การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22
15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายแบบลากจูง

Palm Separate Machine Type Mobile

ปัญญา แดงวิไลลักษณ์[1] จำลอง ปราบแก้ว[2]
[1]สำนักวิชาวิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพร อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160 โทรศัพท์ 077-506420-2 ต่อ 4202
โทรสาร 077-506434*E-mail: kdpanya@kmitl.ac.th
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

บทคัดย่อ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่ง บทความนี้จึงได้มีการพัฒนารูปแบบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย โดยไม่ต้องฟันแยกทะลายก่อน โดยมีโครงสร้างคานและเสาเป็นเหล็กขนาด C 100x11 และตัวถังแยกจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1000 ม.ม. และมีความสูง 1100 ม.ม. ทำด้วยเหล็กมีความหนา 6 ม.ม. และรอบๆ ถังจะมีเดือยเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 ม.ม. และตัวจานหมุนใช้เหล็กชนิดเดียวกันกับตัวถัง มีความหนา 7 ม.ม. ถังแยกทะลายปาล์มจะยึดติดกับโครงสร้าง ส่วนฐานกันถังมีลักษณะเป็นกรวยติดเดือยเหล็ก ใช้เครื่องยนต์สูบเดียวขนาด 11.5 แรงม้า ส่งแรงผ่านเกียร์ทด ขนาด 30:1 ให้หมุนเหวี่ยงทะลายปาล์มกลิ้งกระแทกกับเดือยเหล็กผลปาล์มก็จะถูกเดือยเหล็กแซะออกจากทะลาย ร่วงหล่นลงช่องระหว่างถังกับฐานหมุนเหวี่ยง ซึ่งจะมีรางรองรับสำหรับก้านทะลายก็จะถูกหมุนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง จากการทดสอบใช้งานปรากฏว่าความเร็วที่เหมาะสมอยู่ที่ 60-70 รอบต่อนาที และควรจะบ่มปาล์มก่อนเข้าเครื่องแยกประมาณ 2 วัน โดยผลผลิตที่ได้จะมีเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระอยู่ที่ประมาณ 4.215 % สมรรถนะของเครื่อง 1680 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

Abstract

Nowadays, oil palm is of major economical importance. The aim of paper is to develop an oil-palm seed separating machine without the need of pre-cutting task. The primary components of the machine are a cylindrical separating bin diameter 1000 mm and high 1100 mm thickness 6 mm made by material steel of c100x11 and an engine unit 11.5 hp. Inside the separating bin, the steel rods are attached throughout inside perimeter. During the operation of the machine, steel rods collide and separate the seeds from its bunches. In the field test, it was found that the optimum operating speeds of the machine are 60-70 rpm and the cut oil palm bunches have to be retained for 2 days before separated and test Free fatty acids as palmitic 4.215 %. Coefficient of machine at 1,680 kg/hr.

1. คำนำ

กระทรวงพลังงานได้กำหนดให้ใช้น้ำมันปาล์มทดแทนอันตราส่วนร้อยละ 2 ในปี พ.ศ.2551 ต้องการใช้น้ำมันปาล์มดิบจำนวน 0.37 ล้านตันและเพิ่มขึ้นเป็น 2.87 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยต้องมีการปลูกเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2551 นี้เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดนโยบายการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกให้ได้ 5 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2552 สำหรับพืชปาล์มน้ำมันสามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน โดยใบมาบดเป็นอาหารสัตว์ กะลาปาล์มเป็นวัตถุดิบเชื้อเพลิง ทะลายปาล์มใช้เพาะเห็ด และกระทั่งการปลูกลงดินไปแล้วก็ช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย ต้นปาล์มน้ำมันจะออกผลเป็นทะลายจำนวนประมาณ 10-20 ทะลายต่อต้นต่อปี น้ำหนักทะลายประมาณ 10-30 กก. ผลปาล์มมีลักษณะเป็นรูปกลมมนคล้ายรูปไข่ ดังรูปที่ 1 จะมีจำนวนประมาณ 1000-3000 ผลต่อทะลาย ปริมาณน้ำมันต่อทะลายประมาณ 22-24 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 640-800 กิโลกรัมต่อไร่ ในพื้นที่ 1 ไร่ปลูกได้จำนวน 22-25 ต้นและมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 6 - 25 ปี

รูปที่ 1. แสดงลักษณะของทะลายปาล์ม

ประกอบกับราคาผลปาล์มน้ำมัน ยังจูงใจให้เกษตรกรดูแลรักษาส่งผลให้ภาพรวมผลผลิตปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น ในจังหวัดที่เป็นแหล่งผลิตสำคัญ คือ สุราษฎร์ธานี กระบี่ ชุมพร สตูล และตรัง[1] ปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มในหลายๆจังหวัดทั่วประเทศ เช่น ปทุมธานี

กาญจนบุรี สะแก้ว ระยอง จันทบุรี เป็นต้น ซึ่งอนาคตจะเกิดปัญหาเพราะโรงงานที่ผลิตน้ำมันปาล์มอยู่ไกล ไม่มีจุดรับซื้อหรือต้นทุนในการขนส่งสูงเพื่อจะส่งมายังโรงงาน

ปัจจุบันการบีบน้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ1. การบีบน้ำมันแบบแยกเนื้อกับเมล็ดใน(โรงงานขนาดใหญ่) ใช้หม้อต้มไอน้ำที่ 120 $^{\circ}C$ นึ่งเพื่อยับยั้งเอ็นไซด์และให้ผลปาล์มหลุดจากทะลาย มีกรดไขมันอิสระประมาณ 4-5 % มีวิตามินอี 600-800 ppm ลงทุนสูง 2.การบีบแบบรวมระหว่างเนื้อกับเมล็ดในปาล์ม รับซื้อผลปาล์มร่วงแล้วใช้ความร้อนจากฟืนย่าง ได้น้ำมันเกรด B มีกรดไขมันอิสระประมาณ 5-8 % น้ำมันที่ได้มีราคาถูก มีงานวิจัยและพัฒนาทางด้านเคมีและทางด้านวิศวกรรมจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะเน้นไปในกระบวนการสกัดน้ำมันสำหรับโรงงานขนาดใหญ่ที่เน้นสำหรับใช้ประกอบอาหารเป็นหลัก แต่จากข้อมูลจากการศึกษาของนักเคมีหลายท่านพบว่า ผลปาล์มสดจะมีส่วนผสมของวิตามินอีอยู่เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ วิตามินอี ในน้ำมันปาล์มช่วยต่อต้านการเกิดออกซิเดชั่น ทั้งยังช่วยลดระดับ โคเรสเตอรอลในเลือดได้ การสกัดน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิต่ำโดยไม่เติมสารสกัดจะทำให้ยังคงมีวิตามินอี และวิตามินเอ อยู่ในน้ำมันปาล์มเป็นจำนวนมาก ทางทีมงานวิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ยังคงวิตามินอี กระบวนการที่ได้ออกแบบระบบการผลิตขนาดเล็ก ที่มีกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 1.6 ตันทะลายสดต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 2ข้อดีคือ สามารถนำเข้ามาใช้ได้ถึงในสวน ช่วยลดปัญหาค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ได้ปริมารน้ำมันสูงเนื่องจากจะต้องใช้ปาล์มที่สุกเท่านั้น มีทะลายปาล์มเปล่าที่สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ย หรือเชื้อเพลิง

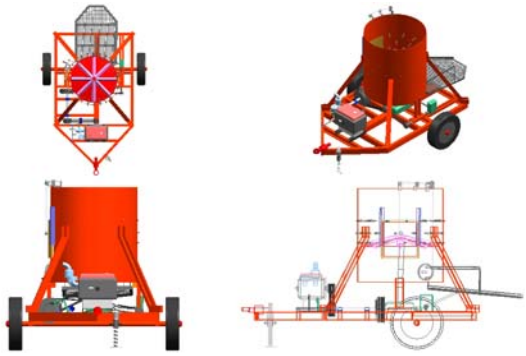
รูปที่ 2 เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายแบบลากจูง

2. ขอบเขตของโครงการ

1.ขนาดทะลายปาล์มสุกอยู่ในช่วง15-30กิโลกรัมครั้งละ2-3 ทะลาย
2.ทดลองหาความเร็วรอบที่ 40 50 60 และ70 รอบต่อนาที
3.ทำการหา%กรดไขมันอิสระทุก ๆ 6 ชั่วโมง

3.หลักการออกแบบและส่วนประกอบของเครื่องแยกผลปาล์มแบบลากจูง

เครื่องแยกผลปาล์มจากทะลายปาล์มได้ออกแบบให้สามารถใส่ทะลายปาล์มได้ ครั้งละ 2-3 ทะลาย น้ำหนักต่อหนึ่งทะลายประมาณ 30 กิโลกรัม การแยก 1 ครั้ง จะใช้เวลาประมาณ 2 นาที น้ำหนักผลปาล์มที่แยกแล้วประมาณ 56 กิโลกรัม หรือ 1680 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องที่ออกแบบมีส่วนประกอบหลักๆ คือ โครงสร้าง ถังแยก เดือยแยก เพลาขับ แบริ่ง และเครื่องยนต์ต้นกำลัง



รูปที่3 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย

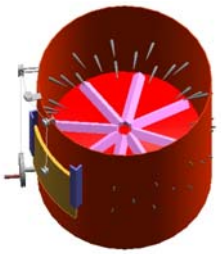
3.1 การออกแบบถังแยกผลปาล์มออกจากทะลาย

ตัวถังแยกเมล็ดปาล์มจะประกอบด้วยจานหมุนและตัวเดือยรอบดังรูปที่ 3 เมื่อใส่ทะลายปาล์มลงไปตัวจานหมุนจะเหวี่ยงให้ทะลายปาล์มกลิ้งไปกระแทกกับเดือยรอบถังโดยตัวเดือยจะแซะเอาเมล็ดปาล์มหลุดออกมาร่วงลงด้านล่างส่วนกากก้านทะลายจะโดนเหวี่ยงออกทางด้านข้างของถัง ทำการออกแบบถังแยกให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มิลลิเมตร และสูง 1100 มิลลิเมตร โดยถังจะได้รับแรงเฉือนจากเดือยด้วยแรง F_a = 176 นิวตัน สมมุติให้ถังคลี่ออกเป็นแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยม มีรูเจาะ 3 แถวแต่ละแถวห่างกัน 130 มิลลิเมตร และรูเจาะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 มิลลิเมตร ใช้เหล็กแผ่นผิวเรียบ A36 มีความเค้นแรงดึงที่จุดคราก (σy) = 250 N/mm^2 [2]คิดที่แรงดึงๆถังขาดตรงแนวรูเจาะ

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

= 537500 นิวตัน

เพราะฉะนั้น $F_d > F_a$ ดั้งนั้นจึงใช้ขนาดความหนาถัง 6 มิลลิเมตร



รูปที่ 4 ถังแยกและฐานหมุน

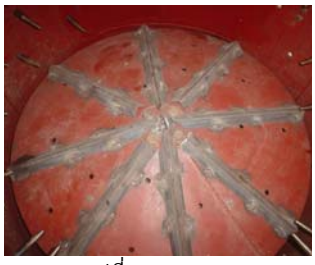
โดยตัวถังจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1000 ม.ม.และมีความสูง 1100 ม.ม. ทำด้วยถังเหล็กมีความหนา 6 ม.ม. ดังรูปที่ 4 และรอบๆถังจะมีเดือยเหล็กดังรูปที่ 5 ที่ใช้แซะผลทะลายให้หลุดออกทั้งหมด 60 อันรวมมีน้ำหนักของถังเหล็กมีค่าเท่ากับ 165.2 ก.ก. และข้างๆถังจะมีประตูเพื่อเปิดให้กากก้านทะลายปาล์มออกมาการเปิด

ประตูจะใช้รอกในการหมุนให้ประตูเลื่อนขึ้นและจะใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์พาให้กากก้านทะลายปาล์มกระเด็นออกมาทางด้านข้างถังตรงประตู

รูปที่ 5 เดือยเหล็ก

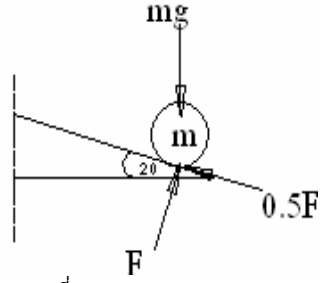
3.2 ตัวจานหมุน

ใช้เหล็กชนิดเดียวกันกับตัวถัง มีความหนา 7 ม.ม.และมีเหล็กตัวพาทะลายปาล์มอีก 8 ตัวรวมมีน้ำหนัก 10 ก.ก. ดังรูปที่ 6 โดยตัวจานหมุนจะเป็นตัวพาให้ทะลายปาล์มกลิ้งไปมากระแทกกับเดือยเหล็กเพื่อแซะผลปาล์มออกมาโดยการคำนวณหากำลังงานในการพาทะลายปาล์มหาได้ดังนี้



รูปที่ 6 จานหมุน

ก่อนที่จะทำการคำนวณหาขนาดของเครื่องยนต์ได้นั้นเราจำเป็นต้องรู้แรงที่จะต้องใช้ในการพาทะลายปาล์มให้กลิ้งอยู่ในถังได้โดยแรงที่หาได้จะนำไปหาแรงบิด ดังรูปที่ 7 เพื่อจะนำไปหาขนาดของเครื่องยนต์หรือกำลังเครื่องยนต์ต่อไป



รูปที่7 แสดงมวลบนจานหมุน

$$\sum F_y = F\cos 20 + 0.5F\sin 20 - mg = 0$$

$$\sum F_y = F\cos 20 + 0.5F\sin 20 - 1177 = 0$$

$$F = \frac{1170}{(\cos 20 + 0.5\sin 20)} = 1059.67 \text{ นิวตัน}$$

พิจารณา แรงบิด ที่เกิดจากแรงต้านของทะลายปาล์มเมื่อแรงต้านคือ

$\mu = 0.5$

F= μN = 0.5 x1059.67 = 529.835 นิวตัน

พิจารณา แรงบิด ที่เกิดจากแรงต้าน = F.r =529.835 x 0.5 = 265 นิวตันเมตร แรงบิด ที่เอาชนะความต้านทานเพื่อที่จะให้เครื่องจักรทำงานได้ต้องมากกว่า 265 นิวตันเมตร [3]

การหาขนาดกำลังของเครื่องจักรต้นกำลัง

$$W = 2\pi T\frac{N}{60} = 2\pi(265)\frac{40}{60} = 1110 \text{ วัตต์ =1.5 แรงม้า}$$

คิดค่าความความฝืดต่าง ๆที่สูญเสียไปดังนั้นเลือกค่าความปลอดภัยเท่ากับ 2 ดังนั้นใช้เครื่องยนต์ขนาด 3 แรงม้า

3.3 ระบบเขย่าแยกเศษปาล์ม

ระบบนี้เป็นการแยกเศษกากปาล์มออกจากผลปาล์ม โดยผลปาล์มและเศษกากปาล์มที่ได้จากถังแยก ดังรูปที่ 8 แล้วจะตกลงสู่ตะแกรงแยกเศษ จะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการแยกเศษกากปาล์มได้เป็นอย่างดี โดยมีเกียร์ทด 10 :1 จะรับกำลังจากระบบส่งกำลังมาผ่านเกียร์ทด เพื่อส่งต่อไปยังเพลาลูกเบี้ยว เพลาลูกเบี้ยวจะทำการหมุนกระแทกตะแกรง ส่วนประกอบของตะแกรงเป็นเหล็กฉาก 1 นิ้ว ทำเป็นโครง และมีเหล็กเส้นเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร ทำเป็นตะแกรงช่องว่างระหว่างกัน และตะแกรงจะถูกยึดด้วยลวดสลิงจำนวน 4 เส้น 2 เส้นที่ติดอยู่กับถังแยกมีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร และอีก 2 เส้น จะถูก

รูปที่ 8 ตะแกรงแยกเศษกากปาล์ม

ยึดไว้เหล็กฉาก 1 นิ้ว ที่เชื่อมติดกับถังแยกมีความยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ดังนั้นระบบจะเขย่าแยกเศษกากปาล์มนี้ จะช่วยผ่อนแรงในการแยกเศษกากปาล์มโดยที่เราไม่ต้องมาทำการแยกเศษกากปาล์มอีก

3.4 เกียร์ทด

เกียร์ทดเป็นระบบทดกำลังจากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ผ่านระบบส่งกำลังด้วยสายพานและต่อมายังเกียร์ทดตัวนี้ ดังรูปที่ 9 เพื่อที่จะนำกำลังไปขับจานหมุนเหวี่ยง เกียร์ทดตัวนี้จะทำการทด 30:1 คือรับความเร็วรอบจากระบบส่งกำลังด้วยสายพานที่ 1200 รอบต่อนาที จะถูกลดความเร็วรอบลงเหลือ 40 รอบต่อนาที ดังนั้นความเร็วรอบที่ 40 รอบต่อนาที จะใช้ในการตีแยกทะลายปาล์ม โดยเกียร์ทดนี้

รูปที่ 9 เกียร์ทด 30:1

3.5 การออกแบบชุดรางกวาด

ออกแบบให้รองรับเมล็ดปาล์มที่ผ่านการแยกแล้วให้ออกตามช่องทาง ลักษณะของชุดรางกวาดจะมีรูปร่างเป็นเป็นช่องวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 1000 ม.ม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 800 ม.ม.ความหนา 4.5 ม.ม. ภายในจะมีใบกวาดและก้านใบกวาดเป็นตัวกวาดเมล็ดปาล์มลงสู่ช่องทางออก ใบกวาดจะยึดอยู่กับเพลาที่ส่งกำลังให้ชุดจานหมุน ดังรูปที่ 10

รูปที่10 ชุดรางกวาด

3.6 โครงสร้าง

ในการออกแบบส่วนโครงสร้างจะทำการคำนวณหาขนาดเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้างโดยอาศัยน้ำหนักปาล์ม 3 ทะลาย จะมีน้ำหนักรวมเท่ากับ 120 กิโลกรัม หรือ 1177 นิวตัน น้ำหนักของถังแยกซึ่งใช้เหล็กเหนียว ความหนา 6 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1000 มิลลิเมตร และสูง 1100 มิลลิเมตร ซึ่งจากการคำนวณจะได้น้ำหนักคือ 165.2 กิโลกรัม หรือ 1618.96 นิวตัน น้ำหนักของชุดจานหมุนใช้เหล็กชนิดเดียวกันกับถังแยกซึ่งมีความหนา 6 มิลลิเมตร เท่ากัน โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจานหมุน 900 มิลลิเมตร จากการคำนวณจะได้น้ำหนักคือ 7.7 กิโลกรัม หรือ 75 นิวตัน น้ำหนักเพลาเลือกใช้เพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 60 มิลลิเมตร ยาว 600 มิลลิเมตร จากการคำนวณจะได้น้ำหนักคือ 13.25 กิโลกรัม หรือ 130 นิวตัน น้ำหนักของเดือยทั้งหมด 65 อัน คำนวณแล้วได้น้ำหนัก 3.40 กิโลกรัม หรือ 33 นิวตัน น้ำหนักของชุดเกียร์ทดแบบ 35(1/30) 7.5 แรงม้า มีน้ำหนัก 88 กิโลกรัม หรือ 863 นิวตัน และชุดเครื่องยนต์ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11 แรงม้า มีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม หรือ 981 นิวตัน เพราะฉะนั้นชุดโครงสร้างจะรับน้ำหนักทั้งหมด

ผลรวมน้ำหนักที่โครงสร้างจะรับ = น้ำหนักปาล์ม 3 ทะลาย + น้ำหนักของถังแยก + น้ำหนักจานหมุน + น้ำหนักของชุดเกียร์ทด + เครื่องยนต์ต้นกำลัง + น้ำหนักเพลา + น้ำหนักของเดือย

= 1,177 + 1,587 + 75 + 863 + 981 + 130 + 33 = 4,846 นิวตัน

เมื่อรวมแรงเนื่องจากน้ำหนักทั้งหมดที่กระทำต่อโครงเหล็กคือ 4846 นิวตัน เฉลี่ยแรงกระทำต่อคาน 4 ตัวคานแต่ละอันจะรับน้ำหนักเท่ากับ 1211.5 นิวตัน จากตารางโลหะเลือกเหล็ก Structural A36 ขนาด C 100 × 11 โดยมีข้อมูล σ_y = 250 N/mm^2

I_{xx} = 0.18×106 mm^4

I_{yy} = 1.91×106 mm^4 , E = 200 GPa , A = 1,370 mm^2

เลือกใช้ค่าความปลอดภัยเท่ากับ 2

โมเมนต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดมีค่าเท่ากับ 355821.2 N/mm^2[4]

$$\sigma_d = \frac{\sigma y}{N} = 125 \quad N/mm^2$$

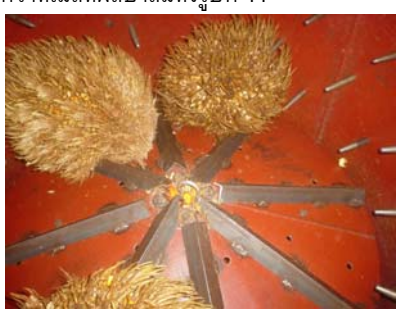
$$\sigma_b = \frac{MC}{I} = 108.22 \quad N/mm^2$$

$$\sigma_c = \frac{F}{A} = 1.768 \quad N/mm^2$$

$\sigma_d > \sigma_b > \sigma_c$ แสดงว่าขนาดเหล็ก C 100×11 สามารถรับโหลดได้

4. หลักการทำงานและการทดสอบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลายแบบลากจูง

หลักการทำงานและสมรรถนะของเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย ในการใช้เครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย เริ่มจาก สตาร์ทเครื่องยนต์ต้นกำลัง และต่อระบบส่งกำลังโดยการโยกคันส่งกำลังลง จะทำให้ระบบสายพานส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังส่งกำลังไปยังชุดเพลาพูเลย์สายพานและส่งกำลังไปยังเกียร์ทด จะส่งกำลังไปยังเพลาซึ่งยึดกับชุดจานหมุนเหวี่ยง โดยใช้นอต ยึดไว้ทำให้จานหมุนเหวี่ยงหมุน หลังจากนั้นนำทะลายปาล์มที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้วจำนวน 2-3 ทะลายใส่ลงไปในถังทางด้านบน ชุดจานหมุนเหวี่ยงจะเหวี่ยงให้ทะลายปาล์มกลิ้งไปกลิ้งมาอยู่บนจานหมุนเหวี่ยงและจะกระแทกกับผนังของถังซึ่งที่จานหมุนเหวี่ยงจะมีเหล็กฉากเชื่อมติดอยู่ที่ตัวจานหมุนเหวี่ยงและผนังของถังจะมีเดือยเหล็กติดอยู่โดยมีนอตขันยึดไว้ทางด้านนอกถัง ดังนั้นทะลายปาล์มกลิ้งไปครูดกับเดือยเหล็กทำให้เมล็ดผลปาล์มหลุดออกจากทะลาย ร่วงผ่านลงในช่องระหว่างถังกับชุดจานหมุนเหวี่ยงเข้าไปยังรางกวาดเมล็ดผลปาล์มดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ทะลายปาล์มขณะกำลังทำการแยกผลปาล์มออกมา

โดยจะมีชุดใบกวาดเป็นตัวกวาดเมล็ดผลปาล์มออกมายังช่องทางออก ชุดใบกวาดนี้จะถูกยึดติดกับเพลาที่ส่งกำลังให้จานหมุนเหวี่ยงทะลายปาล์ม เมื่อเมล็ดผลปาล์มหลุดออกจากทะลายปาล์มหมดแล้ว โดยใช้เวลาในการหมุนเหวี่ยงอยู่ประมาณ 120 วินาที จะตกลงสู่ตระแกรงร่อนที่อยู่ด้านล่างเพื่อทำการแยกเศษกากกับผลปาล์มและจะทำการเปิดประตูช่องทางออกของกากก้านทะลายปาล์ม โดยการหมุนวงล้อเปิดประตู โดยลวดสลิงจะดึงประตูขึ้นทำให้ประตูเปิดออก กากก้านทะลายปาล์มจะถูกเหวี่ยงออกมาจากถังเครื่องแยกผล เมื่อกากก้านทะลายปาล์มถูกเหวี่ยงออกจากถังเครื่องแยกผลปาล์มหมดแล้วทำการ

ปิดประตูช่องทางออก ดังรูปที่ 12 – 14 จากนั้นก็ใส่ทะลายปาล์มชุดใหม่ลงไป เพื่อทำการแยกผลปาล์มต่อไป

รูปที่ 12 เมล็ดผลปาล์มออกมายังช่องทางออกลงสู่ตระแกรงร่อน

รูปที่ 13 กากก้านทะลายปาล์มที่จะถูกเหวี่ยงออกมาจากถัง

รูปที่ 14 เมล็ดผลปาล์มและกากก้านทะลายปาล์มที่ได้จากการแยก

5. วิธีการทดสอบเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย

1. ทำการทดสอบทะลายปาล์มที่ทำการบ่ม 1 วัน และที่ทำการบ่ม 2 วัน 2. นำทะลายปาล์มที่ทำการบ่ม 1 วัน ที่มีน้ำหนัก 300 กิโลกรัม และทะลายปาล์มที่ทำการบ่ม 2 วัน ที่มีน้ำหนัก 300 กิโลกรัม มาทำการแยก 3.ทำการแยกทะลายปาล์มโดยใช้ตราชั่งชั่งน้ำหนักกองละ 50 กิโลกรัม จำนวน 6 กอง ต่อการบ่มแต่ละวัน 4.ตั้งรอบจานหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 40 , 50 และ 60 รอบต่อนาที โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ 5.นำทะลายปาล์มที่แยกไว้จำนวน 6 กอง ต่อการบ่มแต่ละวัน มาทำการแยก 6.แยกทะลายปาล์มที่ความเร็ว 40 รอบต่อนาที จำนวน 2 กอง ต่อการบ่มแต่ละวัน 7.แยกทะลายปาล์มที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที จำนวน 2 กอง ต่อการบ่มแต่ละวัน 8.แยกทะลายปาล์มที่ความเร็ว 60 รอบต่อนาที จำนวน 2 กอง ต่อการบ่มแต่ละวัน 9.ใส่ทะลายปาล์มที่ความเร็ว 40 , 50, 60 และ 70 รอบต่อนาที ลงในเครื่องแยกเมล็ดปาล์ม 10.ทำการชั่งเมล็ดปาล์มและทำการชั่งกากก้านทะลายปาล์มเปล่า ที่ได้จากเครื่องแยกเมล็ดปาล์ม

6.ผลการทดสอบ

ทดลองชั่งทะลายปาล์มครั้งละ 90 กก. แต่ละความเร็วรอบทำการทดลองทั้งหมด 4 ครั้ง

ตารางที่ 1 น้ำหนักเมล็ดปาล์มจากการทดลองบ่ม 1 วัน

น้ำหนักทะลายปาล์มเฉลี่ย	รอบเครื่อง	น้ำหนักเมล็ดปาล์มเฉลี่ย	% น้ำหนักผลปาล์มร่วง	น้ำหนักกากทะลายปาล์ม	% น้ำหนักกากทะลายปาล์ม	เวลา
kg	rpm	kg		kg		s
88.73	40	41.83	46.48	46.90	53.52	129
88.52	50	42.58	47.31	45.94	52.69	126
88.68	60	43.80	48.67	44.88	51.33	117
88.59	70	44.88	49.87	43.71	50.13	115

ตารางที่2 น้ำหนักเมล็ดปาล์มจากการทดลองบ่ม 2 วัน

น้ำหนักทะลายปาล์มเฉลี่ย	รอบเครื่อง	น้ำหนักเมล็ดปาล์มเฉลี่ย	% น้ำหนักผลปาล์มร่วง	น้ำหนักกากทะลายปาล์ม	% น้ำหนักกากทะลายปาล์ม	เวลา
kg	rpm	kg		kg		s
85.55	40	52.74	58.60	32.81	41.40	158
85.82	50	54.53	60.59	31.29	39.41	142
85.79	60	56.83	63.14	28.96	36.86	123
85.86	70	57.08	63.42	28.78	36.58	122

จากผลทดลองในตารางที่ 1 และ 2 จะเห็นได้ว่าความเร็วรอบที่เหมาะสมในการทำการแยกผลปาล์มที่จะไม่ทำให้เกิดความช้ำของผลปาล์ม คือความเร็วที่อยู่ระหว่าง 60-70 รอบต่อนาที และทำการบ่ม 2 วัน จะได้น้ำหนักของผลปาล์มมากขึ้น ซึ่งความความเร็วรอบนี้วัดจากความเร็วของเพลาที่รับกำลังจากเกียร์ทดที่ส่งไปยังจานหมุนเหวี่ยง และความเร็วรอบที่ 70 รอบต่อนาที ขึ้นไปจะทำให้เกิดความช้ำของผลปาล์มมากขึ้นและ % กรดไขมันอิสระจะเกิน 5% ไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานรับซื้อผลปาล์ม

7.การทดสอบคุณสมบัติของน้ำมันปาล์ม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ตู้อบ
2. มีดหั่นเนื้อปาล์ม
3. กระบอกสูบอัดน้ำมัน
4. เครื่องอัดไฮดรอลิกส์
5. แก้วทดลองขนาดต่าง ๆ
6. เครื่องชั่ง 4 ทศนิยม
7. อุปกรณ์ต้มน้ำมัน
8. อุปกรณ์ไทเทรต

รูปที่ 15 การแบ่งกลุ่มของผลปาล์ม 40 50 60 70 รอบต่อนาที

นำผลปาล์มอบที่ความร้อน 115°-120° c เป็นเวลา 15 นาที ดังรูปที่ 15 เพื่อทำการหยุดเอ็นซายน์ที่เป็นตัวทำให้เกิดกรดไขมันจากนั้นนำผลปาล์มมาหั่นเป็นชิ้นแล้วเข้ากระบอกสูบอัดเอาน้ำมันปาล์มโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกส์เพื่อทำการบีบเอาน้ำมัน วิธีวิเคราะห์ทำโดยการชั่งน้ำมันตัวอย่าง 3.0 กรัม ชั่งน้ำมันด้วยเครื่องชั่งแบบ 4 ทศนิยมทำการเติม Iso-propanal 50 ml เพื่อเพิ่มปริมาตรของน้ำมันทำการอุ่นน้ำมันให้เดือดจากนั้นหยดสาร phenolphthalein indicator 1% ประมาณ 2-3 หยดแล้วเขย่าให้เข้ากันแล้วนำน้ำมันปาล์มไปไทเทรตด้วย NaOH 0.1 N โดยทำการหยดสารไปเรื่อยๆจนน้ำมันปาล์มเปลี่ยนสีแล้วอ่านค่าที่ได้จากหลอดที่ทำการไทเทรต แทนค่าสูตรการหาค่า % กรดไขมัน Free fatty as palmitic ตัวอย่างการคำนวณหาค่า % กรดไขมัน เช่นถ้าอ่านค่าการไทเทรตได้ 4.5 และชั่งน้ำหนักได้ 3.0047กรัม จะนำค่านี้แทนในสูตรจะได้ว่า[5]

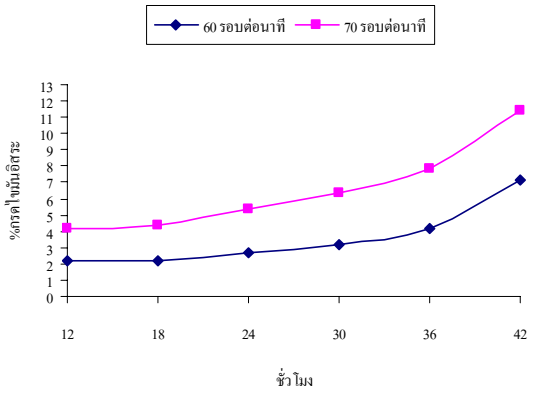
$$\% \text{ FFA} = \frac{NaOHx25.6x0.0977}{3.0}$$

$$= \frac{4.5x25.6x0.0977}{3.0047}$$

$$\% \text{ FFA} = 3.746 \ \%$$

ตารางที่ 3 ค่า% กรดไขมันอิสระเฉลี่ย ณ.เวลาหลังผ่านเครื่องแยกผลออกจากทะลาย (ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้งต่อการทดลอง)

ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	% กรดไขมันอิสระเฉลี่ย ณ.เวลาหลังจากผ่านเครื่องแยกผลออกจากทะลาย					
	12hr	18hr	24hr	30hr	36hr	42hr
60	2.19	2.213	2.671	3.215	4.215	7.1
70	4.15	4.413	5.392	6.394	7.831	11.45



รูปที่ 16 การเพิ่มของ % กรดไขมันอิสระ

8.สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องแยกผลออกจากทะลายแบบลากจูงสามารถสร้างความสะดวกให้กับสำหรับเกษตรกรเพื่อลดปัญหาการขนส่งที่ต้องบรรทุกทั้งทะลายและกากก้านทะลายก็สามารถแปรสภาพเป็นปุ๋ยในสวนต่อไป หรือโรงงานขนาดเล็กสามารถแยกผลปาล์มร่วงและสามารถผลิตเป็นน้ำมันปาล์มดิบต่อไป ปาล์มที่ทำการแยกผลจากเครื่องนี้จะมีความช้ำหรือความเสียหายน้อยโดยปรับความเร็วรอบต่างๆ สามารถพิสูจน์ได้จากการทดลองหาค่า%กรดไขมันอิสระไม่เกิน 5 % ดังตารางที่ 3 จากผลการทดลองพบว่าที่บ่มผลปาล์มไว้ 2 วัน จะได้ผลปาล์มมากกว่า และที่ความเร็วรอบ 60 รอบต่อนาที ได้ปริมาณผลปาล์มร่วง ถึง 56.83 ก.ก. ใช้เวลา 123 วินาที สมรรถนะของเครื่อง 1680 ก.ก.ต่อชั่วโมง จากรูปที่ 16 จะเห็นได้ว่าต้องผ่านกระบวนการยับยั้งเอ็นซายน์ภายใน 36 ชั่วโมง หลังจากผ่านการทำงานของเครื่อง ส่วนที่ความเร็วรอบ 70 รอบต่อนาที จะเห็นได้ว่า มีค่าการแยกผลปาล์มออกจากทะลายใกล้เคียงกับที่ 60 รอบต่อนาที แต่ต้องนำผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการยับยั้งเอ็นซายน์ภายใน 18 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

[1] จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน (สกว.) ปีที่ 3 ฉบับที่ 4 เดือน ธันวาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

[2] คู่มือการเลือกใช้เหล็ก บริษัท สเปเชียล สตีล จำกัด

[3] ดร. วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน, การออกแบบ *เครื่องจักรกล เล่ม 1,2,* หจก. เอช-เอ็นการพิมพ์, 2521.

[4] RHV Corley, PBH Tinker “Oil Palm” Fourth Edition Copyright 2003 b Blackwell Publishing.

[5] See J. Assoc. Off. Anal. Chem. 59 : 658(1976)