

ผลงานวิจัยฉบับเต็ม

ของ

นายสุเทพ กสิกรรม

ตำแหน่ง วิศวกรการเกษตร 6 ว

ตำแหน่งเลขที่ 391

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

วิศวกรการเกษตร 7 วช.

ตำแหน่งเลขที่ 391

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

ผลงานวิจัยฉบับเต็ม

ของ

นายสุเทพ กลีกรรม

ตำแหน่ง วิศวกรการเกษตร 6 ว

ตำแหน่งเลขที่ 391

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม



ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง

วิศวกรการเกษตร 7 วช.

ตำแหน่งเลขที่ 391

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

วิจัยและพัฒนาเครื่องกวนเนื้อทุเรียน

Research and Development on Durian Paste Stirring Machine

สุเทพ กลีกรวม

ชัยวัฒน์ เผ่าสันตตพานิชย์

พิมล วุฒิสินธ์

เวียง อากรชี

สุภัทร หนูสวัสดิ์

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว

สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

บทคัดย่อ

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสรุปได้ว่า คุณภาพที่ดีของเนื้อทุเรียนกวนขึ้นอยู่กับกระบวนการควบคุมอุณหภูมิขณะกวน ระยะเวลาการกวนที่พอเหมาะพอดี วิธีการหรือลักษณะการกวนรวมทั้งคุณภาพของเนื้อทุเรียนก่อนกวน จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องกวนเนื้อผลไม้แบบกระทะสแตนเลสชั้นเดียวขนาดความจุ 43 ลิตร เป็นกระทะ 2 ชั้น มีวัสดุตัวกลางนำความร้อน เพื่อให้มีการกระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอที่บริเวณท้องกระทะกวน การควบคุมอุณหภูมิขณะกวนโดยการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือวัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุมในการเปิด-ปิดเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ เพื่อให้มีการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีอุณหภูมิคงที่ในขณะกวน ได้ออกแบบและพัฒนาใบกวนให้มีรูปทรง และทำมุมที่เหมาะสมสัมผัสกับพื้นผิวท้องกระทะได้ดีเพื่อให้มีการพลิกเนื้อทุเรียนและมีประสิทธิภาพในการกวนได้ดีโดยออกแบบให้มีใบกวน 3 ใบ ความเร็วรอบในการกวนประมาณ 23-25 รอบต่อนาที ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 0.5 แรงม้า ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง เตาเป็นเหล็กแผ่นเรียบเสริมด้วยวัสดุกันความร้อน ความสามารถในการกวนครั้งละไม่เกิน 15 กิโลกรัม ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 40 นาที อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง ประมาณ 1.60 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลจากการทดสอบเครื่องต้นแบบ สามารถทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น ลดการไหม้ของเนื้อทุเรียนกวนได้ดีและคุณภาพเนื้อทุเรียนกวนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อทุเรียนกวนที่กวนด้วยแรงงานคน

บทนำ

ทุเรียนกวน (Durian Cake หรือ Durian Paste) เป็นวิถีเลือกหนึ่งสำหรับการแปรรูป เพื่อการเก็บ และการถนอมอาหารรวมถึงการเพิ่มมูลค่าสินค้า และเป็นอีกทางเลือกในการแก้ปัญหาในขณะที่ทุเรียนสด มีราคาตกต่ำหรือปัญหาด้านการตลาด ของเกษตรกรผู้ผลิตทุเรียน

ปัจจุบันทุเรียนกวนเป็นที่ต้องการของตลาดมากขึ้นทั้งในและต่างประเทศ มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ในปี 2544 มีการส่งออกทุเรียนกวนไปต่างประเทศเป็นจำนวน 163 ตัน ตลอดปี 2544 พบว่า ปริมาณสินค้า ทุเรียนและผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ 14.79 ของผลผลิตรวมทั้งหมดหรือ ประมาณ 143,809 ตัน ซึ่งเป็นทุเรียนสด 116,674 ตัน (12.00 เปอร์เซ็นต์) ทุเรียนแช่แข็ง 26,972 ตัน (2.77 เปอร์เซ็นต์) และทุเรียนกวน 163 ตัน (0.02 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งทุเรียนกวนส่งออกไปที่ประเทศสิงคโปร์มากที่สุด 15.95 เปอร์เซ็นต์ และออสเตรเลีย (น.ส.พ. กลสิกร ปีที่ 77 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2547)

การกวนเนื้อทุเรียนในปัจจุบัน ยังใช้แรงงานคนวิธีการทำทุเรียนกวนได้รับการถ่ายทอดกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ในการผลิตเนื้อทุเรียนกวนเชิงพาณิชย์มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตเพื่อทดแทนแรงงานคน ช่วยควบคุมคุณภาพและปริมาณการผลิต ลดต้นทุนการผลิต รวมถึงการประหยัดพลังงาน ความสามารถของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆสำหรับกวนเนื้อทุเรียนให้มีคุณภาพเป็นที่ ยอมรับของตลาด จึงมีความจำเป็นและเป็นที่ต้องการของกลุ่มผู้ผลิตเนื้อทุเรียนกวน กลุ่มเกษตรกรและ ผู้ประกอบการรายใหญ่ ๆ ได้นำเครื่องกวนเนื้อผลไม้มาทดลองใช้กวนเนื้อทุเรียนผลปรากฏว่าคุณภาพของ เนื้อทุเรียนกวนต่ำกว่ากวนด้วยแรงงานคนและไม่เป็นที่ยอมรับของตลาด ดังนั้นสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร จึงได้มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องกวนเนื้อทุเรียนให้มีความสามารถในการกวนเนื้อ ทุเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นเครื่องต้นแบบและเทคโนโลยีสำหรับการผลิตเนื้อทุเรียนกวนต่อไป

วัตถุประสงค์

ออกแบบและพัฒนาเครื่องกวนเนื้อทุเรียนให้สามารถกวนทุเรียนให้มีคุณภาพ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. กระดาษลอคูมิเนียมและสแตนเลสแบบชั้นเดียว
2. ต้นแบบเครื่องกวนเนื้อทุเรียนที่พัฒนา
3. เตาแก๊สหุงต้ม
4. เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล (k type) และเทอร์โมมิเตอร์
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก นาฬิกาจับเวลา
6. แผ่นเทียบสีมาตรฐาน ของสมาคมพืชสวน ประเทศอังกฤษ (The Royal Horticultural Society, Colour Chart, LONDON)
7. เครื่องวัดความหวาน แบบ REFRACTOMETER UNIVERSAL TYPE 0-90 % Brix

วิธีการ

1. ศึกษา สำรวจ สถานการณ์ การผลิต การตลาด ของทุเรียนและแหล่งผลิตเนื้อทุเรียนกวน
2. ศึกษาทดสอบวิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน
3. ศึกษาทดสอบวิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องกวนเนื้อผลไม้
4. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องกวนเนื้อทุเรียน
5. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ
6. ทดสอบเปรียบเทียบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องต้นแบบ การกวนด้วยแรงงานคนและเครื่องกวนเนื้อผลไม้

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาของโครงการ 1 ตุลาคม 2545 ถึง 30 กันยายน 2547

สถานที่ทำการทดลอง - กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
- กลุ่มแม่บ้าน อ.เมือง และ อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษา สํารวจ สถานการณ์ การผลิต การตลาด ของทุเรียนและแหล่งผลิตเนื้อทุเรียนกวน

1.1 สถานการณ์การผลิตและการตลาด

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตทุเรียนรายใหญ่ของโลก ปี 2545 มีพื้นที่ปลูกรวม 787,396 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ให้ผลผลิตแล้ว 669,326 ไร่ ปริมาณผลผลิต 889,534 ตัน ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 1,329 กิโลกรัม แถบภาคตะวันออกเป็นพื้นที่ปลูกและมีผลผลิตทุเรียนมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด โดยมีประมาณร้อยละ 70 ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ รองลงมาก็เป็นพื้นที่ภาคใต้แถบ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี จนถึงยะลา และนราธิวาส ภาคเหนือก็มีแถบจังหวัดสุโขทัย อุตรดิตถ์ เป็นต้น พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ หมอนทอง กระดุมทอง ชะนี พวงมณี และก้านยาว

ช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิต ผลผลิตทุเรียนจะสามารถเก็บเกี่ยวได้นับตั้งแต่วันที่ดอกบานประมาณ 90-100 วัน สำหรับพันธุ์กระดุม ส่วนพันธุ์ชะนีใช้เวลาประมาณ 105-110 วัน และพันธุ์หมอนทองใช้เวลาประมาณ 120-135 วัน โดยผลผลิตจะเริ่มออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือน มีนาคม-กรกฎาคม ช่วงที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมากที่สุดคือ เดือนพฤษภาคม ซึ่งในช่วงนี้มักมีปัญหาด้านราคาทุเรียนตกต่ำมาตลอด

ในปี 2544 สินค้าทุเรียนและผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายต่างประเทศมีปริมาณ 143,807 ตัน คิดเป็นร้อยละ 14.79 ของผลผลิตรวมทั้งหมด มีมูลค่า 2,567.60 ล้านบาท โดยเป็นทุเรียนสด 116,674 ตัน (12.00 เปอร์เซ็นต์) ทุเรียนแช่แข็ง 26,972 ตัน (2.77 เปอร์เซ็นต์) และทุเรียนกวน 163 ตัน (0.02 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งทุเรียนกวนส่งออกไปที่ประเทศสิงคโปร์มากที่สุด 15.95 เปอร์เซ็นต์ และออสเตรเลีย (น.ส.พ. กสิกร ปีที่ 77 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2547)

ผู้บริโภคทุเรียนในต่างประเทศส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มชาวเอเชีย ตลาดที่สำคัญได้แก่ ตลาดเอเชีย (มูลค่า 2,195.5 ล้านบาท) เช่น ไต้หวัน (มูลค่า 816.9 ล้านบาท) ฮองกง (มูลค่า 1,160.6 ล้านบาท) จีน (มูลค่า 40.1 ล้านบาท) เป็นต้น รองลงมา ได้แก่ ตลาดอเมริกา (มูลค่า 354.4 ล้านบาท) และออสเตรเลีย (มูลค่า 55.0 ล้านบาท) ที่มีชาวเอเชียที่คุ้นเคยกับผลไม้เมืองร้อนอพยพไปอาศัยอยู่ โดยนิยมบริโภคในรูปแบบผลสด แช่แข็ง และผลิตภัณฑ์ ตามลำดับ

1.2 แหล่งผลิตเนื้อทุเรียนกวน

ทุกจังหวัดที่มีพื้นที่การปลูกทุเรียน และมีผลผลิตจะมีการแปรรูปเนื้อทุเรียนในรูปทุเรียนกวนซึ่งเป็นวิธีการเก็บรักษาแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเก็บไว้บริโภคในวันข้างหน้า จังหวัดจันทบุรี และพื้นที่แถบภาคตะวันออกเป็นแหล่งผลิตทุเรียนมากที่สุด จะมีการแปรรูปทุเรียนเป็นทุเรียนกวนกันมากทั้งในเชิงพาณิชย์ ตั้งแต่ระดับครอบครัว กลุ่มเกษตรกรจนถึงระดับอุตสาหกรรม

2. ศึกษาวิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน

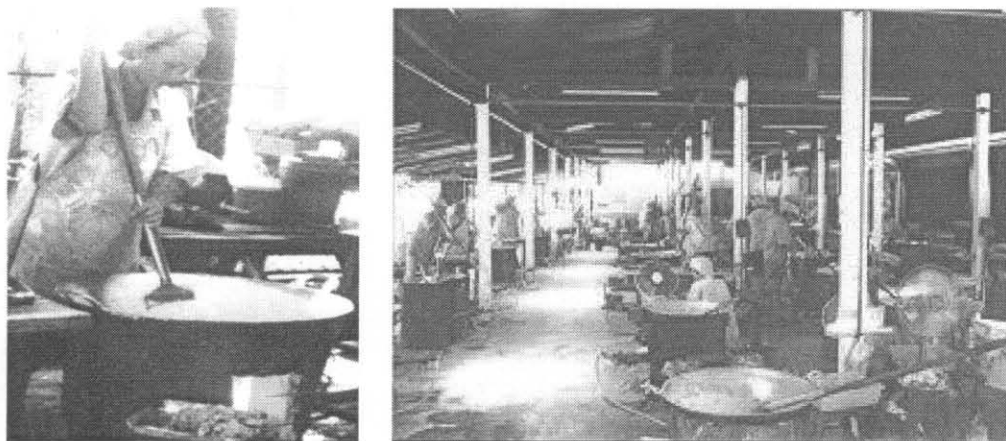
2.1 วิธีการทำทุเรียนกวน

ทุเรียนกวนคุณภาพดีและตลาดต้องการทำมาจากทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ชะนี การทำทุเรียนกวนใช้เนื้อทุเรียนสด ที่มีความแก่จัด สุกหอม นำมาแกะเอาเฉพาะเนื้อทุเรียนล้วนๆเท่านั้น ขยำหรือบีบให้ละเอียดพอสมควร ซึ่งน้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม เติมน้ำตาลทราย 0.7 – 1.1 กิโลกรัม นำมาใส่กระทะกวน แล้วตั้งบนเตาไฟ ให้ความร้อนไปเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิถึงจุดเดือด แล้วทำการกวนหรือคนจนได้ที่ โดยสังเกตสีและลักษณะเนื้อขณะกวน โดยเนื้อทุเรียนกวนต้องมีความเหนียวหนึบไม่ติดกันกระทะ น้ำหนักเนื้อทุเรียนสด 10 กิโลกรัม จะได้เนื้อทุเรียนกวนประมาณ 5.5 กิโลกรัม ใช้เวลาการกวน 50 - 60 นาที ต่อการกวน 1 กระทะ ขณะกวนต้องคอยปรับเปลวไฟตลอดเวลา เพื่อควบคุมอุณหภูมิและทำการกวนแบบต่อเนื่องไม่กวนนานเกินไป ถ้าใช้เวลานานและปล่อยให้สุกจนเกินไปอุณหภูมิสูงมาก ๆ เนื้อทุเรียนกวนจะไหม้ติดห้องและขอบข้างกระทะ ทำให้เนื้อทุเรียนกวนมีสีคล้ำ น้ำมันในเนื้อทุเรียนจะออกมาให้เห็น กลิ่นและรสชาติจะไม่ชวนให้รับประทาน และเก็บรักษาไว้ไม่ได้นาน ดังนั้นผู้ที่ทำการกวนต้องมีประสบการณ์ดีพอสมควร

2.2 วิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน

ปัจจุบันกรรมวิธีการทำเนื้อทุเรียนกวน ยังนิยมกวนด้วยแรงงานคนซึ่งรับการถ่ายทอดวิธีการสืบทอดกันมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน แม้กระทั่งการผลิตในระดับอุตสาหกรรมก็ยังใช้แรงงานคน (รูปที่ 1) ทำโดยใส่เนื้อทุเรียนในกระทะกวนเรียบร้อยแล้ว เปิดวาล์วควบคุมแก๊สเชื้อเพลิง ติดไฟที่หัวเตาให้ความร้อนสูงขึ้นที แล้วใช้ใบกวนหรือใบพายกวนเนื้อทุเรียน 15 – 20 รอบต่อนาที ในลักษณะวนใบกวนตามเข็มนาฬิกา 4 - 5 รอบ และวนทวนเข็มนาฬิกา 4 - 5 รอบ แล้วดันใบกวนไปข้างหน้าแล้วดึงกลับ 4 - 5 รอบ และเพิ่มความเร็วในการกวนสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิจุดเดือด และต้องกวนวนแบบต่อเนื่องเมื่อเนื้อทุเรียนมีความหนืดมากขึ้นต้องเพิ่มความเร็วในการกวน เฉลี่ย 30 – 45 รอบต่อนาที เมื่อเนื้อทุเรียนมีความข้นหรือความหนืดมากขึ้น ต้องมีการพลิกกลับ ปาดแผ่นเนื้อทุเรียนไปทางซ้ายและทางขวาอยู่ตลอดเวลาและรวดเร็ว ขณะเดียวกันต้องปรับเปลวไฟเพื่อปรับลดอุณหภูมิไปพร้อม ๆ กัน มิฉะนั้นเนื้อทุเรียนจะไหม้ที่ห้องและขอบข้างกระทะ กระทำเช่นนี้จนเสร็จสิ้นการกวน จึงปิดแก๊สเชื้อเพลิง แล้วกวนต่อไปอีกประมาณ 2 – 3 นาที จึงนำขึ้นจากกระทะปล่อยให้เย็นแล้วเก็บในภาชนะปิดที่สะอาด ผู้ผลิตเนื้อทุเรียนกวนระดับอุตสาหกรรมแถบจังหวัดจันทบุรี ระบุว่า ชุมพร ยังใช้แรงงานคนกวน

อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการกวน ได้แก่ กระทะอลูมิเนียมชั้นเดียว ความจุ 30-40 ลิตร เตาแบบก่ออิฐทนไฟ และ หัวพ่นแก๊สเชื้อเพลิงให้ความร้อน ใบกวนแบบใบพาย เครื่องชั่งน้ำหนัก และแก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน



รูปที่ 1 การกวนทุเรียนด้วยแรงงานคนระดับอุตสาหกรรม

2.3 การทดสอบวิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน

ในปัจจุบันการผลิตเนื้อทุเรียนกวนไม่ว่าจะทำไว้บริโภคเองหรือเชิงธุรกิจ ผู้ประกอบการต่าง ๆ ยังใช้แรงงานคนในการผลิตมากกว่าที่จะกวนด้วยเครื่องจักรกล เพราะคุณภาพของเนื้อทุเรียนกวนที่ได้มีความแตกต่างกัน

การทดสอบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคนมีอุปกรณ์และเครื่องมือดังนี้

- เตาแบบก่ออิฐทนไฟ และหัวพ่นแก๊สเชื้อเพลิง ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน
- กระทะอลูมิเนียมขนาดความจุ 35 ลิตร
- ใบกวน แบบใบพาย ทำด้วยไม้เนื้อแข็ง
- เนื้อทุเรียนสดพันธุ์หมอนทองน้ำหนัก 10 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายขาว 1.1 กิโลกรัม
- เทอร์มิเตอร์วัดอุณหภูมิ เครื่องชั่งน้ำหนัก นาฬิกาจับเวลา

ในการทดสอบใช้คนกวนมีอาชีพทำการกวนวิธีปกติ จับเวลาในการกวน วัดอุณหภูมิเนื้อทุเรียน นับจำนวนรอบการกวนตอนที่ ชั่งน้ำหนักเนื้อทุเรียน ชั่งน้ำหนักแก๊สเชื้อเพลิงก่อนและหลังดำเนินงาน ตรวจสอบคุณภาพเนื้อกวนจากผู้ชำนาญการ จดบันทึกข้อมูล

ผลการทดสอบวิธีการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคนพบว่าอุณหภูมิเนื้อทุเรียนขณะกวนประมาณ 97 และปรับลดลงเหลือประมาณ 70 องศาเซลเซียส เมื่อเนื้อทุเรียนกวนขึ้นจนเหนียวหนืด เวลาการกวนจนแล้วเสร็จประมาณ 55 นาที ความเร็วรอบในการกวน 30 – 45 รอบตอนที่ ได้น้ำหนักเนื้อทุเรียนกวน 5.4 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง 1.85 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ปัญหาของการถนอมเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน พบว่า ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเมื่อยล้า ความร้อนหน้าเตามีอุณหภูมิสูง มีความยุ่งยากในการควบคุมอุณหภูมิขณะถนอม ใบถนอมทำด้วยไม้เนื้อแข็งซึ่งสัมผัสกับเนื้อทุเรียนตลอดเวลาขณะถนอมมีผลกระทบต่อคุณภาพและสุขอนามัยของผลผลิต มีความเสี่ยงเรื่องความปลอดภัยเนื่องจากใช้แรงงานคน และปัญหาการเพิ่มปริมาณการผลิตทำได้ลำบาก เนื่องจากขาดแคลนแรงงานที่มีประสิทธิภาพ

3. ศึกษาทดสอบวิธีการถนอมเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องถนอมเนื้อผลไม้

3.1 ทดสอบการถนอมเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องถนอมเนื้อผลไม้

ผู้ผลิตเนื้อทุเรียนถนอมรายใหญ่รวมทั้งกลุ่มเกษตรกร ที่ผลิตสินค้าเกี่ยวกับการถนอม เช่น ทอฟฟี่รสผลไม้ เนื้อมะม่วงถนอม กล้วยถนอม สับปะรดถนอม และอื่น ๆ พยายามดัดแปลงพัฒนาเครื่องจักรกลและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการถนอม เพื่อนำมาทดลองใช้ถนอมเนื้อทุเรียนปรากฏว่ายังไม่ได้ผลเท่าที่ควรเพราะคุณภาพของเนื้อทุเรียนไม่เป็นที่ยอมรับ

การศึกษาค้นคว้าวิธีการถนอมเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องถนอมเนื้อผลไม้ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไป เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล ที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบเครื่องถนอมเนื้อทุเรียนให้สามารถถนอมเนื้อทุเรียนที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ ในการทดสอบมีอุปกรณ์และเครื่องมือดังนี้

- เครื่องถนอมเนื้อผลไม้แบบกระหะสแตนเลสชั้นเดียวความจุ 43 ลิตร
- ใบถนอมทำด้วยไม้เนื้อแข็ง 2 ใบ (รูปที่ 2) ความกว้าง 6 เซนติเมตร ความยาว 21 เซนติเมตร ความหนา 2 - 3 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัด 126 ตารางเซนติเมตร ลักษณะการหมุนของแกนใบถนอมแบบแกว่ง แกนใบถนอมทำมุม 30 องศากับแนวตั้ง ความเร็วรอบของใบถนอม 35 และ 70 รอบต่อนาที
- ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด 0.5 แรงม้า
- ตัวเตาเป็นเตาเหล็ก หัวฟั่นแก๊สให้ความร้อนแบบเปลวไฟ 4 ชั้น ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อน
- เนื้อทุเรียนสดพันธุ์หมอนทอง น้ำหนัก 10 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายขาว 1.10 กิโลกรัม
- เครื่องวัดอุณหภูมิแบบเทอร์มิสเตอร์เปิดและเทอร์มิสเตอร์นาฬิกาจับเวลา เครื่องชั่งน้ำหนัก



รูปที่ 2 ลักษณะใบกวนของเครื่องกวนเนื้อผลไม้

ในการทดสอบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องกวนเนื้อผลไม้ ใช้ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง น้ำหนักเนื้อทุเรียนสุก 10 กิโลกรัม เติมน้ำตาลทรายขาว 1.1 กิโลกรัม อุณหภูมิในการกวน 70 - 95 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบพบว่าใช้เวลาในการกวน 80 นาที อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง 1.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ได้น้ำหนักเนื้อทุเรียนกวน 4.7 กิโลกรัม ผลการทดสอบพบว่าเนื้อทุเรียนใหม่ติดท้องและขอบข้างกระทะ ทุเรียนกวนที่ได้มีสีคล้ำและมีกลิ่นไหม้ ลักษณะเนื้อหยาบ สัมผัสติดมือ มีน้ำมัน รสชาติและ คุณภาพเนื้อทุเรียนกวนไม่เป็นที่ยอมรับ เมื่อเทียบกับการกวนด้วยแรงงานคน

จากผลการทดสอบพบว่ามีปัญหาของการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องกวนเนื้อผลไม้คือ

1. ความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน ขณะทำการกวนเนื้อทุเรียนต้องกวนที่อุณหภูมิจุดเดือดบริเวณหน้าเตาและรอบๆเตามีความร้อนสูงมาก การปรับปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงเพื่อควบคุมอุณหภูมิโดยการปรับวาล์วควบคุมแก๊สเชื้อเพลิงด้วยมือเป็นไปด้วยความยากลำบาก รวมทั้งการจุดไฟแก๊สเชื้อเพลิงที่หัวเตาเมื่อเปลวไฟดับ
2. ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิขณะกวน ได้อย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากความร้อนที่ก้นกระทะสูงมาก ผิวกระทะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เนื้อทุเรียนที่สัมผัสที่จุดต่ำสุดของท้องกระทะจะได้รับอุณหภูมิสูง
3. ใบกวนทำด้วยไม้เนื้อแข็ง ซึ่งเป็นวัสดุที่ไม่เหมาะสมในการผลิตอาหารโดยอาจเกิดเชื้อราเมื่อไม่ได้ใช้เป็นเวลานาน และใบกวนมี 2 ใบไม่สามารถกวาดเก็บเนื้อทุเรียนที่ขอบกระทะได้ทำให้มีเนื้อทุเรียนใหม่ติดที่ผิวขอบข้างกระทะ
4. ความเร็วรอบของใบกวน เมื่อเริ่มต้นกวนเนื้อทุเรียนมีความชันแหลมสูงหรือมีปริมาณน้ำมากที่ความเร็วรอบของใบกวน 35 รอบต่อนาที เนื้อทุเรียนติดขอบปากกระทะมาก และเมื่อกวนด้วยความเร็วรอบของใบกวน 70 รอบต่อนาที เนื้อทุเรียนล้นออกปากกระทะและติดขอบข้างกระทะมาก เนื่องจากแรงเหวี่ยงของความเร็วยังเร็วและไม่มีใบสำหรับกวาดข้างกระทะ

5. พื้นที่หน้าตัดและมุมของใบกวนมีขนาดและตำแหน่งวางมุมที่ไม่เหมาะสมในการกวน ที่จุดต่ำสุดของห้องกระทะเนื้อทุเรียนรับความร้อนที่อุณหภูมิสูง และรวดเร็ว ดังนั้นใบกวนต้องมีความสามารถในการพลิกกลับและปาดแผ่น เนื้อทุเรียน เพื่อให้มีการรับและการถ่ายเทความร้อนได้ดี

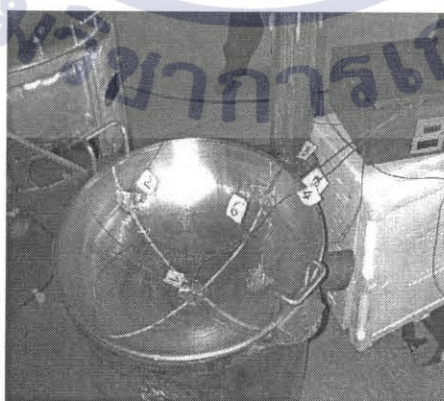
3.2 ทดสอบการกระจายความร้อนของกระทะกวนเนื้อทุเรียนแบบชั้นเดียว

การทดสอบเปรียบเทียบการกระจายความร้อนของกระทะกวนเนื้อทุเรียนแบบชั้นเดียว ทำด้วยอลูมิเนียมและสแตนเลส โดยวัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของผิวกระทะ มีวิธีการดังนี้คือติดตั้งหัววัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิลที่ผิวกระทะ (รูปที่ 3) ที่ระดับความลึกจากปากกระทะ 7 13 และ 19 เซนติเมตร สำหรับกระทะอลูมิเนียม และที่ระดับความลึก 7 14 และ 21 เซนติเมตร สำหรับกระทะสแตนเลส ตั้งกระทะบนเตาไฟให้ก้นกระทะ ห่างจากหัวแก๊สเชื้อเพลิง 10 เซนติเมตร ให้ความร้อนกับกระทะโดยปรับแรงดันแก๊สเชื้อเพลิงขณะใช้งานที่ 0.5 บาร์ ทำการบันทึกเวลา และอุณหภูมิผิวกระทะ

กระทะอลูมิเนียมแบบชั้นเดียว มีขนาดความจุ 35 ลิตร ความหนา 3 มิลลิเมตร ความกว้างของปากกระทะ 66 เซนติเมตร ความลึก 19 เซนติเมตร ความยาวโค้งห้องกระทะ 82 เซนติเมตร น้ำหนักกระทะ 3.7 กิโลกรัม

กระทะสแตนเลสแบบชั้นเดียวมีขนาดความจุ 43 ลิตร หนา 3.2 มิลลิเมตร ความกว้างปากกระทะ 65.0 เซนติเมตร ความลึก 21.0 เซนติเมตร ความยาวโค้งห้องกระทะ 83.5 เซนติเมตร น้ำหนักกระทะ 13.78 กิโลกรัม

ผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิผิวกระทะที่ระดับต่างๆมีความแตกต่างกัน กระทะอลูมิเนียมและกระทะสแตนเลสมีอุณหภูมิสูงสุดที่จุดต่ำสุดของห้องกระทะโดยวัดอุณหภูมิได้ 210 และ 114 องศาเซลเซียส ขณะที่ขอบกระทะมีอุณหภูมิ 103 และ 58 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



รูปที่ 3 กระทะกวนที่ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล

3.3 ทดสอบความเร็วรอบไบกวน

การทดสอบหาความเร็วรอบของไบกวนที่เหมาะสมสำหรับการกวนเนื้อทุเรียน โดยการทดสอบ และปรับเปลี่ยนทุเรียนตัวตามในระบบส่งกำลังเพื่อให้มีความเร็วรอบของไบกวนที่ต่าง ๆ กัน ผลการทดสอบกวนเนื้อทุเรียนครั้งละ 10 กิโลกรัม พบว่า ที่ความเร็วของไบกวน 70 รอบต่อนาที เมื่อเริ่มต้นกวน พบว่ามีเนื้อทุเรียนถูกเหวี่ยงกระจายออกนอกกระทะมาก ที่ความเร็ว 35 และ 46 รอบต่อนาที เมื่อเริ่มต้นกวนมีเนื้อทุเรียนถูกเหวี่ยงกระจายออกนอกกระทะบ้างเล็กน้อย ถึงน้อยมาก เมื่อเวลาในการกวนเพิ่มขึ้นทำให้เนื้อทุเรียนมีความหนืดเพิ่มขึ้นจะไม่มีการกระจายออกนอกกระทะ แต่มีเนื้อทุเรียนติดข้างขอบกระทะมากและเป็นเหตุให้เนื้อทุเรียนไหม้ ที่ความเร็ว 23 รอบต่อนาที เมื่อเริ่มต้นกวน พบว่า ไม่มีเนื้อทุเรียนกระจายออกนอกกระทะ และมีการติดที่ข้างขอบกระทะน้อยมาก จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า ความเร็วรอบของไบกวนที่ 23 รอบ ต่อนาที มีความเหมาะสมในการกวนเนื้อทุเรียนได้ดี

4. ออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

สรุปผลจากการทดสอบและแนวทางในการออกแบบพัฒนาเครื่องกวนทุเรียนแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลจากการทดสอบและแนวทางในการออกแบบพัฒนา

รายการ	แนวทางปรับปรุงและพัฒนา
1. กระทะกวน	1. ออกแบบเป็นกระทะ 2 ชั้นโดยใช้วัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อน เช่น น้ำหรือน้ำมันที่มีคุณสมบัติพิเศษสำหรับงานถ่ายเทความร้อนสูง
2. ความยุ่งยากในการติดไฟ ที่หัวเตา แก๊สเชื้อเพลิง	2. ติดตั้งหัวหล่อไฟ และวาล์วปิด-เปิด แก๊สเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ
3. ความยุ่งยากในการควบคุม อุณหภูมิ	3. ติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุมและสามารถเลือกปรับอุณหภูมิได้ตามต้องการ
4. ไบกวน มี 2 ใบ	4. ไบกวน มี 3 ใบเพื่อให้มีการพลิกเนื้อทุเรียนและกวาดขอบข้างกระทะได้ดี
5. ขนาดและมุมไบกวน	5. ทดสอบพัฒนาปรับขนาดและมุมไบกวนให้มีความเหมาะสมกับการกวน และห้องกระทะ
6. วัสดุทำไบกวน	6. เลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการผลิตอาหาร
7. ความเร็วรอบของไบกวน	7. ทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสม
8. รอบๆเตามีอุณหภูมิสูง	8. ติดฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกรอบเตา

4.1 ออกแบบและสร้างต้นแบบกระทะกวนแบบ 2 ชั้น

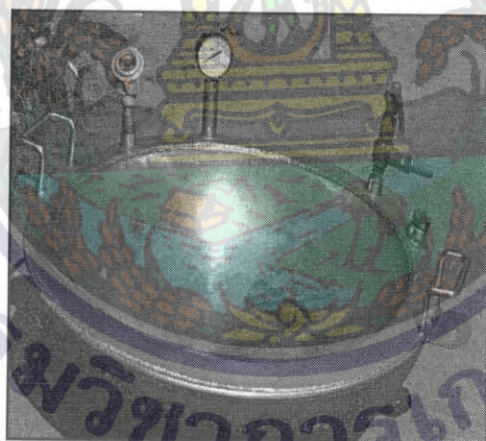
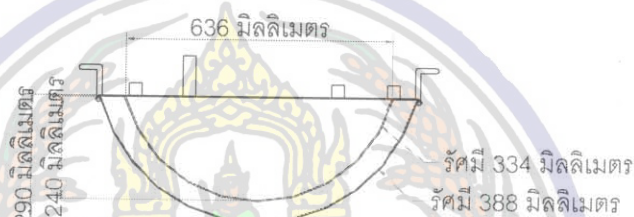
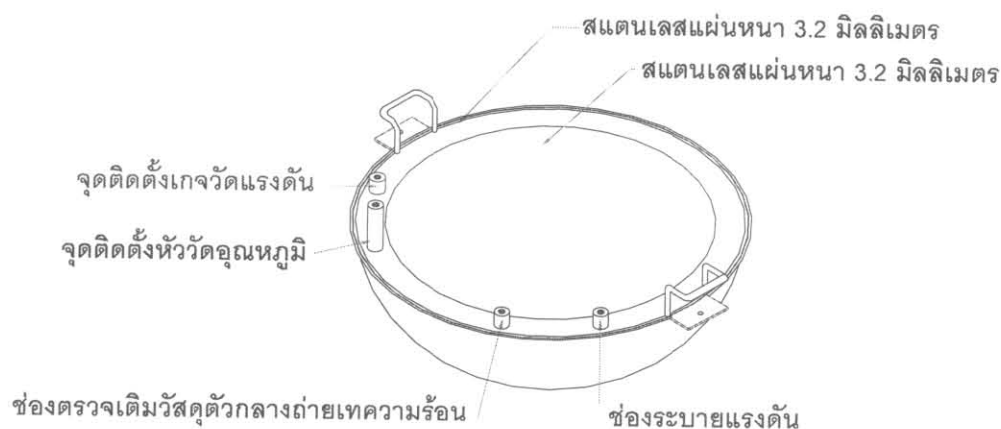
จากการสำรวจและศึกษาการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน พบว่าผู้ผลิตเนื้อทุเรียนกวนนิยมใช้กระทะที่มีความจุประมาณ 37 ลิตร เหมาะสำหรับกวนเนื้อทุเรียนครั้งละ 10 กิโลกรัม และลักษณะการกวนต้องมีการปาดแผ่นพื้นที่ผิวของกระทะและไม่ล้นออกนอกกระทะ และที่จุดต่ำของท้องกระทะจะมีอุณหภูมิสูงมาก ดังนั้น คนกวนต้องมีความชำนาญพอสมควรถ้ากวนมากกว่า 10 กิโลกรัม แรงงานคนจะกวนไม่ไหวและมีการสูญเสียเนื่องจากเนื้อทุเรียนล้นออกนอกกระทะและใช้เวลามากขึ้น ทำให้คุณภาพของเนื้อกวนลดลงและเกิดความเมื่อยล้าเร็วขึ้น

เพื่อต้องการให้มีการกระจายความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอ ได้ออกแบบกระทะกวนเป็นแบบ 2 ชั้น มีตัวกลางถ่ายเทความร้อน และติดตั้งอุปกรณ์วัดและควบคุมอุณหภูมิเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและให้สามารถทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

ต้นแบบกระทะกวน แบบ 2 ชั้น ที่ออกแบบขึ้นด้วยวัสดุแตนเลสแผ่นเรียบ เบอร์ 304 เนื่องจากสามารถขึ้นรูปและเชื่อมได้ง่ายและเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติ เหมาะสำหรับการทำเครื่องมือผลิตอาหาร เช่น เป็นวัสดุไร้สนิม บีมขึ้นรูป เชื่อมต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆได้ง่าย มีความแข็งแรงสูง คงทน มีอายุการใช้งานยาวนาน ทำความสะอาดได้ง่ายดูสวยงาม และถูกอนามัย โดยใช้สแตนเลสแผ่นเรียบหนา 3.2 มิลลิเมตร บีมขึ้นรูปโค้งท้องกระทะ (Parabola Curve) วางซ้อนกันประกอบเป็น 2 ชั้น ความห่างระหว่างชั้น 5 เซนติเมตร และเชื่อมปิดด้วยแผ่นวงแหวน (O-Ring Plate) ติดตั้ง ช่องตรวจเติมวัสดุตัวกลางนำความร้อน เกจวัดแรงดัน ช่องระบายแรงดัน และ ปลั๊กนิรภัย ความจุของกระทะกวน 45 ลิตร ความจุระหว่างชั้น 37 ลิตร ความกว้างปากกระทะชั้นใน 65 เซนติเมตร ชั้นนอก 75 เซนติเมตร ความลึก 24. เซนติเมตร ความยาวโค้งผิวกระทะชั้นใน 85 เซนติเมตร ความยาวโค้งผิวกระทะชั้นนอก 102 เซนติเมตร น้ำหนัก 38.44 กิโลกรัม กระทะได้ถูกออกแบบสร้างตามขนาดมาตรฐานของวัสดุจำนวน 1 แผ่น ซึ่งบีมขึ้นรูปเป็นกระทะได้ 2 ชั้น ประกอบเป็นกระทะได้ 1 ใบ ขนาดความจุ 45 ลิตร มีวัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อน เช่น น้ำ หรือน้ำมันที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับงานถ่ายเทความร้อนเท่านั้น ดังแบบรายละเอียดและกระทะต้นแบบ รูปที่

4

วัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อน ถ้าใช้น้ำ เป็นน้ำสะอาด ซึ่งหาได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือ มีอุณหภูมิจุดเดือดต่ำ การขยายตัวสูง มีสภาพเป็นไอตลอดเวลาขณะกวน การสิ้นเปลืองสูง ต้องตรวจเติมบ่อยครั้ง ในกรณีที่ใช้น้ำมันชนิดที่มีคุณสมบัติพิเศษ เหมาะสำหรับงานถ่ายเทความร้อนเท่านั้น (Heat Transfer Oil) ตามมาตรฐาน ASTM มีข้อดีคือ สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงถึง 320 องศาเซลเซียส ผสมสารป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจน เมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า 200 องศาเซลเซียส จะเริ่มติดไฟถ้าสัมผัสกับอากาศ มีอายุใช้งานได้ยาวนาน มีจุดวาบไฟสูงติดไฟอยาก ทำให้ปลอดภัยต่อผู้ใช้ แต่มีข้อเสียคือ ราคาแพง



รูปที่ 4 ดันแบบกระทะสแตนเลส 2 ชั้น

4.2 ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิโดยการปิด-เปิดแก๊สเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ

ความยุ่งยากในการปรับอุณหภูมิขณะกวน โดยการปรับวาล์วควบคุมปริมาณแก๊สเชื้อเพลิงที่หน้าเตาด้วยมือ ต้องทำบ่อยครั้งต่อการกวนแต่ละกระทะและมีความลำบากในการตีไฟทุกครั้งเมื่อไฟที่หัวเตาดับ ดังนั้นจึงออกแบบให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้นในการปฏิบัติงาน โดยการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโดยการปิด-เปิดแก๊สเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ เช่น ชุดตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งสามารถอ่านและปรับตั้งอุณหภูมิได้ตามต้องการวาล์วปิด-เปิดแก๊สเชื้อเพลิงด้วยระบบไฟฟ้า และ หัวล่อไฟ เป็นต้น

4.3 ออกแบบใบกวน

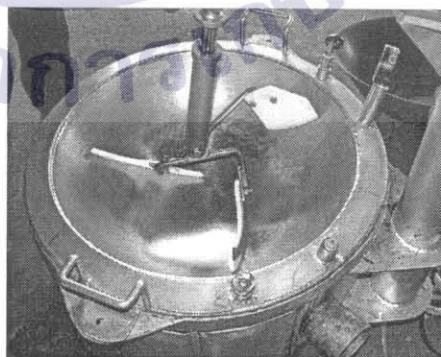
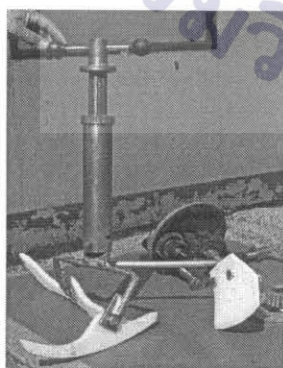
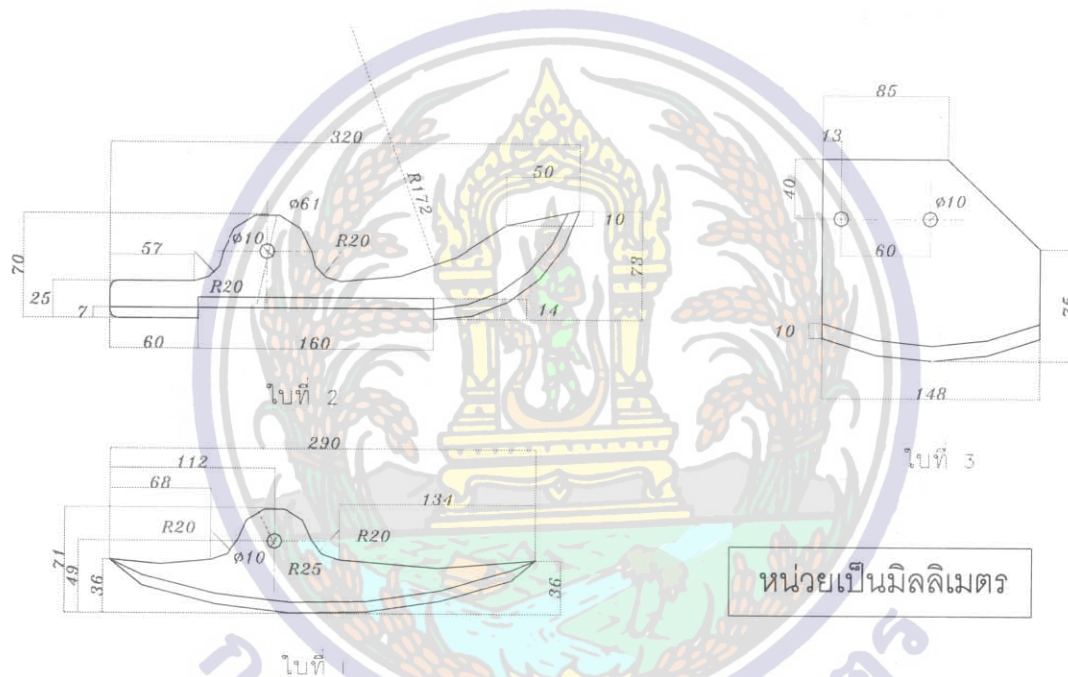
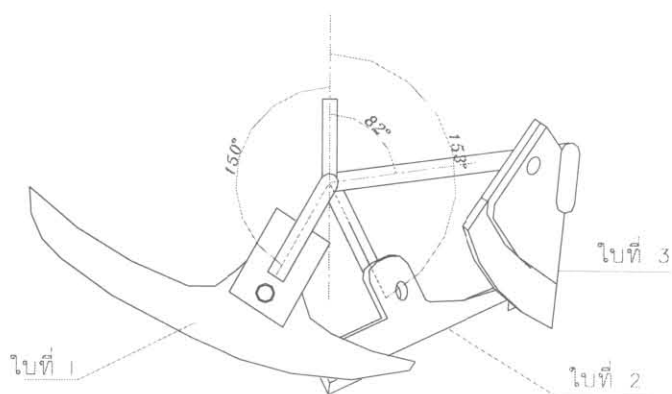
จากการทดสอบใบกวนชนิด 2 ใบ ไม่สามารถกวาดเนื้อทุเรียนที่ขอบกระทะได้ทำให้เนื้อทุเรียนไหม้ที่ขอบข้างกระทะจึงได้ออกแบบเป็นชนิดที่มี 3 ใบกวน และมีพื้นที่หน้าตัดเล็กลงเพื่อลดแรงต้านและปรับแต่งทำมุมให้เข้ากับท้องกระทะเพื่อให้มีความสามารถในการพลิกเนื้อทุเรียนได้ดี โดยใบกวน 2 ใบทำหน้าที่ในการพลิกกลับและทำให้เนื้อทุเรียนมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ขณะที่ใบกวนอีก 1 ใบทำหน้าที่ในการกวาดเก็บเนื้อทุเรียนที่บริเวณขอบข้างกระทะเพื่อลดปัญหาการไหม้ เพื่อความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค วัสดุทำใบกวนต้องมีคุณสมบัติพิเศษที่มีความเหมาะสมในการผลิตอาหาร เช่น ทนความร้อนสูง ไม่เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ไม่ลื่นหรือลื่นเกินไป ดังนั้นจึงเลือกใช้เทฟลอน (Teflon) เป็นวัสดุทำใบกวน (รูปที่.5)

4.4 แก้ปัญหาพื้นที่บริเวณรอบเตามีอุณหภูมิสูง

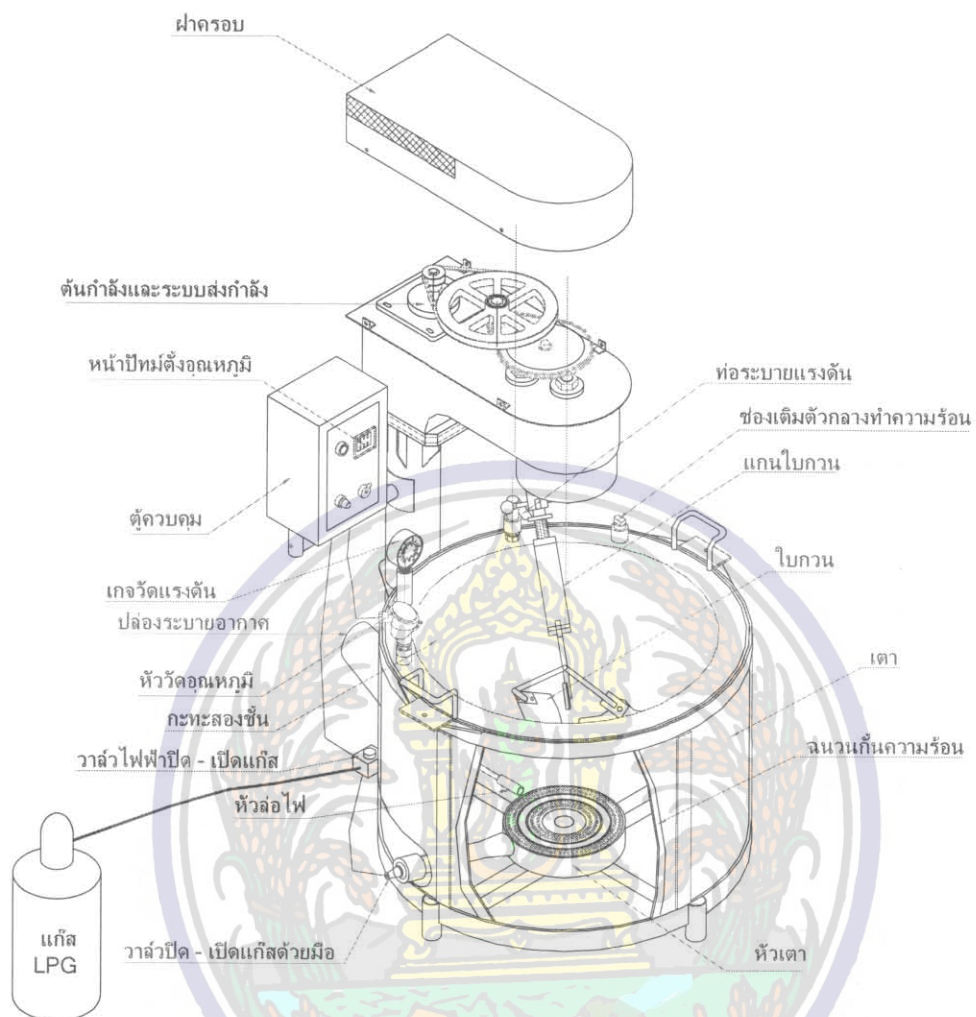
ในขณะทำงานบริเวณพื้นที่รอบเตามีอุณหภูมิสูง ทำให้เป็นปัญหาในการทำงานเกิดความเมื่อยล้า แก้ปัญหาโดยการหุ้มฉนวนกันความร้อน เพื่อลดอุณหภูมิรอบๆเตาสูง ช่วยเพิ่มความสะดวกสบายในการปฏิบัติงานมากขึ้น

4.5 สร้างเครื่องต้นแบบเครื่องกวนเนื้อทุเรียน

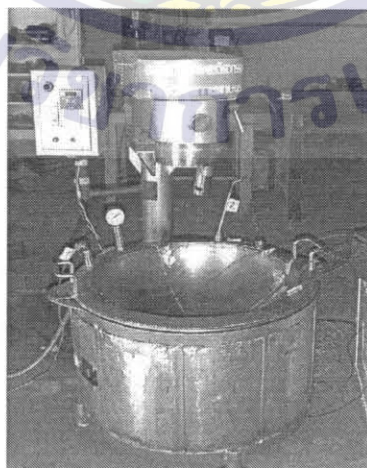
จากข้อมูลการทดสอบนำมาประมวล เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกวนจากกระทะชั้นเดียวเป็นกระทะ 2 ชั้น ขนาดความจุ 45 ลิตร โดยติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิเพื่อให้มีการควบคุมความร้อนให้ได้ตามความต้องการและสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยการควบคุมวาล์วปิด-เปิดแก๊สเชื้อเพลิงแบบอัตโนมัติ ใบกวนมี 3 ใบ โดยออกแบบให้มีลักษณะที่เหมาะสมในการพลิกเนื้อทุเรียนและทำมุมเข้ากับท้องกระทะได้ดีเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการกวน ความเร็วรอบใบกวนสามารถปรับระดับความเร็วรอบได้คือ 23 และ 46 รอบต่อนาที ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 0.5 แรงม้า 220 โวลต์ ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงเตาเป็นเหล็กแผ่นเรียบเสริมด้วยวัสดุฉนวนกันความร้อน เครื่องกวนได้ครั้งละ 10-15 กิโลกรัม รูปที่ 6 (ก) แบบลายเส้นแสดงส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ รูปที่ 6 (ข) แสดงเครื่องต้นแบบที่สร้าง ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องต้นแบบ



รูปที่ 5 ต้นแบบชุดใบกวน และกระทะ 2 ชั้น



รูปที่ 6 (ก) ส่วนประกอบต้นแบบเครื่องกวนเนื้อทุเรียน



รูปที่ 6 (ข) ต้นแบบเครื่องกวนเนื้อทุเรียน

ตารางที่ 2 รายละเอียดของชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องต้นแบบ

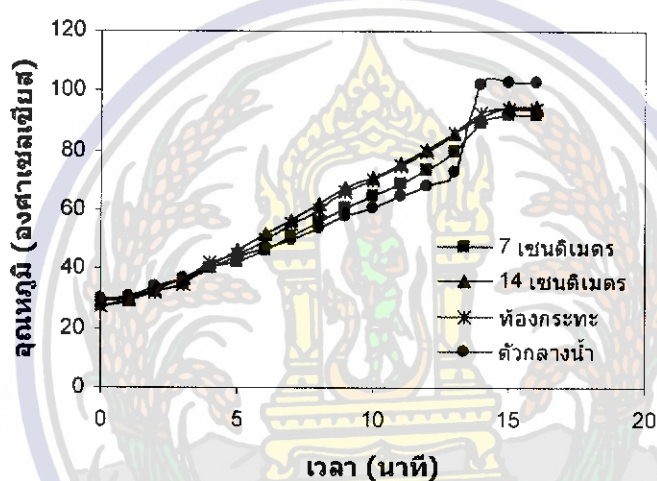
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	รายละเอียด
- เตา	- เตาเหล็กแผ่นเรียบหนา 6 มิลลิเมตรหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อน หนา 25 มิลลิเมตร
- หัวพ่นแก๊ส	- หัวพ่นแก๊ส เส้นผ่านศูนย์กลาง 25.50 เซนติเมตร วาล์วไฟฟ้าและวาล์วปิด- เปิดด้วยมือ - หัวหล่อไฟ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และวาล์วปิด-เปิดด้วยมือ
- กระทะ	- กระทะสแตนเลสแบบ 2 ชั้น หนา 3.2 มิลลิเมตร ความจุกระทะกวน 45 ลิตร - ปริมาตรความจุ ระหว่างชั้นกระทะ 37 ลิตร
- วัสดุตัวกลางนำความร้อน	- น้ำหรือน้ำมันเกรดพิเศษใช้เฉพาะงานถ่ายเทความร้อนเท่านั้น
- ต้นกำลัง	- มอเตอร์ ไฟฟ้า 220 โวลท์ ขนาด 0.5 แรงม้า
- ระบบส่งกำลังและทดรอบ	- มุ่เลี้ยว สายพาน โซ่ เฟือง เพลาแข็ง อัตราทดรวม 1:64 และ 1:32
- ใบกวน	- 3 ใบ
- ความเร็วรอบใบกวน	- ปรับได้ 2 ระดับคือ 23 และ 46 รอบต่อนาที
- ลักษณะการหมุนของใบกวน	- หมุนแบบแกว่ง แกนใบกวนทำมุม 30 องศา กับแนวดิ่ง
- เชื้อเพลิงให้ความร้อน	- แก๊สหุงต้ม LPG.
- อุปกรณ์วัดและควบคุมความร้อน	- หัววัดอุณหภูมิและอุปกรณ์การปิด-เปิดแก๊สเชื้อเพลิงด้วยระบบการทำงาน แบบอัตโนมัติและสามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ตามต้องการ
- สมรรถนะ	- กวนเนื้อทุเรียนสดได้ครั้งละ 10 - 15 กิโลกรัม

5. ทดสอบและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ

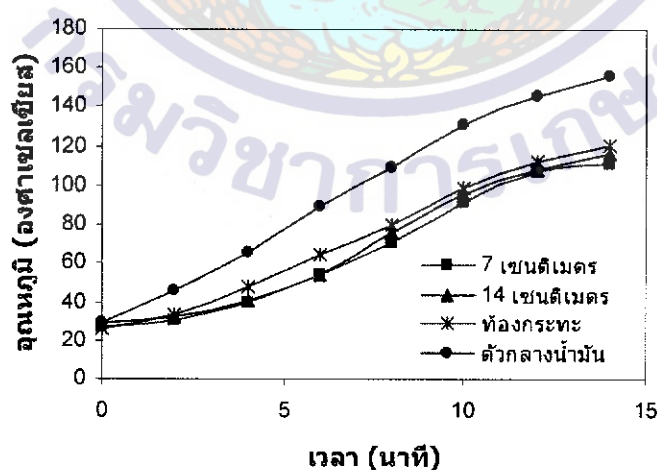
จากการทดสอบเครื่องต้นแบบพบข้อบกพร่องต้องปรับปรุงแก้ไข หลังจากการทดสอบ เช่น มุมและรูปแบบของใบกวน มุมของใบกวนต้องปรับแต่งให้มีมุมและรูปร่างใบกวนมีความโค้งมนเข้ากับผิวท้องกระทะได้ดีและรูปแบบของใบกวนต้องสามารถ พลิกเนื้อทุเรียนและกวาดข้างขอบกระทะได้เพื่อลดการไหม้ของเนื้อทุเรียน

5.1 ทดสอบการกระจายความร้อนของต้นแบบกระทะ 2 ชั้น

การทดสอบการกระจายความร้อนที่ผิวกระทะ 2 ชั้น โดยใช้ น้ำ และน้ำมันสำหรับงานถ่ายเทความร้อน เป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน ในปริมาณ 30 ลิตร ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 7 และ 8 พบว่า อุณหภูมิผิวกระทะที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากปากกระทะใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเล็กน้อย อุณหภูมิที่ผิวกระทะกรณีใช้น้ำเป็นตัวกลางร้อนช้ากว่าและต่ำกว่าการใช้น้ำมันเป็นตัวกลาง อุณหภูมิผิวกระทะที่ใช้น้ำเป็นตัวกลางสูงสุดเฉลี่ย 94 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิผิวกระทะที่ใช้น้ำมันเป็นตัวกลางสูงสุดเฉลี่ย 114 องศาเซลเซียส



รูปที่ 7 อุณหภูมิผิวกระทะที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากปากกระทะ โดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง



รูปที่ 8 อุณหภูมิผิวกระทะที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากปากกระทะ โดยใช้น้ำมัน เป็นตัวกลาง

5.2 การทดสอบเปรียบเทียบวัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อนโดยใช้ น้ำ และน้ำมัน .

ในการทดสอบโดยใช้ปริมาณของวัสดุตัวกลาง 30 ลิตร ทูเรียนพันธุ์หมอนทองน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ใบกวน 3 ใบ ความเร็วรอบใบกวนที่ 23 รอบต่อนาที

กรณีที่ 1 ใช้น้ำเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนอุณหภูมิที่ตัวกลาง 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 80 องศาเซลเซียส กวนนาน 60 นาที หลังจากนั้นปรับตั้งอุณหภูมิตัวกลางที่ 90 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลากวนอีก 20 นาที จนแล้วเสร็จจะได้เนื้อทูเรียน 5.0 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง 1.20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบพบว่าลดการไหม้ของเนื้อทูเรียนที่ได้ดีและคุณภาพเนื้อทูเรียนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

กรณีที่ 2 ใช้น้ำมันเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนโดยตั้งอุณหภูมิตัวกลางที่ 140 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 90 องศาเซลเซียส กวนนาน 50 นาทีแล้วปรับตั้งอุณหภูมิตัวกลางที่ 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 70 องศาเซลเซียส ใช้เวลากวนอีก 20 นาที จนแล้วเสร็จ ได้เนื้อทูเรียน 4.9 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง 1.20 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบ พบว่าลดการไหม้ของเนื้อทูเรียนที่ห้องกระทะได้ดีและคุณภาพเนื้อทูเรียนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

สรุปผลการทดสอบเปรียบเทียบวัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อน ไม่ว่าจะเป็นน้ำหรือน้ำมันสามารถลดการไหม้ของเนื้อทูเรียนที่ห้องกระทะได้ดีและคุณภาพเนื้อทูเรียนอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ การกวนด้วยแรงงานคน แต่ในขณะทำงาน น้ำมีข้อดีน้อยกว่าน้ำมันคือมีการกลายสภาพเป็นไอ การขยายตัวสูง ต้องระมัดระวังและตรวจเติมบ่อย ๆ

5.3 ทดสอบเครื่องต้นแบบโดยใช้น้ำมันสำหรับงานถ่ายเทความร้อนเป็นวัสดุตัวกลาง

ใช้ทูเรียนพันธุ์หมอนทองน้ำหนักเนื้อทูเรียนสด 10 กิโลกรัม ใบกวนแบบ 3 ใบ ความเร็วรอบใบกวน 23 รอบต่อนาที และ 46 รอบต่อนาที ตั้งอุณหภูมิตัวกลางนำความร้อนที่ 160 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 94 องศาเซลเซียส ทำการกวนนาน 50 นาที หลังจากนั้นทำการปรับตั้งอุณหภูมิตัวกลางที่ 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเนื้อทูเรียนประมาณ 70 องศาเซลเซียส กวนต่ออีก 20 นาที จึงแล้วเสร็จจะได้เนื้อทูเรียน 4.90 กิโลกรัม ใช้เวลากวน 70 นาที โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง 1.14 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พบว่าสามารถลดการไหม้ของเนื้อทูเรียนกวนได้ดี และคุณภาพของเนื้อทูเรียนกวนอยู่ในเกณฑ์ดี ยอมรับได้เมื่อเทียบกับคุณภาพเนื้อทูเรียนกวนจากการกวนด้วยแรงงานคน

6. ทดสอบเปรียบเทียบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องต้นแบบ การกวนด้วยแรงงานคนและเครื่องกวนเนื้อผลไม้

จากการศึกษาและสำรวจข้อมูล จากผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค พบว่าคุณภาพของเนื้อทุเรียนกวนพันธุ์หมอนทอง ที่ยอมรับกันและนิยมบริโภค มีคุณลักษณะดังนี้

องค์ประกอบ	คุณลักษณะเนื้อ
สี *	- สีน้ำตาล-เหลืองทอง (Grayed Orange Group 165 -163)
กลิ่น	- โดยการสูดดมกลิ่น มีกลิ่นหอมเหมือนทุเรียนสุกแบบธรรมชาติ
ความนุ่มเนื้อ	- โดยการสัมผัส หยิบจับ มีความเหนียวหนึบ ไม่ติดมือ ไม่มีน้ำมัน - โดยการขบเคี้ยว มีความเหนียวหนึบ มีกลิ่นหอมเหมือนทุเรียนสุกแบบธรรมชาติ
รสชาติ	- หวานหอมเหมือนทุเรียนสุกธรรมชาติ
การปนเปื้อน	- ไร้สิ่งปนเปื้อนใดๆ เนื้อดูใส สะอาด ไม่มีน้ำมัน
ความหวาน (บริค)**	51
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)***	6.2
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	17.92

* โดยเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน R.H.S. Colour Chart, LONDON

** การหาความหวาน ใช้เนื้อทุเรียน 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 15 กรัม

*** การวัดความเป็นกรด-ด่าง ใช้เนื้อทุเรียน 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 15 กรัม

ในการทดสอบเปรียบเทียบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องต้นแบบ การกวนด้วยแรงงานคนและเครื่องกวนเนื้อผลไม้ ใช้เนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทอง น้ำหนัก 10 กิโลกรัม น้ำตาลทรายขาว 1.1 กิโลกรัม ใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 พบว่า วิธีการกวนด้วยแรงงานคนใช้เวลาน้อยที่สุด 50 นาที ตามด้วยเครื่องต้นแบบกระทะ 2 ชั้น ใช้เวลา 70 นาที และเครื่องกวนเนื้อผลไม้ใช้เวลานานที่สุด 80 นาที ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะการกวนด้วยแรงงานคนมีความสม่ำเสมอเพราะลักษณะการกวนสามารถกวนได้ทุกทิศทาง ขณะที่กวนด้วยเครื่องเป็นแบบทิศทางเดียว นอกจากนี้การกวนด้วยแรงงานคนอุณหภูมิเนื้อกวนสูงกว่า วิธีกวนด้วยแรงงานคนได้น้ำหนักเนื้อทุเรียนกวนมากที่สุด 5.5 กิโลกรัม ตามด้วยเครื่องต้นแบบได้ 4.9 กิโลกรัม และเครื่องกวนเนื้อผลไม้ได้ 4.7 กิโลกรัม การกวนด้วยแรงงานคนมีการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิงต่อกระทะสูงกว่าการกวนด้วยเครื่อง แต่เมื่อคิดเปรียบเทียบการสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิงต่อน้ำหนักเนื้อทุเรียนกวนเครื่องต้นแบบกระทะ 2 ชั้นเสียค่าแก๊สเชื้อเพลิงต่อกิโลกรัมเนื้อกวนต่ำที่สุดคือ 4.75 บาท ตามด้วยวิธีกวนด้วยแรงงานคน 4.91 บาท และเครื่องกวนเนื้อผลไม้เสียค่าแก๊สเชื้อเพลิงสูงที่สุด 7.45 บาท

จากการตรวจสอบคุณภาพของเนื้อทุเรียนกวน โดยผู้ผลิตทุเรียนกวนและผู้บริโภคทั่วไป (panel test) ด้าน สี กลิ่น รสชาติ และ ความนุ่มเนื้อ จำนวน 120 ตัวอย่าง พบว่า เนื้อทุเรียนกวนจากวิธีกวนด้วยแรงงานคนและเครื่องต้นแบบกระทะ 2 ชั้น มีคุณภาพใกล้เคียงกันและเป็นที่ยอมรับของผู้ผลิตระดับอุตสาหกรรม ส่วนเนื้อทุเรียนกวนจากเครื่องกวนเนื้อผลไม้ไม่มีคุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์ทั่วไป

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน เครื่องกวนเนื้อผลไม้ และเครื่องกวนกระทะ 2 ชั้น

รายการ	กวนด้วย แรงงานคน	เครื่องกวนเนื้อ ผลไม้	เครื่องต้นแบบ กระทะ 2 ชั้น
จำนวนใบกวน	1	2	3
อุณหภูมิเฉลี่ยของเนื้อทุเรียนขณะกวนประมาณ (องศาเซลเซียส)	95	90	90
น้ำหนักเนื้อทุเรียนกวน (กิโลกรัม)	5.50	4.70	4.90
ใช้เวลากวนต่อกระทะ (นาที)	50	80	70
การสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	1.85	1.50	1.14
แรงงาน (คน)	1	1	1
ความสามารถในการกวน (จำนวนกระทะต่อวัน 8 ชม.)	8	6	7
ปริมาณการผลิต (กิโลกรัมเนื้อกวนต่อวัน))	44	28.2	34.3
คุณภาพเนื้อทุเรียนกวน สี	✓	X	✓
กลิ่น	✓	X	✓
รสชาติ	✓	X	✓
ความนุ่มเนื้อ	✓	X	✓

✓ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

X ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการกวนเนื้อทุเรียนด้วยแรงงานคน เครื่องกวนเนื้อผลไม้ และต้นแบบ เครื่องกวนกระทะ 2 ชั้น (พื้นที่ จ.จันทบุรี 2547)

รายการ	กวนด้วย แรงงานคน	เครื่องกวนเนื้อ ผลไม้	เครื่องกวน กระทะ 2 ชั้น
แรงงาน (คน)	1	1	1
ค่าจ้างแรงงาน	35 (บาทต่อกระทะ)	200 (บาทต่อวัน)	200 (บาทต่อวัน)
ค่าจ้างแรงงาน (บาทต่อกิโลกรัมเนื้อกวน)	6.36	7.09	5.83
ราคาเนื้อทุเรียนสุก (บาทต่อกิโลกรัม)	18	18	18
น้ำตาลทรายขาว (บาทต่อกิโลกรัม)	14	14	14
น้ำตาลทรายขาว (บาทต่อกิโลกรัมเนื้อกวน)	2.80	3.28	3.14
การสิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง (บาทต่อกระทะ)	1.37	1.99	1.33
ราคาแก๊สเชื้อเพลิง (บาทต่อกิโลกรัม)	17.50	17.50	17.50
ค่าแก๊สเชื้อเพลิง (บาทต่อกิโลกรัมเนื้อกวน)	4.91	7.45	4.75
ค่าไฟฟ้า (บาทต่อกิโลกรัมเนื้อกวน)	-	0.37	0.31
ค่าใช้จ่าย (ไม่รวมราคาเครื่อง) (บาทต่อกิโลกรัมเนื้อกวน)	46.80	56.48	50.77
ความสามารถในการกวน (กระทะต่อวัน)	8	6	7
ปริมาณการผลิต ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (กิโลกรัมเนื้อกวนต่อเตาต่อวัน)	44	30	35
ราคาเฉลี่ยเนื้อทุเรียนกวน หน้าโรงงานผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)			
- พันธุ์ชะนี	75	75	75
- พันธุ์หมอนทอง	95	95	95
ราคาเครื่องหรืออุปกรณ์ในการกวนทุเรียน โดยประมาณ (บาทต่อเครื่อง)	6,000*	12,000 - 48,000**	60,000

หมายเหตุ * กวนด้วยแรงงานคน เป็นค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอุปกรณ์ ได้แก่ เตาแก๊ส อลูมิเนียมไฟ หัวเตาแก๊ส วาล์วปรับแก๊ส กระทะ และใบพาย รวมราคาประมาณ 6,000 บาท

** ราคาของเครื่องมีความแตกต่างกันตามชนิดและคุณภาพของวัสดุอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เช่น เครื่องกวนเนื้อผลไม้ ชนิดทอดรอบด้วยเกียร์รถยนต์ แกนใบกวนตั้งฉากกับท้องกระทะ ใบกวน 1 ใบ เป็นไม้เนื้อแข็ง กระทะสแตนเลส ชั้นเดียวราคาประมาณ 12,000 บาท และถ้าระบบทอดและส่งกำลังเป็นแบบ สายพาน เพียง 3 ประกอบสำเร็จใน ตัวเรือนเหล็กหล่อ ใบกวน 2 ใบ ทำด้วยไม้เนื้อแข็ง แกนใบกวนทำมุมกับท้องกระทะ และกระทะสแตนเลส ชั้นเดียวราคา ประมาณ 48,000 บาท ตัวเตาไม่มีขนาดกันความร้อน

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคุณภาพเนื้อทุเรียนกวนด้วยเครื่องต้นแบบ กับตัวอย่างสินค้า

เนื้อทุเรียนกวน พันธุ์หมอนทอง

รายการ	ตัวอย่างสินค้า(กวนด้วยแรงงานคน)				กวนด้วยเครื่องต้นแบบ			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
สี	GOG 164A	GOG 163A	GOG 165A	GOG 164A	GOG 164A	GOG 164A	GOG 164A	GOG 164A
ความหวาน (บrix)	51	48	54	51	54	57	60	57
เป็นกรด – ต่าง (pH)	6	6	6	6	6	6	6	6
เปอร์เซ็นต์ ความชื้น	19.60	18.20	16.80	18.20	15.92	17.43	15.17	16.17
แบบสอบถามจากผู้บริโภค								
สี				✓	✓	✓	✓	✓
กลิ่น				✓	✓	✓	✓	✓
รสชาติ				✓	✓	✓	✓	✓
ความนุ่มเนื้อ				✓	✓	✓	✓	✓
การขบเคี้ยว				✓	✓	✓	✓	✓

✓ เกณฑ์ที่ยอมรับได้

* Grayed Orange Group ช่วง 163 A – 165 A สีเหลืองทองถึงน้ำตาลน้อย ตามมาตรฐานแผ่นเทียบสี R.H.S. London

จากการทดสอบกวนเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องต้นแบบ ได้นำตัวอย่างเนื้อทุเรียนกวนมาทำการทดสอบการชิม (Panel test) โดยการนำตัวอย่างเนื้อทุเรียนกวนให้กลุ่มเป้าหมายซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป พร้อมแบบสอบถามประมาณ 80 ชุด ตัวอย่างๆละประมาณ 200 กรัม ซึ่งมีรายละเอียดในแบบสอบถาม เช่น การดูสี การดมกลิ่น การสัมผัส การหยิบจับ การขบเคี้ยว รวมทั้งการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เช่น การเทียบสีกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน การวัดค่าความเป็น กรด-ต่าง วัดค่าความหวานของเนื้อกวน เป็นต้น สรุปได้ว่า สีค่าความหวาน ค่าความเป็นกรดเป็นต่าง กลิ่น รสชาติ และความนุ่มเนื้อ เป็นที่ยอมรับได้ สี อยู่ในกลุ่มเดียวกับสีสินค้าตัวอย่าง ซึ่งกวนด้วยแรงงานคนคือ อยู่ในช่วงน้ำตาลอ่อน (GOG 165 A) ถึงสีเหลืองทอง (GOG 163 A) แต่เปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่าการกวนด้วยแรงงานคนเล็กน้อย ดังตารางที่ 5

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สรุปผลการทดลอง

- ได้เครื่องต้นแบบสำหรับกรนเนื้อทุเรียน ที่มีความเหมาะสมและสามารถกรนเนื้อทุเรียนได้ครั้งละไม่เกิน 15 กิโลกรัม ผลจากการทดสอบพบว่าสามารถลดการไหม้ของเนื้อทุเรียนขณะกรนได้ดี และได้คุณภาพของเนื้อทุเรียนกรนอยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับเมื่อเปรียบเทียบกับกรนด้วยแรงงานคนสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงน้อยกว่าการกรนด้วยแรงงานคน แต่ต้องใช้เวลาในการกรนมากกว่าและได้น้ำหนักของเนื้อทุเรียนกรนน้อยกว่า

คำแนะนำ

- 1. เครื่องกรนเนื้อทุเรียนนี้ควรจะได้รับการศึกษและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพต่อไปเพราะเป็นเครื่องที่มีความจำเป็นแก่เกษตรกรในการผลิตทุเรียนหรือผู้ผลิตสินค้าจำพวกผลไม้กรน และเรื่องที่ต้องพัฒนา เช่น ลดเวลาการกรน การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง ขบวนการควบคุมความร้อน หรือราคาเครื่อง เป็นต้น

- 2. เครื่องกรนต้นแบบนี้ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆหลายชิ้น ก่อนการใช้ควรทำการศึกษาเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆเสียก่อน โดยเฉพาะวัสดุตัวกลางถ่ายเทความร้อนและอุปกรณ์ควบคุมความร้อน และต้องทดสอบเดินก่อนใช้งานทุกครั้ง มิฉะนั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้

- 3. เนื้อทุเรียนกรนที่ดีมีคุณภาพ นอกจากคัดเลือกคุณภาพของทุเรียนสุกแล้วต้องคัดเลือกพันธุ์ที่นิยมบริโภคกันด้วย ทุเรียนสุกคุณภาพดี เช่น แก้วจัด สุกหอม ไม่มีกลิ่นเปรี้ยวหรือบูด ไม่มีเชื้อรา ไม่มีสิ่งเจือปนและไม่ควรเก็บเนื้อทุเรียนสุกไว้นานเกินไป

เอกสารอ้างอิง

รศ.บรรเลง ศรีนิล และ ผศ.ประเสริฐ กิ้วย ตารางโลหะ สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 2524

ไชยยศ ไชยมั่นคง คู่มือวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมเครื่องกล พิมพ์ครั้งที่ 2 ปี 2533

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดจันทบุรี ข้อมูลการตลาดจังหวัดจันทบุรี จันทบุรี 2544

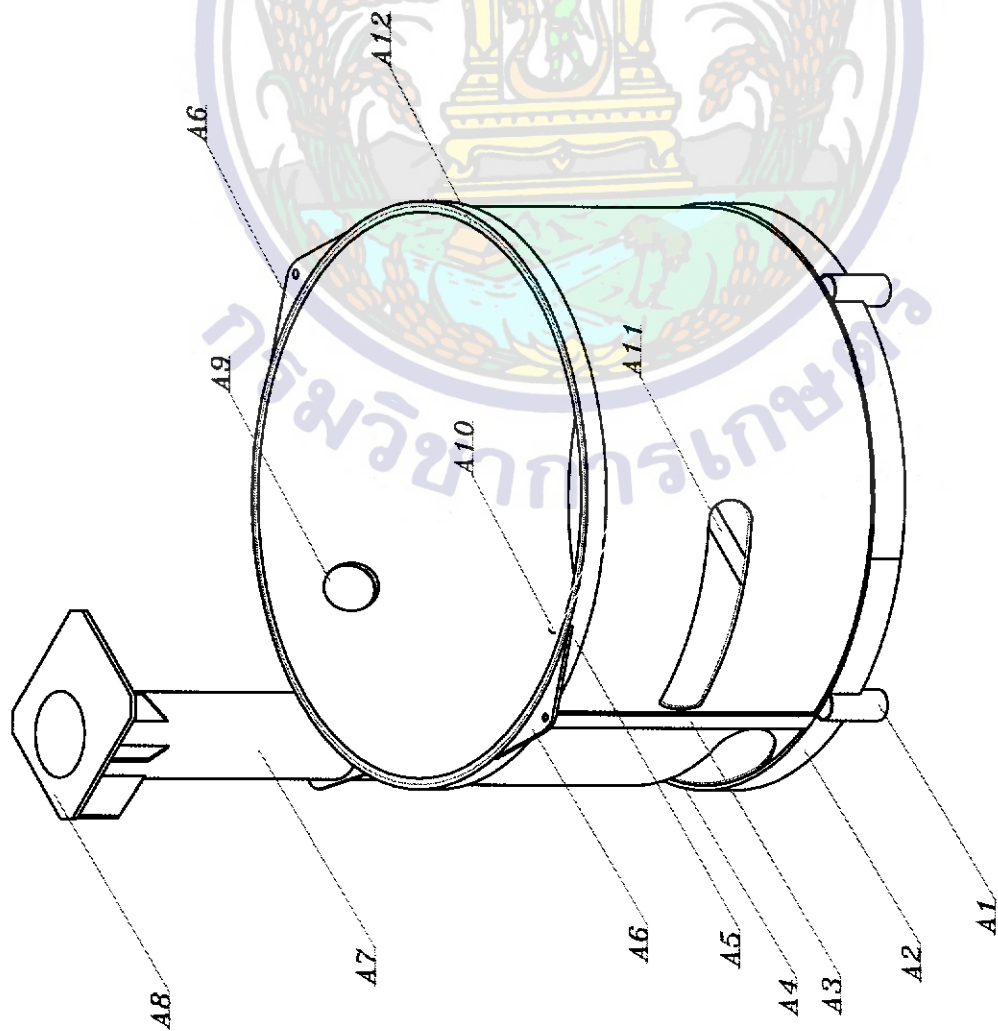
ทรงพล สมศรี ฐานข้อมูลทุเรียน โครงการระบบสารสนเทศทุเรียน สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กรุงเทพฯ 2543 ISBN 974-9510-5-4

น.ส.พ. กสิกร เครื่องกรนเนื้อทุเรียน ปีที่ 77 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม 2547



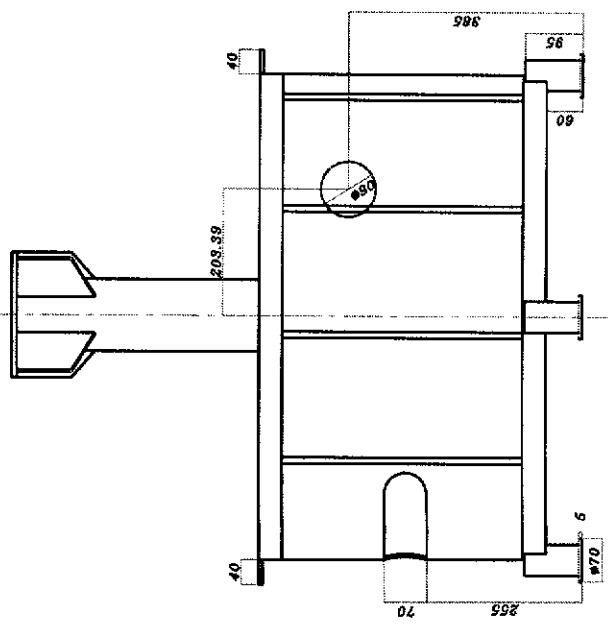
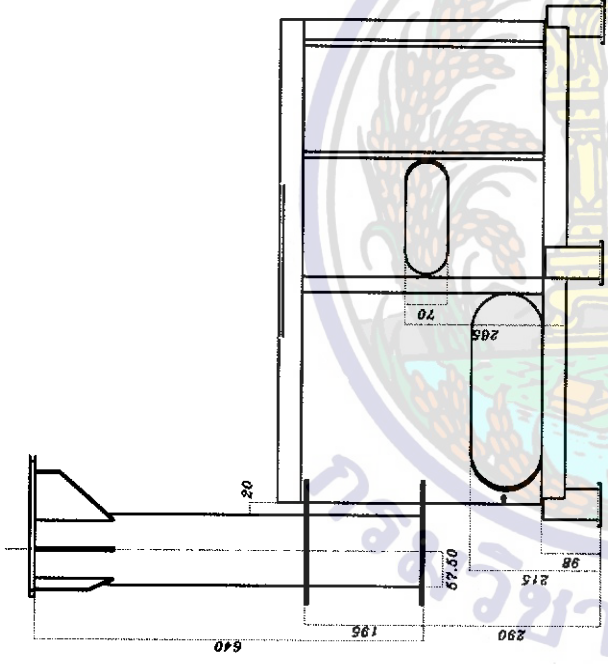
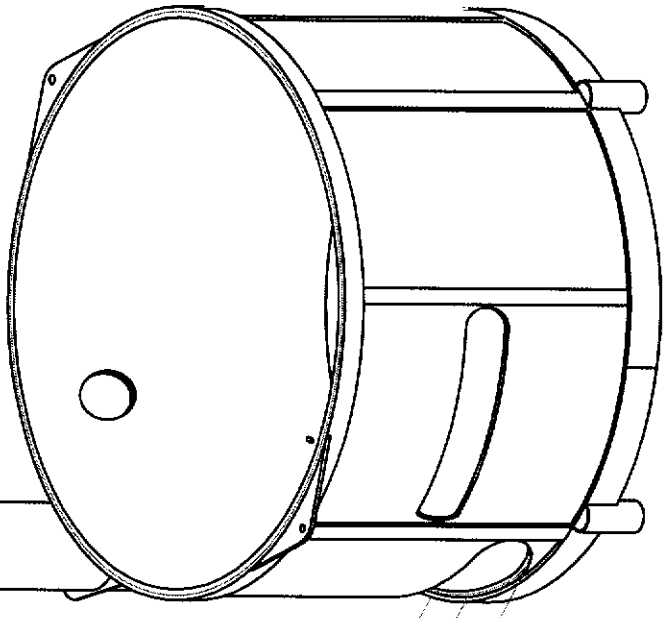
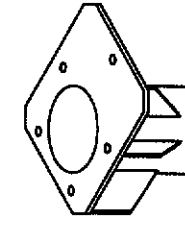
ภาคผนวก
เครื่องกวนเนื้อทุเรียน จำนวน 19 แผ่น
SUTHEP 1 – 01 -SUTHEP 1 - 18

กรมวิชาการเกษตร



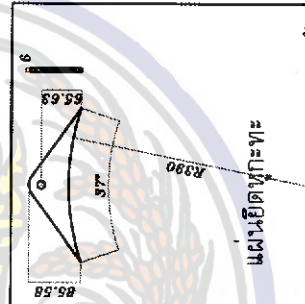
A12	แผ่นเตา		เหล็กแผ่น thi.6 mm		1
A11	แท่นยึดตั้งหัวเตา		เหล็กฉาก 38X38X3mm		2
A10	ช่องหัวล้อไฟ				1
A9	ช่องระบายอากาศ		ท่อเหล็ก ø out89 mm		1
A8	แท่นยึดตั้งชุดดันท่ำล้าง		เหล็กแผ่น thi.10 mm		1
A7	ขาตั้งแท่นยึดชุดดันท่ำล้าง		ท่อกลม ø out 120mm		1
A6	หูยึดกระทะ		เหล็กแผ่น thi.8 mm		2
A5	ขอบบน		เหล็กพืด 38 X 6 mm		1
A4	วัสดุกันความร้อน		ใยแก้ว thi.25 mm		1
A3	ขอบกันชนวน		เหล็กพืด 12 X 3 mm		6
A2	ขอบล่าง		เหล็กพืด 38 X 6 mm		1
A1	ขาตั้ง		เหล็กทอกลม ø42X90mm		1
อันดับ	รายการ		ชิ้นส่วนมาตรฐาน	หมายเลขแบบ	จำนวน
เขียน	วันที่		ชื่อ	กลุ่มวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-6290-683 02-6290-664 FAX	
ตรวจ	30/11/47		P. WANCHAI		
แบบ			K. SUTHEP		
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน				
				หมายเลขแบบ	
โครงสร้างเตาถนอมทุเรียน					
SUTHEP1-02					

1 : 125 mm



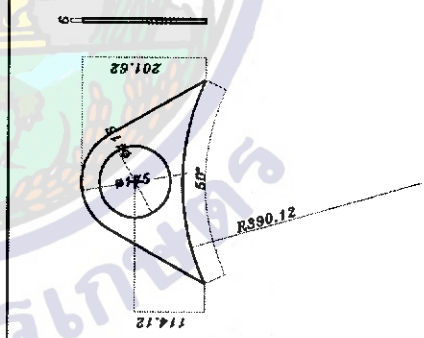
แผ่นเต้านโน้ใช้เหล็กแผ่นหนา 6 มม.
วัสดุกันความร้อนหนา 25 มม.

อลูมิเนียมหนา 0.3 มม.



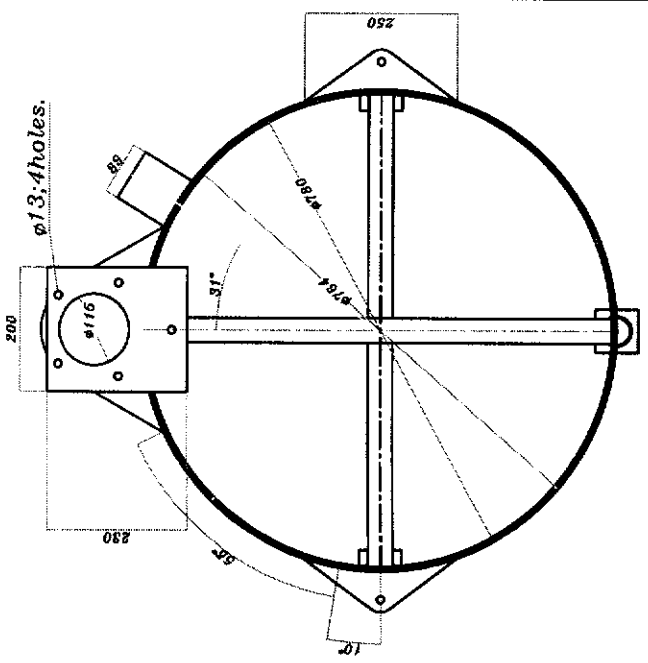
แผ่นยึดทุกระยะ

เหล็กแผ่นหนา มม. จำนวน 2 ชิ้น

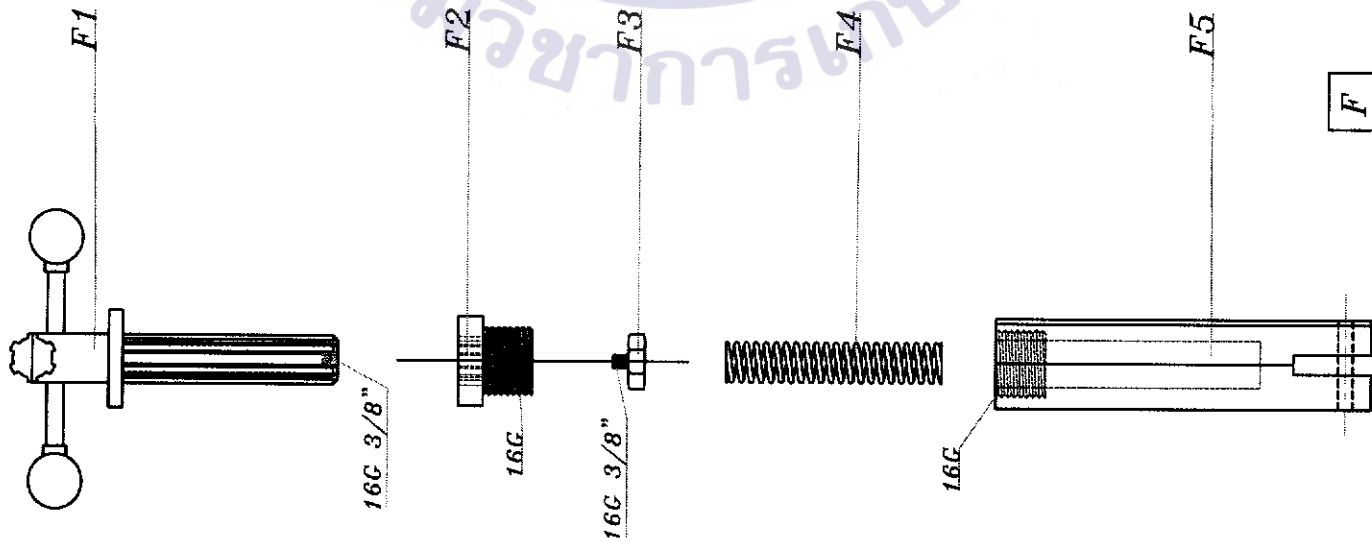


แผ่นยึดฐานปีกกวน

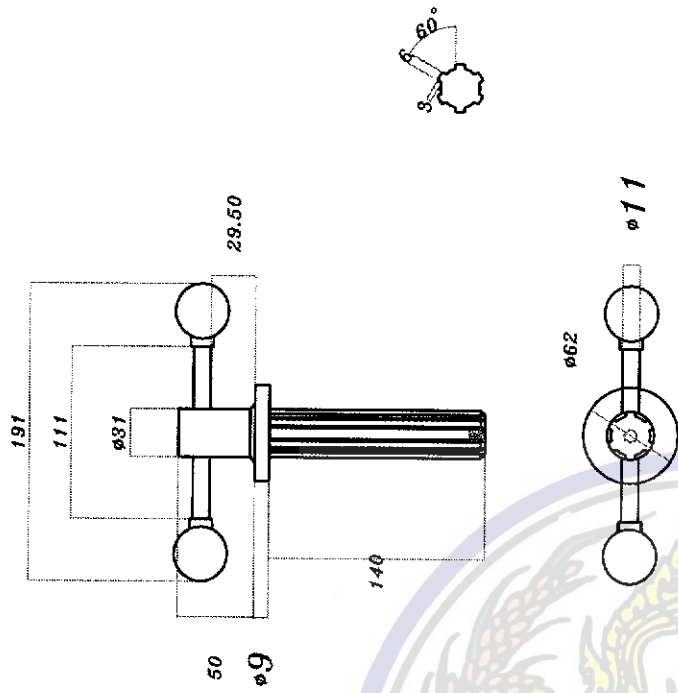
เหล็กแผ่นหนา มม. จำนวน 2 ชิ้น



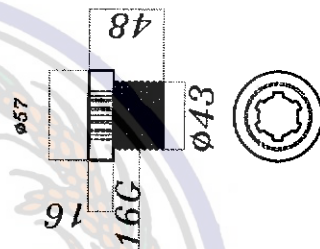
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-5290-669 FAX 02-5290-664
ตรวจ	30/11/47	P. WANCHAI	
แบบ		K. SUTHEP	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	
1 : 125 mm	โครงสร้างเตาควบุนทุเรียน	SUTHEP1-03	



F



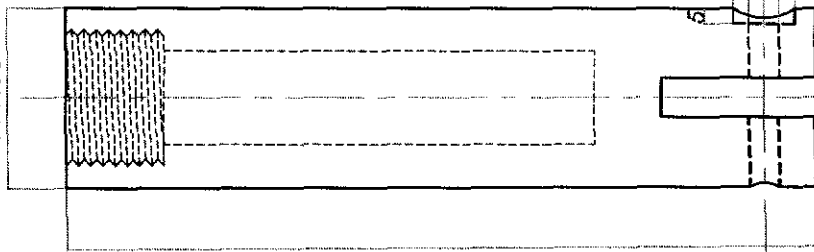
F1



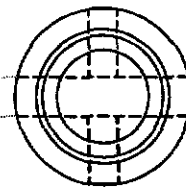
F2

กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว		สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม	
กรมวิชาการเกษตร		กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	
02-5290-668 FAX 02-5290-664			
เขียน	วันที่	ชื่อ	หมายเลขแบบ
ตรวจ	6/01/48	P. WANCHAI	
แบบ	6/01/48	P. WANCHAI	
มาตราส่วน		ชื่อชิ้นงาน	แผ่นใบงาน
1 : 50			
		mm	SUTHEP1-05

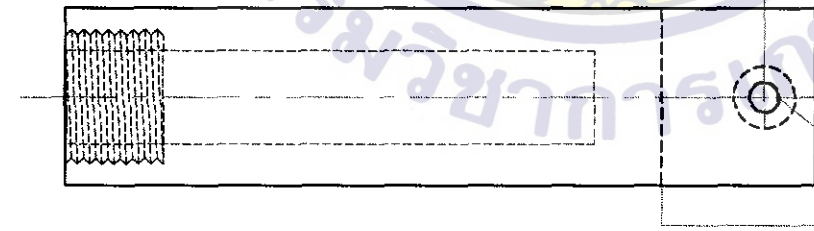
244



12.50



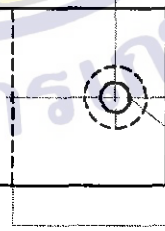
57.30



50

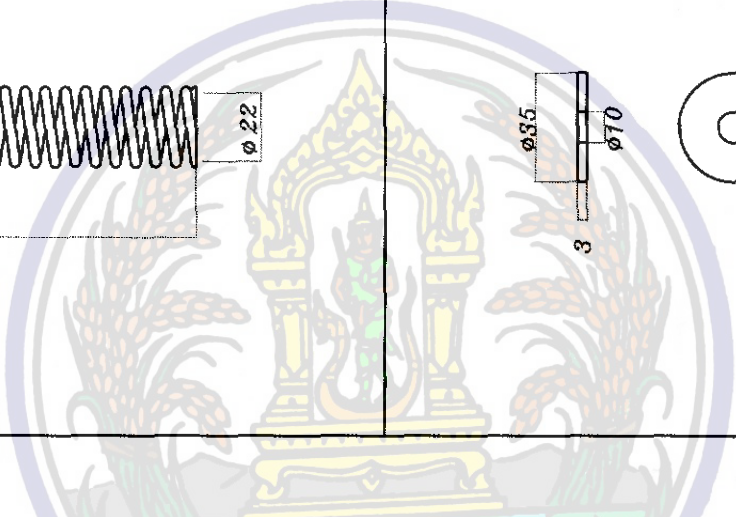
16G 3/8"

16.50

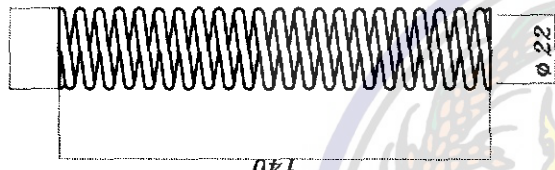


20
10

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



26



140

22

F4

35



16G 3/8"

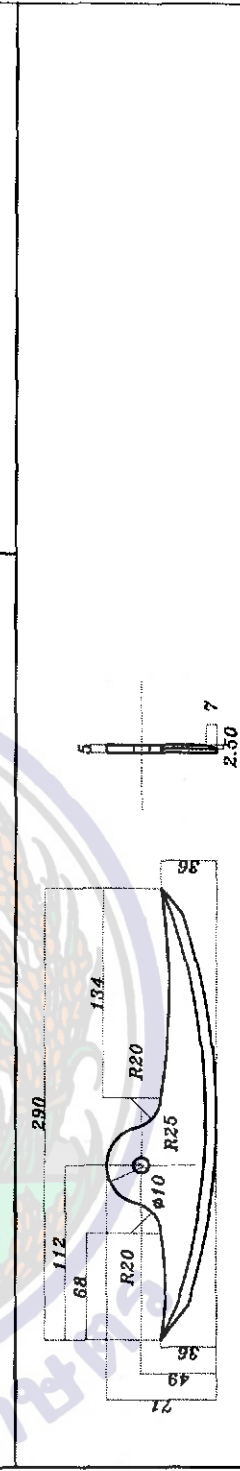
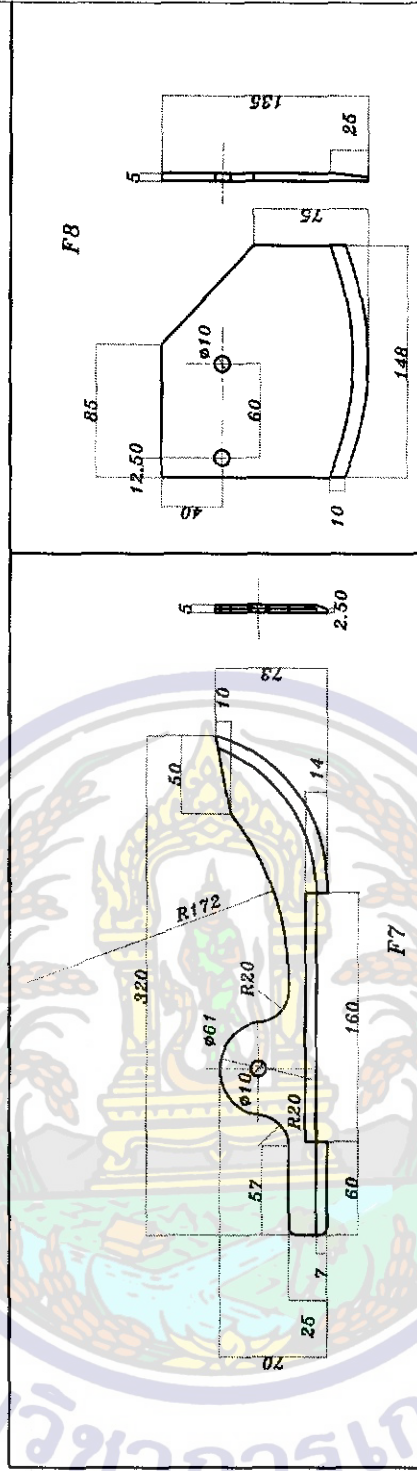
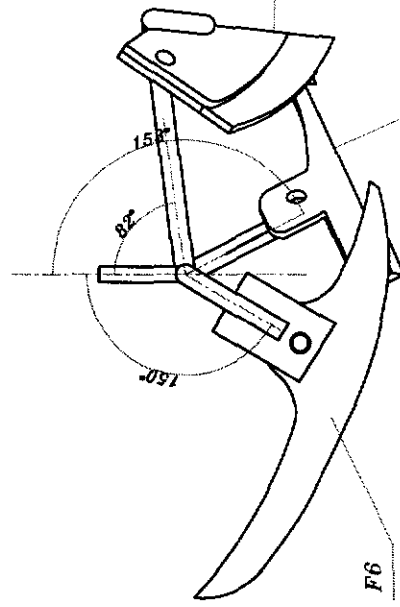
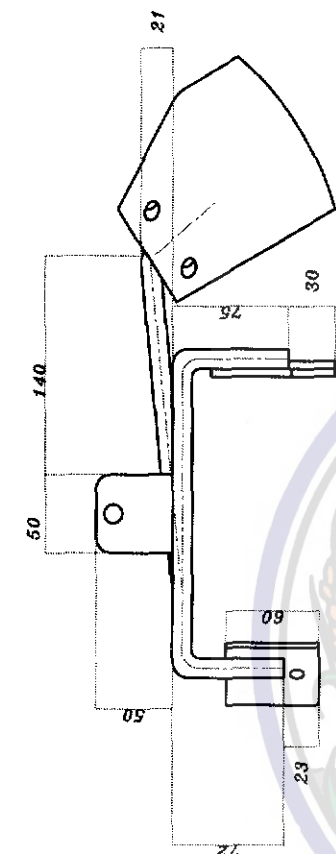
70

F3

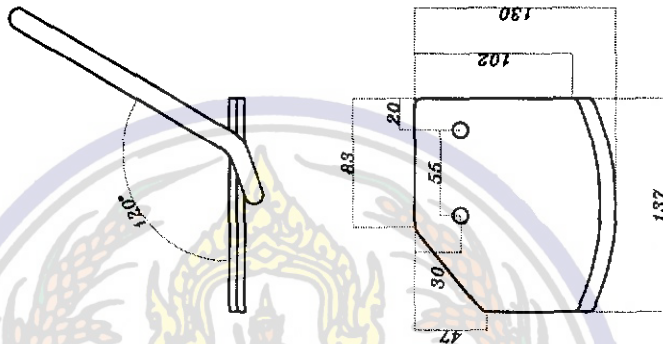
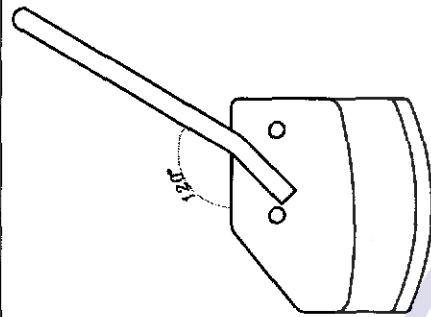
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
ตรวจ	6/01/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
แบบ	6/01/48	K. SUTHEP	กรมวิชาการเกษตร
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน		กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
1 : 12.5 mm			02-5290-663 FAX 02-5290-664
			หมายเลขแบบ
			SUTHEP1-06

F5

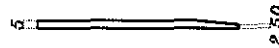
แขนใบงาน



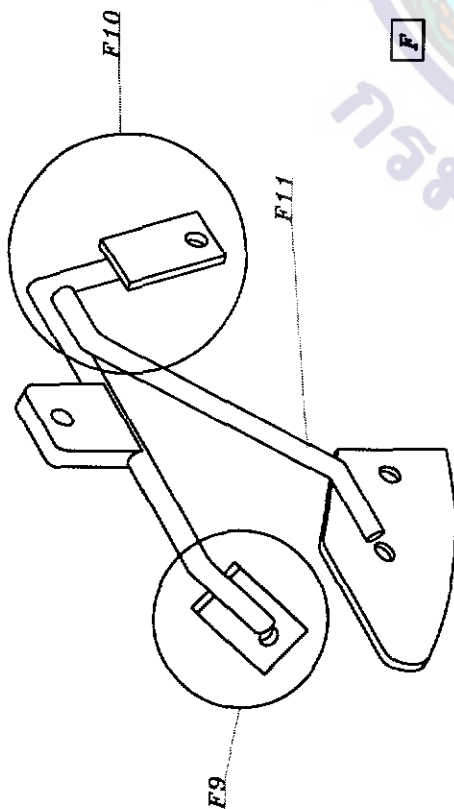
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
ตรวจ	6/01/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
แบบ	6/01/48	P. WANCHAI	กรมวิชาการเกษตร
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน		กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
1 : 50			02-5290-663 FAX 02-5290-664
mm			หมายเลขแบบ
		แขนในปีกวน	SUTHEP1-07



F11



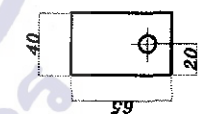
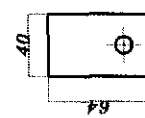
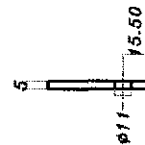
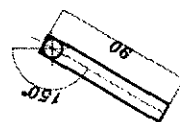
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ภาควิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-5290-663 FAX 02-5290-664
ตรวจ	6/01/48	P. WANCHAI	
แบบ	6/01/48	K. SUTHEP	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	
1 : 50 mm	แขนในกวน	SUTHEP1-08	



F10

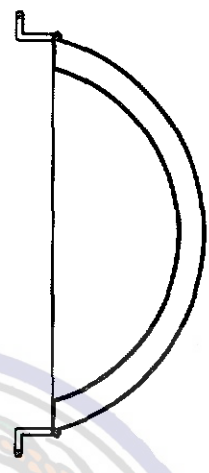
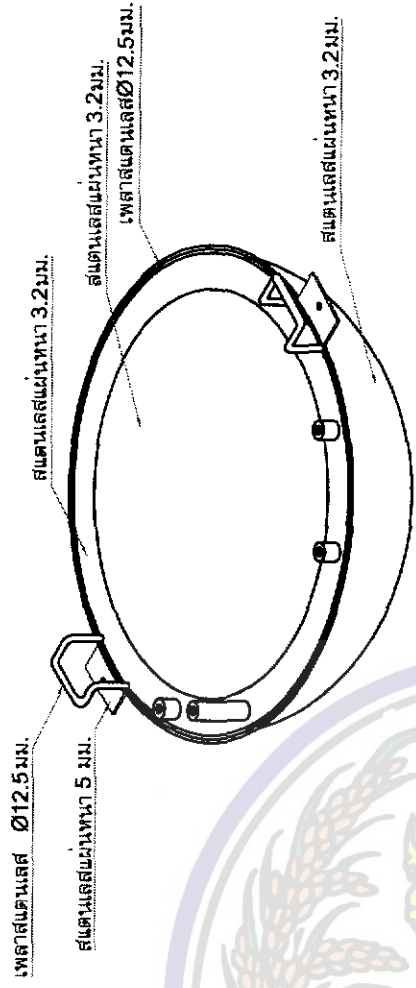
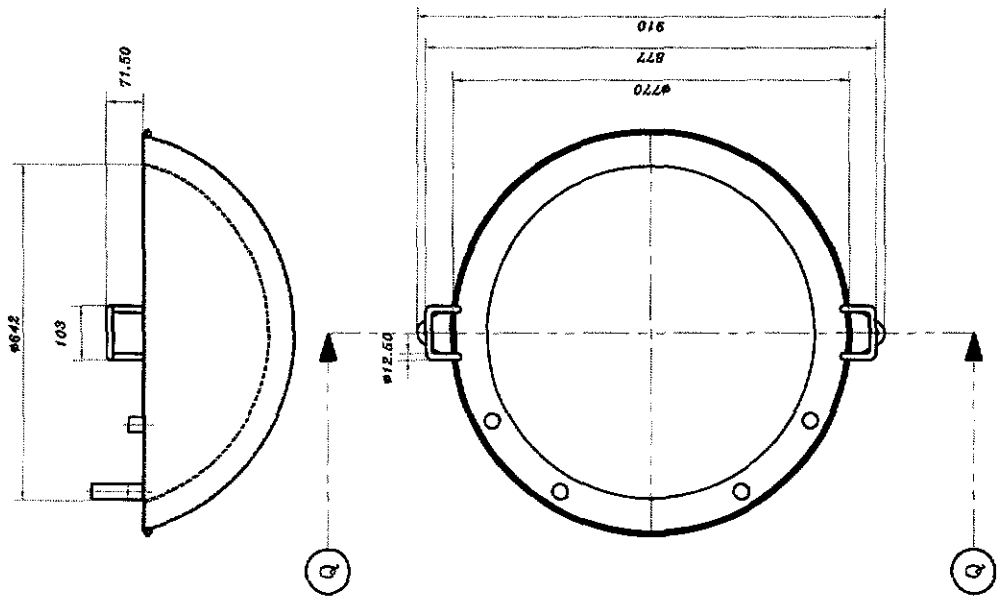
F11

F



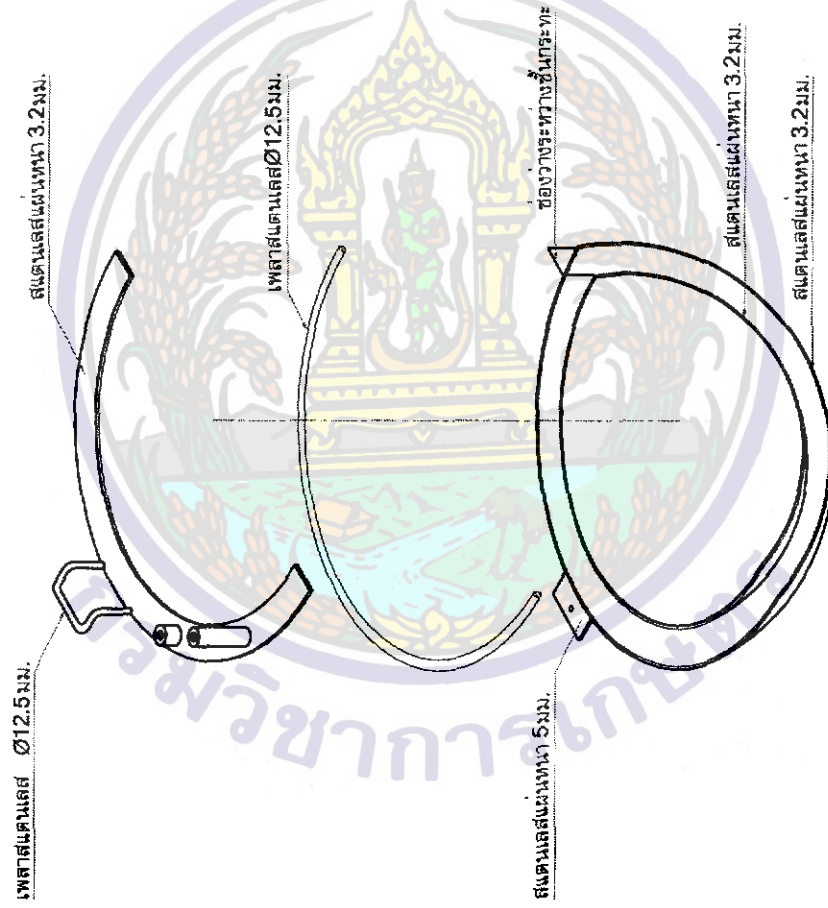
F9

F10

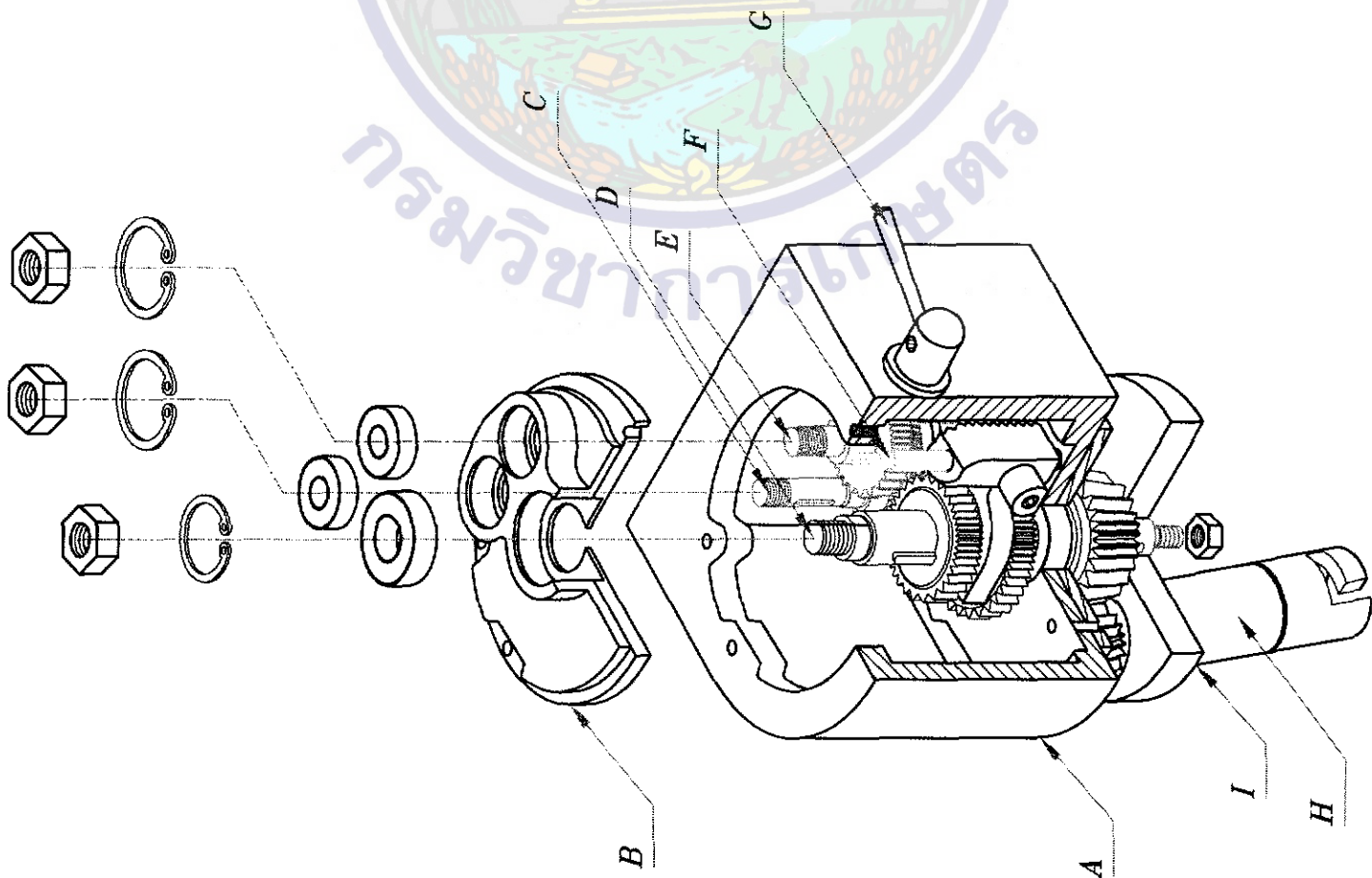


SECTION Q-Q

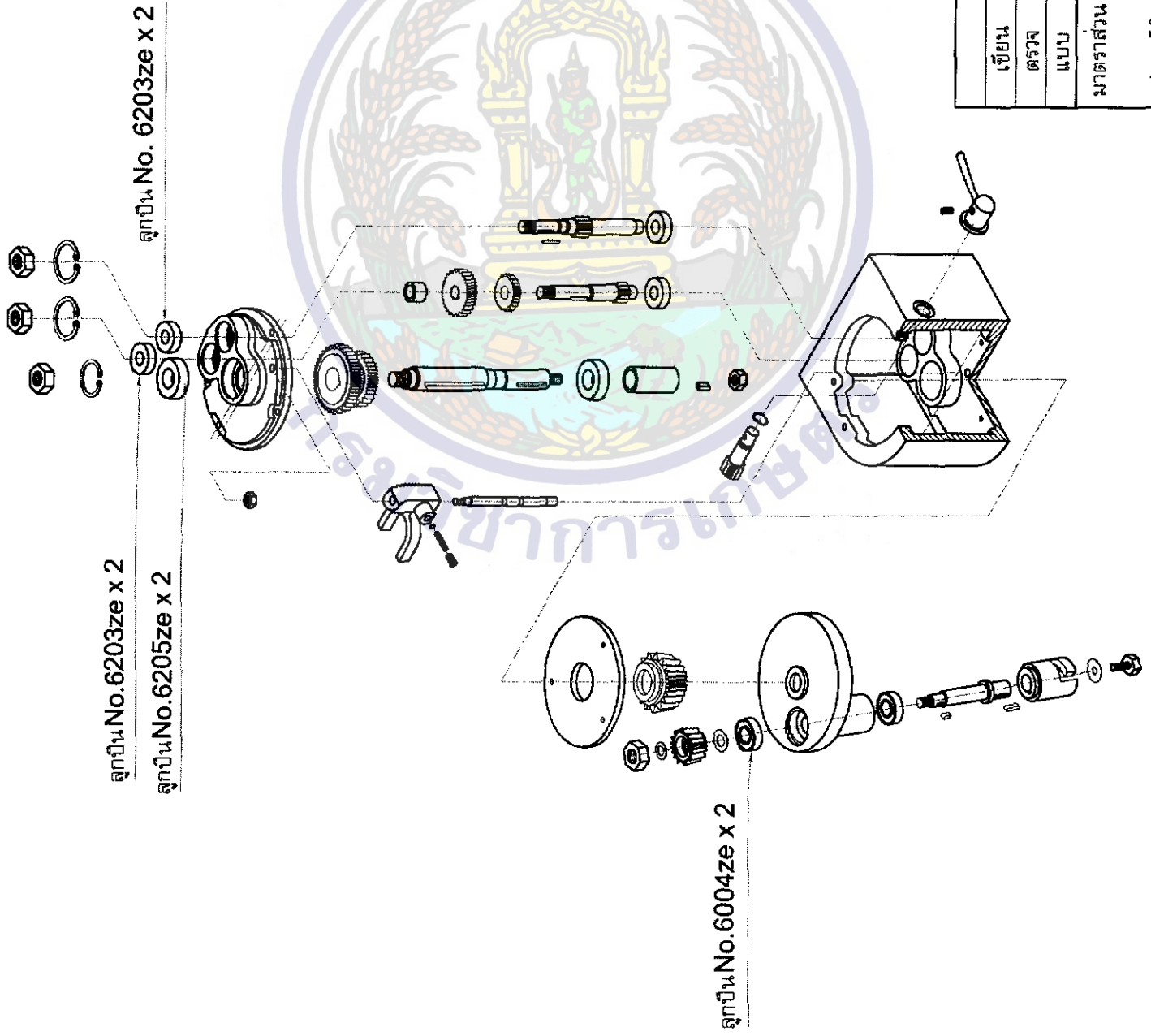
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
ตรวจ	25/01/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
แบบ	27/01/48	K. SUTHEP	กรมวิชาการเกษตร
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน		กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
1 : 75	กะทะกวนเนื้อทุเรียนสองชั้น		02-6290-663 FAX 02-6290-664
mm			หมายเลขแบบ
			SUTHEP1-09



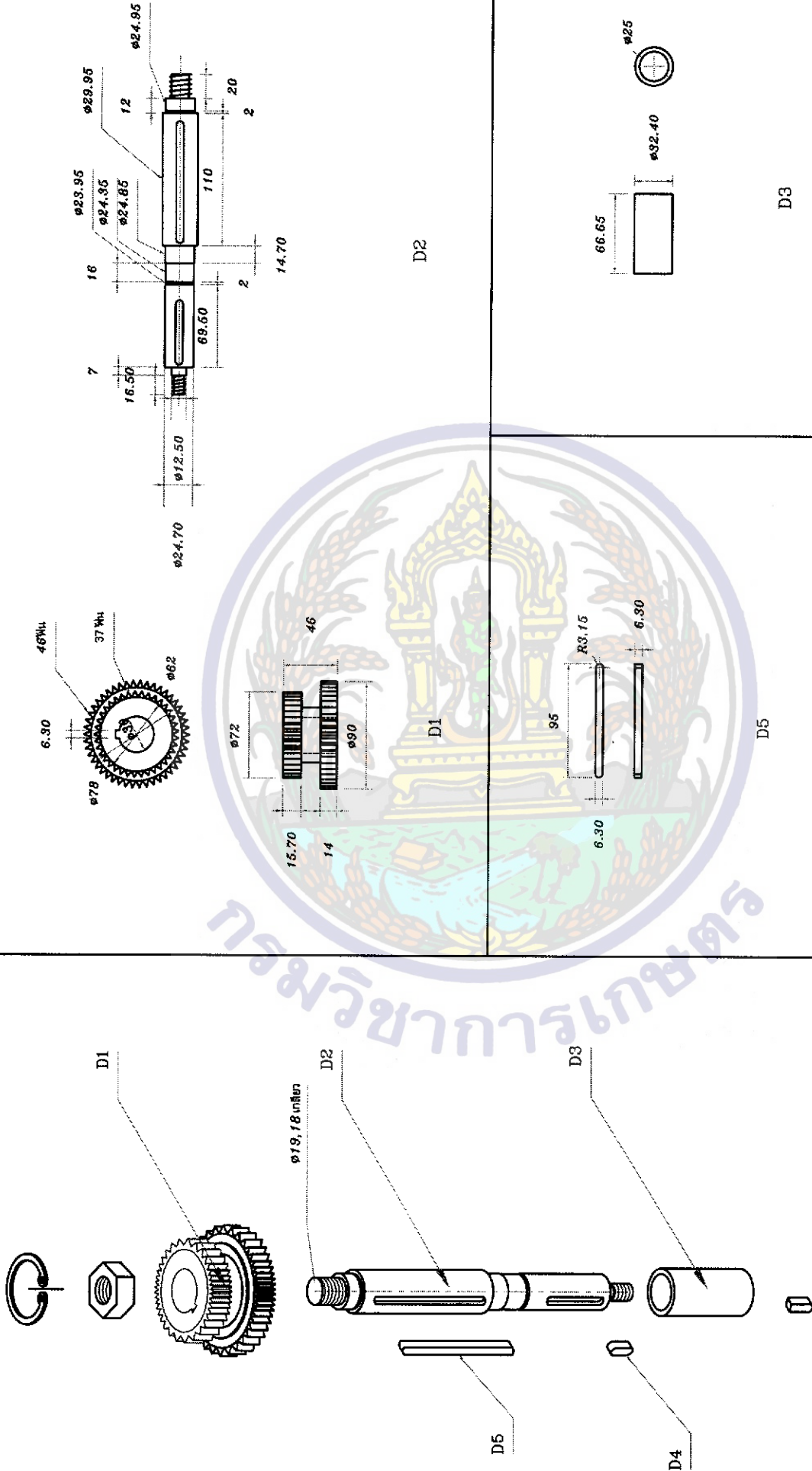
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ภาควิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-6290-663 FAX 02-6290-664
ตรวจ	25/01/48	P. WANCHAI	
แบบ	27/01/48	K. SUTHEP	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน		หมายเลขแบบ
1 : 75 mm	ภาพตัดทะทะกวางแน้นือทุเรียนสองชั้น		SUTHEP1-08/1

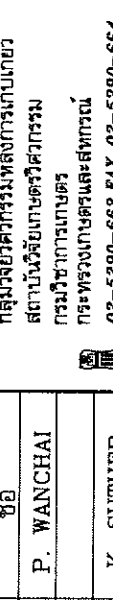


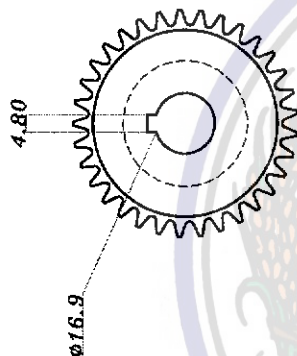
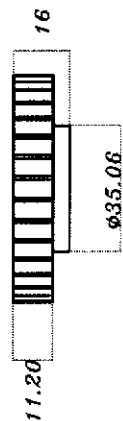
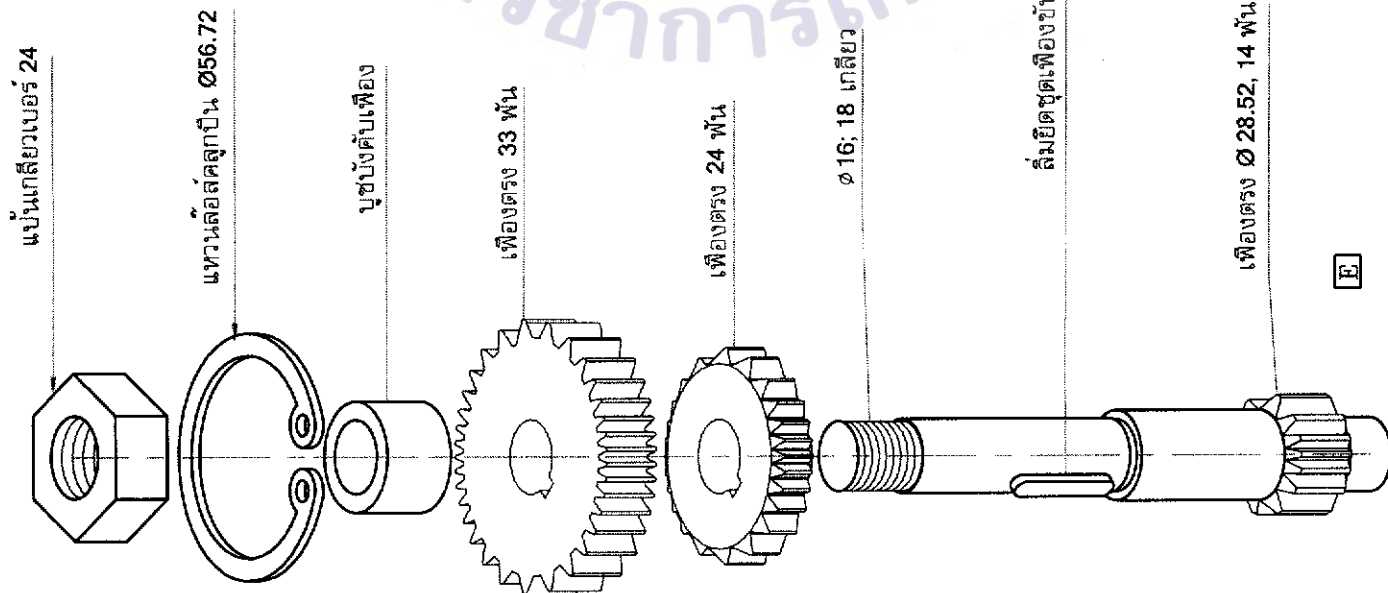
ลำดับ	รายการ	วัน	ชื่อ	ชิ้นส่วนมาตรฐาน	หมายเลขแบบ	จำนวน
I	ชุดเพื่องานขึ้นแบบ				SUTHEP1-15	1
H	ชุดยึดแบบ				SUTHEP1-18	1
G	แขนยึดแบบ				SUTHEP1-17	1
F	ชุดสลับแบบ				SUTHEP1-16	1
E	ชุดเพื่องานขึ้น				SUTHEP1-13	1
D	ชุดเพื่องานปรับความเร็ว				SUTHEP1-12	1
C	ชุดเพื่องานตาม				SUTHEP1-14	1
B	ฝาปิดด้านหน้าของเครื่อง			เหล็กหล่อ		1
A	ห้องเพื่องาน			เหล็กหล่อ		1
เขียน	07/02/48	P. WANCHAI				
ตรวจ						
แบบ		K. SUTHEP				
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมพลังงานเกี่ยวกับ สถาบันวิจัยเกษตรกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-6290-663 FAX 02-6290-664				หมายเลขแบบ
1 : 25 mm	ชุดเพื่องานเครื่องขึ้น					SUTHEP1-10



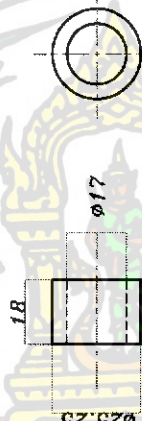
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-6290-663 FAX 02-6290-664
ตรวจ	07/02/48	P. WANCHAI	
แบบ	11/02/48	K. SUTHEP	
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน		หมายเลขแบบ
1 : 50 mm	ชุดเพื่องทดสอบเครื่องกวนทุเรียน		SUTHEP1-11



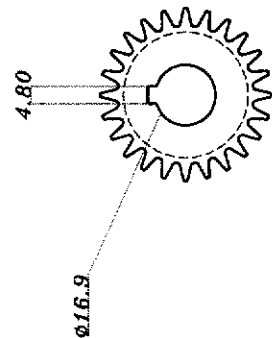
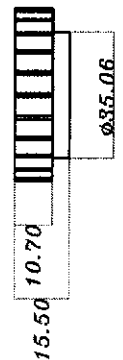
		วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-5280-663 FAX 02-5280-664 	หมายเลขแบบ
	เขียน	17/02/47	P. WANCHAI		
	ตรวจ				
	แบบ	10/03/48	K. SUTHEP		
	มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน			
D4	1 : 25	เพื่อปรับปรุงความเรียบร้อย			SUTHEP1-12
	mm				



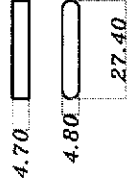
เฟืองตรง 33 ฟัน



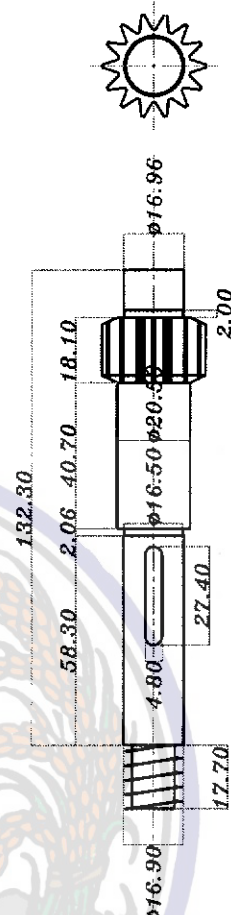
บุชบังคับเฟือง



เฟืองตรง 24 ฟัน

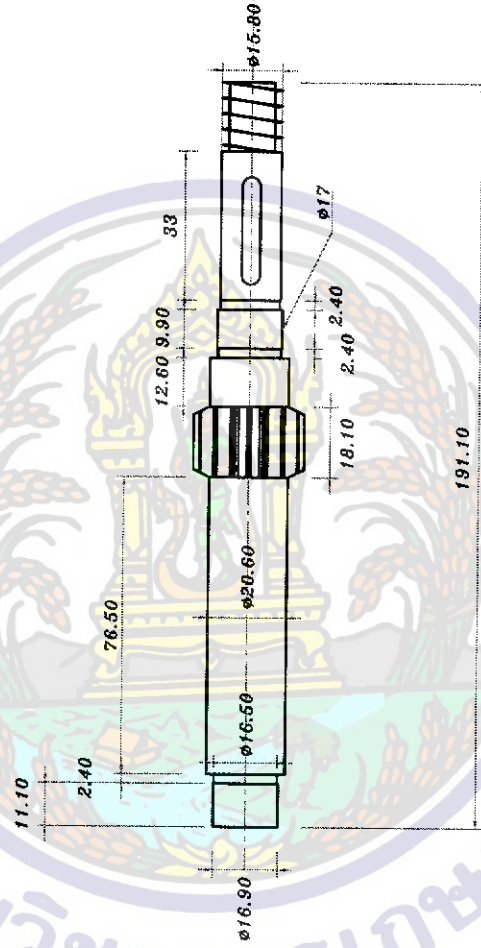
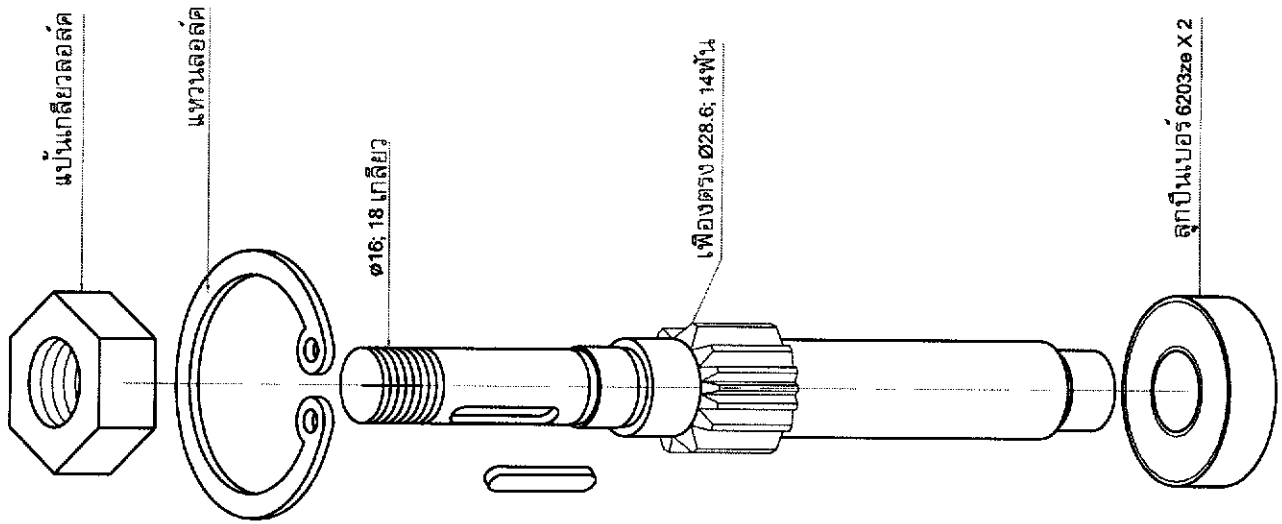


สลิมยึดชุดเฟืองขับ

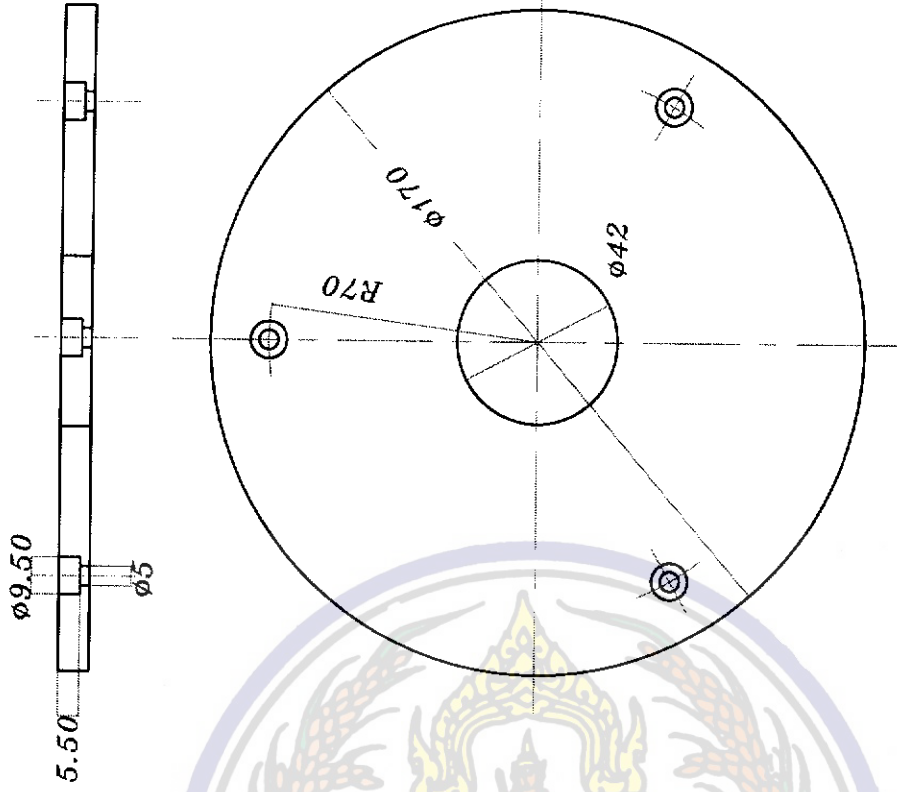
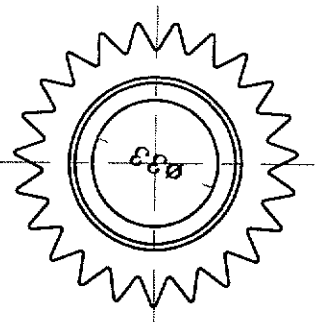
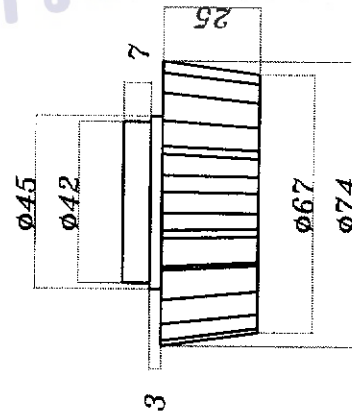
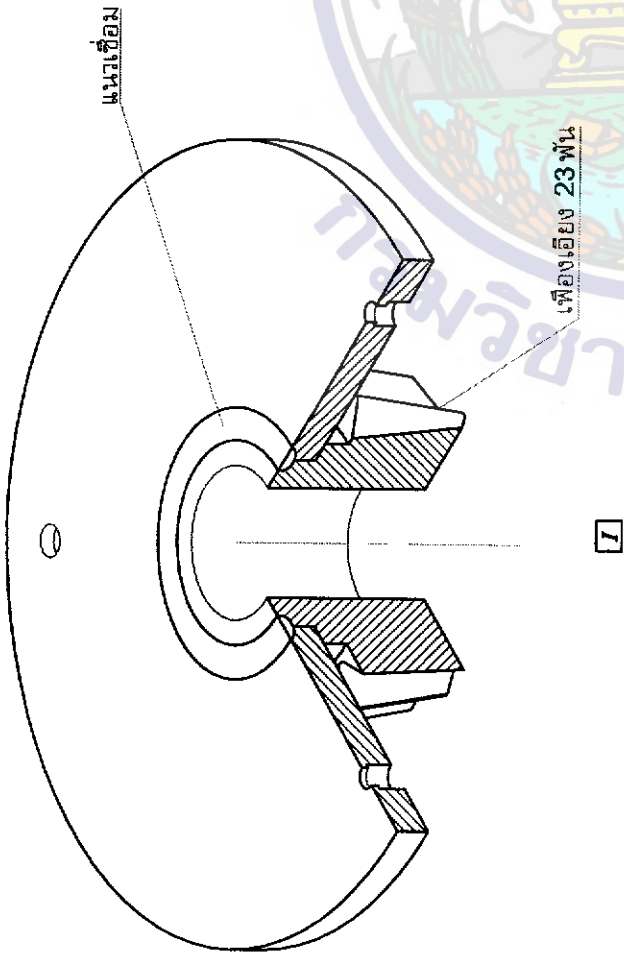


สลิมยึดชุดเฟืองขับ

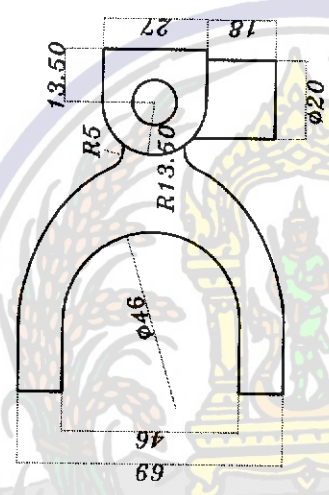
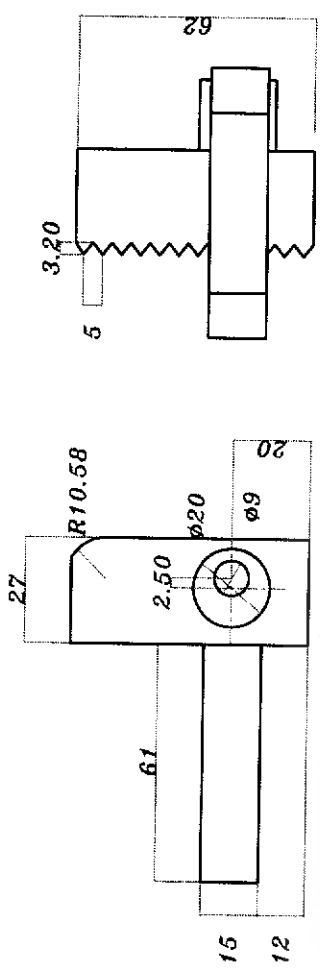
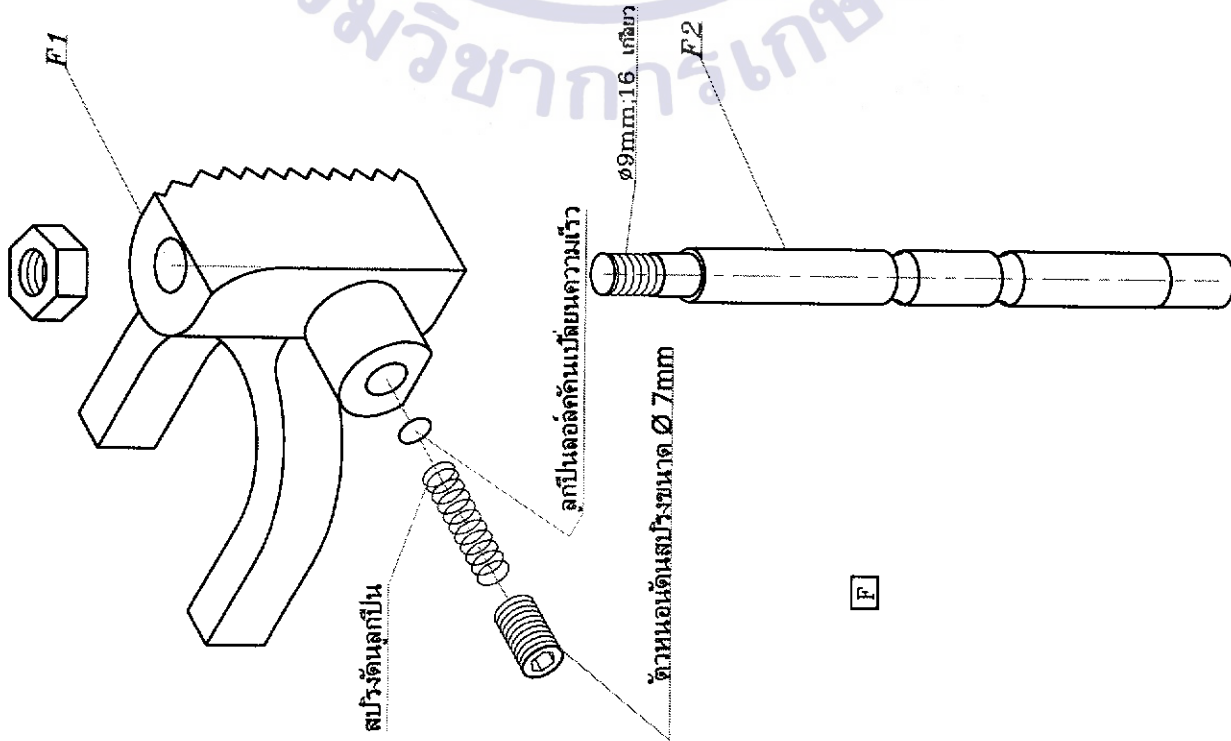
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
ตรวจ	10/03/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
แบบ	11/03/48	K. SUTHEP	กรมวิชาการเกษตร
มาตรฐานส่วน	ชื่อชิ้นงาน		กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
1 : 5			02-5290-663 FAX 02-5290-664
mm			
			หมายเลขแบบ
			SUTHEPI-13



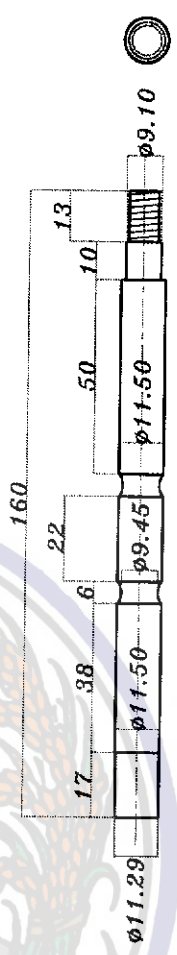
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมพลังงานเพื่อ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
ตรวจ	14/03/48	P. WANCHAI	กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
แบบ	15/03/48	K. SUTHEP	02-5290-663 FAX 02-5290-664
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	
1 : 5			
mm			SUTHEP1-14



เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว
ตรวจ	16/03/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
แบบ	18/03/48	K. SUTHEP	กรมวิชาการเกษตร
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	02-5290-663 FAX 02-5290-664
1 : 5	เพื่องขับเคลื่อนใบกว	SUTHEP1-15	
mm			



F1

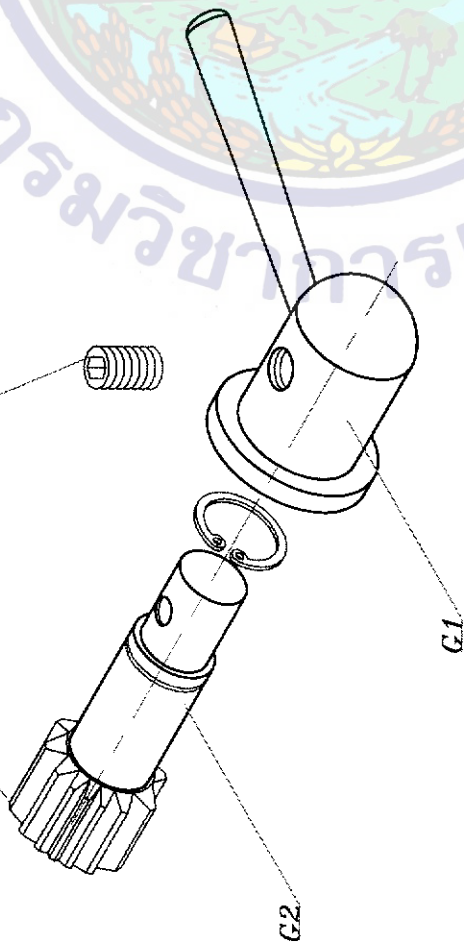


F2

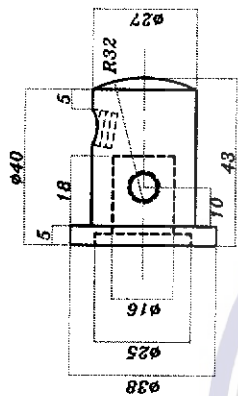
เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมพลังงานเกี่ยวกับสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ตรวจ	21/03/48	P. WANCHAI	กระบวนวิชาเกษตรวิศวกรรม
แบบ	23/03/48	K. SUTHEP	กระบวนวิชาเกษตรและสหกรณ์
มาตรฐานส่วน	ชื่อชิ้นงาน	ชื่อชิ้นงาน	02-5290-663 FAX 02-5290-664
1 : 2	mm	เพื่อส่งผ่านปรับปรุง	หมายเลขแบบ
			SUTHEP1-16

Ø28 เพื่องตรง 14 ฟัน

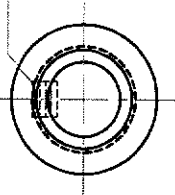
ตัวหนอนหลอด Ø7.18 กลียว



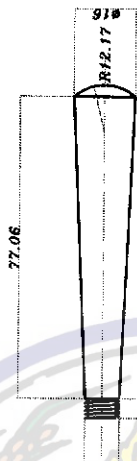
G



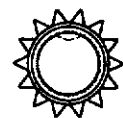
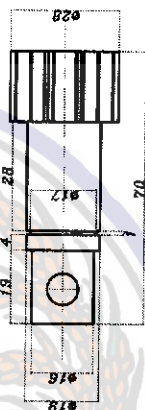
Ø9.18 กลียว, มุมเอียงเจาะ 10 องศา



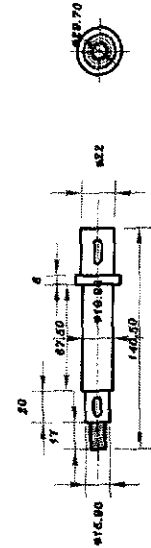
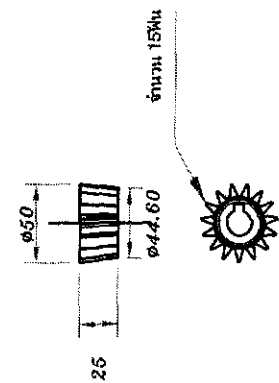
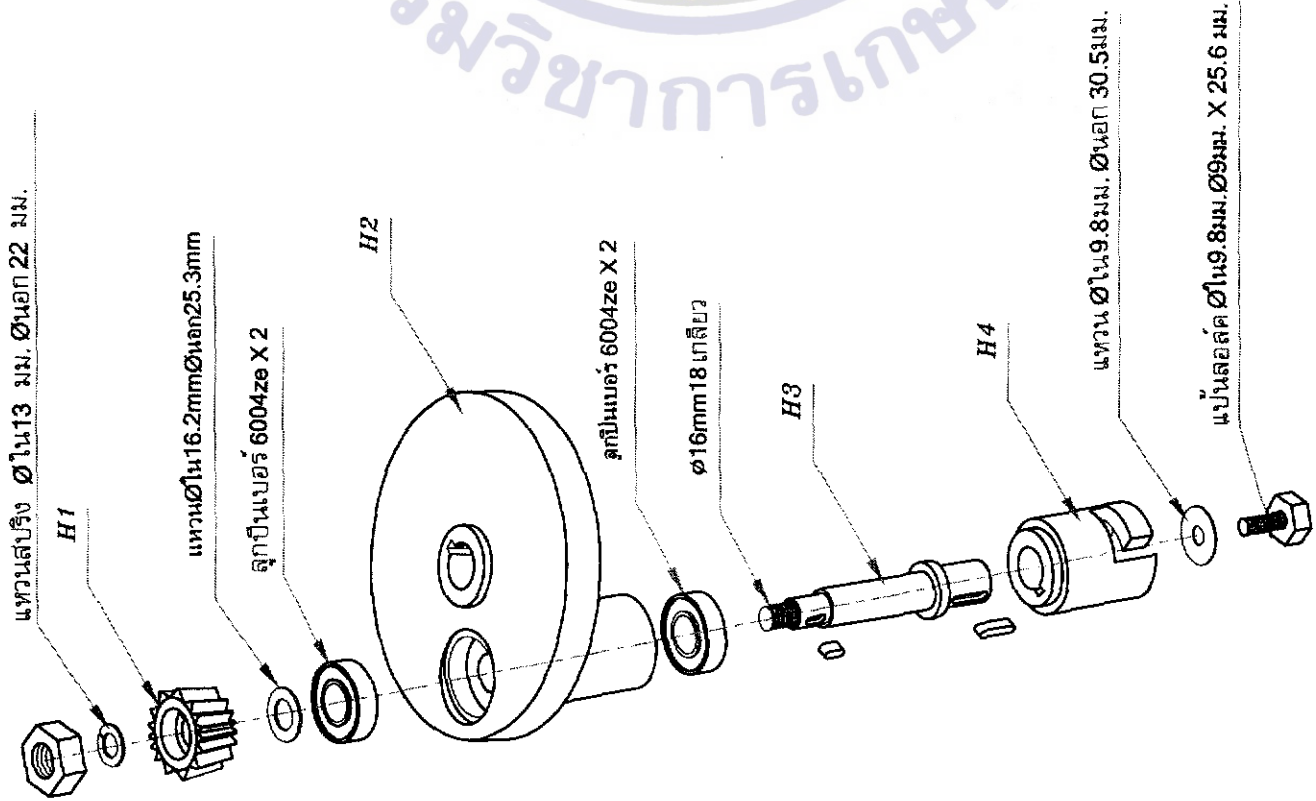
G1



G2

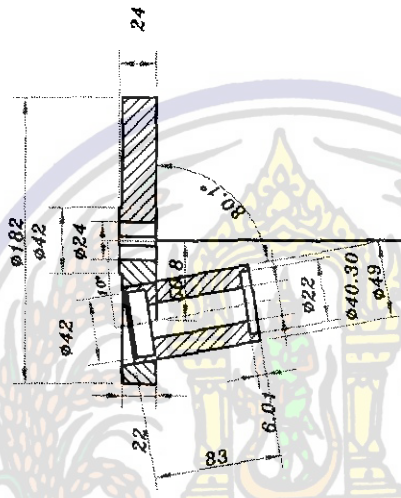


เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิจัยวิศวกรรมพลังงานเกี่ยวกับ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
ตรวจ	22/03/48	P. WANCHAI	กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 02-5290-663 FAX 02-5290-664
แบบ	24/03/48	K. SUTHEP	
มาตรฐาน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	
1 : 2	แผนโยกปรับรอบ		SUTHEP1-17
mm			



H1

H3



H2



H4

H4

เขียน	วันที่	ชื่อ	กลุ่มวิชาวิศวกรรมผลิตภัณฑ์
ตรวจ	4/04/48	P. WANCHAI	สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร
แบบ	5/04/48	K. SUTHEP	กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
มาตราส่วน	ชื่อชิ้นงาน	หมายเลขแบบ	02-5290-663 FAX 02-5290-664
1 : 5	ชุดยึดแขนในแกน		
mm			SUTHEP1-18