

## รายงานผลการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2555

1. ชื่อชุดโครงการวิจัยวิจัย : วิจัยและพัฒนาปาล์มน้ำมัน
2. ชื่อโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปาล์มน้ำมัน  
ชื่อกิจกรรม : วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตรเพื่อแปรรูปปาล์มน้ำมัน
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : วิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตผลปาล์มจากทะลายปาล์มสด  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Research and Development of Bunch Thresher Oil Palm

#### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	: นายวุฒิพล จันทรสระคู	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
ผู้ร่วมงาน	: นายพุทธธินันท์ จารุวัฒน์	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมจันทบุรี
	: นายกลวัชร ทิมินกุล	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	: นายทองพูล โยธาพูล	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	: นายประยูร จันทองอ่อน	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	: นางสาววิชนี ออมทรัพย์สิน	ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

#### 5. บทคัดย่อ

การผลิตปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปัจจุบันยังเป็นปัญหาการที่ไม่มีตลาดรับซื้อรองรับ มีเพียงพ่อค้าคนกลางมารับซื้อเพื่อส่งต่อยังโรงงานสกัดน้ำมันที่ จ.ชลบุรี เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มบางส่วนเลือกที่จะไม่ตัดปาล์มขายเพราะว่าไม่คุ้มทุน บางพื้นที่มีความพยายามในด้านการแปรรูปโดยการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหรือเพื่อผลิตไบโอดีเซล แต่ก็มีต้นทุนการผลิตที่สูงซึ่งไม่เหมาะสมกับเทคโนโลยีที่เกษตรกรรายย่อยจะสามารถกระทำได้ การแยกผลปาล์มออกจากทะลายก่อนที่จะนำไปแปรรูปต่อไป สำหรับเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกร ใช้ในการลดค่าขนส่ง เพิ่มราคาจำหน่ายผลปาล์ม และสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันขนาดเล็กที่ต้องแยกผลปาล์มออกจากทะลายก่อนที่จะสกัด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบและพัฒนาเครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมันที่ปลูกในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบหลัก คือ ถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร ภายในถังจะมีซี่แยกทำจากเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ติดอยู่โดยรอบสามารถปรับความยาวซี่แยกได้ ถังยึดติดกับโครงเครื่อง ส่วนฐานหมุนเป็นแบบกรวยปากตัด และหมุนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ สลับทิศทางหมุนได้ ทำงานโดยเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระทบกับซี่แยก ผลปาล์มจะถูกซี่แยกปลิดออกจากทะลายร่วงลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ลงสู่รางรองรับ ตะแกรงโยก และคัดแยกทำความสะอาดด้วยพัดลมเป่าสิ่งเจือปนออกไป ส่วนก้านทะลายเปล่าจะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางช่องเปิดด้านข้างของถัง ผลการทดสอบกับทะลายปาล์มน้ำมันสดหลังการ

เก็บเกี่ยวแยกกองทิ้งไว้ในร่มเป็นเวลา 1 3 และ 5 วัน ที่ความยาวซี่แยก 4 5 และ 6 เซนติเมตร ความเร็วรอบของฐานหมุนเหวี่ยง 70 85 และ 100 รอบ/นาที ที่อัตราการป้อนทะลายปาล์มจำนวน 3 - 4 ทะลายต่อครั้ง ผลการทดสอบพบว่า ที่ความยาวซี่แยก 5 เซนติเมตร ความเร็วรอบ 85 รอบ/นาที มีความสามารถในการทำงาน 1.0 - 1.3 ตัน/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการแยกผลปาล์มออกจากทะลายได้ 90 - 93.5% สำหรับทะลายปาล์มสดที่กองทิ้งไว้ตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป โดยเครื่องที่พัฒนามีศักยภาพต่อการขยายผลในเชิงการค้าในการแยกผลร่วงสำหรับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้

**คำสำคัญ:** เครื่องผลิต; ทะลายปาล์ม; ผลปาล์มร่วง

## 6. คำนำ

จากยุทธศาสตร์การพัฒนาและส่งเสริมไบโอดีเซลของประเทศไทย ในการส่งเสริมพลังงานทดแทนน้ำมัน โดยมีเป้าหมาย ส่งเสริมการผลิตและใช้ไบโอดีเซลเพื่อทดแทนปริมาณน้ำมันดีเซลร้อยละ 10 ภายในปี พ.ศ.2555 ซึ่งนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญอย่างมากสำหรับรัฐบาลและหน่วยงานที่รับผิดชอบ โดยภาคการเกษตร หน่วยงานกรมวิชาการเกษตรเป็นอีกหน่วยงานหนึ่ง ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนของการจัดหาพลังงานทดแทน เช่น การปรับปรุงพันธุ์พืช การส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อการผลิตไบโอดีเซล และส่งเสริมการปลูกพืชเพื่อนำไปแปรรูปเป็นเอทานอลเพื่อแก้ไขวิกฤตพลังงาน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวางแผนงานและการส่งเสริมเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นทั้งด้านการผลิตพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงานควบคู่กันไป ตลอดจนการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมและการใช้ผลิตผลทางการเกษตรทั้งหมดให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยมีการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปพลังงานทดแทนที่มีประสิทธิภาพสูง มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นจาก 69,625 ไร่ ในปีพ.ศ.2520 จนถึงปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นประมาณ 4 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) สำหรับพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมการปลูกปาล์มน้ำมัน แต่ไม่ปฏิบัติตามเป้าหมาย เพราะนโยบายทางภาครัฐไม่ชัดเจนและขาดแรงจูงใจ ปัญหาที่ตามมาคือเมื่อผลผลิตปาล์มน้ำมันเหล่านี้ ออกมาสู่ท้องตลาด โรงงานที่บน้ำมันปาล์มดิบขนาดเล็กที่เพิ่งเริ่มมีการผลิตในพื้นที่ไม่สามารถรองรับผลผลิตที่มีไม่เพียงพอได้ เพราะพื้นที่ปลูกและผลผลิตปาล์มน้ำมันน้อยเกินกว่าจะคุ้มค่าการลงทุนสร้างโรงงานที่บน้ำมันปาล์มดิบขนาดใหญ่ได้ เกษตรกรจึงต้องขายผลผลิตในราคาต่ำเพื่อส่งเข้าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในเขตพื้นที่อื่นที่มีโรงงานตั้งอยู่ เนื่องจากมีต้นทุนเพิ่มตามระยะทางการขนส่ง การผลิตปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปัจจุบันยังเป็นปัญหาการไม่มีตลาดรับซื้อรองรับ มีเพียงพอค่านกลางที่มารับซื้อไปส่งต่อยังโรงงานสกัดน้ำมันที่ จ.ชลบุรี ในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคอีสานบางส่วนเลือกที่จะไม่ตัดปาล์มขายเพราะว่าไม่คุ้มทุน บางพื้นที่แม้จะมีความพยายามในด้านการแปรรูปผลผลิต โดยการรับซื้อปาล์มมาสกัดน้ำมันผลิตไบโอดีเซล ซึ่งก็ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ก็มีต้นทุนการผลิตที่แพง ซึ่งไม่เหมาะสมกับเทคโนโลยีที่เกษตรกรรายย่อยจะสามารถกระทำได้ หรือการทำให้เป็นไบโอดีเซลเพื่อใช้ในรถไถเดินตาม หรือเครื่องยนต์ทางการเกษตรต่างๆ ก็ต้องใช้ความรู้และเทคนิคเพิ่มขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง

การผลิตน้ำมันปาล์มดิบสำหรับชุมชนขนาดเล็กจะมีขั้นตอนต่างๆ ในขบวนการผลิตคือ เริ่มจากการนำทะลายปาล์มสดไปบ่มเพื่อให้ผลปาล์มหลุดจากทะลายปาล์มได้ง่าย แล้วจึงนำทะลายมาสับและผลิตผลปาล์ม

ออกมา จากนั้นจะนำผลปาล์มไปนึ่ง เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งการเกิดกรดไขมันอิสระ แล้วจึงนำผลปาล์มไปหีบเพื่อให้ได้น้ำมันปาล์มดิบ โดยในกระบวนการผลิตโรงงานหีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กจะแยกผลปาล์มจากทะเลาก่อนที่จะส่งไปให้ความร้อน ขณะที่ระบบให้ความร้อนแบบไอน้ำของโรงงานขนาดใหญ่จะแยกผลปาล์มหลังจากได้รับความร้อนเพื่อทำให้ผลหลุดง่ายขึ้น (วิชัย, 2547) สำหรับวิธีการผลิตผลปาล์มน้ำมันโดยใช้แรงงานคนปกตินิยมใช้มีดหรือขวานในการสับให้ผลปาล์มน้ำมันร่วงออกจากชั้วทะเลาก่อน วิธีนี้สามารถผลิตผลปาล์มน้ำมันได้ช้า ได้ผลผลิตต่อหน่วยต่ำ ผลปาล์มน้ำมันที่ได้มีตำหนิมาก คือ ถูกผ่าซีกถึงแกนเนื้อปาล์มน้ำมัน ต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก และเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ง่าย จากเหตุผลข้างต้นประกอบกับมีการนำเครื่องจักรกลมาช่วยในกระบวนการผลิต เพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลา และเกิดความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดการสร้างเครื่องมือสำหรับแยกผลปาล์มออกจากทะเลาก่อนโดยไม่ต้องใช้ขวานสับแยกทะเลาก่อน โดยใช้การแยกผลปาล์มออกจากทะเลาก่อนปาล์มสดหลังการเก็บเกี่ยวจากสวน เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้สำหรับลดค่าขนส่งและขายผลปาล์มได้ในราคาที่สูงขึ้น และยังต้องการให้เป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่จำเป็นต้องแยกผลปาล์มจากทะเลาก่อนที่จะนำเข้ากระบวนการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิต การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องผลิตผลปาล์มจากทะเลาก่อนปาล์มน้ำมันให้เหมาะสำหรับระดับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

#### ลักษณะพฤกษศาสตร์ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและเป็นพืชยืนต้น (perennial crop) ได้จำแนกปาล์มน้ำมันให้อยู่ในวงศ์ (family) Palmae หรือ Arecaceae (monocotyledon) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชผสมข้ามประเภทที่มีช่อดอกตัวผู้และตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่ช่วงเวลาการออกดอกจะไม่พร้อมกัน ประกอบด้วยปาล์มน้ำมัน 2 ชนิด (species) ได้แก่ ปาล์มน้ำมันชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeis guineensis* Jacq. ในปัจจุบันเป็นพันธุ์ปลูกเพื่อการค้าเดิมมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตอนกลางและตะวันตก ให้ผลผลิตทะเลากสูง มีน้ำหนักผล เปลือกนอกต่อผลและผลผลิตน้ำมันสูง ส่วนอีก species หนึ่งคือปาล์มน้ำมัน ชื่อวิทยาศาสตร์ *Elaeis oleifera* มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้และอเมริกากลาง ลักษณะต้นเดี่ยวและต้านทานต่อโรคตาเน่า (Lethal bud rot) เปอร์เซ็นต์กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (unsaturated fatty acid) ค่าไอโอดีนสูง (iodine value) ประมาณ 77-78% รวมทั้งมีวิตามินเอและวิตามินอีสูง แต่ให้ผลผลิตและปริมาณน้ำมันน้อยกว่าปาล์มน้ำมัน (<http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/botany.html>)

1. ราก ปาล์มน้ำมันมีระบบรากฝอย รากอ่อนจะงอกออกจากเมล็ดเป็นอันดับแรก เมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 2 - 4 เดือน รากอ่อนจะหยุดเจริญเติบโตและหายไป ระบบรากจริงจะงอกจากส่วนฐานของลำต้น ต้นปาล์มที่เจริญเติบโตเต็มที่นั้น ประกอบด้วย รากแรกที่หยั่งลึกลงผิวดินช่วยยึดลำต้นบ้างเล็กน้อย และมีรากสองสามและสี่ที่แตกแขนงออกมาตามลำต้น ทอดไปตามแนวนอน จะเป็นระบบรากสานกันอย่างไรหนาแน่นอยู่บริเวณผิวดินระดับลึก 30 - 50 เซนติเมตร

2. ลำต้น ปาล์มน้ำมันมีลำต้นตั้งตรง มียอดเดี่ยวรูปรวย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 - 12 เซนติเมตร สูง 2.5 - 4 เซนติเมตร ประกอบด้วยใบอ่อนและเนื้อเยื่อเจริญ ต้นปาล์มน้ำมันในระยะ 3 ปีแรกจะเจริญเติบโตทางด้านกว้าง หลังจากนั้นลำต้นจะยึดขึ้นปล้องฐานโคนใบ และข้อจะปรากฏให้เห็นก็ต่อเมื่อปาล์มน้ำมันอายุมากแล้ว ทาง

ใบจะติดอยู่กับลำต้นอย่างน้อย 12 ปี หรือมากกว่านั้นแล้วเริ่มหลุดจากใบล่างขึ้นไปทางใบบนลำต้นมีการจัดเรียงตัวเวียนตามแกนลำต้น รอบละ 8 ทางใบ 2 ทิศทาง คือเวียนซ้ายและเวียนขวา เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ประมาณ 20 - 75 เซนติเมตร โดยทั่วไปลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นประมาณ 35 - 60 เซนติเมตรต่อปี ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและพันธุกรรม ปาล์มน้ำมันมีความสูงได้มากกว่า 30 เมตร และมีอายุยืนนานมากกว่า 100 ปี แต่การปลูกปาล์มน้ำมันเป็นการค้า ไม่ควรมีความสูงเกิน 15 - 18 เมตร หรืออายุประมาณ 25 ปี

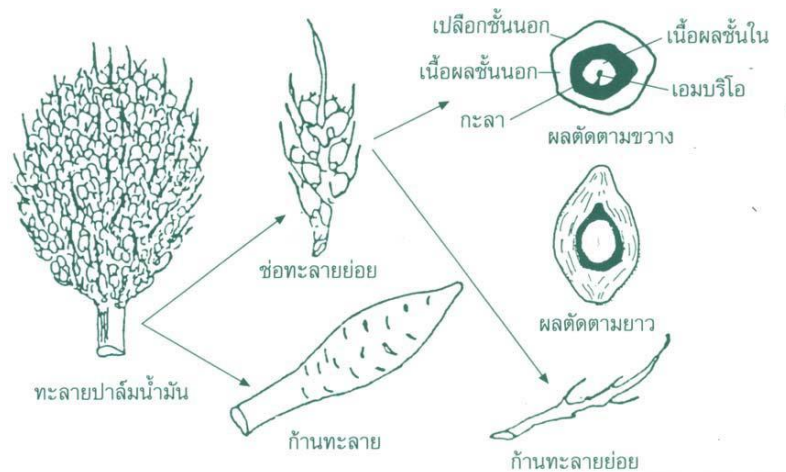
3. ใบ ใบของปาล์มน้ำมันเป็นใบประกอบรูปขนนก (pinnate) แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแกนกลางที่มีใบย่อยอยู่ 2 ข้าง และส่วนก้านทางใบ ซึ่งมีขนาดสั้นกว่าส่วนแรกและมีหนามสั้น ๆ อยู่ 2 ข้างแต่ละทางมีใบย่อย 100 - 160 คู่ แต่ละใบย่อยยาว 100 - 120 เซนติเมตร กว้าง 4 - 6 เซนติเมตร

4. ดอก ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชผสมข้าม มีดอกเพศเมียและดอกเพศผู้แยกช่อดอกภายในต้นเดียวกัน (monoecious) ที่ตำแหน่งของทางใบมีตาดอก 1 ตา อาจจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศผู้หรือเพศเมีย บางครั้งจะพบว่ามีช่อดอกกะเทยซึ่งมีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่รวมกัน (hermaphrodite) การบานของดอกปาล์มน้ำมัน แต่ละดอกไม่พร้อมกัน การพัฒนาจากระยะตาดอกจนถึงดอกบานพร้อมที่จะรับการผสม (anthesis) ใช้เวลาประมาณ 33 - 34 เดือน การเปลี่ยนเพศของตาดอก (sex differentiation) จะเกิดขึ้นในช่วง 20 เดือนก่อนดอกบาน ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ช่อดอกจะพัฒนาเป็นช่อดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ การผสมเกสรมีลมและแมลงเป็นพาหะ โดยเฉพาะด้วงวงปาล์มน้ำมัน (*Elaeidobius kamerunicus*) เป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญ หลังจากการผสมเกสร 5 - 6 เดือน ช่อดอกตัวเมียจะพัฒนาไปเป็นทะลายที่สุกแก่เต็มที่ สามารถเก็บเกี่ยวได้ ดอกตัวเมียมีกาบหุ้ม (bract) เจริญเป็นหนามยาว 1 อัน กาบรอง (bractiole) 2 แผ่นและมีกลีบดอก (perianth) 2 ชั้น ๆ ละ 3 กลีบ ห่อหุ้มรังไข่ 3 พูไว้ ยอดเกสรตัวเมียมี 3 แฉก เมื่อดอกบานแฉกนี้จะโค้งเปิดออก วันแรกกลีบดอกเป็นสีขาว ตรงกลางมีต่อมผลิตของเหลว เหนียว วันต่อมาเปลี่ยนเป็นสีชมพู วันที่ 2 - 3 ของการบานของดอกจะเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมพันธุ์ปาล์มน้ำมันวันที่สามเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและวันที่สี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหลังจากผสมเกสรแล้วยอดเกสรตัวเมียจะเปลี่ยนเป็นสีดำและแข็งปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่แล้วช่อดอกตัวเมียมีช่อดอกย่อย ประมาณ 110 ช่อ และมีดอกตัวเมียประมาณ 4,000 ดอก ดอกตัวผู้ที่เจริญเต็มที่ก่อนที่จะบานมีขนาดกว้าง 1.5 - 2 มิลลิเมตร ยาว 3 - 4 มิลลิเมตร ถูกห่อหุ้มด้วยกาบหุ้มรูปสามเหลี่ยม 1 แผ่น มีกลีบดอก 2 ชั้น ชั้นละ 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน รวมกันอยู่เป็นท่อตรงกลางดอก อับเกสรตัวผู้มี 2 พู ละอองเกสรจะหลุดจากช่อดอกทั้งหมดภายในเวลา 3 วัน ถ้าอากาศชื้นจะใช้เวลามากขึ้น ละอองเกสรจะมีชีวิตอยู่ได้ 7 วัน แต่หลังจากวันที่ 4 ความมีชีวิตจะต่ำลง เมื่อดอกเจริญเต็มที่ช่อดอกย่อยตัวผู้มีขนาดยาว 10 - 20 ซม. หน้า 0.8 - 1.5 เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายนิ้วมือ ต้นปาล์มน้ำมันที่โตเต็มที่ช่อดอกตัวผู้ 1 ดอกให้ละอองเกสรมีน้ำหนักประมาณ 30 - 50 กรัม

5. ทะลาย ทะลายปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย และผล ในแต่ละทะลายมีปริมาณผล 45 -70 เปอร์เซ็นต์ ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อสุกแก่เต็มที่ มีน้ำหนักประมาณ 1 - 60 กิโลกรัม แปรไปตามอายุของปาล์มน้ำมัน และปัจจัยสิ่งแวดล้อมแบบการปลูกเป็นการค้าต้องการทะลายที่มีน้ำหนัก 10 - 25 กก. จำนวนทะลายต่อต้นก็มีความแตกต่างกัน โดยมีสหสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนักทะลาย

6. ผล พาล์มน้ำมันไม่มีก้านผล (sessile drup) รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปรียาวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2 - 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัม จนถึงประมาณ 30 กรัม ประกอบด้วย ผิวเปลือกนอก (exocarp) ชั้นเปลือกนอก (mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อเส้นใย สีส้มแดงเมื่อสุกและมีน้ำมันอยู่ในชั้นนี้

7. เมล็ด เมล็ดของพาล์มน้ำมันมีลักษณะแข็ง ประกอบด้วย กะลา (endocarp) และเนื้อใน ซึ่งเจริญมาจากไข่ 1 - 3 อัน บางครั้งพบ 4 อัน ขนาดของเมล็ดขึ้นอยู่กับความหนาของกะลาและขนาดของเนื้อใน บนกะลาจะมีช่องสำหรับบงอก (germ pore) 3 ช่อง ในกะลานั้นประกอบด้วยอาหารต้นอ่อน (endosperm) หรือเนื้อใน สีขาวอมเทาซึ่งมีน้ำมันสะสมอยู่ และมีเยื่อ (testa) สีน้ำตาลแก่หุ้มอยู่ โดยมีเส้นใยรองรับระหว่างเยื่อหุ้มกับกะลาอีกชั้นหนึ่งภายในเนื้อในตรงกันข้ามกับช่องสำหรับบงอกมีต้นอ่อนฝังตัวอยู่มีลักษณะตรง ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตรโดยปกติเมล็ดพาล์มน้ำมันมีการพักตัวซึ่งสามารถทำลายการพักตัวโดยการอบด้วยความร้อนเมล็ดจะงอกเมื่อได้รับการกระตุ้นโดยอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ขบวนการงอกจะเกิดในระยะเวลา 3-4 วัน แต่ละเมล็ดจะใช้เวลาในการงอกแตกต่างกัน ต้นอ่อนในเมล็ดเริ่มมีการเจริญเติบโตนั้น ยอดของใบเลี้ยงจะขยายใหญ่ขึ้นมีสีเหลือง เรียกว่า จาว (haustorium) และยังคงฝังตัวอยู่ในเนื้อใน ทำหน้าที่ดูดอาหารมาเลี้ยงต้นอ่อน จาวจะผลิตเอนไซม์ออกมาย่อยอาหารต้นอ่อนให้เป็นของเหลวไปเลี้ยงต้นอ่อนเป็นเวลาประมาณ 3 เดือน จนกระทั่งต้นอ่อนสามารถสังเคราะห์แสงเองได้ (<http://www.doa.go.th/palm/index.html>)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของทะลายพาล์มน้ำมัน

## กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน มี 2 แบบ คือ แบบใช้ไอน้ำ เป็นเทคโนโลยีที่โรงงานส่วนใหญ่ นิยมใช้ กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มจะใช้ไอน้ำร้อนในการหยุดปฏิกิริยาการเกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มและ ช่วยทำให้ทะลายปาล์มสต่อ่อนตัวและหลุดออกจากขั้วผลได้ง่าย จากนั้นแยกผลปาล์มและทะลายออกจากกัน นำ ผลปาล์มไปเข้าหม้อหนึ่งไอน้ำเพื่อทำให้เนื้อปาล์มหลุดจากกะลาเมล็ดในปาล์ม เนื้อปาล์มที่แยกออกได้จะถูกส่งเข้า เครื่องหีบเพื่อบีบน้ำมันปาล์มดิบ (CPO, crude palm oil) ออกมา ข้อดีคือ ผลิตภัณฑ์ที่สกัดได้เป็นน้ำมันปาล์ม เกรดเอ มีคุณภาพและสมบัติเหมาะต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ข้อเสียคือ ในกระบวนการผลิตมี การใช้ไอน้ำจึงทำให้เกิดน้ำเสีย และระบบการสกัดประกอบด้วยเครื่องมือและเครื่องจักรมากกว่า จึงมีความ ซับซ้อนมากกว่า แบบไม่ใช้ไอน้ำ ที่กระบวนการสกัดเริ่มจากนำผลปาล์มร่วนไปอบแห้งเพื่อลดความชื้นและหยุด ปฏิกิริยาการ เกิดกรดไขมันอิสระก่อน แล้วนำผลปาล์มที่ผ่านการอบไปเข้าเครื่องหีบน้ำมันต่อให้ได้น้ำมันปาล์ม ออกมา ข้อดีคือ ระบบมีความยุ่งยากน้อยกว่าระบบสกัดแบบใช้ไอน้ำ กากเนื้อปาล์มที่ได้ยังมีคุณค่าสามารถ จำหน่ายหรือใช้เป็นอาหารสัตว์ และไม่มีน้ำเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ข้อเสียคือ น้ำมันปาล์มที่ได้เป็นน้ำมัน รวมระหว่างเนื้อปาล์มกับเมล็ดในปาล์ม ซึ่งมีค่าไอโอดีน (Iodine value) ไม่เหมาะที่จะใช้ในกระบวนการกลั่นต่อ ทำให้ไขมันถูกลดเกรดเป็นน้ำมันปาล์มเกรดบีที่มีราคาขายต่ำกว่าน้ำมันเกรดเอ ประมาณ 1-1.50 บาทต่อกิโลกรัม (ลิตร) เครื่องจักรที่ใช้ในระบบการสกัดมีความสึกหรอมากกว่า เพราะใช้หีบเนื้อปาล์มและเมล็ดในปาล์มพร้อมกัน ทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมแซมและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง (บุญรักษ์, 2554).

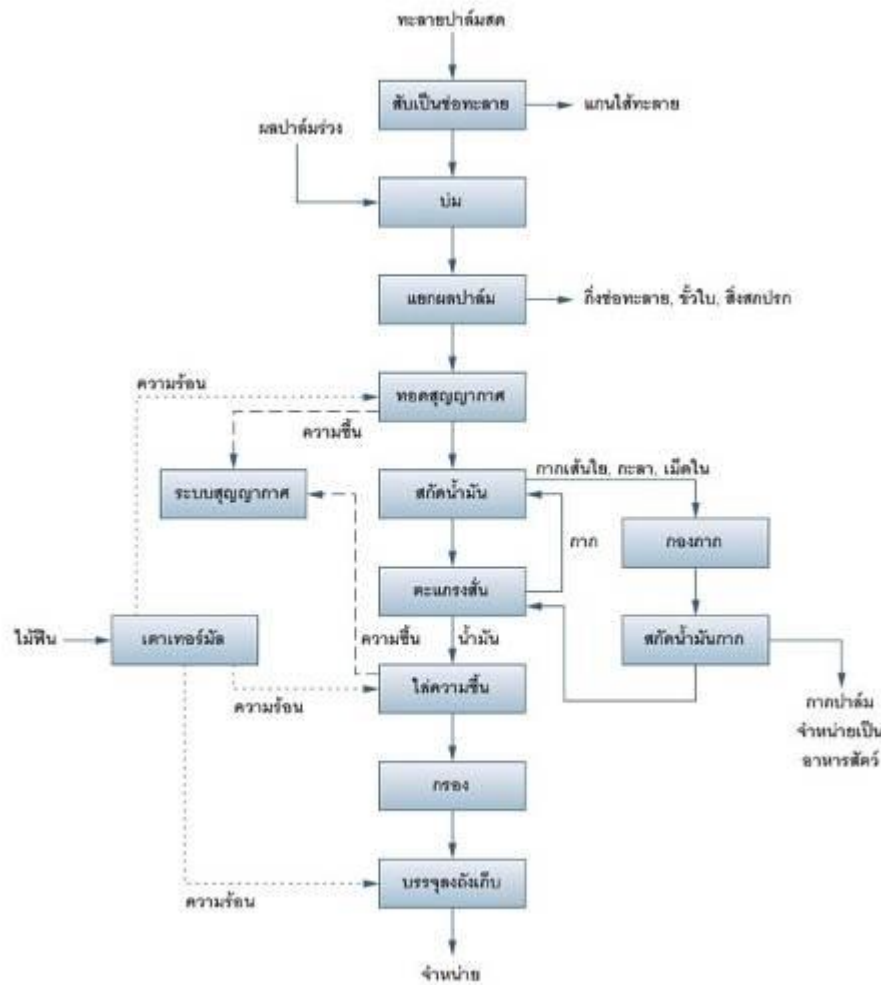
โรงงานสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน จะมีกระบวนการผลิต 4 ขั้นตอนคือ

1. การอบทะลายด้วยไอน้ำ (sterilization) อบที่อุณหภูมิ 130 – 135 องศาเซลเซียส ความดัน 25-3 bars นาน 50-75 นาที การอบทะลายจะช่วยหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มและ ช่วยให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มหลุดจากขั้วผลได้ง่าย

2. การแยกผล (stripping) เป็นการส่งทะลายเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายสำหรับทะลาย เปล่าจะถูกแยกออกไป จากนั้นนำผลปาล์มไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม เพื่อทำให้ส่วนเปลือกแยกออกจากเมล็ด

3. การสกัดน้ำมัน (oil extraction) นำส่วนเปลือกอบที่อุณหภูมิ 90-100 องศาเซลเซียส นาน 20-30 นาที จากนั้นผ่านเข้าเครื่องหีบแบบเกลียวอัดคู่ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่มีองค์ประกอบ คือ น้ำมันประมาณ 66 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 24 เปอร์เซ็นต์ และของแข็ง 10 เปอร์เซ็นต์

4. การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ (clarification) นำน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการสกัดส่งเข้าถังกรอง เพื่อแยกน้ำและของแข็งออก จากนั้นนำเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาดอีกครั้ง และไล่น้ำออกเพื่อทำให้แห้ง ส่งเข้าถังเก็บน้ำมันสำหรับรอกการกลั่นหรือจำหน่ายต่อไป น้ำมันปาล์มดิบที่ได้แยกเป็นสองส่วนคือส่วนบนมี ลักษณะเป็นของเหลวสีส้มแดง (crude palm oil olein) ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนล่างมีลักษณะเป็นไข สีเหลืองส้ม (crude palm oil stearin) ประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกากผลปาล์มจะถูกนำมาแยกเส้นใย ออกจากเมล็ด นำเมล็ดที่ได้มาอบแห้งและทำความสะอาดจากนั้นนำเข้าเครื่องกะเทาะเพื่อแยกกะลาออก และนำ เมล็ดในมาอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 7 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นบรรจุกระสอบเพื่อรอจำหน่ายหรือหีบน้ำมันต่อไป (วิชนีย์, 2547)



ภาพที่ 2 กรรมวิธีการสกัดน้ำมันปาล์มแบบทอดผลปาล์มภายใต้สภาพสุญญากาศ

<http://www.biodiesel.eng.psu.ac.th/factory.ph>

### เครื่องมือสำหรับการแยกผลออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน

เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย แบ่งเป็น 2 ชนิดหลัก คือ แบบวงล้อหมุน (the rotary drum thresher) ใช้ในโรงงานขนาดใหญ่ และแบบแขนตี (the beater arm thresher) เหมาะกับผลผลิตปาล์มน้ำมันที่มีไม่มาก ในบางครั้งอาจมีการใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย ทั้ง 2 ชนิดร่วมกันโดยเครื่องแยกแบบแขนตีจะทำหน้าที่แยกผลปาล์มที่ยังหลงเหลือเล็กน้อยจากการตีผ่านเครื่องแยกแบบวงล้อหมุนในรอบแรก (Poku, 2002)



### ภาพที่ 3 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลาย (the rotary drum thresher)

ที่มา : Poku (2002)

สัทพ์ชัย และคณะ (2544) ทำการวิจัยและคิดประดิษฐ์เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลายปาล์มสด ประกอบด้วยเครื่องจักร 4 ชุด ชุดแรกเป็นเครื่องปลิดผลปาล์มออกจากทะเลาย ทำหน้าที่ปลิดเอาผลปาล์มที่ติดอยู่กับช่อทะเลายให้หลุดออกจากช่อทะเลาย จากนั้นมีชุดสายพานลำเลียงผลปาล์มและช่อทะเลาย ป้อนเข้าสู่ชุดเครื่องแยกผลปาล์มออกจากช่อทะเลายเปล่า ทำหน้าที่แยกผลปาล์มออกจากช่อทะเลาย โดยผลปาล์มจะถูกแยกและผ่านลงไปยังเกลียวลำเลียงผลปาล์มที่ติดตั้งอยู่ทางด้านล่างของเครื่องแยกผลปาล์ม ส่วนช่อทะเลายจะแยกออกไปทางด้านท้ายของเครื่อง และชุดสุดท้ายที่เครื่องแยกข้าวใบและสิ่งสกปรกออกจากผลปาล์ม ทำให้ผลปาล์มสะอาดปราศจากสิ่งเจือปนก่อนที่นำไปทำการสกัดน้ำมันต่อไป มีความสามารถในการทำงาน 5 ตันทะเลายต่อชั่วโมง จากผลงานวิจัยทำให้โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กที่ใช้กระบวนการยางผลปาล์มสามารถนำไปใช้แยกผลปาล์ม โดยใช้คนงานสับทะเลายปาล์มให้เป็นทะเลายช่อเพียง 4-5 คน สามารถแยกผลปาล์มจากทะเลายปาล์มสดได้ถึงวันละ 40-50 ตันต่อเครื่อง ผลปาล์มที่ผ่านการแยกด้วยเครื่องแยกผลปาล์ม จะใช้เป็นวัตถุดิบของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กซึ่งใช้กระบวนการยางผลปาล์มในกระบะ และใช้เป็นวัตถุดิบให้กับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กที่ใช้กระบวนการทอดผลปาล์มภายใต้สภาพสุญญากาศ การใช้เครื่องมือดังกล่าวเป็นวิธีการที่แยกผลปาล์มน้ำมันได้เข้า ได้ผลผลิตต่อหน่วยต่ำ ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก และผลปาล์มที่ได้มีตำหนิมาก มีผลทำให้ปฏิบัติการเกิดกรดไขมันอิสระได้ง่าย





ภาพที่ 4 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มสด

ที่มา : สันห์ชัย กลิ่นพิกุล และ คณะ (2544)

<http://www.biodiesel.eng.psu.ac.th/factory.php>

จำลอง และคณะ (2545) ได้พัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายโดยไม่ต้องฟืนแยกทะลายก่อน ตัวเครื่องที่ออกแบบจะประกอบด้วยโครงสร้างเหล็กฉาก ถังแยกทะลายทรงกระบอกกลม ภายในถังจะมีเดือยเหล็กติดอยู่โดยรอบ ส่วนฐานก้นถังจะมีลักษณะโค้งมนติดเดือยเหล็ก ขับด้วยเครื่องยนต์ให้หมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระทบกับเดือยเหล็ก ผลปาล์มก็จะถูกเดือยเหล็กแฉะออกจากทะลายร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับและมีพัดลมจะช่วยเป่าสิ่งเจือปนจำพวกเศษผงออกไป สำหรับก้านทะลายก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง จากการทดสอบการใช้งานพบว่า ควรจะบ่มทะลายปาล์มก่อนเข้าเครื่องแยก ประมาณ 3-6 วัน จึงจะสามารถแยกผลปาล์มได้ง่าย แต่จะมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูง ทำให้ได้น้ำมันคุณภาพต่ำ มีประสิทธิภาพกำลังการผลิตอย่างน้อย 4 ทะลาย (20 กก./ทะลาย) ใช้เวลาแยกผลปาล์ม ประมาณ 30 วินาที/ครั้ง จะได้ผลปาล์มที่แยกแล้ว 7,800 กิโลกรัม/ชั่วโมง



## ภาพที่ 5 เครื่องแยกผลจากทะเลลายปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร

ที่มา : จำลอง ปราบแก้วและคณะ (2545)

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาเครื่องมือสำหรับผลิตผลปาล์มออกจากทะเลลายปาล์มน้ำมัน โดยไม่ต้องสับแยกทะเลลายก่อน และไม่บ่มทะเลลายก่อนที่จะทำการแยกผลปาล์มร่วน ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อสะดวกในการใช้งานและควบคุมการหมุนของชุดผลิตได้ง่าย สามารถที่จะผลิตและคัดแยกผลปาล์มร่วนได้ในเครื่องเดียว ตัวเครื่องมีขนาดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก กำลังการผลิตประมาณ 5-10 ตันทะเลลายต่อวัน โดยวัตถุประสงค์หลักของการวิจัย คือ เพื่อพัฒนาและทดสอบเครื่องผลิตผลปาล์มจากทะเลลายปาล์มน้ำมันให้เหมาะสมสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรนำไปใช้สำหรับลดค่าขนส่งและขายผลปาล์มได้ในราคาที่สูงขึ้น และยังต้องการให้เป็นทางเลือกสำหรับโรงงานขนาดเล็กที่จำเป็นต้องแยกผลปาล์มจากทะเลลายก่อนที่จะนำเข้ากระบวนการผลิต ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตอีกทางหนึ่ง

### 7. วิธีดำเนินการ

**อุปกรณ์** สำหรับการสร้างเครื่องต้นแบบ ได้แก่ เครื่องมือช่างต่างๆ เหล็กรูปพรรณต่างๆ แบริ่ง น็อต สกรู พูเลห์ และสายพาน เครื่องชั่งน้ำหนัก นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดความเร็วรอบ เครื่องวัดความเร็วลม ปาล์ม น้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2

#### วิธีการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของทะเลลายปาล์มสดหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 2) ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องผลิตผลปาล์มจากทะเลลายปาล์มสด
- 3) ทดสอบการทำงานเบื้องต้นของต้นแบบเครื่องผลิตผลปาล์มจากทะเลลายปาล์มสด และชุดคัดแยกและทำความสะอาดผลปาล์มร่วนในอาคารปฏิบัติการศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
- 4) ศึกษาและทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความยาวซี่แยกผล ความเร็วรอบจานหมุน
- 5) ทดสอบความสามารถในการทำงาน และประสิทธิภาพในการแยกผลออกจากทะเลลายปาล์มสด
- 6) วิเคราะห์ผลในเชิงปริมาณและคุณภาพ และสรุปผลการทดลอง

โดยมีหลักการการทำงานของต้นแบบเครื่องผลิตผลที่ทำงานโดยใช้แรงเหวี่ยงทะเลลายปาล์มกลิ้งกระทบกับซี่เหล็กด้านข้างถึง ผลปาล์มก็จะถูกซี่เหล็กผลิตออกจากทะเลลายร่วนลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับผ่านตะแกรงโยกคัดแยกทำความสะอาดด้วยพัดลมเป่าสิ่งเจือปนออกไป สำหรับก้านทะเลลายเปล่าก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางช่องเปิดด้านข้างของถังในขณะที่เครื่องทำงานโดยมีผู้ปฏิบัติงาน 2-3 คน โครงสร้างหลักทำจากเหล็กรูปพรรณ ถึงเหล็กทรงกระบอกภายในถังจะมีซี่แยกทำจากเหล็กติดอยู่โดยรอบสามารถปรับความยาวซี่แยกได้ ถังยึดติดกับโครงเครื่อง ส่วนฐานหมุนเป็นแบบกรวยปากตัดติดซี่แยก ซึ่งหมุนขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถควบคุม และสลับทิศทางการหมุนได้

โดยมีวิธีการศึกษาความยาวของซี่แยก แยก 4 5 และ 6 เซนติเมตร ความเร็วรอบของชุดผลิต 70 85 และ 100 รอบ/นาที ทดสอบกับทะลายปาล์มน้ำมันที่เก็บเกี่ยวและกองทิ้งไว้ในร่มเป็นเวลา 3-5 วัน โดยการป้อนทะลายปาล์มจำนวน 3-4 ทะลายต่อครั้ง

### ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด)

เดือนตุลาคม 2553 ถึง เดือนกันยายน 2555

### สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 8.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปาล์มน้ำมัน

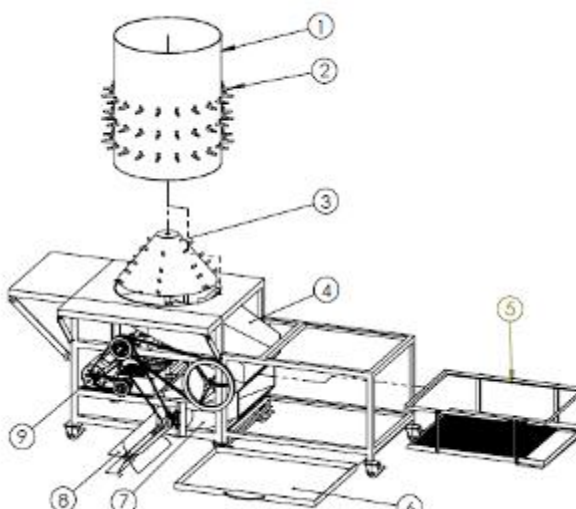
ผลการทดสอบการแยกผลปาล์มร่วง ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย โดยใช้ปาล์มน้ำมันพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 อายุการเก็บเกี่ยว 5 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 8.27 กิโลกรัม/ทะลาย ขนาดทะลายปาล์มเฉลี่ย (กxย) 31.75x37.1 เซนติเมตร ขนาดผลปาล์มเฉลี่ย (กxย) 2.76x4.61 เซนติเมตร (ภาคผนวก 1)



ภาพที่ 6 การวัดขนาดของทะลายและผลปาล์มน้ำมัน

### 8.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน โดยต่อยอดจากงานวิจัยภายใต้โครงการชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน (พุทธอินทร์ และคณะ, 2553) ซึ่งมีชุดแยกผลออกจากทะลายปาล์มน้ำมัน ที่สามารถใช้งานได้ระดับหนึ่ง โดยพัฒนาและปรับปรุงส่วนประกอบต่างๆ เพิ่มขึ้นดังนี้



### ภาพที่ 7 ส่วนประกอบหลักของเครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะเลลายปาล์มน้ำมัน

เครื่องต้นแบบมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

- 1) ถังผลิตผลปาล์ม เป็นถังเหล็กทรงกระบอกหนา 3 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร
- 2) ชี้อแยกผลปาล์ม ทำจากเหล็กเพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มิลลิเมตร ติดอยู่โดยรอบสามารถปรับความยาวชื้อแยกได้
- 3) ฐานหมุน เป็นแบบกรวยคว่ำปลายตัด
- 4) รางรับผลปาล์มร่วน
- 5) ตะแกรงคัดแยกสิ่งเจือปน 2 ชั้น เป็นแผ่นตะแกรงรูกกลม ขนาด 20 มม. และ 16 มม.
- 6) ถาดรองรับวัสดุ
- 7) พัดลมทำความสะอาด
- 8) ใบพัดลม
- 9) มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า 220 โวลต์ สลับทิศทางหมุนได้ และชุดเกียร์ทดรอบ 1:10

หลักการทำงานโดยเหียงทะเลลายปาล์มกลิ้งกระทบกับชื้อแยก ผลปาล์มจะถูกชื้อแยกปลิดออกจากทะเลลาย ร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหียง ลงสู่รางรองรับ ตะแกรงโยก และคัดแยกทำความสะอาดด้วยพัดลม เป่าสิ่งเจือปนออกไป ส่วนก้านทะเลลายเปล่าจะถูกหมุนเหียงออกทางช่องเปิดด้านข้างของถัง



ภาพที่ 8 ชุดควบคุมการทำงานมอเตอร์ไฟฟ้า และการหมุนสลับทิศทางของจานหมุน



ภาพที่ 9 ชุดถ่ายทอดกำลังโดยพู่เล่ท์และสายพานจากมอเตอร์ไฟฟ้าขับจานหมุน พัดลม และตะแกรงโยก



ภาพที่ 10 ซี่เหล็กแยกผลปาล์ม ปรับระยะความยาวของซี่ได้



ภาพที่ 11 การทดสอบเครื่องต้นแบบ ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย



ภาพที่ 12 ลักษณะภายในถังแยกของเครื่องขณะทำการผลิตผลออกจากทะเลายปาล์มน้ำมัน



(ก) (ข)  
**ภาพที่ 13** ทะลายปาล์มที่แยกผลออกหมด (ก) กับทะลายปาล์มที่แยกผลไม่หมด (ข)

**ตารางที่ 1** ผลการศึกษาความยาวซี่แยกผลปาล์ม

ความเร็วรอบชุดปัด (rpm)	ความยาวซี่แยก (cm)	ผลปาล์มติดค้างทะลาย (%)	ผลปาล์มสมบูรณ์ (%)	ผลปาล์มเสียหาย (%)
70	4	15.2	85.8	9.0
	5	8.7	86.3	8.6
	6	9.9	84.1	9.8

ผลการศึกษาหาความเหมาะสมของความยาวซี่แยกผลปาล์ม โดยมีค่าชี้ผลด้านคุณภาพของผลปาล์มร่วง และเปอร์เซ็นต์ผลปาล์มติดค้างทะลายปาล์ม ทดสอบที่ความเร็วรอบ 70 รอบ/นาที พบว่า ที่ความยาวซี่แยก 5 ซม. มีเปอร์เซ็นต์ผลปาล์มเสียหายต่ำที่สุด 8.6% และมีเปอร์เซ็นต์ผลปาล์มติดค้างทะลายน้อยที่สุด 8.7% ทั้งนี้ เพราะความยาวซี่แยก 5 ซม.พอดีสำหรับแฉะผลปาล์มได้ถึงแกนทะลายพอดี

**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน

ความเร็วรอบชุด ปัด (rpm)	นน.ทะลาย ปาล์มสด (กก.)	นน.ผลปาล์ม ร่วง (กก.)	นน.ปาล์มที่แยกไม่ หมด (กก.)	นน.เศษทะลาย ปาล์ม (กก.)	ประสิทธิภาพการ ปัด (%)
70	102.9	70.3	8.50	24.1	91.7
85	103.3	73.2	6.7	23.4	93.5
100	105.1	73.9	9.9	21.3	90.6

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการปัดผลปาล์ม ที่ความยาวซี่แยก 5 ซม. ความเร็วรอบตะแกรงโยก 180 รอบ/นาที ความเร็วพัดลม 9.5 เมตร/วินาที ที่ช่วงความเร็วรอบชุดปัด 70 85 และ 100 รอบ/นาที พบว่า ที่ความเร็วรอบชุดปัด 85 รอบ/นาที มีประสิทธิภาพการปัดผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มน้ำมันดีที่สุด 93.5% ทั้งนี้ เพราะเป็นช่วงความเร็วรอบที่ไม่ต่ำจนเกิดสภาวะการหมุนติดขัดในขณะทำงานบ่อย ซึ่งต้องใช้สวิทช์ควบคุมมอเตอร์สลับทิศทางการหมุนช่วยให้ทะลายปาล์มที่ติดค้างในถังคลายตัว และไม่สูงเกินกว่าที่ซี่เหล็กจะสามารถแฉะผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มได้พอดี

**ตารางที่ 3** ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบ

ความเร็วรอบชุดปัด (rpm)	นน.ทะลายปาล์มสด (กก.)	เวลาที่ใช้ (นาที)	กระแสไฟที่ใช้ (Amp)	ความสามารถในการทำงาน (กก/ชม.)
70	102.9	5.92	13.5	1,042.6

85	103.3	5.32	14.0	1,165.4
100	105.1	4.55	15.0	1,386.5

ผลการทดสอบหาความสามารถในการทำงานของเครื่องต้นแบบ พบว่า ที่ความเร็วรอบชุดปลิด 100 รอบ/นาที มีความสามารถในการทำงานสูงที่สุด 1,386.5 กก./ชม. แต่มีค่าการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 15 Amp ซึ่งต้องนำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสมสำหรับเครื่องผลิตผลปาล์มต้นแบบ

### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบเครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มที่พัฒนาขึ้น พอจะสรุปผลการใช้งานและแนวทางการปรับปรุงได้ดังนี้ ทะลายปาล์มก่อนนำมาแยกผลปาล์มร่วงควรสุกแก่เต็มที่ และต้องกองไว้ก่อน 3 วันขึ้นไป หรือต้องผ่านขบวนการทำให้สุกสม่ำเสมอทั้งทะลายก่อนเข้าเครื่องผลิต ซึ่งต้องเป็นวิธีที่ไม่ทำให้กรดไขมันอิสระสูงเกินไป เช่น การให้ความร้อนแทนการบ่ม สำหรับความยาวของซี่แยก 5 เซนติเมตร สามารถที่จะแยกผลปาล์มร่วงได้มีประสิทธิภาพ ความเร็วรอบจานหมุน 85 รอบ/นาที เป็นช่วงที่เหมาะสมเพราะจะไม่เกิดการสั่นสะเทือนและโหดเกินกำลังของเครื่องมากไป และมีการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไม่สูงมากนัก โดยเครื่องที่พัฒนามีศักยภาพต่อการขยายผลในเชิงการค้าในการแยกผลร่วงสำหรับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมันได้



ภาพที่ 14 เครื่องผลิตผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มสด



## 11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนผลผลิตปาล์มน้ำมัน และสถานที่ทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยสนับสนุนงานวิจัย และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆในการทำวิจัย

## 12. เอกสารอ้างอิง

จำลอง ปราบแก้ว, จารุวัตร เจริญ, ปัญญา แดงวิไลลักษณ์ , 2545. รายงานวิจัยเรื่อง เครื่องแยกผลจากทะเลาะปาล์มน้ำมันสำหรับกลุ่มเกษตรกร, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญรักษา กาญจนวรรณิชย์ , 2554. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ระบบสกัดน้ำมันปาล์มแบบไม่ใช้น้ำ, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.mtec.or.th>, เข้าดูเมื่อวันที่ 7/12/2554.

พุทธอินันท์ จารุวัฒน์ วุฒิพล จันท์สระคู คุรุวรรณ ภามมัตย์ สากล วีรยานันท์ วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน ยงยุทธ คงชาน และบัณฑิตา แสงวงษา, 2553. การวิจัยและพัฒนาชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบเพื่อทำไบโอดีเซลสำหรับชุมชนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานผลงานวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักร และโรงงานต้นแบบขนาดเล็กผลิตพลังงานจากพืช กรมวิชาการเกษตร.

วิษณีย์ ออมทรัพย์สิน , 2547. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน. คัดลอกจากเอกสารวิชาการ ลำดับที่ 16/2547 เรื่อง ปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร.

วิชาการปาล์มน้ำมัน. ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์]  
<http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/oilpalm.html>

สัมพันธ์ชัย กลิ่นพิกุล และคณะ , 2544. รายงานวิจัยเรื่อง เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะเลาะปาล์มสด. สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มและพืชน้ำมันและโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. การผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญ. [online], Available: [http://www.oae.go.th/ewt\\_news.php?nid=9704](http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=9704)

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย , 2550. รายงานแผนและผลการดำเนินงานปาล์มน้ำมันของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันหนองคาย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร.

Maycock, J.H. 1987, PALM OIL FACTORY PROCESS HANDBOOK PART 1: GENERAL DESCRIPTION OF THE PALM OIL MILLING PROCESS, Palm Oil Research Institute of Malaysia, Ministry of Primary Industries, Malaysia.

Poku, K. 2002, Small-Scale Palm Oil Processing in Africa. In: FAO AGRICULTURAL SERVICES BULLETIN 148, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.