

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง
Oil palm leaflets separator and oil palm leaflets shredder
For the diet of ruminant animals

หัวหน้าโครงการ
รองศาสตราจารย์ กำพล ประทีปชัยกูร

ผู้ร่วมงานวิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ นาคกุล
อ.ดร.กฤษ สมนึก
นายประยูร ด้วงศิริ
นายนิยม พรหมรัตน์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2557 รหัสโครงการ NAT570154a

ส่วนที่ 2 เนื้อหา

ชื่อชุดโครงการ (ระบุกรณีเป็นโครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ)

(ภาษาไทย) การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาะของทางใบปาล์มน้ำมันโดยใช้การหมักย่อยของจุลินทรีย์ในอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง

(ภาษาอังกฤษ) Nutritive quality improvement value of oil palm frond by microbial fermentation in the diet of ruminant animals

ชื่อโครงการย่อย

(ภาษาไทย) เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

(ภาษาอังกฤษ) Oil palm leaflets separator and oil palm leaflets shredder for the diet of ruminant animals

คณะนักวิจัย และหน่วยงานต้นสังกัด (คณะ/ภาควิชาหรือหน่วยงาน)

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์กำพล ประทีปชัยกูร

ผู้ร่วมงานวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมเกียรติ นาคกุล

อ.ดร.กฤษ สมนึก

นายประยูร ต้วงศิริ

นายนิยม พรหมรัตน์

หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(3)
รายการตาราง	(4)
รายการรูปประกอบ	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
บทคัดย่อภาษาไทย	(7)
Abstract	(8)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	3
2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 ที่มาของปาล์มน้ำมันในประเทศไทย	4
2.2 ลักษณะทั่วไปของปาล์มน้ำมัน	4
3 วิธีการทดลอง	6
3.1 เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน	6
3.2 ขั้นตอนการทดลองแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน	7
3.3 เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	10
3.4 ขั้นตอนการทดลองสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	10
4 ผลการทดลองและวิจารณ์	13
4.1 ผลการทดลองเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน	13
4.2 ผลการทดลองเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	16
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	17
5.1 สรุปผลการทดลอง	17
5.2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	17
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	20
ก การเผยแพร่ผลงาน โปสเตอร์ในงาน ม.อ. วิชาการ ประจำปี 2558	21
ข คู่มือการใช้เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมัน	23
ค คู่มือการใช้เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	27

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักทางใบปาล์มน้ำมันจำแนกตามช่วงอายุ	5
2	ขนาดของทางปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม	14
3	น้ำหนักของทางปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม	15
4	กำลังการผลิตของเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	16

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของต้นปาล์ม	2
2	เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน	6
3	เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน	7
4	ทางปาล์มน้ำมันที่ตัดทางปาล์มออกประมาณ 1 ถึง 2 เมตร	8
5	วางทางปาล์มบนโต๊ะเตรียมพร้อมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม	8
6	นำทางปาล์มน้ำมันเข้าเครื่องแยกใบปาล์มที่บริเวณด้านหน้าของชุดใบมีด	9
7	ทางปาล์มน้ำมันเข้าเครื่องแยกใบปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่	9
8	ลักษณะทางปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่ก่อนไปที่ชุดย่อยทางปาล์ม	9
9	ชุดใบมีดย่อยทางปาล์มหลังจากแยกใบปาล์มแล้ว	10
10	เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน	11
11	ใส่ใบปาล์มเข้าเครื่องสับย่อย	12
12	เศษใบปาล์มเข้าสู่ถังเก็บ	12
13	ตำแหน่งการวัดขนาดของทางปาล์มก่อนแยกใบปาล์ม	13
14	ผลิตภัณฑ์หลังจากทางปาล์มผ่านเครื่องแยกใบปาล์ม, (ก) ใบปาล์มที่ถูกแยกออกจากทางปาล์มทางปาล์มหลังจากผ่านชุดใบมีดคู่แยกใบปาล์ม (ข) ทางปาล์มถูกลดขนาดลง และ (ค) ขนาดทางปาล์มประมาณ 8 เซนติเมตร หลังจากผ่านชุดใบมีดย่อยทางปาล์ม	16

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคณผู้วิจัยร่วมทุกท่านที่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้โดยอนุมัติทุนวิจัยมาให้ ขอขอบคุณคณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลที่สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือสำหรับการทำวิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทาง และเครื่องย่อยใบปาล์มที่ผ่านการแยกแล้ว เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากใบปาล์มมีโปรตีนหยาบประมาณ 131 g/kg dry matter เครื่องแยกใบปาล์มประกอบด้วยชุดใบมีด ชุดลูกกลิ้งกดทับ ชุดลูกกลิ้งบีบ ชุดใบมีดลับทางเปล่า และมอเตอร์ 3 เฟสขนาด 2.2 kW เมื่อป้อนทางปาล์มผ่านชุดใบมีด ใบปาล์มจะถูกปลิดออกจากทางปาล์ม และทางปาล์มเปล่าจะเคลื่อนที่ต่อด้วยลูกกลิ้งสองชุดผ่านชุดใบมีดลับซึ่งทำหน้าที่ในการสับทางปาล์มเปล่าออกเป็นท่อนสั้นๆ จากนั้น ใบปาล์มที่ปลิดแล้ว จะถูกนำไปผ่านเครื่องย่อย ซึ่งมีชุดใบมีดทำหน้าที่ในการสับย่อยใบปาล์มให้สั้นลงจนมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร จากการทดสอบเครื่องปลิดใบปาล์มพบว่า สามารถทำการแยกใบปาล์มได้ เฉลี่ย 18.78 กก/นาที่ ในขณะที่เครื่องย่อยใบปาล์มสามารถทำการย่อยได้ 25.04 กก/นาที่ เมื่อคิดเวลาทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน เครื่องแยกใบปาล์มจะมีกำลังการผลิต 9014.4 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เครื่องย่อยใบปาล์มจะมีกำลังการผลิต 12019.2 กิโลกรัมต่อวัน

Abstract

This research is to design and construct palm leaves separator machine from palm frond and to design and construct the palm leaves chipper to chip the palm leaves which are separate from the frond to use as animal feed additive as the protein content in palm leaves is as high as 131 g.kg dry-matter. The separator consists of 2 pieces of blade (for separating the leaves from frond), 2 compression rollers, chopping blades (in order to chop the empty palm stem into small pieces) and 2.2 kW, 3-phase-motor

Palm frond is fed through the leaves separating blades in which palm leaves will be separate from the frond then the empty palm stem will be forced to the chopping blades by the compression rolls. Empty stem will be cut into small pieces. Palm leaves will feed into the chopper in order to chop palm leaves into 1-2 cm. size. It is found that the capacity of the separator is about 9014.4 kg/day and the capacity of the chopper is about 12019.2 kg/day (at 8 hours/day working time).

บทที่ 1

บทนำ

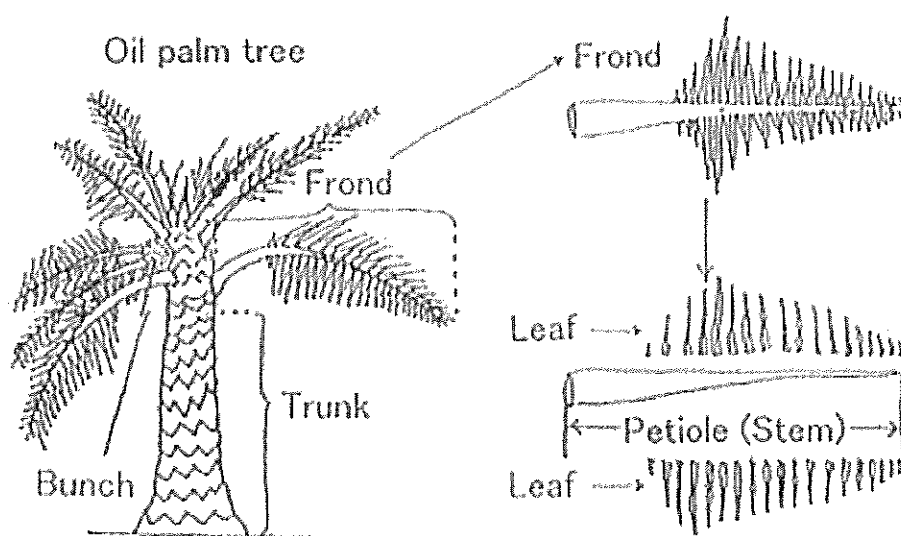
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

การทำปศุสัตว์ของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) ได้แก่ โคเนื้อ กระบือ แพะ และแกะ โดยในปี พ.ศ. 2553 มีปริมาณสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทยรวมทั้งหมด 8,570,727 ตัว และในปี พ.ศ. 2554 มีปริมาณมากขึ้นจากปี พ.ศ. 2553 เท่ากับ 3.34% หรือ มีปริมาณสัตว์เคี้ยวเอื้องรวมทั้งหมด 8,857,246 ตัว (ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2555) แนวโน้มของการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีมากขึ้นนี้แสดงให้เห็นว่าความต้องการอาหารหยาบมีปริมาณสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนอาหารหยาบคุณภาพดีที่ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะช่วงฤดูแล้งที่พืชซึ่งเป็นอาหารสัตว์ขาดแคลน

ในพื้นที่ภาคใต้ได้มีการนำทางใบปาล์มน้ำมัน (oil palm frond, OPF) ซึ่งมีส่วนประกอบ ทางใบ (frond) และใบปาล์ม (leaflet) มาสับย่อยเพื่อนำทางใบปาล์มน้ำมัน ทั้งแบบสดและแบบหมักแล้ว นำมาเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในพื้นที่มากยิ่งขึ้น เนื่องจากภาคใต้มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจำนวนมาก และเกษตรกรในพื้นที่มีอาชีพเสริมคือ เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โค และแพะ ภายในพื้นที่ปลูกปาล์ม ซึ่งโดยปกติเกษตรกรจะทิ้งทางใบปาล์มไว้ภายในสวนปาล์ม ดังนั้นจึงได้มีการนำทางใบปาล์มซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้จากสวนปาล์มน้ำมันที่มีอยู่มากนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยนำมาย่อยบดเพื่อนำมาเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์ โดยทั่วไปเกษตรกรจะต้องตัดทางใบปาล์มออกอย่างน้อย 2 ทางใบ/ต้น เมื่อเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มทุกๆ 15 วัน ดังนั้นทางใบปาล์มจะถูกตัดทิ้งไว้ภายในสวนประมาณ 44 ทางใบ/ไร่ ที่อัตราปลูก 22 ต้น/ไร่ (ธีระ และคณะ, 2548) จากตัวเลขดังกล่าว คาดว่าจะมีผลผลิตทางใบปาล์มน้ำมันสดประมาณ 17.43 ล้านตัน/ปี ซึ่งทางใบปาล์มมีน้ำหนักสดประมาณ 10.3 กิโลกรัม/ทางใบ มีวัตถุแห้ง 41.9% และมีน้ำหนักสดเฉพาะใบปาล์ม 2.95 กิโลกรัม/ทางใบ หรือ อัตราส่วนระหว่างใบปาล์มและทางปาล์ม (leaflet : petiole ratio) เท่ากับ 0.39 (Islam et al., 2000) ซึ่งเป็นปริมาณที่มากพอจะเลี้ยงโคและแพะได้ โดยแพะต้องการอาหารหยาบประมาณ 2-3 กิโลกรัม/วัน และโคต้องการประมาณ 20-30 กิโลกรัม/วัน แต่ก่อนจะนำทางใบปาล์มน้ำมันทั้งแบบสดและแบบหมักมาให้สัตว์กินจะต้องนำทางปาล์มซึ่งมีใบปาล์มมาสับย่อยเพื่อลดขนาดลงก่อน โดยเครื่องย่อยทางใบปาล์มมีจำหน่ายอยู่แล้ว และบางเครื่องได้จัดสิทธิบัตรและอนุสิทธิบัตรไว้แล้วเช่นกัน เช่น เครื่องสับย่อยเอนกประสงค์ เครื่องสับย่อยทางปาล์ม และเครื่องย่อยเศษชิ้นส่วนพืชหรือเศษวัชพืช เป็นต้น โดยเครื่องประเภทนี้มีหลักการทำงานในลักษณะที่คล้ายกันคือ จะใส่เศษวัชพืช เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ทางมะพร้าว ทางปาล์ม ลงในช่องป้อนแล้วเศษวัชพืชจะถูกชุดใบมีดซึ่งขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดีเซล ดึงไปย่อยด้วยชุดใบมีดตัด โดยชุดใบมีดตัดของแต่ละเครื่องจะมีความแตกต่างกัน และโดยส่วนมากในการจัดสิทธิบัตรจะถือส่วนนี้เป็นข้อถือสิทธิในกระบวนการนี้ด้วยเช่นกัน

แต่ในการศึกษาการนี้ต้องการพัฒนาคุณค่าทางโภชนาการ ศึกษาการย่อย สมรรถภาพการขุน เมแทบอลิซึมของเลือด และประชากรจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องด้วยใบปาล์ม (oil palm leaflet, OPL) ที่มีแกนทางใบ (midrib) รวมอยู่ด้วย เนื่องจากตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่วนใหญ่เกษตรกรจะใช้ทางปาล์มทุกส่วน คือ ทางปาล์ม ใบปาล์ม และแกนทางใบ ตามรูปที่ 1 (Mohideen et al., 2011) หลังจากตัดทางปาล์มออกจากต้นปาล์มแล้ว จะนำมาสับย่อยให้สัตว์เคี้ยวเอื้องกิน โดยทางใบปาล์มมีส่วนของ

ผนังเซลล์ (cell wall) ลิกโนเซลลูโลส (lignocellulose) สูง คือ 70.0 และ 45.5% ตามลำดับ (Ishida and Abu Hassan, 1997) และมีปริมาณลิกนิน (lignin) ประมาณ 20.5-26.6% (Ishida and Abu Hassan, 1997; Abdul Khalil et al., 2006) ขณะที่โปรตีนรวม (crude protein, CP) และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (metabolizable energy, ME) ต่ำ ประมาณ 4.2-6.25% และ 4.9 MJ/kg (Ishida and Abu Hassan, 1997; Wan Zahari and Alimon, 2004) ซึ่งปัจจัยต่างๆเป็นข้อจำกัดด้านคุณค่าทางอาหารของทางใบปาล์ม ในการนำมาเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ขณะที่ใบปาล์มน้ำมัน (OPL) มีคุณค่าทางอาหารหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อ สัตว์เคี้ยวเอื้องมากกว่าทางปาล์มน้ำมัน (OPF) เช่น ใบปาล์มมีโปรตีนหยาบ (crude protein, CP) สูงมากกว่า แขนทางใบและทางปาล์มประมาณ 2 เท่า และ 5 เท่า ตามลำดับ โดยใบปาล์ม แขนทางใบ และทางปาล์ม มี โปรตีนหยาบเท่ากับ 131, 38 และ 26 g/kg วัตถุแห้ง (g/kg dry matter, DM) ตามลำดับ (Islam et al., 2000) จารุณี (2551) รายงานว่า OPL มีโปรตีนรวม 11.5% ขณะที่ OPF มีโปรตีนรวมเพียง 8.6% นอกจากนี้ OPL ยังมีกรดแอมิโน แร่ธาตุหลัก และความสามารถในการย่อยสลายได้มากกว่า OPF และแขนทางใบ (Islam et al., 2000) จากข้อมูลดังกล่าวจึงมีความเป็นไปได้ ที่ควรจะมีการศึกษาถึงผลกระทบของการใช้ OPL เพื่อเพิ่มสารอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่ในปัจจุบันได้มีการนำ OPF มาเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องทั้งในสภาพสด ตาก แห้ง และหมัก เนื่องจากยังไม่มีเครื่องมือที่สามารถแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มในปริมาณที่มากและ เพียงพอกับการเลี้ยงในลักษณะฟาร์มได้



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของต้นปาล์ม (Mohideen et al., 2011)

ในปัจจุบันได้มีการนำใบปาล์มแบบสดและแบบหมักมาทดลองภายในห้องปฏิบัติการกับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องภายในห้องทดลองไปบางส่วนแล้ว แต่เมื่อต้องการขยายขนาดเป็นการเลี้ยงในลักษณะแบบฟาร์ม จึงพบว่ามีปัญหาในการแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มและการสับย่อยใบปาล์มให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร เนื่องจากในการห้องปฏิบัติการจะใช้ปริมาณใบปาล์มปริมาณน้อย สามารถใช้แรงงานคนได้ แต่ในชุดโครงการวิจัยนี้ต้องการศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการ การย่อย สมรรถภาพการขุน เมแทบอลิซึมของเลือด และประชากรจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในลักษณะการเลี้ยงแบบฟาร์ม ซึ่งในชุดโครงการวิจัยนี้คาดว่าจะเลี้ยงแพะประมาณ 30 ตัว และโคประมาณ 30 ตัว ดังนั้นจะต้องใช้ใบปาล์มสดประมาณ 1000 กิโลกรัม/วัน แต่การใช้แรงงานคนในการแยกใบปาล์มและสับย่อยใบ

ปาล์มนั้นจะต้องใช้คนจำนวนมากและสูญเสียเวลามากเช่นกัน ดังนั้นเป้าหมายของโครงการวิจัยนี้คือ สร้างเครื่องที่สามารถแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมันได้และสร้างเครื่องสับย่อยใบปาล์มที่ยังมีก้านติดอยู่ โดยเศษใบปาล์มที่ผ่านการสับย่อยแล้วจะต้องมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร เนื่องจากถ้าเศษใบปาล์มมีขนาดเล็กเกินไปอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปแล้วจะลงไปสู่ลำไส้เล็กทันที อาหารจะไม่ผ่านกระบวนเคี้ยวเอื้อง ดังนั้นสัตว์จะไม่ได้วิตามินจากกระบวนการดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องที่สามารถแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน
- 1.2.2 เพื่อสร้างเครื่องสับย่อยใบปาล์มที่ยังมีก้านติดอยู่ให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร
- 1.2.3 เพื่อทดสอบการทำงานและกำลังการผลิตของเครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์ม เมื่อใช้งานร่วมกัน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 คาดว่าเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมันจะได้รับการจดอนุสิทธิบัตร
- 1.3.2 คาดว่าชุมชน ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถนำไปใช้ได้

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน เมื่อทำงานร่วมกันจะต้องสับย่อยใบปาล์มให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร และมีกำลังการผลิตใบปาล์มสดขนาด 1-2 เซนติเมตร ประมาณ 1000 กิโลกรัม/วัน หรือ 125 กิโลกรัม/ชั่วโมง (เทียบจากเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ที่มาของปาล์มน้ำมันในประเทศไทย

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกา โดยมีหลักฐานทางประวัติศาสตร์ว่าชาวพื้นเมืองแถบแอฟริกา มีการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันกันมาช้านาน (Chevalier, 1934) แต่การปลูกในระยะแรกนั้นยังมิได้มีการปลูกแบบเป็นการค้า ซึ่งเริ่มมีการปลูกเป็นการค้าครั้งแรกราวคริสต์ศตวรรษที่ 16 ต่อจากนั้นการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันในทวีปแอฟริกาได้ขยายตัวออกไปในประเทศแถบแอฟริกาตะวันตก และมีการขยายตัวมาถึงประเทศมาเลเซีย (Zaven, 1965; Espinal, 1986; Garza, 1986) ซึ่งได้เริ่มปลูกปาล์มน้ำมันครั้งแรกในราวปี พ.ศ. 2413 ต่อมาก็ได้รับความสนใจ และมีการค้นคว้าวิจัยครั้งแรกที่กรมวิชาการเกษตรในรัฐสลังงอร์ (Selangor) ทำให้มีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้าครั้งแรกในประเทศมาเลเซีย เริ่มในปี พ.ศ. 2460 และเริ่มเข้าสู่ประเทศไทยโดยการนำมาปลูกเป็นครั้งแรกโดยพระยาประดิพัทธ์ ภูบาล เมื่อ พ.ศ. 2472 โดยปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยางคองหงส์ จังหวัดสงขลา และสถานีกสิกรรมพลั่ว จังหวัดจันทบุรี (ศักดิ์ศิลป์ และ วินากรณ์, 2545; อีระ, 2547)

2.2 ลักษณะทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเจริญเติบโตในสภาพร้อนชื้นมีฝนตกชุกในทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และแถบเอเชีย (Abu Hassan et al., 1994) ซึ่งพืชตระกูลปาล์ม (*Palmae*) จะมีลักษณะเช่นเดียวกับมะพร้าวสกุล *Elaeis* ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ *Elaeis guineensis* (African oil palm), *Elaeis oleifera* (South american oil palm) *Elaeis odora* (American oil palm) โดย *Elaeis guineensis* เป็นปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจนิยมปลูกเป็นการค้าเพราะให้ผลผลิตสูง ส่วนอีก 2 ชนิดไม่นิยมปลูก เพราะเจริญเติบโตช้า (ศักดิ์ศิลป์ และ วินากรณ์, 2545) ลำต้นของปาล์มมีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวรูปร่าง ทรงกระบอกมีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะตรงปลายยอด ลำต้นอาจสูงถึง 20-30 เมตร เมื่ออายุมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป จะมีทางใบ (frond) เกิดขึ้นที่รวงยอด (crow) ประมาณ 40-50 ทาง โดยจะมีการสร้างทางใบใหม่ประมาณเดือนละ 2 ทาง ซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะมีระเบียบในแต่ละข้างของก้านใบ (rachis) แขนงทางใบ (petiole) ที่ริมทั้งสองข้างมีหนาม และมีใบย่อย (leaflet) ดังแสดงในภาพที่ 1 ประมาณ 100-150 คู่ แต่ละใบย่อยยาวประมาณ 60-120 เซนติเมตร กว้าง 3.5-5 เซนติเมตร และทางปาล์มน้ำมัน (oil palm petiole) มีความยาว 130-230 เซนติเมตรโคนทางปาล์ม กว้างประมาณ 12-20 เซนติเมตร และมีน้ำหนักทางใบและใบปาล์มตามตารางที่ 1 จากตารางพบว่าน้ำหนักใบปาล์มที่มีอายุระหว่าง 3-18 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 2.06 กิโลกรัม/ทางใบ ซึ่งถ้าต้องการประเมินกำลังการผลิตของเครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องย่อยใบปาล์มเมื่อทำงานร่วมกันแล้วจะต้องป้อนทางใบปาล์มประมาณ 60 ทาง/ชั่วโมง เพื่อผลิตใบปาล์มที่มีขนาด 1-2 เซนติเมตร ให้ได้ 125 กิโลกรัม/ชั่วโมง ดังนั้นอายุของใบทางปาล์มจะมีผลมากต่อปริมาณการป้อนทางใบปาล์มเพื่อให้ได้กำลังการผลิตที่เพียงพอต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องภายในฟาร์มเลี้ยง

ตารางที่ 1 น้ำหนักทางใบปาล์มน้ำมันจำแนกตามช่วงอายุ (วิชัย และคณะ, 2546)

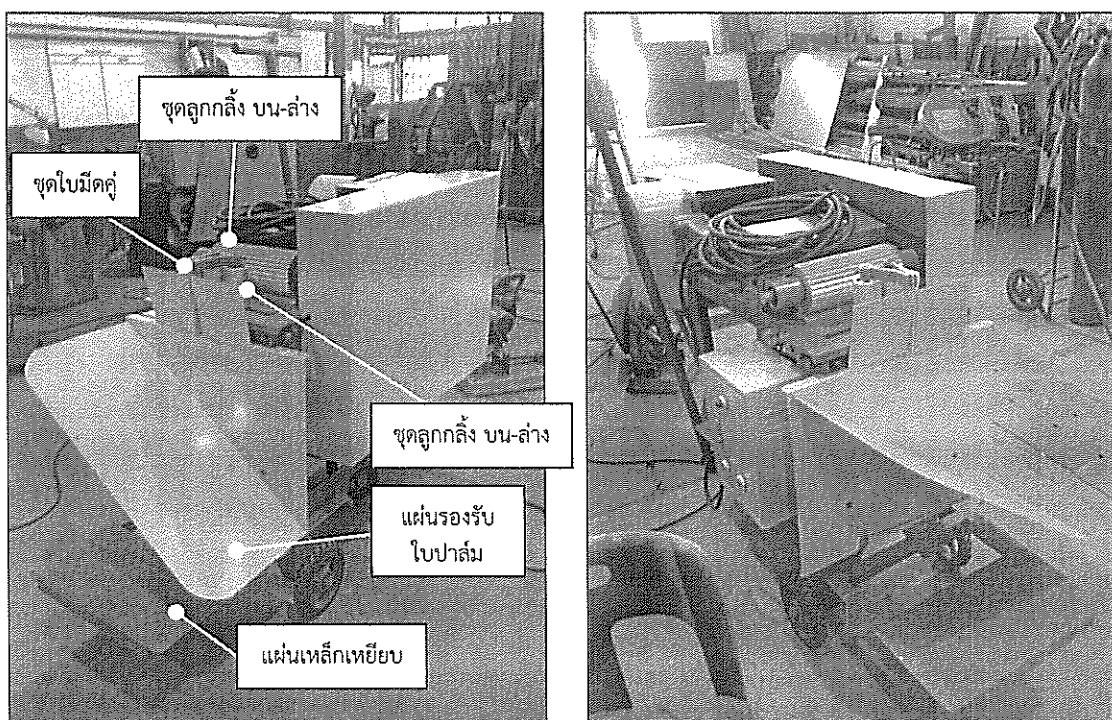
อายุ ปาล์ม น้ำมัน	จำนวนทาง ใบปาล์ม	น้ำหนักรวม ทั้งทางใบปาล์ม		น้ำหนักเฉพาะ ทางใบปาล์ม		น้ำหนักเฉพาะ ใบปาล์ม	
		รวม	เฉลี่ย/ทางใบ	รวม	เฉลี่ย/ทางใบ	รวม	เฉลี่ย/ทางใบ
(ปี)	(ทาง)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)
3	18	59.4	3.3	45.0	2.5	14.4	0.8
4	18	75.6	4.2	59.4	3.3	16.2	0.9
5	24	112.8	4.7	84.0	3.5	28.8	1.2
6	15	130.0	5.2	97.5	3.9	32.5	1.3
7	48	283.2	5.9	211.2	4.4	72.0	1.5
8	78	546.0	7.0	421.2	5.4	124.8	1.6
9	33	293.7	8.9	231.0	7.0	62.7	1.9
10	39	401.7	10.3	315.9	8.1	85.8	2.2
11	12	144.0	12.0	114.0	9.5	30.0	2.5
12	33	415.8	12.6	326.7	9.9	89.1	2.7
13	9	116.1	12.9	92.7	10.3	23.4	2.6
14	18	237.6	13.2	187.2	10.4	50.4	2.8
15	3	39.3	13.1	31.2	10.4	8.1	2.7
16	6	78.0	13.0	61.8	10.3	16.2	2.7
17	3	39.3	13.1	30.9	10.3	8.4	2.8
18	6	78.0	13.0	61.8	10.3	16.2	2.7

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน

รูปที่ 2 แสดงเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน ทำหน้าที่ แยกใบปาล์มทั้งด้ายซ้ายและด้านขวาของทางปาล์มด้วยใบมีดคู่วางแนวตั้งฉากกับโคนใบปาล์ม ซึ่งชุดใบมีดดังกล่าวสามารถปรับช่วงระยะห่างของใบมีดได้ ซึ่งได้บอกรายละเอียดการใช้เครื่องนี้ในคู่มือการใช้เครื่องแยกใบปาล์ม ดังแสดงในภาคผนวก ข โดยเครื่องแยกใบปาล์ม ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ (1) ชุดใบมีดคู่ (2) ชุดลูกกลิ้งกดทับทางปาล์ม บน-ล่าง (3) ชุดลูกกลิ้งบีบทางปาล์ม ซ้าย-ขวา (4) ชุดใบมีดย่อยทางปาล์ม (5) มอเตอร์: Muller, three phase induction motor, 3 HP/ 2.2 kW, 220/380 V, 4.9 A, 1431 RPM, 55 IP (6) โต้ะวางทางปาล์ม (7) แผ่นรองรับใบปาล์ม (8) แผ่นเหล็กเหยียบเพื่อปรับระยะห่างระหว่างใบมีดคู่ และ (9) ระบบขับเคลื่อนด้วยโซ่-เฟือง



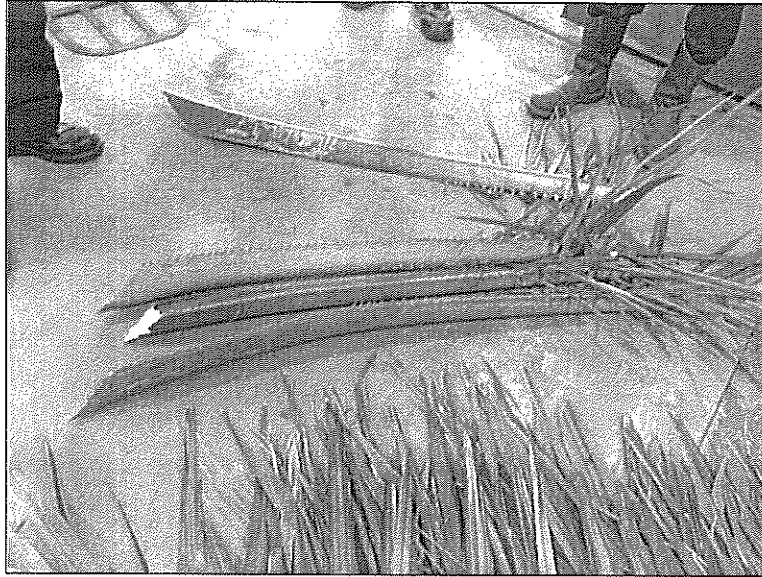
รูปที่ 2 เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน



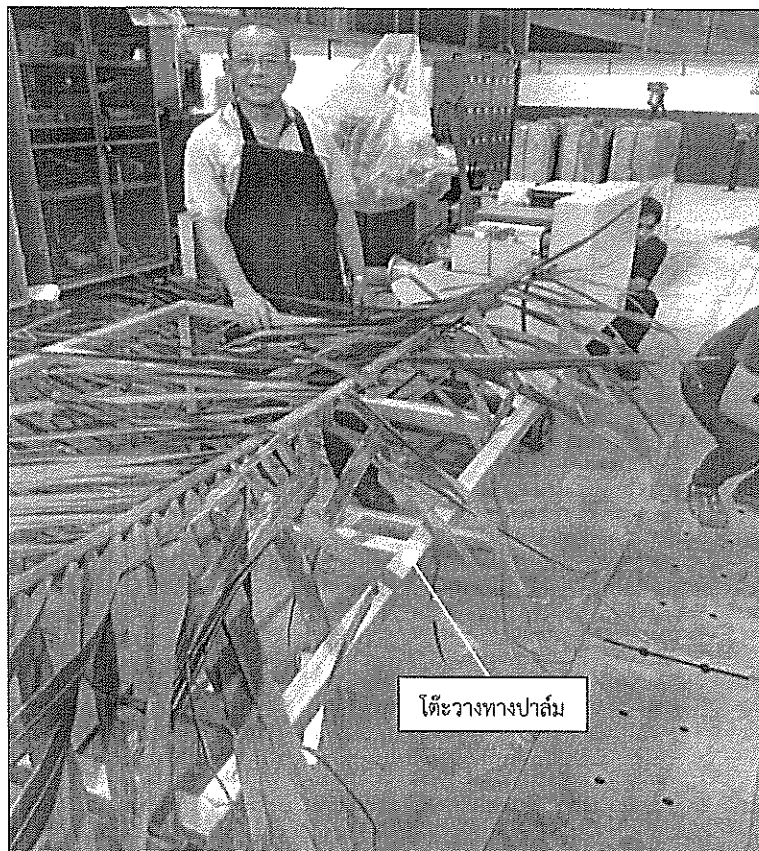
รูปที่ 3 เครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน

3.2 ขั้นตอนการทดลองแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน

หลังจากได้ทางปาล์มที่ชาวสวนปาล์มจำเป็นต้องตัดแต่งเพื่อความสะอาดในการปฏิบัติงาน เช่น การกำจัดวัชพืช การให้ปุ๋ย การเก็บเกี่ยว เป็นต้น ซึ่งปาล์มน้ำมันที่โตแล้วนิยมตัดทางใบให้เหลือสำหรับรองรับทะลายปาล์มเพียง 2 ทาง (คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้), 2015) หลังจากได้ทางปาล์มน้ำมันมาแล้ว ขั้นตอนแรกนำทางปาล์มมาตัดโคนทางปาล์มออกประมาณ 1-2 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4 ในขั้นตอนก่อนเริ่มเก็บข้อมูล นำทางปาล์มวางบนโต๊ะวางทางปาล์มเพื่อเตรียมพร้อม ตามรูปที่ 5 แล้วเหยียบชุดล่างชุดใบมีดคู่เพื่อเปิดช่องให้ทางปาล์มเข้าไปวางระหว่างใบมีดคู่ ดังแสดงในรูปที่ 6 โดยผู้ประดิษฐ์ได้แนะนำในส่วนของกรวางหน้าตัดของทางปาล์ม จะต้องวางหน้าตัดของทางปาล์มซึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยม (\triangle) โดยให้สันทางปาล์มอยู่ด้านบน เนื่องจากในกรณีที่สันทางปาล์มอยู่ด้านล่างจะทำให้ทางปาล์มขยับไปทางด้านซ้ายหรือทางด้านขวาได้ง่ายกว่า มีผลต่อการการควบคุมใบมีดคู่ ซึ่งชุดใบมีดสามารถขยับได้ตามความกว้างของทางปาล์ม เมื่อทางปาล์มวางไม่สมดุลสามารถพลิกซ้ายพลิกขวาได้จะทำให้ความกว้างของทางปาล์มเปลี่ยนแปลงได้ ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล หลังจากวางทางปาล์ม ตามรูปที่ 6 ทำการปล่อยทางปาล์ม ชุดลูกกลิ้งจะทำหน้าที่ดึงทางปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่ ดังแสดงในรูปที่ 7 เริ่มจับเวลาทันที ทางปาล์มจะผ่านชุดใบมีดคู่ ดังรูปที่ 8 ก่อนเข้าสู่ชุดหันทางปาล์ม ดังแสดงในรูปที่ 9 เมื่อใบปาล์มถูกแยกออกจากทางปาล์ม และทางปาล์มจะถูกลดขนาดจนมีความยาวประมาณ 8 เซนติเมตร ทำการชั่งน้ำหนักใบปาล์มและทางปาล์มที่ถูกหัน

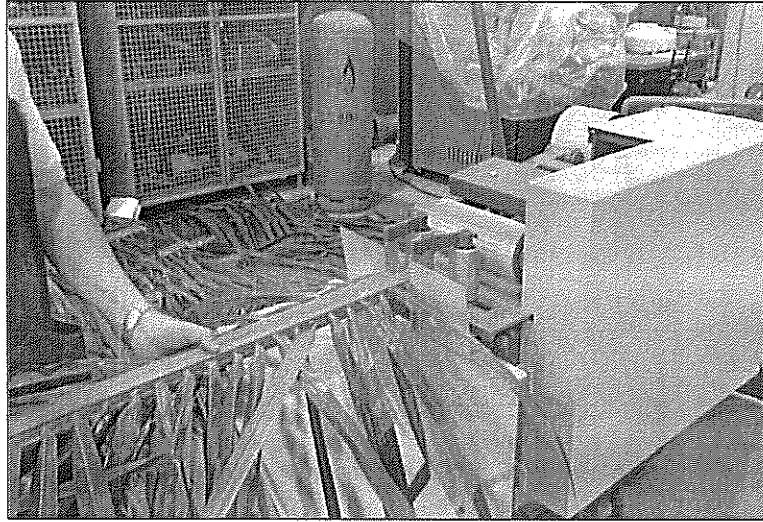


รูปที่ 4 ทางปาล์มน้ำมันที่ตัดทางปาล์มออกประมาณ 1 ถึง 2 เมตร

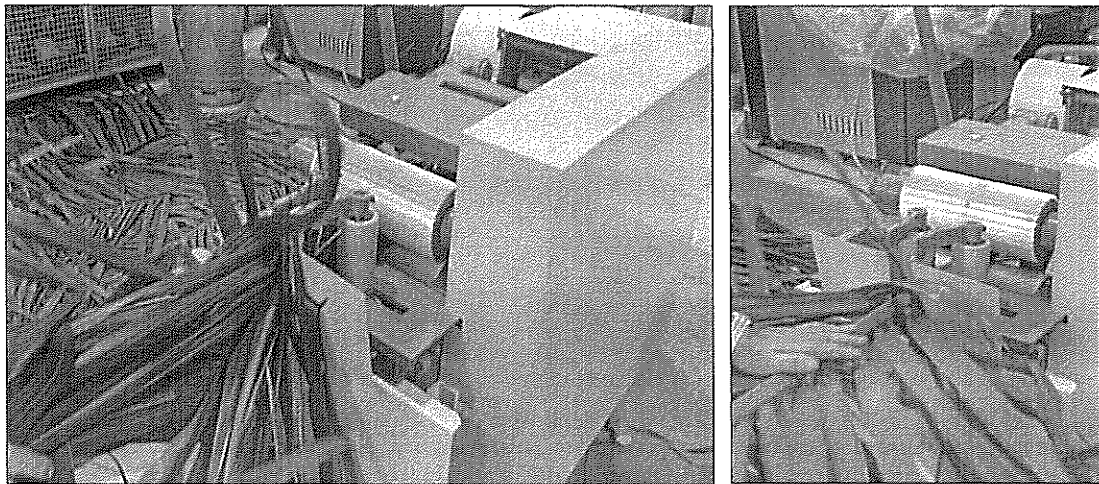


โต๊ะวางทางปาล์ม

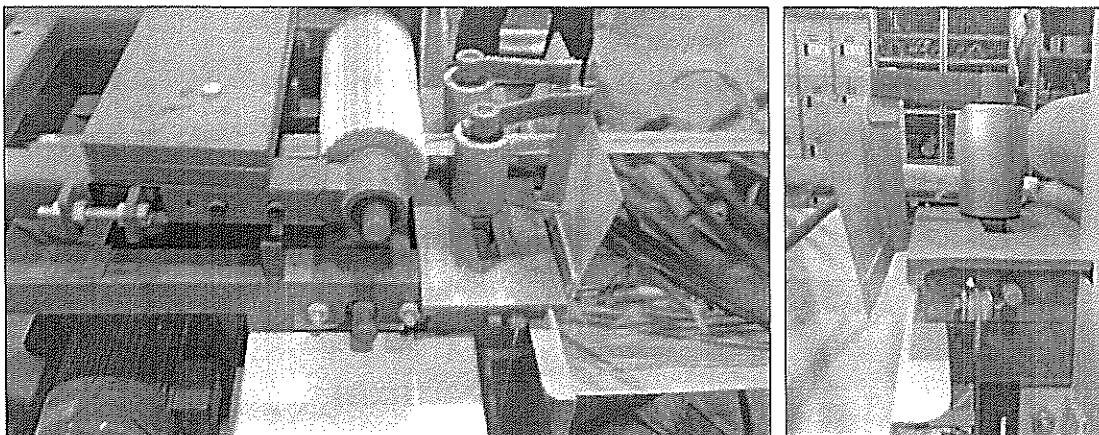
รูปที่ 5 วางทางปาล์มบนโต๊ะเตรียมพร้อมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม



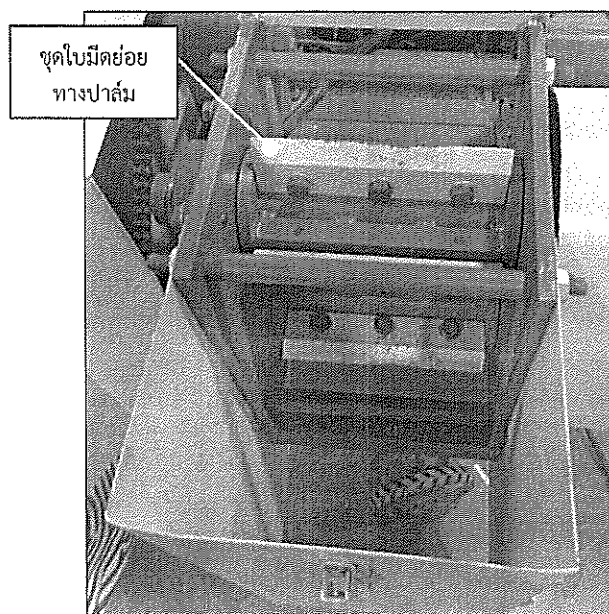
รูปที่ 6 นำทางปาล์มน้ำมันเข้าเครื่องแยกใบปาล์มที่บริเวณด้านหน้าของชุดใบมีด



รูปที่ 7 ทางปาล์มน้ำมันเข้าเครื่องแยกใบปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่



รูปที่ 8 ลักษณะทางปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่ก่อนไปที่ชุดย่อยทางปาล์ม



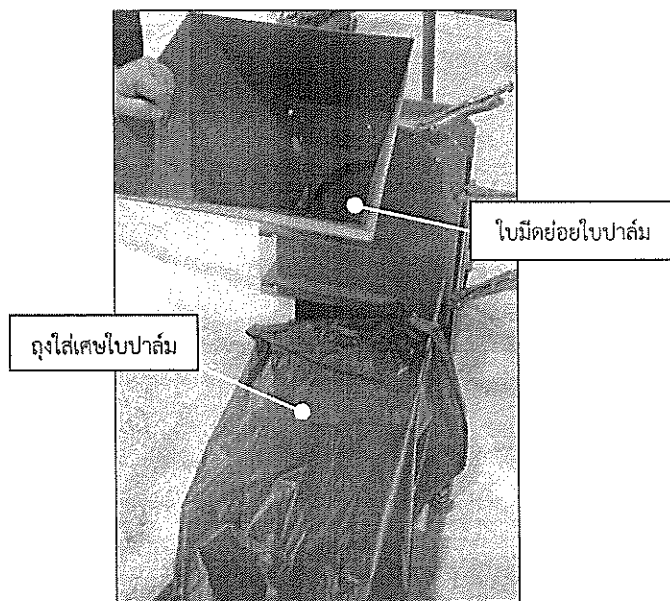
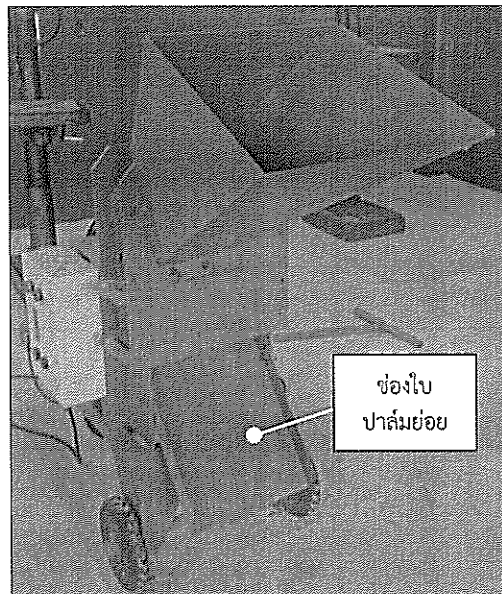
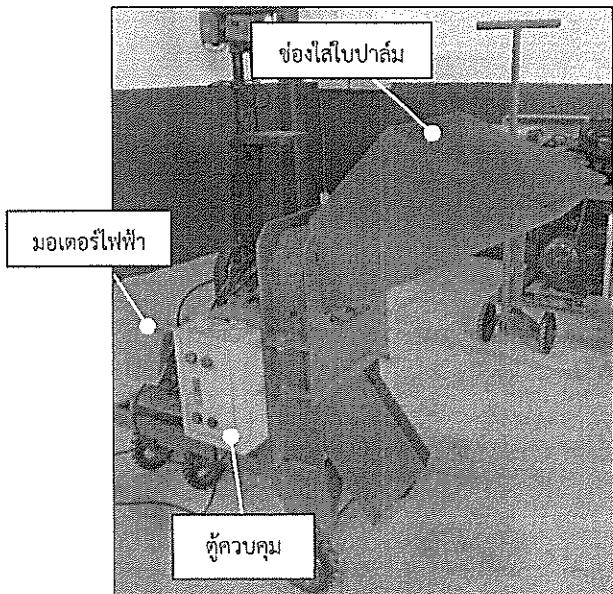
รูปที่ 9 ชุดโม่มีดย่อยทางปาล์มหลังจากแยกโม่ปาล์มแล้ว

3.3 เครื่องสับย่อยโม่ปาล์มน้ำมัน

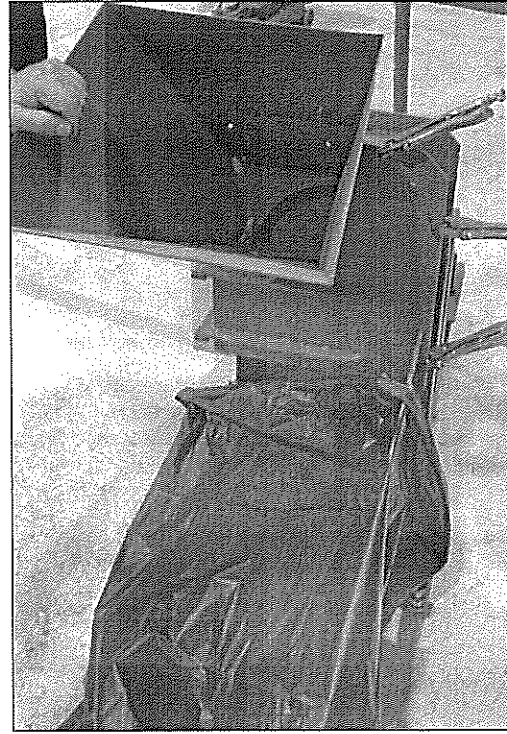
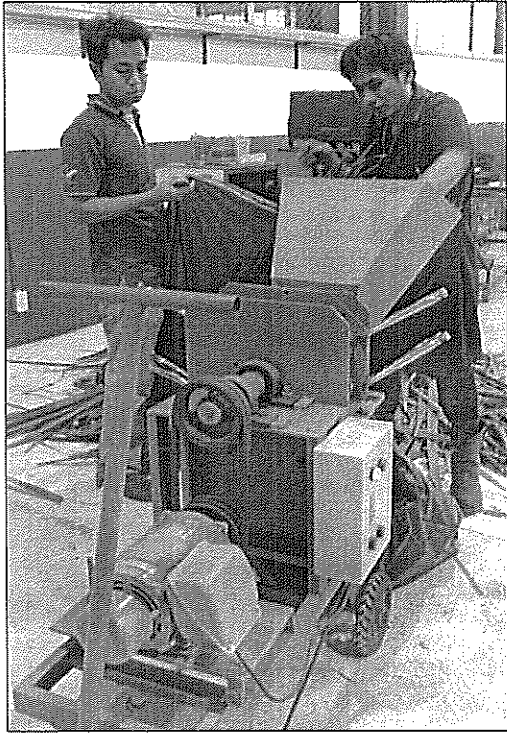
เครื่องสับย่อยโม่ปาล์ม ตามรูปที่ 10 ทำหน้าที่ลดขนาดของโม่ปาล์มให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับการกินของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งได้บอกรายละเอียดการใช้เครื่องนี้ในคู่มือการใช้เครื่องสับย่อยโม่ปาล์มน้ำมัน ดังแสดงในภาคผนวก ค โดยเครื่องสับย่อยโม่ปาล์ม ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักๆ คือ (1) ช่องใส่โม่ปาล์ม (2) มอเตอร์ไฟฟ้า: SUPER LINE: Mitsubishi electric automation (Thailand) Co., LTD, single-phase induction motor, 2 HP, 1.5 kW, 4 poles TYPE SCL-KR, 50 Hz, 10.4 A, 22 IP (3) ช่องโม่ปาล์มย่อย (4) ระบบขับเคลื่อนด้วยสายพาน และ (5) โม่มีดย่อยโม่ปาล์ม

3.4 ขั้นตอนการทดลองสับย่อยโม่ปาล์มน้ำมัน

หลังจากได้โม่ปาล์มจากเครื่องแยกโม่ปาล์ม นำโม่ปาล์มไปย่อยด้วยเครื่องสับย่อยโม่ปาล์ม ทางช่องใส่โม่ปาล์ม ดังแสดงในรูปที่ 11 โม่ปาล์มจะถูกย่อยด้วยโม่มีดย่อยโม่ปาล์ม โม่ปาล์มจะถูกย่อยจนมีขนาดเล็กตามที่กำหนด โม่ปาล์มที่ถูกย่อยแล้วจะตกลงสู่ถังเก็บ ตามรูปที่ 12 เพื่อนำไปให้สัตว์กินต่อไป โดยขั้นตอนการทดลองมีดังนี้ ชั่งน้ำหนักโม่ปาล์มที่ได้จากเครื่องแยกโม่ปาล์มประมาณ 5 กิโลกรัม เปิดเครื่องย่อย แล้วนำไปใส่ในช่องใส่โม่ปาล์ม จับเวลาทันที



รูปที่ 10 เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน



รูปที่ 11 ใส่ใบปาล์มเข้าเครื่องสับย่อย



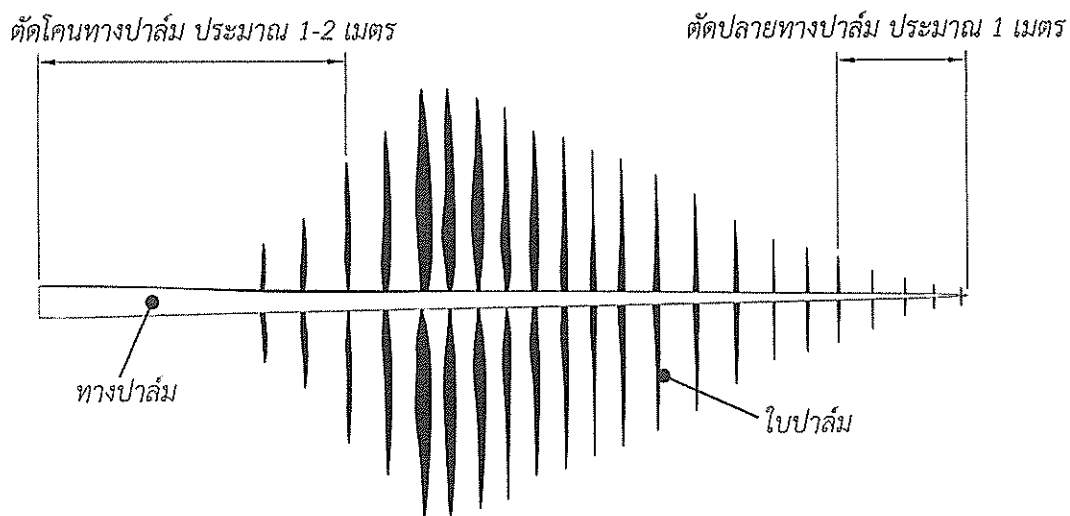
รูปที่ 12 เศษใบปาล์มเข้าสู่ถุงเก็บ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน

วัดขนาดความกว้างของโคนทางปาล์ม ความยาวทางปาล์มทั้งหมด ความยาวทางปาล์มหลังตัดโคนและปลายทั้ง ตามรูปที่ 13 ซึ่งนำหนักทางปาล์มก่อนและหลังแยกใบปาล์ม เพื่อเก็บข้อมูลก่อนนำเข้าเครื่องแยกใบปาล์มออกจากทางปาล์มน้ำมัน การตัดปลายทางปาล์มออกเพื่อนำไปเข้าเครื่องสับย่อย เนื่องจากปลายทางปาล์มไม่แข็งเพียงใช้เครื่องสับย่อยให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร สัตว์เคี้ยวเอื้องก็สามารถกินได้ และอีกประเด็นคือ เครื่องแยกใบปาล์มไม่สามารถแยกใบปาล์มได้ในกรณีทางปาล์มมีขนาดเล็กและปลายทางปาล์มไม่แข็ง ตัวอย่างทางปาล์มเพื่อทดลองได้ใช้ทางปาล์มซึ่งมีอายุเฉลี่ยประมาณ 5-6 ปี จำนวน 20 ทางปาล์ม ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งได้แสดงขนาดของทางปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์มตามตารางที่ 2 และน้ำหนักของทางปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 13 ตำแหน่งการวัดขนาดของทางปาล์มก่อนแยกใบปาล์ม

จากตารางที่ 2 หลังจากตัดทางปาล์มจากต้นปาล์มจะต้องนำมาตัดโคนทางปาล์มออกประมาณ 1-2 เมตร เพื่อสามารถนำเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม ดังนั้นความกว้างเฉลี่ยของโคนทางปาล์มที่วัดได้ประมาณ 6 เซนติเมตร และความกว้างเฉลี่ยของปลายทางปาล์มที่วัดได้ประมาณ 2 เซนติเมตร หลังจากตัดปลายทางปาล์มออกประมาณ 1 เมตร ดังนั้นในขั้นตอนการเตรียมทางปาล์มก่อนเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม ทางปาล์มจะถูกตัดโคนและปลายรวมทั้งสิ้นประมาณ 34% ของความยาวทั้งหมดของทางปาล์ม จากตารางที่ 3 ก่อนนำทางปาล์มเข้าเครื่องแยกใบปาล์มได้ชั่งน้ำหนักก่อน และหลังจากทางปาล์มผ่านเครื่องแยกใบปาล์มแล้วทำการชั่งน้ำหนักของใบปาล์ม และทางปาล์มที่หั่นแล้ว โดยพบว่า น้ำหนักใบปาล์มประมาณ 35.9% เมื่อเทียบกับน้ำหนักของทางปาล์มก่อนแยกใบปาล์ม ในขั้นตอนการทดลองแยกใบปาล์มแต่ละทางปาล์มได้จับเวลาใบปาล์มที่ถูกแยก พบว่า

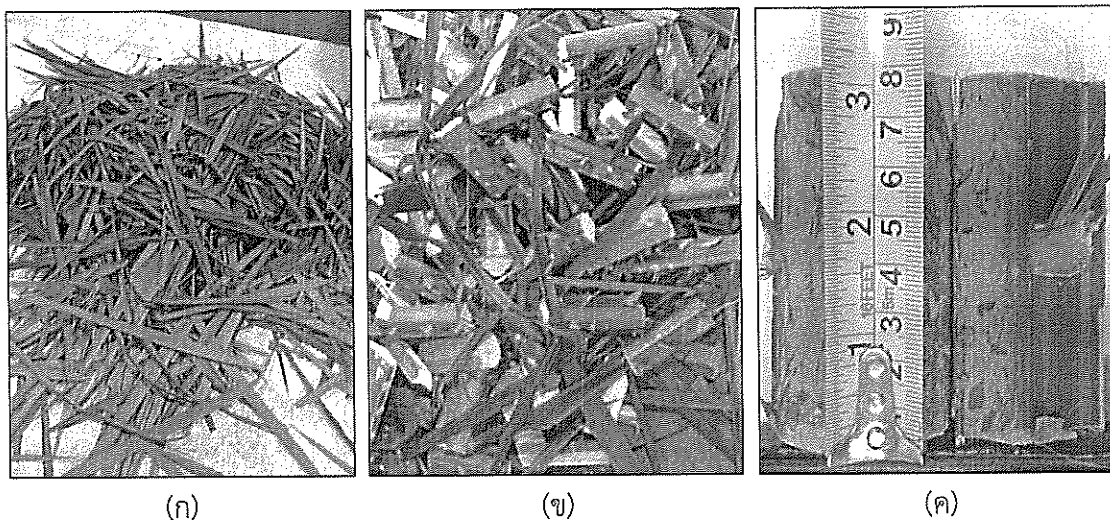
เครื่องแยกใบปาล์ม มีกำลังการแยกใบปาล์มได้ประมาณ 18.78 กิโลกรัม/นาที่ หรือถ้าเทียบกับการทำงานโดยเฉลี่ยประมาณ 8 ชั่วโมงต่อวัน เครื่องนี้จะสามารถแยกใบปาล์มได้ประมาณ 9014.4 กิโลกรัม/วัน และได้แสดงผลิตภัณฑ์หลังจากทางปาล์มผ่านเครื่องแยกใบปาล์ม คือ ใบปาล์มที่ถูกแยกออกจากทางปาล์ม ทางปาล์มถูกลดขนาดลง และขนาดทางปาล์มประมาณ 8 เซนติเมตร ตามรูปที่ 14

ตารางที่ 2 ขนาดของทางปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม

ตัวอย่าง	ความกว้างทางปาล์ม		ความยาวทางปาล์ม		ทางปาล์มส่วนที่ตัดทิ้ง (%)
	โคน (เซนติเมตร)	ปลาย (เซนติเมตร)	ทั้งหมด (เซนติเมตร)	หลังตัดโคนและปลายทิ้ง (เซนติเมตร)	
1	6.0	2.3	495	285	42.4
2	6.6	2.1	480	320	33.3
3	6.6	2.2	452	272	39.8
4	6.8	2.0	458	308	32.8
5	6.7	2.0	440	320	27.3
6	6.8	2.1	549	372	32.2
7	6.9	2.3	497	317	36.2
8	6.7	2.1	440	310	29.5
9	7.2	1.9	471	321	31.8
10	6.4	2.0	480	330	31.3
11	6.8	1.9	495	335	32.3
12	6.7	2.1	500	320	36.0
13	6.8	2.0	484	334	31.0
14	4.2	1.8	325	205	36.9
15	4.7	1.9	323	203	37.2
16	4.6	1.7	357	237	33.6
17	4.2	1.9	300	200	33.3
18	4.5	1.8	324	214	34.0
19	4.5	1.8	337	227	32.6
20	4.5	1.7	357	236	33.6
ค่าเฉลี่ย	5.9	2.0	428.2	283.4	33.9

ตารางที่ 3 น้ำหนักของทางปาล์มหลังหั่นโคนและปลายออกก่อนแยกใบปาล์มและกำลังการแยกใบปาล์ม

ตัวอย่าง	น้ำหนักทางปาล์ม ก่อนแยกใบปาล์ม (กก.)	น้ำหนักใบปาล์มที่แยกได้		เวลาที่ใช้แยกใบ ปาล์ม (วินาที)	กำลังการแยกใบปาล์ม	
		น้ำหนัก ใบปาล์มที่แยกได้ (กก.)	(%)		(กก./วินาที)	(กก./นาที่)
1	4.4	1.40	31.8	4.47	0.31	18.79
2	4.8	1.60	33.3	5.46	0.29	17.58
3	4.4	1.50	34.1	4.68	0.32	19.23
4	4.9	1.80	36.7	4.90	0.37	22.04
5	5.0	1.70	34.0	4.62	0.37	22.08
6	5.3	1.70	32.1	5.25	0.32	19.43
7	5.2	1.70	32.7	5.05	0.34	20.20
8	4.8	1.80	37.5	4.53	0.40	23.84
9	5.0	1.60	32.0	4.75	0.34	20.21
10	4.3	1.20	27.9	4.00	0.30	18.00
11	5.2	1.70	32.7	4.00	0.43	25.50
12	5.4	1.80	33.3	4.00	0.45	27.00
13	5.1	1.60	31.4	4.00	0.40	24.00
14	1.9	0.80	42.1	4.04	0.20	11.88
15	2.1	0.90	42.9	3.60	0.25	15.00
16	2.2	0.85	39.5	3.69	0.23	13.82
17	1.9	0.70	36.8	3.62	0.19	11.60
18	2.2	0.95	44.2	3.60	0.26	15.83
19	2.2	0.95	44.2	3.61	0.26	15.79
20	2.3	0.85	39.5	3.69	0.23	13.82
ค่าเฉลี่ย	3.9	1.36	35.9	4.28	0.31	18.78



รูปที่ 14 ผลผลิตภัณฑ์หลังจากทางปาล์มผ่านเครื่องแยกใบปาล์ม

(ก) ใบปาล์มที่ถูกแยกออกจากทางปาล์มทางปาล์มหลังจากผ่านชุดใบมีดคู่แยกใบปาล์ม (ข) ทางปาล์มถูกลดขนาดลง และ (ค) ขนาดทางปาล์มประมาณ 8 เซนติเมตร หลังจากผ่านชุดใบมีดย่อยทางปาล์ม

4.2 ผลการทดลองเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน

หลังจากได้ใบปาล์มจากเครื่องแยกใบปาล์มแล้ว นำมาเข้าเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน โดยชั่งน้ำหนักใบปาล์ม 5 กิโลกรัม แล้วนำไปใส่ลงในช่องเริ่มจับเวลาทันที หลังจากใบปาล์มผ่านใบมีดย่อยจะได้ใบปาล์มย่อยที่มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร โดยเครื่องสับย่อยมีกำลังการผลิตใบปาล์มที่ย่อยแล้วประมาณ 25.04 กิโลกรัม/นาที่ หรือเปรียบเทียบกับการทำงานโดยเฉลี่ยวันละประมาณ 8 ชั่วโมง เครื่องนี้จะสามารถย่อยใบปาล์มได้ประมาณ 12019.2 กิโลกรัม/วัน

ตารางที่ 4 กำลังการผลิตของเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน

ตัวอย่าง	น้ำหนักใบปาล์มก่อนย่อย (กก.)	เวลาที่ใช้แยกใบปาล์ม (วินาที)	กำลังการแยกใบปาล์ม	
			(กก./วินาที)	(กก./นาที่)
1	5	2.23	0.45	26.76
2	5	2.25	0.45	27.00
3	5	1.80	0.36	21.60
4	5	2.13	0.43	25.56
5	5	2.08	0.42	24.96
6	5	1.90	0.38	22.80
7	5	1.95	0.39	23.40
8	5	2.14	0.43	25.68
9	5	2.25	0.45	27.00
10	5	2.14	0.43	25.68
ค่าเฉลี่ย	5	2.09	0.42	25.04

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

สรุปการใช้งานร่วมกันของเครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน โดยเครื่องแยกใบปาล์มมีกำลังการแยกใบปาล์มได้ประมาณ 18.78 กิโลกรัม/นาที่ หรือถ้าเทียบกับการทำงานโดยเฉลี่ยวันละประมาณ 8 ชั่วโมง เครื่องนี้จะสามารถแยกใบปาล์มได้ประมาณ 9014.4 กิโลกรัม/วัน และสามารถหันทางปาล์มให้มีขนาดประมาณ 8 เซนติเมตร เพื่อสะดวกในการจัดการ เมื่อได้ใบปาล์มแล้วนำไปเข้าเครื่องสับย่อยใบเพื่อให้ใบปาล์มซึ่งมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร เครื่องทั้งสองมีล้อสามารถเคลื่อนย้ายได้ ให้มาอยู่ใกล้กันเพื่อสะดวกในการนำใบปาล์มเข้าเครื่องสับย่อย โดยเครื่องสับย่อยมีกำลังการผลิตใบปาล์มที่ย่อยแล้วประมาณ 25.04 กิโลกรัม/นาที่ หรือเปรียบเทียบกับการทำงานโดยเฉลี่ยวันละประมาณ 8 ชั่วโมง เครื่องนี้จะสามารถย่อยใบปาล์มได้ประมาณ 12019.2 กิโลกรัม/วัน ดังนั้นเครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน เมื่อทำงานร่วมกันจะสามารถแยกและย่อยใบปาล์มได้มากกว่าขอบเขตของโครงการวิจัยนี้ที่ได้ระบุไว้คือ ประมาณ 1000 กิโลกรัม/วัน เทียบจากเวลาทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

5.2 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

เพื่อต่อยอดโครงการวิจัยนี้สามารถเปลี่ยนใช้ระบบต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าไปเป็นเครื่องยนต์ได้ เนื่องจากในการทำงานจริงของชาวสวนปาล์มจะต้องตัดทางปาล์มกองไว้ภายในสวนปาล์ม ดังนั้นถ้าใช้มอเตอร์ไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องมีไฟฟ้าใช้ที่โรงเรือนเพื่อใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้า แต่การประยุกต์ใช้เป็นเครื่องยนต์แทนมอเตอร์ไฟฟ้าจะสามารถใช้เครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันในสวนปาล์มที่ยังไม่มีไฟฟ้าได้

เอกสารอ้างอิง

- คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค (ภาคใต้) . 2558. สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/controller/01-11.php>. (เข้าถึงเมื่อ 15 ตุลาคม 2558).
- จารุณี อิ่มเอิบ. 2551. ศักยภาพของทางปาล์มน้ำมันในการใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ทบทวนและบันทึกเรื่องราวเกี่ยวกับอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันไทย. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน 5 (3): 2-5.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ ชัยรัตน์ นิลนนท์ ธีระพงศ์ จันทรมนิยม, ประกิจ ทองคำ และ สมเกียรติ สีสนอง. 2548. การจัดการสวนปาล์มน้ำมัน. ใน เส้นทางสู่ความสำเร็จการผลิตปาล์มน้ำมัน. หน้า 51-62. สงขลา: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- วิชัย ปานสมุทร, วิทยา พงศ์พฤทธิ และชวน อินดีะรังสี. 2546. ปาล์มน้ำมัน. สำนักพัฒนาพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ.
- ศักดิ์ศิลป์ โชติสกุล และ วินาภรณ์ ภูฏีรัตน์. 2545. เอกสารวิชาการเรื่องปาล์มน้ำมัน. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2555. เกษตร/ปศุสัตว์ในประเทศไทย (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.dld.go.th/ict/th/index.php?option=com_content&view=section&id=45&Itemid=123. (เข้าถึงเมื่อ 24 เมษายน 2555).
- Abdul Khalil, H. P. S., M. Siti Alwani and A. K. Mohd Omar. 2006. Chemical composition, anatomy, lignin distribution, and cell wall structure of Malaysian plant waste fibres. *Bioresource*. 1:220-232.
- Abu Hassan, O., M. Ishida., I. M. Shukri. and Z. A. Tajuddin. 1994. Oil-Palm frond as a roughage feed source for ruminants in Malaysia. Available Source: http://www.agnet.org/library.php?func=view&id=20110729161002&type_id=4. December 25, 2014.
- Ishida, M. and O. Abu Hassan. 1997. Utilization of oil palm frond as cattle feed. *Japan Agric. Res. Quart.* 31:41-47.
- Islam, M., I. Dahlan, M., A. Rajion. and Z. A. Jelan. 2000. Productivity and nutritive values of different fractions of oil palm (*Elaeis guineensis*) frond. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13:1113-1120.
- Mohideen, M. F., M. Faiz, H., Salleh, H., Zakaria. and V. R. Raghavan. 2011. Drying of oil palm frond via swirling fluidization technique. *Proceeding of the World Congress on Engineering*, 6-8 July 2011, London, U.K.
- Wan Zahari, M. and A. R. Alimon. 2004. Use of palm kernel cake and oil palm by-products in compound feed. In *Oil Palm Developments*. pp. 5-9. Selangor: Universiti Putra Malaysia.

Zaven, A.C. 1965. The origin of the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). J. W. Afr. Inst. Oil palm Res. 4: 218.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
(การเผยแพร่ผลงาน โปสเตอร์ในงาน ม.อ. วิชาการ ประจำปี 2558)



เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง

Oil palm leaflets separator and oil palm leaflets shredder for the diet of ruminant animals

โดย รศ.กำพล ประทีปชัยกูร ผศ.สมเกียรติ นาคกุล ดร.กฤษ สมนึก นายประยูร ดั่งงิติร นายนิยม พรหมรัตน์
สถานวิจัยเทคโนโลยีพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องที่สามารถแยกใบปาล์มออกจากหางปาล์มน้ำมัน
2. เพื่อสร้างเครื่องสับย่อยใบปาล์มที่ยังมีแกนใบติดอยู่ให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร
3. เพื่อทดสอบการทำงานและกำลังการผลิตของเครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์มเมื่อใช้งานร่วมกัน

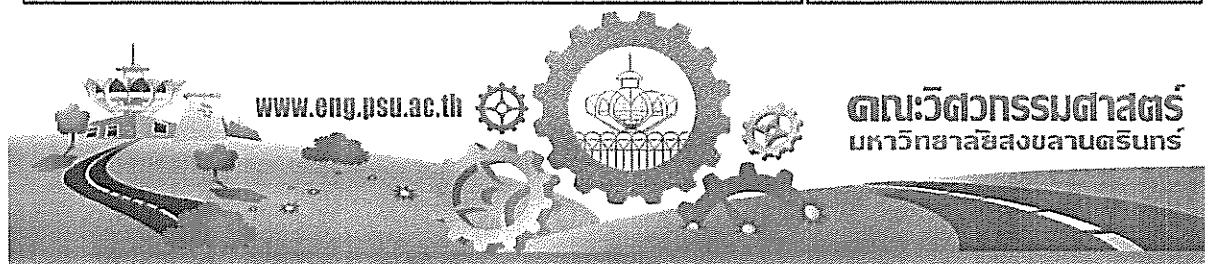
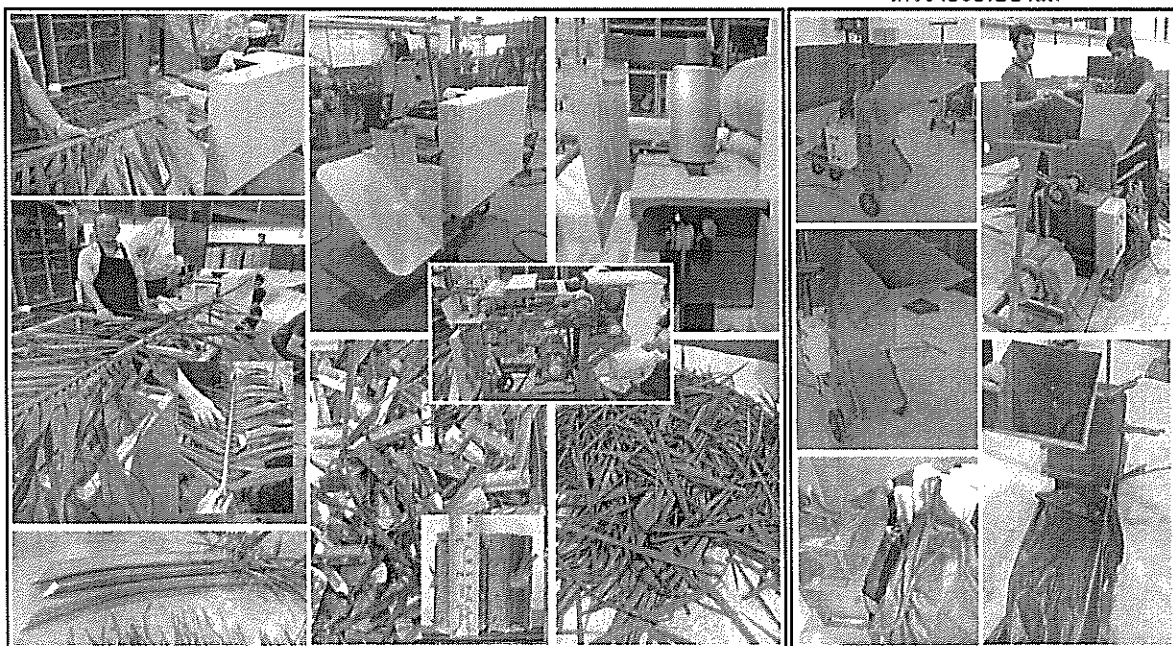
คุณลักษณะของผลงาน/จุดเด่น

เครื่องแยกใบปาล์มออกจากหางปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน เมื่อทำงานร่วมกันจะต้องสับย่อยใบปาล์มให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร และมีกำลังการผลิตใบปาล์มขนาด 1-2 เซนติเมตร ประมาณ 1,000 กิโลกรัม/ชั่วโมง หรือ ประมาณ 8,000 กิโลกรัม/วัน (เทียบจากเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน)

รูปภาพประกอบ

เครื่องแยกใบปาล์ม

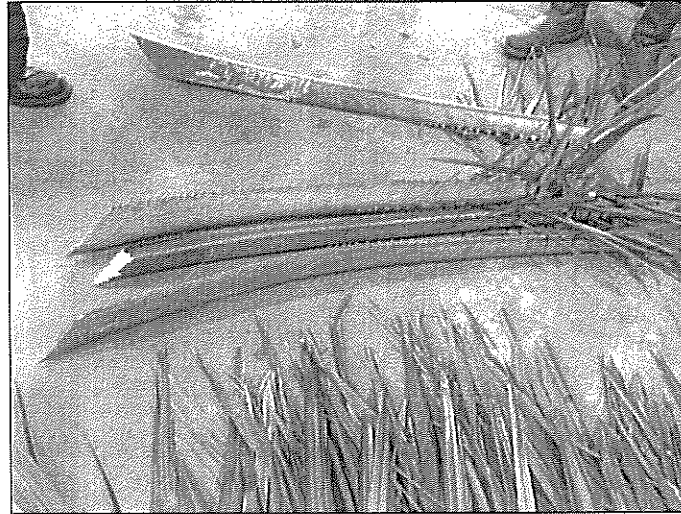
เครื่องย่อยใบปาล์ม



ภาคผนวก ข
(คู่มือการใช้เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมัน)

ขั้นตอนการใช้เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมัน

1. ขั้นตอนแรกนำทางปาล์มมาตัดโคนทางปาล์มออกประมาณ 1-2 เมตร หรือตัดมาบริเวณเลยช่วงแนวเริ่มต้นของใบปาล์ม (ตามรูปที่ ข.1)



รูปที่ ข.1 ลักษณะโคนทางปาล์มที่ถูกตัดออกก่อนเข้าเครื่องแยกใบปาล์มน้ำมัน

2. วางทางปาล์มลงบนโต๊ะ โดยหันด้านโคนเข้าเครื่องแยกใบปาล์มเพื่อเตรียมเข้าเครื่องแยกใบปาล์ม (ตามรูปที่ ข.2)



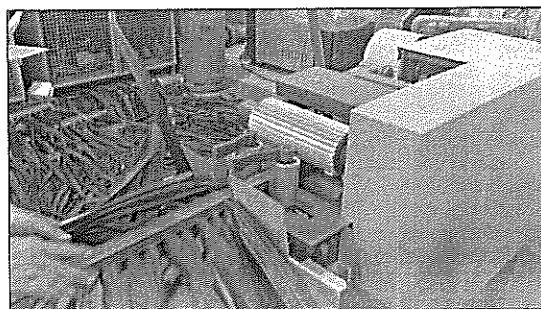
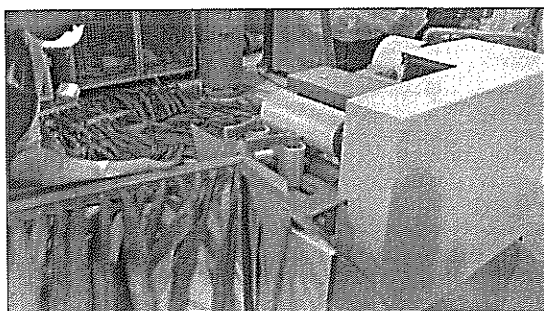
รูปที่ ข.2 ลักษณะการวางทางปาล์มก่อนเข้าเครื่องแยกใบปาล์มน้ำมัน

3. ใช้เท้าเหยียบแผ่นเหล็กปรับระยะความห่างของใบมีดคู่ จะทำให้ชุดใบมีดถ่างออก (ตามรูปที่ ข.3)



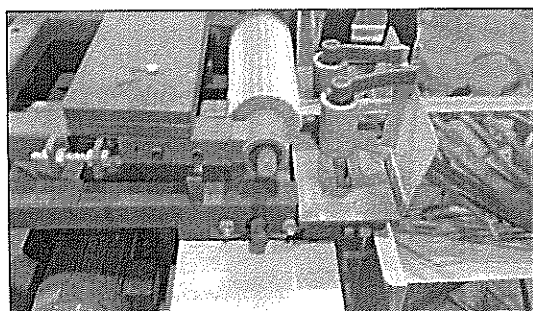
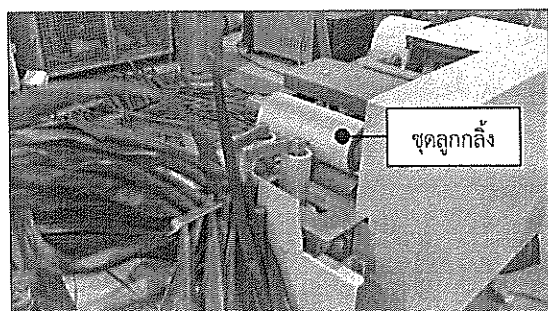
รูปที่ ข.3 ลักษณะการปรับระยะความห่างของใบมีดคู่

4. ขยับโคนทางปาล์มไปวางระหว่างชุดใบมีดที่ถ่างออก (ตามรูปที่ ข.4)



รูปที่ ข.4 ลักษณะโคนทางปาล์มที่วางระหว่างใบมีดก่อนเข้าสู่ชุดลูกกลิ้ง

5. เมื่อทางปาล์มตั้งอยู่ระหว่างชุดใบมีด ปล่อยแผ่นเหล็กที่กำลังเหยียบ หลังจากนั้นขยับโคนทางปาล์มเข้าสู่ชุดลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะดึงทางปาล์มผ่านชุดใบมีดคู่ โดยทางปาล์มจะถูกดึงจนสุดปลายของทางปาล์ม (ตามรูปที่ ข.5) ใบปาล์มจะถูกแยกออกจากทางปาล์มด้วยใบมีดคู่ขณะทางปาล์มถูกดึงด้วยชุดลูกกลิ้ง ซึ่งใบมีดคู่สามารถขยับระยะห่างเพื่อให้พอดีกับขนาดความกว้างของทางปาล์ม



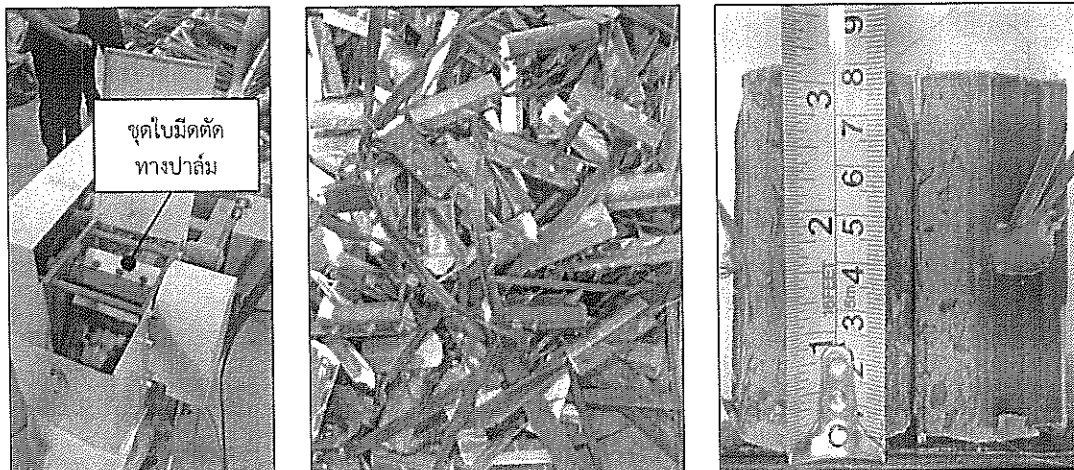
รูปที่ ข.5 ลักษณะโคนทางปาล์มที่วางระหว่างใบมีดก่อนเข้าสู่ชุดลูกกลิ้ง

6. ใบปาล์มที่ตัดแล้วจะตกลงสู่แผ่นรองรับใบปาล์มเพื่อให้ใบปาล์มหล่นไปในทิศทางเดียวกัน จะสะดวกในการจัดเก็บใบปาล์มเพื่อนำเข้าสู่เครื่องย่อยใบปาล์มต่อไป (ตามรูปที่ ข.6)



รูปที่ ข.6 ลักษณะของใบปาล์มที่แยกออกจาก

10. ทางปาล์มที่ถูกแยกใบปาล์มแล้วจะถูกชุดลูกกลิ้งดึงไปจนถึงชุดใบมีดย่อยทางปาล์ม ทางปาล์มจะถูกลดขนาดจนมีความยาวประมาณ 8 เซนติเมตร (ตามรูปที่ ข.7) และเพื่อให้ง่ายในการกำจัดทางปาล์มที่ลดขนาดแล้วสามารถนำกระสอบมารองรับได้ช่องที่ทางปาล์มตกลงมา

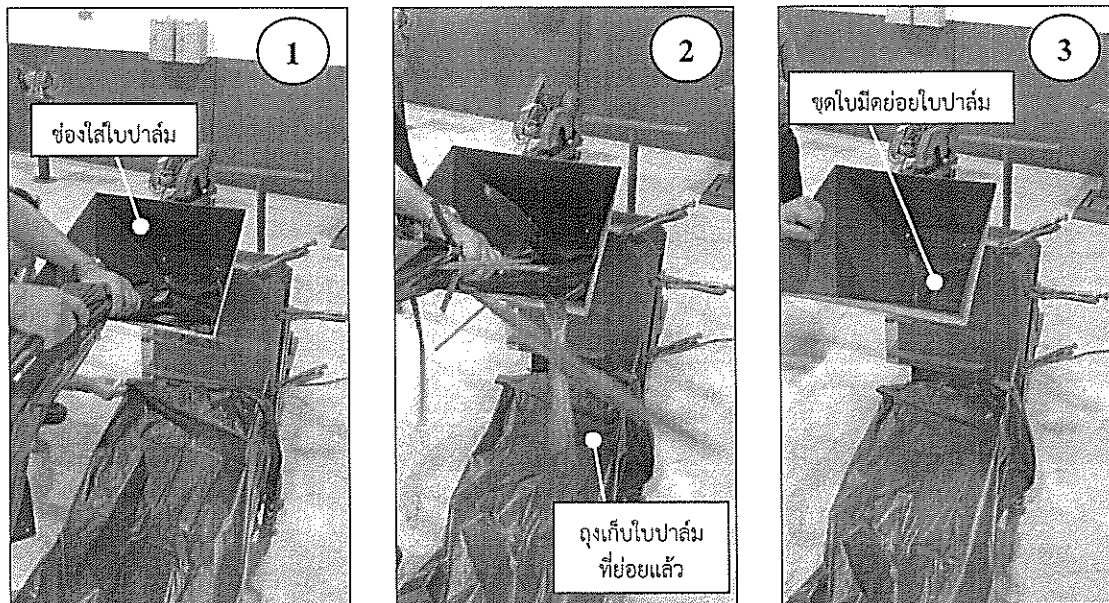


รูปที่ ข.7 ลักษณะทางปาล์มจะถูกลดขนาดด้วยชุดใบมีดย่อยทางปาล์ม

ภาคผนวก ค
(คู่มือการใช้เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน)

ขั้นตอนการใช้เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน

1. หลังจากได้ใบปาล์มจากเครื่องแยกใบปาล์ม เตรียมใบปาล์มไปย่อยด้วยเครื่องสับย่อยใบปาล์ม
2. ใส่ใบปาล์มในช่องป้อนใบปาล์ม ใบปาล์มจะถูกย่อยด้วยใบมีดย่อยใบปาล์ม จนมีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดเล็กตามที่กำหนด
3. เพื่อให้ง่ายในการกำจัดใบปาล์ม เมื่อถูกย่อยแล้วจะตกลงสู่ถุงเก็บใบปาล์มที่ถูกย่อย



รูปที่ ค.1 ลำดับขั้นตอนการใช้เครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมัน

