

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะรุมนจัดเป็นพืชผักพื้นบ้านที่มีคุณประโยชน์ทางด้านอาหาร ยาและอุตสาหกรรม เป็นไม้ยืนต้นที่โตเร็ว ทนแล้ง ปลูกง่ายในเขตร้อน ออกดอกในฤดูหนาว บางพันธุ์ออกดอกหลายครั้งในรอบปี ดอกเป็นดอกช่อ สีขาว กลีบเรียง มี 5 กลีบ กลีบดอกมี 5 กลีบแยกกัน ดอกมีรสขม หวาน มันเล็กน้อย ผลเป็นฝักยาว เปลือกสีเขียวมีส่วนคอดและส่วนมน เป็นระยะ ๆ ตามความยาวของฝัก ฝักยาว 20 - 50 ซม. ฝักมีรสหวาน เมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยม มีปีกบางหุ้ม 3 ปีก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดประมาณ 1 ซม.กินได้หลายส่วนทั้งยอด ดอก และฝักเขียว มะรุมนมีธาตุอาหารต่าง ๆ มาก เช่น วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม โปแตสเซียม โปรตีน (วิไลวรรณ 2553) ส่วนภายในสามารถนำมาสกัดน้ำมันมะรุมนซึ่งมีองค์ประกอบคล้ายน้ำมันมะกอกใช้ปรุงอาหารได้ และมีสรรพคุณทางยาใช้รักษาตามผิวหนัง บาดแผล ผื่นคัน ทานวดบรรเทาอาการปวดเมื่อย นอกจากนี้ในมะรุมนยังพบสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอความเสื่อมของร่างกาย (ชะลอความแก่) สารต้านมะเร็ง ลดไขมันและคอเลสเตอรอล (สุทธาทิพ 2550) จากการตรวจสอบราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์มะรุมนจากร้านสมุนไพรออนไลน์ สำหรับเมล็ดมะรุมนแห้งที่มีเปลือกราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 480 บาท น้ำมันมะรุมนบริสุทธิ์ราคาจำหน่ายในขวดขนาด 50 ซีซี ราคา 450 บาทหรือเป็นขนาด 1 ลิตร ราคา 6000 บาท (นิรนาม 2 2554)

ข้อมูลเบื้องต้นของเมล็ดมะรุมนแห้งพบว่าฝักที่แก่จัดสามารถแตกออกได้ง่าย ภายในมีเมล็ดแห้งเรียงกันอยู่ ลักษณะเมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยม มีปีกบางหุ้ม 3 ปีก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดประมาณ 1 ซม.(ดูรูปที่1.1) โครงสร้างของเมล็ดมีลักษณะอ่อนนุ่มไม่แข็ง การจำหน่ายเมล็ดแห้งเพื่อบริโภคจำหน่ายในลักษณะนี้เลยโดยผู้บริโภคต้องนำไปแกะเปลือกเอง ส่วนน้ำมันมะรุมนผลิตจากเมล็ดมะรุมนแห้งที่มีเปลือกโดยนำมาเข้าเครื่องบีบอัดแบบสกรูซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่าบีบเย็น(cold press) ปัจจุบันเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมนด้วยวิธีเกลียวอัดที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศและนำมาดัดแปลงบางส่วนเพื่อให้สามารถทำงานได้ การทำความสะอาดทำได้ยาก ต้องใช้น้ำฉีดเข้าไปช่วยในขณะชะล้างทำความสะอาด อีกทั้งมีราคาขายที่สูง ในขณะขบวนการบีบอัดน้ำมันที่ทำอยู่สำหรับโรงงานพบว่ามีการผสมกันระหว่างเมล็ดมะรุมนที่กะเทาะเปลือกกับมะรุมนที่มีเปลือกในอัตราที่ไม่แน่นอนเนื่องจากการใช้มะรุมนกะเทาะเปลือกมีผลทำให้ได้น้ำมันที่ใส มีสิ่งเจือปนน้อย น้ำมันไปค้ำที่กากน้อยแต่จำเป็นต้องมีการผสมมะรุมนที่มีเปลือกเข้าในเครื่องอัดเพื่อให้เกิดการเสียดทานในขณะบีบอัด ถ้าไม่ใสในส่วนนี้เครื่องจะทำหน้าที่เป็นการบีบรัดและไม่ได้น้ำมัน ตามคำบอกเล่าของโรงงานผลิตน้ำมันมะรุมนที่ได้มีปริมาณร้อยละ 15 เนื่องจากลักษณะรูปแบบของเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมนและการควบคุมปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณน้ำมันมะรุมนที่สกัดได้ที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นการควบคุมกระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดมะรุมนให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันมะรุมนมากที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิต เครื่องจักรที่มามีการทำงานง่าย การปรับตั้งใช้งานไม่ยุ่งยาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการสร้างเครื่องอัดแบบสกรูขนาดทดลองสำหรับเมล็ดมะรุมนเพื่อใช้ในการทดสอบสามารถปรับสถานะที่จำเป็นในการบีบอัดน้ำมันจากเมล็ดมะรุมน ได้แก่ อัตราป้อน ความเร็วรอบสกรูอัด ส่วนผสม

ของเมล็ดมะรุมที่ใช้อัดโดยออกแบบให้สามารถสร้างขึ้นได้ง่าย สะดวกต่อการทดสอบและสามารถทำการทดสอบได้เร็วขึ้น



รูปที่ 1.1 เมล็ดมะรุม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบเกลียวอัดสำหรับเมล็ดมะรุมต้นแบบขนาดทดลอง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบและประเมินผลเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

โครงสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบเกลียวอัดสร้างเป็นเหล็ก เพื่อใช้สำหรับงานทดสอบโดยใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อนเพลากลียวอัดและสามารถเปลี่ยนความเร็วรอบโดยใช้อินเวอร์เตอร์ช่วยปรับรอบมอเตอร์

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาปัญหาและแนวทางในการออกแบบเครื่อง
- 1.4.2 ออกแบบเครื่องทดสอบเบื้องต้น ตรวจสอบความเป็นไปได้และข้อจำกัดต่าง ๆ และปรับปรุงแก้ไข
- 1.4.3 ทำการสร้างเครื่องทดสอบและปรับปรุงแก้ไข
- 1.4.4 สรุปและวิจารณ์ผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้แนวทางการออกแบบและเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบเกลียวอัด
- 1.4.2 เพื่อใช้ในการทดสอบการบีบอัดน้ำมันในสภาวะที่แตกต่างได้สะดวกและรวดเร็ว

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้น

มะรุม (Drumstick tree) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa olifera* Lamk วงศ์ Moringaceae ถิ่นกำเนิดอยู่ทางใต้เชิงเขาหิมาลัย ในประเทศแถบเอเชีย เช่น อินเดีย ศรีลังกา เป็นต้น และยังมีในเขตเอเชียไมเนอร์และแอฟริกา ส่วนในประเทศไทย คนไทยรู้จักมะรุมและปลูกไว้ตามบ้านเพื่อรับประทานเป็นผักมาตั้งแต่โบราณ มะรุมกินได้หลายส่วน ทั้งยอด ดอก ใบอ่อนและผักชีแว ต้นมะรุมพบได้ทุกภาคในประเทศไทย ทางอีสานเรียก “ผักอีฮุม หรือผักอีฮิม” ภาคเหนือเรียก “มะค้อมก้อน” ชาวกะเหรี่ยงแถบกาญจนบุรีเรียก “กาแน้งเต็ง” ส่วนชาวนานแถบแม่ฮ่องสอนเรียก “ผักเนื้อไก่” เป็นต้น (นิรนาม 1 2543) มะรุมเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูง 3-4 เมตร ทรงต้นโปร่ง ใบเป็นแบบขนนก หรือคล้ายกับใบมะขามออกเรียงแบบสลับกัน ผิวใบสีเขียว ด้านล่างสีจะอ่อนกว่าด้านบน ดอกออกเป็นช่อสีขาว กลีบดอกมี 5 กลีบ ผลหรือฝักมีความยาว 20-50 เซนติเมตร ลักษณะเหมือนไม้ติ๊กตอง เปลือกผล หรือฝักเป็นสีเขียวมีส่วนคอด และส่วนมนเป็นระยะตามความยาวของฝัก ฝักแก่ผิวเปลือกเป็นสีน้ำตาล เมล็ดมีเยื่อหุ้มกลมเป็นสีน้ำตาล มีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร มะรุมเป็นไม้ปลูกง่าย เจริญได้ดีในดินทุกชนิด ต้องการน้ำและความชื้นในปริมาณปานกลาง ขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดและการปักชำกิ่ง งอกเร็ว ใช้เวลา 2 สัปดาห์ต้นกล้าสูงประมาณ 10-20 เซนติเมตร เกษตรกรนิยมปลูกมะรุมไว้ริมรั้วบ้าน หรือหลังบ้าน 1-5 ต้น เพื่อให้เป็นผักคู่บ้านคู่ครัวแบบพอเพียง



รูปที่ 2.1 ต้นมะรุม



รูปที่ 2.2 ฝักมะรุม

2.2 ประโยชน์จากส่วนต่าง ๆ ของต้นมะรุม

ใบสด ใบมะรุมสด เหมือนผักใบเขียวทุกชนิด รับประทานได้แต่ไม่ควรรับประทานเป็นจำนวนมาก เพราะจัดเป็นยาถ่ายประเภทหนึ่ง เมื่อเริ่มรับประทาน บางท่านอาจจะมีอาการท้องเสีย การรับประทานใบสด ไม่ควรถูกความร้อน เพราะจะทำให้สูญเสียสารอาหารหลายชนิด ใบสดใช้จิ้มน้ำพริก ใส่แกง ใส่สลัด และใส่แซนด์วิช ใบสดเปล่า ๆ มีรสเผ็ด แต่เมื่อนำมา รับประทานกับข้าวหรือแซนด์วิชจะไม่รู้สึกเผ็ด การรับประทานน้ำคั้นใบมะรุมสด ต้มวันละ 1 ช้อน

โตะ จะสามารถรักษาอาการของโรคเบาหวานได้และควบคุมความดันโลหิตสูงได้ การรับประทานใบสดวันละ 1-3 กิ่ง หรือใช้ประกอบอาหาร ทำให้มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นหวัด ไม่ปวดศีรษะอย่างรุนแรง

เปลือกจากลำต้น มีสร้อน นำมาสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ผ้าห่อทำเป็นลูกประคบ หนึ่งให้ร้อน นำมาใช้ประคบ แก้กโรค ปวดหลัง ปวดตามข้อได้เป็นอย่างดี รับประทานเป็นยาขับลมในลำไส้ ทำให้ผายหรือเรอ คุมธาตุอ่อน ๆ (ตัดต้นลมดีมาก) แพทย์ตามชนบทใช้เปลือกมะรุมสด ๆ ตำบวบพอกแก้ม อกไว้ข้างแก้ม แล้วรับประทานสุราจะไม่รู้สึกละเมา

ผล รับประทานได้ทั้งฝักอ่อนและฝักแก่พอสมควร ฝักแก่ใช้ทำแกงส้มหรือซดเอาแต่เนื้อในมาทำแกงกะหรี่ ฝักอ่อนขนาดถั่วฝักยาวสามารถนำมาทำอาหารได้หลายชนิด เช่น แกงส้มฝักมะรุม ฝักมะรุมอ่อนผัดน้ำมันหอย ยำฝักมะรุมอ่อน (เหมือนยำถั่วพลู) สลัดสดใบมะรุมผักรวมทอดมันปลากับฝักมะรุมอ่อน แกงเลียงฝักมะรุมอ่อน ผัดเผ็ดฝักมะรุมอ่อนยอดพริกไทยกับไก่ ฝักมะรุมอ่อนผัดขี้เมา เป็นต้น

เมล็ด นำมาสกัดได้น้ำมันเพื่อใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น ใช้ทำอาหาร รักษาโรคปวดตามข้อ โรคเกาต์ รักษาโรครูมาติซึม และรักษาโรคผิวหนัง แก้ผิวแห้ง ใช้แทนยารักษาผิวให้ชุ่มชื้น รักษาโรคอันเกิดจากเชื้อรา กากที่เหลือจากการทำน้ำมันสามารถนำมาใช้ในการกรองหรือทำน้ำให้บริสุทธิ์เป็นน้ำดื่มได้ กากของเมล็ดมีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงเป็นอย่างยิ่ง จากนั้นนำมาทำปุ๋ยต่อไปได้

ดอก ช่วยบำรุงร่างกาย ขับปัสสาวะ ขับน้ำตา ใช้ต้มน้ำชาใช้ดื่มช่วยให้นอนหลับสบาย

2.3 ประโยชน์น้ำมันมะรุม

น้ำมันมะรุมมีสรรพคุณในการช่วยลดอาการบวมจากแมลงสัตว์กัดต่อย รักษาแผลพุพอง หรือ แผลเปื่อยที่ติดเชื้อรา ลดความดันโลหิตสูง ลดคลอเรสเตอรอล และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีคุณสมบัติในการบำบัดรักษาสภาพผิวแห้ง ตกสะเก็ด ลอกเป็นขุย รวมทั้งแก้ผิวที่แพ้เป็นผดผื่นคันได้ดี ทั้งยังบำรุงรักษาได้ทั้งผิวกายและเส้นผม เพราะอุดมด้วยกรดโอเลอิก ซึ่งเป็นสารที่ให้ความชุ่มชื้น รวมทั้งมีคุณสมบัติในการชะล้างทำความสะอาด และรักษาผิว จึงเป็นที่นิยมนำมาเป็นองค์ประกอบผสมในเครื่องประทินผิวต่าง ๆ เช่น ครีมบำรุงผิว บำรุงเส้นผม สบู่ รวมไปถึงใช้ในการนวดบำบัดต่าง ๆ และใช้สำหรับ รักษาผิว ลดเลือนริ้วรอย ลดการหย่อนคล้อยของผิว รักษารอยต่างด้าและป้องกันการเกิดสิวหัวดำ นอกจากนี้ น้ำมันมะรุมเป็นน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติสูงชนิดหนึ่ง ใช้เป็นน้ำมันสลัดชั้นเยี่ยมไม่น้อยไปกว่าน้ำมันมะกอก ประกอบด้วย กรดโอเลอิก (Mono - Unsaturated Fatty Acid) นิยมใช้ในการประกอบอาหารประเภททอด น้ำมันมะรุมเป็นน้ำมันพืชที่มีเสถียรภาพสูง และทำปฏิกิริยากับอากาศ (Oxydation) ได้ยาก จึงไม่มีกลิ่นเหม็นหืน เก็บไว้ใช้งานได้ยาวนานในอุณหภูมิปกติ ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 5 ปี (นิรนาม 1 2543)

2.4 วิธีการสกัดน้ำมัน

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชมีหลายวิธีดังนี้

2.4.1 การสกัดน้ำมันมะรุมโดยการเคี้ยว (Rendering) โดยการนำเมล็ดมะรุมแก่มาบดให้ละเอียดแล้วนำไปใส่ในกระทะแล้วเคี่ยวจนกระทั่งน้ำมันแยกตัวออกมาแล้วทำการเคี่ยวต่อจนน้ำ

ระเหยหมด วิธีนี้จะได้น้ำมันในปริมาณที่สูงแต่คุณค่าสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำมันเมล็ดมะรุมจะลดต่ำลง เนื่องจากการใช้ความร้อนสูงเป็นเวลานานทำให้สภาพน้ำมันเปลี่ยนไปคือ เหม็นหืนเร็วขึ้นและมีความเหนียวกว่า

2.4.2 การสกัดโดยใช้สารทำละลาย (Solvent Extraction) การสกัดน้ำมันพืชโดยใช้สารละลายนี้เป็นกรรมวิธีที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันและให้ผลผลิตสูงกว่าวิธีการสกัดด้วยแรงบีบอัดเชิงกล ในกรณีของการสกัดน้ำมันจากเมล็ดพืชทำให้ได้ปริมาณน้ำมัน 99-99.5 เปอร์เซ็นต์ จากปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ในเมล็ดพืชเมื่อสกัดด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่นิยมใช้เช่น เฮกเซน (Hexane) และปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether) เป็นต้น การสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายอาศัยหลักการที่น้ำมันและไขมันสามารถละลายได้ในตัวทำละลายโดยให้ตัวทำละลายสัมผัสกับเมล็ดพืชที่ผ่านการบดเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับตัวทำละลายทำให้ได้ปริมาณน้ำมันเพิ่มมากขึ้น จากนั้นจึงระเหยตัวทำละลายออกแล้วนำน้ำมันพืชที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์

2.4.3 วิธีการสกัดโดยการบีบอัดเชิงกล (Mechanical Extraction) การสกัดน้ำมันวิธีนี้เป็น การบีบอัดโดยใช้แรง ซึ่งเป็นการบีบอัดแบบวิธีธรรมชาติเหมาะใช้กับพืชน้ำมันที่มีปริมาณสูง เครื่องมือที่นิยมใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบไฮดรอลิก (hydraulic Pressure Extractors) เป็นการอัดเมล็ดน้ำมันภายในกระบอกอัดโดยใช้หัวอัดไฮดรอลิกและแบบเกลียวอัด (Screw Type Expeller) เป็นการอัดโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของวัตถุดิบที่เคลื่อนที่ไปตามร่องเกลียว

2.4.3.1 วิธีการบีบอัดแบบเกลียวอัด (Screw Press) เหมาะกับพืชน้ำมันเปลือกแข็ง เช่น เมล็ดงาเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น การบีบอัดด้วยเครื่องสกัดแบบเกลียวอัดดังรูปที่ 2.4 น้ำมันจะถูกบีบออกมาโดยแรงอัดระหว่างเกลียวอัดในแนวนอนจนได้น้ำมันออกมา น้ำมันประเภทนี้จัดเป็นน้ำมันคุณภาพดี เพราะไม่ผ่านความร้อน แต่มีความร้อนเกิดขึ้นจากแรงเสียดสีระหว่างกระบอกกับเกลียวอัดในระหว่างการสกัดน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการสกัดด้วยไฮดรอลิก เมื่อน้ำมันจึงนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง ซึ่งคุณภาพน้ำมันยังคงมีสี กลิ่น รสตามธรรมชาติ แต่มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ เพราะระหว่างการสกัดน้ำมันเกิดความร้อนเนื่องจากแรงเสียดทานทำให้มีอุณหภูมิสูงประมาณ 80-100 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.3 เครื่องสกัดน้ำมันแบบเกลียวอัด

2.4.3.2 วิธีการบีบอัดแบบไฮดรอลิก (Hydraulic Press) เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับพืชน้ำมันที่มีเปลือกนิ่มไม่แข็งเกินไป เช่น ถั่วเหลือง รำข้าว ถั่วลิสง หรือต้องการสกัดน้ำมันแบบบีบเย็นเพื่อคง

คุณค่าของสารอาหารที่สำคัญของน้ำมันไวเมลล์พืชน้ำมันที่นำมาบีบด้วยเครื่องอัดแบบไฮดรอลิก น้ำมันที่ได้มีคุณภาพดีเนื่องจากเกิดความร้อนต่ำในระหว่างกระบวนการสกัดน้ำมัน แต่ได้น้ำมันในปริมาณน้อยในแต่ละครั้งคือประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้น้ำมันจึงนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเพื่อกรองกากออกจากน้ำมัน

2.5 การสกัดน้ำมันมะรุมแบบพื้นบ้าน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ

1) สกัดน้ำมันมะรุมโดยการเคี้ยว โดยการนำเมล็ดมะรุมแก้มาบดให้ละเอียด แล้วนำไปใส่กระทะ เติมน้ำสองเท่าของเนื้อเมล็ดมะรุมที่บด แล้วนำไปตั้งไฟให้เดือดแล้วหรี่ไฟลง หลังจากนั้นก็เคี้ยวกับไฟพออ่อน ๆ จนน้ำแห้ง แล้วกรองแยกเอาน้ำมันมะรุมมาบรรจุขวด

2) สกัดน้ำมันมะรุมโดยการต้ม นำเมล็ดมะรุมมาบดให้ละเอียด นำไปใส่หม้อเติมน้ำให้ท่วม ต้มให้เดือดห้านาที แล้วยกลงจากเตา นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วใส่ภาชนะทรงสูงทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อปล่อยให้ไขมันแยกตัวเป็นชั้น จากนั้นจึงตักน้ำมันมากรองใส่ขวดเก็บไว้ ส่วนกากมะรุมที่เหลือนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ได้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันแบบเกลียวอัด

ปัจจุบันเครื่องสกัดน้ำมันด้วยวิธีเกลียวอัดที่จำหน่ายตามท้องตลาดเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศและนำมาดัดแปลงเพื่อใช้สำหรับเมล็ดมะรุม การทำความสะอาดภายในเครื่องทำได้ยาก ต้องใช้น้ำฉีดเข้าไปช่วยในการชะล้างทำความสะอาด อีกทั้งมีราคาขายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการศึกษาเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดต้นแบบ โดยมีจุดมุ่งหมายของโครงการการออกแบบและสร้างเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดต้นแบบ ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดต้นแบบขนาดทดลอง
2. เพื่อทดสอบและประเมินผลเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด

3.1 แนวทางการออกแบบเครื่องและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด

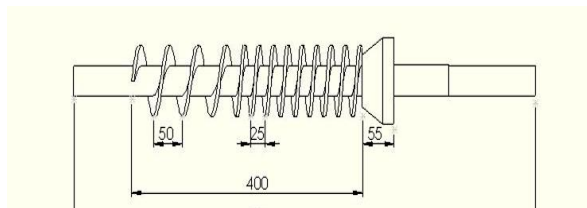
การออกแบบเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดต้นแบบ โดยออกแบบให้ตัวเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

- 1) ครอบก้อัดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 97 มม. ยาว 410 มม. รูเจาะรอบครอบก้อัดมีขนาด 2 มม.
- 2) สกรูมีความยาวของสกรู 400 มม. มีระยะพิทช์ 2 ระยะคือ ช่วงแรก 50 มม. และช่วงหลัง 25 มม.
- 3) หัวอัดเป็นรูปทรงเทปเปอร์ (tapper) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ยาว 55 มม.
- 4) ชุดเฟืองทดรอบ
- 5) มอเตอร์ต้นกำลัง ขนาด 3 แรงม้า

3.2 การออกแบบ

3.2.1 คำนวณหาความเร็วรอบสกรูบีบ

ความเร็วรอบที่ใช้จะต้องให้ได้ปริมาณของการลำเลียงวัสดุที่ใช้บีบ โดยสมมติให้ลำเลียงเต็มสกรู มากกว่า 1 กิโลกรัมต่อนาที



รูปที่ 3.1 ระยะต่าง ๆ ของเกลียวสกรู

คำนวณหาปริมาตรของสกรูใน 1 พิตช์ จากสมการ

$$\frac{\pi(D^2-d^2)}{4} \times W = V_p$$

ช่วงแรก $W = 50 \text{ mm}$

$$V_p = \frac{\pi(76^2 - 52^2)}{4} \times 50$$

$$= 1.206 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

ช่วงหลัง $W = 25 \text{ mm}$

$$V_p = \frac{\pi(76^2 - 52^2)}{4} \times 25$$

$$= 6.029 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

เนื่องจากระยะพิตช์มี 2 ระยะ

$$V_{p\text{เฉลี่ย}} = \frac{1.206 \times 10^{-4} + 0.603 \times 10^{-4}}{2}$$

$$= 9.045 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

ถ้าต้องการบีบน้ำมันให้ได้ ปริมาตรการบีบมากกว่า 1 กิโลกรัมต่อนาที

ซึ่งมีปริมาตร $V = \frac{m}{\rho}$

จากสมการ $V_p \cdot N = \frac{X}{\rho}$

$$X = V_p \cdot \rho \cdot N$$

ในการทดสอบเครื่องความเร็รรอบหมุนเกลียวอัด 8 รอบต่อนาที

ความหนาแน่นของมะรุมไม่กะเทาะเปลือก มีค่าประมาณ 134.90 kg/m^3

$$\begin{aligned} \text{อัตราการป้อน (อัตราการบีบอัด)} &= 9.045 \times 10^{-5} \times 134.9 \times 8 \\ &= 0.097 \text{ kg/min} \\ &= 5.85 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

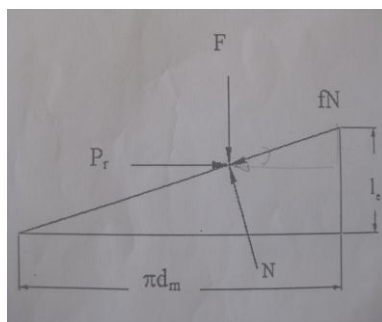
ความหนาแน่นของมะรุมกะเทาะเปลือก มีค่าประมาณ 471.82 kg/m^3

$$\begin{aligned} \text{อัตราการป้อน (อัตราการบีบอัด)} &= 9.045 \times 10^{-5} \times 471.82 \times 8 \\ &= 0.341 \text{ kg/min} \\ &= 20.46 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

จึงต้องมีการศึกษาแก้ไขปรับปรุงให้เครื่องสามารถทำงานให้สามารถบีบน้ำมันได้

3.2.2 คำนวณหาโมเมนต์บิดที่ใช้ในการสกัดน้ำมัน

การคำนวณหาโมเมนต์บิดนี้วิเคราะห์จากแรงต่างที่กระทำกับสกรูดังรูป 4.2 เป็นแรงที่กระทำกับเกลียว ซึ่งเป็นภาพคลี่ของเกลียวหมุนไปหนึ่งรอบ โดยต้องทำการทดสอบแรงบีบ (F) ที่ต้องใช้สำหรับสกัด



รูปที่ 3.2 แรงที่กระทำกับพินเกลียว

จากรูป กำหนดให้

F = แรงที่ในแนวแกน

f = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

l = หลีตสกรู

d_m = เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของสกรู

r_m = รัศมีเฉลี่ยของสกรู

l = หลีตสกรู

$$d_m = \frac{(D+d)}{2} = \frac{(76+52)}{2} = 64 \text{ mm.}$$

$$r_m = 32 \text{ mm.}$$

แรงที่ใช้สกัดน้ำมันมะรุมจากเครื่องทดสอบโดยประมาณ $250 \text{ kg} = 2452.5 \text{ N}$

รวมแรงในแนวนอน

$$\sum F_h = P_R - N \sin \alpha - fN \cos \alpha = 0$$

รวมแรงในแนวตั้ง

$$\sum F_v = F + fN \sin \alpha - N \cos \alpha = 0$$

$$P_R = \frac{F(\sin \alpha + f \cos \alpha)}{\cos \alpha - f \sin \alpha}$$

$$= \frac{F\left[\left(\frac{l}{\pi d_m}\right) + f\right]}{1 - \left(\frac{fl}{\pi d_m}\right)}$$

$$T_R = P_R \times r_m$$

$$= Fr_m \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_m - fl} \right)$$

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

$$f = \tan \alpha$$

$$f > \frac{l}{\pi d_m}$$

$$f > \frac{2\pi 26}{\pi \times \left(\frac{76+52}{2}\right)} = 0.12$$

คำนวณหาแรงบิดในการขับน้ำหนักของสกรูและเพลลา

(วัสดุทำจากเหล็กกล้าคาร์บอนมีน้ำหนักจำเพาะ = $76.5 \text{ KN} / \text{m}^3$)

- น้ำหนักของสกรู

$$\text{ปริมาตรของสกรูโดยประมาณ} = \left(\frac{\pi \times 0.076^2}{4}\right) \times 0.4$$

$$= 1.814 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของสกรู} &= 76.5 \times 1.814 \times 10^{-3} \\ &= 0.139 \text{ kN} \quad = 13.9 \text{ kg} \end{aligned}$$

- น้ำหนักของเพลลา

$$\text{ปริมาตรของเพลลาโดยประมาณ} = \left(\frac{\pi \times 0.026^2}{4}\right) \times 0.8$$

$$= 4.2472 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักของเพลลา} &= 76.5 \times 4.2472 \times 10^{-4} \\ &= 0.032 \text{ kN} \quad = 3.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

แรงบิดสำหรับขับน้ำหนักเพลลาและสกรูจากสมการ $T = I \propto$

เพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ 8 รอบ/นาที ใช้เวลาเท่ากับ 60 วินาที

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \frac{8 \times 2\pi}{60 \times 60} = 0.014 \text{ rad/s}^2$$

$$\text{สำหรับสกรู} \quad I = \frac{mr^2}{2} = \frac{10.6 \times 0.038^2}{2} = 7.65 \times 10^{-3}$$

$$T = I \propto = 7.65 \times 10^{-3} \times 0.014 = 1.071 \times 10^{-4} \text{ Nm}$$

$$T \text{ ที่ใช้ขับสกรู} = 1.071 \times 10^{-4} \text{ Nm}$$

$$\text{สำหรับเพลลา} \quad I = \frac{mr^2}{2} = \frac{10.6 \times 0.026^2}{2} = 3.58 \times 10^{-3}$$

$$T = I \propto = 3.58 \times 10^{-3} \times 0.014 = 5.012 \times 10^{-5} \text{ Nm}$$

$$T \text{ ที่ใช้ขับเพลลา} = 5.012 \times 10^{-5} \text{ Nm}$$

T ที่ใช้ขับเคลื่อนและเพลลา =

$$1.071 \times 10^{-4} + 5.012 \times 10^{-5} = 1.5722 \times 10^{-4} Nm$$

3.2.3 คำนวณหาขนาดมอเตอร์ที่ต้องใช้

จากสมการหาค่าล้งมอเตอร์ แล้วใช้ค่าแรงบิดที่ใช้ในการสัปดาห์มาคำนวณ

$$WP = \frac{2\pi TN}{60}$$

ใช้มอเตอร์เกียร์ขนาด 3 แรงม้า

$$3 hp = 2237.1 w$$

โมเมนต์บิดสูงสุดของมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า จากสมการ

$$T = \frac{W_p \times 60}{2\pi N}$$

$$\frac{3 \times 745.7 \times 60}{2\pi \times 8} = 2670.34 Nm$$

โมเมนต์บิดที่ใช้สำหรับปีบอย่างเดียว = T-T ใช้ขับเคลื่อนและเพลลา

$$2670.34 - 1.5722 \times 10^{-4} = 2670.34 Nm$$

คำนวณหาแรงปีบที่ได้จากมอเตอร์ 3 hp

$$T_R = Fr_M \left(\frac{l + \pi f d_m}{\pi d_M + fl} \right)$$

$$2670.34 = F(0.032) \left[\frac{(0.119) + (\pi \times 0.25 \times 0.064)}{(\pi \times 0.064) - (0.25 \times 0.024)} \right]$$

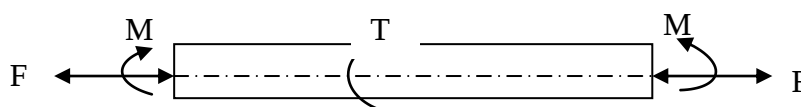
$$2670.34 = F(0.0278)$$

$$F = 96055.40 N$$

$$\text{แรงปีบที่ได้} = 96.06 \text{ kN}$$

3.2.4 การคำนวณหาขนาดเพลลา

การออกแบบเพลลานี้ใช้หลักการออกแบบเพลลาตามโค้ดของ American Society of Mechanical Engineers (ASME) วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด และไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตยศาสตร์ (static design method) ในการหาสมการสำหรับเกิดขึ้นบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบเพลลาให้พิจารณาเพลลาในรูปที่ 4.3 ให้เพลลาเป็นการออกแบบกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลลา มีดังต่อไปนี้คือ



รูปที่ 3.3 เพลลาภายใต้แรงต่าง ๆ

ความเค้นดึงหรือกด $\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)}$ (4.1)

ความเค้นดัด $\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi(d^4 - d_i^4)}$ (4.2)

ความเค้นเฉือน $\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d^4 - d_i^4)}$ (4.3)

ในกรณีที่เป็้นแรงกด อาจมีผลจากการโก่งงอ (Buckling) ได้ ดังนั้นสมการที่ (4.1) จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (4.4)$$

เพลาส่วนมากอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร ทั้งนี้เพราะเพลามุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ดังนั้นเพลาก็เกิดความเสียหายเนื่องมาจากความล้าเป็นส่วนใหญ่ สำหรับวิธีการคำนวณของ American Society of Mechanical Engineers (ASME) ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย ถ้าให้ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการที่ (4.2) และสมการที่ (4.3) จึงกลายมาเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_m Md}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.5)$$

และ

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t Td}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (4.6)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นรวมคือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (4.7)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left(\frac{\sigma}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

แทนค่าสมการที่ (4.4), (4.5), (4.6) และ (4.7) ลงในสมการข้างบนแล้วจัดรูปใหม่จะได้ว่า

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-k^4)} \left[(C_t T)^2 + \left\{ \frac{\alpha F d (1+k^2)}{8} + C_m M \right\}^2 \right]^{1/2} \quad (4.8)$$

โดยที่ $k = d_i/d$

ในกรณีที่ไม่มีแรง F กระทำด้วย สมการที่ (4.8) จะลดรูปเหลือดังสมการ (4.9)

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-k^4)} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad (4.9)$$

หรือในกรณีที่เพลาดัน ที่ $k = d/d = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการที่ (4.9) ก็จะได้สมการที่มีรูปคล้ายกับในหนังสือกลศาสตร์ทั่วไปคือ

$$d^3 = \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \quad (4.10)$$

ตัวประกอบความล้าสามารถเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากระทำ ซึ่งดูจากตารางที่ 4.1

ตารางที่ 3.1 ค่าตัวประกอบความล้าสำหรับการออกแบบเพล

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลามุมน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

นอกจากนี้โค้ดของ American Society of Mechanical Engineers (ASME) ยังได้ระบุไว้ว่าเพลามีข้ออยู่ในงานธรรมดาทั่วไป ควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$$\tau_d = 55 \text{ N/mm}^3 \text{ สำหรับงานเพลที่ไม่มีร่องลิ้น}$$

$$\tau_d = 55 \text{ N/mm}^3 \text{ สำหรับงานเพลที่มีร่องลิ้น}$$

ขนาดของเพล

เพื่อให้เพลามาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลซึ่งเป็นขนาดระบุ (Normal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถหาซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุของเพลาคูได้จากตารางที่ 4.2

ตารางที่ 3.2 ขนาดระบุขนาดเพลตามาตรฐาน ISO/R 775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm.)				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับเพลเป็นโมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักสกรูบี

$$M = 0.104 \times 170 = 17.68 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดกับมาจากกำลังมอเตอร์ มีค่าเท่ากับ 142.42 Nm

ตัวประกอบความล้า $C_m = 2$, $C_T = 1.5$ จากตารางที่ 4.2

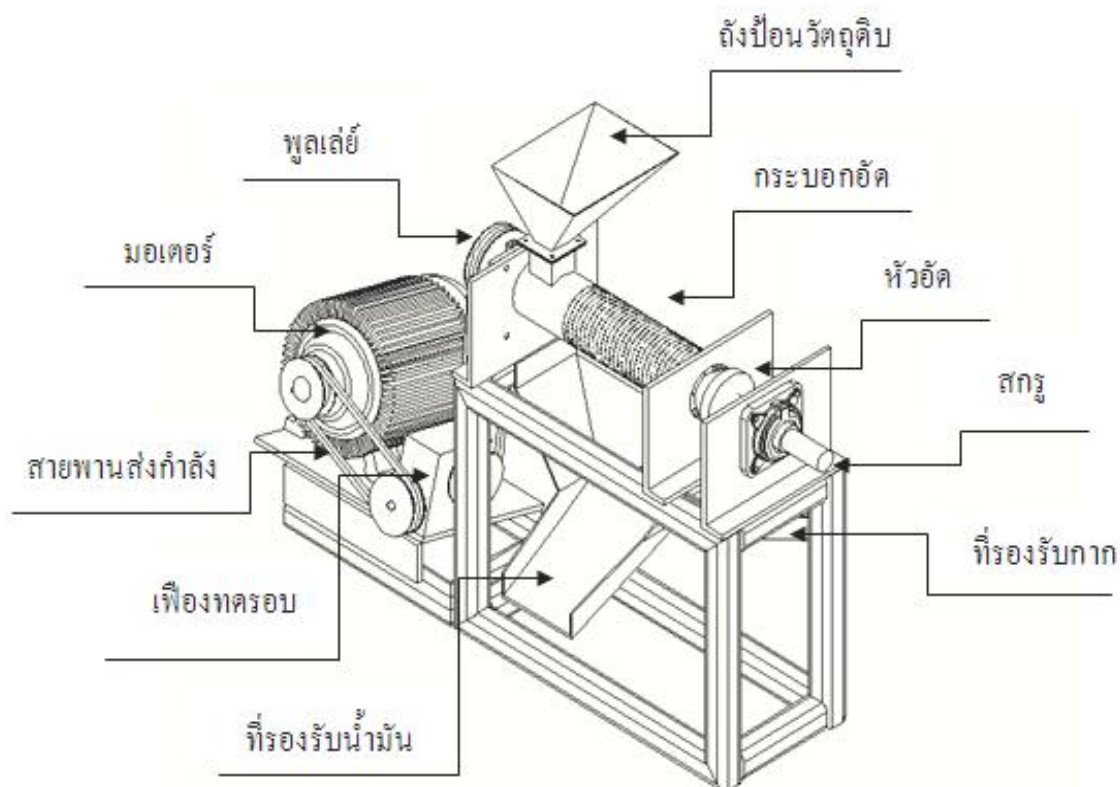
สำหรับเพลที่มีร่องลิมค่าความเค้นเฉือนสำหรับการออกแบบที่แนะนำ $\tau_d = 41 \text{ N/mm}^2$

$$\begin{aligned}
 d^3 &= \frac{16}{\pi \tau} [(C_t T)^2 + (C_m M)^2]^{1/2} \\
 &= \frac{16}{\pi \times 41} [(1.5 \times 142420)^2 + \\
 &\quad (2 \times 17680)^2]^{1/2} \\
 d^3 &= 26897.85 \\
 d &= 30 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

เลือกใช้เพลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 30 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

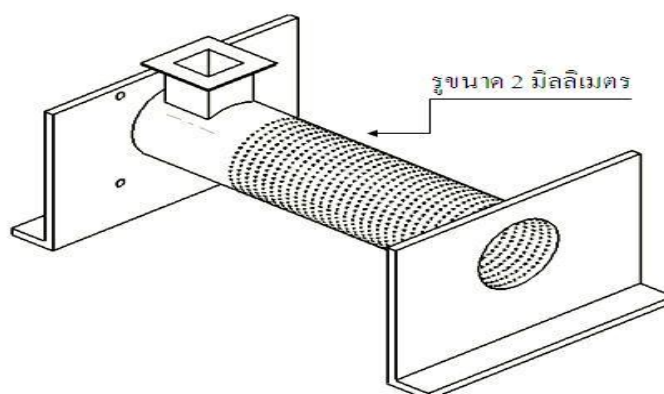
3.3 ส่วนประกอบของเครื่อง

รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องปั๊มอัดน้ำมันแบบเกลียวอัดที่ได้รับการออกแบบและสร้างโดยมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้



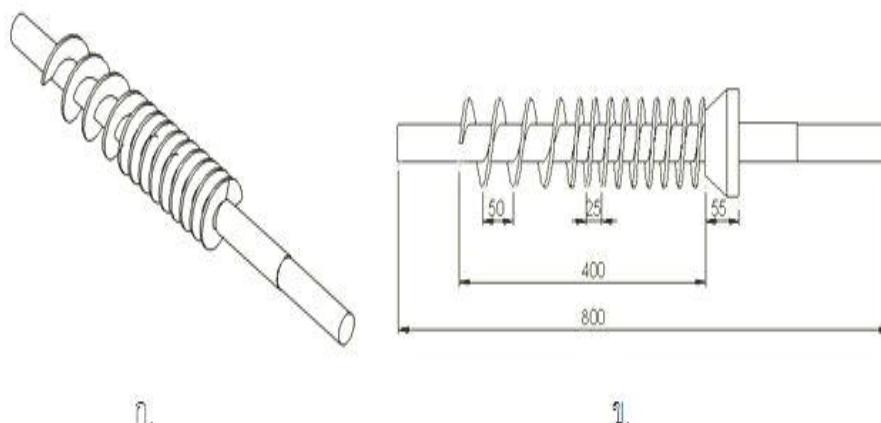
รูปที่ 3.4 เครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด

1. กระบอกบีบอัด แสดงในรูปที่3.5 ทำจากท่อเหล็กหนา 3 มม.มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 97 มิลลิเมตร ยาว 410 มิลลิเมตร โดยเจาะรูขนาด 2 มิลลิเมตร รอยกระบอกมีความยาว 290 มิลลิเมตร และมีส่วนที่เชื่อมต่อกับถังป้อนวัตถุดิบเพื่อรองรับเมล็ดมะรุมเข้ากระบอกอัด



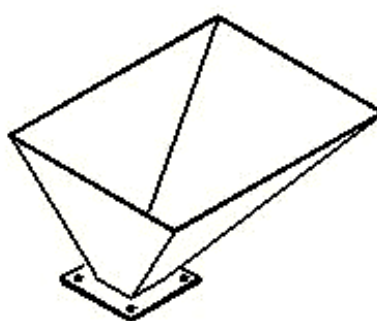
รูปที่ 3.5 กระบอกอัด

2. เกลียวอัด แสดงในรูปที่ 3.6 ทำจากเหล็กเพลากลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38.1 มม. ความยาว 800 มิลลิเมตร ตัวเกลียวทำจากเหล็กเส้นกลมใช้ความร้อนจากหัวเชื่อมแก๊สพ่นความร้อนให้อ่อนตัวและนำมาพันซ้อนกันบนแกนเพลาดตามระยะที่กำหนด เมื่อได้เกลียวอัดจำเป็นต้องมีการใช้หินเจียรปรับแต่งให้เรียบความยาวสกรูเป็น 400 มิลลิเมตรตามรูปที่ 3.6 โดยมีระยะพิตซ์ 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 มีระยะ 50 มิลลิเมตร ช่วงที่ 2 มีระยะ 25 มิลลิเมตร เพื่อทำหน้าที่ในการลำเลียงเมล็ดมะรุมและบีบอัดให้น้ำมันจากเมล็ดมะรุม



รูปที่ 3.6 เกลียวอัด

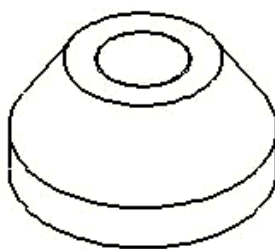
3. ถังป้อนวัตถุดิบ แสดงในรูปที่ 3.7 ทำจากแผ่นเหล็กหนา 1.2 มม. เพื่อทำหน้าที่ในการรองรับวัตถุดิบให้ป้อนเข้ากระบอบกอัด



รูปที่ 3.7 ถังป้อนวัตถุดิบ

4. หัวอัด แสดงในรูปที่ 3.8 ทำจากเหล็กเพลามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร ยาว 55 มิลลิเมตร มีหน้าที่ในการปรับให้เลื่อนเข้า-ออกเพื่อปรับความดันในการบีบอัดให้กับกระบอบกอัด โดย

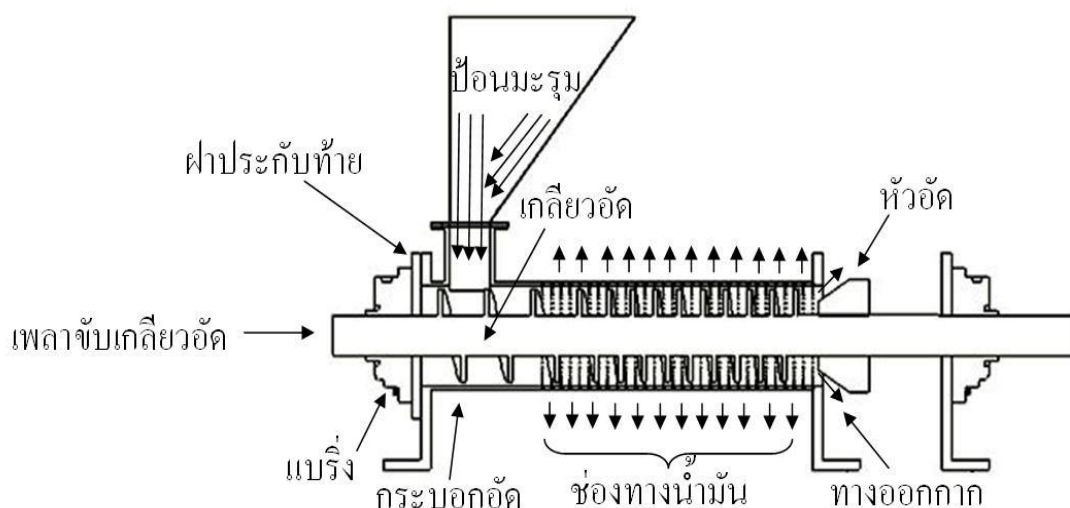
การปรับเข้าไปในกระบอกอัดให้เหลือพื้นที่บริเวณท้ายกระบอกน้อยลง มีผลให้เพิ่มความดันในกระบอกอัด



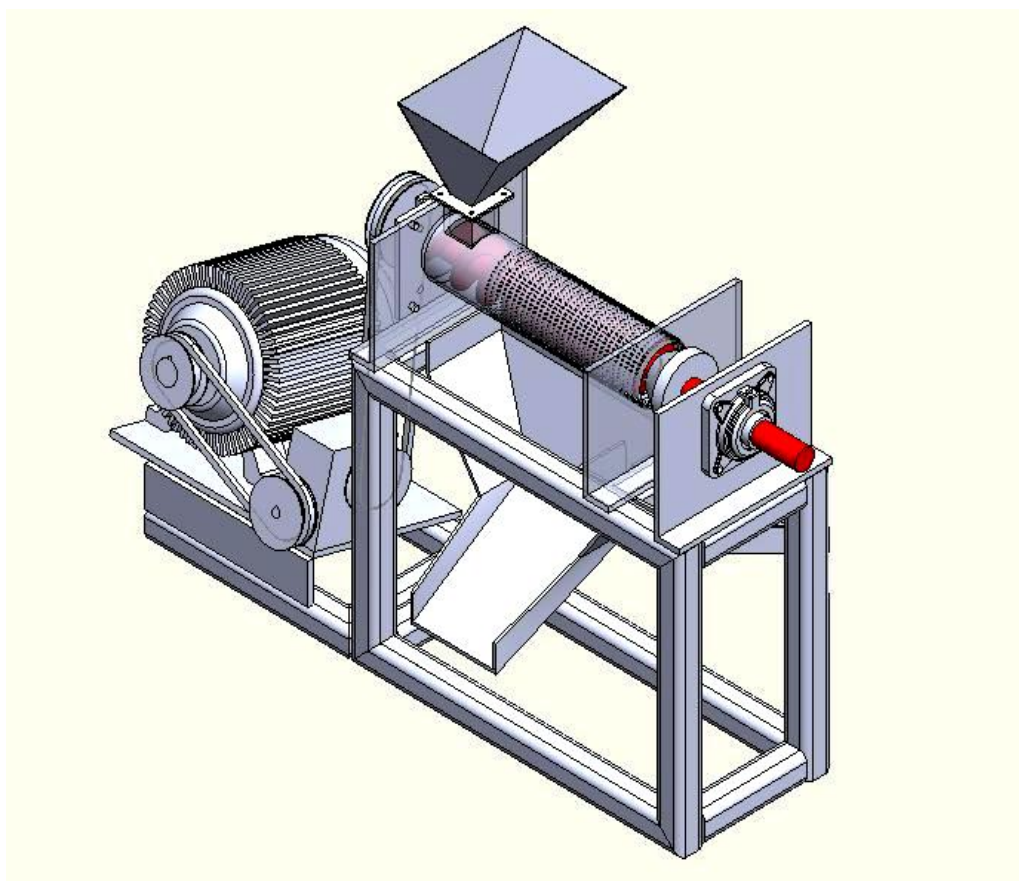
รูปที่ 3.8 หัวอัด

3.4 หลักการทำงานของเครื่อง

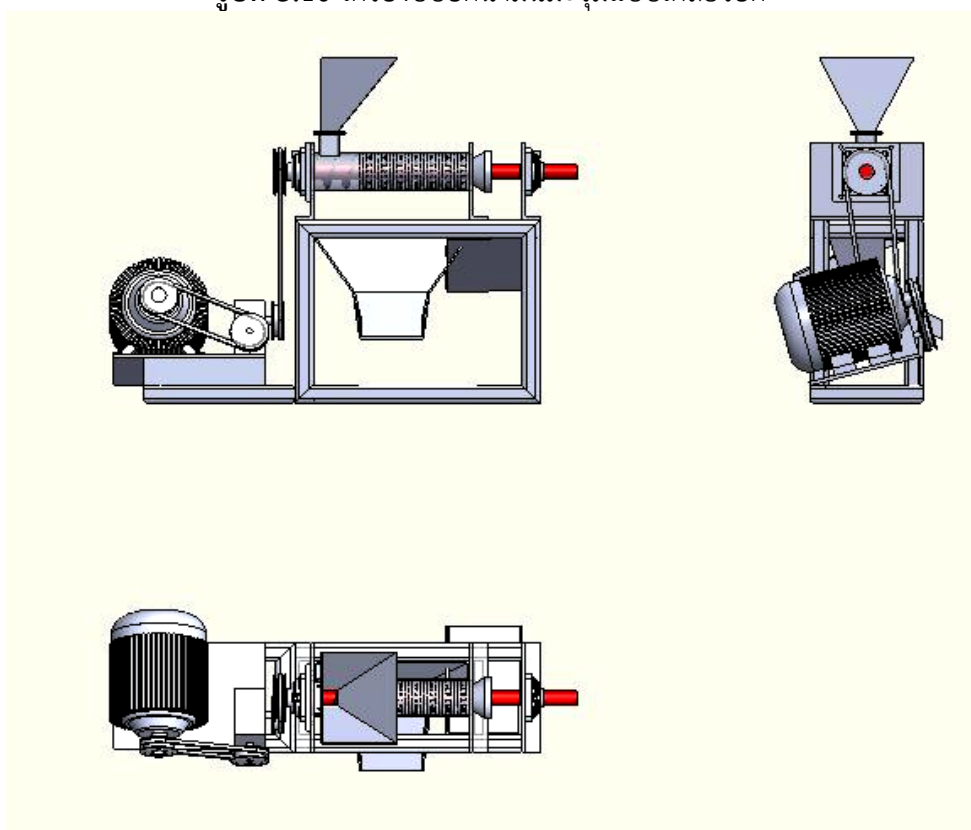
แสดงในรูปที่ 3.9 เริ่มจากการป้อนเมล็ดมะรุมลงถึงป้อนวัตถุดิบ จากนั้นเมล็ดมะรุมจะไหลลงสู่กระบอกอัดด้วยแรงโน้มถ่วงและตามการหมุนของเพลากลียวอัด เมล็ดมะรุมจะถูกลำเลียงเข้ากระบอกอัดจนเต็มและทยอยเข้ามาเรื่อย ๆ จากนั้นที่ปลายกระบอกอัดมีหัวอัดที่ตั้งระยะไว้มีระยะห่างจากตัวกระบอกอัดเล็กน้อยเป็นผลให้เกิดความดันขึ้นตลอดลำเลียงอัด เมล็ดมะรุมเมื่อถูกแรงบีบอัดเพิ่มขึ้นจนกระทั่งน้ำมันที่อยู่ภายในเมล็ดเริ่มไหลออกมาภายนอกและไหลออกบริเวณรูของกระบอกอัดและลงสู่ที่รองรับน้ำมัน ส่วนกากที่แห้งจะเคลื่อนออกบริเวณท้ายกระบอกอัดโดยเล็ดรอดออกระหว่างกระบอกอัดกับหัวอัด แล้วหล่นลงสู่ที่รองรับกาก โดยส่วนหัวอัดสามารถปรับเข้า – ออกได้เพื่อเป็นการเพิ่มแรงดันให้กับกระบอกอัด รูปที่ 3.10-3.12 แสดงเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัด



รูปที่ 3.9 หลักการทำงานของเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัด



รูปที่ 3.10 เครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัด



รูปที่ 3.11 ด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบนของเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัด



รูปที่ 3.12 เครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัดต้นแบบ

บทที่ 4

วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

จากการออกแบบเครื่องบีบอัดน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัดและได้ทำการสร้างเครื่องต้นแบบที่มีโครงสร้างทำจากเหล็ก มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำเครื่องต้นแบบที่ใช้สกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดมาทำการทดสอบการทำงาน โดยมีแผนที่จะทดสอบกับเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก เมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือก และเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือกพร้อมกับเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือกอย่างละเท่า ๆ กัน เพื่อหาปริมาณน้ำมันที่ได้จากการสกัดจากเมล็ดมะรุมแบบต่าง ๆ โดยการทดสอบมีวัตถุประสงค์และวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงาน

อุปกรณ์มีดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบขนาดทดลองที่ใช้ในการสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด ได้แก่ เหล็กชนิดต่างๆ
2. เมล็ดมะรุมแห้ง
3. มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า พร้อมอินเวอร์เตอร์สำหรับปรับรอบมอเตอร์
4. อุปกรณ์วัดต่าง ๆ เช่น เครื่องชั่ง

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกได้ดังรูปที่ 5.2

1. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดมะรุม โดยศึกษา
 - ขนาดเฉลี่ย ใช้เมล็ดที่มะรุมกะเทาะเปลือก 100 เมล็ด และเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือกจำนวน 100 เมล็ด โดยวัดด้านยาว กว้าง และหนา (ซม.)
 - ความชื้นของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือกและเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือก โดยนำเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก และเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือกไปอบให้ละเอียด นำมาชั่งน้ำหนัก สุ่มตัวอย่างมาชนิดละ 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3-5 กรัมไปเข้าตู้อบ (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (AOAC, 1990) จากนั้นนำไปพักไว้ในโถสุญญากาศความชื้น รอจนอุณหภูมิลดลง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเมล็ด นำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดมะรุม
 - ความหนาแน่นรวมของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก และเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือก โดยใช้ชุดหาความหนาแน่นรวมโดยระยะที่ห่างจากปากกระบอก 15 ซม. ปริมาตรกระบอก 1 ลิตร
2. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบขนาดทดลองที่ใช้สกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดที่มีลักษณะการทำงานแบบต่อเนื่อง เพื่อให้ได้เครื่องที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพให้ได้ปริมาณน้ำมันที่มากที่สุด จากนั้นจึงสร้างเครื่องต้นแบบซึ่งมีกลไกส่วนประกอบและหลักการทำงานที่คาดว่าจะให้ผลการสกัดน้ำมันที่ดีและสอดคล้องกับคุณสมบัติทางกายภาพที่ได้ศึกษามา
3. ทดสอบการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัดโดยมีวิธีการดังนี้ คือ
 - การทดสอบและประเมินผลเครื่องสกัดน้ำมันมะรุม โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำมัน และอัตราส่วนน้ำมันที่เหลืออยู่ในกากโดยน้ำหนัก ที่ได้จากการสกัดเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก เมล็ด

มะรุมนที่ไม่กะเทาะเปลือก และเมล็ดมะรุมนที่กะเทาะเปลือกพร้อมกับเมล็ดมะรุมนที่ไม่กะเทาะเปลือก
อย่างละเท่า ๆ กัน โดยมีลักษณะเมล็ดดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 เมล็ดมะรุมนแบบต่าง ๆ (ก. เมล็ดมะรุมนที่ไม่กะเทาะเปลือก , ข. เมล็ดมะรุมนที่กะเทาะเปลือก ค. เมล็ดมะรุมนที่กะเทาะเปลือก ร่วมกับเมล็ดมะรุมนที่ไม่กะเทาะเปลือกอย่างละเท่า ๆ กัน)



รูปที่ 4.2 กระบวนการทดลองการสกัดน้ำมันมะรุมด้วยวิธีเกลียวอัด

4.3 ผลการทดลองและอภิปรายผล

ผลการทดลอง มีดังนี้

- ขนาดเฉลี่ยของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก พบว่า ความยาว ความกว้าง และความหนา คือ 1.44 , 1.11 และ 1.09 ซม. ตามลำดับ เมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือกพบว่า ความยาว ความกว้าง และความหนา คือ 0.81 , 0.73 และ 0.72 ซม. ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขนาดของเมล็ดมะรุม

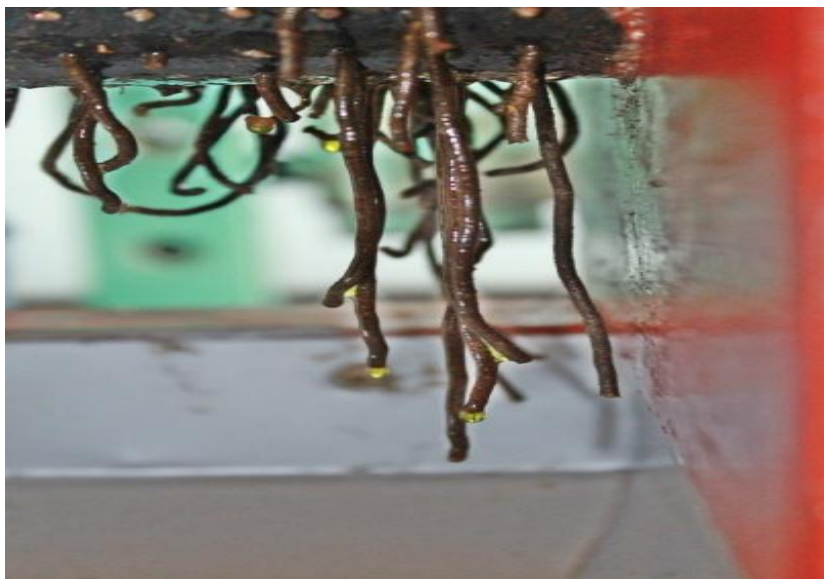
	ไม่กะเทาะ (ซม.)			กะเทาะ (ซม.)		
	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา
ขนาดเฉลี่ย	1.44	1.11	1.09	0.81	0.73	0.72
ค่าสูงสุด	2.06	1.46	1.42	1.05	0.92	0.99
ค่าต่ำสุด	1.04	0.82	0.82	0.55	0.52	0.50

- ความชื้นของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือกมีค่าเฉลี่ย 7.20%wb ความชื้นของเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือกมีค่าเฉลี่ย 5.68%wb ความชื้นของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือกพร้อมกับเมล็ดมะรุมไม่กะเทาะเปลือกมีค่าเฉลี่ย 6.44%wb ดังแสดงในตารางที่ 4.2
- การหาความหนาแน่นรวมของเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก 471.82 kg/m³ และเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือก 134.90 kg/m³
- การบีบอัดด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก ได้ปริมาณน้ำมันมะรุมจากเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือก 52.98% และเมล็ดมะรุมที่ไม่กะเทาะเปลือก 12.05% โดยน้ำหนัก

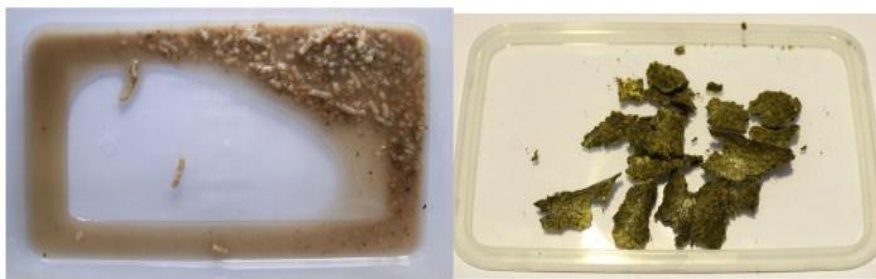
ตารางที่ 4.2 ความชื้นของเมล็ดมะรุม

ครั้งที่	ความชื้นเมล็ดมะรุมไม่กะเทาะเปลือก (%)	ความชื้นเมล็ดมะรุมกะเทาะเปลือก (%)	ความชื้นเมล็ดมะรุมที่กะเทาะเปลือกพร้อมกับไม่กะเทาะเปลือก (%)
1	7.19	5.60	6.48
2	7.28	5.69	6.39
3	7.13	5.74	6.45
เฉลี่ย	7.20	5.68	6.44

2. ผลการทดสอบ การบีบอัดน้ำมันมะรุมด้วยเครื่องดันแบบโดยใช้ความเร็วรอบเกสียวอัดหลายความเร็วพบว่าที่ความเร็วรอบเพลากลีวอัดที่สูงไม่สามารถบีบอัดน้ำมันได้ และเมื่อปรับหัวอัดเข้าไปชิดกระบอกอัดให้มากที่สุดพบว่าากมาอัดแน่นที่ทางออกและจับตัวแข็งอัดแน่นที่ทางออกทำให้เครื่องหยุดการทำงาน จึงลดความเร็วรอบจนกระทั่งเป็น 8 รอบ/นาที่และปรับระยะหัวอัดให้ได้ระยะพอสมควรพบว่าเครื่องสามารถบีบอัดน้ำมันมะรุมได้อย่างต่อเนื่องดังรูปที่ 4.3 โดยได้น้ำมันและกาก ดังรูปที่ 4.4 แต่ปริมาณน้ำมันที่ได้ยังมีปริมาณไม่มากเมื่อเทียบกับปริมาณที่ป้อนเข้าไป



รูปที่ 4.3 น้ำมันมะรุมที่ออกจากเครื่องสกรูอัด



ก.

ข.

รูปที่ 4.4 ก) น้ำมันมะรุม ข) กากมะรุม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ได้ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบขนาดทดลองเพื่อใช้ในการบีบน้ำมันมะรุม ที่มีโครงสร้างทำจากเหล็ก มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 120 เซนติเมตร สูง 100 เซนติเมตร มีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้ 1) เกลียวอัดมีความยาว 400 มม. ระยะพิตช์ของเกลียวแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรก 50 มม. และช่วงหลัง 25 มม. 2) ครอบกอดมีความยาว 450 มม. 3) หัวอัดเป็นรูปทรง เทปเปอร์ (tapper) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มม. ยาว 55 มม. ใช้มอเตอร์ต้นกำลังขนาด 3 แรงม้าสามารถปรับความเร็วรอบเพลากลียวอัดน้ำมันได้โดยปรับจากอินเวอร์เตอร์ที่ต่อพ่วงกับ มอเตอร์

2. เครื่องต้นแบบขนาดทดลองที่ใช้ในการบีบน้ำมันมะรุม นี้เป็นสามารถทำงานได้อย่าง ต่อเนื่อง มีความเร็วรอบต่ำ 8 รอบ/นาทีทำให้อุณหภูมิที่ใช้ในการบีบอัดไม่สูง สีของน้ำมันมีสีอ่อน และน้ำมันไม่ระเหยไปกับความร้อน

3. จากการทดสอบการทำงานของเครื่องพบว่า ปริมาณน้ำมันที่ได้ยังได้น้ำมันมีปริมาณไม่มาก จำเป็นต้องมีการปรับแก้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับตัวเครื่อง เช่นส่วนของหัวอัด ลักษณะโครงสร้างของ ครอบกอดที่ใช้วิธีเจาะรูกลมรวมทั้งต้นกำลังมอเตอร์ที่ใช้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไข

5.2 ข้อเสนอแนะ

เครื่องบีบน้ำมันมะรุมแบบเกลียวอัดที่ออกแบบขึ้นนี้ สามารถบีบน้ำมันมะรุมออกมาได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเครื่องบีบน้ำมันมะรุมทำงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดกากมะรุมปริมาณหนึ่งค้างอยู่ ภายในครอบกอด ส่งผลให้ปริมาณน้ำมันที่ได้ออกมามีปริมาณค่อนข้างน้อย หากต้องการให้เครื่อง บีบน้ำมันมะรุมนี้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ควรทำการศึกษาระยะห่างระหว่างหัวอัดกับ ครอบกอดให้เหมาะสมเพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- วิไลวรรณ อนุสารสุนทร. 2553. มะรุม ต้นไม้เพื่อชีวิต. สำนักพิมพ์ฟ้าอภัย. กรุงเทพฯ
- สุทธาทิพ ภมรประวัติ. 2550. มะรุมลดไขมันต้านมะเร็ง. นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่ม 338. เดือน มิถุนายน
- นิรนาม 2. 2554. ร้านสมุนไพรออนไลน์ Available online <http://www.organicthailand.com>
(วันที่ค้นข้อมูล: 2 พฤศจิกายน 2554)
- นิรนาม1. 2543 **คู่มือพืชสวน** เศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล.....สาทิป รัตนภาสกร.....
 เพศ ☒ ชาย ☐ หญิง
 วันเดือนปีเกิด.....8.ตุลาคม 2498.....อายุ.....57.....ปี
 สถานภาพ ☐ โสด ☒ สมรส
 ตำแหน่งปัจจุบัน

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2521
Msc.	Ag.Eng.(crop processing)	The University of the Philippines Los Baño Philippines	2531

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ Crop Processing

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2539	ได้รับรางวัลที่ 3 การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร เรื่องชุดเครื่องมือแปรรูปพริกไทยขาว	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2544	ได้รับรางวัลชมเชย การประกวดสิ่งประดิษฐ์คิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเครื่องจักรกลเกษตรเรื่องเครื่องปอกทุเรียนกึ่งอัตโนมัติ	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2550	ได้รับทุนวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาเครื่องแยกเนื้อสำรอกออกจากเมล็ด จาก	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2552	การออกแบบและพัฒนาเครื่องขจัดน้ำออกจากหัวไซโป้วหลังการล้าง	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2553	เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม	สำนักส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การเสนอผลงานวิชาการ

สาทิป รัตนภาสกร, นวภัทรา หนูนาค และ อำนาจ คูตะคุ, “เครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุม” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, จังหวัดเชียงใหม่ 4-5 เมษายน 2555

สาทิป รัตนภาสกร, นวภัทรา หนูนาค และ อำนาจ คูตะคุ, “การศึกษาการกะเทาะเปลือกเมล็ดมะรุมโดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12, ชลจันทร์พัทยารีสอร์ท จังหวัดชลบุรี 31 มีนาคม – 1 เมษายน 2554

นวภัทรา หนูนาค, สาทิป รัตนภาสกร, และ อำนาจ คูตะคุ “การออกแบบและพัฒนาเครื่องขจัดน้ำออกจากไขโปวหลังกระบวนการล้าง” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12, ชลจันทร์พัทยารีสอร์ท จังหวัดชลบุรี 31 มีนาคม – 1 เมษายน 2554