

#15364

การออกแบบโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม
ขนาดกำลังผลิตวันละ 1 ตัน

Development of A Smallholder Kernel Oil Press



1. 27 สิงหาคม 2525

2. 27 สิงหาคม 2525

รายงานการวิจัย

โดย

ศุภโชค วิริยะโกศล B.E., M. Eng. Sc., Ph. D.

พิจิตร พิศสุวรรณ วศ.บ.(เกียรตินิยม)

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

กรกฎาคม 2525

005532
27 08 2526

บทคัดย่อ

จากการศึกษากรรมวิธีสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม พบว่ากระบวนการผลิตที่เหมาะสมแก่โรงงานขนาดเล็กขนาดกำลังการผลิตวันละ 1 ตันเมล็ดในควรจะเป็นกระบวนการง่าย ๆ คือนำเอาเมล็ดในมาเข้าเครื่องหีบน้ำมันโดยตรง ได้ทำการพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มชนิดใช้เกลียวอัดเกลียวเดียว พบว่ามีความจำเป็นที่จะต้องออกแบบเกลียวอัดให้เหมาะสมโดยเฉพาะต่อการหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ได้ทำการออกแบบเกลียวอัดหลายแบบและทดสอบจนกระทั่งพบแบบที่ใช้งานได้ดี

ได้วิเคราะห์หตุคัมมูลทางเศรษฐศาสตร์ในการตั้งโรงงาน พบว่าการใช้อาคารสถานที่ ๆ มีอยู่แล้วระยะคัมมูลจะสั้นมากคือ ภายใน 18 วัน แต่ถ้ามีการซื้อที่ดินและก่อสร้างอาคารใหม่ก็จะคัมมูลใน 211 วัน ซึ่งนับว่าสั้น โครงการตั้งโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็กจึงเป็นโครงการหนึ่งที่น่าสนใจที่จะพิจารณาลงทุนในอนาคต

ABSTRACT

From the study of palm kernel oil extraction processes, it was found that, for small factory with the capacity of 1 ton raw kernel per day, the process should be kept simple. The palm kernel should be fed into the press directly. A single shaft screw press was developed. It was found necessary to design the screw especially for palm kernel oil press. Many designs were tested before the screw that performed well was found.

A breakeven analysis was carried out. In the case where already owned factory was used, the breakeven occurred within 18 days, which was extremely quick. If land needed to be acquired and new factory had to be constructed, then the breakeven point was reached within 211 days, which was rather quick. Kernel oil extraction was thus considered to be an attractive project for future investment.

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	๕
บทคัดย่อ	๕๕
<i>Abstract</i>	๕๕๕
สารบัญ	๕๖
บัญชีภาพ	๖๕
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
วิธีการดำเนินงาน	3
เนื้อหาของรายงาน	4
บทที่ 2 ปาล์มน้ำมันและการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม	6
พันธุ์ของปาล์มน้ำมัน	6
ลักษณะของภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การปลูก	7
ส่วนประกอบของ เมล็ดในปาล์ม	10
กรรมวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม	11
การสกัดโดยบดและอบเมล็ดในก่อน	12
การสกัดโดยไม่น้ำมันและไม้อบเมล็ดใน	15
ข้อสรุป	15
บทที่ 3 การออกแบบและการพัฒนา เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	17
การออกแบบและพัฒนา เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	17
การออกแบบเกสียวฮัด	22
เกสียวฮัดแบบที่ 1	23
เกสียวฮัดแบบที่ 2	23

เกลียววัดแบบที่ 3	23
เกลียววัดแบบที่ 4	27
การทดลองหีบน้ำมันโดยใช้เกลียววัดแบบที่ 4	28
การออกแบบและทดสอบเกลียววัดแบบที่ 5	31
บทที่ 4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก	35
กรณีที่ 1	37
กรณีที่ 2	39
กรณีที่ 3	41
กรณีที่ 4	42
การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของทางเลือกทั้ง 4 กรณี	43
ข้อสรุป	44
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ	46
ข้อสรุป	46
ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	49

บัญชีภาพ

รูป 2-1	โครงสร้างของผลปาล์มพันธุ์ต่าง ๆ	8
รูป 2-2	กรรมวิธีการหีบโดยกดและอบเมล็ดในเตี้ยก่อน	13
รูป 3-1	เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	18
รูป 3-2	เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	19
รูป 3-3	ส่วนประกอบของเครื่อง	20
รูป 3-4	ปลอกทรงกระบอก	21
รูป 3-5	เกลียวอัดแบบที่ 1	24
รูป 3-6	เกลียวอัดแบบที่ 2	25
รูป 3-7	เกลียวอัดแบบที่ 3	26
รูป 3-8	เกลียวอัดแบบที่ 4	29
รูป 3-9	เกลียวอัดแบบที่ 5	32
รูป 4-1	ผังโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม	36

บทที่ 1

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชที่นับวันจะทวีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย และจะมีการปลูกเพิ่มขึ้นทุกปี เดิมทีปาล์มน้ำมันเป็นพืชพื้นเมืองในแถบตะวันตกของทวีปอาฟริกา มีผู้นำมาปลูกที่เมือง *Bogor* ประเทศอินโดเนเซียในปี พ.ศ. 2391 มีการสร้างสวนปาล์มในเกาะลุมบาตรา ในปี พ.ศ. 2454 ต่อจากนั้นได้มีการปลูกปาล์มน้ำมันอย่างแพร่หลายในประเทศมาเลเซีย มีอุตสาหกรรมเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันเกิดขึ้นอย่างมากมาย ทำให้มาเลเซียเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุดในโลก

ในประเทศไทยนั้น บริษัทไทยอุตสาหกรรมน้ำมันและถ่านปาล์มโดยนายเด็กร วานิช ได้นำต้นปาล์มจากประเทศมาเลเซียเข้ามาปลูกที่ตำบลปลายพระยา กิ่งอำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ในปี พ.ศ. 2511 เพื่อให้ป้อนโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของบริษัท จากนั้นได้มีการปลูกสร้างสวนปาล์มในนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ ที่อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล และบริษัท กุมิพัฒนาปาล์มได้ตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่บริเวณนิคมสร้างตนเองนี้ด้วย นอกจากนี้ก็มีการตั้งโรงงานและสร้างสวนปาล์มขนาดใหญ่โดยบริษัทสยามปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรม ที่ตำบล อ่าวลึกใต้ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ นอกจากนี้ยังมีการปลูกปาล์มที่สหกรณ์มิตรท่าแฉะ จังหวัดชุมพร และที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว ดังจะเห็นได้จากเนื้อที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งได้เพิ่มจาก 35,600 ไร่ในปี พ.ศ. 2519 เป็น 136,100 ไร่ ในปี พ.ศ. 2522 ซึ่งเป็นกาารเพิ่มเนื้อที่ปลูกถึง 4 เท่าภายในช่วงเวลาเพียง 4 ปี⁽¹⁾ และในปัจจุบันนี้จำนวนเนื้อที่ปลูกยังคงเพิ่มขึ้นอยู่เรื่อย ๆ

1.1 ความเป็นมาของปาล์ม

ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มคือ น้ำมันปาล์มดิบ (*orude palm oil*) ซึ่งเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากเปลือกของผลปาล์ม ส่วนผลิตภัณฑ์พลอยได้สำคัญของโรงงานก็คือ เมล็ดใบปาล์ม

(palm kernel) เมล็ดในปาล์มนี้สามารถนำไปหีบเอาน้ำมันเมล็ดในออกมาได้เช่นกัน

แต่เดิมเมล็ดในปาล์มซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงงานจะถูกส่งไปขายยังประเทศมาเลเซีย ทั้งนี้เพราะในเมืองไทยยังไม่มีโรงงานสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม ต่อมาเมื่อค่าขนส่งแพงขึ้น อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเพิ่มราคาน้ำมันเชื้อเพลิง การส่งเมล็ดในปาล์มไปจำหน่ายในมาเลเซียจึงไม่คุ้มค่า ในช่วง 3-4 ปี ที่ผ่านมากว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มบางแห่งจะเก็บเมล็ดในปาล์มตนเองไว้ในโรงงาน เพื่อรอให้ราคาเมล็ดในสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ใต้โรงงานขนาดเล็กหลายแห่งนำเมล็ดในปาล์มไปหีบน้ำมัน แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

จากการศึกษาเบื้องต้นได้พบว่ามิโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวขนาดเล็กหลายแห่ง ได้มองเห็นปัญหาและได้ทำการทดลองหีบน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มไปบ้างแล้ว เช่น โรงงานสุราษฎร์อุตสาหกรรมจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้เคยทดลองนำเมล็ดในปาล์มมาหีบด้วยเครื่อง *screw press* ที่ใช้หีบน้ำมันจากมะพร้าวตากแห้ง พบว่าเมล็ดในปาล์มมีความแข็งสูง ทำให้เครื่องหีบน้ำมันมะพร้าว ซึ่งออกแบบมาเพื่อหีบเนื้อมะพร้าวที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม ต้องชำรุดเสียหายบ่อย ๆ ทำให้ทางโรงงานไม่คิดว่าการหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะได้ผลคุ้มค่า จึงล้มเลิกความพยายาม

โรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวอีกแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ต ได้พยายามแก้ปัญหาความสึกหรอของเครื่อง โดยการผสมเมล็ดในปาล์มกับเนื้อมะพร้าวแล้วจึงป้อนเข้าเครื่อง *screw press* ซึ่งจะลดความสึกหรอของเครื่อง แต่ประสบปัญหาว่าน้ำมันมะพร้าวที่หีบได้มีคุณภาพตกต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มมีความหนาแน่นสูงกว่าน้ำมันมะพร้าว ไม่สามารถผสมกันเป็นเนื้อเดียวอีกทั้งน้ำมันเมล็ดในปาล์มยังก่อให้เกิดการจับตัวแข็งเป็นไข ราคาขายของน้ำมันที่หีบได้ตกต่ำทำให้ไม่คุ้มค่า จึงต้องล้มเลิกความพยายามที่จะหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มไปในที่สุด

แม้ว่าความพยายามของโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวที่จะดัดแปลงเครื่องหีบน้ำมันมะพร้าวมาหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะไม่ประสบความสำเร็จ แต่ปัญหาการออกแบบเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ถ้าสามารถออกแบบเครื่องหีบขนาดเล็กที่ใช้การได้ดีแล้ว ก็อาจจะทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ของเมล็ดในปาล์ม แทนที่จะเก็บไว้ในโรงงานให้เป็นปัญหาการใช้เชื้อเพลิงและปัญหา

ต่อการเกิดยักรยับ ในขณะที่ไม่เป็นการคุ้มค่าที่จะส่งเมล็ดในออกจำหน่ายยังต่างประเทศ ดังเช่นปัจจุบัน

ในโครงการนี้จะได้ทำการออกแบบโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก ก่อสร้างผลิตวันละ 1 ตัน ซึ่งประกอบด้วยเครื่องหินน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น งานส่วนใหญ่จะเน้นในเรื่องของเครื่องหินน้ำมันเมล็ดในปาล์ม การทดลองและการประเมินผล ประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้คือ

1. เพื่อศึกษาให้ทราบถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม เพื่อจะได้บันทึกไว้ในรายงานสำหรับการค้นคว้าเพิ่มเติม
2. เพื่อให้สามารถสร้างเครื่องสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก เพื่อสามารถใช้ในโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่มีขนาดกำลังการผลิตวันละ 1 ตัน โดยเครื่องดังกล่าวจะต้องสร้างได้ง่าย สามารถใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานโดยกลุ่มเกษตรกรหรือผู้ลงทุนประกอบการระดับท้องถิ่น
3. เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มทุนของโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม จะได้ใช้เป็นข้อแนะนำสำหรับผู้สนใจจะลงทุน

1.3 วิธีการดำเนินงาน

จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ ^(2,3) ผู้ดำเนินงานโครงการนี้สามารถสร้างแนวทางเลือกในการวิจัยได้ 2 แนวทาง ดังจะได้อธิบายพอสังเขปดังต่อไปนี้

แนวทางแรกที่มาพิจารณานั้นเน้นความพยายามตัดปัญหาและกำจัดการแตกหักของเกลียวสัด โดยการต้มเมล็ดในให้นิ่ม แล้วบดบ่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ ต่อจากนั้นจึงนำชิ้นเมล็ดในปาล์มเข้าสู่สกัดน้ำมันในเครื่องหินน้ำมันชนิดใช้เกลียวสัดเพลวเดี่ยว (*single shaft screw press*)

แนวทางที่ลองทำอาจใช้ได้ผล ก็คือการพยายามลดขั้นตอนในการสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ให้เหลือน้อยที่สุด

การที่มีขั้นตอนน้อยลงจะช่วยประหยัดค่า เครื่องจักรและอุปกรณ์ และจะช่วยทำให้สามารถสกัดน้ำมันได้รวดเร็วขึ้น ในแนวทางนี้จะป้อนเมล็ดในปาล์มเข้า เครื่องคั้นน้ำมันชนิดใช้เกลียวอัดเพลลาเดี่ยวโดยตรง ซึ่งเมื่อดำเนินการตามวิธีการนี้ก็อาจจะมีค่าเป็นที่จะต้องออกแบบเกลียวอัดให้แข็งแรงเพียงพอ ไม่แตกหักหรือสึกหรองง่าย

จากการออกแบบและพัฒนา เครื่องคั้นน้ำมันเมล็ดในปาล์มชนิดเกลียวอัดเพลลาเดี่ยวในโครงการนี้ และจากการทดลองคั้นน้ำมันเมล็ดในปาล์ม จะสามารถทราบอัตราการผลิตและประสิทธิภาพของเครื่อง และประเมินผลการดำเนินงานของโรงงานขนาดเล็กซึ่งมีกำลังผลิตวันละ 1 ตัน เมล็ดในว่าจะคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือไม่ จากนั้นก็จะทำการชี้แนะแนวทางที่เป็นไปได้ของการตั้งโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก และแนวทางที่ควรวิจัยและพัฒนาในอนาคต

1.4 เนื้อหาของรายงาน

รายงานการวิจัยนี้เป็น 5 บท ในบทแรกคือบทนำจะเป็นการอธิบายถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์และวิธีดำเนินงานวิจัย บทที่ 2 จะเสนอความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเกี่ยวข้องกับภาคใต้ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจเป็นประโยชน์แก่งานวิจัยนี้ รวมทั้ง เสนอแนวทางเลือกแบบหนึ่งในการออกแบบโรงงานสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มโดยใช้กรรมวิธีต้มหรืออบเมล็ดในให้นิ่มอ่อนตัว แล้วบดย่อยเป็นชิ้นเล็กก่อนที่จะสกัดน้ำมัน บทที่ 3 เป็นงานหลักของโครงการนี้ซึ่งเป็นการออกแบบและพัฒนา เครื่องคั้นน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก เพื่อใช้คั้นเมล็ดในปาล์มโดยไม่ต้องมีการต้มหรืออบย่อยเมล็ด มีการเสนอผลการทดลองเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสมรรถนะของ เครื่องคั้นน้ำมัน ในบทที่ 4 เป็นการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ถึงความคุ้มทุนของการตั้งโรงงานหรือการใช้งานของ เครื่องคั้นน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก เพื่อแสวงหาแนวทางที่เป็นไปได้ซึ่งจะให้ผลคุ้มค่า ในบทสุดท้ายคือบทที่ 5 จะเป็นข้อสรุปและข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

เพื่อเป็นการพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการนี้ จึงจะได้นำเอาความรู้ที่
ไปเกี่ยวกับจุดสังเคราะห์น้ำมันปาล์มในประเทศไทยมาศึกษาในบทต่อไปเสียก่อน

บทที่ 2

ปาล์มน้ำมันและการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม

ปาล์มน้ำมันมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Elaeis Guineensis Jacq* จัดเป็นพืชในตระกูลปาล์มเหมือนกับมะพร้าว ตาล หมาก จาก และอินทผลัม ปาล์มน้ำมันเป็นพืชพื้นเมืองของทวีปแอฟริกาตะวันตกแถบปากแม่น้ำ *Niger* ต่อมาผู้ค้ามาปลูกในทวีปอเมริกาใต้ อินโดเนเซีย และมาเลเซียตามลำดับ สำหรับประเทศไทยเราเริ่มมีการปลูกปาล์มน้ำมันเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 ที่จังหวัดกระบี่ ต่อจากนั้นก็มีการปลูกแพร่หลายขึ้นในจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้และปาล์มน้ำมันกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทวีความสำคัญขึ้นมา เป็นลำดับ

ลักษณะของปาล์มน้ำมันเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เป็นพืชยืนต้นซึ่งมีลำต้นตั้งตรง อายุยืนถึง 60 ปี ลำต้นสูงถึง 50 ฟุต แต่ในการปลูกเพื่อการอุตสาหกรรมนิยมโค่นทิ้งเมื่ออายุ 30 ปี เพราะถ้าปล่อยให้ลำต้นจะสูงเกินไปทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลปาล์มมากกว่าไม่คุ้มค่า ในปาล์มเป็นใบประกอบคล้ายใบมะพร้าว ต้นปาล์มจะให้ผลปีละ 18-24 ทะลาย น้ำมันของทะลายมีตั้งแต่ 5-40 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับอายุและความสมบูรณ์ของต้น ในปีหนึ่ง ๆ จะมีการผลัดใบให้เก็บเกี่ยวได้ 2 ครั้ง ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีกิ่งช่อดอกเกสรตัวเมียและช่อดอกเกสรตัวผู้อยู่ในต้นเดียวกัน แต่จะไม่อยู่ในช่อเดียวกัน และการออกดอกเกสรตัวผู้กับดอกเกสรตัวเมียจะออกมาคนละครั้ง ผลัดเปลี่ยนกันไป ทะลายปาล์มเมื่อผลยังไม่สุกจะมีสีน้ำตาล และจะเปลี่ยนสีเป็นสีแดง หรือแดงแก่เมื่อผลปาล์มสุก หากผลสุกเต็มที่แล้วจะร่วงหล่นออกจากทะลาย ผู้ที่สนใจอาจจะค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปลูกและการสกัดน้ำมันจากเอกสารภาษาต่างประเทศ (4,5)

2.1 พันธุ์ของปาล์มน้ำมัน

พันธุ์ปาล์มมีมากมายหลายชนิด แต่ที่นิยมปลูกกันมากในมาเลเซียและภาคใต้ของ ไทยในปัจจุบัน

มี 3 ชนิด คือพันธุ์อร่า โพลีเฟอร่า และเทเนอร์่า

พันธุ์ดुरา (*dura*) มีทะลายโต น้ำหนักมาก ผลกลมโต ส่วนที่เป็นเปลือกนอกหนาประมาณ 10 มม. ส่วนที่เป็นกะลาหนา 2-8 มม. ส่วนที่เป็นเมล็ดโตประมาณ 15 มม. ในปัจจุบันนิยมปลูกน้อยลงเพราะให้ปริมาณน้ำคั้นน้อยกว่าพันธุ์เทเนอรา มีกะลาหนาเกินไปจนยากแก่การแกะเอาเมล็ดในออกมาไว้ต่างหาก จากเส้นใยและเปลือกเมล็ด

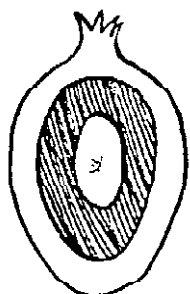
พันธุ์ไพสเฟอรา (*pisifera*) มีทะลายไม่ใหญ่โตนัก ผลค่อนข้างยาวเปลือกนอกหนาประมาณ 7 มม. กะลาบางมาก เมล็ดในมีขนาดเล็ก ทำให้ยุ่งยากในการแยกเมล็ดออกจากเส้นใยและเปลือกเมล็ด ให้ปริมาณน้ำคั้นน้อยเมื่อเทียบกับพันธุ์เทเนอรา จึงไม่ได้รับความนิยมปลูกกันมากนักในปัจจุบัน

พันธุ์เทเนอรา (*tenera*) เป็นพันธุ์ผสมระหว่างอูราและไพสเฟอรา มีทะลายโตปานกลาง ผลตก เปลือกนอกซึ่งเป็นส่วนที่ให้น้ำคั้นหนาประมาณ 11 ม. กะลาหนา 1,2 มม. เมล็ดในโต 11 มม. พันธุ์นี้ให้ปริมาณน้ำคั้นสูงที่สุดจึงเป็นที่นิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน เมล็ดที่จะนำมาปลูกได้มาจากการผสมของต้นพันธุ์ดुरากับพันธุ์ไพสเฟอรา ไม่นิยมเอาเมล็ดของต้นพันธุ์เทเนอราไปปลูกต่อ เพราะจะทำให้คุณสมบัติต่าง ๆ เช่นปริมาณน้ำคั้นในเปลือกน้อยลง รูป 2-1 แสดงถึงโครงสร้างของผลปาล์มพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปลูกกันอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

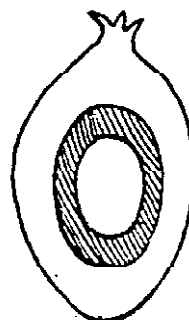
2.2 ลักษณะภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การปลูก

ปาล์มน้ำคั้นชอบภูมิอากาศที่มีความชื้นสูง ฝนตกชุกตลอดปี ปริมาณแสงสว่างมากพอสมควร ที่นที่ปลูกสามารถระบายน้ำได้ดี ไม่มีน้ำขัง หรือท่วมเกิน 3 เดือน ไม่ควรมีฝนแล้งจนเกินไป ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1500 มม.

สำหรับประเทศไทย ที่นที่ซึ่งเหมาะสมแก่การปลูกปาล์มน้ำคั้นคือในภาคใต้ตั้งแต่ชุมพรลงมา และแถบอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เช่น ระยอง จันทบุรี และชลบุรี ในการลงทุนทำสวนปาล์มนั้น ถ้าจะให้คุ้มค่าจะต้องปลูกเป็นปริมาณมาก ๆ ในเนื้อที่มาก ๆ



African Dura

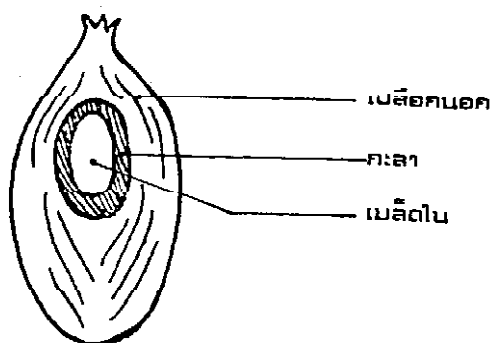


Deli Dura

พันธุ์ดورا : แบ่งเป็น ๒ สายพันธุ์



พันธุ์ฟลิปพอรา



พันธุ์เทเนกรา

รูป 2-1

โครงสร้างของผลปาล์มพันธุ์ต่าง ๆ

ในการสกัดน้ำมันปาล์มนั้น จำเป็นจะต้องรับทำการสกัดโดยเร็วหลังจากเก็บเกี่ยว ทะลายปาล์มจากต้น ทั้งนี้เพราะกรดไขมัน (*fatty acid*) จะเกิดขึ้นในผลปาล์มอย่างรวดเร็ว หลังจากที่จะลายปาล์มถูกเก็บเกี่ยว ทำให้ปริมาณไขมันปาล์มลดน้อยลง ดังนั้นส่วนปาล์มและโรงงานจะต้องตั้งอยู่ใกล้กัน การที่ส่วนปาล์มจะต้องอยู่ใกล้กับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มก็อาจจะทำให้เกิดปัญหาแก่เกษตรกรผู้ปลูกสวนปาล์มได้ คือจะต้องขายให้แก่โรงงานที่อยู่ใกล้ ส่วน ถ้าหากจะบรรทุกทะลายปาล์มไปขายยังโรงงานที่อยู่ห่างไกล นอกจากจะต้องเสียค่าขนถ่ายแล้วยังจะต้องพบกับปัญหาที่ว่ากรดไขมันในผลปาล์มมากเกินไป ทำให้โรงงานไม่รับซื้อหรือซื้อในราคาต่ำ ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มจึงไม่มีกำลังต่อรองกับโรงงานมากนัก ในขณะที่เดียวกันอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มจะต้องแข่งขันกับน้ำมันปาล์มที่สั่งซื้อเข้ามาจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ทำให้โรงงานต้องกำหนดราคาซื้อทะลายปาล์มไว้ต่ำ ซึ่งทำให้เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มรายย่อยเห็นว่าไม่คุ้มค่าและหันไปปลูกพืชอย่างอื่นแทน เพื่อเป็นการแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ บริษัทเจ้าของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ในประเทศไทยจึงพยายามลดความจำเป็นที่จะต้องพึ่งการซื้อทะลายปาล์มจากผู้ปลูกรายย่อยลง โดยแต่ละบริษัทได้เร่งเพิ่มจำนวนเนื้อที่ปลูกปาล์มของบริษัทเอง และทำสัญญาหรือร่วมลงทุนระยะยาวกับผู้ปลูกรายใหญ่ ๆ ในท้องถิ่น

กรรมวิธีการสกัดน้ำมันปาล์มจากเส้นใยและเปลือกของผลปาล์ม นั้นเป็นกรรมวิธีที่รู้จักกันดีอยู่แล้ว จึงไม่เป็นการจำเป็นที่จะต้องนำมากล่าวในที่นี้ถึง ในการสกัดน้ำมันปาล์มก็มีผลพลอยได้อย่างหนึ่งคือ เมล็ดในปาล์ม มีลักษณะเป็นเมล็ดกลม มีความแข็งสูง มีน้ำมันอยู่ประมาณ 51% โดยน้ำหนัก เดิมทีโรงงานจะรวบรวมไว้เมื่อมีปริมาณเมล็ดในมากพอสมควรแล้วก็จะส่งออกไปขายยังประเทศมาเลเซีย เพื่อจะนำไปสกัดน้ำมันต่อไป แต่เนื่องจากปลูกรับราคาของเมล็ดในตกต่ำและค่าขนส่งสูงชัน ทำให้ไม่คุ้มแก่การส่งไปขาย ทางโรงงานหลาย ๆ แห่งจึงได้เก็บเมล็ดในไว้ในสต็อก เพื่อรอให้ราคาดีขึ้น จากการสำรวจที่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแห่งหนึ่งในภาคใต้ พบว่าได้เก็บเมล็ดในไว้เป็นจำนวนมาก และในปัจจุบัน ยังไม่มีโรงงานรับน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มโดยตรงในประเทศไทย แต่มีบางโรงงานได้นำเมล็ดในไปผสมกับผลปาล์มร่วงแล้วนำไปหีบในเครื่อง *screw press* ซึ่งอยู่ในระหว่างการทดลอง

2.3 ส่วนประกอบของเมล็ดในปาล์ม

ปาล์มสด 1 ทะลาย โดยเฉลี่ยจะประกอบด้วยผลปาล์ม 55% และทะลายเปล่า 45% โดยน้ำหนัก ทะลายเปล่าเป็นของเสีย (*waste*) ซึ่งโรงงานใช้เผาทำเชื้อเพลิงและกำจัดทิ้ง ส่วนที่เป็นผลปาล์มสดเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ มีส่วนประกอบโดยเฉลี่ยดังต่อไปนี้⁽³⁾

น้ำมันในเปลือก (<i>palm oil</i>)	29%
น้ำ (<i>water</i>)	27%
กะลา (<i>shell</i>)	30%
เมล็ดใน (<i>kernel</i>)	6%
เส้นใยและสิ่งอื่น ๆ (<i>fibre and residue</i>)	8%

ในโครงการนี้ เราจะมุ่งความสนใจไปที่เมล็ดใน ซึ่งแม้จะมีน้ำหนักเพียง 6% ของผลปาล์มก็ตาม แต่เป็นส่วนที่สามารถนำมาสกัดน้ำมันได้ ในขณะที่ส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำ กะลา และเส้นใย เหล่านี้เป็นของเสีย ซึ่งใช้ประโยชน์ไม่ได้ และในปัจจุบันนี้เมล็ดในยังไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์เท่าที่ควร

จากการทดลองวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันต่อน้ำหนักเมล็ดในภายในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้พบว่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันในเมล็ดในมีประมาณ 40.1% โดยเฉลี่ย อย่างไรก็ตาม เมื่อได้พิจารณาแล้วเห็นว่าการใช้ตัวทำละลาย *normal hexane* ที่ใช้นั้นไม่สามารถสกัดน้ำมันได้หมดสิ้น ยังคงมีน้ำมันเมล็ดในค้างอยู่ในกากเมล็ด ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันในเมล็ดในจึงสูงกว่า 40.1% ผลการทดลองที่ได้ จึงยังไม่ดีเท่าที่ควร จำเป็นต้องขอรับทราบผลการวิเคราะห์จากต่างประเทศ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทภูมิพัฒนา ปาล์มจำกัด

จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตปาล์ม ระบุว่าปริมาณไขมันในเมล็ดในมีค่าโดยเฉลี่ย 50.9% ซึ่งค่านี้ได้จากผลการวิเคราะห์ในประเทศมาเลเซีย โดยทางบริษัทได้ส่งตัวอย่าง เมล็ดในปาล์มไปตรวจลอบ ดังนั้นจึงถือเอาค่านี้เป็นมาตรฐานสำหรับการกำหนดต่อไป นอกจากนี้แล้วยังมีข้อมูลเพิ่มเติม คือ ในกากเมล็ดในปาล์มมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

<i>Carbohydrate</i>	48%
<i>Protiens</i>	19%
<i>Oil</i>	5%
<i>Water</i>	11%
<i>Fibre</i>	13%
<i>Ash</i>	4%

ค่าเหล่านี้พอที่จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาได้

2.4 กรรมวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม

นอกจากนี้ได้มีการทดลองตัดแปลง เครื่องหนีบน้ำมันจากมะพร้าวมาหีบ เมล็ดในปาล์มในโรงงานเอกชน ซึ่งไม่ประสบผลสำเร็จแล้วนั้น ก็ได้มีโรงงานโตฟ้าการสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มอย่างจริงจัง ดังนั้นกรรมวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์มในประเทศไทยจึงยังอยู่ในรูปแบบแน่นอน เป็นที่ยอมรับกันว่า การสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์มอาจทำได้โดยการบดเมล็ดในให้ละเอียด แล้วใช้ตัวทำละลายที่ระเหยง่ายบางชนิด เช่น *hexane* ละลายเอาน้ำมันออกจากเมล็ดใน ต่อจากนั้นทำการระเหยเอา *hexane* ออกก็จะเหลือน้ำมันเมล็ดในปาล์มกรรมวิธีที่กล่าวมานี้ เป็นกรรมวิธีมาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืชในโรงงานขนาดใหญ่ในปัจจุบัน แต่จะต้องใช้เงินลงทุนสูง ซึ่งไม่เหมาะกับโรงงานขนาดเล็ก

เมื่อพิจารณาถึงโรงงานขนาดเล็ก ปรากฏว่ามีทางเลือก 2 ทาง ที่อาจเป็นไปได้ในการพัฒนากรรมวิธีการสกัดน้ำมัน จากการศึกษาถึงปัญหาความล้มเหลวของโรงงานเอกชน

ในการที่จะพัฒนาเครื่องสีข้าวเงินเมล็ดในปาล์ม พบว่าสาเหตุที่ล้มเหลวก็เพราะว่า เมล็ดในปาล์มมีความแข็งสูง ทำให้เกลียวตัดของเครื่องสีข้าวเงินแตกหัก ทางเลือกในการแก้ปัญหาจึงมีอยู่ 2 ทาง คือ

1. จะต้องมีการลดความแข็งของเมล็ดในปาล์มลงโดยการบดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอบไอน้ำหรือต้มในน้ำให้อ่อนตัว ต่อจากนั้นจึงป้อนชิ้นเมล็ดในปาล์มเข้ายังเครื่องสีข้าวเงิน หรือ
2. ป้อนเมล็ดในปาล์มทั้งที่เป็นเมล็ดลงในเครื่องสีข้าวเงินชนิดเพลลาเดี่ยว (*single screw press*) โดยตรง คล้าย ๆ ที่โรงงานเอกชนเคยทดลองมาแล้ว แต่จะต้องออกแบบเครื่องสีข้าวเงินใหม่ให้แข็งแรงทนทานยิ่งขึ้น

ต่อไปนี้จะได้อธิบายเอาทางเลือกทั้ง 2 ทางนี้ขึ้นมาพิจารณา เพื่อจะได้ทำการเลือกแนวทางที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการออกแบบโรงงานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่อไป

2.5 การล้กัดโดยบดและอบเมล็ดในก่อน

ในกรณีวิธีนี้เมล็ดในปาล์มที่ตากแห้งจะถูกบดป่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ เล็กก่อน ต่อจากนั้นจะผ่านการอบด้วยไอน้ำหรือต้มด้วยน้ำ ซึ่งจะทำให้เมล็ดในนุ่มขึ้น ง่ายในการบด และไม่ทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องสีข้าวเงินแตกหักเสียหาย ต่อจากนั้นก็ทำการสีเมล็ดในโดยเครื่องตัดชนิดใช้เกลียวตัดพิเศษเดี่ยว

เมื่อได้ข้าวเงินแล้วก็จะนำข้าวเงินเมล็ดในปาล์มไปกรองเอากากออก จะได้น้ำข้าวปาล์มดิบที่สามารถจำหน่ายได้ ซึ่งน้ำข้าวปาล์มดิบอาจจะถูกนำไปฟอกสี กำจัดกรด และกำจัดกลิ่นเพื่อทำเป็นน้ำข้าวชงสำหรับบริโภคก็ได้

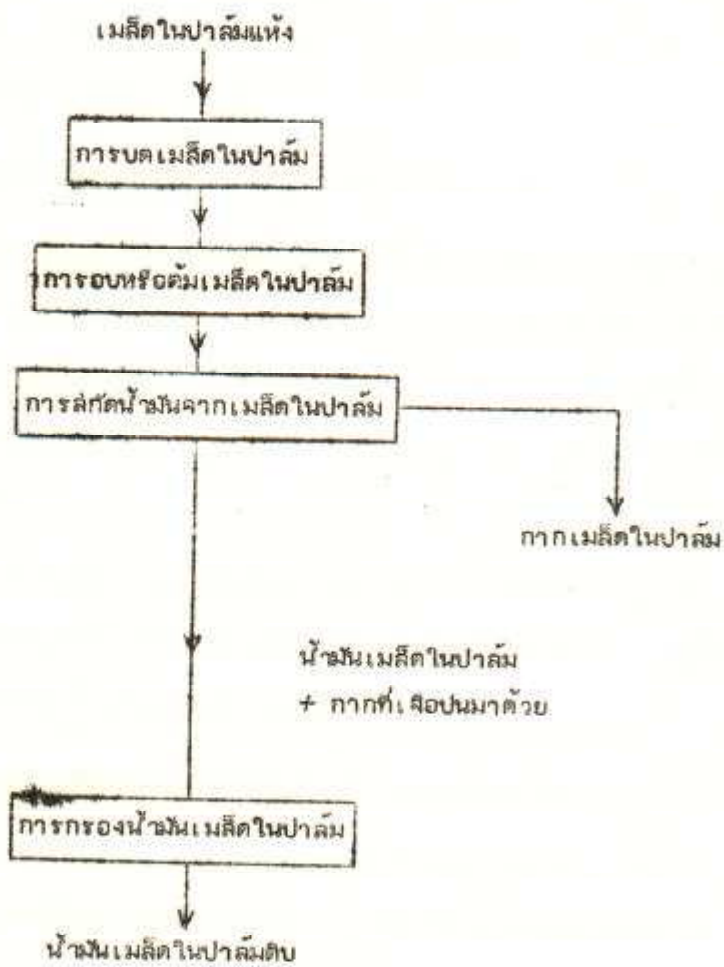
รูป 2-2 แสดงแผนผังของกรรมวิธีการล้กัด โดยบดและอบเมล็ดในก่อน ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ ตามลำดับดังต่อไปนี้

2.5.1 การบดเมล็ดในปาล์ม (*Kernel milling*)

เมล็ดในปาล์มที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองจะต้องผ่านการอบให้แห้งมาแล้ว เพื่อป้องกันการขึ้นรา เมล็ดในเหล่านี้จะถูกบดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ในเครื่องบด เป็นที่เข้าใจกันว่า

บังคับให้เมล็ดในปาล์มเป็นชิ้นเล็กได้เท่าใด ก็จะต้องทำให้การคั้นน้ำมันมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเท่านั้น
 แต่ว่าการบดก็จำเป็นจะต้องมีค่าใช้จ่ายมาเกี่ยวข้อง เช่น ค่าเครื่องบด ค่าพลังงาน ค่าแรงงาน
 เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีการตัดสินใจว่าเป็นการคุ้มค่าหรือไม่ที่จะจัดให้มีกระบวนการบดเมล็ดใน

จากการทดลองบดเมล็ดในปาล์มด้วยเครื่องบดหลาย ๆ ชนิด เพื่อเปรียบเทียบเป็น คือ
 เครื่องบดแบบเครื่องบดเนื้อ แบบ *jaw crusher* และแบบ *pulverising mill* และได้ทำ



รูป 2-2

กรรมวิธีการสกัดโดยบดและคั่วเมล็ดในเสียก่อน

การวิเคราะห์การกระจายของชิ้นเมล็ดในป่น (*kernel meal*) สามารถสรุปได้ว่า เครื่องบดเนื้อไม้ไม่สามารถใช้บดเมล็ดในปาล์มได้ เพราะเมล็ดในจะจุดชนในเครื่องบดเสมอ เครื่อง *jaw crusher* สามารถบดเมล็ดโตโดยเฉลี่ยประมาณ 34 กก. ต่อ ชั่วโมง เครื่อง *pulverising mill* สามารถบดได้ 15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งสองชนิดนี้สามารถนำมาใช้งานได้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับกำลังการผลิตเพราะสามารถออกแบบและสร้างเครื่องให้ใหญ่และอัตราการบดเร็วขึ้นได้โดยง่าย หรือเพิ่มจำนวนเครื่องบดให้เพียงพอต่อความต้องการ แต่เครื่อง *jaw crusher* บดเมล็ดได้ละเอียดดีกว่าและรวดเร็วกว่า จึงควรจะได้รับพิจารณาก่อนในการบดเมล็ดใน ถ้าจะไปกระบวนการผลิตแบบป่นเมล็ดในก่อนการหีบน้ำมัน

2.5.2 การอบหรือต้มเมล็ดในปาล์ม (*Kernel sterilization*)

เมล็ดในปาล์มที่ถูกต้มมาแล้วก่อนที่จะถูกนำไปหีบน้ำมันจะต้องนำมามันผ่านการอบด้วยไอน้ำหรือต้มในน้ำเดือดเสียก่อน เพื่อให้เมล็ดในมีผลลดความหนืดของน้ำมันให้ต่ำลง ซึ่งอาจจะช่วยให้การหีบน้ำมันมีประสิทธิภาพขึ้นและน้ำขังไหลออกจากกระบอกสกัดได้รวดเร็วขึ้น เป็นที่เข้าใจกันว่าอุณหภูมิในการอบไม่ควรเกิน 130°C เพราะจะทำให้ไขมันเมล็ดในกลายเป็นสีน้ำตาล ซึ่งยุ่งยากแก่การฟอกสี

ในกรณีของโรงงานขนาดเล็กซึ่งไม่มี *boiler* สำหรับผลิตไอน้ำ แทนที่จะใช้การอบไอน้ำ ก็สามารถเปลี่ยนมาใช้การนำเมล็ดในที่ป่นแล้วมาต้มในน้ำร้อน 100°C โดยใช้เวลาประมาณ 40 นาที ก็จะได้ผลให้เมล็ดในปาล์มนุ่มเช่นเดียวกัน

2.5.3 การสกัดน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (*Kernel oil extraction*)

สำหรับโรงงานขนาดเล็ก กรรมวิธีการสกัดที่เป็นที่สนใจกันอยู่มี 2 วิธี วิธีแรกก็คือการใช้เครื่องหีบน้ำมันแบบ *hydraulic press* เครื่องชนิดนี้มีต้นทุนค่อนข้างสูงทำงานได้ช้า และไม่ต่อเนื่อง วิธีที่สองซึ่งอาจจะเหมาะสมต่อการสกัดน้ำมันในโรงงานขนาดเล็กก็คือการใช้เครื่องหีบน้ำมันแบบ *screw press* ซึ่งสามารถหีบเมล็ดในสกัดน้ำมันอย่างต่อเนื่อง ความยืดหยุ่นในการออกแบบซึ่งสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ง่าย และราคาของเครื่องจะไม่แพงนัก การออกแบบและพัฒนาเครื่องหีบเมล็ดในปาล์มชนิด *screw press* เพื่อสกัดน้ำมันจะเป็นงานหลักงานหนึ่งของโครงการวิจัยนี้

ในโครงการนี้จะเน้นในแง่การพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันโดยไม่มีการปั่นและต้มเมล็ดใน ทั้งนี้เพราะต้องการจะให้ได้กระบวนการที่ง่ายและประหยัดที่สุดและจะหลีกเลี่ยงการปั่นและต้มเมล็ดใน ถ้าสามารถหลีกเลี่ยงได้

2.5.4 การกรองน้ำมันเมล็ดในปาล์ม (*Kernel oil filtration*)

เนื่องจากน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่ได้จากการบีบจะยังมีกากเมล็ดในปะปนอยู่ ดังนั้นจะต้องทำการกรองเอากากออก ในทางอุตสาหกรรมนิยมใช้ *filter press* ซึ่งเป็นเครื่องกรองชนิดที่รู้จักกันดี และมีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มทั่วไป

2.6 การสกัดโดยไม่มีปั่นและไม่มีอบเมล็ดใน

แม้ว่าจากประสบการณ์ของโรงงานหีบน้ำมันมะพร้าวจะพบว่า เมล็ดในปาล์มมีความแข็งสูง ทำให้ชิ้นส่วนบางชิ้น เช่น เกลียววัดลึกหรือและแตกหักอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้จำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกในการสกัดโดยจัดให้มีการปั่นและอบหรือต้มเมล็ดในให้แห้งเสียก่อน แต่ทางเลือกดังกล่าวนี้ ทำให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์หลายอย่าง เช่น เครื่องปั่นเมล็ดใน และหม้อต้มเมล็ดใน การที่ต้องเพิ่มขึ้นตอนของการต้มหรืออบ และการปั่นเมล็ดในทำให้กระบวนการผลิตต้องยุ่งยากและสิ้นเปลืองเพิ่มขึ้น และทำให้ต้องเสียค่าอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเนื้อที่ติดตั้งอุปกรณ์ ตลอดจนค่าแรงงานที่จะใช้ในการควบคุมเครื่องเหล่านี้

ทางเลือกอีกทางหนึ่งในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม ก็คือการปั่นเมล็ดในเข้าเครื่องหีบน้ำมันโดยตรง เครื่องหีบน้ำมันชนิด *hydraulic press* เป็นเครื่องชนิดทำงานไม่ต่อเนื่อง และราคาของเครื่องค่อนข้างสูง ในโครงการนี้ได้เลือกที่จะออกแบบ ทดสอบและพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มใช้เกลียววัดเพลาดียว (*single shaft screw press*) ซึ่งเป็นเครื่องชนิดที่มีราคาถูก และเหมาะแก่โรงงานขนาดเล็ก

2.7 ข้อสรุป

ในบทนี้ได้ทำการศึกษาถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปาล์มน้ำมันและการสกัดน้ำมันจาก

เมล็ดในปาล์ม วัตถุประสงค์หลักที่เป็นไปได้ 2 ทาง คือ ทางแรกเป็นกรรมวิธีซึ่งจะต้องป่นและต้มเมล็ดในให้ نرم แล้วจึงหีบน้ำมันจากเมล็ดใน โดยอาศัยเครื่องหีบชนิดใช้เกลียวอัดเพลลาเดี่ยว ซึ่งจะสร้างขึ้นมาเพื่อทำการทดลอง ทางเลือกทางที่สองคือการนำเมล็ดในมาป้อนเข้าเครื่องหีบน้ำมันโดยตรง โดยไม่มีการป่นหรือการต้มเมล็ดใน ในที่นี้ได้ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ 2 คือหีบน้ำมันจากเมล็ดในโดยตรง เพราะจะตัดขั้นตอนการทำงานลดลง ซึ่งเหมาะสมกับโรงงานขนาดเล็ก

เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มชนิดใช้เกลียวอัดเพลลาเดี่ยวเป็น เครื่องมือสำคัญที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้ การออกแบบเครื่องหีบและการทดลอง เพื่อพัฒนา เครื่องหีบจะได้นำมาพิจารณาในบทที่ 3

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนา เครื่องหีบน้ำมัน เมล็ดในปาล์ม

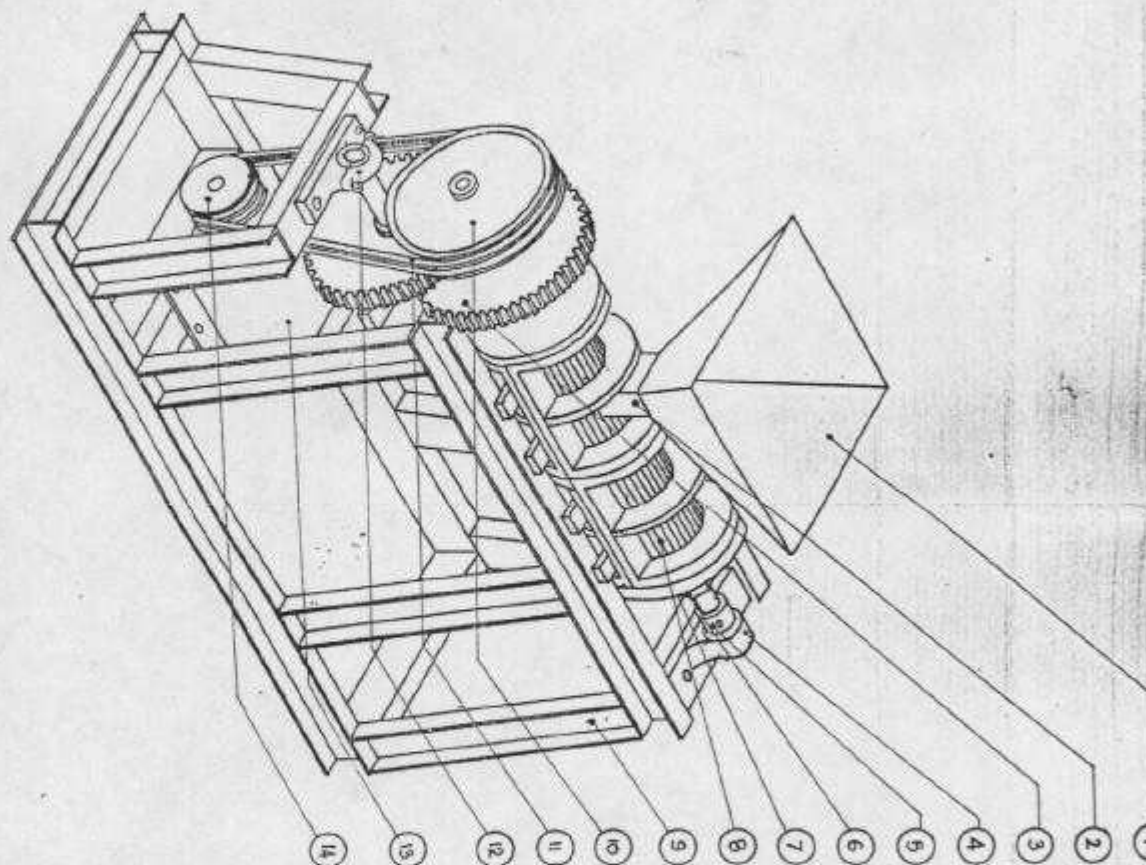
เครื่องหีบน้ำมันชนิดใช้เกสียวัดคเพลลาเดี่ยว (*single shaft screw press*) ไม่ใช่ของใหม่ แต่เป็นเครื่องจักรมาตรฐานที่ใช้ในการหีบน้ำมันจากเนื้อมะพร้าวแห้ง หรือในการหีบน้ำมันจากเส้นใยปาล์มและจากพืชน้ำมันอื่น ๆ เช่น เมล็ดยางพารา เป็นต้น บริษัทเอกชนหลายรายได้เคยทดลองใช้เครื่องอัด *screw press* มาใช้หีบน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม แต่ประสบความล้มเหลว ทั้งนี้เพราะเนื่องจากเมล็ดในปาล์มมีความแข็งสูง ทำให้เกสียวัดสึกหรอและแตกหักอย่างรวดเร็ว จนทำให้บริษัทเหล่านี้ต้องล้มเลิกความพยายามไปในที่สุด

3.1 การออกแบบและการพัฒนา เครื่องหีบน้ำมัน เมล็ดในปาล์ม

แม้ว่าจะเคยมีผู้ทดลองและล้มเหลวมาแล้ว ผู้ดำเนินโครงการนี้มีความเห็นว่าหากได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างถี่ถ้วน โดยใช้เวลาในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นานาพอสมควรแล้วก็เป็นไปได้อย่างยิ่งที่จะพัฒนา เครื่องหีบน้ำมัน เมล็ดในปาล์มชนิดใช้เกสียวัดให้เป็นผลสำเร็จได้ ดังนั้นจึงได้หยิบเอาแนวความคิดที่จะออกแบบ เครื่องหีบน้ำมันคล้าย ๆ กับเครื่องหีบน้ำมันมะพร้าวหรือเครื่องหีบน้ำมันจากเส้นใยเมล็ดปาล์ม แต่จะได้ทำการออกแบบชิ้นส่วนสำคัญบางชิ้นให้เหมาะสมแก่การหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ต่อจากนั้นจะได้ทำการออกแบบเกสียวัด แล้วทำการทดลองหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม เพื่อประเมินความสามารถของเครื่อง

รูป 3-1 แสดงให้เห็นถึงภาพของเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มและรูป 3-2 ถึง 3-4 แสดงถึงภาพวาดของส่วนต่าง ๆ ของเครื่องหลังจากที่ได้ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องจนใช้การได้แล้ว ซึ่งลักษณะทั่วไปของเครื่องหีบน้ำมันนี้ได้รับการออกแบบขึ้นต้น พัฒนาและสร้างโครงสร้างส่วนใหญ่มาแล้วโดยสังเขปและคณะ⁽²⁾ และจะได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมในโครงการวิจัยนี้

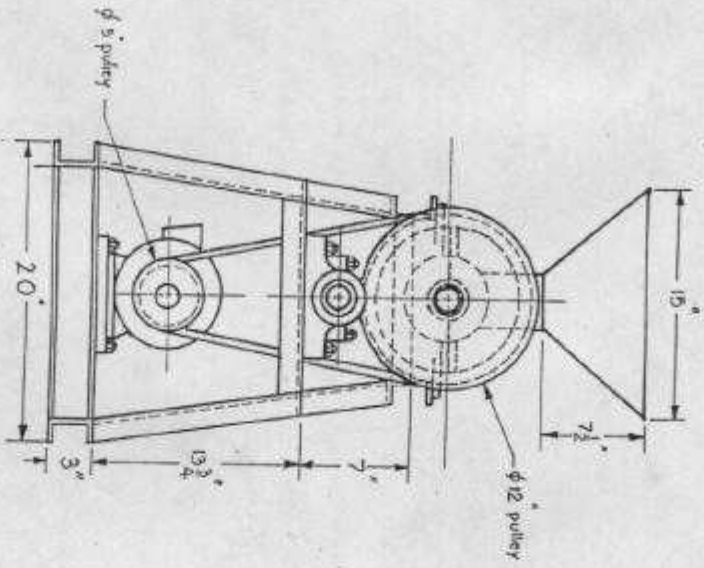
ตัวเครื่องนั้นมีส่วนประกอบสำคัญคือ *shaft* ซึ่งตรงส่วนท้ายไว้ด้วย *roller bearing* ซึ่งสามารถรับได้ทั้ง *axial load* และ *radial load* ส่วนหัวของ *shaft* จะไว้



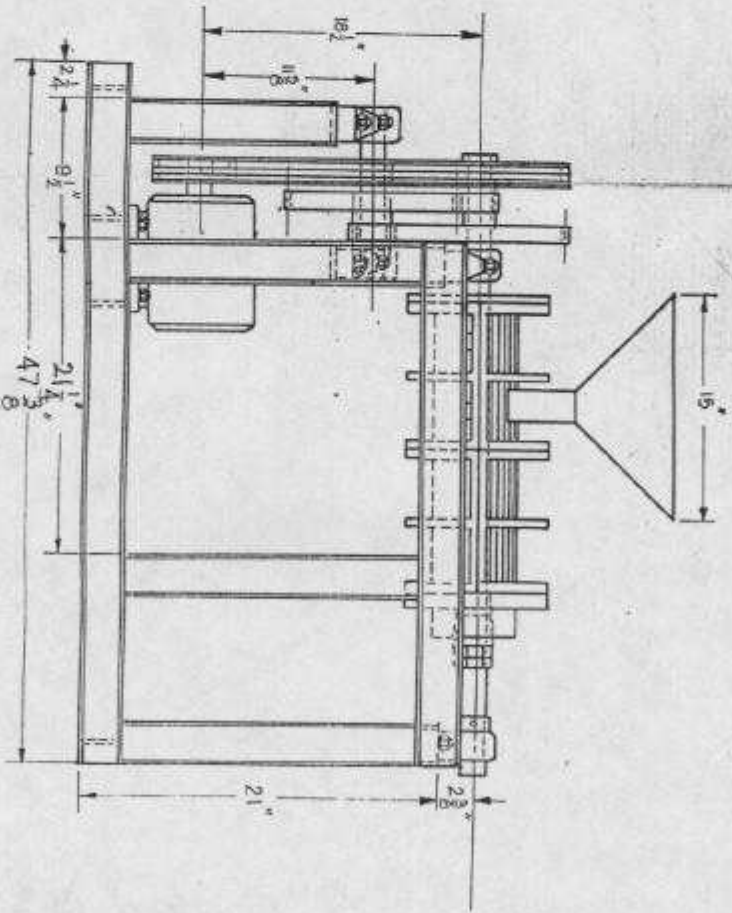
Pc. NO	NAME
1	Hopper
2	Kernel Feeder
3	Spur Gear
4	Taper Roller Bearing
5	Bearing-support Ring
6	Nut
7	Cone
8	Cylinder
9	Supporting Frame
10	Ø12"-Pulley
11	V-Belt
12	Ball Bearing
13	Driving Motor
14	Ø5"-Pulley

รูป 3-1
เครื่องพ่นน้ำเมล็ดในบดปาล์ม

Drawn	<i>Amir</i>	DATE	28.09.14
Checked	<i>Spur Gear</i>	DEPARTMENT	INDUSTRIAL ENGINEERING
Std. Checked	<i>Spur Gear</i>	OF	
Designed	<i>Amir</i>	INDUSTRIAL ENGINEERING	
Scale		Dwg. No.	



FRONT VIEW

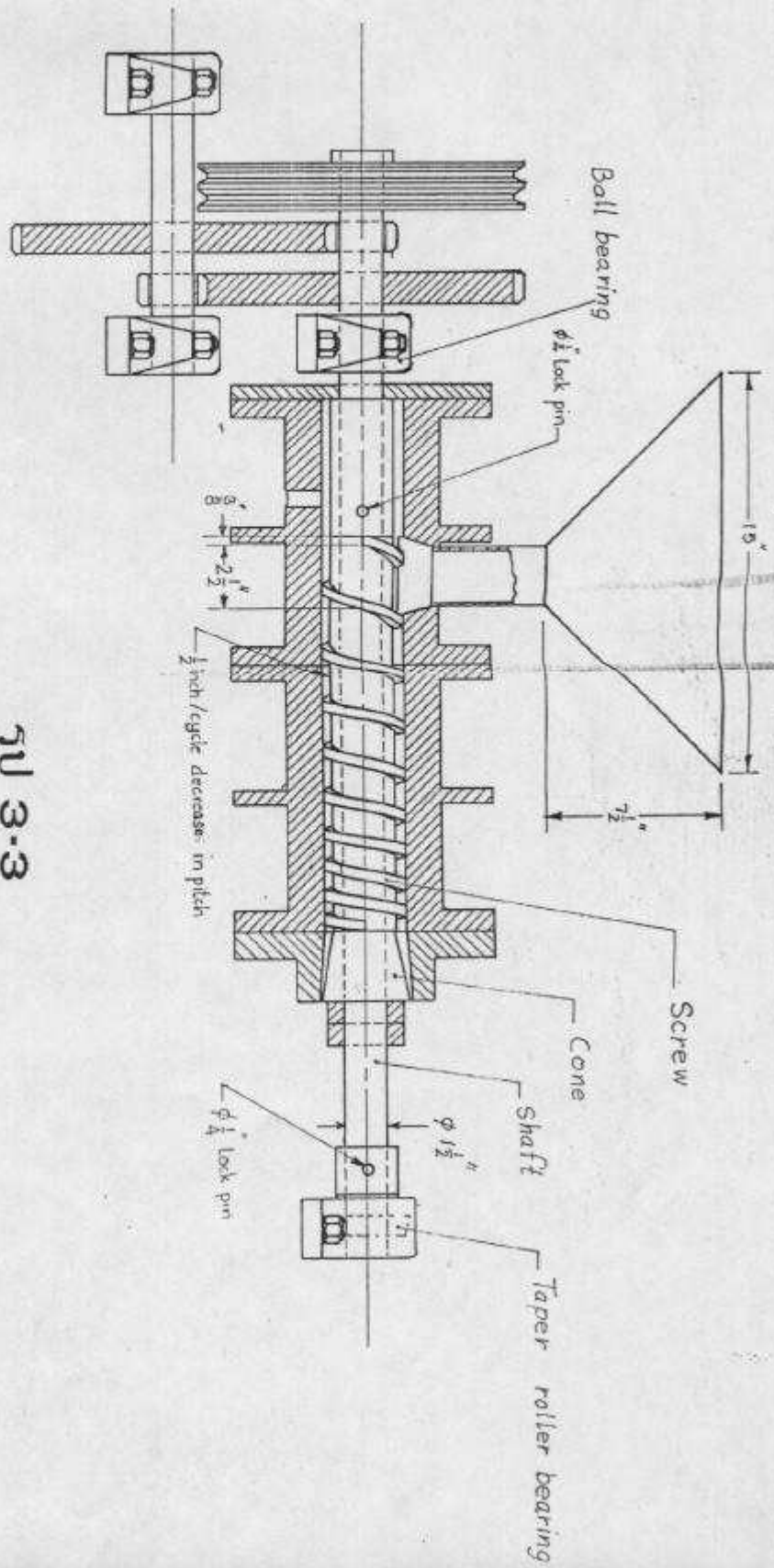


SIDE VIEW

รูป 3-2

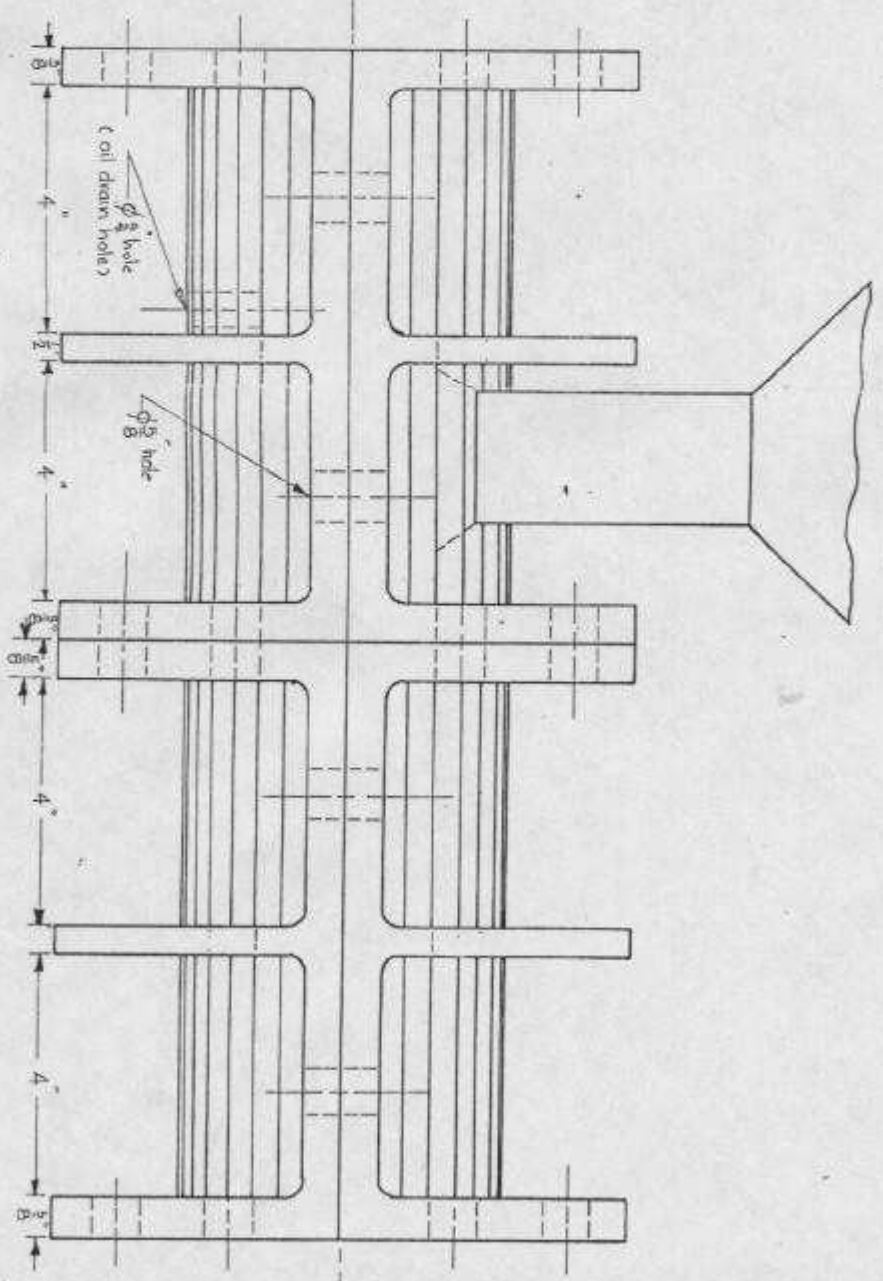
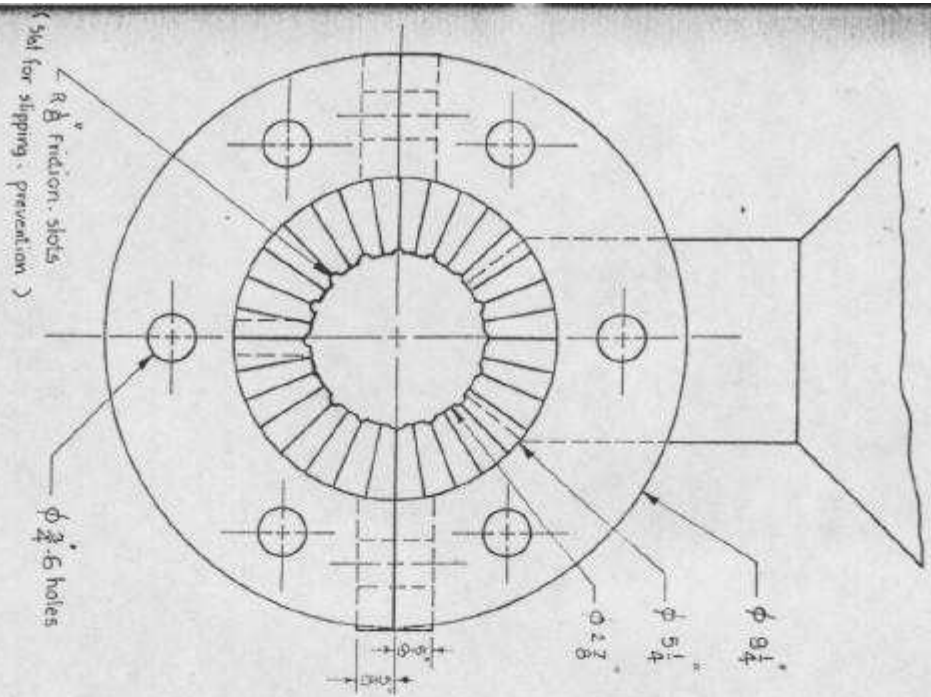
เครื่องหีบเมล็ดกาแฟ

Drawn	<i>Admiral</i>	28. 2. 24	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Checked	<i>Don P. ...</i>		
Sid. Checked	<i>Don P. ...</i>		
Designed	<i>Admiral</i>		
Scale	1 : 10	KERNEL OIL SCREW PRESS	
Dwg. No.	002		



รูป 3-3 ส่วนประกอบของแบริ่ง

Drawn	<i>John P.</i>	28.1.0.2K	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEER
Checked	<i>Thon-Phong</i>		
Std. Checked	<i>Wor Sungsri</i>		
Designed	<i>John P.</i>		
Scale			
Dwg. No.			



3-4
 ภาชนะบรรจุยา

Drawn	<i>[Signature]</i>	28.9.54	DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Checked	<i>[Signature]</i>		
Sld. Checked	<i>[Signature]</i>		

ด้วย *ball bearing* ซึ่งรับเฉพาะ *radial load* ปลายด้านหัวของ *shaft* ติดไว้ด้วยระบบเกียร์และ *pulley* ซึ่งจะรับถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า

ตอนกลางของ *shaft* ส่วนไว้ด้วยเกลียวซึ่งตรึงติดกับ *shaft* โดยอาศัย *key* เกลียวและ *shaft* จะถูกหุ้มไว้ด้วยโครงนอกหรือกระบอกยึด (*case*) ซึ่งมีลักษณะคล้ายทรงกระบอก สร้างขึ้นมาจากเหล็กเส้น เชื่อมติดกันอย่างแข็งแรง

ด้านล่างของโครงนอกจะเจาะรูไว้เพื่อให้ไขมันไหลออกมาได้ และโครงนอกจะถูกขันเกลียวติดกับโครง (*frame*) อย่างแข็งแรง ส่วนท้ายของ *shaft* จะสวมไว้ด้วย *cone* ซึ่งเป็นชิ้นส่วนรูปกรวย *cone* จะสามารถปรับเข้าออกตามแนวแกนของ *shaft* ได้เพื่อปิดเปิดช่องว่างระหว่าง *shaft* กับโครงนอก ทั้งนี้เพื่อใช้ปรับแรงยึดของเกลียวบนแม่เหล็กในปาล์ม

ในการออกแบบเครื่องตีน้ำมันแม่เหล็กในปาล์ม ได้ประมวลผลสรุปผลหลายประการ เป็นดังนี้ว่า ขาดข้อมูลด้านเทคนิคหลายประการ จำเป็นต้องใช้วิธี *trial and error* เป็นส่วนมาก คือทดลองสร้างดูก่อนแล้วทำการทดลองเครื่อง หากพบปัญหาจึงทำการวิเคราะห์ปัญหาและหาทางแก้ไข ข้อมูลทางเทคนิคบางประการ เป็นต้นว่าความเร็วรอบ ลักษณะของเกลียวยึด ได้มาจากเครื่องตีน้ำมันมะพร้าว หรือเครื่องตีน้ำมันจากเส้นใยปาล์ม เหล่านี้ใช้ได้เป็นแต่เพียงแนวทางการพิจารณา ไม่สามารถที่จะนำมาใช้ได้กับเครื่องตีน้ำมันแม่เหล็กในปาล์มโดยตรง

สภาวะการตีที่ใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบและพัฒนามีดังต่อไปนี้

ความเร็วรอบเมื่อไม่มีการตี	15 rpm
ความเร็วรอบขณะตีน้ำมัน	14 rpm
กำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า	4.0 hp.
มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิด	3 phase

3.2 การออกแบบเกลียวยึด

เกลียวยึดเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญ และสาเหตุที่ทำให้การพัฒนาเครื่องตีน้ำมันแม่เหล็กในปาล์มในอดีตไม่เป็นผลสำเร็จ ก็เพราะเกลียวแตกหักหรือสึกหรออย่างรวดเร็ว ในโครงการนี้จึง

ได้ให้ความสำคัญแก่การออกแบบเกลียววัด และจะได้อธิบายถึงขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาเกลียววัดดังต่อไปนี้

3.2.1 เกลียววัดแบบที่ 1

เกลียววัดแบบแรกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ขนาดของระยะ *pitch* $2\frac{1}{2}$ นิ้ว เพื่อความง่ายในการผลิตได้หล่อจาก *carbon steel* โดยแบ่งเกลียวออกเป็น 6 ชั้น แต่ละชั้นยาว $2\frac{1}{2}$ นิ้ว แล้วสวมลงบน *shaft* ดังรูป 3-5 เกลียวหมายเลข 6 จะอยู่ใกล้กับ *cone* ส่วนเกลียวหมายเลข 1 จะอยู่ใกล้กับเฟืองต้น

ได้ทำการทดลองหีบเมล็ดในปาล์มด้วยความเร็วรอบ 14 rpm. เพียง 42 นาที ก็จำเป็นต้องหยุดเครื่อง เพราะมีชิ้นส่วนแตกหักเสียหาย จากการตรวจสอบว่า *key* ทางด้านหัวเครื่องที่เฟืองขับแตกหัก นอกจากนั้นแหวน (*ring*) บน *shaft* ที่ติดอยู่กับ *cone* ก็แตกหักด้วย เข้าใจว่าสาเหตุเกิดแรงกดดันที่ *cone* มากเกินไป ทำให้แหวนที่อยู่ระหว่าง *cone* กับเกลียวแตก และยังทำให้เกิด *torque* สูงจนทำให้ *key* ที่เฟืองขับแตกไปด้วย

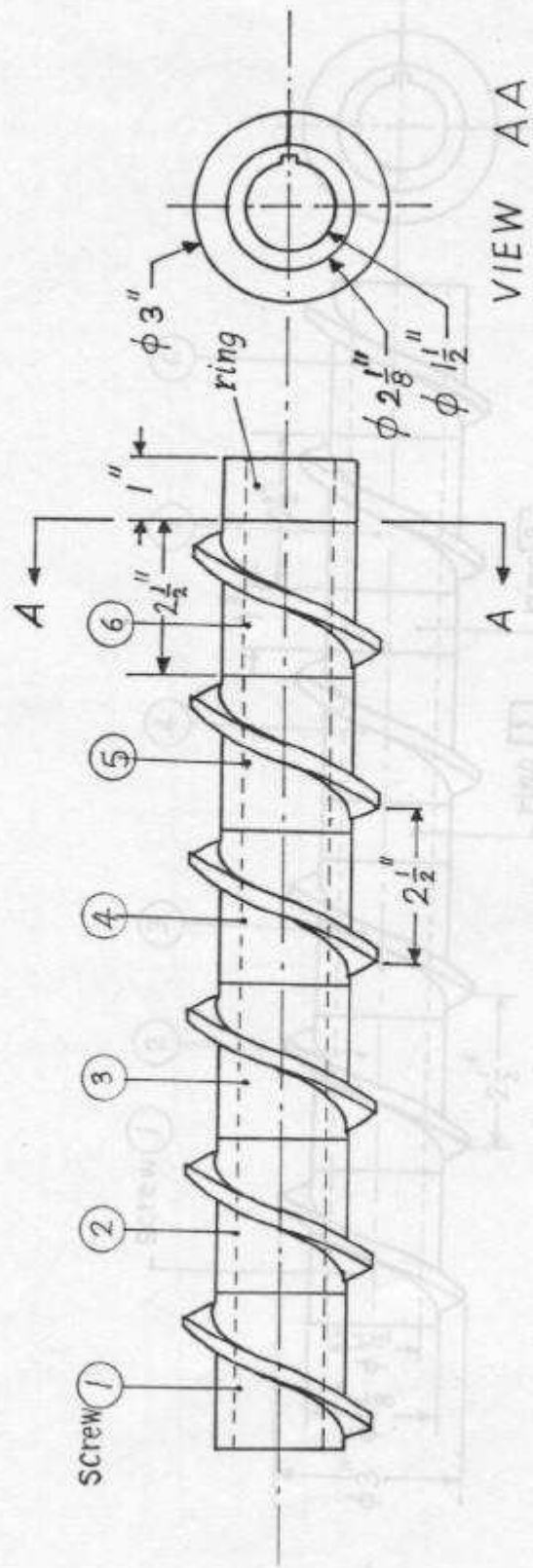
3.2.2 เกลียววัดแบบที่ 2

หลังจากที่ทำการซ่อมเครื่องและเปลี่ยน *key* แล้ว ได้ทำการจัดแหวนใหม่ ดังแสดงในรูป 3-6 แหวนหมายเลข 1 อยู่ระหว่างเกลียวหมายเลข 3 และ 4 ส่วนแหวนหมายเลข 2 จะอยู่ระหว่างเกลียวหมายเลข 4 และ 5 การจัดให้แหวนเพิ่มขึ้นและเลื่อนแหวนให้ห่างจาก *cone* ก็โดยหวังว่าจะลดแรงอัดบนเกลียวและแหวนลงได้บ้าง เพื่อจะได้กำจัดการแตกหัก

จากการทดลองพบว่าหลังจากทดลองหีบน้ำมันไปได้ 30 นาที เกลียวหมายเลข 6 ซึ่งอยู่ติดกับ *cone* เกิดการแตกหัก แสดงให้เห็นว่าแรงกดดันระหว่างเกลียวตัวสุดท้ายกับ *cone* ยังสูงเกินไป

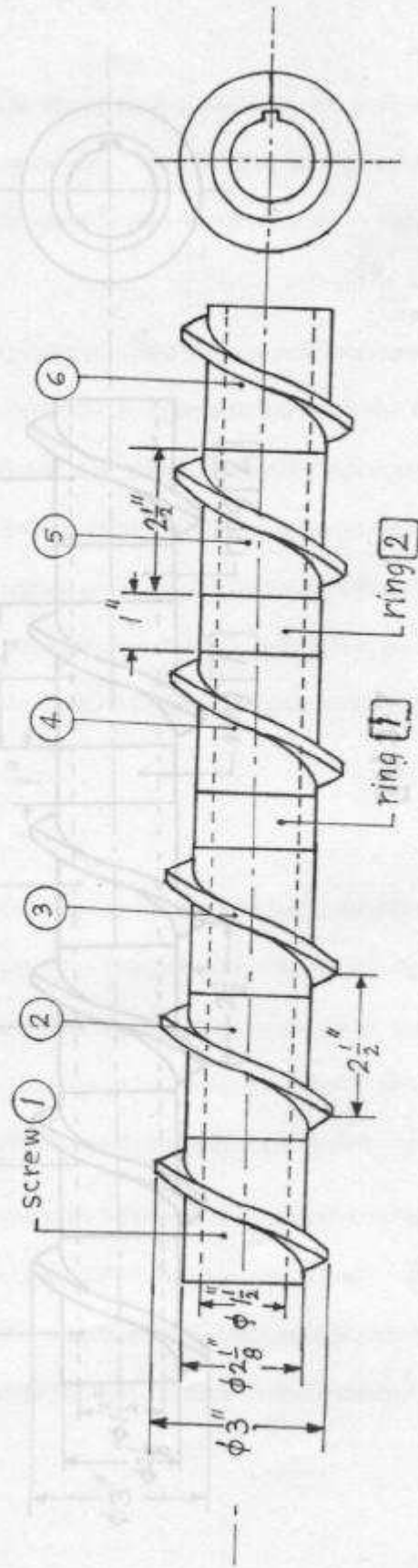
3.2.3 เกลียววัดแบบที่ 3

ได้ทำการทดลองเลื่อนแหวนเข้าใกล้ปลาย *cone* ยิ่งขึ้น คือให้อยู่ระหว่างเกลียวหมายเลข 4-5 และ 5-6 ดังรูป 3-7 โดยหวังว่าการกระทำดังกล่าวจะช่วยลดแรงอัดบนเกลียวหมายเลข 6 ลง

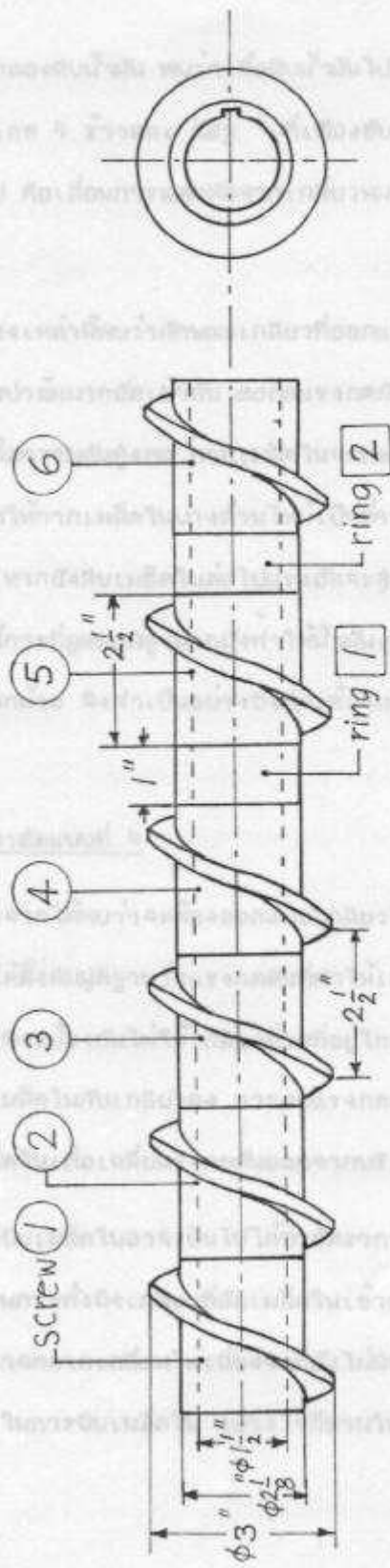


รูป 3-5
เกลียวัดแบบที่ 1

เกลียวัดแบบที่ 2



เกลียวัดแบบที่ 3
รูป 3-6
เกลียวัดแบบที่ 2



รูป 3-7
เกลียวอัดแบบที่ 3

เมื่อทำการทดลองต้นโพธิ์ พบว่าเมื่อหั่นโพธิ์ไปได้ 40 นาที เกสียวหมายเลข 5 แดกหัก ส่วนเกสียวหมายเลข 4 ร้าวและ *key* ที่เฟืองขับขาด สรุปลงได้เช่นเดิมว่าแรงกดต้นเกสียวยังมีค่าสูงเกินไป คือเลื่อนการแตกหักจากเกสียวหมายเลข 6 ไปเป็นเกสียวหมายเลข 5 แทน

จากการทดลองเหล่านี้พบว่าลักษณะเกสียวที่ออกแบบไว้ไม่เหมาะสม เพราะการบีบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อเมล็ดในปาล์มมากอัดเข้ากับ *cone* แรงกดต้นนี้ก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งน้ำมันเมล็ดในถูกบีบออกมาเมื่อความดันสูงพอ หากเมล็ดในจะทะลุหรือประทุออกมาส่วนหนึ่ง แรงดันและจุดหนีจะสูงมากจนทำให้กากเมล็ดในบางส่วนไหม้เป็นถ่านแข็งเกาะแน่นกับปลาย *cone* จนไม่สามารถไหลออกมาได้ หากยังหีบเมล็ดในต่อไปแรงอัดจะสูงจนกระทั่งทำให้เกสียวแหวน และ *key* แตกหักได้ นอกจากนี้การที่จุดหนีสูงมากยังทำให้ น้ำมันเมล็ดในระเหยเป็นไอหายไป อากาศอีกเป็นจำนวนมากอีกด้วย จึงจำเป็นต้องออกแบบเกสียวอัดเสียใหม่เพื่อลดแรงอัดและจุดหนีลง

3.2.4 เกสียวอัดแบบที่ 4

เนื่องจากได้พบว่าจะต้องออกแบบเกสียวใหม่ เพื่อลดแรงกดต้นเกสียวตัวสุดท้ายที่ติดกับ *cone* ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานว่าแรงกดต้นที่ทำให้เกสียวแตกหักคือแรงที่กากเมล็ดในกดลงบนเกสียว ดังนั้นการที่จะป้องกันไม่ให้เกสียวส่วนที่อยู่ใกล้กับ *cone* แตกหักก็ต้องพยายามลดแรงกดต้นระหว่างกากเมล็ดในกับเกสียวลง การลดแรงกดต้นนี้จะได้ก็โดยจัดให้เกสียวทุกๆ ส่วนได้มีส่วนในการบีบเมล็ดในเพื่อเฉลี่ยแรงกดต้นออกจากบริเวณใกล้กับ *cone*

การเฉลี่ยแรงบีบเมล็ดในอาจเป็นไปได้ถ้าอัตราการหดตัวของเมล็ดในสม่ำเสมอ นับตั้งแต่เกสียวที่รับเมล็ดในจนกระทั่งถึงเกสียวที่อัดเมล็ดในเข้ากับ *cone* ผู้วิจัยตระหนักดีว่าการตั้งข้อสมมุติฐานเช่นนี้อาจคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง *stress* และ *strain* ในการบีบเมล็ดใน อย่างไรก็ตามในขั้นนี้จะทดลองใช้สมมุติฐานนี้ดูก่อนว่าจะใช้ได้หรือไม่

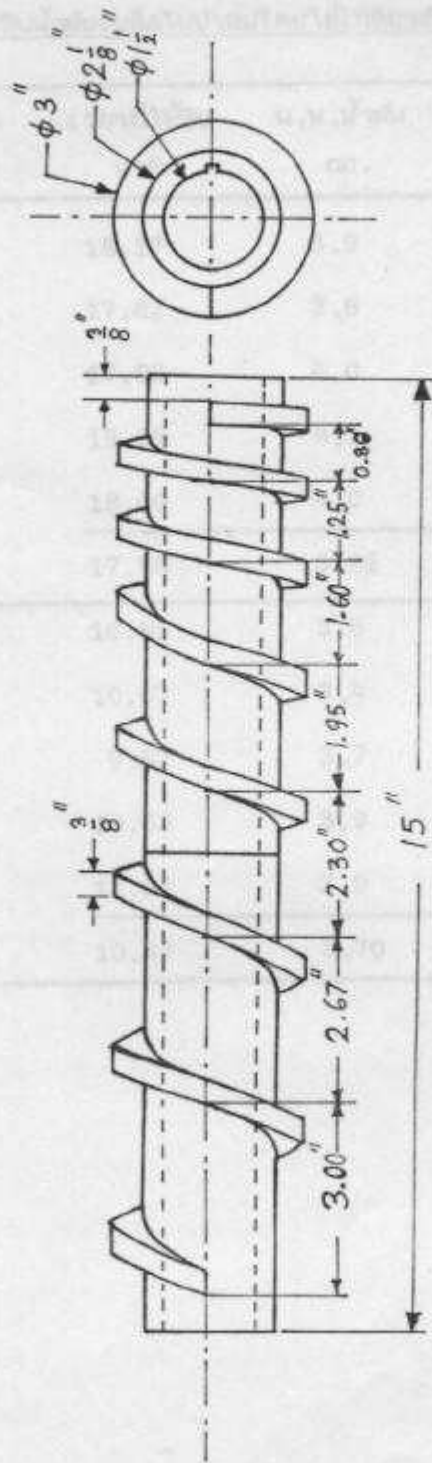
ก่อนที่จะออกแบบเกลียววัด ได้ทำการทดลองหาอัตราส่วนของปริมาตรเมล็ดในปาล์ม ก่อนการหีบน้ำมันต่อปริมาตรของกากเมล็ดใน พบว่าอัตราส่วนจะเป็น 6 ต่อ 1 โดยประมาณ ดังนั้นถ้าต้องการจะให้แรงอัดกระทำบนสันเกลียวโดยสม่ำเสมอ ระยะ *pitch* ของเกลียวช่วงแรก ก็ควรจะใหญ่กว่าช่วงเกลียวตัวสุดท้ายก่อนจะป้อนเมล็ดในเข้าหา *cone* ลักษณะของเกลียววัด แบบที่ 4 ที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ได้แสดงไว้ในรูป 3-8 เกลียวแบ่งเป็น 2 ชั้น มีความยาวชั้นละ $7\frac{1}{2}$ นิ้ว สร้างขึ้นจากท่อเหล็ก *carbon steel* ชั้นเกลียวตัดจากเหล็กแผ่น *carbon steel* ผลิตเป็นรูปแล้วเชื่อมติดกับท่อเหล็ก ต่อจากนั้นทำการเจาะระยะในตอกแต่งแล้วเจาะร่อง *key* เพื่อให้สามารถสวมติดบน *shaft* ของเครื่องอัดได้

นอกจากจะสร้างเกลียวดังกล่าวแล้ว ยังได้ตกแต่งผิวในของกระบอกอัด โดยทำการเจาะร่องตามความยาวให้ลึกเพิ่มเติม เพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดในปาล์มหมุนตามเกลียว แต่ให้เคลื่อนไปตามแนวแกนของเพลลา ทำการเจาะรูที่ผนังของโครงนอกเพิ่มเติมเพื่อจะได้ระบายน้ำมันเมล็ดในออกรวดเร็วยิ่งขึ้น หลังจากนี้ก็ได้ทำการทดลองหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ซึ่งรายละเอียดของผลการทดลองจะได้หีบออกมาแสดงในหัวข้อต่อไป

3.3 การทดลองหีบน้ำมันโดยใช้เกลียววัดแบบที่ 4

ตัวแปรที่นำมาศึกษาในการทดลองชุดนี้คือ ความเร็วรอบของเกลียววัด ในขั้นนี้ได้ทำการพิจารณาค่าของความเร็วยุทธ 2 ค่า คือ 14 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และ 24 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูง ในการทดลองได้ทำการป้อนเมล็ดครั้งละ 10 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการหีบน้ำมัน ซึ่งน้ำหนักน้ำมันที่หีบได้ ซึ่งน้ำหนักกากเมล็ดใน จากนั้นทำการคำนวณหาอัตราการผลิต โดยเอาน้ำหนักเมล็ดในตั้งหารด้วยเวลาที่ใช้หีบแล้วแปลงค่าเป็นหน่วย กิโลกรัมต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพในการหีบซึ่งคำนวณได้จากน้ำหนักน้ำมันที่หีบได้หารด้วยน้ำหนักน้ำมันทั้งหมดในเมล็ดใน ซึ่งจะมีอยู่ 0.509×10 กิโลกรัมในการทดลองแต่ละครั้ง

ตาราง 3-1 แสดงผลการทดลองที่ได้จากการหีบน้ำมันโดยใช้เกลียววัดแบบที่ 4



รูป 3-8
เกลียวอัดแบบที่ 4

ตาราง 3-1

ผลการทดลองหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มโดยใช้เกลียวอัดแบบที่ 4

ความเข็วรอบ รอบ/นาที	น.น. เมล็ดใน กก.	เวลาที่ใช้หีบ นาที	น.น. น้ำมัน กก.	น.น. กาก กก.	อัตราการผลิต กก./ชม.	ประสิทธิ ภาพ %
14	10	18.17	3.9	5.3	33.03	75.0
14	10	17.82	3.8	5.8	33.68	74.7
14	10	17.92	4.0	5.5	33.49	78.8
14	10	19.85	4.1	5.9	30.32	80.6
14	10	18.00	4.0	5.7	33.33	78.6
	เฉลี่ย	17.98	3.96	5.64	32.8	77.8
24	10	10.45	3.6	6.0	57.42	70.7
24	10	10.67	3.4	6.2	56.25	66.8
24	10	9.62	3.7	5.9	62.39	72.7
24	10	10.63	3.9	5.9	57.14	76.6
24	10	11.00	3.9	5.9	54.50	76.6
	เฉลี่ย	10.47	3.70	5.98	57.5	72.7

จากการสังเกตระหว่างการทดลอง ได้พบว่า ในกรณีของการบีบอัดที่ความถี่รอบ 14 รอบ ต่อนาที นั้น ภาวเมล็ดในค้ำยออกมาจากเครื่องจะมีลักษณะแห้งผาก แสดงว่ามีไขมัน เหลืออยู่ปนกับภาวเมล็ดในน้อยมาก ค่าเฉลี่ยของอัตราการผลิต 32.75 กิโลกรัมเมล็ดในต่อชั่วโมง พบได้ว่าไม่ต่ำจนเกินไป สำหรับเครื่องขนาดเล็กเช่นนี้ ส่วนประสิทธิภาพของเครื่องบีบอัดโดย เฉลี่ย 77% นั้น จากการปรึกษากับวิศวกรอาวุโสของบริษัทผลิตและค้ำน้ำมันปาล์มผู้หนึ่ง ได้รับคำชี้แจงว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้งานได้

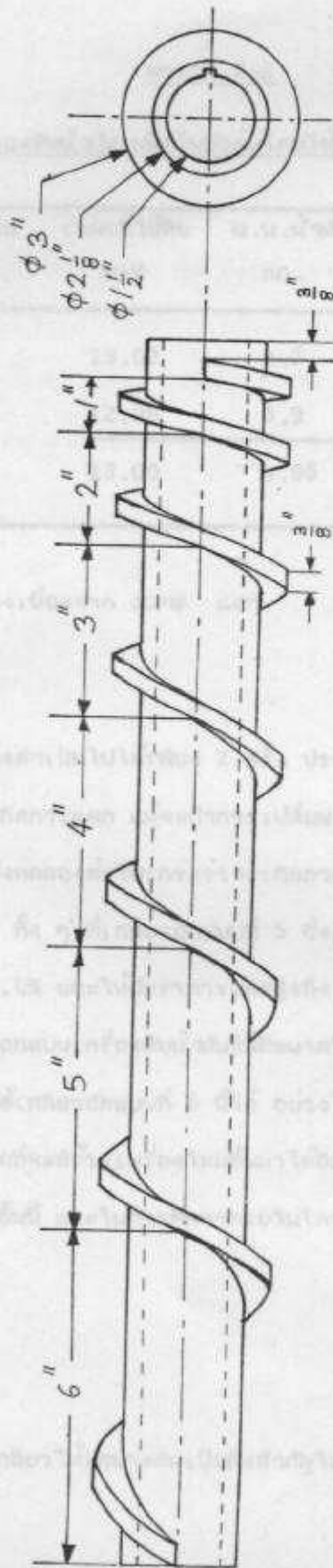
ในกรณีของการใช้ความถี่รอบของเกลียวอัด 24 รอบต่อนาที นั้น ประสิทธิภาพในการบีบอัด 72.7% อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ และสังเกตเห็นได้ชัด เจนว่าภาวของเมล็ดในที่ เครื่องคายออกมายังมีไขมันเหลืออยู่ แต่อัตราการผลิต 57.54 กิโลกรัมเมล็ดในต่อชั่วโมง อยู่ในเกณฑ์สูง ดังได้กล่าวว่าการบีบอัดด้วยความถี่รอบ 24 รอบต่อนาทีอาจจะยอมรับได้ แม้ว่า ประสิทธิภาพในการบีบอัดจะตกต่ำลงไปบ้าง

กล่าวโดยสรุปแล้ว การใช้ความถี่รอบต่ำจะทำให้การบีบอัดมีประสิทธิภาพสูงแต่ อัตราการผลิตต่ำ ส่วนการใช้ความถี่รอบสูงจะทำให้ประสิทธิภาพในการบีบอัดแต่ อัตราการผลิตสูง ค่าความเร็วในช่วง 14-24 รอบต่อนาที จะให้ผลการบีบอัดที่พอจะยอมรับไปใช้งานได้ ซึ่ง รายละเอียดของผลของความถี่รอบต่อเศรษฐกิจของการดำเนินงานของโรงงานบีบอัดเมล็ดใน ปาล์มขนาดเล็ก จะได้หยิบยกมาพิจารณาในบทที่ 4

3.4 การออกแบบและทดสอบเกลียวอัดแบบที่ 5

แม้ว่าเกลียวอัดแบบที่ 4 สามารถใช้งานได้ดีดังกล่าวมาแล้ว แต่ผู้ดำเนินการวิจัย ยังได้ออกแบบเกลียวอัดแบบที่ 5 เพิ่มขึ้นมาอีกแบบหนึ่ง ซึ่งเกลียวอัดแบบที่ 5 มีรูปร่างลักษณะ คล้าย ๆ กับแบบที่ 4 และมีช่วงเกลียวแตกต่างออกไป คือมีช่วงเกลียว 6, 5, 4, 3, 2 และ 1 นิ้ว ตามลำดับ ดังแสดงในรูป 3-9 การที่ช่วงเกลียวของเกลียวอัดแบบที่ 5 ห่างกว่าช่วงเกลียวอัดแบบที่ 4 ก็เพื่อให้การป้อนเมล็ดในเป็นไปโดยรวดเร็วขึ้น โดยหวังว่าอัตราการผลิตจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม

จากนั้นได้ทำการทดลองและได้ข้อมูลดังแสดงในตาราง 3-2



รูป 3-9
เกลียวอัดแบบที่ 5

จำนวนรอบ	ความยาว	น้ำหนัก	ความแข็งแรง	ราคา
10	10
14	10
18	10

ตาราง 3-2

ผลการทดลองหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มโดยใช้เกลียวอัตโนมัติแบบที่ 5 *

ความเร็วรอบ รอบ/นาที	น.น.เมล็ดใน กก.	เวลาที่ใช้หีบ นาที	น.น.น้ำมัน กก.	น.น.กาก กก.	อัตราการผลิต กก./ชม.	ประสิทธิภาพ %
14	10	13.02	4.2	5.8	46.08	82.5
14	10	12.98	3.9	5.6	46.29	76.6
	เฉลี่ย	13.00	4.05	5.7	46.15	79.6

* ต้องหยุดการทดลองเนื่องจาก ๐๐๓๒ แตก

เมื่อการทดลองดำเนินไปได้เพียง 2 ครั้ง ปรากฏว่า ๐๐๓๒ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนสำหรับ
ออกแรงดันจากเมล็ดในเกิดการแตก แม้จะทำการเปลี่ยน ๐๐๓๒ ตัวใหม่มาใช้แทน ก็ยังมีการ
แตกหักเช่นเดิม หากจะยังทดลองต่อไปเกรงว่าจะเกิดการแตกหักเสียหายที่ชิ้นส่วนอื่น ๆ เพิ่มขึ้น
อีก จำต้องงดการทดลอง ทั้ง ๆ ที่เกลียวอัตโนมัติแบบที่ 5 ซึ่งออกแบบขึ้นมาใหม่สามารถให้ประสิทธิภาพ
ในการหีบน้ำมันสูงถึง 79.6% และให้อัตราการผลิตสูงถึง 46.15 กิโลกรัมต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย
เป็นไปได้ว่าถ้าได้มีการออกแบบเครื่องหีบน้ำมันให้มีขนาดใหญ่กว่านี้ และออกแบบ ๐๐๓๒ ให้ยัง
แรงกว่านี้ ก็จะสามารถใช้เกลียวอัตโนมัติแบบที่ 5 นี้ได้ อย่างไรก็ตาม ภายในทศวรรษข้างหน้าของ
โครงการวิจัยนี้ไม่สามารถที่จะสร้างเครื่องใหม่ขึ้นมาได้อีก จำต้องหยุดยั้งการพัฒนาเครื่องหีบ
นมเมล็ดในปาล์มไว้เพียงขั้นนี้ และในการศึกษาภายในโครงการนี้จะศึกษาเฉพาะการใช้เกลียวอัตโนมัติ
แบบที่ 4 เท่านั้น

3.5 ข้อสรุป

การออกแบบเกลียวให้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

การโย้แหวนเป็นตัวปรับค่าของแรงฮัดบนเกลียวเพื่อลดการแตกหักของเกลียวนั้น ปรากฏว่าโย้ไม่
 ได้ผล เกลียวชนิดที่โย้ได้ผลก็คือเกลียวที่จะต้องมีการลดระยะ *pitch* จาก *pitch* ขนาด
 กว้างที่บริเวณป้อนเมล็ดลงไปจนถึง *pitch* ขนาดแคบที่บริเวณใกล้กับ *cone* ส่วนความกว้าง
 ของ *pitch* ระหว่างเกลียวต่าง ๆ นั้น จะต้องทำการทดลองหาค่าที่เหมาะสม ถ้าหาก
 แคบเกินไปอัตราการป้อนก็จะต่ำ แต่ถ้า *pitch* กว้างเกินไปอัตราการป้อนจะสูง แต่แรงฮัดบน
cone จะสูงเกินไปจนทำให้ *cone* แตกหักจากการทดลองได้พบว่าเกลียวฮัดแบบที่ 4 ซึ่งออกแบบ
 ขึ้นมานั้นสามารถใช้งานได้ดี คือให้อัตราการป้อนและประสิทธิภาพในการบีบน้ำมันสูงพอที่จะ
 ใช้งานได้

บทที่ 4

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานหมักน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก

หลังจากที่ได้ทดสอบการทำงานของเครื่องหมักน้ำมันเมล็ดในปาล์ม จนเป็นที่พอใจว่า เครื่องหมักสามารถใช้งานได้แล้ว ขึ้นต่อไปก็คือ การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานหมักน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก โดยมีข้อกำหนดว่า โรงงานมีขนาดกำลังการผลิต 1000 กิโลกรัม เมล็ดต่อวัน ซึ่งคาดว่าจะคุ้มค่าที่เหมาะสม ซึ่งได้กำหนดไว้แล้วในเงื่อนไขของโครงการวิจัยนี้

กรณีศึกษาเปรียบเทียบมี 4 กรณีคือ

กรณีที่ 1 : มีการลงทุนก่อสร้างอาคารโรงงานใหม่ และตั้งเครื่องหมักน้ำมันให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที

กรณีที่ 2 : มีการลงทุนก่อสร้างอาคารโรงงานใหม่ และตั้งเครื่องหมักน้ำมันให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 24 รอบต่อนาที

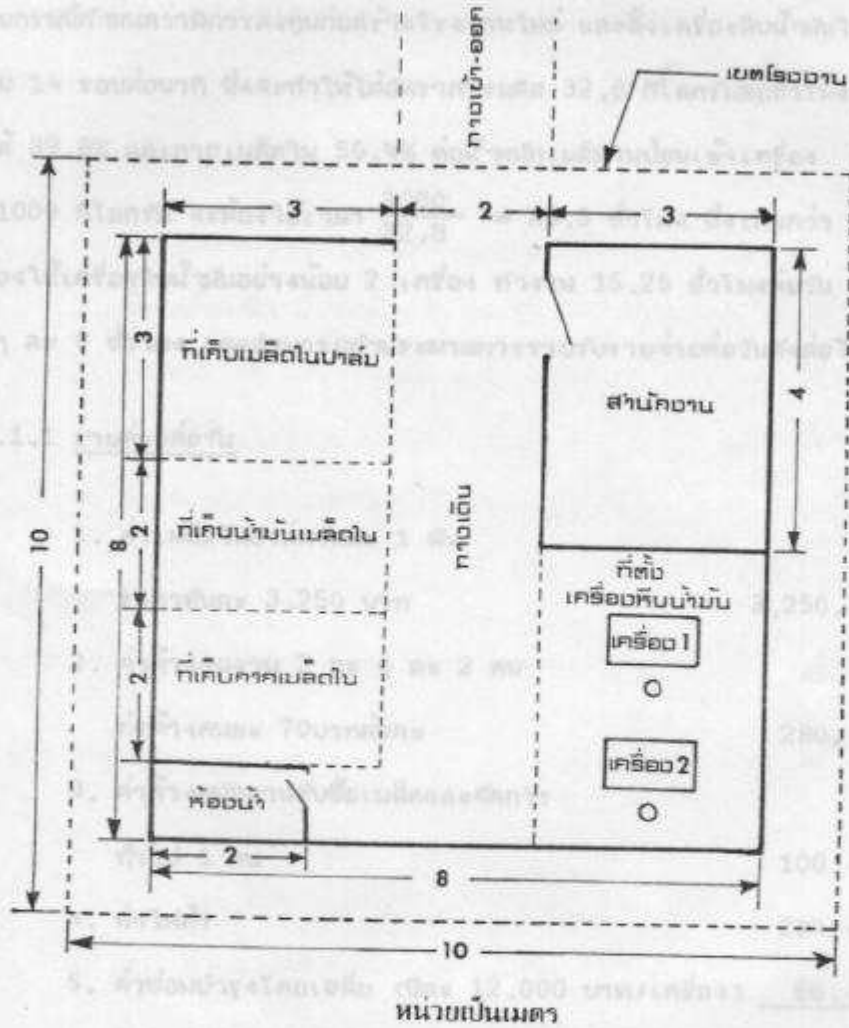
กรณีที่ 3 : ไม่มีการลงทุนก่อสร้างอาคารโรงงานใหม่ แต่เป็นการใช้โรงงานที่มีอยู่แล้ว และตั้งเครื่องหมักน้ำมันให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที

กรณีที่ 4 : ไม่มีการลงทุนก่อสร้างโรงงานใหม่ แต่เป็นการใช้โรงงานที่มีอยู่แล้ว และตั้งเครื่องหมักน้ำมันให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 24 รอบต่อนาที

ในกรณีที่มีการสร้างโรงงาน ผังโรงงานอย่างคร่าว ๆ ได้แสดงไว้ในรูป 4-1 กระบวนการผลิตจะมีการหมักน้ำมันเพียงขั้นตอนเดียว สำหรับโรงงานขนาดเล็กลักษณะนี้ การกรองน้ำมันเมล็ดในอาจทำได้โดยใช้ผ้าโดยกรรมวิธีง่าย ๆ ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องกรอง *filter press*

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์โดยประมาณ ส่วนใหญ่แล้วจะเน้นในแง่ของการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (*break even analysis*) เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาประกอบการตัดสินใจ

4.1 รูปที่ 1



หน่วยเป็นเมตร

รูป 4-1

ผังโรงงานคั้นน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

4.1.2 วัสดุสิ่งอื่น

1. ราวรับจากรถขาเข็นเมล็ดใน	0,356 ตัน ๆ ละ 12,500 บาท	4,950.- บาท
2. ราวรับรถบรรทุกขาเข็นเมล็ดใน	0,564 ตัน ๆ ละ 500 บาท	282.- บาท
รวม		5,232.- บาท

4.1 กรณีที่ 1

ในการนี้กำหนดว่ามีการลงทุนก่อสร้างโรงงานใหม่ และตั้งเครื่องหินน้ำฝนให้ทำงานที่ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการผลิต 32.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมงต่อเครื่อง จะหินน้ำฝนได้ 39.6% และกากเมสตีโน 56.4% ต่อน้ำหนักเมสตีโนป้อนเข้าเครื่อง ถ้าต้องการหินเมสตีโน 1000 กิโลกรัม จะต้องใช้เวลา $\frac{1000}{32.8} = 30.5$ ชั่วโมง ซึ่งเกินกว่า 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงจะต้องใช้เครื่องหินน้ำฝนอย่างน้อย 2 เครื่อง ทำงาน 15.25 ชั่วโมงต่อวัน แบ่งงานเป็น 2 กะ ๆ ละ 8 ชั่วโมง และสามารถทำประมาณการรายรับรายจ่ายต่อวันดังต่อไปนี้

4.1.1 รายจ่ายต่อวัน

1. ค่าเมสตีโนปาล์มวันละ 1 ตัน		
ราคาตันละ 3,250 บาท		3,250.- บาท
2. ค่าจ้างคนงาน 2 กะ ๆ ละ 2 คน		
ค่าจ้างคนละ 70บาทต่อกะ		280.- บาท
3. ค่าจ้างพนักงานรับซื้อเมสตีโนและจัดการ		
ทั่วไป 1 คน		100.- บาท
4. ค่าไฟฟ้า		284.- บาท
5. ค่าซ่อมบำรุงโดยเฉลี่ย (ปีละ 12,000 บาท/เครื่อง) _ 66.- บาท		
	รวม	<u>3,980.- บาท</u>

4.1.2 รายรับต่อวัน

1. รายรับจากการขายน้ำฝนเมสตีโน		
0.396 ตัน ๆ ละ 12,500 บาท		4,950.- บาท
2. รายรับจากการขายกากเมสตีโน		
0.564 ตัน ๆ ละ 500 บาท		<u>282.- บาท</u>
	รวม	<u>5,232.- บาท</u>

นั่นก็คือจุดคุ้มทุนในการตั้งโรงงานจะอยู่ที่เมื่อโรงงานหีบข้าวเหนียวเมล็ดในปาล์มไป
แล้ว 218.1 ตัน คือเมื่อเปิดตำเงินการไป 218.1 ตันนั่นเอง

4.2 กรณีที่ 2

ในกรณีนี้จะกำหนดว่าให้มีการลงทุนก่อสร้างโรงงานใหม่ และตั้งเครื่องหีบข้าวเหนียวให้
ทำงานที่ความเร็วรอบ 24 รอบต่อนาที ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการผลิต 57.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง
ต่อเครื่อง ได้ข้าวเหนียว 37.0% และกากเมล็ดใน 59.8% ของน้ำหนักเมล็ดในที่ป้อนเข้าเครื่อง
ถ้าต้องการหีบเมล็ดในวันละ 1000 กิโลกรัม จะต้องใช้เวลาหีบ $= \frac{1000}{57.5} = 17.39$ ชั่วโมง
ในกรณีนี้จะแบ่งงานเป็น 3 กะ ๆ ละ 6 ชั่วโมง และกำหนดค่าแรงงานโดยเฉลี่ย 60 บาท
ต่อคนต่อกะ และสามารถคำนวณหารายรับและรายจ่ายดังต่อไปนี้

4.2.1 รายจ่ายต่อวัน

1. ค่าเมล็ดในปาล์ม 1 ตัน		
ราคาต้นละ 3,250 บาท		3,250.- บาท
2. ค่าจ้างคนงาน 3 กะ ๆ ละ 1 คน		
อัตราค่าจ้างคนละ 60 บาทต่อกะ		180.- บาท
3. ค่าจ้างพนักงานรับซื้อเมล็ด		
และจัดการทั่วไป 1 คน		100.- บาท
4. ค่าไฟฟ้า		160.- บาท
5. ค่าซ่อมบำรุงโดยเฉลี่ย (ปีละ 12,000บาท/เครื่อง)		33.- บาท
	รวม	<u>3,723.- บาท</u>

4.2.2 รายรับต่อวัน

1. รายรับจากการขายข้าวเหนียวเมล็ดใน		
0.370 ตัน ๆ ละ 12,500 บาท		4,625.- บาท

2. รายรับจากการขายกากเมล็ดในปาล์ม

0.598 ตัน ๆ ละ 500 บาท 299.- บาทรวม 4,924.- บาท

∴ รายรับสุทธิต่อวัน = 4924 - 3723 = 1201 บาท

4.2.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

1. ค่าเครื่องจักร 1 เครื่อง 20,000.- บาท

2. ค่าที่ดิน 100 ตารางเมตร ๆ ละ 300 บาท 30,000.- บาท

3. ค่าก่อสร้างโรงงาน 200,000.- บาท

4. ค่าเดินสายไฟและติดตั้งเครื่องจักร 2,000.- บาทรวม 252,000.- บาท4.2.4 การหาจุดคุ้มทุน F = ต้นทุนคงที่

= 260,000 บาท

 V = ต้นทุนแปรผันต่อตันเมล็ดในปาล์ม

= 3,723 บาท

 P = รายได้จากการขายน้ำมันเมล็ดในและกากเมล็ดในต่อ 1 ตันเมล็ดใน

= 4,924 บาท

 N = จำนวนตันเมล็ดในที่นำมาคั้นน้ำมัน ซึ่งก็เท่ากับจำนวนวันที่เปิดทำการคั้นน้ำมัน

ที่จุดคุ้มทุน รายจ่ายทั้งหมดจะเท่ากับรายได้ทั้งหมด นั่นคือ

$$F + NV = NP$$

$$N = \frac{F}{P-V} = \frac{252,000}{4,924 - 3,723} = 210.7 \text{ ตัน}$$

นั่นก็คือ มูลค่าทุนในการตั้งโรงงานจะอยู่ที่เมื่อโรงงานสีบนำมันเมล็ดในปาล์มไปแล้ว 210.7 ตัน คือเมื่อเปิดดำเนินการไปแล้ว 210.7 วันนั่นเอง

4.3 กรณีที่ 3

จากการศึกษาค่าใช้จ่าย ได้พบว่าค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่คือ ค่าก่อสร้างโรงงานและที่ดิน โดยทั่วไปแล้วอาจกล่าวได้ว่าผู้ลงทุนในระดับท้องถิ่นมักจะมีที่ดินและอาคารสถานที่อยู่แล้ว ทั้งนี้ เพราะโรงงานไม่จำเป็นต้องงายเพื่อที่มากนัก ในกรณีที่ 3 นี้จะกำหนดค่าความสำเร็จรอบของเครื่อง วัที่ 14 รอบต่อนาที ส่วนสภาวะในการทำงานคล้ายกับกรณีที่ 1

4.3.1 รายจ่ายต่อวัน

รายจ่ายต่อวันจะเท่ากับกรณีที่ 1	รวม	3,980.- บาท
---------------------------------	-----	-------------

4.3.2 รายรับต่อวัน

รายรับต่อวันเท่ากับกรณีที่ 1	รวม	5,232.- บาท
------------------------------	-----	-------------

4.3.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

1. ค่าเครื่องจักร 2 เครื่อง	40,000.- บาท
-----------------------------	--------------

2. ค่าเดินสายไฟและติดตั้งเครื่องจักร	<u>3,000.- บาท</u>
--------------------------------------	--------------------

รวม	<u>43,000.- บาท</u>
-----	---------------------

4.3.4 การวิเคราะห์มูลค่าลงทุน

F = ต้นทุนคงที่

= 43,000 บาท

V = ต้นทุนแปรผันต่อตันเมล็ดในปาล์ม

= 3,980 บาท

P = รายได้จากการขายน้ำมันเมล็ดในและกากเมล็ดในต่อ 1 ตันเมล็ด

ใน เท่ากับในกรณีที่ 1

= 5,232 บาท

N = จำนวนต้นเมล็ดในที่มาหาบ้น

$$\text{ที่จุดคุ้มทุน} \quad F + NV = NP$$

$$N = \frac{F}{P-V} = \frac{43000}{5232 - 3980} = 34.3 \text{ ต้น}$$

การตั้งโรงงานจะคุ้มทุนเมื่อหีบข้าวเมล็ดในปาล์มไปแล้ว 34.3 ต้น คือเมื่อค่าเงิน
การไปแล้ว 34.3 วันนั่นเอง

4.4 กรณีที่ 4

ในกรณีที่ 4 นี้จะกำหนดความเร็วรอบของเครื่องหีบข้าวไร่ที่ 24 รอบต่อนาที และ
จะถือว่าผู้ลงทุนมีที่ดินและอาคารอยู่แล้วคล้ายกับกรณีที่ 3 ส่วนลักษณะในการทำงานคล้ายใน
กรณีที่ 2

4.4.1 รายจ่ายต่อวัน

รายจ่ายต่อวันจะคล้ายกับในกรณีที่ 2 รวม 3,723.- บาท

4.4.2 รายรับต่อวัน

รายรับต่อวันจะเท่ากับในกรณีที่ 2 รวม 4,924.- บาท

4.4.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

1. ค่าเครื่องจักร 1 เครื่อง 20,000.- บาท

2. ค่าเดินสายไฟและติดตั้งเครื่องจักร 2,000.- บาท

รวม 22,000.- บาท

4.4.4 การหาจุดคุ้มทุน

F = ต้นทุนคงที่

= 22,000 บาท

V = ต้นทุนแปรผันต่อต้นเมล็ดในปาล์ม

= 3,723 บาท

P = รายได้จากการขายข้าวเมล็ดในและกากเมล็ดในต่อ 1 ต้น
เมล็ดใน

$$= 4,924 \text{ บาท}$$

$$\text{ที่จุดคุ้มทุน } F + NV = NP$$

$$\text{ดังนั้น } N = \frac{F}{P-V} = \frac{22000}{4924 - 3723} = 18.3 \text{ ต้น}$$

จุดคุ้มทุนในการตั้งโรงงานเกิดขึ้นเมื่อโรงงานหีบผ้าฝ้ายเมล็ดปอแล้ว 18.3 ต้น

คือเมื่อดำเนินการไปแล้ว 18.3 วัน

4.5 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของทางเลือกทั้ง 4 กรณี

กรณีทั้ง 4 คือ

กรณีที่ 1 : ใช้ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที และทำการสร้างโรงงาน

กรณีที่ 2 : ใช้ความเร็วรอบ 24 รอบต่อนาที และทำการสร้างโรงงาน

กรณีที่ 3 : ใช้ความเร็วรอบ 14 รอบต่อนาที ใช้อาคารที่มีอยู่แล้ว

กรณีที่ 4 : ใช้ความเร็วรอบ 24 รอบต่อนาที ใช้อาคารที่มีอยู่แล้ว

ในการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย นั้น เกณฑ์ที่ใช้ลงทุนรายย่อยควรนำมาใช้พิจารณา คือ การเลือกทางเลือกซึ่งทำให้ความเสี่ยงน้อยที่สุด (*minimum risk criterion*) ความเสี่ยงอาจจะพิจารณาได้จากตัวแปรสองตัวคือ จำนวนเงินลงทุน และจำนวนต้นเมล็ดดิบที่จุดคุ้มทุน กล่าวคือ ถ้าเงินลงทุนเป็นจำนวนมากความเสี่ยงก็ยิ่งมาก ถ้าจุดคุ้มทุนยาวนาน ความเสี่ยงก็มากเช่นกัน

จำนวนเงินลงทุนและจุดคุ้มทุนของทั้ง 4 กรณีได้แสดงไว้ในตาราง 4-1 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ากรณีที่ 4 จะให้ความเสี่ยงต่ำสุด คือใช้เงินลงทุนเพียง 22,000 บาท และจะได้ทุนคืนเมื่อหีบเมล็ดปอไปเพียง 18.3 ต้น ดังนั้นกรณีที่ 4 ซึ่งเป็นกรณีที่ควรพิจารณามาพิจารณาใช้ในการตั้งโรงงาน

สิ่งหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ ในการสร้างโรงงานหีบผ้าฝ้ายเมล็ดปอในป่าดงนี้ แม้ในกรณีที่ 1 ซึ่งอัตราความเสี่ยงสูงที่สุดนั้น ใช้เงินลงทุนไม่สูงนัก คือเพียง 273,000 บาท และ

คุ้มทุนเมื่อหีบเมล็ดในไปเพียง 218.1 ตัน คือจะคุ้มทุนภายใน 1 ฤดูกาลเท่านั้น ซึ่งนับว่าไม่เป็นการเสี่ยงมากนัก

ตาราง 4-1

เงินลงทุนและจุดคุ้มทุนในกรณีต่าง ๆ

กรณี	เงินลงทุน บาท	จุดคุ้มทุน ตันเมล็ดใน
1	273,000	218.1
2	252,000	210.7
3	43,000	34.3
4	22,000*	18.3**

* เงินลงทุนต่ำสุด.

** จุดคุ้มทุนต่ำสุด

4.6 ข้อสรุป

การลงทุนตั้งโรงงานหีบเมล็ดในปาล์มสดว่าเป็นการลงทุนที่มีความเสี่ยงต่ำ คือในกรณีที่ไม่ต้องลงทุนซื้อที่ดินและก่อสร้างอาคารสถานที่ โรงงานจะสามารถคุ้มทุนภายในเวลาสั้นมาก คือ ภายในเวลาประมาณ 18.3 วัน หรืออีกนัยหนึ่งเมื่อหีบเมล็ดในไปแล้ว 18.3 ตัน เท่านั้น และใช้เงินลงทุนน้อยมาก คือ 22,000 บาท แต่ถ้าจำเป็นต้องซื้อที่ดินและสร้างโรงงานใหม่ ก็จะต้องลงทุนประมาณ 252,000 บาท และจะคุ้มทุนภายใน 210.7 วัน คือคุ้มทุนภายในเวลาที่ค่อนข้างสั้น ซึ่งนับได้ว่าการลงทุนตั้งโรงงานหีบเมล็ดในปาล์ม เป็นโครงการที่น่าสนใจสำหรับผู้ลงทุนรายย่อยอย่างยิ่ง

สิ่งสำคัญที่ควรจะต้องตระหนักไว้ก็คือ วัตถุประสงค์ของโรงงานซึ่งได้แก่เมล็ดในปาล์มนั้น มีค่อนข้างจำกัด ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานหีบเมล็ดในปาล์มซึ่งมีเมล็ดในปาล์มเป็นผลพลอยได้นั้นมีอยู่น้อยโรงงาน หากราคาเมล็ดในปาล์มสูงขึ้นหรือไม่สามารถหามาป้อนโรงงาน

คือน้ำมันเมล็ดในปาล์มได้แล้ว โรงงานก็จะถูกกระทบกระเทือนอย่างหนักจนอาจจะต้องปิด
กิจการ ดังนั้นปัญหาเรื่องเมล็ดในที่จะมาป้อนโรงงานจะถูกให้บริการแก้ไขให้ลุล่วงไปก่อน
ที่จะดำเนินการลงทุนสร้างโรงงานคือน้ำมันเมล็ดในปาล์ม

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจเชิงโครงการนี้ ได้พบข้อสรุปและข้อเสนอแนะบางประการที่สมควรนำมาพิจารณาในที่นี้โดยสังเขป เพื่อจะได้นำไปใช้ประโยชน์แก่โครงการต่อเนื่องในอนาคต

5.1 ข้อสรุป

จากการออกแบบ พัฒนา และประเมินผลการทำงานของเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ตลอดจนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก มีข้อสรุปที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตในโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็กควรมีขั้นตอนน้อยที่สุด โดยมีการตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น เช่น การบดและการนึ่งเมล็ดใน แต่จะคงไว้เฉพาะกระบวนการหีบน้ำมันทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้มาก
2. ตัวเครื่องหีบน้ำมันในโรงงานขนาดเล็ก อาจจะใช้เครื่องตั้งที่มีลักษณะแตกต่างไว้ในโครงการนี้โดยสร้างขึ้นมาใหม่ หรืออาจจะดัดแปลงจากเครื่องหีบน้ำมันชนิดอื่น ๆ เช่น เครื่องหีบน้ำมันมะพร้าวก็ได้ โดยจะต้องมีการแก้ไขดัดแปลงเล็กน้อย สิ่งที่เป็นปัญหาในการใช้เครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มมาใช้ตัวเครื่องแต่เป็นเกลียวอัด
3. สิ่งสำคัญในการออกแบบเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม หรือในการดัดแปลงเครื่องหีบน้ำมันมะพร้าวมาใช้หีบน้ำมันเมล็ดในปาล์ม ก็คือการออกแบบเกลียวอัด เป็นสิ่งจำเป็นที่เกลียวอัดจะต้องมีรูปร่างและขนาดที่เหมาะสม ดังที่แสดงในรายงานนี้ ทั้งนี้เพื่อให้แรงอัดเฉลี่ยเท่า ๆ กันทุก ๆ เกลียว ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดเกลียวอัดแตกหัก
4. เนื่องจากเครื่องหีบน้ำมันขนาดเล็ก และโรงงานไม่ต้องการเนื้อหามากนัก การออกแบบอาคารโรงงานจึงไม่ใช่สิ่งสำคัญ และไม่จำเป็นที่จะต้องก่อสร้างอาคารโรงงานขึ้นมาใหม่ ถ้าเป็นไปได้ควรจะใช้อาคารสถานที่ซึ่งมีอยู่เดิม เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

5. จากการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน พบว่ามีระยะเวลาในการคุ้มทุนสั้นมาก คือถ้าไม่มีการก่อสร้างทั้งอาคารโรงงานใหม่ ก็ว่าการหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะคุ้มทุนภายในเวลาเพียงประมาณ 18 วัน แม้ในกรณีที่จะต้องสร้างโรงงานใหม่ ก็จะสามารถตาเงินการให้คุ้มทุนภายในเวลาเพียง 211 วันเท่านั้น การที่โรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มสามารถคุ้มทุนได้ภายในเวลาอันสั้นเช่นนี้ จึงนับว่าเป็นกิจการที่น่าจะพิจารณาลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโครงการนี้มีทรัพยากรจำกัดมาก และยังมีข้อจำกัดอื่น ๆ อีกหลายประการ ผู้ดำเนินงานโครงการนี้จึงใคร่ขอตั้งข้อเสนอแนะบางประการ ซึ่งหวังว่าจะช่วยให้ความกระจ่างเพิ่มเติม กล่าวคือ

1. แม้ว่าเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มที่ได้พัฒนาขึ้นมาจะแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้ดี ผู้ดำเนินงานใคร่ขอชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดว่าผลการทดลองที่ได้เป็นผลการทดลองจากการใช้งานเครื่องในช่วงเวลาอันสั้น หากต้องการความสนใจในความเร่งด่วนของเครื่องมากกว่านี้ ก็ควรที่จะนำเครื่องไปใช้งานจริง โดยจัดให้ทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ ซึ่งในโครงการนี้มีทรัพยากรจำกัด ไม่สามารถจะทำการทดลองเครื่องในระยะยาวได้

2. ควรจะได้มีการพัฒนาเครื่องหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มเพิ่มเติม เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้งานจริง ๆ ยิ่งขึ้น เป็นต้นว่า สร้างระบบป้อนเมล็ดโดยอัตโนมัติ ขยายขนาดของเพลากลียวอัตโนมัติ ขยายขนาดเกลียวอัตโนมัติ ออกแบบระบบถ่ายทอดกำลังเสียใหม่ เพื่อให้แข็งแรงและเหมาะสมแก่การใช้งานในระยะยาวยิ่งขึ้น การปรับปรุงต่าง ๆ ดังที่กล่าวมานี้ แม้ว่าจะไม่ยุ่งยากทางด้านเทคนิค แต่ก็จะต้องใช้เวลาและทรัพยากรเพิ่มเติม

3. ข้อควรระวังในการตั้งโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มก็คือ วัตถุประสงค์หลักเมล็ดในปาล์มมีจำกัด จำเป็นที่จะต้องมีการจัดหาซื้อภายในระยะยาวกับโรงงานหีบน้ำมันปาล์มซึ่งมีเมล็ดในปาล์มเป็นผลพลอยได้ มิฉะนั้นแล้วหากทางโรงงานหีบน้ำมันปาล์มคิดตั้งแผนกหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มขึ้นมา ผู้ลงทุนในการตั้งโรงงานหีบน้ำมันเมล็ดในปาล์มจะขาดแคลนวัตถุดิบ

กล่าวโดยสรุปแล้ว โครงการนี้ได้แสดงให้เห็นศักยภาพในการตั้งโรงงาน
ทึบน้ำวันเมลิคในป่าลัมว่า เป็นกิจการที่น่าพิจารณาลงทุนเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีช่วง
เวลาคุ้มทุนสั้นมาก แต่เครื่องทึบน้ำวันเมลิคในป่าลัมว่า จะได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมและ
ทดลองการใช้งานในระยะยาวเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. อรรถศักดิ์ สุวรรณฤกษ์ และ ไสว แก้วตาพิชัย, "บทบาทของน้ำมันปาล์มในปาล์มอินและอนาคต" เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องอุตสาหกรรมน้ำมันพืช ครั้งที่ 1, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 14 กรกฎาคม 2524, หน้า 1.
2. สัตถ์ชัย กลิ่นพิบูล, ชำนาญ สรรพพัฒน์ และ มงคล ใฝ่ยาว, "การออกแบบโรงงานทึบน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก สำหรับกลุ่มเกษตรกรสวนปาล์มของประเทศไทย," รายงานการวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่, 2519, หน้า 56-80.
3. สุ่มเมธ บุญชัย "การออกแบบโรงงานทึบน้ำมันเมล็ดในปาล์มขนาดเล็ก, " รายงานโครงการนักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่, 2520, หน้า 6-34.
4. *Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J., "Development in Crop Science (1) Oil Palm Research," Elvier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1976, pp. 479-492.*
5. *Hartley, C.W.S., The Oil Palm, Longsman, London, 1976, pp. 693-776.*
