บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยการออกแบบและพัฒนาเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน พร้อมทั้งทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสีข้าวกล้องพบว่า อัตราส่วนข้าวที่ได้รับการกะเทาะโดยเครื่องสีข้าวกล้องเฉลี่ยที่ 95% โดยน้ำหนัก และข้าวที่ให้ผลที่ดีที่สุดในการทดลองคือ ข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งมีอัตราส่วนข้าวเต็มเมล็ดเฉลี่ยที่ 77.62% ต่อน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้ อย่างไรก็ตามเครื่องสีข้าวกล้องแรงเหวี่ยง ไม่สามารถใช้งานได้ดีกับข้าวที่มีความยืดหยุ่นต่ำ เนื่องจากแรงกระแทกทำให้เมล็ดข้าวเสียหายได้ง่าย อีกทั้งยังไม่สามารถกะเทาะข้าวเปลือกได้ 100% อย่างไรก็ตามเราสามารถปรับปรุงให้เครื่องสามารถกะเทาะข้าวเปลือกได้มากกว่า 95% โดยการใส่ตะแกรงคัดแยกข้าวบริเวณทางลงของข้าว ถ้าเป็นข้าวเปลือกจะไม่หลุดผ่านตะแกรงและถูกดูดกลับไปกะเทาะใหม่อีกครั้ง ผลที่ได้คือข้าวเปลือกได้รับการกะเทาะเพิ่มมากขึ้น แต่มีเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน เนื่องจากมีข้าวเต็มเมล็ดที่ได้บางส่วนไม่หลุดผ่านตะแกรงลงไป อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบระบบการกะเทาะโดยลูกยางจากงานวิจัยของ อ.ดร. สุรพงศ์ บางพาน และงานวิจัยนี้ สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

จากค่าเฉลี่ย % ข้าวเต็มเมล็ดที่ได้ โดยใช้ข้าวหอมมะลิ 105 ในระบบลูกยางพบว่าเฉลี่ยได้ข้าวเต็มเมล็ด 85.43% โดยน้ำหนักข้าวกล้อง และ 77.62% สำหรับระบบใบพัดเหวี่ยงในงานวิจัยนี้

เครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยางสามารถสีข้าวเปลือกได้เฉลี่ย 20.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และระบบใบพัดสามารถสีข้าวเปลือกได้เฉลี่ย 35 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

สำหรับพลังงานเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานของเครื่องเวลา 1 ชั่วโมง สามารถคำนวณได้ดังขั้นตอนต่อไปนี้ โดยการคำนวณหน่วยไฟไม่พิจารณาภาระงานของเครื่อง (Load) สำหรับค่าตัวประกอบกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้า (Power Factor) ประมาณที่ 0.6 โดยการคำนวณใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับคงที่ 220 โวลต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับระบบลูกยางขัด

$$\text{หน่วยไฟฟ้าที่ใช้} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า } (kW.)}{\text{ตัวประกอบกำลัง}}$$

$$= \frac{2.25}{0.6}$$

$$= 3.75 \text{ หน่วย}$$

สำหรับระบบใบพัดเหวี่ยง

$$\text{หน่วยไฟฟ้าที่ใช้} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้า } (kW.)}{\text{ตัวประกอบกำลัง}}$$

$$= \frac{0.375}{0.6}$$

$$= 0.625 \text{ หน่วย}$$

ดังนั้นเราสามารถสรุปประสิทธิภาพของทั้งสองระบบ ซึ่งประกอบด้วยความรวดเร็วในการทำงาน พลังงานที่ใช้ และคุณภาพของข้าวกล้องที่ได้ ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสีข้าวกล้อง

รายการ	**ระบบลูกยาง**	**ระบบใบพัด**
กำลังผลิต (กก/ชม.)	20.25	35.00
หน่วยไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ชั่วโมง)	3.75	0.63
เปอร์เซ็นต์ข้าวดี (%)	85.43	77.62

จากตารางที่ 5.1 เป็นตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านความเร็ว พลังงาน และคุณภาพผลผลิตที่ได้ ไม่ได้มีการคิดวิเคราะห์ทางด้านต้นทุน เนื่องจากต้นทุนในการสร้างเครื่องขึ้นอยู่กับแบบของเครื่องและวัสดุที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ หากจะคิดวิเคราะห์ในส่วนของระบบที่ใช้กะเทาะเปลือก จะมีเพียงลูกยาง ใบพัด และเครื่องต้นกำลังเท่านั้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นทางผู้วิจัยขอสมมติตัวแปรเพื่อทำการวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุน แสดงดังตาราง 5.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5.2 ราคามาตรฐานเพื่อใช้ในการหาระยะเวลาคืนทุน

รายการ	**จำนวน**	**ที่มา**
เครื่องสีข้าว	20,000 บาท	ประมาณการ
ข้าวเปลือก	20 บาท/กิโลกรัม	ราคาท้องตลาด
ข้าวกล้อง	50 บาท/กิโลกรัม	ราคาท้องตลาด
ค่าไฟฟ้า	4.85 บาท/หน่วย	อัตรา กฟภ.
ค่าแรง	300 บาท/วัน	ค่าแรงขั้นต่ำ
เวลาทำงานเครื่อง	6 ชั่วโมง/วัน	ประมาณการ

ในการสีข้าวเปลือกจำนวน 1 กิโลกรัม จะได้ข้าวกล้องประมาณ 700 กรัม และแกลบ 300 กรัม ดังนั้นในการคำนวณหาว่าเครื่องสีข้าวทั้งสองระบบสามารถผลิตข้าวกล้องได้กี่กิโลกรัมต่อวัน สามารถหาได้จากการคำนวณดังสมการที่ 5.1

ข้าวกล้องที่ได้ต่อวัน(kg./day) = 0.7*[กำลังผลิตเครื่อง(kg./hr.)*เวลาทำงาน(hr.)
*ประสิทธิภาพทางคุณภาพของเครื่อง(%)] (5.1)

ซึ่งจากการคำนวณดังกล่าว ในหนึ่งวันระบบใบพัดสามารถกะเทาะข้าวเปลือกได้จำนวน 210 กิโลกรัม และได้ผลผลิตเป็นข้าวกล้องเต็มเมล็ดจำนวน 114.1 กิโลกรัม ส่วนระบบลูกยางสามารถกะเทาะข้าวเปลือกได้จำนวน 121.5 กิโลกรัม และได้ผลผลิตเป็นข้าวกล้องเต็มเมล็ดจำนวน 72.65 กิโลกรัม ดังนั้นเราสามารถวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนได้จากสมการที่ 5.2

$K*(\text{ราคาข้าวกล้องต่อกิโลกรัม})(E_Q)(E_W)(X) = (\text{ต้นทุนเครื่อง}) + (\text{เวลาทำงานเครื่อง})(\text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย})(E_P)(X) + (\text{ราคาข้าวเปลือกต่อกิโลกรัม})(E_W)(X) + (\text{ค่าแรงต่อวัน})(X)$ (5.2)

E_Q คือ ประสิทธิภาพเชิงคุณภาพของเครื่องกะเทาะ (หน่วย: %)

E_P คือ พลังงานที่ใช้ในการเดินเครื่อง (หน่วย: กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)

E_W คือ ประสิทธิภาพด้านการทำงานของเครื่องกะเทาะ (หน่วย: กิโลกรัม/วัน)

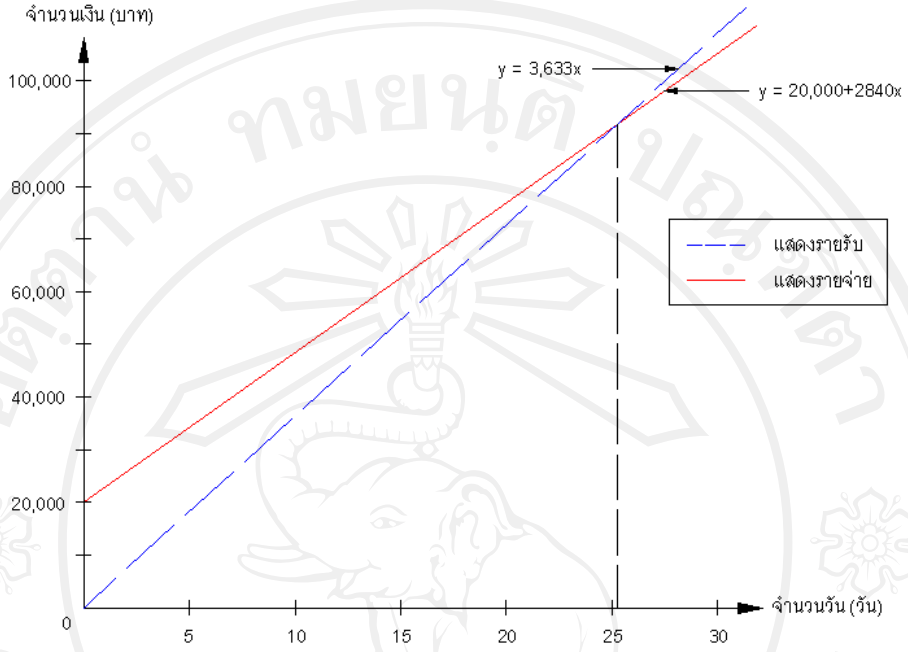
X คือ จำนวนวัน (หน่วย: วัน)

K คือ อัตราส่วนน้ำหนักข้าวกล้องต่อข้าวเปลือก (หน่วย: -)

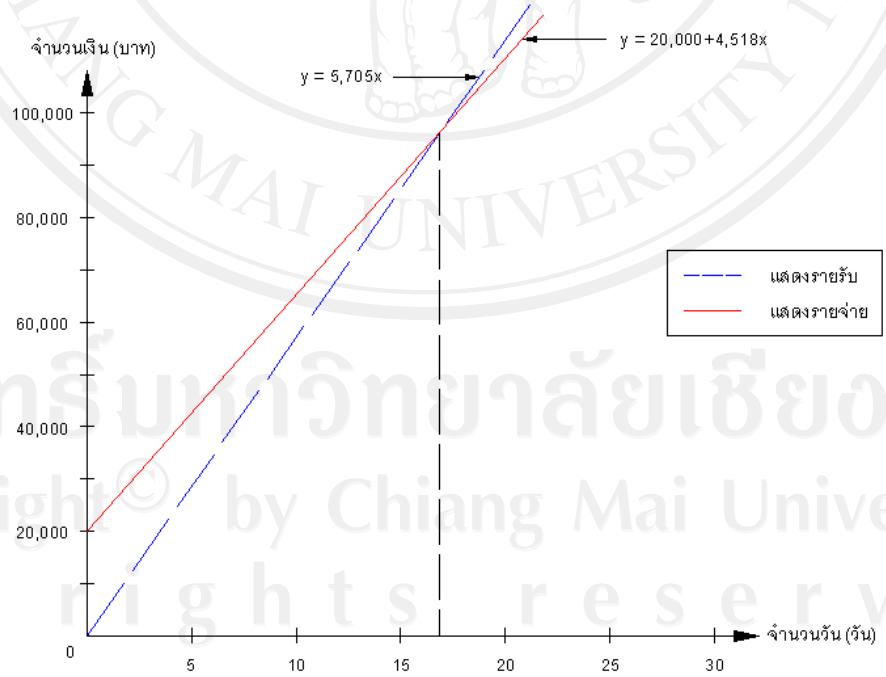
โดยการคำนวณดังกล่าวไม่ได้คำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการคัดแยกข้าว ค่าขนส่ง บรรจุภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นแตกต่างกันไป รวมถึงการนำแกลบซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวกล้องไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำแกลบไปใช้ประโยชน์ต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการผลิตพลังงานชีวมวลมีความต้องการแกลบสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานจำนวนมาก อย่างไรก็ตามทางผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เฉพาะตัวแปรดังแสดงตารางที่ 5.2 เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของระบบสีข้าวทั้งสองระบบ ซึ่งสามารถแสดงดังกราฟในภาพที่ 5.1 และภาพที่ 5.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 5.1 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องสีข้าวกล้องระบบลูกยาง



ภาพที่ 5.2 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องสีข้าวกล้องระบบใบพัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของระบบสีข้าวระบบใบพัดเห็นได้ว่าจะอยู่ที่ 17 วัน ซึ่งเร็วกว่าลูกยางซึ่งอยู่ที่ 25 วัน เนื่องจากระบบสีข้าวแบบใบพัดมีประสิทธิภาพการทำงานเชิงปริมาณดีกว่าระบบลูกยาง แต่ระบบสีข้าวแบบใบพัดจะใช้ต้นทุนรวมสูงกว่า เนื่องจากประสิทธิภาพเชิงคุณภาพของข้าวกล้องที่ได้มีน้อยกว่าระบบลูกยาง อย่างไรก็ตามเครื่องสีข้าวระบบใบพัดสามารถใช้งานและดูแลรักษาง่ายกว่าระบบลูกยาง เนื่องจากเครื่องสีข้าวระบบใบพัดสามารถเปิดใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องปรับค่า แต่สำหรับระบบลูกยางจะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง เช่น ช่องหว่างระหว่างลูกยางจำเป็นต้องปรับให้เหมาะสม หรือแม้แต่พื้นผิวและการหมุนของลูกยางต้องสม่ำเสมอเพื่อให้ช่องว่างมีความกว้างคงที่ขณะเครื่องทำงาน และการเสื่อมสภาพของผิวยาง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อคุณภาพข้าวที่ได้ และปัจจัยดังกล่าวขึ้นอยู่กับความแม่นยำของเครื่องจักรและวิธีปฏิบัติของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งยากต่อการพิจารณาโดยละเอียด ดังนั้นในการนำระบบสีข้าวทั้งสองระบบไปประยุกต์ใช้ ควรมีการพิจารณาก่อนการตัดสินใจอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อสามารถนำระบบสีข้าวดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

5.2 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อออกแบบเครื่องสีข้าวกล้องสำหรับใช้ในครัวเรือน ในการทดลองประสิทธิภาพ จึงเน้นไปในด้านวิธีทางปฏิบัติ มากกว่าสภาวะแวดล้อมและคุณลักษณะของเครื่อง ซึ่งจากการทดลองการสีข้าวกล้อง ทางผู้วิจัยได้ศึกษาเพียง 3 ปัจจัย คือ พันธุ์ข้าว ความชื้น และอัตราการไหล อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบต่อผลตอบเป็นอย่างมาก และเป็นปัจจัยที่ทางผู้วิจัยไม่อาจควบคุมได้ เช่น คุณภาพข้าวเปลือก ซึ่งจากการทดลองพบว่าข้าวเปลือกในแต่ละชุด มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการทดลองเป็นอย่างมาก ซึ่งคุณภาพข้าวเปลือก นอกจากขึ้นกับความชื้นแล้ว ยังมีอีกหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น พันธุ์ข้าว การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดเก็บ ซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะทางเคมีของเมล็ดข้าว

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ยังมีผลตอบอื่นที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของเครื่องที่ทางผู้วิจัยไม่ได้นำมาเปรียบเทียบด้วย เช่น เปอร์เซ็นต์น้ำหนักได้ของข้าวกล้อง และเปอร์เซ็นต์ข้าวเปลือกที่ได้รับการกะเทาะ ซึ่งในงานวิจัยพบว่าอัตราการไหล (Flow Rate) มีผลต่อน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้ เนื่องจากหากอัตราการไหลช้าเกินไป ข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักบางส่วนจะถูกพัดลมดูดแกลบดูดออกไปปนกับแกลบ ส่งผลให้น้ำหนักได้มีค่าลดลง อย่างไรก็ตามหากอัตราการไหลสูงเกินไป จะทำให้มีแกลบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บางส่วนปนมาทางข้าวกล้อง และมีจำนวนข้าวเปลือกที่ไม่ได้รับการกะเทาะเพิ่มมากขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามในการเลือกค่าปัจจัยต่างๆ ให้เหมาะสม ย่อมขึ้นอยู่กับวิธีปฏิบัติอื่นๆ เป็นสำคัญ เพราะหากมีวิธีการคัดแยกข้าวเปลือกหรือแกลบที่มีประสิทธิภาพ จะทำให้การประยุกต์ใช้เครื่องสีข้าวกล้องชนิดใบพัดเหวี่ยงเป็นไปได้มากขึ้น ถึงแม้ว่าเครื่องสีข้าวระบบใบพัดเหวี่ยงจะให้อัตราส่วนข้าวเต็มเมล็ดน้อยกว่า แต่หากเรามุ่งพัฒนาระบบนี้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะทำให้เครื่องสีข้าวประเภทนี้มีความน่าสนใจในการนำไปประยุกต์ใช้มากยิ่งขึ้น แนวทางที่เป็นไปได้เช่น การศึกษาแผ่นยางซึ่งใช้เป็นเป้ากระทบ โดยประเภทและความยืดหยุ่นของยาง จะส่งผลต่อแรงกระทบข้าวเปลือก หรือแม้แต่วัสดุที่ใช้ทำใบพัดยังมีผลต่อแรงเสียดทานขณะที่ข้าวเปลือกกำลังเคลื่อนที่อยู่บนแผ่นใบพัดซึ่งจะเหวี่ยงให้ไปชนเป้ากระทบด้วยเช่นกัน

ดังนั้นจึงมีหลายแนวทางในการศึกษางานวิจัยนี้ต่อไป เครื่องสีข้าวสามารถเพิ่มระบบที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตได้ เช่น การใช้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ในการปรับค่าความเร็วรอบของชุดกะเทาะและพัดลมดูดแกลบให้สอดคล้องกับพันธุ์ข้าวแต่ละชนิด เนื่องจากข้าวในแต่ละสายพันธุ์มีความยืดหยุ่นของเมล็ด,อัตราส่วนน้ำหนักเมล็ดข้าวต่อน้ำหนักเปลือกไม่เท่ากัน ดังนั้นข้าวแต่ละพันธุ์จำเป็นต้องมีค่าที่เหมาะสมในการทำงานที่แตกต่างกัน ในส่วนของอัตราการไหลข้าวเปลือกลงสู่ชุดกะเทาะควรมีการควบคุมอัตราการไหลคงที่ เนื่องจากอัตราการไหลส่งผลต่อการทำงานด้านอื่นๆ ของเครื่อง เช่น แรงลม, อัตราการกะเทาะ เป็นต้น ทางผู้วิจัยมีแนวคิดในการใช้ระบบเซ็นเซอร์ (Sensor) และการควบคุมพลังงานไฟฟ้า (Power Control) ในการควบคุมอัตราการไหลดังกล่าว ส่งผลให้เครื่องมีประสิทธิภาพการทำงานดียิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved