
2. วางแผนในการดำเนินการจัดทำคู่มือ
3. ดำเนินการจัดทำคู่มือ
4. การประเมินตรวจสอบคู่มือ

#### 1. ศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือ

1.1 ศึกษาจุดประสงค์ของการจัดทำคู่มือให้สอดคล้องกับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการของอุตสาหกรรมในพื้นที่

1.2 ศึกษาหลักการเขียนคู่มือจากหนังสือ เอกสารงานวิจัย และเอกสารทางวิชาการ เพื่อให้การเขียนคู่มือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 ศึกษาการจัดทำคู่มือจากหน่วยงาน องค์กร และบุคคล เพื่อให้การจัดทำคู่มือมีความชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสม

## 2. วางแผนในการดำเนินการจัดทำคู่มือ

คู่มือจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 หน้าปก

2.2 คำชี้แจงในการใช้คู่มือ

2.2.1 วัตถุประสงค์

2.2.2 ประโยชน์ของคู่มือ

2.3 คำนำ

2.4 สารบัญ

2.5 เนื้อหา ประกอบด้วย

บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

บทที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

บทที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

## 3. ดำเนินการจัดทำคู่มือ

3.1 จัดทำคู่มือโดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการไปสัมภาษณ์เพื่อขอข้อมูลจากผู้ที่ปฏิบัติงานอยู่ในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในพื้นที่ และเจ้าหน้าที่สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดชุมพร เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ประกอบกับข้อมูลทุติยภูมิ

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการสืบค้นตำรา เอกสารทางด้านวิชาการ งานวิจัย ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่ทำการศึกษา

3.2 นำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

#### 4. การประเมินตรวจสอบคู่มือ

4.1 การประเมินตรวจสอบคู่มือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อขอความคิดเห็นและความสามารถในการนำคู่มือไปใช้ปฏิบัติ

ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้เสนอรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินตรวจสอบคู่มือ โดยได้ขอหนังสือราชการจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช เรียบเชิญผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบคู่มือ ดังต่อไปนี้

1. นางสาววิษา ด้านพงศกร หัวหน้าฝ่ายควบคุมมลพิษ ส่วนสิ่งแวดล้อม สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดชุมพร
2. นางสาวเจริญขวัญ แก้วทองราช หัวหน้ากลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดชุมพร
3. นายศักดิ์ศรีพี คนชื่อ ผู้ช่วยผู้จัดการ โรงงาน บริษัท ทองมงคล อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด

#### 4.2 เกณฑ์การประเมินตรวจสอบคู่มือ

เกณฑ์การประเมินตรวจสอบคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ทำการตรวจสอบโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 10 ข้อ มี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด, เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก, ไม่แน่ใจ/สามารถนำไปปฏิบัติได้ปานกลาง, ไม่เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อยที่สุด มีการให้คะแนนตามลำดับความสำคัญ ตามเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อยที่สุด	เท่ากับ 1 คะแนน
ไม่เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อย	เท่ากับ 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ/สามารถนำไปปฏิบัติได้ปานกลาง	เท่ากับ 3 คะแนน
เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก	เท่ากับ 4 คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด	เท่ากับ 5 คะแนน

#### 4.3 สรุปความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

นำข้อมูลจากการประเมินตรวจสอบคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ทำการสรุปวิเคราะห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

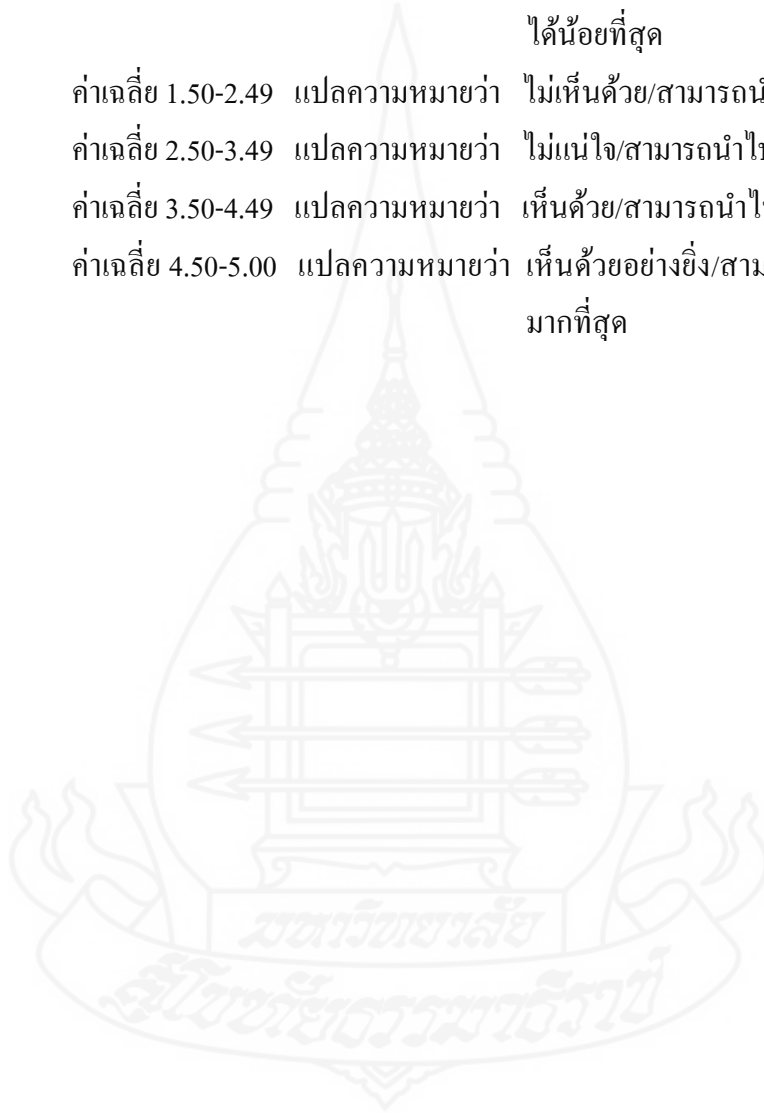
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 แปลความหมายว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 แปลความหมายว่า ไม่เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้น้อย

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 แปลความหมายว่า ไม่แน่ใจ/สามารถนำไปปฏิบัติได้ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 แปลความหมายว่า เห็นด้วย/สามารถนำไปปฏิบัติได้มาก

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 แปลความหมายว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง/สามารถนำไปปฏิบัติได้มากที่สุด



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล ทางผู้ศึกษาได้จัดทำเล่มคู่มือการจัดการของเสีย จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ซึ่งในส่วนของ รายละเอียดเนื้อหาคู่มือ จะประกอบไปด้วย

บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน

บทที่ 2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

บทที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

บทที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม



# คู่มือ

## การจัดการของเสีย

จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม



# Palm Oil

สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร  
โดย นางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร



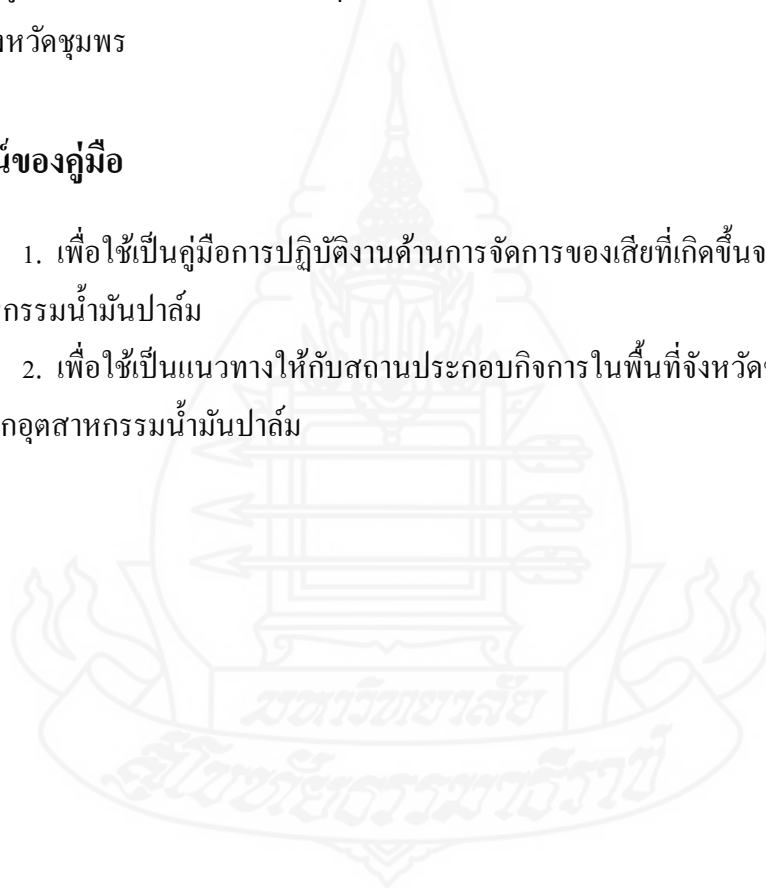
## คำชี้แจงในการใช้คู่มือ

### วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นคู่มือการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนที่เกษตรกรมีการส่งขายปาล์มน้ำมันทะเลเข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม กระบวนการผลิตใน โรงสกัด รวมถึงของเสียที่เป็นกากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นกระบวนการหลักและก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

### ประโยชน์ของคู่มือ

1. เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานด้านการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับสถานประกอบกิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ในการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม





## คำนำ

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สามารถทำรายได้ให้กับประเทศ เป็นมูลค่ามหาศาล ถือเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น แหล่งปลูกที่สำคัญจะอยู่ทางภาคใต้ของประเทศ โดยจังหวัดที่มีผลผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุด ได้แก่ กระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร เนื่องจากพื้นที่ภาคใต้มีจุดแข็ง จากสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน เพราะมีฝนตกชุกและสม่ำเสมอตลอดทั้งปี มีความชื้นสูง และแสงแดดจัด มีอุตสาหกรรมที่รองรับผลผลิตแบบครบวงจร ได้แก่ โรงสกัดและโรงกลั่น น้ำมันปาล์ม โรงงานผลิตไบโอดีเซล อีกทั้งยังมีข้อได้เปรียบด้านต้นทุนในการขนส่งที่น้อยลง ส่งผลให้ต้นทุนลดลง และไม่เกิดการสูญเสียน้ำหนักปาล์มน้ำมันในระหว่างการขนส่งอีกด้วย

ปาล์มน้ำมันถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดชุมพร อุตสาหกรรมที่สำคัญ ก็จะเป็นอุตสาหกรรมที่ต่อเนื่องมาจากการผลิตภาคการเกษตร ได้แก่ อุตสาหกรรมการสกัด น้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมอาหารทะเลแช่แข็ง อุตสาหกรรมผลิตผลไม้และน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง ซึ่งอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม ถือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้มากที่สุดของจังหวัด จะได้น้ำมันปาล์มดิบประมาณร้อยละ 18-22 ซึ่งจะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำมันบริโภคหรืออุตสาหกรรม ต่อเนื่องอื่นๆ และพบว่ามีการสูญเสียเกิดขึ้นในกระบวนการสกัดน้ำมันมากกว่าร้อยละ 70 ได้แก่ ทะลายเปล่า เส้นใยเปลือกผลปาล์ม กากสลัดจ์ กากตะกอน กะลา หากมีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและมีการนำของเสียดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ นอกจากจะเป็นการรักษา สภาพแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของทะลายปาล์มให้สูงขึ้น ส่งผลทำให้ราคาปาล์มน้ำมัน มีเสถียรภาพมากขึ้นด้วย

ผู้ศึกษาจึงเล็งเห็นประโยชน์ในการจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร เพื่อจะได้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นแนวทางในการจัดการ รวมถึงใช้ประโยชน์จากของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ด้านสิ่งแวดล้อมและเพิ่มมูลค่าของห่วงโซ่การผลิตน้ำมันปาล์มของสถานประกอบการในพื้นที่ จังหวัดชุมพร

พรภิรมย์ เพชรอักษร

กรกฎาคม 2564

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงในการใช้คู่มือ .....	30
คำนำ.....	31
สารบัญตาราง .....	33
สารบัญภาพ .....	34
บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน.....	36
ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมัน.....	36
คุณค่าของปาล์มน้ำมัน .....	42
บทที่ 2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม .....	46
การเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน .....	46
การขนส่งปาล์มน้ำมัน.....	48
กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม .....	49
บทที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม .....	55
ทะลายเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB) .....	57
เส้นใยปาล์ม (Palm Fiber).....	57
กะลาปาล์ม (Palm kernel shell) .....	58
กากตะกอนดีแคนเตอร์ (Decanter Cake) .....	58
บทที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม.....	59
ทะลายเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB) .....	59
เส้นใยปาล์ม (Palm Fiber).....	68
กะลาปาล์ม (Palm kernel shell) .....	69
กากตะกอนดีแคนเตอร์ (Decanter Cake) .....	74
เอกสารอ้างอิง .....	75

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1	ผลของการใช้ทะเลทรายเปล่าคลุมดินต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน .....	61
ตารางที่ 4.2	การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะเลทรายเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี .....	62
ตารางที่ 4.3	ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะเลทรายเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี .....	62
ตารางที่ 4.4	ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะเลทรายเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ในปริมาณต่างๆ.....	63



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 4.1 ปาล์มน้ำมัน.....	36
ภาพที่ 4.2 ลักษณะรากของปาล์มน้ำมัน.....	37
ภาพที่ 4.3 ลักษณะการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมัน.....	38
ภาพที่ 4.4 ลักษณะช่อดอกปาล์มน้ำมัน.....	39
ภาพที่ 4.5 ผลและส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน.....	39
ภาพที่ 4.6 ลักษณะผลปาล์มน้ำมัน.....	40
ภาพที่ 4.7 เมล็ดและส่วนประกอบของเมล็ดปาล์มน้ำมัน.....	40
ภาพที่ 4.8 ปาล์มน้ำมันพันธุ์คูรา (Dura).....	41
ภาพที่ 4.9 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ฟิลิเฟอรา (Pisifera).....	41
ภาพที่ 4.10 ปาล์มน้ำมันพันธุ์เทนเอร์รา (Tenera).....	42
ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตน้ำมันของพืชน้ำมันชนิดต่างๆ.....	43
ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลผลิตจากปาล์มน้ำมัน.....	45
ภาพที่ 4.13 การเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน.....	46
ภาพที่ 4.14 ทะลายปาล์มสด.....	47
ภาพที่ 4.15 โครงสร้างการขนส่งปาล์มน้ำมัน.....	48
ภาพที่ 4.16 การขนส่งปาล์มน้ำมัน.....	48
ภาพที่ 4.17 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ.....	49
ภาพที่ 4.18 การอบทะลายด้วยไอน้ำ.....	50
ภาพที่ 4.19 การแยกผลปาล์ม.....	50
ภาพที่ 4.20 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์ม.....	51
ภาพที่ 4.21 การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ.....	52
ภาพที่ 4.22 การแยกใยปาล์มและกะเทาะเมล็ด.....	52
ภาพที่ 4.23 น้ำมันปาล์มดิบ.....	53
ภาพที่ 4.24 น้ำมันเมล็ดในปาล์ม.....	53
ภาพที่ 4.25 ภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย.....	55

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.26 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และของเสียที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการ .....	56
ภาพที่ 4.27 ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน.....	57
ภาพที่ 4.28 เส้นใยปาล์มน้ำมัน .....	57
ภาพที่ 4.29 กะลาปาล์ม.....	58
ภาพที่ 4.30 กากตะกอนดีแคนเตอร์ .....	58
ภาพที่ 4.31 การใช้ทะลายเปล่าเป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน.....	60
ภาพที่ 4.32 กระบวนการหีบทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน.....	64
ภาพที่ 4.33 เครื่องย่อยทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน .....	66
ภาพที่ 4.34 ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันหลังผ่านการย่อย.....	66
ภาพที่ 4.35 กากตะกอนดีแคนเตอร์หลังร้อนผ่านตะแกรง.....	66
ภาพที่ 4.36 การคลุกเคล้าวัสดุหมัก (ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันกับกากตะกอนดีแคนเตอร์) .....	67
ภาพที่ 4.37 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก.....	68
ภาพที่ 4.38 ผลการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM).....	71
ภาพที่ 4.39 กะลาปาล์มบด.....	72
ภาพที่ 4.40 กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization).....	72
ภาพที่ 4.41 การกระตุ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพถ่านชาร์ .....	73
ภาพที่ 4.42 การล้าง Activated carbon เพื่อเอาตัวกระตุ้นออก .....	73
ภาพที่ 4.43 ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) จากกะลาปาล์ม.....	74

## บทที่ 1

### ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน

#### 1. ข้อมูลทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา เขตเพาะปลูกจะกระจายอยู่ในเขตที่มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีการปลูกกันมากในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซีย ไนจีเรีย ไทย โคลัมเบีย และอินเดีย แหล่งผลิตใหญ่ของโลก คือ ประเทศมาเลเซีย และอินโดนีเซีย รวม 2 ประเทศนี้มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลก (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2559) ในส่วนของประเทศไทย จะนิยมปลูกและเจริญเติบโตได้ดีในภาคใต้ พื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากที่สุด คือ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร พังงา สตูล และตรัง



ภาพที่ 4.1 ปาล์มน้ำมัน

ที่มา: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมมหาชน), 2564

### 1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและเป็นพืชยืนต้น จัดเป็นพืชผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน สามารถให้ผลผลิตทะลายสดได้ตลอดปี เริ่มตั้งแต่อายุได้ประมาณ 2 ปีครึ่งหลังจากการปลูก และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายสดได้นานกว่า 20 ปี ปาล์มน้ำมันจะมีด้วยกัน 2 ชนิด (Species) ได้แก่

**ชนิดที่ 1 *Elaeis guineensis* Jacq.** มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุด และเป็นสายพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้าในปัจจุบัน

**ชนิดที่ 2 *Elaeis oleifera*** มีถิ่นกำเนิดทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ แถบลุ่มแม่น้ำอเมซอน ตลอดถึงอเมริกากลาง เช่น ประเทศปานามา ประเทศโคลัมเบีย ประเทศคอสตาริกา ไม่นิยมปลูกเพื่อการค้า เนื่องจากเจริญเติบโตช้า และให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันที่น้อยกว่าปาล์มน้ำมันชนิดแรก

### 1.2 ส่วนประกอบของปาล์มน้ำมัน

**1.2.1 ราก** ปาล์มน้ำมันจะมีระบบรากฝอย รากอ่อน ซึ่งงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2-4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกออกมา ต้นปาล์มน้ำมันที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะประกอบด้วยรากแรกที่ยังลึกลงผิวดินตามแนวตั้งช่วยยึดลำต้นไว้ และมีรากสอง สามและสี่ ที่แตกแขนงออกมาตามลำดับ ทอดไปตามแนวนอนสานกันอย่างหนาแน่น ทำหน้าที่ดูดซับน้ำและธาตุอาหารเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ โดยการแผ่กระจายของรากจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพของดิน ปริมาณธาตุอาหาร ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น



ภาพที่ 4.2 ลักษณะรากของปาล์มน้ำมัน

ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558

**1.2.2 ลำต้น** ปาล์มน้ำมันจะมีลำต้นที่ตั้งตรง ไม่มีกิ่งแขนง ประกอบด้วยข้อและปล้องที่ถี่มาก ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 2-3 ปีแรก จะเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นแล้วจึงจะมีการเจริญทางด้านความสูงเรื่อยไปประมาณ 25-50 เซนติเมตรต่อปี ลำต้นจะมีข้อปล้องสั้นๆ เป็นที่เกิดของใบ เวลาตัดทางใบจะเห็นตอใบเวียนเป็นเกลียวรอบต้น โดยลักษณะการเวียนในแต่ละต้นจะไม่เหมือนกัน

**1.2.3 ใบ** ใบของปาล์มน้ำมันจะเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้นๆ อยู่ 2 ข้าง ทางใบจะเกิดในลักษณะเป็นเกลียวรอบลำต้น โดยลักษณะการเวียนของทางใบจะมี 2 แบบ คือ การเกิดทางใบแบบเวียนซ้าย และการเกิดทางใบแบบเวียนขวา ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยในแต่ละทางใบจะมีใบย่อย 100-160 คู่



ลักษณะทางใบเวียนซ้าย

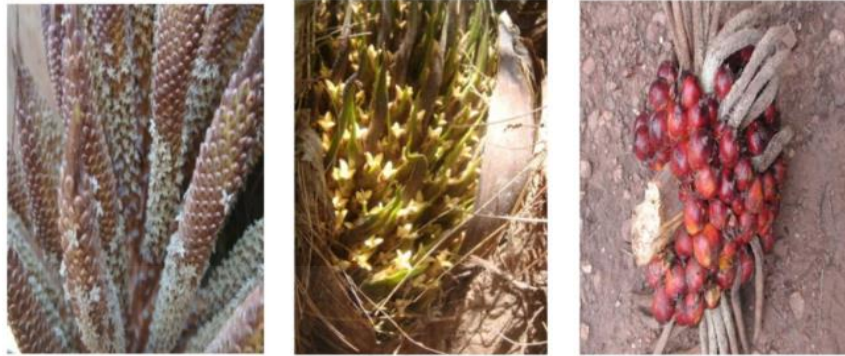
ลักษณะทางใบเวียนขวา

ภาพที่ 4.3 ลักษณะการเวียนของทางใบปาล์มน้ำมัน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2562

**1.2.4 ช่อดอก** ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้าม มีดอกเพศผู้ ดังแสดงในภาพที่ 4 (ก) และดอกเพศเมีย ดังแสดงในภาพที่ 4 (ข) แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน (Monoecious) บางครั้งจะพบว่ามีช่อดอกกะเทย ดังแสดงในภาพที่ 4 (ค) ซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่ร่วมกัน (Hermaphrodite) การพัฒนาจากรยะตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะรับการผสม ใช้เวลาประมาณ 33-34 เดือน มีลมและแมลงโดยเฉพาะด้วงวงเป็นพาหะในการผสมเกสร หลังจากการผสมเกสร 5-6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่ สามารถเก็บเกี่ยวได้





(ก) ช่อดอกตัวผู้

(ข) ช่อดอกตัวเมีย

(ค) ช่อดอกกะเทย

ภาพที่ 4.4 ลักษณะช่อดอกปาล์มน้ำมัน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2562

**1.2.5 ทะลาย** ทะลายปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อดอกทะลายย่อย และผล ในแต่ละทะลายมีปริมาณผลร้อยละ 45-70 เมื่อสุกแก่เต็มที่จะมีน้ำหนักประมาณ 1-60 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับอายุของปาล์มน้ำมันและปัจจัยสิ่งแวดล้อม การปลูกเป็นการค้าต้องการทะลายที่มีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 10-25 กิโลกรัม จำนวนทะลายในแต่ละต้นก็จะแตกต่างกันไป

**1.2.6 ผลและเมล็ด** ผลปาล์มมีรูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปรียาวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ประกอบด้วย เปลือกผลชั้นนอก เนื้อผลชั้นนอก กะลา เนื้อผลชั้นใน และคัพภะ ส่วนของผลปาล์มที่นำมาหีบเพื่อสกัดน้ำมันมาใช้ประโยชน์จะมี 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ส่วนแรก จากเปลือกผลชั้นนอกกับเนื้อผลชั้นนอก ใช้เพื่อการบริโภค
- 2) ส่วนที่สอง จากเนื้อผลชั้นในกับคัพภะ ใช้เพื่อการอุปโภค



ภาพที่ 4.5 ผลและส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน

ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558

ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเพื่อการค้าโดยทั่วไป พบว่า มีสีผลที่ผิวเปลือกนอก 3 ลักษณะ คือ แบบผลดิบมีสีน้ำตาลดำ เมื่อสุกจะมีสีแดง เรียกลักษณะนี้ว่า Nigrescens ดังแสดงในภาพที่ 6 (ก) ซึ่งพบและนิยมปลูกกันมากที่สุด แบบผลดิบเป็นสีเขียว เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม เรียกลักษณะนี้ว่า Virescens ดังแสดงในภาพที่ 6 (ข) ซึ่งพบได้น้อยกว่าแบบแรก และแบบที่เปลือกเมื่อสุกจะเป็นสีเหลืองซีด เรียกลักษณะนี้ว่า Albescens ซึ่งพบได้น้อยมาก



(ก) ผลปาล์มแบบ Nigrescens

(ข) ผลปาล์มแบบ Virescens

ภาพที่ 4.6 ลักษณะผลปาล์มน้ำมัน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2562

เมล็ดปาล์มประกอบด้วย กะลา เนื้อผลชั้นใน และคัพภะ ซึ่งจะอยู่ภายในตรงกับช่องบนของกะลา ใช้สำหรับงอกเพื่อการขยายพันธุ์ กะลาจะเป็นส่วนที่แข็ง มีความหนาตามลักษณะประจำพันธุ์ ในการเพาะเมล็ดปาล์ม จะมีเนื้อผลชั้นในเป็นแหล่งให้อาหารแก่กล้าปาล์มในระยะแรกของการพัฒนา และคัพภะจะพัฒนาเป็นต้นกล้าปาล์ม



ภาพที่ 4.7 เมล็ดและส่วนประกอบของเมล็ดปาล์มน้ำมัน

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2562

### 1.3 พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน จะเป็นชนิด *Elaeis guineensis* Jacq. ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

**1.3.1 พันธุ์ดูร่า (Dura)** สายพันธุ์ดูร่าจะมีลักษณะกะลาหนา เนื้อในเมล็ดหนา เปลือกนอกกะลาบาง ผลและทะลายใหญ่ ให้ทะลายน้อย มีวงเส้นประสีด้ารอบกะลา เป็นสายพันธุ์ที่นิยมใช้เป็นต้นแม่ในการผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเพื่อการค้า



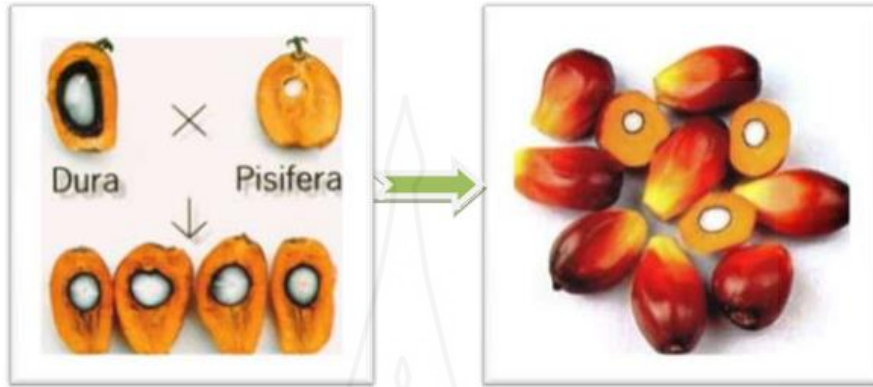
ภาพที่ 4.8 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดูร่า (Dura)  
ที่มา: บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด, 2560

**1.3.2 พันธุ์ฟิซิเฟอรา (Pisifera)** เป็นสายพันธุ์ที่มีจำนวนทะลายน้อย เปลือกหนามาก เมล็ดในเล็ก ขนาดของผลและทะลายเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมันและมีการผลิตทะลายต่อต้นต่ำ ไม่เหมาะที่จะปลูกเพื่อการค้า นิยมใช้เป็นต้นพ่อในการผลิตพันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเพื่อการค้า



ภาพที่ 4.9 ปาล์มน้ำมันพันธุ์ฟิซิเฟอรา (Pisifera)  
ที่มา: บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด, 2560

1.3.3 พันธุ์เทเนอร์่า (Tenera) เป็นสายพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่ดูร่า และพันธุ์พ่อพิสิเฟอระ มีวงเส้นประสีค้ำรอบกะลาและมีกะลาบาง ในปัจจุบันจึงนิยมปลูกเพื่อการค้า (กรมวิชาการเกษตร, 2560) เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ให้ทะลายที่ดก และมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง



ภาพที่ 4.10 ปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนอร์่า (Tenera)  
ที่มา: บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด, 2560

## 2. คุณค่าของปาล์มน้ำมัน

### 2.1 ลักษณะเด่นของปาล์มน้ำมัน

- 2.1.1 เป็นพืชที่ปลูกได้จำกัดเฉพาะพื้นที่ในเขตร้อนชื้นเท่านั้น ซึ่งภาคใต้เป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด
- 2.1.2 เป็นพืชที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี
- 2.1.3 เป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ
- 2.1.4 เป็นพืชที่ให้พลังงานที่จำเป็นต่อการบริโภคและอุปโภคของประชากรในชีวิตประจำวัน
- 2.1.5 เป็นพืชที่ให้วัสดุพลอยได้จากทุกส่วนของต้นปาล์มที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้
- 2.1.6 เป็นพืชที่มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกน้อย (ประมาณ 22 ต้นต่อไร่) ทำให้ง่ายต่อการจัดการด้านแรงงาน

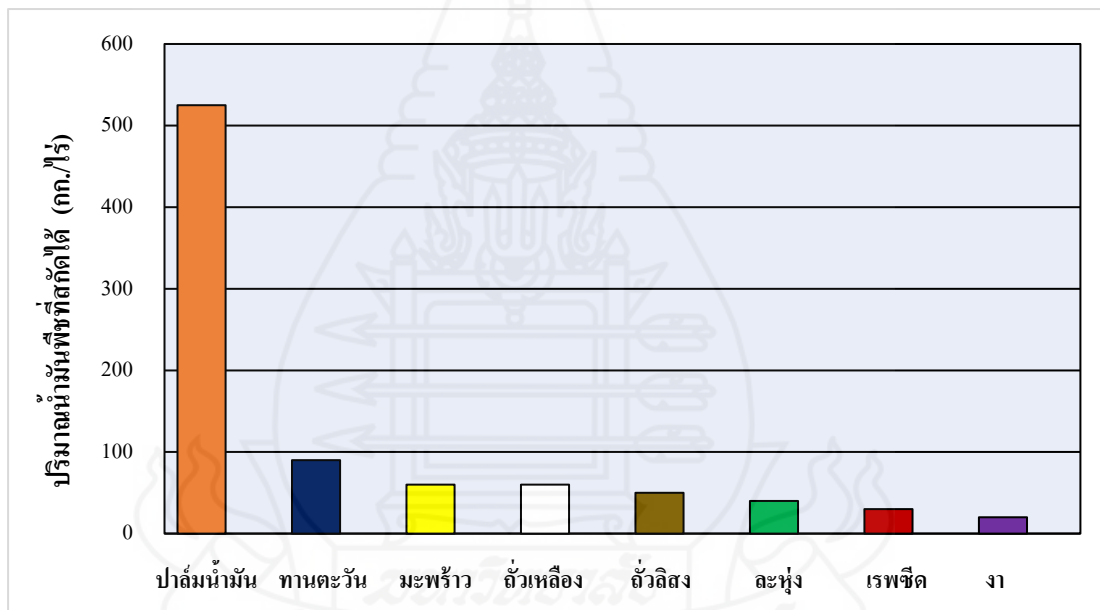
2.1.7 เป็นพืชยืนต้นที่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตทะลายได้ตลอดทั้งปี อายุการเก็บเกี่ยวมากกว่า 25 ปี จึงทำให้เกษตรกรและผู้ประกอบการโรงงานมีรายได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี

2.1.8 เป็นพืชที่ทนทานต่อการเกิดภัยธรรมชาติ เช่น กรณีเกิดไฟไหม้สวนปาล์มน้ำมันสามารถฟื้นฟูสภาพกลับมาเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ใหม่

2.1.9 เป็นพืชน้ำมันที่มีความสำคัญในอนาคต โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่น้ำมันเชื้อเพลิงธรรมชาติขาดแคลนหรือมีราคาสูงมากๆ อาจใช้น้ำมันปาล์มมาทดแทนได้บางส่วน

## 2.2 การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน จัดเป็นพืชน้ำมันที่ให้ผลผลิตน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงกว่าพืชน้ำมันทุกชนิด ดังแสดงในภาพที่ 11 และจัดเป็นพืชน้ำมันที่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทั้งที่เป็นอาหาร (Food) และที่มิใช่อาหาร (Non-food) หรือมีประโยชน์ทั้งด้านการบริโภคและอุปโภคนั่นเอง



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบศักยภาพในการผลิตน้ำมันของพืชน้ำมันชนิดต่างๆ

ที่มา: ดัดแปลงจาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2556

การนำไปใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

### 2.2.1 อุตสาหกรรมอาหาร (food use) ซึ่งมีการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1) เนยขาว (shortening) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเฉพาะไขมันและน้ำมันเท่านั้น ในการผลิตเนยขาวมีการเติมน้ำมันปาล์มร้อยละ 15-20 เพื่อเหนียวนำให้เกิดการตกผลึกแบบเบต้า ซึ่งเป็นที่ต้องการ เนื่องจากจะทำให้เนยขาวมีลักษณะเนื้อเนียนเรียบ

2) *มาการ์ริน (margarines) หรือ เนยเทียม* เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 แต่เดิมในอดีตการทำมาการ์ริน จะใช้ไขมันจากสัตว์เป็นวัตถุดิบ แต่ในปัจจุบันจะนิยมใช้ไขมันจากพืชทดแทน ในการทำมาการ์รินจากไขมันสัตว์อาจจะต้องมีการเติมไฮโดรเจนเข้าไปเพื่อให้ไขมันแข็งตัว แต่สำหรับไขมันจากน้ำมันปาล์ม โดยธรรมชาติจะมีการแข็งตัวอยู่แล้ว จึงสามารถใช้เป็นวัตถุดิบได้โดยตรง หรืออาจจะต้องมีการเติมไฮโดรเจนเพียงเล็กน้อย

3) *น้ำมันปาล์มโอเลอิน* สำหรับทำอาหารในครัวเรือน จะทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อน และสัมผัสกับอาหารโดยตรง ทำให้เกิดปฏิกิริยามิกลันและรสชาติที่เกิดจากการทอด การเลือกน้ำมันในการทอด ควรมีความต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชั่น และไม่ควรเลือกน้ำมันที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ในขณะที่น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันที่มีความคงตัว มีวิตามินอีสูงช่วยในเรื่องการกันหืน และเกิดกลิ่นน้อยกว่าน้ำมันชนิดอื่น

4) *ครีมเทียม (coffee whitener)* นิยมนำมาใช้แทนครีม นมผง หรือนมสด ในกาแฟ ชา หรือ โกโก้

5) *วานาสปาติ* เป็นไขมันที่ผ่านการเติมไฮโดรเจน จากนั้นทำให้เย็นลง และบรรจุลงกระป๋อง ใช้เป็นไขมันเนยในการปรุงอาหาร ซึ่งนิยมบริโภคกันมากในประเทศอินเดีย และปากีสถาน

6) *อุตสาหกรรมอาหารสัตว์*

7) *อุตสาหกรรมอาหารอื่นๆ* มีการนำเอาไปใช้ในส่วนประกอบของอาหาร เช่น การทำไส้ขนมปัง ขนมเค้ก ไอศกรีม บิสกิต พาย ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาด คุกกี้ รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ ได้แก่ วิตามินอี วิตามินเอ เป็นต้น

**2.2.2 อุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร (non food use)** การใช้ประโยชน์สำหรับอุตสาหกรรมในส่วนนี้ จะมีเพียงร้อยละ 10-20 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) *การใช้ประโยชน์โดยตรง* ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น

(1) *อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง* ใช้เป็นส่วนผสมในการทำแป้งทาหน้า ลิปสติก มาสคาร่า ครีมบำรุงผิว ครีมล้างหน้า รองพื้น น้ำหอม สบู่ ยาสีฟัน แชมพูสระผม ผงซักฟอก

(2) *อุตสาหกรรมน้ำมัน* เช่น น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเครื่อง จารบี

(3) *อุตสาหกรรมยา* ใช้ในการเตรียมยาปฏิชีวนะ ฮอร์โมนและวิตามิน ยาฆ่าเชื้อ ยาระบาย น้ำยาบ้วนปาก

2) การใช้ประโยชน์ผ่านทางอุตสาหกรรมอริโอเคมีคอล (Oleochemical)

สำหรับการผลิตสินค้าอุปโภค โดยผ่านกระบวนการทางเคมี ได้แก่

(1) การผลิตกรดไขมันประเภทต่างๆ ทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว เพื่อนำใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น

ก. กรดลอริก ใช้ทำเป็นเรซินในอุตสาหกรรมสี

ข. กรดปาล์มมิติก ใช้ในการเลี้ยงเชื้อราเพื่อสกัดเป็นยาปฏิชีวนะผสมกับกรดสเตียริก เพื่อทำเทียนไข

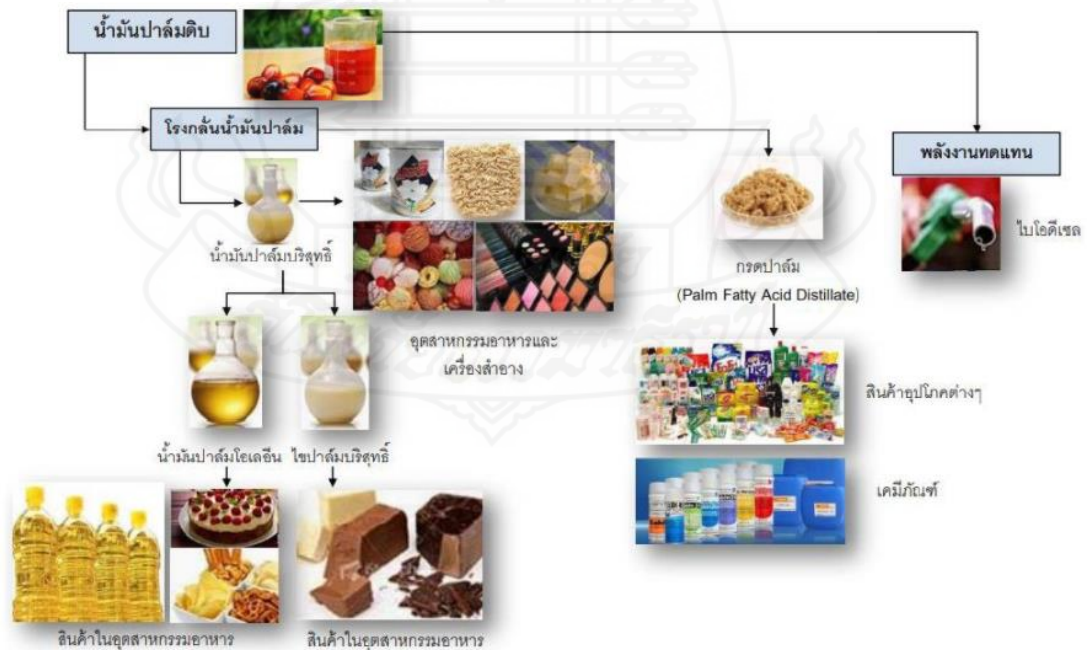
ค. กรดโอเลอิก ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

ง. กรดลิโนเลอิก ใช้เป็นยาฉีดสำหรับลดไขมันในเส้นเลือด

(2) การผลิตเมทิลเอสเทอร์ (ไบโอดีเซล) เป็นสารที่ได้จากการทำปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำมันปาล์มและเมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งในด้านพลังงาน หรือใช้เป็นสารสำหรับผลิตอนุพันธ์ของกรดไขมันประเภทต่างๆ เช่น

ก. Fatty Acid Amides มีคุณสมบัติช่วยกันน้ำ ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การผลิตกระดาษ ไม้อัด โลหะ ยาง ฯลฯ

ข. Fatty Amines ที่มีความสำคัญและนิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ การผลิตพลาสติก สารควบคุมเชื้อราและแบคทีเรีย



ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลผลิตจากปาล์มน้ำมัน

ที่มา: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561

## บทที่ 2

### กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

#### 1. การเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน

การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีผลต่อการกำหนดปริมาณและคุณภาพของปาล์มน้ำมันที่ได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยปริมาณน้ำมันปาล์มดิบจะคำนวณจากอัตราส่วนของน้ำมันที่สกัดได้ต่อผลผลิตทะลายปาล์ม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพดังกล่าวนี้ ได้แก่ การดูแลรักษา พันธุ์ และระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว ซึ่งการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันนอกจากจะสามารถประเมินจากสีเปลือกแล้ว ยังสามารถประเมินจากผลปาล์มน้ำมันที่สุกและร่วงหล่นลงพื้นดิน เช่น ทะลายปาล์มที่จัดได้ว่าอยู่ในช่วงที่สุกพอดี ควรมีผลปาล์มร่วงลงพื้นดินเฉลี่ยประมาณ 2 ผล/น้ำหนักทะลายปาล์มสด 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ หากพบว่ามีการปล่อยให้ทะลายปาล์มน้ำมันสุกเกินไปจะส่งผลให้เกิดกรดไขมันอิสระเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งไม่เป็นผลดีต่อการจำหน่ายผลผลิตปาล์มน้ำมันของเกษตรกร ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องคำนึงเป็นอันดับต้นๆ ก็คือ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มที่เหมาะสม เพื่อลดปริมาณการเกิดกรดไขมันอิสระ



ภาพที่ 4.13 การเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน

ที่มา: ไทยยนต์การเกษตร, 2561



## 1.1 วิธีการเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน

- 1.1.1 ควรมีการตัดแต่งทางลำเลียงปาล์มน้ำมันให้สะดวกต่อการตัดและการขนย้าย
- 1.1.2 ควรวางทางใบปาล์มน้ำมันที่ตัดแต่งแล้วให้เป็นระเบียบ ไม่ปิดกั้นทางระบายน้ำ
- 1.1.3 ควรคัดเลือกทะลายปาล์มสุก โดยการสังเกตจากมาตรฐานของสีผล ซึ่งผลจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงและจำนวนผลสุกที่ร่วงหล่นลงบนพื้นประมาณ 10-12 ผล
- 1.1.4 ควรมีการตัดขั้วทะลายปาล์มให้สั้นที่สุด เพื่อให้ง่ายต่อการขนส่ง และเพื่อให้สะดวกต่อการเข้าสู่โรงงานสกัด
- 1.1.5 การเก็บรวบรวมผลผลิตปาล์มน้ำมัน จำเป็นต้องคำนึงถึงความบอบช้ำที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการเทพลผลิตรวมไว้ด้วยกัน จนอาจส่งผลให้ปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น

## 1.2 มาตรฐานคุณภาพของทะลายปาล์มสด ทะลายปาล์มสดที่มีคุณภาพ จะมีลักษณะ ดังนี้

- 1.2.1 **ความสด** เป็นผลปาล์มสดที่ตัดส่งถึงโรงงานภายใน 24 ชั่วโมง
- 1.2.2 **ความสุก** ทะลายปาล์มน้ำมันจะต้องสุกได้มาตรฐาน คือ ลูกปาล์มชั้นนอกสุดของทะลายที่ร่วงหล่นจากทะลายประมาณ 10 ถึง 30 ผล เมื่อส่งถึงโรงงาน
- 1.2.3 **ความสมบูรณ์** จะต้องคัดเลือกทะลายปาล์มน้ำมันที่สมบูรณ์ ลูกปาล์มน้ำมันมีจำนวนเต็มทะลาย
- 1.2.4 **ความบอบช้ำ** ไม่มีทะลายที่มีความบอบช้ำเสียหายอย่างรุนแรง มีบาดแผลจากการเก็บเกี่ยว และร่องรอยของสัตว์กินหรือทำความเสียหายแก่ลูกปาล์ม
- 1.2.5 **ความสะอาด** จะต้องทำความสะอาดผลปาล์มน้ำมันที่สกปรกปนเปื้อน อย่าให้มีเศษหิน ดิน ทราย ไม้ กาบหุ้มทะลาย ปะปนไปด้วย
- 1.2.6 **ก้านทะลาย** การตัดขั้วทะลายปาล์มน้ำมันจะต้องตัดให้มีขนาดสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปความยาวของก้านทะลาย จะต้องยาวไม่เกิน 2 นิ้ว

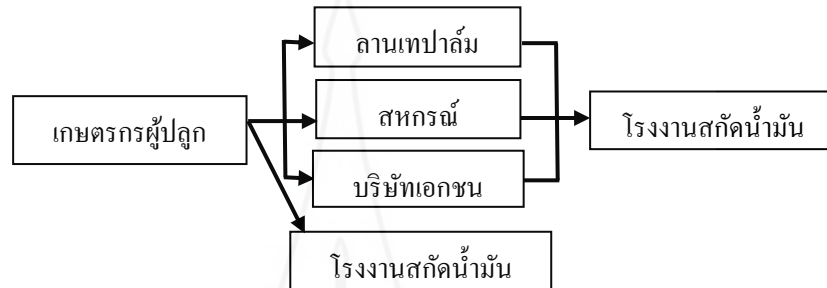


ภาพที่ 4.14 ทะลายปาล์มสด

ที่มา: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2564

## 2. การขนส่งปาล์มน้ำมัน

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลปาล์มน้ำมัน เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน จะทำการขนส่งปาล์มน้ำมัน ไปยังผู้รับซื้อรายย่อย (ลานเทปาล์ม/สหกรณ์/บริษัทเอกชน) หรืออาจจะส่งให้กับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง



ภาพที่ 4.15 โครงสร้างการขนส่งปาล์มน้ำมัน

ที่มา: มณฑนา กระโหมวงค์, 2558

โดยทั่วไปหลังจากการเก็บเกี่ยว จะต้องมีการส่งทะลายปาล์มสด (Fresh Fruit Bunch, FFB) เข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำมันปาล์มที่ดี เพราะหากส่งช้าจะทำให้ค่ากรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid, FFA) มีค่าสูง น้ำมันจะเสียคุณภาพ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างกรดไขมันอิสระ ได้แก่

- 2.1 การได้รับแรงกระแทกจากการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ทำให้มีการสร้างกรดไขมันอิสระขึ้น
- 2.2 การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มน้ำมันที่สุกเกินไป
- 2.3 ผลปาล์มที่ได้รับการกระทบกระเทือนจนเกิดบาดแผล ช่วยเร่งการสร้างกรดไขมันอิสระ
- 2.4 ระยะเวลาเก็บเกี่ยวจนถึงโรงงานสกัด มีผลต่อการสร้างกรดไขมันอิสระอย่างมาก



ภาพที่ 4.16 การขนส่งปาล์มน้ำมัน

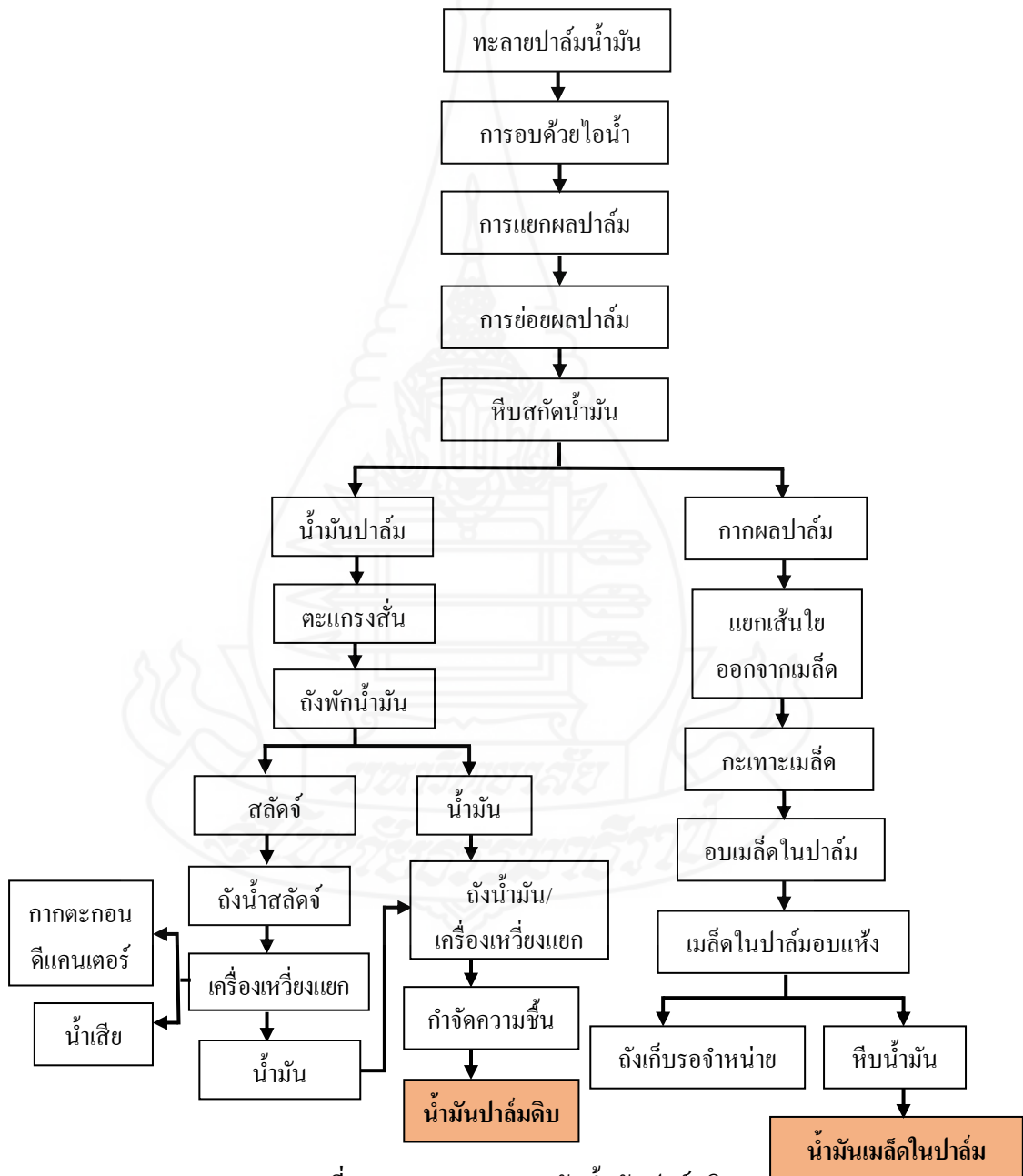
ที่มา: สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน), 2561

### 3. กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม จะประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก ได้แก่

#### 3.1 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม (Mill Processing)

ทะลายปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเก็บเกี่ยว จะถูกขนส่งไปยังโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งกระบวนการสกัดน้ำมัน แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.17 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Mumtaz, 2562

**3.1.1 การอบทะเลาะด้วยไอน้ำ (Sterilization)** ทำการอบที่อุณหภูมิ 130-140 °C ความดัน 2.5-3.0 บาร์ เป็นเวลานาน 80-90 นาที การอบทะเลาะจะช่วยหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิสที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และช่วยให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มหลุดออกจากข้าวผลได้ง่าย



ภาพที่ 4.18 การอบทะเลาะด้วยไอน้ำ

ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2563

**3.1.2 การแยกผลปาล์ม (Stripping)** นำปาล์มที่อบแล้วเข้าเครื่องเทกระบะปาล์ม (Tipper) เพื่อทำการเทปาล์มออกจากกระบะ เข้าสู่สายพานเพื่อลำเลียงไปยังเครื่องแยกผลปาล์มจากทะเลาะด้วยการเหวี่ยง เพื่อแยกผลปาล์มออกจากทะเลาะ สำหรับทะเลาะเปล่าจะถูกแยกออกไป ผลปาล์มที่ผ่านการแยก จะถูกส่งเข้ากระบวนการย่อย (Digester) เป็นระยะเวลา 20-25 นาที ที่อุณหภูมิภายในถึงกวนย่อย 80-90 °C เพื่อให้เปลือกผลปาล์ม (เปลือกชั้นนอกและเนื้อผลปาล์ม) แยกออกจากกากผลปาล์ม (เส้นใยและเมล็ด) หลังจากนั้นจะถูกลำเลียง ไปยังเครื่องหีบน้ำมัน



ภาพที่ 4.19 การแยกผลปาล์ม

ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2563

**3.1.3 การสกัดน้ำมัน (Oil Extraction)** นำไปกวนย่อยที่อุณหภูมิ 90-100 °C เป็นเวลานาน 20-30 นาที จากนั้นผ่านเข้าเครื่องหีบ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีองค์ประกอบ คือ น้ำมัน ร้อยละ 66 น้ำ ร้อยละ 24 และของแข็ง ร้อยละ 10 ซึ่งในขั้นตอนนี้จะได้ส่วนของกากผลปาล์ม (เส้นใยและเมล็ด) ออกมา



ภาพที่ 4.20 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์ม

ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2563

**3.1.4 การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ (Clarification)** น้ำมันปาล์มดิบที่ได้ จะถูกส่งผ่านตะแกรงสั่น เพื่อแยกทรายและสิ่งเจือปนออกจากน้ำมันปาล์มดิบ จากนั้นส่งเข้าถังพัก น้ำมันหรือถังจมน้ำ เพื่อให้ไขมันกับสลัดจ์แยกชั้นภายในถังจมน้ำ น้ำมันจะลอยตัวขึ้นด้านบนของถัง ส่วนน้ำสลัดจ์จะตกลงสู่ด้านล่าง น้ำมันที่ลอยอยู่ด้านบน จะทำการส่งไปเก็บในถังน้ำมัน เพื่อป้อนเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกน้ำออกจากน้ำมัน (เครื่อง Purifier) น้ำมันที่แยกน้ำออกแล้ว ยังมีความชื้นอยู่ จะถูกส่งไปกำจัดความชื้นด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum Dryer) จากนั้นน้ำมัน จะถูกส่งไปยังถังเก็บ เพื่อรอการกลั่นหรือจำหน่ายต่อไป ส่วนน้ำสลัดจ์ที่อยู่ด้านล่างถังจมน้ำ จะถูกส่งไปยังถังน้ำสลัดจ์ (Sludge Tank) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำสลัดจ์ให้อยู่ในช่วง 80-90 °C ก่อนส่งไปยังเครื่องเหวี่ยงแยก เพื่อเหวี่ยงแยกน้ำมันออกจากน้ำสลัดจ์ ซึ่งในส่วนนี้จะทำการกรองแยกน้ำสลัดจ์ ออกเป็น 3 ส่วน คือ น้ำมัน น้ำเสีย และของแข็งหรือกากตะกอนคิแคนเตอร์ น้ำมันจะถูกส่งเข้ากระบวนการเหวี่ยงแยก น้ำเสียจะถูกส่งไปยังบ่อพักน้ำ เพื่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงาน และกากตะกอนคิแคนเตอร์จะถูกนำไปกองไว้ในพื้นที่เก็บ



ภาพที่ 4.21 การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ  
ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2563

ในส่วนของกากผลปาล์ม จากเครื่องหีบสกัดน้ำมันจะถูกนำมาแยกเส้นใยออกจากเมล็ด โดยใช้ระบบลมดูด ส่วนของเมล็ดจะส่งไปอบแห้งในไซโล นำเข้าเครื่องกะเทาะเมล็ดเพื่อแยกเมล็ดในปาล์มกับกะลาปาล์มออก ในส่วนของเมล็ดในปาล์ม เป็นแกนที่อยู่ปลายสุดของผลปาล์ม มีลักษณะเป็นเมล็ดสีขาวขุ่น และแข็งมาก จากนั้นนำเมล็ดในมาอบแห้ง ให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7 ทำการบรรจุกระสอบเพื่อรอจำหน่าย หรือหีบน้ำมันต่อไป ซึ่งจะได้เป็นน้ำมันเมล็ดในปาล์มออกมา



ภาพที่ 4.22 การแยกใยปาล์มและกะเทาะเมล็ด  
ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2563

น้ำมันที่สกัดได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม จะถูกเก็บในถังพัก เพื่อส่งเข้าสู่โรงงานกลั่นทำให้บริสุทธิ์หรือส่งจำหน่ายต่อไป โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

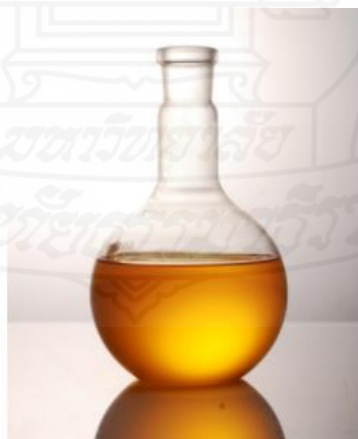
➢ **น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil, CPO)** มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่น มีสีส้มขุ่น ฅ อุณหภูมิปกติ ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ



ภาพที่ 4.23 น้ำมันปาล์มดิบ

ที่มา: บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน), 2564

➢ **น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Crude Palm Kernel Oil, KO)** มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่น มีสีเหลืองขุ่น ฅ อุณหภูมิปกติ ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการกลั่นน้ำมันเมล็ดในปาล์ม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ



ภาพที่ 4.24 น้ำมันเมล็ดในปาล์ม

ที่มา: บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน), 2564

### 3.2 กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม (Refine Processing)

การกลั่นน้ำมันปาล์ม เป็นกระบวนการทำให้น้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันเมล็ดในปาล์ม เป็นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันเมล็ดในปาล์มบริสุทธิ์ พร้อมสำหรับการบริโภค และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นๆ ซึ่งกระบวนการกลั่น สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีการ โดยจะแตกต่างกันที่กระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ ได้แก่

**3.2.1 วิธีทางกายภาพ (Physical or Steam refining)** เป็นกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยผ่านไอน้ำเข้าไปในน้ำมันร้อน แล้วกลั่นแยกกรดไขมันอิสระและสารที่ให้กลิ่นให้ระเหยออกไป จึงเป็นการกำจัดกลิ่นและทำให้น้ำมันเป็นกลางไปพร้อมกัน ทำได้โดยการเตรียมน้ำมันปาล์มดิบหรือน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก ที่อุณหภูมิ 90-100 °C นาน 15-30 นาที จากนั้นเติมผงฟอกสี (bleaching earth) และฟอกสีภายใต้สภาพสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 95-100 °C นาน 30-45 นาที นำน้ำมันปาล์มผ่านเข้าเครื่องกรองจะได้น้ำมันที่ไม่มีฟอสโฟลิปิด และทำการกลั่นโดยใช้ ไอน้ำที่อุณหภูมิ 240-270 °C นาน 1-2 ชั่วโมง ภายใต้สภาพสุญญากาศ จะได้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ (RBD Palm Oil, RPO) หรือน้ำมันเมล็ดในปาล์มบริสุทธิ์ (RBD Palm Kernel Oil, RKO)

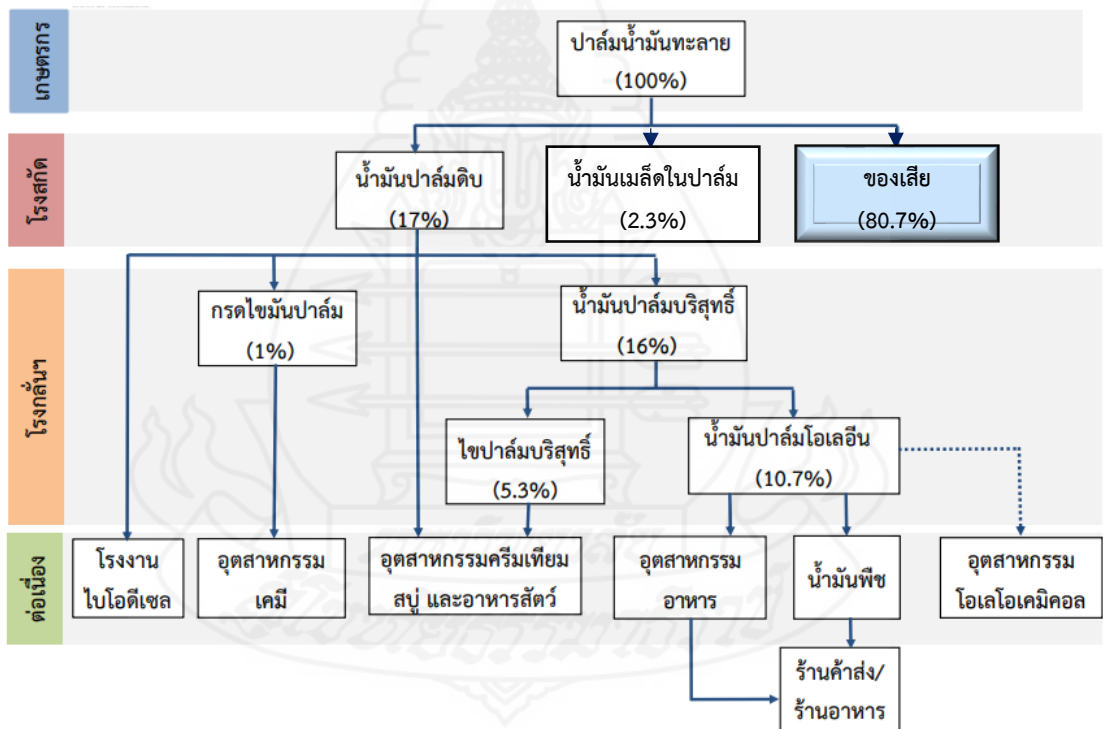
**3.2.2 วิธีทางเคมี (Chemical refining)** เป็นกระบวนการกำจัดกรดไขมันอิสระ โดยใช้สารเคมี เริ่มด้วยการให้ความร้อนแก่น้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 80-90 °C แล้วเติมกรดฟอสฟอริกความเข้มข้นร้อยละ 80-85 จากนั้นเติมสารละลายต่าง ที่นิยมใช้คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือ โซเดียมคาร์บอเนต ทำปฏิกิริยากับกรดไขมันอิสระในน้ำมันให้เกิดเป็นสบู่ จากนั้นแยกสบู่ออกโดยวิธีการหมุนเหวี่ยง ล้างสบู่ด้วยน้ำ จากนั้นให้ความร้อนแก่น้ำมัน เพื่อไล่น้ำให้ระเหยออก นำน้ำมันมาฟอกสี และกำจัดกลิ่นด้วยไอน้ำ ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้ที่สำคัญจากการกลั่นน้ำมันปาล์ม คือ กรดไขมันปาล์ม หรือ Palm Fatty Acid Distillated (PFAD) ซึ่งนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการทำสบู่ อาหารสัตว์ ใช้เป็นสารตั้งต้นในการสกัดกรดไขมันชนิดต่างๆ หรือการสกัดวิตามินอีในอุตสาหกรรมอริโอเคมีคอล



### บทที่ 3

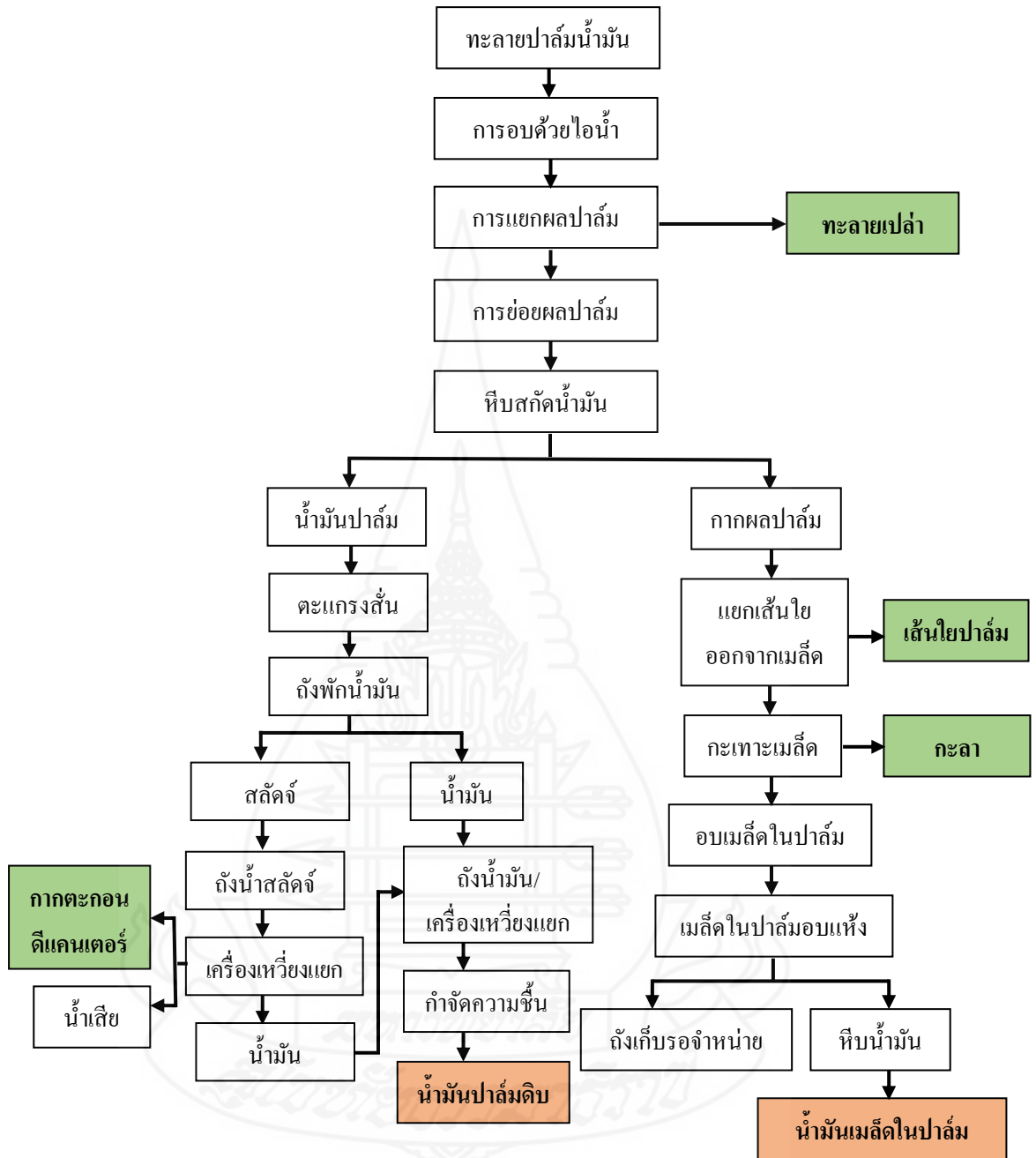
## ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

จากภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม จะประกอบด้วย 2 กระบวนการหลัก ได้แก่ กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มและกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม จากภาพที่ 25 พบว่า มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการสกัดน้ำมันสูงถึงร้อยละ 80.7 ทางผู้ศึกษา จึงสนใจศึกษาในส่วนของของเสียที่เป็นกากอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งเป็นกระบวนการหลักและก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก เพื่อจัดทำคู่มือการจัดการของเสีย จากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร



ภาพที่ 4.25 ภาพรวมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย

ที่มา: ดัดแปลงจาก ภัสรา วงศ์มณีโรจน์, 2561



ภาพที่ 4.26 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และของเสียที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการ  
ที่มา: ดัดแปลงจาก Mumtaz, 2562

จากภาพที่ 26 พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วย

### 1. ทะลายเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB)

เป็นส่วนของทะลายที่แยกผลปาล์มออกแล้ว เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม มีปริมาณความชื้นสูง ในแกนมีเส้นใยที่เหนียว สามารถนำมาใช้ทดแทนเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวได้ มีปริมาณธาตุอาหารสูง ทะลายเปล่าจะทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเป็นที่วางไข่ของด้วงแรด ซึ่งเป็นแมลงที่กัดกินยอดปาล์มและมะพร้าว



ภาพที่ 4.27 ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน  
ที่มา: บริษัท แอดไมน์ เอ็นเนอร์ยี จำกัด, 2560

### 2. เส้นใยปาล์ม (Palm Fiber)

เป็นส่วนเปลือกนอกของผลปาล์มที่หีบน้ำมันออกแล้ว



ภาพที่ 4.28 เส้นใยปาล์มน้ำมัน  
ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2562

### 3. กะลาปาล์ม (Palm kernel shell)

ลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาล เนื้อแข็ง และมีคุณสมบัติให้ค่าความร้อนต่อหน่วยพลังงานในระดับสูง



ภาพที่ 4.29 กะลาปาล์ม

ที่มา: บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน), 2562

### 4. กากตะกอนดีแคนเตอร์ (Decanter Cake)

หรือ กากสลัดจ์ เป็นกากอินทรีย์ที่เป็นเศษของเปลือกผลปาล์มหรือสิ่งเจือปนต่างๆ ที่ปะปนอยู่ในน้ำมันปาล์ม ซึ่งสิ่งเจือปนเหล่านี้จะถูกแยกออกในขั้นตอนของการทำความสะอาดกรองแยกน้ำมัน



ภาพที่ 4.30 กากตะกอนดีแคนเตอร์

ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555

## บทที่ 4

### แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

#### 1. ทะลายเปล่า (Empty Fruit Bunch, EFB)

ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน จะมีปริมาณความชื้นสูง ในแกนทะลายเปล่ามีเส้นใยที่เหนียว สามารถนำมาใช้ทดแทนเส้นใยจากเปลือกมะพร้าวได้ อีกทั้งยังเป็นแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญ โดยมี ไนโตรเจน (N) ประมาณร้อยละ 1 ฟอสฟอรัส (P) ประมาณร้อยละ 0.7 และโพแทสเซียม (K) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งสามารถใช้ทดแทนธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีได้ (ธีระพงศ์ จันทน์นิยม, 2561)

#### ❖ แนวทางการจัดการทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน

##### 1.1 การนำทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน

การนำทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน สำหรับ ปาล์มเล็กเพิ่งปลูก ควรคลุมรัศมีประมาณ 1 เมตรรอบต้น ส่วนปาล์มใหญ่อายุตั้งแต่ 4 ปีขึ้นไป จะใช้ ทะลายเปล่าคลุมรอบโคนต้น เป็นการช่วยส่งเสริมให้ดินมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการ เจริญเติบโต มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน ซึ่งทะลายเปล่านอกจากจะเป็นแหล่งธาตุ อาหารที่สำคัญแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านอื่นๆ คือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของดิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อศักยภาพในการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน โดยก่อนจะนำทะลาย เปล่ามาคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน ควรจะนำทะลายเปล่าที่ได้มาจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม มากองทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ก่อน เนื่องจาก

1) ในขณะที่เกิดกระบวนการย่อยสลายจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และความร้อนในปริมาณมาก ส่งผลให้อุณหภูมิในกองวัสดุสูงขึ้น และดินใต้กองจะมี อุณหภูมิสูงขึ้นด้วย อีกทั้งจุลินทรีย์อาจจะดึงธาตุอาหารจากดินมาใช้ในการสร้างเซลล์ ทำให้เกิด การแข่งขันในการดูดธาตุอาหารระหว่างพืชกับจุลินทรีย์ขึ้นได้ ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ (Lim and Chan, 2014)

2) เป็นการลดความชื้นของทะลายเปล่า ทำให้น้ำหนักและปริมาตรลดลง ส่งผลให้ สะดวกในการเคลื่อนย้ายทะลายเปล่าไปสู่คลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน (Lim and Chan, 2014)

ทะเลาะเปล้าจะสลายตัวและมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้พืชได้อย่างช้าๆ ในขณะที่ธาตุอาหารในปุ๋ยเคมี ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่า แต่ปุ๋ยเคมีหากมีการใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลาานาน จะส่งผลให้คุณสมบัติต่างๆ ของดินเสื่อมลง เช่น ทำให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น ในขณะที่ทะเลาะเปล้าเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของดิน ดังนั้น การนำทะเลาะเปล้ามาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี จึงเป็นการส่งเสริมกัน ทำให้ได้ประโยชน์จากธาตุอาหาร ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำลายคุณสมบัติของดิน เป็นการรักษาสภาพของดิน ทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มผลผลิตของปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 4.31 การใช้ทะเลาะเปล้าเป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2562

### 1.1.1 ประโยชน์จากการใช้ทะเลาะเปล้าปาล์มน้ำมันเป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน

#### 1) ผลของทะเลาะเปล้าต่อคุณสมบัติของดิน

การใช้ทะเลาะเปล้าคลุมดินบริเวณรอบโคนต้นปาล์มน้ำมัน เป็นการช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน ส่งผลให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน ทำให้ดินเกาะกันเป็นเม็ดดิน เกิดช่องว่างภายใน มีความพรุนมากขึ้นทำให้สามารถระบายน้ำและอากาศได้ดี เป็นการเพิ่มอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดิน อีกทั้งยังช่วยรักษาความชื้นและอุณหภูมิที่ผิวหน้าดิน ลดการไหลบ่าของน้ำที่ผิวดิน และลดการชะล้างพังทลายของดิน (อานัฐ ตัน โข, 2557)

การใช้ทะเลาะเปล้าคลุมดิน นอกจากจะส่งผลดีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินแล้วยังช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น คือ ทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มมากขึ้น เพิ่มธาตุอาหารในดิน ส่งเสริมให้ดินมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

จากการศึกษาของภิญโญ และคณะ (2559) โดยศึกษาการใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดินตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งปาล์มน้ำมันอายุ 8 ปี พบว่า การคลุมดินด้วยทะเลาะเปลา่ ทำให้ค่า pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในทุกระดับความลึกของชั้นดินเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 4.1 ผลของการใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดินต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ความลึก (cm)	ค่า pH	ปริมาณ	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
		อินทรีย์วัตถุ (ร้อยละ)	(P)	(K)	(Ca)	(Mg)
(Mg/kg)						
<b>ไม่ใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดิน ใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี</b>						
15	4.16	1.14	4.88	100.10	229.90	20.25
30	4.05	0.86	4.00	65.75	228.50	15.63
50	4.06	0.47	2.25	60.75	233.40	13.88
<b>ใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดิน 150 กก./ต้น/ปี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีเกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี</b>						
15	5.21	1.51	9.42	263.40	472.90	59.67
30	5.01	1.04	5.33	218.80	443.80	35.67
50	4.82	0.76	3.05	181.30	369.90	33.13

ที่มา: คัดแปลงจาก ภิญโญ พงศ์พัฒนศิริ และคณะ, 2559

## 2) ผลของทะเลาะเปลา่ต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน

เนื่องจากการใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดิน เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน จึงส่งผลให้ต้นปาล์มน้ำมันที่มีการคลุมดิน รอบโคนต้นด้วยทะเลาะเปลา่ มีการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ ดีกว่าที่ไม่มีการคลุมดิน จากการศึกษาของภิญโญ และคณะ (2559) โดยใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดินปริมาณ 150 กก./ต้น/ปี เปรียบเทียบกับที่ไม่มีการคลุมดิน พบว่า การใช้ทะเลาะเปลา่คลุมดินส่งเสริมให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตของความยาวทางใบ พื้นที่หน้าตัดทางใบ พื้นที่ใบ และจำนวนทางใบที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปาล์มน้ำมันที่ไม่ได้คลุมดินด้วยทะเลาะเปลา่ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 4.2 การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะเลสาบเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	ความยาวทางใบ (m)	พื้นที่หน้าตัด ทางใบ (cm <sup>2</sup> )	พื้นที่ใบ (cm <sup>2</sup> )	จำนวนทางใบ (ใบ/ต้น)
ไม่ใช้ทะเลสาบเปล่า	5.10	28.06	7.21	23.82
ใช้ทะเลสาบเปล่า 150 กก./ต้น/ปี	5.21	31.29	7.92	24.42

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิทยุ โยง พงศ์พัฒนศิริ และคณะ, 2559

### 3) ผลของทะเลสาบเปล่าต่อผลผลิตของปาล์มน้ำมัน

การใช้ทะเลสาบเปล่าคลุมดิน ทำให้ปาล์มน้ำมันมีการเจริญเติบโตที่ดี จึงส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงการให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมัน ซึ่งจากการศึกษาของวิทยุ โยง และคณะ (2559) พบว่า การใช้ทะเลสาบเปล่าคลุมดินบริเวณโคนต้นปาล์มน้ำมันตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งปาล์มน้ำมัน อายุ 8 ปี ทำให้ผลผลิตทะเลสาบเปล่าเพิ่มขึ้นจาก 2.6 ตัน/ไร่ เป็น 3.1 ตัน/ไร่ เมื่อมีการคลุมดินด้วย ทะเลสาบเปล่าปริมาณ 150 กก./ต้น/ปี หรือให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 16 ดังแสดงในตารางที่ 3 และมีแนวโน้มว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ทะเลสาบเปล่าในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Singh et al. ในปี 2012 และ Lim and Chan ในปี 2014 ซึ่งพบว่า การคลุมดินด้วย ทะเลสาบเปล่าร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรามาตรฐานทำให้ผลผลิตทะเลสาบเปล่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 5-17

ตารางที่ 4.3 ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะเลสาบเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ต้น/ปี

พารามิเตอร์ที่ศึกษา	ผลผลิตทะเลสาบเปล่าสด	
	กก./ต้น/ปี	กก./ไร่/ปี
ไม่ใช้ทะเลสาบเปล่า	116.80	2,663
ใช้ทะเลสาบเปล่า 150 กก./ต้น/ปี	136.43	3,110

ที่มา: ดัดแปลงจาก วิทยุ โยง พงศ์พัฒนศิริ และคณะ, 2559



ในส่วนของปริมาณปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อผลผลิตของทะลายปาล์มสด ดังแสดงในตารางที่ 4 จะพบว่า การใช้ทะลายเปล่าในปริมาณ 150 กก./ตัน/ปี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรามาตรฐาน (ร้อยละ 100) ทำให้ได้ผลผลิตของทะลายสดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าวัดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลงครึ่งหนึ่งของอัตรามาตรฐาน (ร้อยละ 50) แล้วนำทะลายเปล่ามาใช้เป็นแหล่งทดแทนธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีในปริมาณเท่าเดิม พบว่า มีการให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในอัตราที่ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตรา มาตรฐาน คือ มีผลผลิต 2,586 กก./ไร่/ปี ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตรามาตรฐาน ให้ผลผลิต 2,663 กก./ไร่/ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ทะลายเปล่าเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่สำคัญ สามารถนำมาใช้ทดแทนธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีหรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีได้

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตของปาล์มน้ำมันที่มีการใช้และไม่ใช้ทะลายเปล่าคลุมดิน ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ในปริมาณต่างๆ

พารามิเตอร์ที่ศึกษา		ผลผลิตทะลายปาล์มสด	
ปริมาณปุ๋ยเคมี	ปริมาณทะลายเปล่า (กก./ตัน/ปี)	กก./ตัน/ปี	กก./ไร่/ปี
ร้อยละ 100	ไม่มี	116.80	2,663
ร้อยละ 50	ไม่มี	82.37	1,878
ร้อยละ 100	150	136.43	3,110
ร้อยละ 50	150	113.46	2,586

หมายเหตุ: ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 100 = ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 4.31 กก./ตัน/ปี

ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 50 = ปุ๋ยเคมี เกรด 15-10-30 ปริมาณ 2.155 กก./ตัน/ปี

ที่มา: คัดแปลงจาก วิทยุ โณงศ์พัฒนศิริ และคณะ, 2559

## 1.2 การหีบทะเลสาปาล์มน้ำมัน เพื่อนำน้ำที่ได้จากการหีบมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ก๊าซชีวภาพ

ทะเลสาปาล์มน้ำมันที่ไม่ผ่านการหีบจะมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 64.8 เมื่อผ่านการหีบแล้วจะมีค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 42.3 นั่นคือหลังจากการหีบจะทำให้ได้น้ำจากทะเลสาปอยู่ร้อยละ 22.5 ต่อน้ำหนักเปียกของทะเลสาปาล์มน้ำมัน (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดตรัง, 2556) ซึ่งน้ำที่ได้จากการหีบจะมีสารที่อยู่ในรูปของซีโอดี (COD) บีโอดี (BOD) ของแข็งแขวนลอยและสารอาหารในปริมาณที่สูง จึงสามารถนำไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานได้ โดยกระบวนการหีบทะเลสาปาล์มน้ำมัน ดังแสดงในภาพที่ 32 และหลังจากการหีบจะได้ทะเลสาปาล์มน้ำมันที่มีลักษณะที่เปื่อยยุ่ยขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุคลุมดินในสวนปาล์มน้ำมัน จะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายที่เร็วขึ้น และช่วยลดมลพิษทางน้ำที่เกิดจากการชะล้างคราบน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ เนื่องจากน้ำมันที่ผสมอยู่ในทะเลสาปาล์มได้ผสมไปกับน้ำที่เกิดจากกระบวนการหีบ



ภาพที่ 4.32 กระบวนการหีบทะเลสาปาล์มน้ำมัน

ที่มา: บริษัท พัทธ์ภัยปาล์มออยล์ จำกัด, 2556

### 1.3 การผลิตปุ๋ยหมักจากทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมัน

ในการผลิตปุ๋ยหมักจากทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมัน จะต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนาน โดยทั่วไปจะมีระยะเวลาในการหมัก อยู่ในช่วงระหว่าง 60-90 วัน เนื่องจากทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมัน จะประกอบด้วยลิกโนเซลลูโลส ซึ่งมีองค์ประกอบที่ย่อยสลายได้ยาก และมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน อีกทั้งยังมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ ส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุหมักสูง ทำให้อัตราการย่อยสลายต่ำ หากนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักจะต้องหาวัสดุหมักร่วมที่มีค่าไนโตรเจนสูง เช่น มูลไก่ มูลวัว มูลแพะ หรือใช้กากตะกอนดีแคนเตอร์ ซึ่งเป็นของเสียอีกชนิดหนึ่งที่ได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม มาเป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่กองปุ๋ยหมัก จะส่งผลให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลง และสามารถย่อยสลายได้เร็วขึ้น (Thambirajah, 2016)

จากการศึกษาของ Yahya (2018) โดยการศึกษาการหมักปุ๋ยจากทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมัน ร่วมกับการใช้กากตะกอนดีแคนเตอร์เป็นแหล่งไนโตรเจน และมีการเติมอากาศด้วยการพลิกกลับกองปุ๋ยทุก 7 วัน พบว่า หลังจากผ่านกระบวนการหมักเป็นเวลาเพียง 51 วัน ก็มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เหมาะสม ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในชุดการทดลองที่ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ จะสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผสมกากตะกอนดีแคนเตอร์ จึงสรุปได้ว่า การนำทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมันมาผลิตปุ๋ยหมัก โดยใช้กากตะกอนดีแคนเตอร์เป็นแหล่งไนโตรเจน สามารถผลิตปุ๋ยหมักได้ในระยะเวลาเพียง 51 วัน และช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักให้แก่ปุ๋ยหมักอีกด้วย

#### 1.3.1 กระบวนการหมักปุ๋ยจากทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมันและกากตะกอนดีแคนเตอร์

##### 1) การเตรียมวัสดุหมัก

นำทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมัน ตัดย่อยด้วยเครื่องตัดย่อย เพื่อทำให้ย่อยขึ้น ส่วนกากตะกอนดีแคนเตอร์ นำมาตากให้แห้ง ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร จากนั้นนำวัสดุหมักทั้ง 2 ชนิด มาคลุกเคล้าผสมให้เข้ากัน ในอัตราส่วนของทะเลสาบเปลาปาล์มน้ำมันต่อกากตะกอนดีแคนเตอร์ เป็น 2:1 (ณัฐฐาทศน์ เจียเปี้ยว, 2558)



ภาพที่ 4.33 เครื่องย่อยทะเลาะปลายปล่าปล่าม่น้ำมัน  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558



ภาพที่ 4.34 ทะละาะปล่าปล่าม่น้ำมันหลังผ่านการย่อย  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558



ภาพที่ 4.35 กากตะกอนดีเคเนเตอร์หลังร้อนผ่านตะแกรง  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558



ภาพที่ 4.36 การคลุกเคล้าวัสดุหมัก (ละลายเปล่าปาล์มน้ำมันกับกากตะกอนดีแคเนเตอร์)  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558

### 2) การเตรียมสารเร่ง (จุลินทรีย์ ชูปเปอร์ พด.1)

ทำการเตรียมสารเร่งหรือจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายวัสดุหมัก โดยจุลินทรีย์ 1 ชอง น้ำหนัก 100 กรัม ใช้สำหรับการผลิตปุ๋ยหมักจำนวน 1 ตัน หรือ 1,000 กิโลกรัม ทำการผสมกับน้ำ 20 ลิตร ทำการกวนผสมให้เข้ากัน เป็นเวลา 10 นาที (กรมพัฒนาที่ดิน, 2561)

### 3) การหมักปุ๋ย

เมื่อคลุกเคล้าวัสดุหมักและเตรียมสารเร่ง (จุลินทรีย์ ชูปเปอร์ พด.1) เรียบร้อยแล้ว นำวัสดุหมักใส่ในร่องปุ๋ยหมัก โดยแยกออกเป็น 2 ชั้น เมื่อใส่วัสดุหมักชั้นที่ 1 ทำการรดน้ำจุลินทรีย์ที่เตรียมไว้ปริมาณครึ่งหนึ่งลงไปบนกองปุ๋ย หลังจากนั้นใส่วัสดุหมักชั้นที่ 2 ลงไป และทำการรดน้ำจุลินทรีย์ที่เหลือไปให้ทั่วบริเวณกองปุ๋ยหมัก ทำการพลิกกลับกองปุ๋ยทุกๆ 7 วัน ตลอดกระบวนการหมัก เพื่อเป็นการเติมอากาศ เพิ่มปริมาณออกซิเจน เนื่องจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะต้องใช้ออกซิเจนในระบบหายใจและสร้างเอนไซม์ เพื่อทำการย่อยวัสดุหมัก ปล่อยิ่งไว้ให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ เป็นเวลาประมาณ 51 วัน (Yahya, 2018) ก็จะได้ปุ๋ยหมักที่พร้อมสำหรับการใช้งาน โดยในกระบวนการหมักปุ๋ยควรทำภายใต้โรงเรือนที่สามารถป้องกันแดดและฝนได้



ภาพที่ 4.37 ลักษณะกองปุ๋ยหมัก  
ที่มา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2558

## 2. เส้นใยปาล์ม (Palm Fiber)

เส้นใยปาล์มมีลักษณะและคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับเส้นใยมะพร้าว เป็นเส้นใยที่เหนียว อากาศสามารถไหลเวียนผ่านได้ดี ประกอบด้วยใยอาหารในปริมาณมาก มีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง โดยมีค่าความร้อนเท่ากับ 2,723 kcal/kg (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2557) และมีค่าความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 38.50

### ❖ แนวทางการจัดการเส้นใยปาล์ม

#### 2.1 ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ในการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ ได้มีการกำหนดค่าความชื้นไว้ว่าไม่ควรเกินร้อยละ 50 (กระทรวงพลังงาน, 2561) ในส่วนของเส้นใยปาล์มมีค่าความร้อนที่ค่อนข้างสูง และมีค่าความชื้นไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเพียงพอต่อการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อผลิตไอน้ำ โดยนำเชื้อเพลิงชีวมวล (เส้นใยปาล์ม) มาเผาไหม้โดยตรง (วุฒินันท์, 2559) เพื่อนำไอน้ำไปนั่งทะเลลายปาล์ม และผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน เนื่องจากใยปาล์มมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เอื้ออำนวยต่อการนำไปใช้งานและมีปริมาณที่มากเพียงพอ จึงนิยมนำเส้นใยปาล์มมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

### 3. กะลาปาล์ม (Palm kernel shell)

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์ม เมื่อเกิดกระบวนการสกัดเอาน้ำมันปาล์มออกแล้ว จะเหลือกะลาปาล์ม ซึ่งจะมีลักษณะเปลือกที่หนา ค่าความชื้นต่ำ และให้ค่าพลังงานความร้อนที่สูง

#### คุณสมบัติเบื้องต้น

- 1) ค่าความร้อน (Net Calorific Value) 3,800 - 4,200 kcal/kg
- 2) ขี้เถ้า (Ash) น้อยกว่าร้อยละ 4 โดยน้ำหนัก
- 3) ความชื้น (Total Moisture) ร้อยละ 12

#### ❖ แนวทางการจัดการกะลาปาล์ม

##### 3.1 ใช้เป็นเชื้อเพลิง

จากคุณสมบัติเบื้องต้นของกะลาปาล์ม พบว่า มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass) ที่ให้ค่าความร้อนสูง ในปัจจุบันจึงเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน น้ำมันเตาที่มีราคาสูง จนทำให้ในประเทศมีกะลาปาล์มไม่เพียงพอกับความต้องการ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย และสามารถจำหน่ายเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ปูนซีเมนต์ ได้อีกด้วย

##### 3.2 ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) คือ ถ่านที่มีคุณสมบัติดูดซับสี กลิ่น รสบางชนิด ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างเป็นรูพรุน สำหรับการผลิตถ่านกัมมันต์โดยทั่วไป จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

- 1) การเผาวัตถุดิบให้เป็นชาร์ (Char) เรียกขั้นตอนนี้ว่า การทำคาร์บอนในเซชัน (Carbonization) เป็นขั้นตอนที่ทำให้วัตถุดิบมีปริมาณคาร์บอนเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเป็นการเผาไล่สารปนเปื้อนที่ไม่ต้องการออก โดยการใช้อุณหภูมิ 200-500 องศาเซลเซียส
- 2) การนำถ่านชาร์ไปเพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า “การกระตุ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว (Activation)” ซึ่งอาจจะใช้วิธีการกระตุ้นทางกายภาพหรือการกระตุ้นทางเคมี

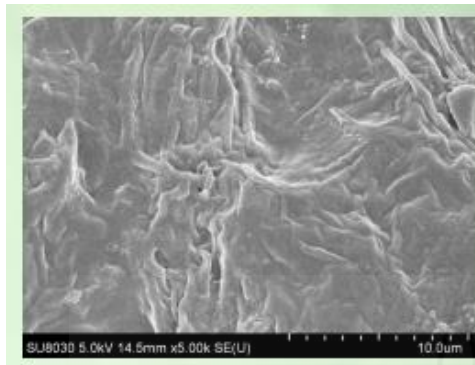
การกระตุ้นทางกายภาพ เป็นการกระตุ้นด้วยการใช้แก๊สหรือไอน้ำ อุณหภูมิในการเผากระตุ้นประมาณ 800-1,000 องศาเซลเซียส เพราะจะต้องใช้ไอน้ำที่ร้อนยิ่งยวด เพื่อให้สารอินทรีย์สลายไป โครงสร้างภายในเป็นรูพรุน ข้อดี คือ สามารถนำไปใช้งานได้ทันที ไม่ต้องล้างสารเคมีที่ตกค้าง แต่มีข้อเสีย คือ ขนาดของรูพรุนที่ได้จะเล็กกว่าการกระตุ้นด้วยวิธีการทางเคมี

**การกระตุ้นทางเคมี** เป็นการกระตุ้นโดยใช้สารเคมี การเลือกใช้สารจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบ โดยการนำสารมาผสมกับขาร์แล้วนำไปเผา ข้อดี คือ ถ่านกัมมันต์ที่ได้จะมีรูพรุนขนาดใหญ่ แต่มีข้อเสีย คือ ต้องล้างสารเคมีที่ใช้กระตุ้นออกให้หมด จึงไม่เหมาะจะนำไปใช้ทางด้านอาหารและทางการแพทย์

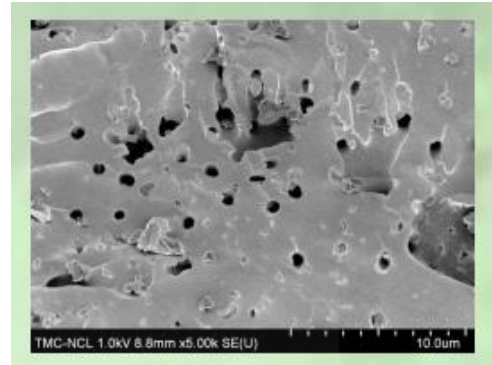
จากการศึกษาของ สถาพร บุ่งทอง และคณะ (2560) โดยการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์มโดยกระบวนการกระตุ้นด้วยสารเคมี เนื่องจากกะลาปาล์มเป็นวัสดุที่มีปริมาณคาร์บอนสูง และทำการศึกษาถึงตัวแปรที่มีผลต่อคุณสมบัติของถ่านกัมมันต์ ได้แก่ อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้น อุณหภูมิ ระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้น ทำการทดสอบหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ และทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เพื่อศึกษาพื้นผิวของวัสดุตัวอย่าง โดยสารเคมีที่ใช้เป็นตัวกระตุ้น คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เนื่องจากมีราคาถูกและหาได้ง่าย และเป็นตัวช่วยสลายพันธะได้ดี ส่งผลให้ถ่านกัมมันต์มีความเป็นรูพรุนสูง

ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนของสารเคมีที่ใช้ในการกระตุ้น : วัตถุดิบ (ขาร์) เท่ากับ 2:1 อุณหภูมิที่เหมาะสม เท่ากับ 900 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการกระตุ้นที่เหมาะสม เท่ากับ 2 ชั่วโมง ส่วนผลจากการทดสอบหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงจำนวนมิลลิกรัมของไอโอดีนที่ถูกดูดซับไว้ด้วยถ่านกัมมันต์ 1 กรัม มีค่าไอโอดีนนัมเบอร์สูงถึง 1,386 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้กำหนดค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ่านกัมมันต์ มอก.900-2547 ไว้ว่าต้องมีค่าไอโอดีนนัมเบอร์ ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิกรัมต่อกรัม และผลจากการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) แสดงดังภาพที่ 38

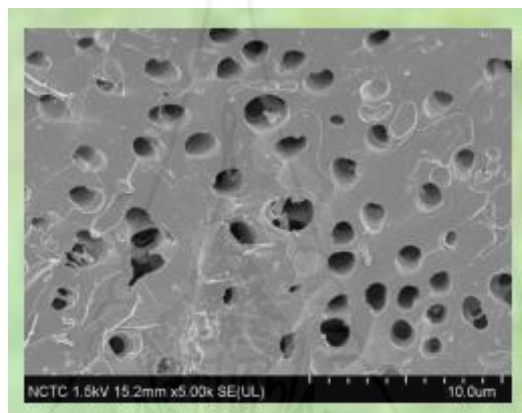




กะลาปาล์ม



ชาร์ (Char)



กระตุ้นด้วย NaOH

ภาพที่ 4.38 ผลการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2560

จากการทดลองสรุปได้ว่ากะลาปาล์มสามารถนำไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ได้ โดยกระบวนการกระตุ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เนื่องจากถ่านกัมมันต์มีค่าไอโอดีน นัมเบอร์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงอุตสาหกรรม และจากผลของ SEM แสดงให้เห็นว่า ถ่านกัมมันต์มีรูพรุนหลายขนาดเกิดขึ้น จึงมีความเหมาะสมในการผลิตถ่านกัมมันต์ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้

### 3.2.1 กระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์

1) เตรียมกะลาปาล์มโดยนำมาล้างทำความสะอาด และบดให้ได้ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.39 กะลาปาล์มบด

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2560

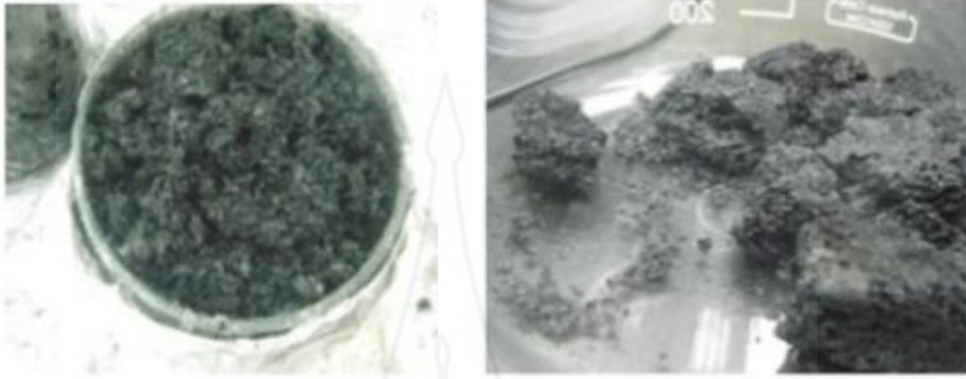
2) นำเข้ากระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) โดยการเผาวัตถุดิบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง จะได้ถ่านที่มีลักษณะเป็นสีดำ เรียกว่า “ชาร์ (Char)”



ภาพที่ 4.40 กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2560

3) นำถ่านชาร์ที่ได้ไปผสมกับตัวกระตุ้น (โซเดียมไฮดรอกไซด์, NaOH) ในอัตราส่วนสารกระตุ้น : ชาร์ เท่ากับ 2:1 แล้วนำไปเผาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยถ่านที่เผาเสร็จในขั้นตอนนี้จะเรียกว่า “Activated carbon”



ภาพที่ 4.41 การกระตุ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพถ่านชาร์  
ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2560

4) นำมาล้าง เพื่อเอาตัวกระตุ้นออกไป โดยการใช้ 0.1 M กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ร่วมกับน้ำร้อน ล้างจนมีค่าพีเอช (pH) ประมาณ 7



ภาพที่ 4.42 การล้าง Activated carbon เพื่อเอาตัวกระตุ้นออก  
ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2560

5) นำ Activated carbon ที่ผ่านการล้างมาผึ่งให้แห้ง จะได้ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ที่พร้อมสำหรับการใช้งาน



ภาพที่ 4.43 ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) จากกะลาปาล์ม  
ที่มา: บริษัท ไรท์ มีเดีย คอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2563

#### 4. กากตะกอนดีแคนเตอร์ (Decanter Cake)

หรือ กากสลัดจ์ เป็นวัสดุเหลือทิ้งอีกชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งถูกแยกออกในขั้นตอนของการทำความสะอาด/กรองแยกน้ำมัน

##### ❖ แนวทางการจัดการกากตะกอนดีแคนเตอร์

##### 4.1 ผลิตปุ๋ยหมักร่วมกับทะเลาะปลาปาล์มน้ำมัน

กากตะกอนดีแคนเตอร์จะมีค่าไนโตรเจนสูง จึงสามารถนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักร่วมกับทะเลาะปลาปาล์มน้ำมันหรือวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จะช่วยให้อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของกองปุ๋ยหมักอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดตรัง, 2556)

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). พลังงานชีวมวล. สืบค้นจาก <http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15330.pdf>
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://webkc.dede.go.th/testmax/node/2529>
- เกศศิริ เหล่าวิชระสุวรรณ. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย โดยการกระตุ้นทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริก. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 28(4), 1-15.
- คริสฐ์สพล หนูพรหม. (2559). ผลของการเติมเส้นใยปาล์มน้ำมันลงในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดอกของดาวเรืองกระถาง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3(4), 23-28.
- ณัฐฐาทศน์ เขี้ยเปี้ยว. (2558). การจัดการของเสียในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน กรณีศึกษา การผลิตปุ๋ยหมักร่วมจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนคี้แคนเตอร์ (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ธีระพงศ์ จันทนิยม. (2561). กระบวนการไร้ของเสียในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม. วารสารหาดใหญ่วิชาการ, 6(2), 159-164.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทนิยม, ประกิจ ทองคำ, และวรรณ เลี้ยววาริณ. (2556). คู่มือปาล์มน้ำมัน และการจัดสวน (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: โรงพิมพ์ ณ สงขลา พรินท์ติ้ง.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และธีระพงศ์ จันทนิยม. (2558). คู่มือปาล์มน้ำมัน (พิมพ์ครั้งที่ 2). สงขลา: ห้างหุ้นส่วนสามัญ หาดใหญ่ ดิจิตอล พรินท์.
- นงเยาว์ เมืองดี. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญรัชช์ กิตยานันท์. (2563). Activated carbon บริษัท ไรท์ มีเดีย คอร์ปอเรชั่น จำกัด. สืบค้นจาก [http://konkidbuak.com/column/column\\_detail/38/](http://konkidbuak.com/column/column_detail/38/)
- บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). (2564). กลุ่มสินค้าน้ำมันปาล์ม. สืบค้นจาก <https://www.cpi-th.com/th/product-list?type=5>
- บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). (ม.ป.ป.). ความรู้เกี่ยวกับปาล์ม ประโยชน์ในอุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอล. สืบค้นจาก <https://www.cpi-th.com/th/product-detail/42/plam>

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2562). ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://www.cpiagrotech.com/knowledge-002/>
- บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2560). สายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รายงานประจำปี 2560. สืบค้นจาก <http://www.cpiagrotech.com/knowledge-015/#>
- บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน). (2563). กรรมวิธีการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ รายงานประจำปี 2563. สืบค้นจาก [https://www.irplus.in.th/Listed/VPO/annual/an\\_vpo\\_2020.pdf](https://www.irplus.in.th/Listed/VPO/annual/an_vpo_2020.pdf)
- บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน). (2562). ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลผลิตจากธุรกิจผลิตและจำหน่ายน้ำมันปาล์มดิบ. สืบค้นจาก <http://www.irplus.in.th/Listed/VPO/pdf/201503.pdf>
- บริษัท แอดไมน์ เอ็นเนอร์จี จำกัด. (2560). ทะลายเปล่าปาล์ม (EMPTY FRUIT BUNCH). สืบค้นจาก <https://admineenergy.com/productpalm2.html>
- เปรมจิต สัตนันท์. (2559). การวิเคราะห์โซ่คุณค่าของปาล์มน้ำมัน จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- กัญญา พงศ์พัฒนศิริ, สุนีย์ จวนซ้าย, และกาญจน์ ศรีกุล. (2559). การผลิตและการเพิ่มคุณค่าของปุ๋ยหมักจากวัสดุเศษเหลือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มณฑนา กระโหมวงค์. (2558). แนวทางการบริหารจัดการ โลจิสติกส์ของปาล์มน้ำมันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- วุฒินันท์ ศรีธาวิรัตน์. (2559). เชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือทิ้ง (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: สำนักพิมพ์ รอยแผล พรินเฮ้าส์.
- ศิริณี วงศ์กระจ่าง. (2557). ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของพืช. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.
- สถาพร บุ่งทอง, สงวนศักดิ์ ศรีพลัง, ดร. อัสวเสถียร, และกิตติพงษ์ หริ่มฉ่ำ. (2560). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยกระบวนการกระตุ้นด้วยสารเคมี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์. (2539). การใช้ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งของธาตุอาหารทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี. วารสารการวิจัยทางการเกษตร, 14(2), 139-145.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สุระพรรณ จุลสุวรรณ, วันฉัตร จารุวรรณโน, และธราพงษ์ มีมุสิทธิ. (2561). การบริหารจัดการปาล์มน้ำมันแบบครบวงจรในเขตจังหวัดพัทลุง. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน). (2564). การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน (Oil Palm). สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/01-07.php>
- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน). (2564). ปาล์มน้ำมัน Oil Palm. สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/used/01-03.php>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ่านกัมมันต์ มอก.900-2547. สืบค้นจาก <http://www.fio.co.th/web/tisifio/fulltext/TIS900-2547.pdf>
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดตรัง. (2556). อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://old.industry.go.th/trang/index.php/2016-01-08-05-34-27>
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร. (2562). ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/datas/file/1467018611.pdf>
- อานัฐ ตันโซ. (2557). เกษตรกรรมชาติประยุกต์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เนชั่นบุ๊กส์.
- โอภาส พิมพา. (2555). การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม (decanter cake) สำหรับเป็นอาหารโค. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สุราษฎร์ธานี.
- Lim and Chan. (2014). The usage of Empty Fruit Bunche (EFB) and Palm Pressed Fiber (PPF) as substrates for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Journal Teknologi* 49, 96-189.
- Singh L., Zhang F., and Bhilawe P. (2012). Enhanced use of waste biomass of palm oil production in an environmentally safe and sustainable way with emphasis on Malaysia and Ghana. *Bioresource Technology*, 125-149.
- Thambirajah. (2016). The Malaysian Oil Palm Industry : Progress towards Environmentally Sound and Sustainable Crop Production. *Industry and Environment. Resources Conservation and Recycling*, 74-91.
- Yahya. (2018). Waste management in the palm oil industry composting of palm oil empty fruit bunches and sludge from the decanter. *Waste Manage*, 161-173.

## บทที่ 5

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุปการวิจัย

การจัดทำคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ผู้ศึกษามีวัตถุประสงค์จัดทำคู่มือการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานและเป็นแนวทางให้กับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

ขั้นตอนในการดำเนินการจัดทำคู่มือ จะเริ่มจากการศึกษาแนวทางในการจัดทำคู่มือวางแผนในการดำเนินการจัดทำคู่มือ ดำเนินการจัดทำคู่มือ โดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ นำคู่มือไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา และทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นทำการประเมินตรวจสอบคู่มือโดยผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อขอความคิดเห็นและความสามารถในการนำคู่มือไปใช้ปฏิบัติ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เพื่อจัดทำเล่มคู่มือฉบับสมบูรณ์ต่อไป

จากผลการศึกษา จะได้คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร ซึ่งในส่วนเนื้อหาของคู่มือ จะประกอบไปด้วย บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับปาล์มน้ำมัน บทที่ 2 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม บทที่ 3 ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม และบทที่ 4 แนวทางการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม



## 2. อภิปรายผล

จากการประเมินตรวจสอบคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มสำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร โดยผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับคู่มือ ดังต่อไปนี้

**2.1 ด้านเนื้อหา** มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.66 แปลผลได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าเนื้อหามีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย มีความเป็นปัจจุบัน การเรียงลำดับเนื้อหาและภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสม

**2.2 รูปแบบของคู่มือ** มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.33 แปลผลได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่าคู่มือมีรูปแบบน่าอ่าน ขนาดและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย

**2.3 การนำไปใช้ประโยชน์** มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.44 แปลผลได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยว่าคู่มือมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน และสามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้

**2.4 ภาพรวมของคู่มือ** ความพึงพอใจในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยของคะแนน ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.33 แปลผลได้ว่า ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ มีความพึงพอใจในภาพรวมของคู่มือ สามารถนำคู่มือไปใช้ปฏิบัติได้มาก

## 3. ข้อเสนอแนะ

### 3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

คู่มือที่จัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานและเป็นแนวทางให้กับสถานประกอบการ ในการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม ในการนำไปใช้งานจริง จะต้องมีการเปรียบเทียบต้นทุน ความคุ้มค่า และความเหมาะสมในแต่ละวิธีการ เพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุด ไปปรับใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมของตนเอง

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาแนวทางในการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมของเสียที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

3.2.2 ควรมีการศึกษาด้านต้นทุน ความคุ้มค่า ประโยชน์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม เพื่อให้เห็นในด้านมูลค่าที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากการจัดการ

บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2561). พลังงานชีวมวล. สืบค้นจาก <http://e-lib.dede.go.th/mm-data/Bib15330.pdf>
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2562). ศักยภาพพลังงานชีวมวลจากปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://webkc.dede.go.th/testmax/node/2529>
- เกศศิริ เหล่าวัชรสุวรรณ. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากฟางข้าว แกลบ และชานอ้อย โดยการกระตุ้นทางเคมีด้วยกรดฟอสฟอริก. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 28(4), 1-15.
- โกสินทร์ วงศ์รัตนะ. (2562, 19 กรกฎาคม). แหล่งปลูกปาล์มน้ำมัน. ปาล์มน้ำมัน, น. 43. สืบค้นจาก <http://mis-app.oae.go.th/product>
- คริสรัสมิ์ หนูพรหม. (2559). ผลของการเติมเส้นใยปาล์มน้ำมันลงในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตดอกของดาวเรืองกระถาง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 3(4), 23-28.
- เฉลิมพงษ์ สันติวารการ. (2563, 12 มีนาคม). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันปี 2563-2565. อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม, น. 38. สืบค้นจาก [https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Agriculture/Sugar-\(1\)/IO/io-oil-palm-20-th](https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Agriculture/Sugar-(1)/IO/io-oil-palm-20-th)
- ชวนพิศ เขียวไชยศรี. (2563, 14 สิงหาคม). เขตการปกครองจังหวัดชุมพร. รู้จักจังหวัดชุมพร, น. 32. สืบค้นจาก <https://weekdayspecialthailand.com/14822>
- ณัฐวาทน์ เข้มเปี้ยว. (2558). การจัดการของเสียในอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน กรณีศึกษา การผลิตปุ๋ยหมักร่วมจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนกึ่งแคนเตอร์ (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ณรงค์วิทย์ แสนทอง. (2561, 8 กันยายน). สรุปสถิติการเกษตรจังหวัดชุมพร. พืชเศรษฐกิจจังหวัดชุมพร, น. 92. สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/chumphon-files-391191791798>
- ธีระพงศ์ จันทนิยม. (2561). กระบวนการไร้ของเสียในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม. วารสารหาดใหญ่วิชาการ, 6(2), 159-164.
- ธีระพงศ์ จันทนิยม. (2551). สภาพการทำสวนและการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมันของเกษตรกรจังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารข่าวสารปาล์มน้ำมัน, 1(3), 117-129.

- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, ชัยรัตน์ นิลนนท์, ธีระพงศ์ จันทรมนิยม, ประกิจ ทองคำ, และวรรณภา เลี้ยววาริณ. (2556). คู่มือปาล์มน้ำมัน และการจัดสวน (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: โรงพิมพ์ ณ สงขลา 프린ท์ติ้ง.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์, และธีระพงศ์ จันทรมนิยม. (2558). คู่มือปาล์มน้ำมัน (พิมพ์ครั้งที่ 2). สงขลา: ห้างหุ้นส่วนสามัญ หาดใหญ่ ดิจิตอล 프린ท์.
- นงเยาว์ เมืองดี. (2555). การออกแบบและสร้างเครื่องแยกเนื้อผลปาล์มออกจากเมล็ดปาล์ม. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปัญญา รัตนีพ. (2564). ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์ผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็นวัสดุ ในการปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักคะน้า. วารสารแก่นเกษตร, 1(2), 888-893.
- บุญรัชย์ กิตยานันท์. (2563). Activated carbon บริษัท ไทร์ มีเดีย คอร์ปอเรชั่น จำกัด. สืบค้นจาก [http://konkidbuak.com/column/column\\_detail/38/](http://konkidbuak.com/column/column_detail/38/)
- บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). (2564). กลุ่มสินค้าน้ำมันปาล์ม. สืบค้นจาก <https://www.cpi-th.com/th/product-list?type=5>
- บริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน). (ม.ป.ป.). ความรู้เกี่ยวกับปาล์ม ประโยชน์ใน อุตสาหกรรมโอเลโอเคมีคอล. สืบค้นจาก <https://www.cpi-th.com/th/product-detail/42/plam>
- บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2562). ประโยชน์ของปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://www.cpiagrotech.com/knowledge-002/>
- บริษัท ซีพีไอ อะโกรเทค จำกัด. (2560). สายพันธุ์ปาล์มน้ำมัน รายงานประจำปี 2560. สืบค้นจาก <http://www.cpiagrotech.com/knowledge-015/#>
- บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน). (2563). กรรมวิธีการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ รายงาน ประจำปี 2563. สืบค้นจาก [https://www.irplus.in.th/Listed/VPO/annual/an\\_vpo\\_2020.pdf](https://www.irplus.in.th/Listed/VPO/annual/an_vpo_2020.pdf)
- บริษัท วิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด (มหาชน). (2562). ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผลผลิตจากธุรกิจ ผลิตและจำหน่ายน้ำมันปาล์มดิบ. สืบค้นจาก <http://www.irplus.in.th/Listed/VPO/pdf/201503.pdf>
- บริษัท แอดไมน์ เอ็นเนอร์จี้ จำกัด. (2560). ทะลายเปล่าปาล์ม (EMPTY FRUIT BUNCH). สืบค้นจาก <https://admineenergy.com/productpalm2.html>
- เปรมจิต สัตนันท์. (2559). การวิเคราะห์โซ่คุณค่าของปาล์มน้ำมัน จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

- พัชรีย์ ไตรรัตน์ศิริ. (2561, 23 พฤศจิกายน). เศรษฐกิจจังหวัดชุมพร. ชุมพรประชาภาคใต้, น. 17. สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/chumphon-news-files-421891791949>
- ภัศรา วงศ์มณีโรจน์. (2561, 28 กันยายน). รายงานสัมมนาวิชาการอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย ในบริบทใหม่ที่ท้าทาย. ธนาคารแห่งประเทศไทย, น. 12. สืบค้นจาก [https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/DocLib/palm\\_minisym.pdf](https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/DocLib/palm_minisym.pdf)
- ภิญโญ พงศ์พัฒนศิริ, สุนีย์ จวนชัย, และภาณุพงศ์ ศรีกุล. (2559). การผลิตและการเพิ่มคุณค่าของ ปุ๋ยหมักจากวัสดุเศษเหลือโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- มณฑนา กระโหมวงค์. (2558). แนวทางการบริหารจัดการ โลจิสติกส์ของปาล์มน้ำมันเพื่อให้เกิด ประสิทธิภาพ. มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์.
- วุฒินันท์ ศรีธาวิรัตน์. (2559). เชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือทิ้ง (พิมพ์ครั้งที่ 1). สงขลา: สำนักพิมพ์ รอแอล พรินท์เฮาส์.
- ศิริณี วงศ์กระจ่าง. (2557). ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากทะเลสาบปาล์มน้ำมันร่วมกับน้ำหมัก ชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตของพืช. มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์.
- ศิริณี วงศ์กระจ่าง. (2561). ผลของการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อการปรับปรุงดิน ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวหอมกระดังงา (สายพันธุ์พื้นเมือง). วารสาร แก่นเกษตร, 1(3), 463-467.
- ศิริลักษณ์ ปิ่นเกษร. (2559). การกำจัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์).
- สถาพร บุ่งทอง, สงวนศักดิ์ ศรีพลัง, ครุณี อัสวเสถียร, และกิตติพงษ์ หริ่มฉ่ำ. (2560). การศึกษา ความเป็นไปได้ในการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาปาล์ม โดยกระบวนการกระตุ้น ด้วยสารเคมี. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- สุนีย์ นิเทศพัตรพงศ์. (2539). การใช้ทะเลสาบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งของธาตุอาหารทดแทน การใช้ปุ๋ยเคมี. วารสารการวิจัยทางการเกษตร, 14(2), 139-145.
- สุระพรรณ จุลสุวรรณ, วันฉัตร จารุวรรณโน, และธราพงษ์ มีมุสิทธิ. (2561). การบริหารจัดการ ปาล์มน้ำมันแบบครบวงจรในเขตจังหวัดพัทลุง. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- สำนักงานเกษตรจังหวัดชุมพร. (2560). แผนพัฒนาการเกษตร (พ.ศ. 2560 – 2564). สืบค้นจาก <http://www.chumphon.doae.go.th/input%2062/plan.pdf>
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชุมพร. (2563). สภาพทั่วไปของจังหวัดชุมพร. สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/chumphon-dwl-files-411691791804>

- สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2564). การเก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมัน (Oil Palm). สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/01-07.php>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ่านกัมมันต์ มอก.900-2547. สืบค้นจาก <http://www.fio.co.th/web/tisifio/fulltext/TIS900-2547.pdf>
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชุมพร. (2561). รายงานสถานการณ์อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมจังหวัดชุมพร (Occupational Environmental Health Profile). สืบค้นจาก [http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/OEHP/2563/PPT\\_OEHP/16\\_640105\\_Chumphon.pdf](http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/OEHP/2563/PPT_OEHP/16_640105_Chumphon.pdf)
- สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดตรัง. (2556). อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <http://old.industry.go.th/trang/index.php/2016-01-08-05-34-27>
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร. (2562). ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน. สืบค้นจาก <https://www.arda.or.th/datas/file/1467018611.pdf>
- อานัฐ ตันโซ. (2557). เกษตรกรรมชาติประยุกต์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เนชั่นบุ๊กส์.
- โอภาส พิมพา. (2555). การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนน้ำมันปาล์ม (decanter cake) สำหรับเป็นอาหารโค. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สุราษฎร์ธานี.
- Jan E G van Dam. (2017). Oil palm by-products as a biomass source : availability and sustainability. *Agrotechnology and Food Innovations Bornsesteeg Wageningen The Netherlands*, 11-16.
- Lim and Chan. (2014). The usage of Empty Fruit Bunche (EFB) and Palm Pressed Fiber (PPF) as substrates for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. *Journal Teknologi* 49, 96-189.
- Singh L., Zhang F., and Bhilawe P. (2012). Enhanced use of waste biomass of palm oil production in an environmentally safe and sustainable way with emphasis on Malaysia and Ghana. *Bioresource Technology*, 125-149.
- Thambirajah. (2016). The Malaysian Oil Palm Industry : Progress towards Environmentally Sound and Sustainable Crop Production. *Industry and Environment. Resources Conservation and Recycling*, 74-91.
- Yahya. (2018). Waste management in the palm oil industry composting of palm oil empty fruit bunches and sludge from the decanter. *Waste Manage*, 161-173.
- Yew-Ai TAN. (2015). By-products of palm oil extraction and refining. *Malaysian Palm Oil Board (MPOB)*, 117-125.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิประเมินตรวจสอบคู่มือ







ที่ อว 0602.20(บ)/ว 948

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี 11120

21 กรกฎาคม 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาววิษา ด้านพงศกร

สิ่งที่ส่งมาด้วย คู่มือฯ และแบบประเมินการตรวจสอบคู่มือ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการ-  
จัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้  
ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ หัวข้อ “คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบ  
กิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร” อยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติดา บรรจงศิริ อาจารย์  
ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และขณะนี้นักศึกษาอยู่ในขั้นตอนการประเมินตรวจสอบคู่มือการวิจัย

ในการนี้สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย  
ของนักศึกษารายนี้ด้วย ทั้งนี้นักศึกษาจะเป็นผู้ติดต่อประสานกับท่านด้วยตนเอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี  
และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

araya p

(รองศาสตราจารย์ ดร.อารยา ประเสริฐชัย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

โทร.(02) 503-3610, 504-8020

โทรสาร. (02) 503-3570



ที่ อว 0602.20(บ)/ว 948

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี 11120

21 กรกฎาคม 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวเจริญขวัญ แก้วทองราช

สิ่งที่ส่งมาด้วย คู่มือฯ และแบบประเมินการตรวจสอบคู่มือ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ หัวข้อ“คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร” อยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา บรรจงศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และขณะนี้นักศึกษาอยู่ในขั้นตอนการประเมินตรวจสอบคู่มือการวิจัย

ในการนี้สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษารายนี้ด้วย ทั้งนี้นักศึกษาจะเป็นผู้ติดต่อประสานกับท่านด้วยตนเอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

araya p

(รองศาสตราจารย์ ดร.อารยา ประเสริฐชัย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

โทร.(02) 503-3610, 504-8020

โทรสาร. (02) 503-3570



ที่ อว 0602.20(บ)/ว 948

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด  
จังหวัดนนทบุรี 11120

21 กรกฎาคม 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายศักดิ์รพี คนชื่อ

สิ่งที่ส่งมาด้วย คู่มือฯ และแบบประเมินการตรวจสอบคู่มือ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกการ-  
จัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้  
ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระ หัวข้อ "คู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบ  
กิจการในพื้นที่จังหวัดชุมพร" อยู่ในความควบคุมดูแลของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติดา บรรจงศิริ อาจารย์  
ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และขณะนี้นักศึกษาอยู่ในขั้นตอนการประเมินตรวจสอบคู่มือการวิจัย

ในการนี้สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย  
ของนักศึกษารายนี้ด้วย ทั้งนี้นักศึกษาจะเป็นผู้ติดต่อประสานกับท่านด้วยตนเอง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี  
และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

araya p

(รองศาสตราจารย์ ดร.อารยา ประเสริฐชัย)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

โทร.(02) 503-3610, 504-8020

โทรสาร. (02) 503-3570

เชิญผู้ทรงคุณวุฒิ(นางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร)



**ภาคผนวก ข**  
**ผลการประเมินตรวจสอบคู่มือ**

แบบประเมินการตรวจสอบคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม  
สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

ชื่อ นางสาววิภา อันทนาศกร ตำแหน่ง พนักงานฝ่ายควบคุมและ อำนวยการ

หน่วยงาน สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดชุมพร

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องแสดงความคิดเห็นตามระดับความพึงพอใจต่อคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนนการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	๕ (มากที่สุด)	๔ (มาก)	๓ (ปานกลาง)	๒ (น้อย)	๑ (น้อยที่สุด)	
<b>๑. เนื้อหา</b>						
๑. เนื้อหาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	/					
๒. เนื้อหาเป็นปัจจุบัน	/					
๓. การเรียงลำดับเนื้อหา	/					
๔. ภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสม	/					
<b>๒. รูปแบบของคู่มือ</b>						
๑. คู่มือมีรูปแบบน่าอ่าน		/				
๒. ขนาดและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย		/				
<b>๓. การนำไปใช้ประโยชน์</b>						
๑. คู่มือมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ		/				
๒. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน	/					
๓. สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้	/					
<b>๔. ความพึงพอใจโดยภาพรวม</b>	/					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินการตรวจสอบคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม  
สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

ชื่อ นางศุภรภัฏ ภาณุทอง ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม

หน่วยงาน สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดชุมพร

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องแสดงความคิดเห็นตามระดับความพึงพอใจต่อคู่มือการจัดการ  
ของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนนการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	๕ (มากที่สุด)	๔ (มาก)	๓ (ปานกลาง)	๒ (น้อย)	๑ (น้อยที่สุด)	
<b>๑. เนื้อหา</b>						
๑. เนื้อหาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย		✓				
๒. เนื้อหาเป็นปัจจุบัน		✓				
๓. การเรียงลำดับเนื้อหา	✓					
๔. ภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสม	✓					
<b>๒. รูปแบบของคู่มือ</b>						
๑. คู่มือมีรูปแบบน่าอ่าน		✓				
๒. ขนาดและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย		✓				
<b>๓. การนำไปใช้ประโยชน์</b>						
๑. คู่มือมีความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ		✓				
๒. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน		✓				
๓. สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้		✓				
<b>๔. ความพึงพอใจโดยภาพรวม</b>		✓				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....





ภาคผนวก ก  
สรุปผลการประเมินตรวจสอบคู่มือ



ตารางสรุปผลการประเมินตรวจสอบคู่มือตามระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ หรือผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับคู่มือการจัดการของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม สำหรับสถานประกอบการในพื้นที่จังหวัดชุมพร

หัวข้อการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ/ ผู้เชี่ยวชาญ			คะแนน รวม	$\bar{X}$	แปลผล
	1	2	3			
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
1. เนื้อหาถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	4	13	4.66	เห็นด้วย/ อย่างยิ่ง/ สามารถ นำไปปฏิบัติ ได้มากที่สุด
2. เนื้อหาเป็นปัจจุบัน	5	4	5	14		
3. การเรียงลำดับเนื้อหา	5	5	4	14		
4. ภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสม	5	5	5	15		
<b>รูปแบบของคู่มือ</b>						
5. คู่มือมีรูปแบบน่าอ่าน	4	4	5	13	4.33	เห็นด้วย/ สามารถ นำไปปฏิบัติ ได้มาก
6. ขนาดและรูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย	4	4	5	13		
<b>การนำไปใช้ประโยชน์</b>						
7. คู่มือมีความสอดคล้อง ตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำ	4	4	5	13	4.44	เห็นด้วย/ สามารถ นำไปปฏิบัติ ได้มาก
8. ความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน	5	4	4	13		
9. สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงได้	5	4	5	14		
<b>ภาพรวมของคู่มือ</b>						
10. ความพึงพอใจโดยภาพรวม	5	4	4	13	4.33	เห็นด้วย/ สามารถ นำไปปฏิบัติ ได้มาก

## ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวพรภิรมย์ เพชรอักษร
วัน เดือน ปีเกิด	7 มกราคม 2536
สถานที่เกิด	อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วท.บ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	องค์การบริหารส่วนจังหวัดชุมพร อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร
ตำแหน่ง	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

