



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ“การพัฒนาเครื่องแยกผลจากทะเลายปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร”

โดย

ผศ.จำลอง

ปราบแก้ว

ผศ.ดร.จารุวัตร

เจริญสุข

อ. ปัญญา

แดงวิไลลักษณ์

มิถุนายน 2545

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ“การพัฒนาเครื่องแยกผลจากทะเลลายปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ผศ.จำลอง ปราบแก้ว	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.ดร. จารุวัตร เจริญสุข	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อ. ปัญญา แดงวิไลลักษณ์	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

ชุดโครงการ ปาล์มน้ำมัน

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นการนำเสนอผลการศึกษาของโครงการพัฒนาเครื่องแยกผลออกจากทะเลสาบปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดสอบเครื่องต้นแบบที่ได้ออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาเพื่อใช้งานจริงต่อไป เนื้อหาในรายงานถูกรวบรวมมาจากการสังเกตผลจากการทดลองใช้งานจริงเป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากการทดสอบยังกระทำได้น้อยครั้ง ข้อมูลอาจไม่เพียงพอที่จะสรุปสาระให้ละเอียดของในเชิงลึกได้ ทางผู้ดำเนินงานจึงใคร่ขออภัยมา ณ.ที่นี้ด้วย แต่อย่างไรก็ดีหลังจากนี้ทางทีมงานยังคงมุ่งมั่นที่จะดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและทดสอบการใช้งานเครื่องต่อไปเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและรอบด้านมากขึ้น คณะผู้ดำเนินงานหวังว่าผลการการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลสาบเพื่อสนับสนุนกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มของโรงงานขนาดเล็กที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในประเทศไทย ทั้งยังเป็นทางเลือกสำหรับกลุ่มเกษตรกรในการจัดการกับผลผลิตของตนเอง

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับพัฒนาเครื่องแยกผลจากทะเลสาบปาล์มมา ณ. โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

30 พฤษภาคม 2545

การพัฒนาเครื่องแยกผลออกจากทะลายปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร (Fruit Segregator Development from Oil Palm Bunch for small Scale Farmer)

ผศ.จำลอง ปราบแก้ว ผศ.ดร. จารุวัตร เจริญสุข อ. ปัญญา แดงวิไลลักษณ์

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้เกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดทะลายปาล์มจากต้นปาล์มแล้วบรรทุกรถไปขายให้กับโรงงานทำให้เสียค่าขนส่งสูง และยังทำให้ส่วนของเศษก้านทะลายปาล์มเป็นภาระกับโรงงานที่จะต้องนำไปกำจัด ทั่วๆไปควรจะให้อยู่สลายเป็นปุ๋ยอยู่สวนปาล์ม จึงได้มีเกษตรกรบางส่วนได้พยายามสร้างเครื่องแยกผลออกจากทะลายปาล์ม โดยส่วนใหญ่จะใช้ขวานฟันทะลายเพื่อแยกออกมาเป็นปาล์มนี้วก่อน แล้วจึงป้อนเข้าเครื่องแยกอีกทีหนึ่ง โครงการนี้จึงได้มีการพัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายโดยไม่ต้องฟันแยกทะลายก่อน ตัวเครื่องที่ออกแบบจะประกอบด้วยโครงสร้างหลักจากขนาด 2.5 นิ้วหนา 5 มม. ถังแยกทะลายปาล์มเป็นถังทรงกระบอกกลมทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 4.5 มม. มีวาล์วขึ้นรูปมีขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ภายในถังจะมีเดือยเหล็กขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 18 มม. ติดอยู่โดยรอบ ถังนี้จะยึดติดกับโครงสร้าง ส่วนฐานกันถังจะมีลักษณะโค้งมนติดเดือยเหล็กเช่นกันและจะถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ให้หมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระทบกับเดือยเหล็ก ผลปาล์มก็就会被เดือยเหล็กแฉะออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับและมีพัดลมจะช่วยเป่าสิ่งเจือปนจำพวกเศษผงออกไป สำหรับก้านทะลายก็就会被หมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง จากการทดสอบการใช้งานควรจะปรับความยาวเดือยเหล็ก ประมาณ 50 มม. ความเร็วรอบของเครื่องที่เหมาะสมควรจะต่ำกว่า 80 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มที่นำมาเข้าเครื่องแยกควรจะบ่มโดยใช้พลาสติกคลุมทะลายไว้ประมาณ 3 วัน เครื่องจึงสามารถแยกผลได้หมด และหากตัดทะลายที่ผลปาล์มยังไม่สุกเต็มที่และไม่ได้บ่ม แล้วนำมาเข้าเครื่องแยกจะไม่สามารถแยกได้หมดและผลปาล์มที่ได้จะช้ำมาก

Fruit Segregator Development from Oil Palm Bunch for small Scale Farmer

Abstract

Farmers harvest palm fruits by cutting fresh whole palm bunches and then transport them to extracting plants. This results in the high cost of transportation. Also, the oil palm residues have to be disposed and dumped at the extracting plants. To alleviate these problems, some farmers developed an oil-palm-fruit separating machine requiring pre-cutting the whole oil palm bunches into small branches. The pre-cutting process is time consuming and has to be done manually by the farmers.

The aim of this project is to develop an oil-palm-seed separating machine without the need of pre-cutting task. The primary components of the machine are a cylindrical separating bin, steel structure frame, and an engine unit. Inside the separating bin, the steel rods are attached throughout inside perimeter. During the operation of the machine, steel rods collide and separate the seeds from its bunches. In the field test, it was found that the optimum operating speeds of the machine are 30-40 rev/min, the suitable length of steel rods is 50 mm, and the cut oil palm bunches have to be retained for 3-6 days before separated.

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	I
บทคัดย่อภาษาไทย	II
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	V
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม	1
1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์โครงการ	1
1.4 ต้นปาล์มและทะลายปาล์ม	2
1.5 ขั้นตอนและ วิธีการศึกษา	3
1.6 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด	3
1.7 การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม	4
1.8 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ	5
บทที่ 2 เครื่องแยกผลจากทะลายปาล์มน้ำมัน	10
2.1 หลักการทำงานและส่วนประกอบของเครื่องแยกผลจากทะลายปาล์มน้ำมัน	10
2.2 การออกแบบส่วน โครงสร้าง	11
2.3 การออกแบบถังแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย	13
2.4 การออกแบบชุดรางกวาด	14
2.5 ขนาดของเดือยเหล็ก	14
2.6 การออกแบบเพลาลำดับ	16
2.7 การออกแบบใบร่อน	16
2.8 เครื่องยนต์	17
บทที่ 3 การทดสอบการใช้งาน	22
บทที่ 4 สรุปผลและวิจารณ์	29
4.1 สรุปผลการทดสอบใช้งาน	29
4.2 แนวทางการพัฒนาปรับปรุง	29
ภาคผนวก	31

บรรณานุกรม	37
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่ดำเนินการและผลที่ได้รับจากโครงการ	38

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะของต้นปาล์ม	2
1.2 แสดงลักษณะของทะลายปาล์ม	2
1.3 แสดงลักษณะส่วนประของทะลายปาล์ม	3
1.4 แสดงส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	4
1.5 แสดงขั้นตอนการบีบน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐาน	7
1.6 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน	8
1.7 กระบวนการหีบน้ำมันผสม	9
2.1. แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องแยกเมล็ดปาล์ม	10
2.2 แสดงส่วนโครงของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย	12
2.3 ถังแยกเมล็ดปาล์มและชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายรูป	13
2.5 แสดงถังที่ถูกคลี่และขนาดของรูเจาะ	13
2.6 ชุดรางกวาดเมล็ดปาล์ม	14
2.7 แสดงลักษณะของทะลายปาล์มที่ติดอยู่กับจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม	14
2.8 แรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะแยกผลปาล์ม	15
2.9 ขนาดของเดือยเหล็ก	15
2.10 ขนาดเดือยเหล็ก ปลอดภัยรวมทั้งขนาด M10	15
2.11 แสดงเบร้งที่ยึดติดกับเพล	16
2.12 แสดงเพลาส่งกำลังไปยังชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม	17
2.13 แสดงเครื่องยนต์ต้นกำลัง	18
2.14 แสดงส่วนของจานชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม	18
2.15 ถังแยกเมล็ดออกจากทะลายปาล์ม	19
2.16 แสดงรางกวาดเมล็ดปาล์มและช่องทางออกของเมล็ดปาล์ม	19
2.17 แสดงชุดใบกวาด	20
2.18 แสดงชุดเฟืองท้ายที่รับส่งกำลัง	20
2.19 เดือยเหล็ก และปลอก	21
2.20 แสดงเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายที่ประกอบสมบูรณ์พร้อมใช้งาน	21
3.1 แสดงรูปร่างลักษณะของเดือย (จานหมุน) เหวี่ยงทะลายที่ได้ออกแบบ	22
3.2 แสดงการปรับความยาวของเดือยและผลปาล์มจากทะลาย	23
3.3 แสดงโครงสร้างของเครื่องที่กำลังทำการทดสอบ	23
3.4 ลักษณะของทะลายปาล์มที่แก่เต็มที่จะมีผลสีม่วงดำเหมาะที่จะนำมาเข้าเครื่องแยกผล	24

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 แสดงการหมุนเหวี่ยงของทะเลยาปาล์มในขณะที่อยู่ในเครื่องแยกผล	24
3.6 แสดงทะเลยาที่เหลือแต่ช่วงขณะกำลังถูกเหวี่ยงออกที่ประตูทางออกซังปาล์ม	25
3.7 แสดงผลปาล์มที่แยกได้จากทะเลยาที่สุกพอดี และ บ่มไว้ 3 วัน	26
3.8 แสดงเมล็ดปาล์มที่แยกออกมาและมีกากผสมออกมาด้วย	26
3.9 แสดงเมล็ดปาล์มที่ได้แยกกากผสมออกเรียบร้อยแล้ว	27
3.10 แสดงลักษณะทะเลยาปาล์มที่ทำการแยกโดยไม่ได้บ่มเข้าเครื่องแยกเป็นเวลา 1 นาที	27
3.11 แสดงลักษณะทะเลยาปาล์มที่เข้าเครื่องแยกโดยไม่ได้บ่มเข้าเครื่องแยกเป็นเวลา 3 นาที	28

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่อยู่ในตระกูลปาล์มเช่นเดียวกับมะพร้าว ซึ่งปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในทวีปแอฟริกาและปาล์มน้ำมันที่ขึ้นในแอฟริกาส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า อีเลอิส กินีซีล ปาล์มน้ำมันได้ถูกนำเข้ามาปลูกในทวีปเอเชียเป็นครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย และถัดมาอีกไม่กี่ปีก็มีการนำมาปลูกในเชิงธุรกิจในประเทศมาเลเซีย จนกระทั่งมาเลเซียได้กลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา

สำหรับในประเทศไทยนั้นพบว่าได้มีผู้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกที่จังหวัดสงขลา แล้วต่อมาก็ได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันในเชิงการค้าเป็นครั้งแรกในจังหวัดกระบี่ และสตูลโดยนำปาล์มมาจากมาเลเซียทั้งหมด ซึ่งต่อมาได้มีการปลูกสวนปาล์มกันอย่างแพร่หลายในอีกหลายจังหวัดทางภาคใต้ ส่งผลทำให้กิจการการบีบน้ำมันปาล์มขยายตัวอย่างต่อเนื่องเป็นต้นมา

1.2 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันนี้เกษตรกรส่วนใหญ่จะตัดทะลายปาล์มจากต้นปาล์มแล้วบรรทุกรถไปขายให้กับโรงงานทำให้เสียค่าขนส่งสูง และส่วนของกากก้านทะลายปาล์ม ยังเป็นภาระกับโรงงานที่จะต้องนำไปทิ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานบีบน้ำมันปาล์มแบบผสมจำเป็นจะต้องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มแล้วจึงนำไปย่างก่อนที่จะนำไปบีบ โรงงานบีบน้ำมันปาล์มแบบผสม และเกษตรกรบางส่วนได้พยายามสร้างเครื่องแยกผลออกจากทะลายปาล์ม โดยส่วนใหญ่จะต้องใช้ขวานฟันทะลายเพื่อแยกออกมาเป็นปาล์มนิ้วก่อน แล้วจึงป้อนเข้าเครื่องแยกอีกทีหนึ่ง โครงการนี้จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายโดยไม่ต้องฟันทะลายก่อน และทดสอบหารูปแบบที่เหมาะสมในการแยกผลปาล์มออกมาให้ได้มากที่สุดในเวลาให้น้อยที่สุด และให้ผลปาล์มช้ำน้อยที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์โครงการ เพื่อพัฒนารูปแบบและสร้างต้นแบบเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายให้เกษตรกรชาวสวนปาล์ม หรือ กลุ่มเกษตรกร ได้รับประโยชน์ดังนี้

1. เพื่อความสะดวกและประหยัดค่าขนส่ง
2. เพื่อช่วยให้ได้ผลปาล์มที่มีสิ่งเจือปนน้อย ทำให้ขายได้ราคาดีขึ้น
3. กากก้านทะลายที่เหลือเกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้
4. ลดภาระของโรงงานในการทำลายกากก้านทะลายปาล์ม
5. ลดพื้นที่สำหรับเก็บทะลายปาล์มในโรงงาน

1.4 ต้นปาล์มและทะเลายปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้น มีอายุประมาณ 20 ปี หลังจากปลูกแล้วประมาณ 2 ปีจะเริ่มให้ผลผลิต และให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ พันธุ์ปาล์ม การให้น้ำ และการจัดการสวนปาล์ม



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะของต้นปาล์ม



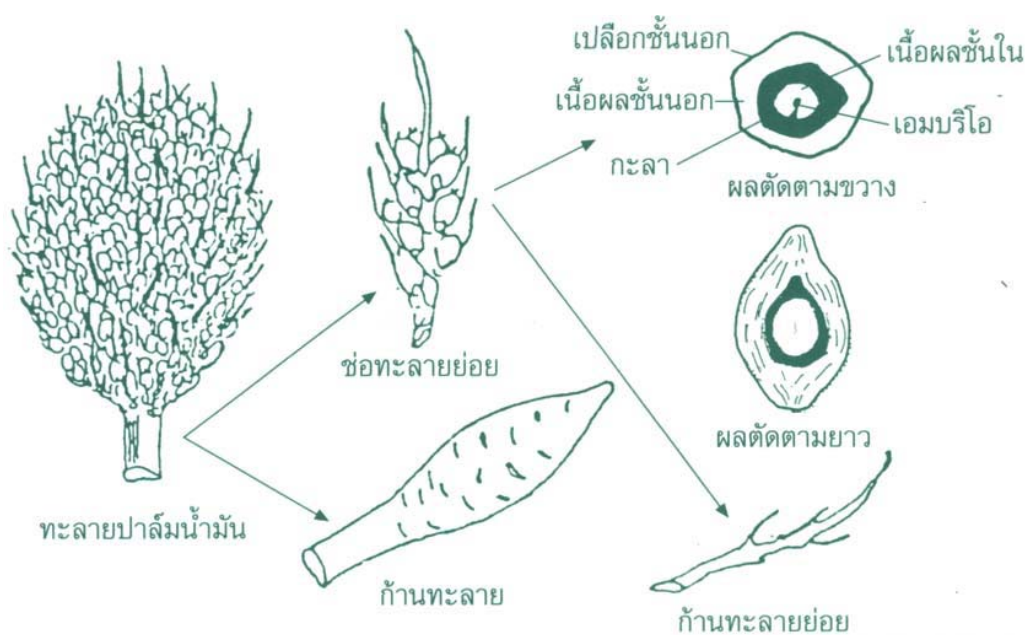
รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะของทะเลายปาล์ม

1.5 ขั้นตอนและ วิธีการศึกษา

1. หาข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของทะลายปาล์มจากสวนปาล์ม
2. หาข้อมูลจากเครื่องแยกผลจากทะลายปาล์มที่เกษตรกรมีใช้อยู่
3. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ห่ออกแบบโครงสร้าง อุปกรณ์ ตามหลักวิศวกรรมการออกแบบเครื่องจักรกล
4. จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ และผลิตชิ้นส่วน
5. ประกอบเครื่อง และทดสอบการใช้เครื่อง
6. เขียนรายงาน คู่มือการใช้งาน และฝึกอบรมเกษตรกรที่สนใจ

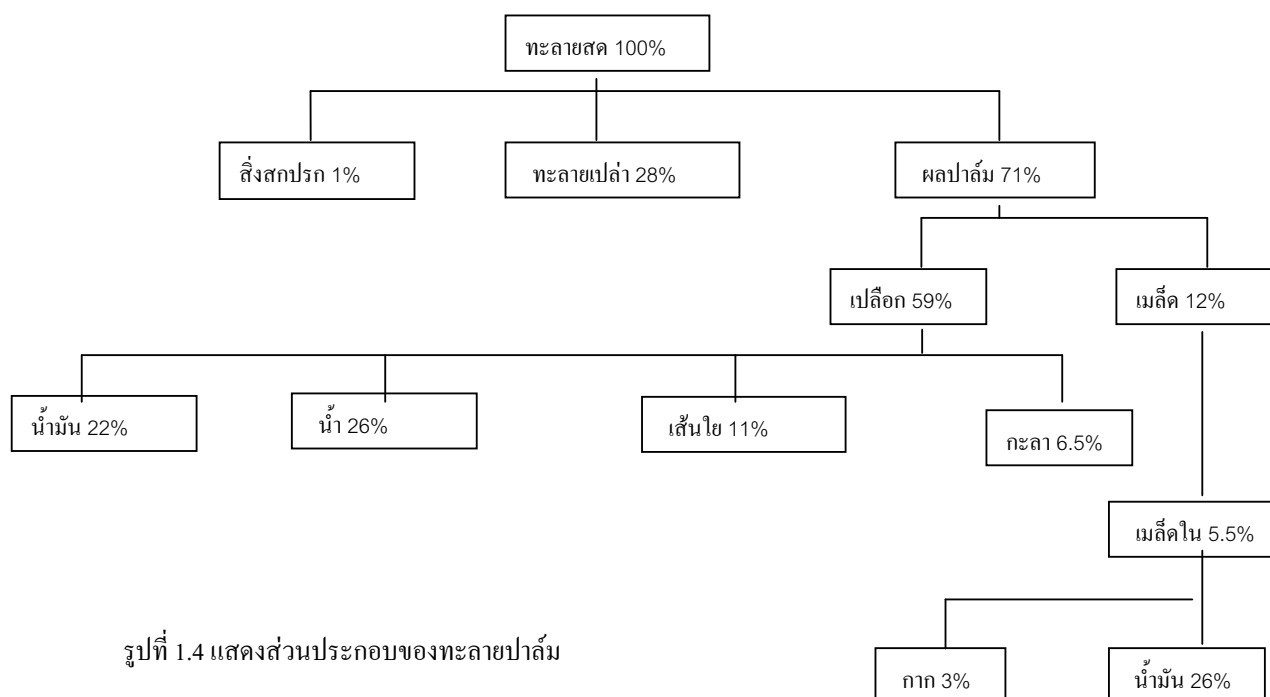
1.6 ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด

ทะลายปาล์มสดจะประกอบไปด้วย ทะลายเปล่า ผลปาล์ม ภายในผลจะประกอบไปด้วยส่วนของชั้นเปลือกซึ่งในชั้นนี้จะมีน้ำมันปาล์ม จากชั้นเปลือกจะมีกะหลุมเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดใน



รูปที่ 1.3 แสดงลักษณะส่วนประกอบของทะลายปาล์ม

ปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งจะเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์มตลอดจนการดูแลรักษา ซึ่งในกรณีที่ปาล์มมีอายุน้อยจะมีปริมาณน้ำมันจากเปลือกก็จะม้น้อยตามด้วย สำหรับปาล์มที่เฒ่าอายุเกิน 8 ปี ขึ้นไป มีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้



รูปที่ 1.4 แสดงส่วนประกอบของทะเลาะปาล์ม

1.7 การเก็บเกี่ยวทะเลาะปาล์ม

ช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 6 เดือน ผลปาล์มเริ่มสุก ซึ่งระยะเวลานี้อาจเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแล้วแต่สภาพแวดล้อม และความสมบูรณ์ของต้นปาล์มโดยปฏิกิริยาชีวเคมีของผลปาล์มในช่วงที่ผลปาล์มสุกนั้น แบ่งในส่วนชั้นเปลือกจะแปรสภาพกลายเป็นน้ำมันซึ่งเรียกว่า กลีเซอไรด์ สำหรับผลปาล์มที่สุกนั้น สีของเมล็ดปาล์มจะเปลี่ยนจากม่วงดำเป็นสีแดงส้มนอกจากการวัดความสุกของเมล็ดปาล์มจากสีแล้วยังสามารถสังเกตได้จากผลปาล์มที่ร่วงจากทะเลาะ จำนวน 2 ผลต่อน้ำหนักทะเลาะ 1 กิโลกรัม แสดงว่าเมล็ดปาล์มสุกพร้อมที่ตัดได้แล้ว ข้อควรปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวทะเลาะปาล์มมีดังต่อไปนี้

- 1 ควรตัดทะเลาะปาล์มที่สุกพอดี ไม่ควรตัดทะเลาะปาล์มที่ยังดิบ เพราะในผลปาล์มดิบมีสภาพเป็นน้ำ และ แป้ง ยังไม่แปรสภาพเป็นน้ำมัน ส่วนทะเลาะปาล์มที่สุกมากเกินไป จะมีกรดไขมันอิสระสูง
- 2 รอบการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูที่ผลปาล์มออกชุกควรทำทุก 7-10 วัน ส่วนหน้าแล้งอาจเก็บช่วงนานกว่านี้ และผลปาล์มที่ร่วงควรเก็บมาให้หมดสิ้น
- 3 ไม่ควรแทงวงทะเลาะมากเกินไป และไม่ควรทำให้ผลปาล์มมีรอยขีดข่วน หรือชำรุดมากนัก เพราะกรดไขมันอิสระจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
- 4 หากทะเลาะติดแน่นกับลำต้นมากให้ใช้มีดขอ หรือขวัดตัดเขาขั้วทะเลาะเสียก่อน และจึงใช้เสียมแทงตาม
- 5 เมื่อเก็บทะเลาะปาล์มมาจากสวนแล้วควรขนส่งไปยังโรงงานอย่างรวดเร็ว

1.8 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสดนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวพื้นเมืองได้นำเอาผลปาล์มจากปามาบีบเอาน้ำมันออกมาด้วยวิธีการง่าย ๆ เช่น นำผลปาล์มมาตำกับน้ำแล้วใส่ครกตำ จากนั้นก็นำไปต้มกับน้ำร้อน เพื่อแยกน้ำมันออกมาซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำมาก เครื่องบีบน้ำมันปาล์มในยุคแรก ๆ มีหลายแบบ เช่นเครื่องบีบน้ำมันแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องบีบ แบบไฮดรอลิก และเครื่องบีบแบบเกลียวอัด บางแบบก็ได้เลิกใช้กันไป และบางแบบก็ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมจนใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน สำหรับในประเทศไทยนั้นจากการสำรวจของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปลายปี พ.ศ. 2527 พบว่ามีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกระบวนการผลิตต่างกัน 3 แบบ คือ

1.8.1. กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

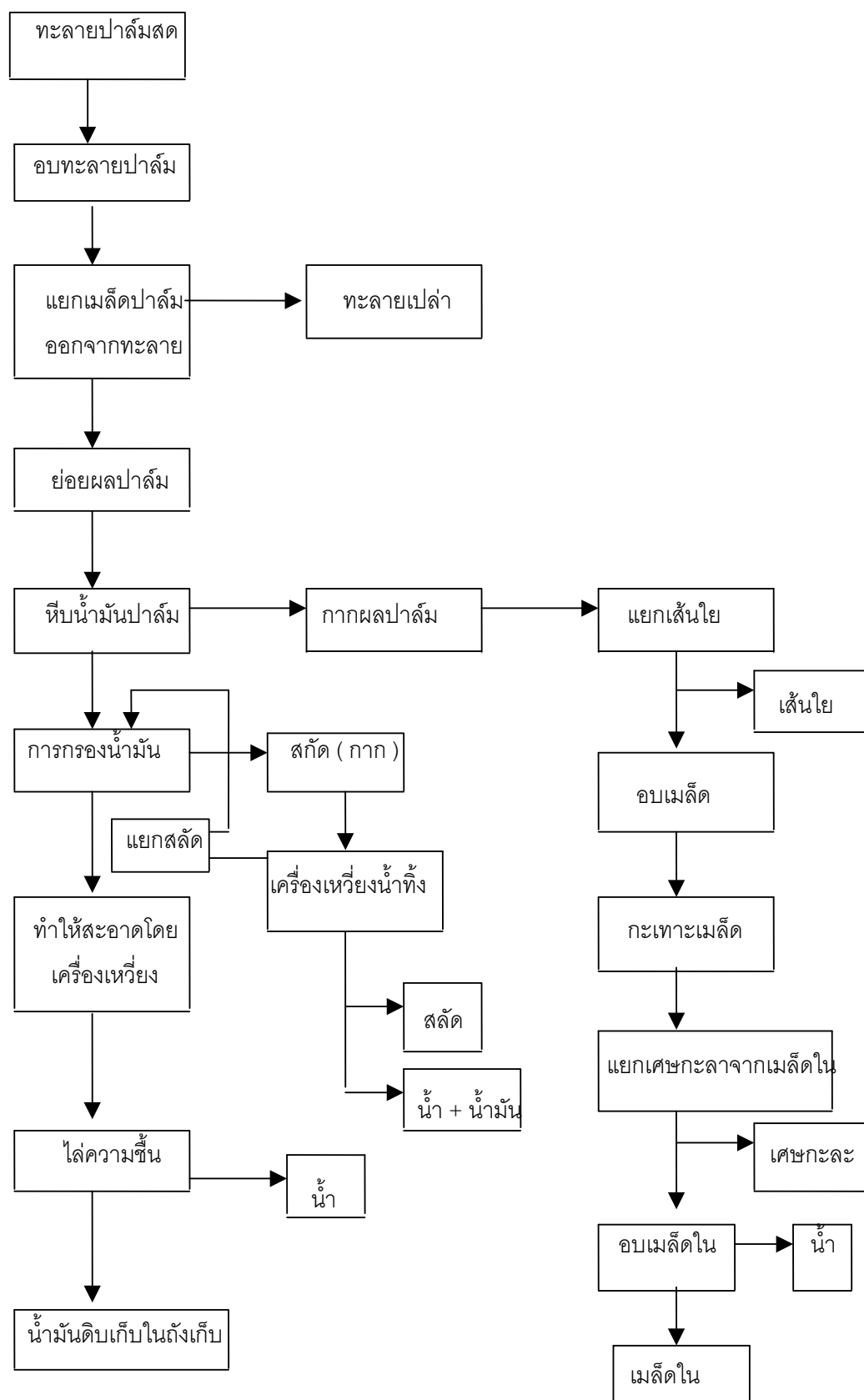
กระบวนการผลิตแบบนี้ เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐานซึ่งเครื่องจักร และเทคโนโลยีล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานประเภทนี้ เริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่ในราวปี พ.ศ. 2517 และต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน โรงงานเหล่านี้จะมีกำลังผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะลายต่อชั่วโมง และแต่ละโรงงานจะมีสวนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ ขึ้นไป โรงงานเหล่านี้จะใช้เงินทุนค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 50-100 ล้านบาท กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาประมาณ 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่ม และฉีกหลุดจากทะลายได้ง่าย ทะลายปาล์มที่อบแล้วจะถูกนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายซึ่งส่วนใหญ่ เป็นเครื่องแบบโรตารี หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มเปล่าจะถูกลำเลียงไปเข้าเตาเผาทะลาย เพื่อทำปุ๋ยต่อไป ส่วนผลก็ถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ข้างในมีใบพัดกววนผลปาล์มให้เส้นใยฉีกย่อยออกจากเมล็ด และเซลล์น้ำมันแตกตัวออกมาเพื่อง่ายต่อการบีบน้ำมัน เวลาที่กวนนานประมาณ 15-20 นาที จากนั้นก็จะป้อนเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ซึ่งส่วนมากเป็นเกลียวอัดคู่ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะส่งไปเข้าถังกรองซึ่งจะแยกน้ำมันออกจากน้ำกับเศษใยและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ในขั้นแรก แล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้ใสสะอาดขึ้น จากนั้นก็นำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วนำไปเก็บในถังเก็บน้ำมันขนาดใหญ่เพื่อเตรียมส่งจำหน่ายโรงงานกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ต่อไป กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ดังรูป 1.3

1.8.2 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

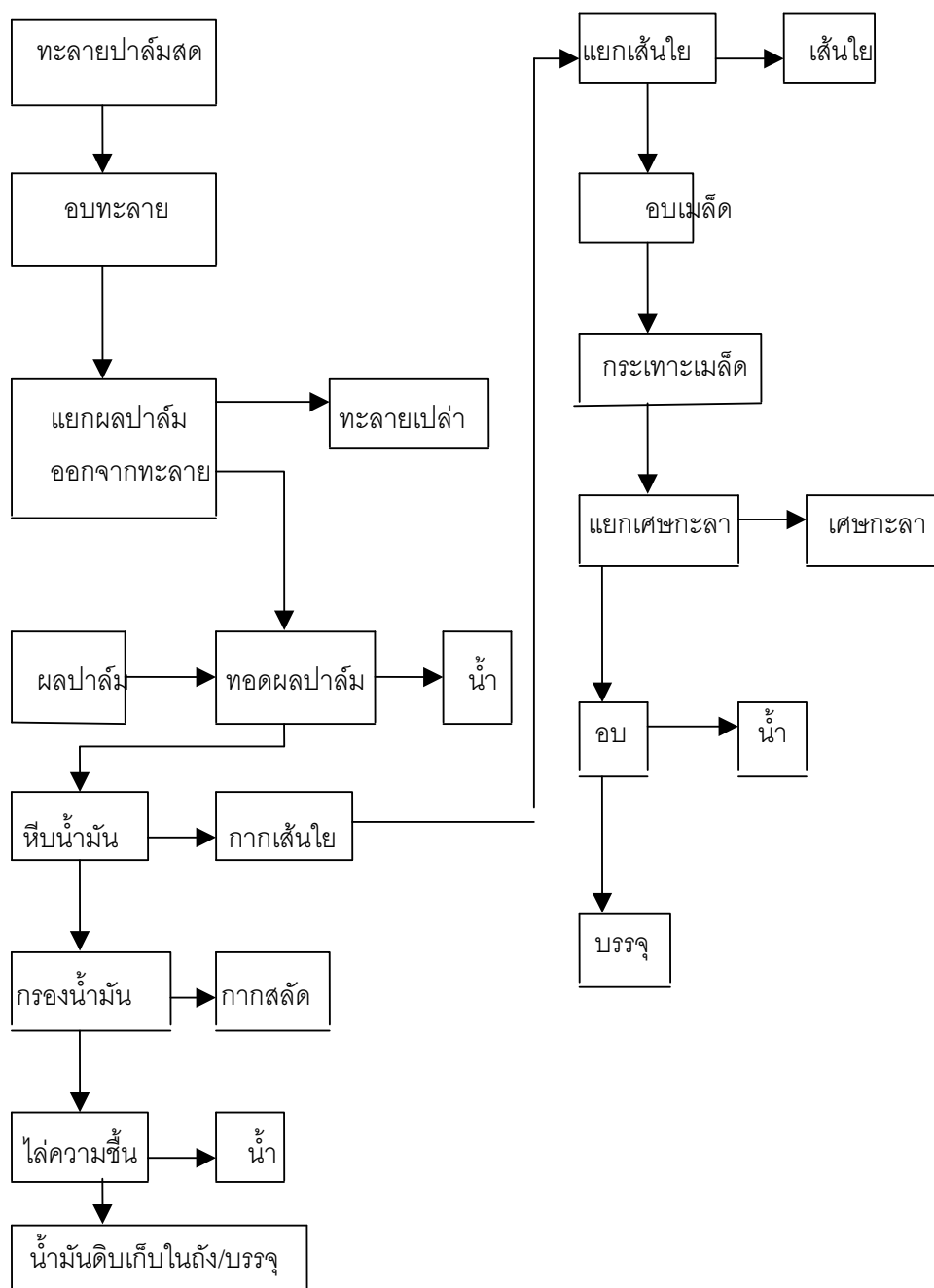
กระบวนการแบบทอดลูกเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทยโดย นายชาญ และนาย ชิต ลิ้มวรพันธุ์ เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2522 ปัจจุบันมีโรงงานประเภทนี้เพียงโรงเดียวคือ บริษัทตรังสห ปาล์มออยล์ จำกัด อำเภอเมืองจังหวัดตรัง ซึ่งมีกำลังผลิตประมาณ 5 ตันทะเลายต่อชั่วโมง ใช้เงินลงทุนประมาณ 10 ล้านบาท กระบวนการผลิตของโรงงานประเภทนี้สามารถใช้วัตถุดิบทั้งในรูปของทะเลาย ปาล์มสดและผลปาล์มร่วง วัตถุดิบพวกทะเลายสด จะนำมาเข้าเครื่องอบทะเลายเช่นเดียวกันกับ ประเภทแรก จากนั้นก็จะนำไปแยกผลปาล์มออก มาจากทะเลายเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นผลปาล์มจะถูกนำไปทอดในเกลียวด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำโดยรอบรางลำเลียงนี้วัตถุดิบจำพวกผลปาล์มร่วงก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นเดียวกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำไปเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ เช่นเดียวกับโรงงานประเภทแรก น้ำมันที่บีบได้ก็จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 30-60 นาที จากนั้นก็นำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกก่อนจะบรรจุถังเก็บต่อไป ส่วนกากผลปาล์มก็จะนำไปแยกเอาเมล็ดในออกด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับประเภทแรก กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.4

1.8.3 กระบวนการหีบน้ำผสม

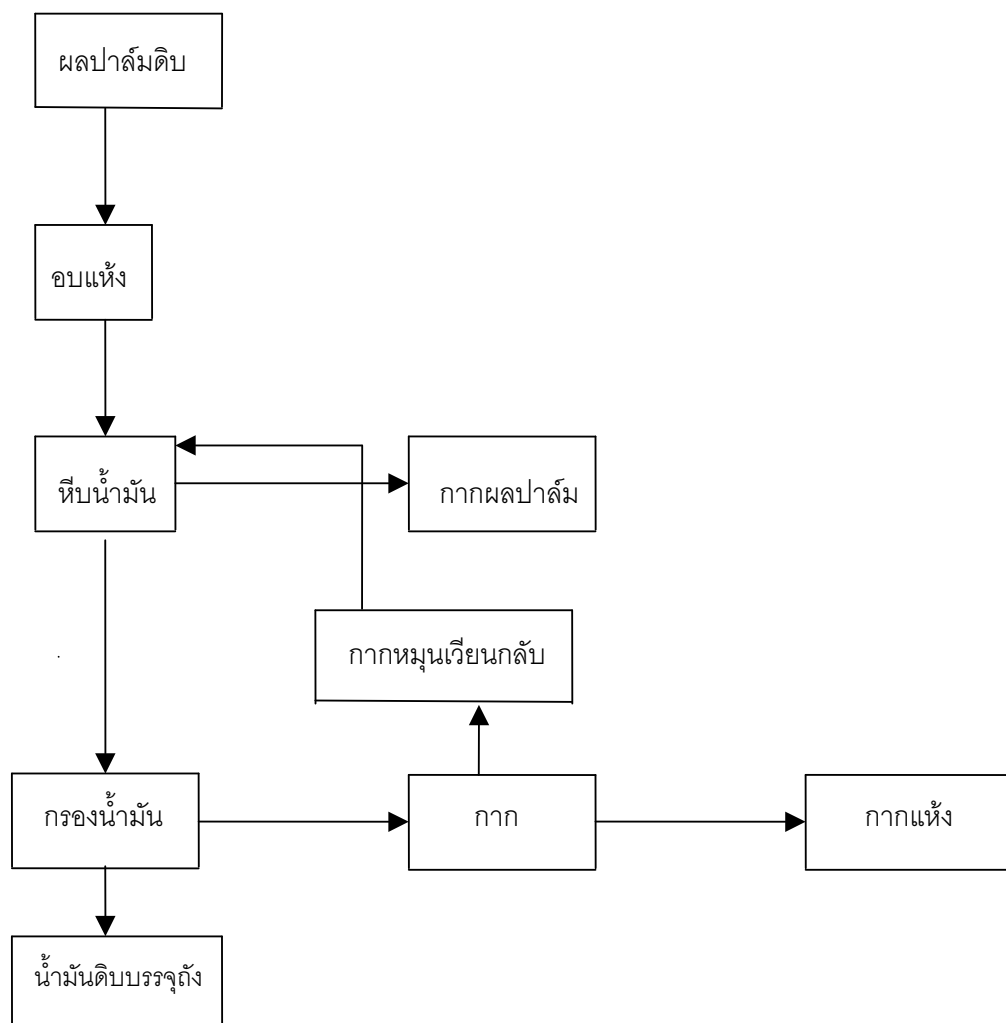
กระบวนการผลิตนี้เกิดขึ้นจากโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้ดัดแปลงมาเป็น โรงงานหีบน้ำมันปาล์มเมื่อราวปี พ.ศ. 2518-2519 ปัจจุบันมีอยู่ประมาณกว่า 20 โรงงาน โรงงานประเภทนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบโดยการนำเอาผลปาล์มร่วงมาทำการย่างที่อุณหภูมิประมาณ 180-200 องศาเซลเซียส ในกระบะโดยเป่าลมร้อนจากเตาฟืนเข้ามาโดยตรงเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมงจากนั้นก็นำเอาผลปาล์มไปบีบน้ำมัน ด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งน้ำมันจากเปลือกและเมล็ดในจะผสมกันหมด น้ำมันก็จะถูกนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้นส่วนกาก เส้นใย กะลา และเมล็ดใน ซึ่งปนกันอยู่จะบรรจุกระสอบจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป โรงงานประเภทนี้มีกำลังผลิตประมาณ 10-30 ตัน ผลปาล์มร่วงต่อวันใช้เงินลงทุนต่ำ และสามารถบีบได้ทั้งผลปาล์มมะพร้าวและเมล็ดยางพารา ฯลฯ กระบวนการผลิตก็ง่ายไม่ซับซ้อน ดังแสดงในรูปที่ 1.5 แต่ข้อเสียของกระบวนการผลิตแบบนี้ก็มีหลายประการ กล่าวคือ น้ำมันจะไหม้ และฟอกสียาก เนื่องจากผลปาล์มถูกย่างด้วยความร้อนสูง น้ำมันจะสกปรก เพราะมีเขม่าควันมากจากการย่างผลปาล์ม และจะมีกรดไขมันอิสระสูงกว่า ประการสุดท้ายน้ำมันปาล์มกับน้ำมันเมล็ดในที่ผสมกันอยู่จะมีปัญหามากเมื่อนำไปกลั่นบริสุทธิ์จึงจำหน่ายได้ราคาต่ำ



รูปที่ 1.5 แสดงขั้นตอนการบีบน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐาน



รูปที่ 1.6 กระบวนการหีบน้ำมันแบบทอดผลปาล์มในน้ำมัน



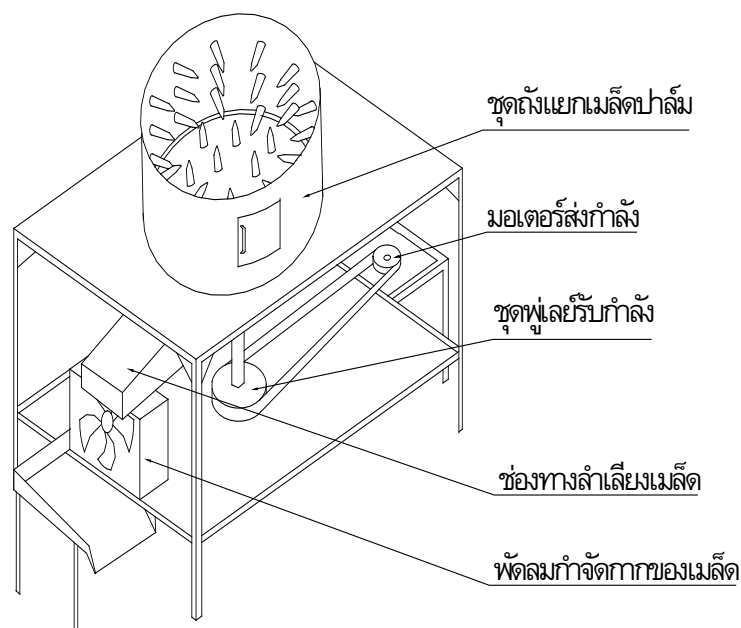
รูปที่ 1.7 กระบวนการหีบน้ำมันผสม

บทที่ 2

เครื่องแยกผลจากทะเลลายปาล์มน้ำมัน

2.1 หลักการทำงานและส่วนประกอบของเครื่องแยกผลจากทะเลลายปาล์มน้ำมัน

ตัวเครื่องที่ออกแบบจะประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญคือ โครงสร้าง ถังแยกทะเลลายปาล์ม เป็นถังทรงกระบอกกลมทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 4.5 มม. มีวนขึ้นรูปมีขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 1200 มม. ภายในถังจะมีเดือยเหล็กขนาดวัดผ่านศูนย์กลาง 18 มม. ติดอยู่โดยรอบ ถังนี้จะเชื่อมยึดติดกับโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ส่วนจานหมุนเหวี่ยงเป็นแบบโค้งมนติดเดือย ชุดจานหมุนเหวี่ยงจะถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ หรือ มอเตอร์ไฟฟ้าผ่านชุดทดรอบ การใช้งานจะเริ่มจากเดินเครื่องแล้วใส่ทะเลลายปาล์มลงไปจนถึงด้านบน ชุดจานหมุนเหวี่ยงจะหมุนเหวี่ยงทะเลลายปาล์มให้กระแทกเดือยที่ผนังของถัง ทำให้ผลปาล์มหลุดออกจากทะเลลายปาล์มได้ หลังจากที่ไม่สัดปาล์มถูกแยกออกจากทะเลลายปาล์มก็จะหล่นลงช่องระหว่างถังกับจานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับอยู่เมื่อสัดปาล์มจะหล่นลงมาจากพัดลม สิ่งเจือปนจำพวกเศษผงจะถูกเป่าออกไปเพื่อให้ได้เมล็ดปาล์มที่มีส่วนเจือปนน้อยที่สุด สำหรับก้านทะเลลายก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง



รูปที่ 2.1. แสดงส่วนประกอบต่างๆของเครื่องแยกเมล็ดปาล์ม

2.2 การออกแบบส่วนโครงสร้าง ทำการคำนวณหาขนาดเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้างโดยอาศัยข้อมูลดังต่อไปนี้ ปาล์มหนึ่งทะลายมีน้ำหนักสูงสุดประมาณ 50 กิโลกรัม ใช้ปาล์ม 4 ทะลาย จะมีน้ำหนักรวม 200 กิโลกรัมหรือ 1962 นิวตัน น้ำหนักของถังซึ่งใช้เหล็กเหนียวความหนา 4.5 มิลลิเมตร เหล็กเหนียวมีความหนาแน่น 7.85 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยที่ถังมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มิลลิเมตร และสูง 1100 มิลลิเมตร ซึ่งจากการคำนวณจะได้น้ำหนักถังออกมา 146.48 กิโลกรัม หรือ 1437.1 นิวตัน น้ำหนักของชุดจานหมุนใช้เหล็กชนิดเดียวกับถังซึ่งมีความหนา 4.5 มิลลิเมตร เท่ากัน โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจานหมุน 1100 มิลลิเมตรซึ่งจากการคำนวณชุดจานหมุนจะมีน้ำหนัก 33.57 กิโลกรัม หรือ 329.33 นิวตัน น้ำหนักเพลาลูกเลือกใช้เพลานาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาน 60 มิลลิเมตรจากตารางโลหะเพลานาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตรมีมวล เท่ากับ 22.2 กิโลกรัมต่อเมตร หรือ 304.89 นิวตัน เมื่อรวมน้ำหนักทั้งหมดที่เหล็กโครงสร้างจะต้องรับ คือ 4033.32 นิวตัน เฉลี่ยน้ำหนักให้คาน 4 ตัว แต่ละตัวจะรับน้ำหนักเท่ากับ 1008.33 นิวตัน คานที่รับน้ำหนักถังมีความยาว 1200 มิลลิเมตร จำนวน 2 ตัว และยาว 1110 มิลลิเมตรจากตารางโลหะเลือกเหล็กที่ใช้คาน Ust 37-2 ขนาด L70x7 โดยมีข้อมูลดังนี้ $\sigma_y = 235$ นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร $I = 42.4 \times 10^4$ มม.⁴, $e = 19.7$ มม., น้ำหนักต่อความยาวเท่ากับ 7.38 กิโลกรัมต่อเมตร เลือกใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3

ที่คานยาว 2 เมตร โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดจะอยู่ตรงกลางคานมีค่าเท่ากับ 504.16 นิวตันเมตร

$$\sigma_d = \frac{\sigma_y}{N} = 78.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = 7.2 \times 10^{-3} \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = \frac{MC}{I} = 60.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_B$$

แสดงว่าเหล็กขนาด L 70x7 สามารถรับภาระที่กระทำได้

คานที่ยาว 1.2 เมตรก็ทำการคำนวณเช่นเดียวกัน โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดอยู่ตรงกึ่งกลางของคานมีค่าเท่ากับ 504.16 นิวตันเมตร

$$\sigma_d = 78.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c = 0.012 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_B = 60.64 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_d > \sigma_c, \sigma_B$$

แสดงให้เห็นว่าเหล็กขนาด L70x7 สามารถรับภาระที่กระทำได้

การคำนวณหาขนาดของเสาทั้ง 4 ต้น ของเหล็กทำโครงทดลองใช้เหล็กขนาด L70x7 คานโครงสร้างตัวบนมีมวลต่อความยาวเท่ากับ 7.38 กิโลกรัมต่อเมตรและความยาวรวมของเหล็กคานทั้งหมดเท่ากับ 16.72 เมตรดังนั้นมวลของเหล็กทำคานด้านบนมีค่าเท่ากับ 123.34 กิโลกรัม หรือ 1210.49 นิวตัน

$$\begin{aligned}\text{ผลรวมของน้ำหนัก} &= \text{น้ำหนักโครงเหล็ก} + \text{น้ำหนักปาล์ม} + \text{น้ำหนักถัง} + \text{น้ำหนักกระทะ} + \text{น้ำหนักเพลา} \\ &= 1210.49 + 1962 + 1437.1 + 329.33 + 304.89 = 5243.81 \text{ นิวตัน}\end{aligned}$$

น้ำหนักที่กระทำกับเสาเพียงต้นเดียวจึงเท่ากับ 1310.95 นิวตัน จากตารางเหล็ก L70x7 มีพื้นที่หน้าตัด $9.4 \times 10^2 \text{ mm}^2$, $e = 19.4 \text{ mm}$, $I = 42.4 \times 10^4 \text{ mm}^4$, $\sigma_y = 235 \text{ N/mm}^2$, $E = 21 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$

$$\text{เสารับแรงอัด } \sigma_c = \frac{1310.95}{9.4 \times 10^2} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{การโก่งของเสาเป็นแบบ CC, } L_e = \frac{L}{2} = \frac{2300}{2} = 1150 \text{ mm}$$

เมื่อ L เท่ากับ ความยาวของเสา

$$k = \left[\frac{I}{A} \right]^{1/2} = 21.23$$

$$\frac{L_e}{k} = 54.16$$

ค่า L_e/k น้อยกว่า 115 แสดงว่าเป็นเสาสั้น ดังนั้นจึงใช้สมการของจอห์นสัน

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{\sigma_y (L_e/k)^2}{4\pi^2 E}} = 1.355$$

$$\text{จากสมการ } \sigma_c = \frac{\sigma_y}{N} = \alpha \frac{F}{A}$$

เลือกใช้ค่าความปลอดภัย (N) เท่ากับ 3.5

ดังนั้นได้ค่า $F_d = 46603.37 \text{ N}$ ซึ่ง $F_d > F$ (ใช้งานจริง) แสดงว่าเหล็ก L70x7 ใช้ทำเป็นเสาได้โดยไม่เกิดการโก่งงอ



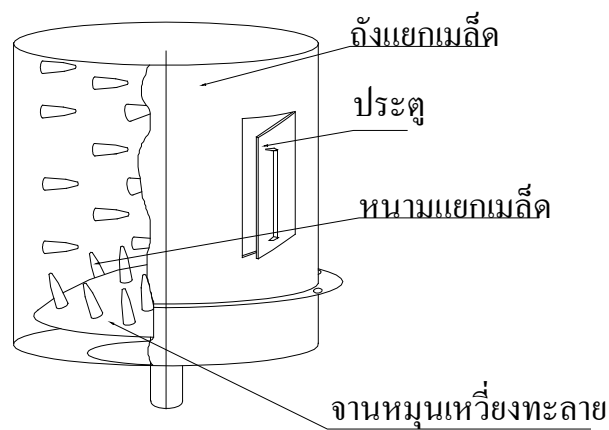
รูป 2.2 แสดงส่วนโครงของเครื่องแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย

2.3 การออกแบบถังแยกเมล็ดปาล์มออกจากทะลาย ออกแบบถังให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1200 มม. และความสูง 1100 มม. ถังรับแรงเฉือนจากเดือยเหล็กด้วยแรง (F_d) 392.29 นิวตัน สมมุติให้คลี่ถังออกเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม มีรูเจาะสี่แถว แต่ละแถวห่างกัน 120 มม. และรูเจาะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 มม. ใช้เหล็กแผ่นผิวเรียบ Ust 37-2 มีความเค้นแรงดึงที่จุดคราก 235 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร คิดที่แรงดึง ๆ ถังขาดตรงแถวแนวรูเจาะ

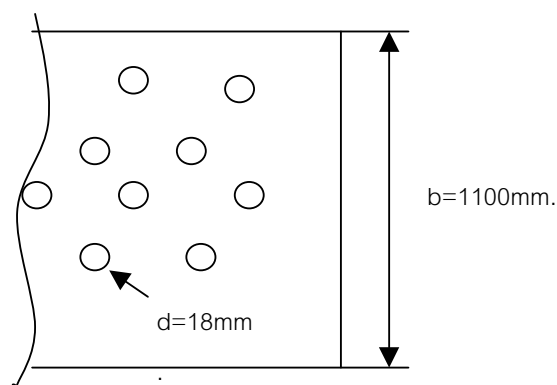
$$F_d = \frac{\sigma}{3}(b - 2d)t$$

$$F_d = 375.06 \text{ kN}$$

$F_d > F_a$ ดังนั้นจึงใช้ขนาดความหนาถัง 4.5 มิลลิเมตร

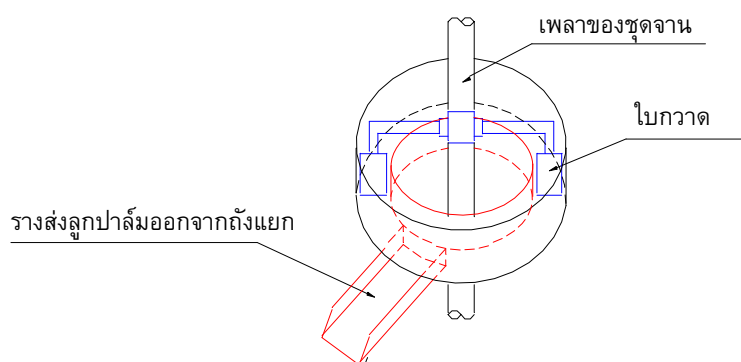


รูปที่ 2.3 ถังแยกเมล็ดปาล์มและชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลายรูป



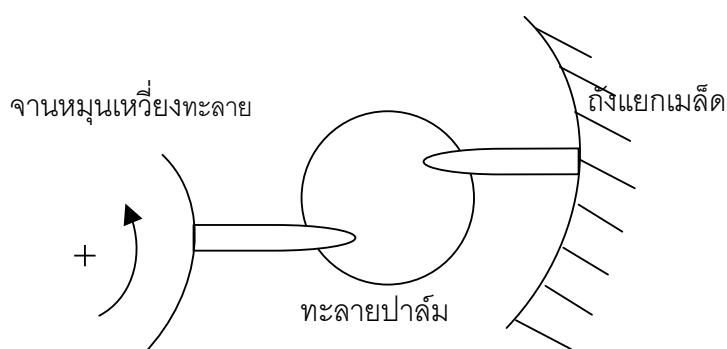
รูป 2.5 แสดงถังที่ถูกคลี่และขนาดของรูเจาะ

2.4 การออกแบบชุดรางกวาด ออกแบบให้รองรับเมล็ดปาล์มที่ผ่านการแยกแล้วให้ออกมาตามช่องทาง ลักษณะของชุดรางกวาดจะมีรูปร่างเป็นช่องรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 1210 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 900 มม. ความหนาของเหล็ก 4.5 มม. ภายในรางจะมีใบกวาดและก้านใบกวาดเป็นตัวกวาดเมล็ดปาล์มลงสู่ช่องทางออก ใบกวาดจะยึดติดอยู่กับเพลลาที่ส่งกำลังให้ชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลาะปาล์มออก

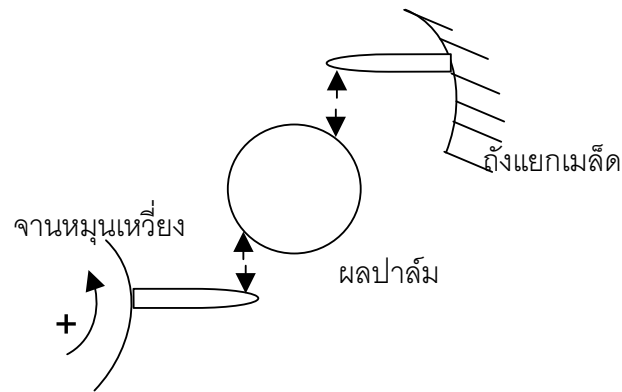


รูปที่ 2.6 ชุดรางกวาดเมล็ดปาล์ม

2.5 ขนาดของเดือยเหล็ก จากมวลทะเลาะปาล์ม (m) มีค่าเท่ากับ 200 กิโลกรัมรัศมีของชุดปั่นหมุน (r) เท่ากับ 550 มม. มุมเอียงของกระทะ (β) เท่ากับ 25 พิจารณา รูปทางด้านบน

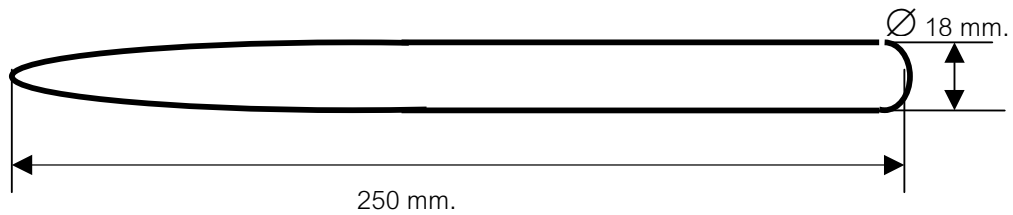


รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของทะเลาะปาล์มที่ติดอยู่กับจานหมุนเหวี่ยงทะเลาะปาล์ม

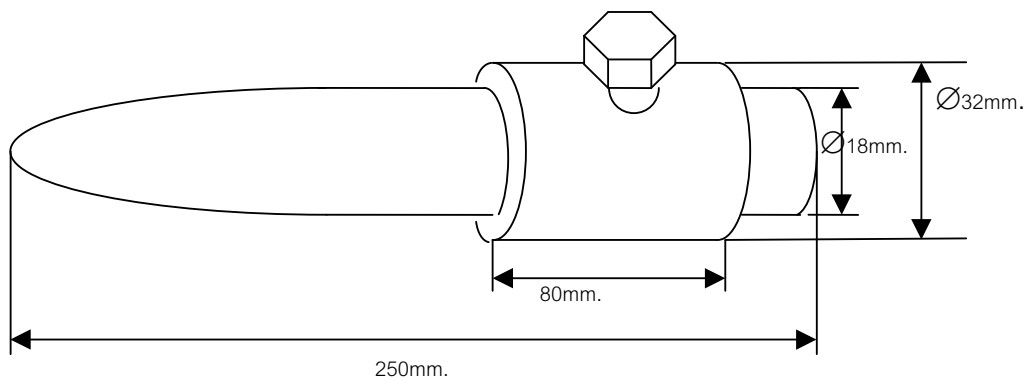


รูปที่ 2.8 แรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะแยกผลปาล์ม

ทำการเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเดือยเหล็กขนาด 18 มิลลิเมตร ใช้เหล็กหัวแดงที่มีขายตามท้องตลาดเป็นเหล็ก AISI ที่มีค่า $\sigma_y = 470 - 720 \text{ N/mm}^2$ เลือกใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 3 จากผลการคำนวณพบว่าเมื่อเลือกเดือยเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตรสามารถนำไปใช้งานได้

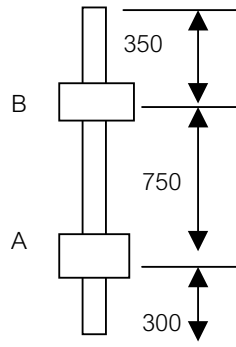


รูปที่ 2.9 ขนาดของเดือยเหล็ก



รูปที่ 2.10 ขนาดเดือยเหล็ก ปลอกรวมทั้งนัตขนาด M10

2.6 การออกแบบเพลาขับ เลือกใช้เพลาขนาด 60 มิลลิเมตร แรงบิดของเครื่องยนต์ที่ส่งมาตามเพลาขับจะต้องเอาชนะแรงบิดต้านของทะเลยาปาล์ม แรงที่เครื่องยนต์กระทำกับเพลาที่มีค่าเท่ากับ 1569.16 นิวตัน เมื่อทำการสมดุลแรงที่เกิดขึ้นที่แบร้งตำแหน่งที่ 1 และ 2 ค่าเท่ากับ 2596.24 นิวตัน และ 1882.99 นิวตันตามลำดับ โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดจะเกิดขึ้นกับแบร้งตัวที่ 1 เพลาที่มีร่องลิ้น และหมุนรับแรงกระตุกจากตาราง ข.1 จะได้ ค่าตัวประกอบความล้า C_m และ C_t เท่ากับ 1.5 และ 1.0 ตามลำดับ



รูปที่ 2.11 แสดงแบร้งที่ยึดติดกับเพลา

$$\text{จากสมการ } d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2}$$

เมื่อ T คือแรงบิดต้านของทะเลยาปาล์ม

M คือ โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับเพลา

$$d = 0.04724m \text{ หรือ } 47.24mm$$

เพลาขนาด 47.24 มิลลิเมตร สามารถที่จะรับภาระดังกล่าวได้ดังนั้น เพลาที่ทำการเลือกไว้ที่ 60 มิลลิเมตรจึงสามารถที่จะรับภาระที่กระทำได้เช่นกัน

2.7 การออกแบบแบร้ง จากรูปภาพ แบร้งที่จุด A รับแรงมากกว่าแบร้งที่ตำแหน่ง B ดังนั้นจึงเลือกทำการพิจารณาที่ตำแหน่ง A เท่านั้น

$$\begin{aligned} F_a &= \text{น้ำหนักกระทะ} + \text{น้ำหนัก ปาล์ม} + \text{น้ำหนักเพลา} \\ &= 2596.22 \text{ นิวตัน} \end{aligned}$$

$$F_r = 2596.24 \text{ นิวตัน}$$

เลือก แบร้งแบบ Spherical roller bearing ขนาดรูสวน 60 มิลลิเมตร ที่ ความเร็วรอบ 80 รอบต่อนาที อายุการใช้งานมากกว่า 9000 ชั่วโมง อัตราการอยู่รอด 95 เปอร์เซนต์

$$\frac{L_{10}}{L_6} = \left[\frac{\ln R_{10}}{\ln R_6} \right]^{1/1.17}$$

$$L_{10} = 9000 \left[\frac{\ln 0.9}{\ln 0.95} \right]^{1/1.17} = 16643.5hr$$

หรือ

$$L_{10} = 79.88mr$$

จากตาราง ข.3 เลือกขนาดรูสวมน 60 มิลลิเมตร ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 110 มิลลิเมตร และจากตาราง ข.7

จะได้ค่า $e = 0.38$

เมื่อ

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{2596.22}{1 \times 2596.24} = 0.999$$

จะได้ว่า

$$\frac{F_a}{VF_r} > e$$

ดังนั้น

$$x = 0.4, Y = 1.6$$

และจากตาราง ข.7 จะได้ค่า $C_o = 69$ กิโลนิวตัน และ $C = 73$ กิโลนิวตัน

จากสมการ

$$P = XVF_r + YF_a = 5.192kN$$

$$L_{10} = \left[\frac{C}{P} \right]^{3.33} = 8218.64mr$$

เพราะฉะนั้น $L_{10} = 8218.64mr$ ซึ่งเป็นค่าที่เลือกใช้มีค่ามากกว่า $L_{10} = 79.88mr$ ที่ต้องการ ดังนั้นจึงสามารถใช้แบร์ริงตามที่เลือกไว้ได้



รูปที่ 2.12 แสดงเพลาส่งกำลังไปยังชุดจานหมุนเหวี่ยงทะเลายปาล์ม

2.8 เครื่องยนต์ จะเลือกใช้เครื่องยนต์ดีเซล มือสองยี่ห้อ NISSAN รุ่น LD20 ขนาด 2000 CC. เนื่องจากมีความประสงค์จะให้ปรับความเร็วรอบได้ เพื่อการทดสอบหาค่าความเร็วที่เหมาะสม ในที่นี้จะไม่คำนึงถึงกำลังที่ใช้



รูปที่ 2.13 แสดงเครื่องยนต์ต้นกำลัง



รูปที่ 2.14 แสดงส่วนของงานชุดงานหมุนเหวี่ยงทะเลาปลั้ม



รูปที่ 2.15 ถังแยกเมล็ดออกจากทะลายปาล์ม



รูปที่ 2.16 แสดงรางกวาดเมล็ดปาล์มและช่องทางออกของเมล็ดปาล์ม



รูปที่ 2.17 แสดงชุดใบกวาด



รูปที่ 2.18 แสดงชุดเฟืองท้ายที่ใช้รับส่งกำลัง



รูปที่ 2.19 เคียวเหล็ก และปลอก

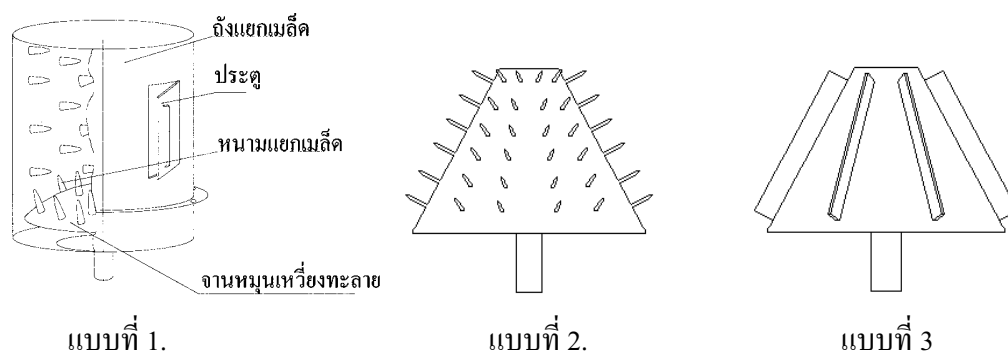


รูปที่ 2.20 แสดงเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายที่ประกอบสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

บทที่ 3

การทดสอบการใช้งาน

การทดสอบการใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มในขั้นแรกจะทดสอบหารูปแบบเพลลาแยกที่ดีที่สุดจากที่ได้ออกแบบไว้ 3 แบบ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 เริ่มจากเดินเครื่องยนต์ให้หมุนส่งกำลังไปยังเพลลาขับ และชุดเฟืองทดรอบ แล้วส่งกำลังไปยังเพลลาเพลลาขับชุดจานหมุนเหวี่ยงทะลาย แล้วนำทะลายปาล์มที่ต้องการแยกผลออกใส่ลงไปในถังทางด้านบน โดยการเปลี่ยนจานหมุนเหวี่ยงทะลายที่ละแบบ



รูปที่ 3.1 แสดงรูปร่างลักษณะของเคื่อย (จานหมุน) เหวี่ยงทะลายที่ได้ออกแบบ

จากการทดสอบการใช้งานปรากฏว่า แบบที่ 2 และแบบที่ 3 ไม่สามารถใช้ได้เพราะเมื่อใส่ทะลายปาล์มลงไปจานเหวี่ยงจะหมุนอัดทะลายปาล์มให้บีบแน่นกับผนังข้างถังซึ่งมีเคื่อยติดอยู่เช่นกัน ทำให้เครื่องหมุนต่อไปไม่ได้ เครื่องยนต์จึงดับ สำหรับแบบที่ 1 ใช้งานได้ดีเพราะเมื่อใส่ทะลายปาล์มลงไปทะลายปาล์มซึ่งมีลักษณะค่อนข้างกลมอยู่แล้วจึงหมุนกลิ้งไป-มาบนจานหมุนเหวี่ยงทะลายและกระทบกับผนังถังตลอดเวลา เคื่อยเหล็กที่ฐานหมุนและที่ผนังถังก็จะเซาะผลปาล์มออกจากทะลายร่วงลงทางช่องว่างระหว่างจานหมุนเหวี่ยงทะลายกับถังแยกผลสู่ด้านล่าง ในระหว่างทดสอบได้ทำการปรับความเร็วรอบ ความยาวของเคื่อยเหล็ก และจำนวนของเคื่อยเหล็ก ปรากฏว่าความเร็วรอบที่ 80 รอบ/นาที เคื่อยเหล็กจำนวน 96 ตัว และความยาวเคื่อยเหล็ก 5 เซนติเมตร เป็นค่าเหมาะต่อการใช้งานคือไม่ทำให้เครื่องสั่นสะเทือนมากเกินไป และผลปาล์มที่ได้ก็ไม่ขี้มากเกินไป สำหรับจำนวนเคื่อยเหล็กขึ้นอยู่กับขนาดของถัง ส่วนความยาวดังกล่าวพอเหมาะที่จะเซาะผลปาล์มได้ถึงแกนทะลายพอดี



รูปที่ 3.2 แสดงการปรับความยาวของเคียวแซะผลปาล์มจากทะเลาย

หลังจากได้ปรับแต่งเครื่องเตรียมความพร้อมให้เหมาะสมแล้วจึงได้เตรียมทะเลายปาล์มที่มีลักษณะที่แตกต่างกันมาทำการทดสอบ โดยการ เปลี่ยนความเร็วรอบในการหมุนของเครื่อง เพื่อหาค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของเครื่องที่กำลังทำการทดสอบ

ทะลายปาล์มสดที่สุกและแก่เต็มที่จะมีลักษณะเป็นสีม่วงดำเมื่อนำมาเข้าเครื่องแยกสามารถแยกได้ดีกว่าทะลายที่ยังไม่แก่เต็มที่ และหากได้บ่มไว้ประมาณ 3-4 วันจะทำการแยกได้ง่าย



รูปที่ 3.4 ลักษณะของทะลายปาล์มที่แก่เต็มที่จะมีผลสีม่วงดำเหมาะที่จะนำมาเข้าเครื่องแยกผล



รูปที่ 3.5 แสดงการหมุนเหวี่ยงของทะลายปาล์มในขณะที่อยู่ในเครื่องแยกผล