

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันมีถิ่นกำเนิดในแอฟริกาและเริ่มเข้าสู่ประเทศไทยเมื่อประมาณ 60 ปีมาแล้ว โดยพระยาประดิพัทธ์ ภูบาล นำมาจากอินโดนีเซียหรือมาเลเซีย แต่ปลูกเป็นไม้ประดับที่สถานีทดลองยาง คอหงษ์ จังหวัดสงขลา และสถานีสิกรรมพร้าว จังหวัดจันทบุรี การปลูกปาล์มน้ำมัน เป็นการค้าในประเทศไทยมีการเริ่มปลูกเป็นครั้งแรกก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง โดยหม่อมเจ้าอมรสมานลักษณะ กิติยากร ในเนื้อที่ประมาณ 1,000 ไร่ ที่ตำบลบ้านปรก อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ปาล์มน้ำมันได้รับการส่งเสริมให้ปลูกในรูปบริษัทการค้าอย่างจริงจัง เมื่อปี พ.ศ.2511 ซึ่งขณะนั้นมีโครงการปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ 2 โครงการ โดยมีสมาชิกจำนวน 1,645 ราย ปลูกรายละ 16 ไร่ คือ โครงการนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ จังหวัดสตูล เนื้อที่ปลูก 20,000 ไร่ และโครงการบริษัทอุตสาหกรรมน้ำมันและสวนปาล์มจำกัด ตำบลปลายพระยา อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ เนื้อที่ปลูก 20,000 ไร่ และได้รับความสำเร็จทั้งสองโครงการ ทำให้มีผู้สนใจปลูกน้ำมันปาล์มมากขึ้น ในปีพ.ศ. 2531 พื้นที่ปลูกปาล์มได้ขยายอย่างรวดเร็วเป็น 655,000 ไร่ และเพิ่มขึ้นทุกปี (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541) จนกระทั่ง ในปี พ.ศ.2542 มีพื้นที่ปลูก 1.49 ล้านไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 2,504 ก.ก./ไร่ และสามารถผลิต น้ำมันปาล์มได้ประมาณ 0.40 ล้าน

2.2 พฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชในตระกูลปาล์ม เช่นเดียวกับ มะพร้าว ตาล กระจ่างและจาก มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* jacq พันธุ์ที่ปลูกกันอยู่ทั่วไป คือ พันธุ์เทเนอรา

ราก ปาล์มน้ำมันมีระบบรากแบบรากฝอย (Fibrous root system) ลักษณะจะแตกประสานไปมาอย่างหนาแน่นในจำนวนรากที่มีเกือบทั้งหมดจะเจริญเติบโตในแนวนอน ในระดับใกล้ผิวดินที่ความลึกประมาณ 2 เมตร และจะมีรากอากาศ (Adventical root) ที่อยู่เหนือผิวดินช่วยในการหาอาหาร หายใจ และยึดลำต้น

ลำต้น (ภาพที่ 9.1) เป็นลำต้นเดี่ยวตั้งตรง ภายในประกอบ ด้วยเส้นใย ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญ จึงมักพบว่าหากลำต้นของปาล์มมีบาดแผล จะไม่มีเนื้อเยื่องอกขึ้นมาแทนที่ หากส่วนยอดของปาล์มถูกทำลายด้วยเหตุใดก็ตาม จะทำให้ปาล์มต้นนั้นตายได้ง่าย เนื่องจากต้นปาล์มมีเนื้อเยื่อเจริญอยู่ที่บริเวณส่วนยอดเพียงจุดเดียว ลำต้นของปาล์มจะเจริญเติบโตให้เห็นได้ครั้งแรกหลังจากปลูกไปแล้ว 3 ปี ในสภาพป่าปาล์มน้ำมันอาจมีความสูงถึง 30 เมตร แต่การปลูกในสวนเพื่อการค้าต้องการความสูงประมาณ 15-20 เมตร บริเวณภายนอกของลำต้นจะปกคลุมไปด้วยฐานทางใบหรือตอใบที่เกิดสลับหมุนเวียนขึ้นไปรอบลำต้นและจะติดอยู่กับลำต้นนานนับสิบปีหรือมากกว่า จึงจะร่วงหล่นเริ่มจากด้านล่างสุดก่อน (กลุ่มเกษตรสัญจร, 2543)



ภาพที่ 2.1 ลำต้นและการเรียงตัวของทางใบ

ใบ การเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันในระยะช่วง 3 ปีแรกจะมีการเจริญเติบโตทางด้านข้างก่อน หลังจากปีที่ 4 ไปแล้วจะเจริญเติบโตด้านความสูง ลักษณะการเกิดใบจะหมุนเวียนไปรอบลำต้น (ภาพที่ 9.2) อาจเวียนขวาหรือซ้ายก็ได้ ลักษณะของใบปาล์มคล้ายใบมะพร้าว เป็นรูปขนนกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ก้านใบมีความยาว 2- 5 เมตร และส่วนใบย่อยที่ติดอยู่ด้านหน้าของก้านใบจำนวน 100-160 คู่ต่อใบ การสร้างทางใบประมาณ 20-90 ทางใบต่อปีในการปลูกทางการค้า จะเหลือทางใบไว้ประมาณ 40-50 ทางใบต่อต้น หรือรองทะเลลายปาล์มไว้ 2 ทางใบ (นับจากทางใบล่างสุด)



ภาพที่ 2.2 ทางใบปาล์มน้ำมัน

ช่อดอก ปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน ดอกเกิดขึ้นบริเวณใจกลางของโคนใบทุกปาล์มน้ำมันปาล์มแต่ละต้นสามารถเกิดช่อดอกได้เฉลี่ยประมาณ 10-15 ช่อดอก การเกิดดอกตัวผู้และตลอดตัวเมียในต้นเดียวกันจะไม่พร้อมกันต้องอาศัยการผสมพันธุ์ข้ามต้น โดยผสมเกสรอาศัยลมและแมลง

ผลหรือทะเลาย ปาล์มน้ำมันทะเลายหนึ่งจะประกอบไปด้วย ก้านทะเลาย ช่อทะเลายย่อย และผล หลังจากการ 5 - 6 เดือน ทะลายปาล์มน้ำมันจะให้ผลสุก มีน้ำหนัก 10 - 25 กิโลกรัมต่อทะเลาย ผลปาล์มน้ำมันจะอยู่ในประเภทไม่มีเมล็ดแข็ง ไม่มีก้าน รูปร่างของผลมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปรียาวเหลี่ยมไปถึงรูปไข่ ยาวรี ในแต่ละผลจะประกอบด้วยเปลือกนอก เป็นส่วนที่อยู่นอกสุดที่มีชั้นของเนื้อเยื่อ Epidermis

บางเรียบ สีเหลืองงอแดง ชุ่มน้ำมันประกอปกันอยู่ ส่วนที่สองเป็นกะลาหรือชั้น Endocarp และส่วนสุดท้าย คือ เนื้อใน ซึ่งมีจำนวน 1 - 4 อันแต่ละเนื้อในจะมีต้นอ่อนอยู่

พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจแบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. พันธุ์ดูรา (Dura) ลักษณะของผล มีเปลือกชั้นนอกบาง มีกะลาล้อมรอบเนื้อเยื่อในเมล็ด ไม่นิยมปลูกเพราะให้ผลผลิตต่ำ
2. พันธุ์ฟิเฟอร์ (Pisifera) ลักษณะของผล มีเปลือกชั้นนอกหนา กะลาล้อมรอบเนื้อเยื่อในเมล็ดในบาง เนื้อเยื่อในมีขนาดเล็ก ไม่นิยมปลูกเพราะให้ผลผลิตจำนวนทะลายต่อต้นที่เปอร์เซ็นต์การฟ่อของดอกตัวเมียสูง
3. พันธุ์เทนเอร์ (Tenera) ลักษณะของผล มีเปลือกชั้นนอกหนา กะลาบาง มีจำนวนทะลายต่อต้นมาก เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้าทั่วโลก เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักทะลายสูงถึงประมาณ 23 %

การเพาะปลูก

สภาพแวดล้อมและภูมิประเทศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันที่จะให้ผลผลิตสูงมีดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำฝน โดยเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,800 - 2,000 มิลลิเมตรหรือประมาณ 150 มิลลิเมตรต่อเดือนและมีช่วงฤดูแล้งที่นานไม่เกิน 2 เดือน

อุณหภูมิ ควรอยู่ในช่วง 25 - 30 องศาเซลเซียส

ปริมาณแสงแดด อยู่ในช่วง 2,000 ชั่วโมงต่อปี หรือประมาณ 6 ชั่วโมงต่อวัน

ลักษณะดิน ควรมีหน้าดินลึกไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร ไม่ควรเป็นชั้นดินดานและควรเป็นพื้นที่ที่มีความลาดเอียงไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 500 เมตร ลักษณะเนื้อดินควรเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว อุดมไปด้วยธาตุอาหารสูง ค่าความเป็นกรดต่าง 4.0 - 6.4

ระยะปลูก นิยมปลูกระยะระหว่างต้นเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าด้านละ 9 เมตร ในพื้นที่ 1 ไร่สามารถปลูกได้ประมาณ 22 ต้น

การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมัน

ผลปาล์ม (ภาพที่ 9.3) น้ำมันจากผลปาล์มและเมล็ดในปาล์มสามารถนำมาใช้แปรรูปได้โดยการกลั่นให้บริสุทธิ์การทำให้ไขมันหรือกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นไขมันที่อิ่มตัวและการแยกองค์ประกอบของกรดไขมัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมสำหรับการบริโภคและอุปโภคมากมาย เช่น น้ำมันสำหรับทอด มาการี ครีมเทียม อุตสาหกรรมลิโอเคมีคอล ฯลฯ



ภาพที่ 2.3 ผลปาล์ม

ทางใบ สามารถนำไปผ่านกระบวนการย่อยสลายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ การสกัดวิตามิน E จาก ส่วนของใบปาล์มที่มีสีเขียว (ศักดิ์ศิลป์ และคณะ, 2541) ทางใบปาล์มที่ถูกตัดทิ้ง 10 ตัน/เฮกตาร์ (1.6 ตัน/ไร่) คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารเท่ากับ ยูเรีย 58 หินฟอสเฟต 30 โปรแตสเซียมคลอไรด์ 120 และ กีเซอรีน 70 กิโลกรัม/เฮกเตอร์ ธาตุอาหารทั้งหมดที่ปลูกต้นปาล์มดูได้ใช้ได้ ทดแทนการใช้บท (wood, 1986) อ้างโดย (ชัยรัตน์ และ จำปิ่น, 2438)

ต้นปาล์มและทะลายปาล์ม (ภาพที่ 2.4)

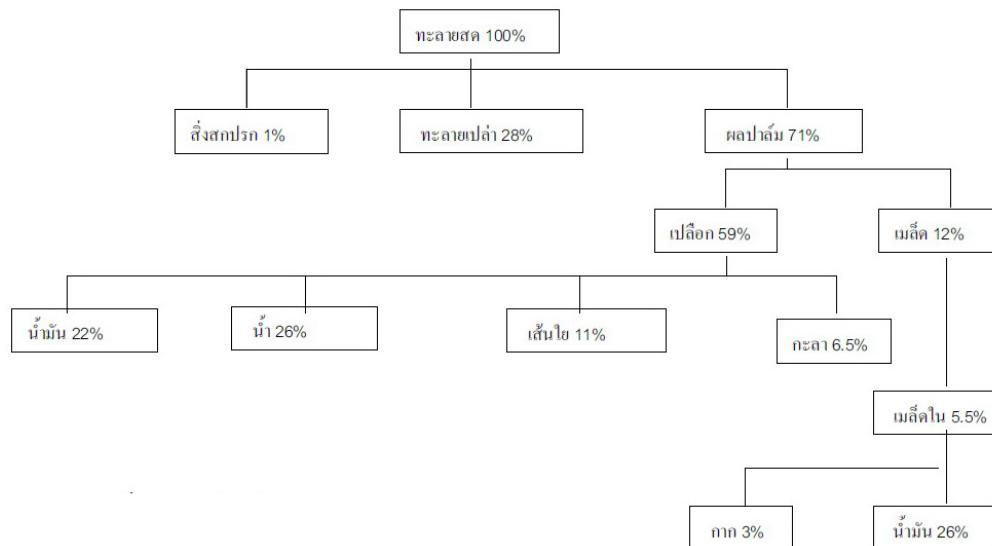
ปาล์มน้ำมันเป็นพืชยืนต้น มีอายุประมาณ 20 ปี หลังจากปลูกแล้วประมาณ 2 ปีครึ่งจะเริ่มให้ ผลผลิต และให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ พันธุ์ปาล์ม การให้ปุ๋ย การให้น้ำ และการจัดการสวน ปาล์ม



ภาพที่ 2.4 ต้นปาล์มและทะลายปาล์ม

ส่วนประกอบของทะลายปาล์มสด

ทะลายปาล์มสดจะประกอบไปด้วย ทะลายเปล่า ผลปาล์ม ภายในจะประกอบไปด้วยส่วนของชั้นเปลือกซึ่งในชั้นนี้จะมีน้ำมันปาล์ม จากชั้นเปลือกจะมีกะละหุ้มเมล็ดในอยู่ ภายในเมล็ดในจะมีน้ำมันอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า น้ำมันเมล็ดในปริมาณน้ำมันจากเปลือกซึ่งจะเป็นตัวที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงที่สุดนั้น จะมีปริมาณแตกต่างกันไปตามอายุของปาล์มตลอดจนการดูแลและรักษา ซึ่งในกรณีที่ปาล์มมีอายุน้อยจะมีปริมาณน้ำมันจากเปลือกก็จะมีน้อยตามด้วย สำหรับปาล์มที่เฒ่าอายุเกิน 8 ปีขึ้นไป มีส่วนประกอบโดยประมาณแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบทะลายปาล์มสด

การเก็บเกี่ยวทะลายปาล์ม

ช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมเกสรแล้วจะใช้เวลาประมาณ 3 ถึง 6 เดือน ผลปาล์มเริ่มสุก ซึ่งระยะเวลานี้อาจเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแล้วแต่สภาพแวดล้อม และความสมบูรณ์ของต้นปาล์มโดยปฏิกิริยาชีวเคมีของผลปาล์มในช่วงที่ผลปาล์มสุกนั้น แบ่งในส่วนของชั้นเปลือกจะแปรสภาพกลายเป็นน้ำมัน ซึ่งเรียกว่า กลีเซอไรด์ สำหรับผลปาล์มที่สุกนั้น สีของเมล็ดปาล์มจะเปลี่ยนจากม่วงดำเป็นสีแดงส้ม นอกจากการวัดความสุกของเมล็ดปาล์มจากสีแล้วยังสามารถสังเกตได้จากผลปาล์มที่ร่วงจากทะลายจำนวน 2 ผลต่อน้ำหนักทะลาย 1 กิโลกรัม แสดงว่าเมล็ดปาล์มสุกพร้อมที่ตัดได้แล้ว ข้อควรปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวทะลายปาล์มมีดังต่อไปนี้

1. ควรตัดทะลายปาล์มที่สุดพอดี ไม่ควรตัดทะลายปาล์มที่ดิบ เพราะในผลปาล์มดิบมีสภาพเป็นน้ำ และ แป้ง ยังไม่แปรสภาพเป็นน้ำมัน ส่วนทะลายปาล์มที่สุกมากเกินไป จะมีกรดไขมันอิสระสูง
2. รอบการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูที่ผลปาล์มออกชุกควรทำทุก 7-10 วัน ส่วนหน้าแล้งอาจเก็บช่วงนานกว่านี้ และผลปาล์มที่ร่วงควรเก็บมาให้หมดสิ้น
3. ไม่ควรแหงวทะลายมากเกินไป และไม่ควรทำให้ผลปาล์มมีรอยขีดข่วน หรือชำรุดมากนัก เพราะ กรดไขมันอิสระจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
4. หากทะลายติดแน่นกับลำต้นมากให้ใช้มีดขอ หรือพร้าตัดเซาะ ขั้วทะลายเสียก่อน แล้วจึงใช้เสียมแทงตาม
5. เมื่อเก็บทะลายปาล์มมาจากสวนแล้วควรขนส่งไปยังโรงงานอย่างรวดเร็ว

2.3 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม

กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์มสด ประกอบด้วยการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (Extraction) และกระบวนการปรับปรุงภาพน้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์ปราศจากกลิ่นและสิ่งเจือปนต่าง ๆ (Refining)

การสกัดน้ำมันปาล์ม ประกอบด้วยขั้นตอนต่อเนื่องดังนี้ (ดังภาพที่ 2.6)

- การนึ่งด้วยไอน้ำ (Sterilization) เริ่มจากการนำปาล์มสด (Fresh Fruit bunch) ผ่านเข้าระบบนึ่งทะลายปาล์มด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 143 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมง โดยมีจุดประสงค์เพื่อหยุดยั้งการเกิดกรดไขมันอิสระจากการทำงานของสารเอนไซม์เพื่อให้่ายต่อการแยกผลปาล์มสดออกจากทะลาย เพื่อเตรียมใยปาล์มให้เหมาะสมต่อการสกัดน้ำมันและเพื่อปรับเมล็ดในปาล์มให้แตกหักง่าย

- การแยกสกัดผลปาล์มสดจากทะลาย (Stripping) โดยใช้เครื่องแยกแบบทรงกระบอกหมุน (Drum stripper) โดยความเร็วรอบหมุนประมาณ 20 - 25 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มจะถูกยกให้เคลื่อนตัวสูงขึ้นและตกลงกระแทกกับพื้นทำให้ผลปาล์มถูกแยกออกจากทะลายและถูกคัดแยกออกจากเครื่อง

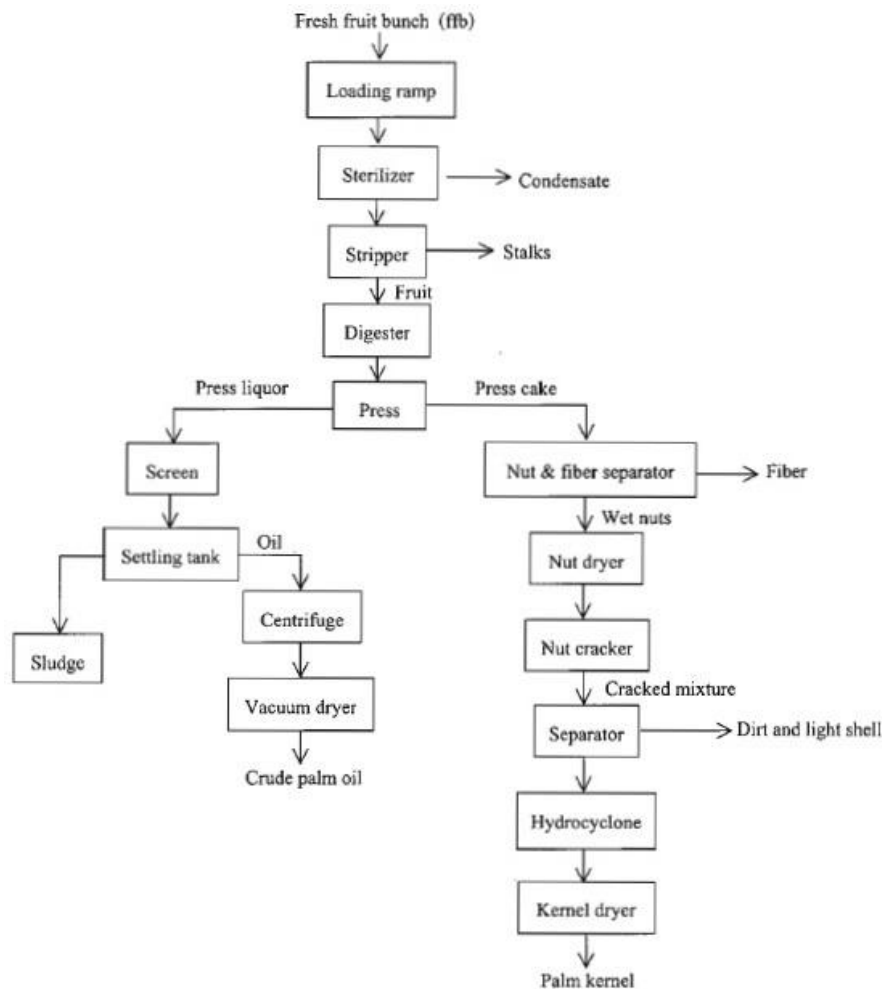
- การย่อย (Digestion) เป็นขั้นตอนการแยกผลปาล์มสดก่อนหีบน้ำมัน โดยการให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 90 - 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้เส้นใยปาล์มที่ห่อหุ้มเมล็ดในคลายตัวจากเมล็ดในได้ง่ายขึ้น และทำให้เซลล์น้ำมันเกิดการแตกตัว ทำให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่ายขึ้น

- การสกัดน้ำมัน (Extraction) จะทำต่อเนื่องกระทำได้โดยการใช้เครื่องหีบชนิด Screw press โดยจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาสองประเภท ได้แก่ 1) ของผสมระหว่างน้ำมันจากเส้นใยปาล์มน้ำและอนุภาค และ 2) กากของแข็งประกอบด้วยเมล็ดในปาล์มและเส้นใยอยู่ด้วยกัน

- การแยกน้ำมัน (Clarification) น้ำมันดิบจากปาล์มขั้นตอนการสกัดซึ่งประกอบด้วยน้ำมัน 60 % น้ำ 24 % และอนุภาคน้ำแข็ง 10 % จะถูกเจือจางด้วยน้ำ (Dilution) และผ่านไปยังตะแกรงเพื่อแยกเส้นใยที่ปะปนมา จากนั้นของผสมจะถูกพ่นไปยังถังตกตะกอน (Settling tank) เพื่อแยกน้ำมันออกจากกากตะกอนที่เหลือน้ำ (Sludge) น้ำมันที่แยกตัวออกทางด้านบนจะถูกส่งไปยังเครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) และเครื่องไล่ความชื้น (Vacuum dryer) และนำไปยังถังเก็บน้ำมัน เพื่อรอการผลิตขั้นต่อไป

- การแยกเมล็ดในจากเส้นใย (Nut and fiber separation) เมื่อนำน้ำมันปาล์มถูกแยกออกจากผลปาล์มแล้วจะได้กากของเมล็ดในและเส้นใยรวมกันซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องแยกเส้นใยออกจากเมล็ดใน โดยการใช้อากาศความเร็วสูงเป่าผ่าน เส้นใยจะถูกแยกและปลิวไปพร้อมกับอากาศ ในขณะที่เมล็ดปาล์มจะตกลงมาด้านล่าง

- การปรับปรุงสภาพของเมล็ดและเนื้อใน (Nut and kernel treatment) ซึ่งประกอบด้วย การปรับความชื้นของเมล็ดใน (Nut Conditioning) การกระเทาะเปลือก (Nut Cracking) การแยกเปลือกและเนื้อใน (Nut and fiber separation) และการอบแห้งเนื้อใน (Kernel drying)



ภาพที่ 2.6 กระบวนการผลิตน้ำมันปาล์มจากทะลายปาล์มสด

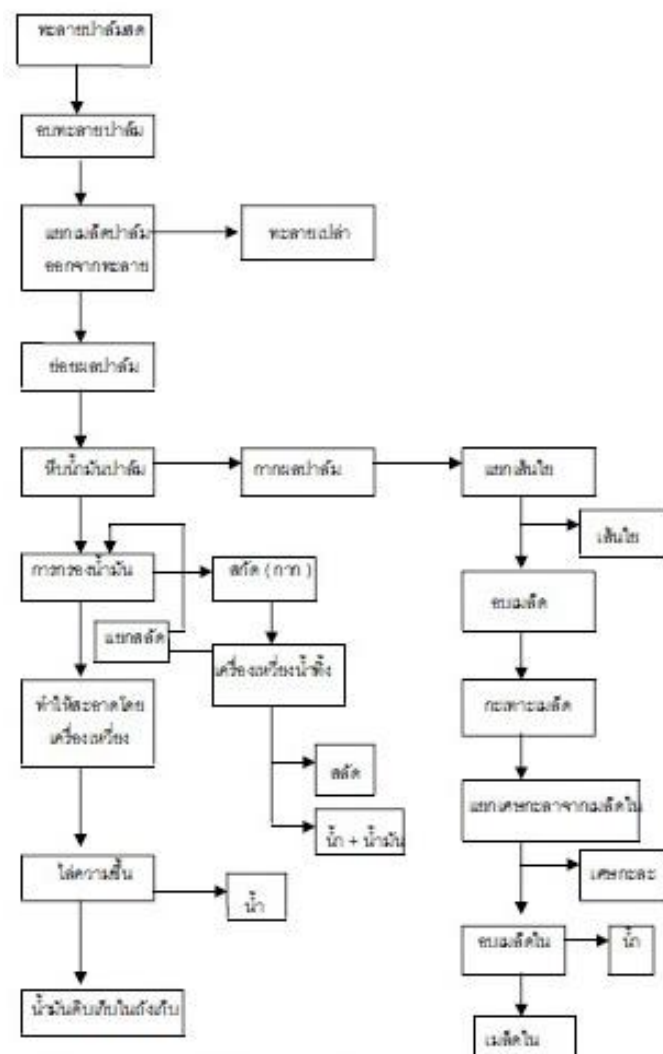
กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบจากทะลายปาล์มสดนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยชาวพื้นเมืองได้นำเอาผลปาล์มจากปามาบีบเอาน้ำมันออกมาด้วยวิธีการง่ายๆ เช่น นำผลปาล์มมาต้มกับน้ำแล้วใส่ครกตำ จากนั้นก็นำไปต้มกับน้ำร้อน เพื่อแยกน้ำมันออกมา ซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำมาก เครื่องบีบน้ำมันปาล์มในยุคแรกๆ มีหลายแบบ เช่น เครื่องบีบน้ำมันแบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เครื่องบีบแบบไฮดรอลิก และเครื่องบีบแบบเกลียวอัด บางแบบก็ได้เลิกใช้กันไป และบางแบบก็ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมจนใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยนั้นจากการสำรวจของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กตามพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อปลายปี พ.ศ.2527 พบว่ามีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกระบวนการผลิตต่างกัน 3 แบบ คือ

1. กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

กระบวนการผลิตแบบนี้ เป็นกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐานทั้งเครื่องจักร และเทคโนโลยีล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานประเภทนี้ เริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่ในราวปี พ.ศ.2517 และต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน โรงงานเหล่านี้จะมีกำลังผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะลายต่อชั่วโมง และแต่ละโรงงานจะมีส่วนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ ขึ้นไป โรงงานเหล่านี้จะใช้เงินทุนค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 50 - 100 ล้านบาท กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120- 130 องศา

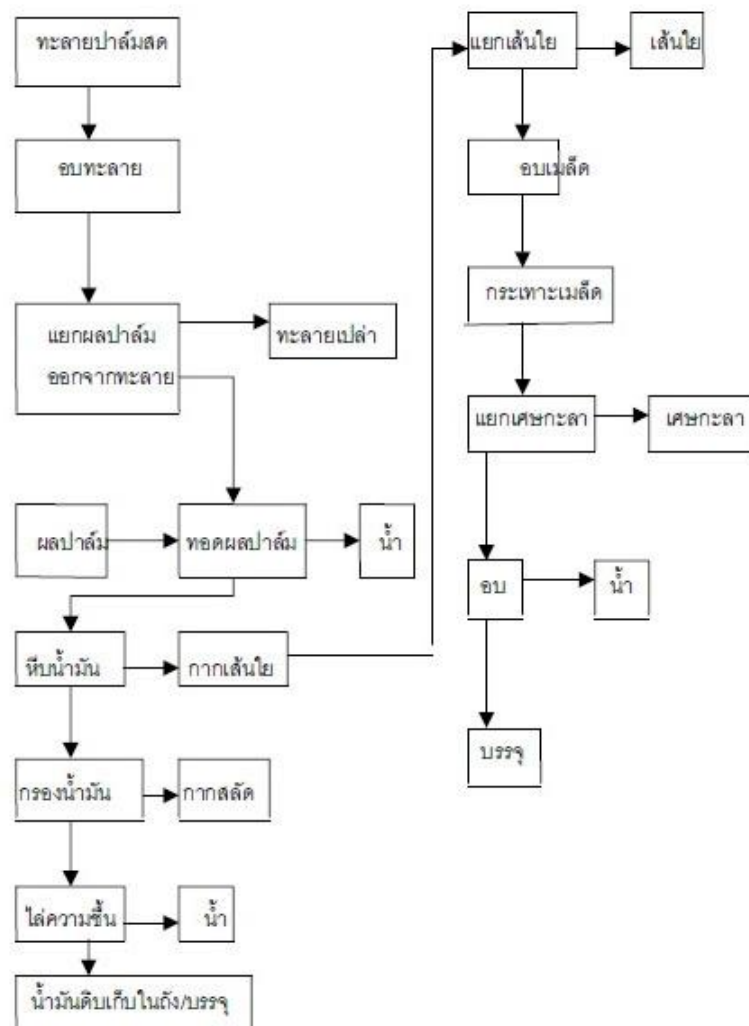
เซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาประมาณ 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่ม และขั้วหลุดจากทะลายได้ง่าย ทะลายปาล์มที่อบแล้วจะถูกนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายซึ่งส่วนใหญ่เป็นเครื่องแบบโรตารี หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ทะลายปาล์มเปล่าจะถูกลำเลียงไปเข้าเตาเผาทะลาย เพื่อทำปุ๋ยต่อไป ส่วนผลก็จะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ข้างในมีใบพัดกวนผลปาล์มใกล้เส้นใยฉีกย่อยออกจากเมล็ด และเซลน้ำมันแตกตัวออกมาเพื่อง่ายต่อการบีบน้ำมัน เวลาที่กวนนานประมาณ 15 - 20 นาที จากนั้นก็จะป้อนเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ซึ่งส่วนมากเป็นเกลียวอัดคู่ซึ่งทำงานโดยอัตโนมัติ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะส่งไปเข้าถังกรองซึ่งจะแยกน้ำมันออกจากน้ำกับเศษใยและสิ่งสกปรกอื่นๆ ในขั้นแรกแล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้ใสสะอาดขึ้น จากนั้นก็จะนำไปไล่ความชื้นให้ได้มาตรฐาน แล้วนำไปเก็บในถุงเก็บน้ำมันขนาดใหญ่เพื่อเตรียมส่งจำหน่ายโรงงานกลั่นน้ำมัน บริสุทธ์ต่อไป กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน

กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

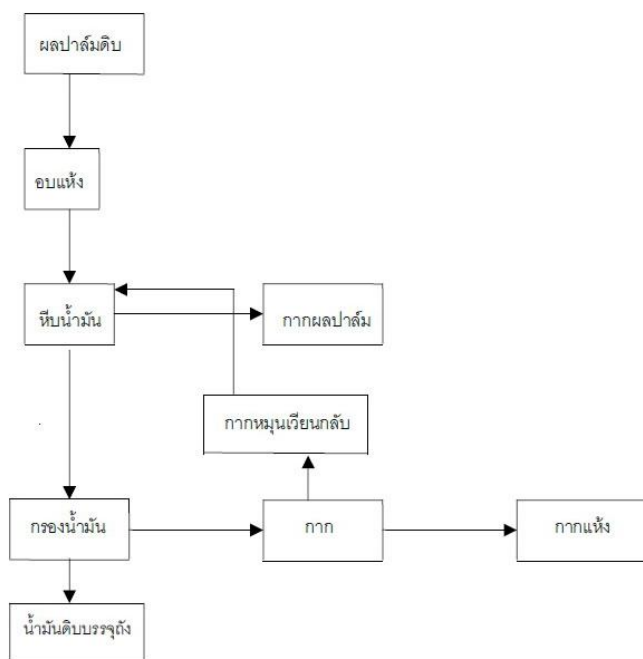
กระบวนการแบบทอดลูกเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นในปีพ.ศ. 2522 ปัจจุบันมีโรงงานประเภทนี้เพียงโรงงานเดียว คือ บริษัทตรังสหปาล์มออยส์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งมีกำลังผลิตประมาณ 5 ตันทะเลายต่อชั่วโมง ใช้เงินลงทุนประมาณ 10 ล้านบาท กระบวนการผลิตของโรงงานประเภทนี้สามารถใช้วัตถุดิบทั้งในรูปของทะเลายปาล์มสดและผลปาล์มร่วง วัตถุดิบพวกทะเลายสด จะนำมาเข้าเครื่องอบทะเลายเช่นเดียวกันกับประเภทแรก จากนั้นก็จะนำไปแยกผลปาล์มออกมาจากทะเลายเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นผลปาล์มจะถูกนำไปทอดในเกลียวด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12 - 20 นาที โดยให้ความร้อนด้วยไอน้ำโดยรอบรางลำเลียงนั้น วัตถุดิบจำพวกปาล์มร่วงก็จะถูกนำเข้ามาทอดตรงจุดนี้เช่นเดียวกัน จากนั้นผลปาล์มที่สุกแล้วจะถูกนำเข้าไปเครื่องบีบแบบเกลียวอัดคู่ เช่นเดียวกับโรงงานประเภทแรก น้ำมันที่บีบได้ก็จะถูกนำไปไล่ความชื้นในถังสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 - 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 30 - 60 นาที จากนั้นก็จะนำไปกรองผ่านเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้น เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกก่อนจะบรรจุถังเก็บต่อไป ส่วนกากผลปาล์มก็จะนำไปแยกเอาเมล็ดในออกด้วยขั้นตอนเช่นเดียวกับประเภทแรก กระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 กระบวนการสกัดน้ำมันแบบทอดผลปาล์ม

กระบวนการหีบน้ำมันผสม

กระบวนการผลิตนี้เกิดขึ้นจากโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งได้ดัดแปลงมาเป็นโรงงานหีบน้ำมันปาล์มเมื่อราวปี พ.ศ. 2518 - 2519 ปัจจุบันมีอยู่ประมาณกว่า 20 โรงงาน โรงงานประเภทนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบโดยการนำเอาผลปาล์มร่วงมาทำการย่างที่อุณหภูมิประมาณ 180 - 200 องศาเซลเซียสในกระบะโดยใช้เป่าลมร้อนจากเตาฟืนเข้ามาโดยตรงเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง จากนั้นก็นำเอาผลปาล์มไปบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบน้ำมันมะพร้าวซึ่งน้ำมันจากเปลือกและเมล็ดในจะผสมกันหมด น้ำมันก็จะถูกนำไปกรองด้วยเครื่องกรองแบบอัดหลายชั้นส่วน กาก กะลา และเมล็ดใน ซึ่งปนกันอยู่จะบรรจุกระสอบจำหน่ายเป็นอาหารสัตว์ต่อไป โรงงานประเภทนี้มีกำลังผลิตประมาณ 10 - 30 ตัน ผลปาล์มร่วงต่อวันใช้เงินลงทุนต่ำ และสามารถบีบได้ทั้งผลปาล์มมะพร้าวและเมล็ด ยางพารา ฯลฯ กระบวนการผลิตๆ ง่ายไม่ซับซ้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.9 แต่ข้อเสียของกระบวนการผลิตแบบนี้มีหลายประการกล่าวคือ น้ำมันจะไหม้ และฟอกสียาก เนื่องจากผลปาล์มถูกย่างด้วยความร้อนสูง น้ำมันจะสกปรกเพราะมีเขม่าควันมากจากการย่างผลปาล์ม และมีกรดไขมันอิสระสูงกว่า ประการสุดท้ายน้ำมันปาล์มกับน้ำมันเมล็ดในที่ผสมกันอยู่จะมีปัญหามากเมื่อนำไปกลั่นบริสุทธิ์จึงจำหน่ายได้ราคาต่ำ (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 กระบวนการหีบน้ำมันผสม

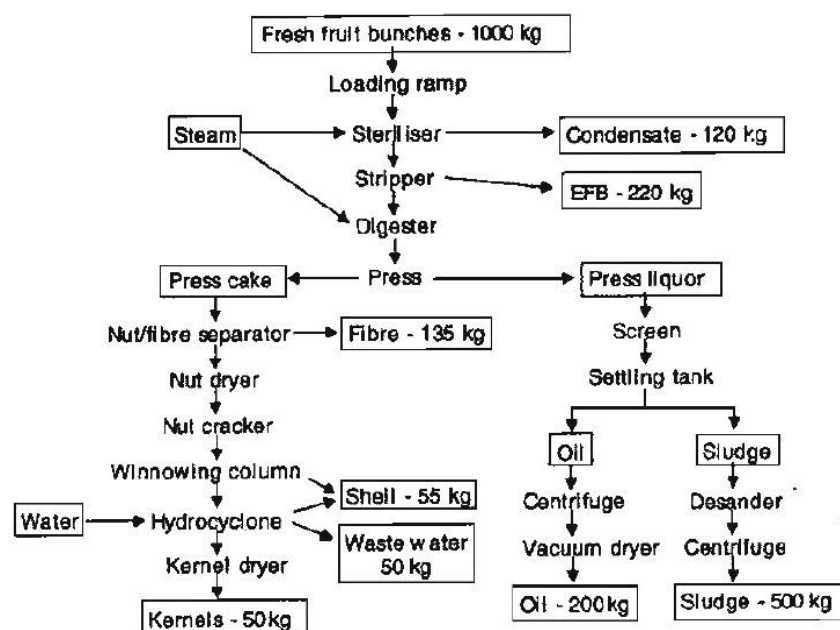
กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในโรงงาน

การสกัดน้ำมันปาล์มในปัจจุบันโรงงานจะเป็นผู้ดำเนินการ ผู้ประกอบการต้องใช้เวลาลงทุนสูงประมาณ 50-100 ล้านบาท เพราะเครื่องจักรและเทคโนโลยีในการผลิตล้วนนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งสิ้น โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในประเทศไทยเริ่มตั้งขึ้นครั้งแรกที่จังหวัดกระบี่ในราวปี พ.ศ. 2517 ต่อมาก็ได้มีการสร้างและอยู่ในระหว่างดำเนินการก่อสร้างอีกรวมทั้งสิ้นเกือบ 20 โรงงาน แต่ละโรงงานจะมีสวนปาล์มของตนเองตั้งแต่ 10,000 ไร่ขึ้นไป จะมีกำลังผลิตตั้งแต่ 10 ถึง 40 ตันทะเลต่อชั่วโมง มีระบบการผลิตแบบอัตโนมัติที่ทำงานต่อเนื่อง ใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตจำนวนมาก เช่น ระบบลำเลียง

หม้อหนึ่ง ระบบท่อ เป็นต้น นอกจากนี้ยังผลิตกระแสไฟฟ้าใช้เองภายในโรงงานด้วยซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง

กระบวนการผลิตของโรงงานบีบน้ำมันปาล์มขนาดใหญ่ดังแสดงในภาพที่ 2.10 เริ่มจากนำทะลายปาล์มสดมาอบไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 45 นาที การอบทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซิส ที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่ม และข้าหลุดจากทะลายได้ง่าย ทะลายปาล์มที่อบแล้วจะนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายซึ่งส่วนใหญ่ เป็นเครื่องแบบโรตารี หมุนด้วยความเร็วรอบประมาณ 23 รอบต่อนาที ก้านทะลายปาล์มเปล่าจะถูกลำเลียงออกไป เพื่อทำปุ๋ยหรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น ส่วนผลจะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นถังทรงกระบอก ข้างในมีใบพัดกวนผลปาล์มให้เส้นใยฉีกย่อยออกจากเมล็ด และเซลน้ำมันแตกตัวออกเพื่อง่ายต่อการบีบน้ำมัน เวลาที่กวนนานประมาณ 15-20 นาที จากนั้นก็จะป้อนเข้าเครื่องบีบแบบเกลียวอัด ซึ่งส่วนมากเป็นเกลียวอัดคู่ ซึ่งทำงานอัตโนมัติ น้ำมันปาล์มที่สกัดได้จะส่งไปเข้าถังกรองซึ่งจะแยกน้ำมันออกจากน้ำกับเศษใยและสิ่งสกปรกอื่นๆ ในขั้นแรก แล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อแยกน้ำมันให้สะอาดขึ้น จากนั้นก็นำไปไล่ความชื้นให้น้ำมันปาล์มที่มีคุณภาพดี

สำหรับประเทศไทยเรายังมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มอีกประเภทหนึ่งที่พัฒนามาจากโรงงานบีบน้ำมันมะพร้าว โดยการนำทะลายปาล์มไปแยกผลจากทะลายแล้วนำผลปาล์มไปย่างในเตาไม้ฟืน โดยใช้เวลา 3-4 วัน แล้วนำผลปาล์มไปเข้าเครื่องบีบน้ำมันโดยการบีบรวมทั้งผลจะได้น้ำมันเปลือกนอกและน้ำมันเมล็ดในรวมกัน น้ำมันที่ได้จึงมีคุณภาพดีกว่าโรงงานขนาดใหญ่ที่มีการนึ่งทะลาย



ภาพที่ 2.10 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มในโรงงาน

การทำบริสุทธิ์และการแยกไข (Refining and fractionation)

น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการสกัดผลปาล์มดิบจะมีสิ่งเจือปนอยู่มากซึ่งประกอบด้วยสารหลายชนิดเช่น เส้นใย ความชื้น อนุภาคแขวนลอย กรดไขมันอิสระ ฟอสโฟไลปิด (Phospholipids) สารให้สีโมโนและไดกรีเซอไรด์ สารให้กลิ่น (Odoriferous materials) ธาตุโลหะและสารที่ถูกออกซิไดซ์ต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ ก่อนนำไปบริโภคหรือใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้ (ภาพที่ 2.11)

- การกำจัดสารเหนียวและกรดไขมันอิสระ (Gum Conditioning neutralization)

น้ำมันปาล์มดิบจะถูกความร้อนถึงอุณหภูมิในช่วง 80 - 90 องศาเซลเซียส และมีการเติมกรดฟอสฟอริก (Phosphoric acid) ความเข้มข้น 80 - 85 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 0.05 - 0.2 ของน้ำหนักน้ำมันพืช ขั้นตอนนี้จะช่วยจะช่วยตกตะกอนฟอสโฟไลปิดซึ่งเป็นสารเหนียว (Gum material) ออกจากน้ำมันพืชจากนั้นจะเป็นการแยกกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) โดยการเติมสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 4 นอร์มัล ประมาณ 20% โดยน้ำหนักจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสบู่ซึ่งสามารถแยกออกได้โดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifugal separator) และล้างน้ำมันต่อด้วยน้ำร้อน เพื่อแยกสบู่ที่อาจติดค้างออกให้หมด

- การฟอกสี (Bleaching)

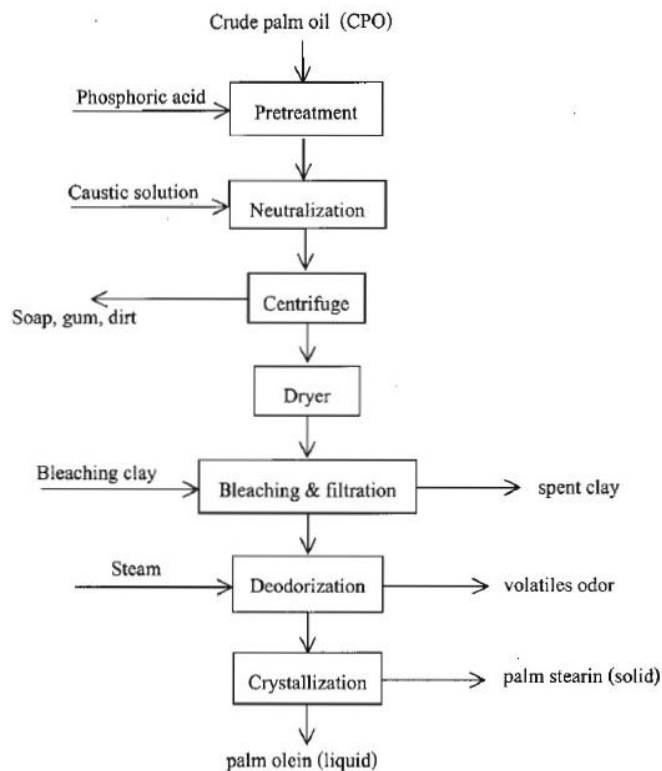
น้ำมันปาล์มที่ผ่านจากขั้นตอนแรกจะทำการฟอกสีโดยใช้ตัวดูดซับประเภท Diatomaceous earth ที่อุณหภูมิ 95-110 °C เป็นเวลา 30-45 นาที และกรองแยกน้ำมันออกจากสารดูดซับโดยใช้เครื่องกรองแบบ filter press

- การกำจัดกลิ่น (Deodorization)

น้ำมันที่ผ่านการฟอกสีแล้วจะถูกนำไปกลั่นด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 240-270 °C ภายใต้สุญญากาศ (2-5 มม.ปรอท) เพื่อไล่กรดไขมันอิสระที่ยังหลงเหลือรวมถึงสารระเหยง่ายที่ทำให้เกิดกลิ่นและสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น อัลดีไฮด์และคีโตน เป็นต้น

- การแยกไขปาล์ม (Fractionation)

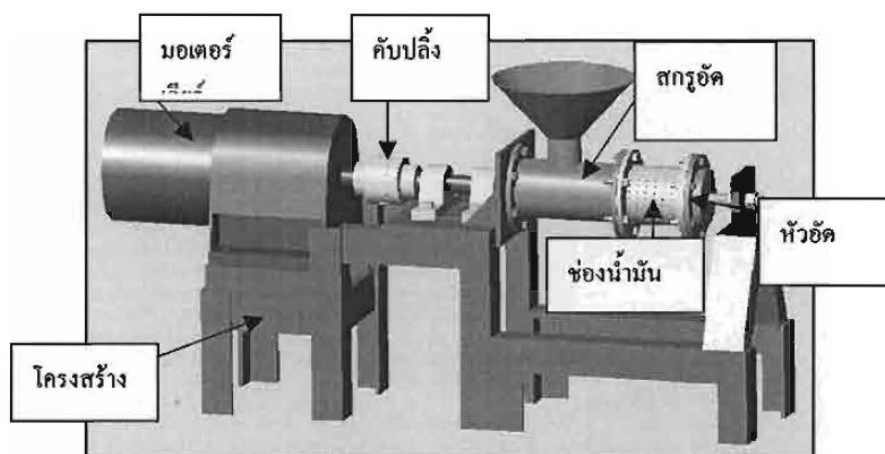
สารไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันพืชจะประกอบด้วยองค์ประกอบของกรดไขมันที่มีความยาวโมเลกุลและชนิดของไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวที่ต่างกัน การแยกไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งมีจุดหลอมตัวที่แตกต่างกันนี้สามารถทำได้โดยการลดอุณหภูมิ ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะเป็นการแยกน้ำมันปาล์มกลั่นบริสุทธิ์ออกเป็นน้ำมันปาล์มใสโอเลอิน (Olein) และไขมันปาล์มบริสุทธิ์ (Stearin) โดยการลดอุณหภูมิจนถึง 18-20 °C เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง ในเครื่องตกผลึกสาร (Crystallizer) น้ำมันปาล์มโอเลอินจะถูกนำไปใช้เป็นน้ำมันปรุงอาหาร ส่วนไขปาล์มบริสุทธิ์ จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อผลิต margarine, shortening และ fering fat เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 การทำบริสุทธิ์และการแยกไข

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จำลอง ปราบแก้วและคณะ ได้ศึกษาและออกแบบกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก (ภาพที่ 2.12) ที่มีกำลังการผลิตไม่เกิน 1 ตัน โดยใช้กระบวนการบีบเย็นสำหรับกลุ่มเกษตรกร โดยใช้เครื่องอัดแบบสกรูอัดแบบต่อเนื่อง (Continuous Screw Press) เพื่อให้สามารถบีบน้ำมันได้อย่างต่อเนื่อง การทดสอบจะเริ่มจากการนำผลปาล์มที่แยกออกจากทลาย นำเข้าเครื่องแยกเปลือกปาล์มออกจากเมล็ดใน จากนั้นเนื้อปาล์มที่ผ่านการแยกเมล็ดในแล้ว เนื้อปาล์มจะถูกอัดออกที่ช่องทางออกทางด้านปลายสกรู (ดังภาพที่ 2.12) โดยใช้วิธีบีบเย็นที่รอบ 20-50 รอบ/นาที ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ได้ปริมาณน้ำมัน 12 เปอร์เซ็นต์จากผลปาล์มร่วง 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การผลิตแบบหนึ่งให้ความร้อนจากโรงงานได้ปริมาณน้ำมัน 22 เปอร์เซ็นต์จากทลายสดรวมก้านทลายด้วย 100 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.12 เครื่องสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก

พทุธินันท์ จารุวัฒน์ และคณะ ได้วิจัยและพัฒนาชุดสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อทำไบโอดีเซล รองรับพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีชุดต้นแบบประกอบด้วยชุดต้นแบบ 3 เครื่อง คือ เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทลายปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 3.13) เครื่องให้ความร้อนผลปาล์ม น้ำมัน (ภาพที่ 2.14) และเครื่องหีบน้ำมันปาล์มดิบ (ภาพที่ 2.15) ผลการทดสอบพบว่า เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทลายปาล์มน้ำมัน มีความสามารถในการทำงาน 750 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีผลปาล์มน้ำมัน ที่สมบูรณ์ ไม่เกิดความเสียหาย 83.69 เปอร์เซ็นต์ เครื่องให้ความร้อนผลปาล์มน้ำมันพร้อมทำการบีบมีความสามารถในการทำงาน 150 กิโลกรัมต่อครั้งการทอด เครื่องหีบน้ำมันปาล์มดิบใช้มอเตอร์ขนาด 20 แรงม้า มีความสามารถในการทำงาน 5 ตันต่อวัน โดยน้ำมันที่ได้จะนำไปผลิตไบโอดีเซลต่อไป



ภาพที่ 2.13 เครื่องแยกทะลาย

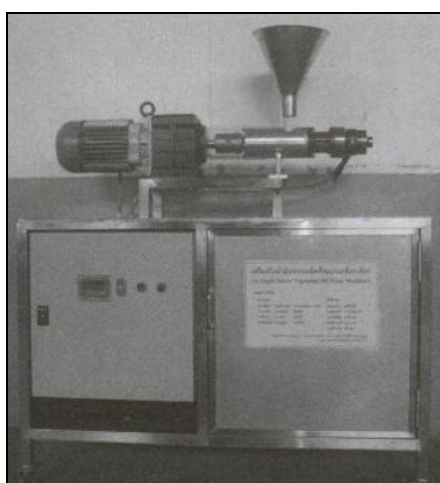


ภาพที่ 2.14 เครื่องให้ความร้อนผลปาล์มน้ำมัน



ภาพที่ 2.15 เครื่องหีบน้ำมันปาล์มดิบ

ชลิตต์ มธุรสมนตรี และคณะ ได้ศึกษาและออกแบบสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว (ภาพที่ 2.16) ทดลองบีบอัดวัสดุจำนวน 5 ชนิด คือ ทานตะวัน เมล็ดงาขาว เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดฟักทอง และเนื้อมะพร้าวชูดตากแห้ง โดยบีบอัดที่ความเร็วรอบของเกลียวที่แตกต่างกัน พร้อมการเลือกขนาดที่เหมาะสมของช่องคายกาก จากการศึกษาความเร็วรอบ 5 ระดับ และกำหนดขนาดช่องคายกาก 4 ขนาดพบว่า เมล็ดทานตะวันกะเทาะเปลือกที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 8 มิลลิเมตร เมล็ดงาขาวที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 10 มิลลิเมตร เมล็ดถั่วลิสงที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 10 มิลลิเมตร เมล็ดฟักทองที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 8 มิลลิเมตร และเนื้อมะพร้าวชูดตากแห้งที่ความเร็ว 15 รอบต่อนาที ช่องคายกากขนาด 14 มิลลิเมตร ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุด คือ 53 41 28 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ได้อัตราการผลิต 2.10 1.70 0.75 2.20 5.52 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อุณหภูมิขณะบีบอัดไม่ควรเกิน 60 องศา



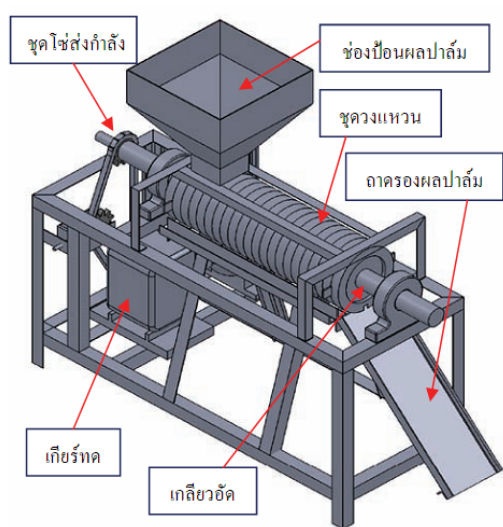
ภาพที่ 2.16 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดพืชแบบเกลียวเดี่ยว

พลังวัชร แผงธีระสุขมัย ได้สร้างเครื่องอบและบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 2.17) และทำการหาประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้น ตั้งอุณหภูมิการอบที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอบเฉลี่ย 20 นาทีต่อมะพร้าว 2 กิโลกรัม นำมะพร้าวเข้าเครื่องบีบน้ำมัน ผลการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า เครื่องผลิตน้ำมันมะพร้าวทำงานได้อย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวได้อัตรา 4 ลิตรต่อชั่วโมง



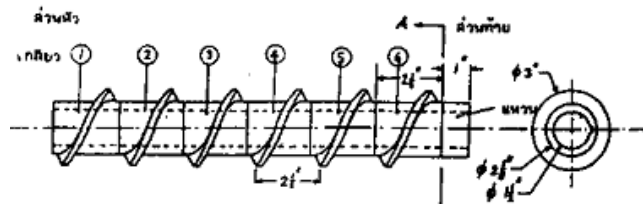
ภาพที่ 2.17 เครื่องอบและบีบน้ำมันมะพร้าวระบบบีบเย็นทำงานอย่างต่อเนื่อง

ธนวิทย์ ทองวิเชียร ได้สร้างเครื่องหีบปาล์มน้ำมันจากผลปาล์มน้ำมันสดขนาดเล็ก (ภาพที่ 2.18) โดยใช้หลักการบีบอัดของเกลียวอัดเป็นตัวบีบอัดผลปาล์มน้ำมันสด ชุดวงแหวนของเกลียวอัดจะออกแบบให้มีร่องอยู่ด้านข้างกว้าง 12.70 มิลลิเมตร ลึก 14.00 มิลลิเมตร จำนวน 7 ช่อง จำนวน 20 วงวางในลักษณะสลับร่องของวงแหวนแต่ละตัว ไม่ให้ตรงกัน เพื่อเป็นตัวช่วยย่อยผลปาล์ม มีตัวเกลียวอัดอยู่ระหว่างกลางเป็นตัวลำเลียงผลปาล์มให้เกิดการบีบอัดระหว่างเกลียวอัดกับชุดวงแหวน เครื่องหีบปาล์มดังกล่าวใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 1440 รอบต่อนาที ส่งกำลังไปยังเกลียวอัดโดยผ่านชุดเกียร์ทดขนาด 1 ต่อ 60 และความเร็วรอบออกจากเกียร์ทด 24 รอบต่อนาที ส่งถ่ายกำลัง 1 ต่อ 1 ผ่านโซ่ไปยังเกลียวอัด ผลการทดสอบพบว่า สามารถหีบผลปาล์มสด 3 กิโลกรัมใช้เวลา 18 นาที และเมื่อผ่านเครื่องหีบกากและน้ำมันปาล์มที่ผสมออกมาได้น้ำหนักทั้งหมด 2.76 กิโลกรัม สูญเสีย 0.24 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ที่ผสมกับกากปาล์ม 91.98 เปอร์เซ็นต์

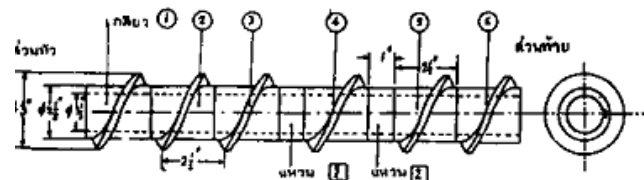


ภาพที่ 2.18 เครื่องหีบปาล์มน้ำมันจากผลปาล์มน้ำมันสดขนาดเล็ก

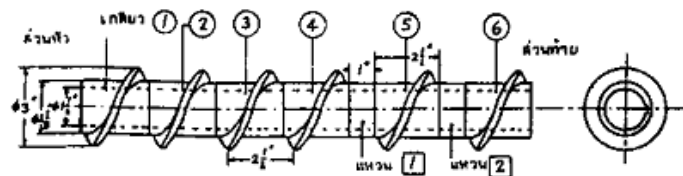
ศุภโชค วิริยโกศล และพิจิตร พิศสุวรรณ ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม โดยพัฒนารายละเอียดของชิ้นส่วนสำคัญหลายส่วน ที่มีผลต่อการทำงานของเครื่อง ทำการทดลองประเมินผลการทำงานของเครื่องจนถึงระดับใช้งานได้ คณะผู้ทำการวิจัยได้ทำการออกแบบเกลียวอัด 5 แบบ โดยแบบที่ 1, 2 และ 3 เกลียวอัดทำจาก cast steel หล่อเป็นชิ้นๆ เจาะรูตรงกลางสำหรับสวมลงบนเพลลาอัด แต่ละแบบแตกต่างกันที่จัดตำแหน่งของแหวนและจำนวนของแหวน (ภาพที่ 2.19-2.21) จากการทดสอบพบว่า แบบที่ 1, 2 และ 3 ใช้ไม่ได้ผลเพราะเกิดการแตกหักเร็ว แบบที่ 4 ทำจาก carbon steel ออกแบบให้ช่องว่างระหว่างเกลียวที่ตำแหน่งที่ป้อนเมล็ด มีค่าประมาณ 6 เท่าของช่องว่างระหว่างเกลียวของตำแหน่งที่คายกากเมล็ดใน (ภาพที่ 2.22) การทดสอบที่ความเร็วรอบ 14 และ 24 รอบต่อนาที พบว่าประสิทธิภาพการหีบได้ 77.8 และ 72.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อัตราการผลิตเฉลี่ย 32.8 และ 57.5 กิโลกรัมเมล็ดในต่อชั่วโมง ส่วนเกลียวแบบที่ 5 มีรูปร่างคล้ายเกลียวแบบที่ 4 แต่มีช่องว่างระหว่างเกลียวกว้างขึ้น (ภาพที่ 2.23) การทดสอบที่ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาทีพบว่าประสิทธิภาพการหีบได้ 79.6 เปอร์เซ็นต์ อัตราการผลิตเฉลี่ย 46.15 กิโลกรัมเมล็ดในต่อชั่วโมง



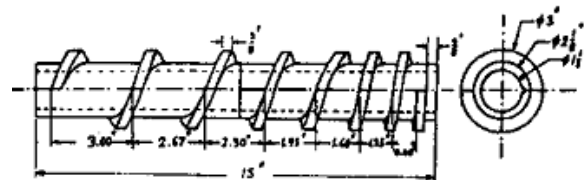
ภาพที่ 2.19 เกลียวอัดแบบที่ 1



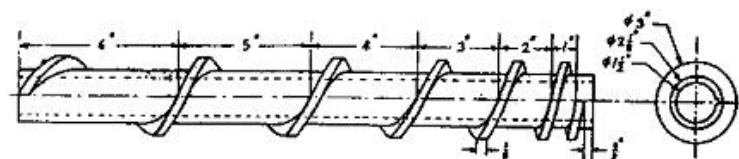
ภาพที่ 2.20 เกลียวอัดแบบที่ 2



ภาพที่ 2.21 เกลียวอัดเกลียวอัดแบบที่ 3



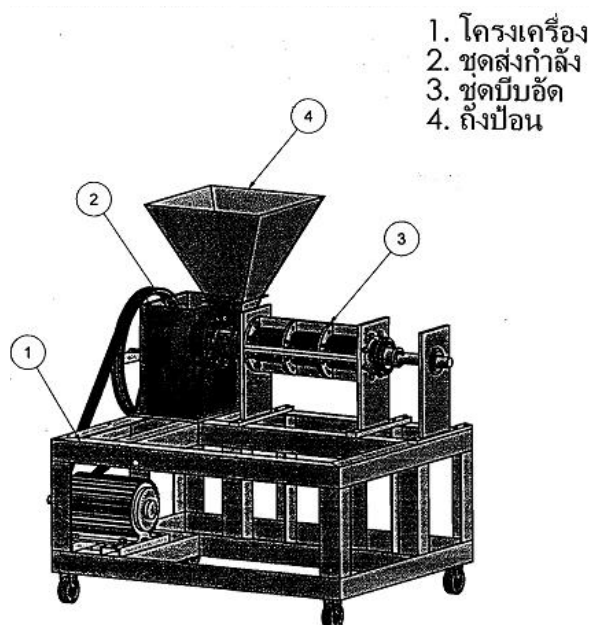
ภาพที่ 2.22 เกลียวอัดแบบที่ 4



ภาพที่ 2.23 เกลียวอัดแบบที่ 5

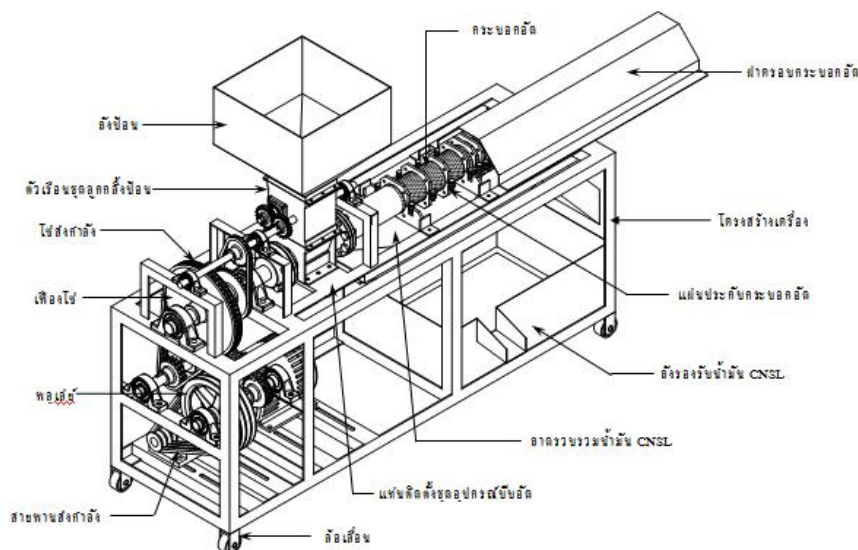
คมสันติ เม่ากลาง ได้พัฒนาเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัดต้นแบบ (ภาพที่ 2.24) ขนาดของเครื่องมีความกว้าง 1.2 เมตร สูง 1.5 เมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 10 แรงม้า เป็นต้นกำลังในการบีบอัด กระบอกบีบอัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 117 มิลลิเมตร เกลียวอัดมีลักษณะเป็นเกลียวแกนเรียวประมาณ 3 องศา โดยช่วงปลายเกลียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าช่วงต้นเกลียว ความยาวเกลียวอัด 710 มิลลิเมตร หลักการทำงานเริ่มจากการป้อนเปลือกมะม่วงหิมพานต์ผ่านชุดป้อนเข้าไปยังกระบอกอัด เกลียวอัดจะทำหน้าที่บีบอัดเปลือกมะม่วงหิมพานต์ตั้งแต่ต้นเกลียวจนถึงปลายเกลียว โดยจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ปลายเกลียว น้ำมัน CNSL จะออกมากในช่วงนี้ เนื่องจากช่อง

คายากากเป็นช่องแคบ คือ 5 มิลลิเมตร เครื่องบีบอัดดังกล่าวมีสมรรถนะการบีบอัดน้ำมัน CNSL สูงสุดที่ความเร็วเกลียวอัด 35 รอบต่อนาที มีอัตราการป้อน 75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้อัตราการทำงาน 14.37 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการบีบอัด 71.85 เปอร์เซ็นต์



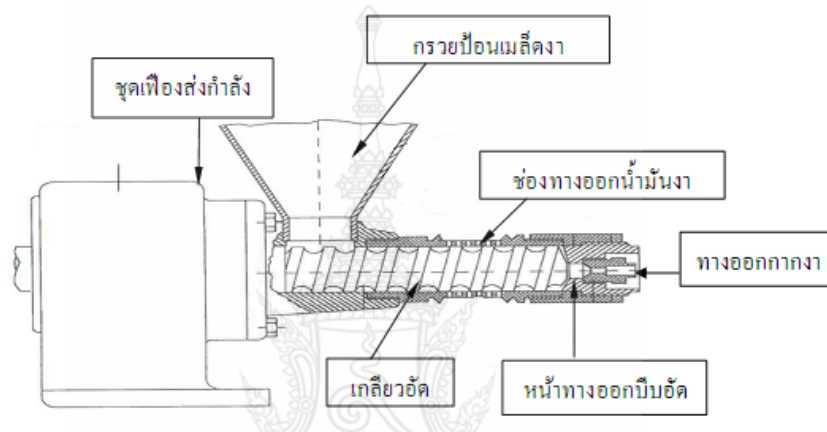
ภาพที่ 2.24 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบเกลียวอัดต้นแบบ

คมสันติ เม้ากลาง ได้ออกแบบสร้าง และประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียว (ภาพที่ 2.25) ผลการศึกษาพบว่า เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียวต้นแบบ ใช้หลักการบีบอัดแบบต่อเนื่องโดยอาศัยเกลียวอัด และส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ชุดลูกกลิ้งป้อนและชุดอุปกรณ์บีบอัดแบบเกลียว ชนิดของลูกกลิ้งป้อนและขนาดของรูเจาะรอบกระบอกอัดที่เลือกใช้ควรเป็นลูกกลิ้งป้อนชนิดหยักตามและขางความยาว และขนาดของรูเจาะรอบกระบอกอัด 2 มิลลิเมตร ความเร็วรอบเกลียวอัดควรอยู่ในช่วง 7-13 รอบ/นาที เมื่ออัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ 54-95 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตราการป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ไม่ควรเกิน 95 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งจะได้ความสามารถในการบีบอัดน้ำมัน CNSL และเปอร์เซ็นต์น้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้เฉลี่ย อยู่ระหว่าง 11.93-14.90 กิโลกรัม/ชั่วโมง และ 20.65-21.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของน้ำมัน CNSL ที่บีบอัดได้เฉลี่ย อยู่ระหว่าง 85.83-87.86 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนของน้ำมัน CNSL ที่เหลือในกากจะลดลง เมื่อป้อนเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยอัตราป้อน 95 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18



ภาพที่ 2.25 เครื่องบีบน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียว

ศัญชัย เข้มเจริญ ได้ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่มีผลต่ออัตราการบีบน้ำมันงาด้วยเครื่องบีบน้ำมันแบบเกลียวเดี่ยว (ภาพที่ 2.26) โดยทำงานออกแบบสร้างเครื่องบีบน้ำมันงาที่มีเกลียวขนาดต่างระยะพิตต์กัน 5 ขนาด คือ 23, 24, 25, 26 และ 27 มิลลิเมตร ความลึกร่องเกลียวอัด 5 ขนาด คือ 8, 8.5, 9, 9.5 และ 10 มิลลิเมตร ในการทดสอบจะใช้ช่องทางออกกากงาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน 3 ขนาด คือ 7, 8 และ 9 มิลลิเมตร ทำการทดลองที่รอบเกลียวอัด 10, 15, 20, 25, และ 30 รอบต่อนาที โดยใช้น้ำมันงาครั้งละ 1 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่า ขนาดระยะพิตต์ ความลึกร่องเกลียว ความเร็วรอบเกลียวอัด และช่องทางออกกาก มีอิทธิพลต่ออัตราการผลิต และประสิทธิภาพการผลิตที่แตกต่างกัน โดยอัตราการผลิตสูงสุดที่เครื่องบีบน้ำมันสามารถทำได้คือ 2.76 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยใช้เกลียวอัดที่มีระยะพิตต์ 24 มิลลิเมตร ช่องทางออกกาก 7 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 30 รอบต่อนาที และมีประสิทธิภาพการทำงาน 76.83 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพสูงสุดที่พบในการทดลองนี้คือ 89.56 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะพิตต์เกลียวอัด 24 มิลลิเมตร ทางออกกาก 8 มิลลิเมตร ที่รอบเกลียวอัด 15 รอบต่อนาที แต่อัตราการผลิตจะต่ำลงเหลือเพียง 1.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



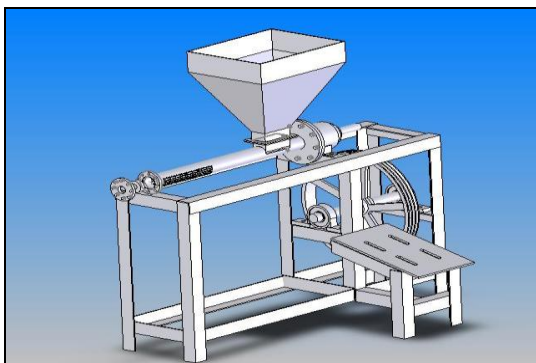
ภาพที่ 2.26 เครื่องบีบน้ำมันแบบเกลียวเดี่ยว

ณัฐพล วิชาญ ได้ออกแบบสร้างและทดสอบช่องคายกากให้เหมาะสมกับเมล็ดมะแตงและมะเขยหิน โดยใช้เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด (ภาพที่ 2.27) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในกระบอก 28 มิลลิเมตร ทำงานโดยใช้สกรูอัดเส้นผ่านศูนย์กลางของแกนสกรูเพิ่มขึ้นตามแนวแกนจาก 13 มิลลิเมตร ถึง 18 มิลลิเมตร มีความยาว 110 มิลลิเมตร มีระยะพิตต์คงที่ 15 มิลลิเมตร รับกำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ¼ แรงม้า ความเร็วที่ใช้ในการหีบ 20, 30, 40, 50, 60, และ 70 รอบต่อนาที ช่องคายกาก ออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปวงแหวนปรับความกว้างในแนวรัศมีได้ 4 ระดับคือ 1, 2, 3, และ 4 มิลลิเมตร ผลการทดสอบพบว่า การหีบน้ำมันเมล็ดมะแตงโดยใช้ช่องคายกากขนาด 2 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที ได้ปริมาณน้ำมัน 74.39 กรัม จากปริมาณเมล็ด 200 กรัม คิดเป็น 37.20 เปอร์เซ็นต์ ค่าแรงดันภายในกระบอก 1.67 MPa เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการหีบ ส่วนเมล็ดมะเขยหิน ใช้ช่องคายกากขนาด 3 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 20 รอบต่อนาที ได้ปริมาณน้ำมัน 76.46 กรัม จากปริมาณเมล็ด 200 กรัม คิดเป็น 38.23 เปอร์เซ็นต์ ค่าแรงดันภายในกระบอก 1.22 MPa เป็นสภาวะที่ดีที่สุดในการหีบ ส่วนเมล็ดมะเขยหิน



ภาพที่ 2.27 เครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด

จรัญ มงคลวัย และคณะ ได้พัฒนาเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลียวอัด (ภาพที่ 2.28) ซึ่งมีแนวทางการพัฒนาประกอบด้วยการศึกษานาตของเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ในเขตจังหวัดสกลนคร และการออกแบบเครื่องบีบอัดแบบเกลียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร ยาวเท่ากับ 850 มิลลิเมตรและทดสอบประเมินผลที่ความเร็วรอบเกลียวอัด 3 ระดับ คือ 175, 192 และ 209 รอบต่อนาที และขนาดของรูผนังกระบอกระบายน้ำมันจากการอัด 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 มิลลิเมตร จำนวน 90 รู พบว่าเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบซีกมีขนาดเฉลี่ยเท่ากับ $30.02 \times 20.85 \times 8.23$ มิลลิเมตรและมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 กรัมต่อซีกและทดสอบประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ พบว่าขนาดรูผนังกระบอกอัดเพื่อระบายน้ำมัน CNSL ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 3 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบ 209 รอบต่อนาที สามารถบีบอัดน้ำมัน CNSL ได้เท่ากับ 22.90 เปอร์เซ็นต์และมีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 816.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2.28 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์แบบใช้เกลิยวอัด

ณัฐพงษ์ ฟองอ่อน และคณะ ได้ออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดธัญพืช (ภาพที่ 2.29) โดยอาศัยหลักการลำเลียงของสกรูไปที่ส่วนปลายเพื่อบีบอัดและลำเลียงออกไปพร้อมๆ กัน มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ชุดต้นกำลัง ชุดส่งกำลัง และชุดลำเลียงบีบอัด ซึ่งสกรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30.5 มิลลิเมตร ระยะพิทช์ 15 มิลลิเมตร และยาว 205 มิลลิเมตร ตัวกระบอกอัดเจาะรูด้านข้างเพื่อให้ไขมันไหลออก ซึ่งรูมีขนาด 1 มิลลิเมตร ในการทดสอบหาประสิทธิภาพการบีบอัดได้ทดสอบที่ความเร็วรอบ 3 ระดับ คือ 15, 20 และ 25 รอบต่อนาทีตามลำดับ และขนาดของช่องคายกากมี 3 ขนาด คือ 5, 10 และ 12 มิลลิเมตร ดังนั้น จากการทดลองเครื่องบีบอัดน้ำมันทั้ง 3 ความเร็วรอบพบว่าที่ความเร็วที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพการทำงานดีที่สุด คือ ความเร็วรอบที่ 15 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถบีบน้ำมันได้คิดเป็นร้อยละ 42.83



ภาพที่ 2.29 เครื่องบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดธัญพืช