บทที่ 4
ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

จากวิธีการดำเนินการวิจัยที่กล่าวมาแล้ว ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนั้นในบทนี้จึงแยกการเสนอผลการวิจัยและวิจารณ์ผลออกเป็น 4 หัวข้อ โดยมีรายละเอียดของผลการวิจัยดังนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

4.3 ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

4.1.1 ผลการศึกษาปัญหาและวิธีการแยกเมล็ดบัวหลวงออกจากฝักของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์กลุ่มสตรีวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีบึงสีไฟ อ.เมือง จ.พิจิตร ได้ทราบถึงข้อมูลวิธีการแยกเมล็ดบัวหลวงออกจากฝักและปัญหาในการทำงาน ดังนี้

1) แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานภายในชุมชน หรือหมู่บ้านใกล้เคียง โดยจำนวนแรงงานและเวลาในการแยกเมล็ดบัวหลวงขึ้นอยู่กับผลผลิตของเกษตรกรในแต่ละปี

2) ค่าจ้างแรงงานแยกเมล็ดบัวออกจากฝัก 20-25 บาทต่อกิโลกรัม

3) กลุ่มแม่บ้านผลิตเมล็ดบัวอบกรอบจะรับซื้อเมล็ดบัวทั้งหมดที่เกษตรนำมาขายทุกวัน

4) ปัญหาที่พบในขั้นตอนการแกะเมล็ดบัวหลวงออกจากฝัก

- ขาดแคลนแรงงานสำหรับการเก็บและแยกเมล็ดบัวหลวงในช่วงการเก็บเกี่ยวข้าว ข้าวโพด อ้อย และมันสำปะหลัง
- มีความเหนื่อยยาก และความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เช่น ยางของเมล็ดบัวหลวง ทำให้เกิดมือดำ และอาจจะเกิดอุบัติเหตุจากมีดบาด

5) คุณลักษณะของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงออกจากฝักที่ต้องการ

- นวดเมล็ดบัวหลวงได้รวดเร็วและต่อเนื่อง
- กลไกการทำงานไม่ซับซ้อน อะไหล่หาซื้อง่าย
- บำรุงรักษาง่ายทนทานและราคาไม่แพง

6) ข้อเสนอแนะ

หากสามารถสร้างเครื่องต้นแบบให้ใช้งานได้โดยมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายน้อย และมีความสามารถในการทำงานมากกว่าแรงงานคน โดยที่เปอร์เซ็นต์ในการนวดเมล็ดบัวออกจากฝักไม่น้อยกว่าการใช้มือแกะเมล็ดบัวหลวงออกจากฝักของเกษตรกรจะเป็นการดี สามารถนำมาใช้ทดแทนแรงงานคนในช่วงแรงงานขาดแคลน อีกทั้งยังส่งเสริมเกษตรกรให้เพิ่มพื้นที่ในการปลูกมากขึ้น

4.1.2 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของฝักและเมล็ดบัวหลวง

ผลของการศึกษาลักษณะทางกายภาพของฝักบัวจำนวน 100 ฝัก และเมล็ดบัวหลวงที่ผ่านการแกะเปลือกจำนวน 500 เมล็ด ด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ แสดงดังตารางที่ 4.1 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้ในการออกแบบตะแกรงนวดของชุดนวดเมล็ดบัวหลวง และตะแกรงคัดแยกของชุดแยกเมล็ดบัวหลวงของเครื่องต้นแบบ ต่อไป

ตารางที่ 4.1 ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของฝักและเมล็ดบัวหลวง

ค่าที่ได้จากการวัด	เส้นผ่านศูนย์กลางของฝักบัว (mm)	ความสูงของฐานดอก (mm)	เส้นผ่านศูนย์กลางของเมล็ดบัวหลวง (mm)	ความยาวของเมล็ดบัวหลวง (mm)
ค่าใหญ่สุด	103	66	15	22
ค่าเล็กสุด	67	47	10	17
ค่าเฉลี่ย	80	55	12.7	18.5

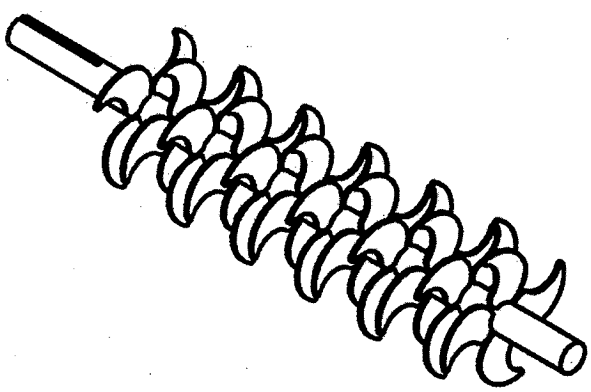
4.1.3 ผลการศึกษาหามุมของความเสียดทานภายในของเมล็ดบัวหลวง

จากการศึกษาหามุมเสียดทานภายในของเมล็ดบัว โดยสุ่มใช้เมล็ดบัวที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10 ถึง 15 มิลลิเมตร และความยาวระหว่าง 17 ถึง 22 มิลลิเมตร ได้มุมเสียดทานภายในของเมล็ดบัว 25 องศา ซึ่งเป็นมุมที่เมล็ดบัวเริ่มกลิ้งหรือลื่นไถล

ดังนั้นการออกแบบมุมเอียงของตะแกรงคัดแยกของชุดแยกเมล็ดบัวของเครื่องต้นแบบจะต้องมีค่ามากกว่ามุมนี้

4.1.4 ผลการศึกษาหาวิธีการนวดเมล็ดบัวหลวงที่เหมาะสม

จากการศึกษาหาวิธีการนวดเมล็ดบัวหลวงที่เหมาะสมโดยใช้ชุดทดสอบในบทที่ 3 พบว่า ลูกนวดที่มีฟันลักษณะคล้ายเล็บเหยี่ยวดังรูปที่ 4.1 จะนวดเมล็ดบัวออกจากเปลือกได้ดีกว่าลูกนวดที่มีฟันแบบซี่ เนื่องจากปลายเล็บเหยี่ยวที่มีลักษณะแหลมคมจะช่วยฉีกเปลือกฝักบัวได้ดีกว่าแบบซี่ โดยทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบของชุดลูกนวดสูงกว่า 200 รอบต่อนาที มีความสามารถในการทำงาน 6.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การนวดเมล็ดบัวหลวง 74% และเปอร์เซ็นต์ความเสียหาย 6% ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปออกแบบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ รวมทั้งเป็นแนวทางในการวางแผนการทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องต้นแบบ

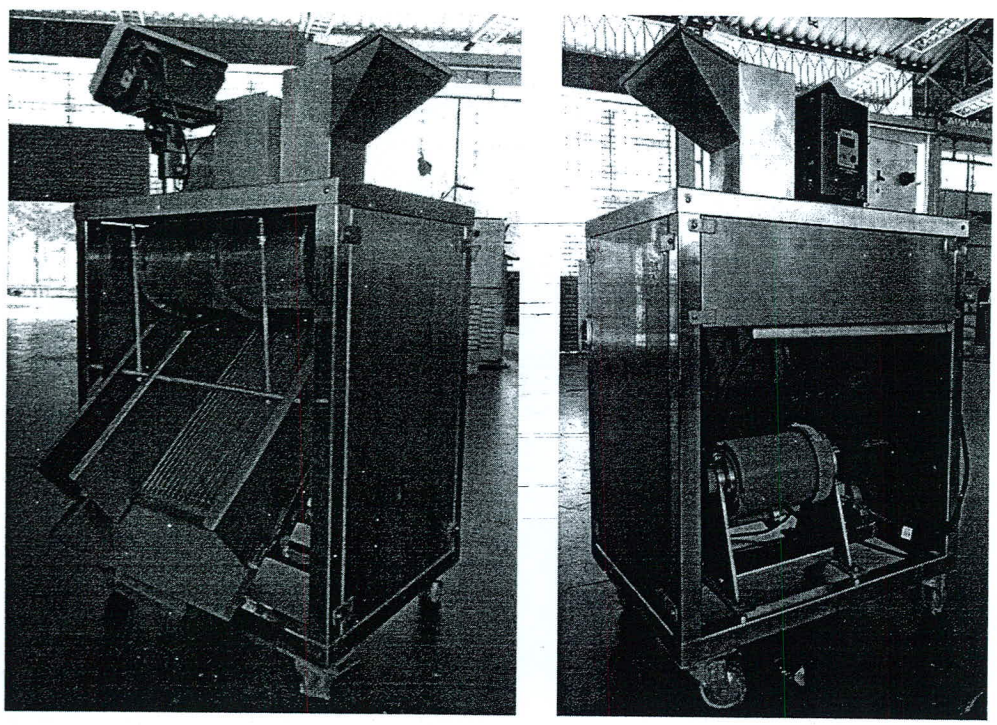


รูปที่ 4.1 ลูกนวดที่มีฟันลักษณะคล้ายเล็บเหยี่ยว

4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

การออกแบบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในหัวข้อที่ผ่านมา หลังจากได้คำนวณและออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องนวดเมล็ดหลวงแล้ว จึงได้ทำการเขียนแบบทางวิศวกรรมดังแสดงในบทที่ 3 ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ โครงสร้างเครื่อง ชุดนวดเมล็ดบัวหลวง ชุดแยกเมล็ดบัวหลวง ระบบส่งกำลัง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

เมื่อดำเนินการเขียนแบบเสร็จสิ้น จึงได้ดำเนินการสร้างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงเริ่มจากผู้ควบคุมเครื่องป้อนฝักบัวลงในช่องป้อนทางด้านบนของเครื่อง ต่อจากนั้นฝักบัวจะไหลเข้าสู่ชุดนวดเมล็ดบัวหลวงและถูกนวดโดยชุดลูกนวด เมล็ดบัวหลวงที่ผ่านการนวดจะตกลอดผ่านตะแกรงนวดไปยังชุดแยกเมล็ดที่อยู่ด้านล่างออกสู่ช่องทางออกต่อไป ส่วนเปลือกของฝักบัวที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงนวดจะถูกลำเลียงไปตามครีบลำเลียงของชุดนวดเมล็ดบัวหลวง และตกลงมาที่ช่องทิ้งเปลือกทางด้านท้ายของชุดนวดเมล็ดบัวหลวง



รูปที่ 4.2 เครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

4.3 ผลการทดสอบและประเมินสมรรถนะการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

ผลการทดสอบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10, 15 และ 20 มิลลิเมตร และความเร็วรอบลูกนวด 200, 300 และ 400 รอบต่อนาที ตามลำดับ เพื่อหาความเร็วรอบและระยะห่างของฟันลูกนวดที่ดีที่สุดโดยใช้ค่าชี้ผลการศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์การนวด เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย ความสามารถในการทำงาน อัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้า และแรงบิดที่เพลาขับ ได้ผลการศึกษาดังนี้

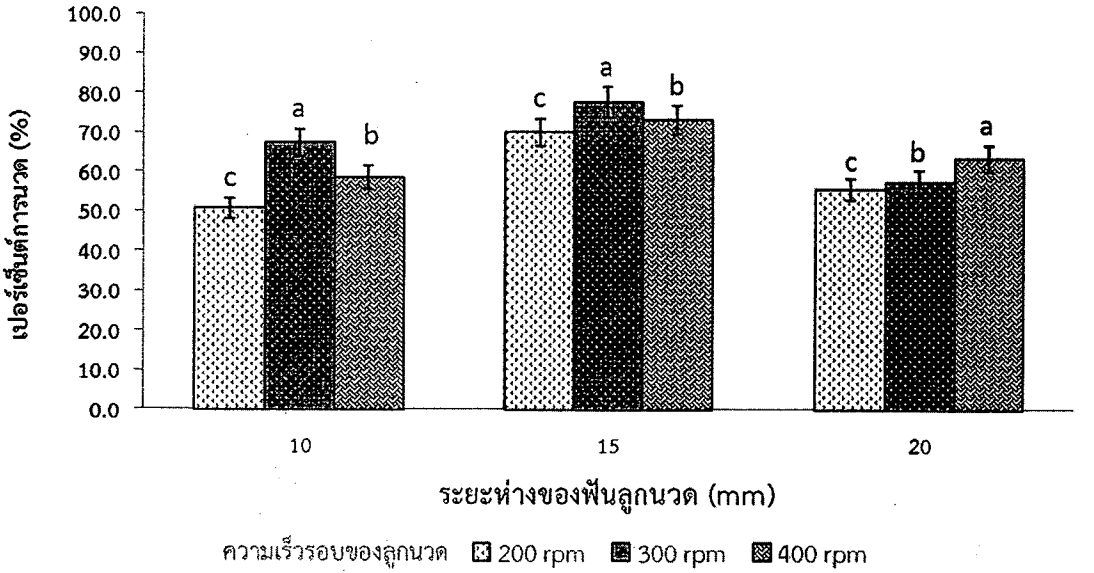
4.3.1 เปอร์เซ็นต์การนวด

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การนวดของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด และความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ (รูปที่ 4.3 ก และ ข)

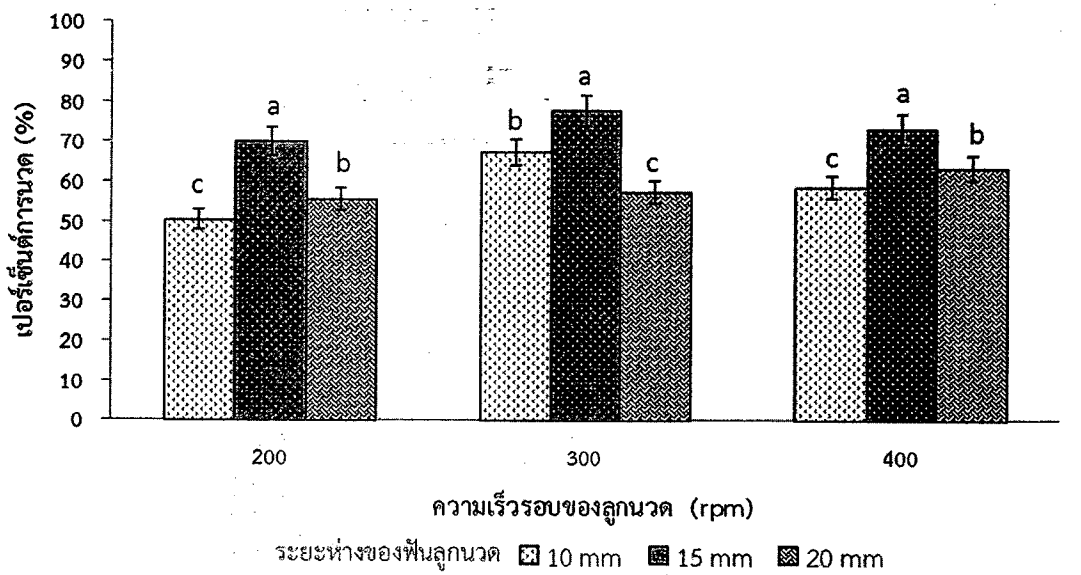
จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าทั้งระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบของลูกนวดมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การนวดของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง โดยระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่มีค่าเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุดของเมล็ดบัวหลวงจะมีเปอร์เซ็นต์การนวดสูงสุด คือ 77.7% เนื่องจากฟันลูกนวดจะนวดแยกเมล็ดบัวออกจากเปลือกได้ดี สำหรับกรณีการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร เครื่องก็สามารถที่จะนวดแยกเมล็ดบัวออกจากเปลือกได้ดีเช่นกัน แต่เมล็ดที่แยกได้บางส่วนจะเกิดการแตกเสียหายจากการเฉือนของฟันลูกนวด เนื่องจากเมล็ดบัวที่มีขนาดใหญ่กว่าระยะห่างของลูกนวดไม่สามารถที่จะลอดผ่านระยะห่างที่ได้ตั้งไว้ได้ ซึ่งระยะ 10 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดของเมล็ดบัวหลวง ส่วนกรณีที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 20 มิลลิเมตร (มีค่ามากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ที่สุดของเมล็ดบัวหลวง) จะนวดแยกเมล็ดบัวออกจากเปลือกได้น้อยกว่าระยะห่าง 10 และ 15 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีเมล็ดบัวหลวงบางส่วนยังติดอยู่กับเปลือกถึงแม้จะแยกออกจากฝักแล้ว

จากการสังเกตขณะทดสอบพบว่าเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของลูกนวดขึ้นลูกนวดจะนวดแยกเมล็ดบัวออกจากเปลือกได้มากขึ้น แต่เมล็ดบัวก็จะเสียหายมากขึ้นจากการกระแทกของลูกนวดและการบีบอัดกับตะแกรงนวด ดังนั้นความเร็วรอบของลูกนวดที่เหมาะสมในการนวดแยกเมล็ดบัวออกจากเปลือกจากการทดสอบคือ 300 รอบต่อนาที

จากการทดสอบจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์การนวดสูงสุดของเครื่องต้นแบบ คือ 77.7% ซึ่งเมล็ดบัวที่เหลืออีกประมาณ 22.3% คือ เมล็ดบัวหลวงที่ยังติดอยู่กับเปลือกที่สามารถจะนำกลับมานวดใหม่ได้อีก และเมล็ดบัวหลวงที่เสียหายซึ่งกล่าวในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 4.3 ก) เปอร์เซ็นต์การนวดของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบลูกนวดต่าง ๆ



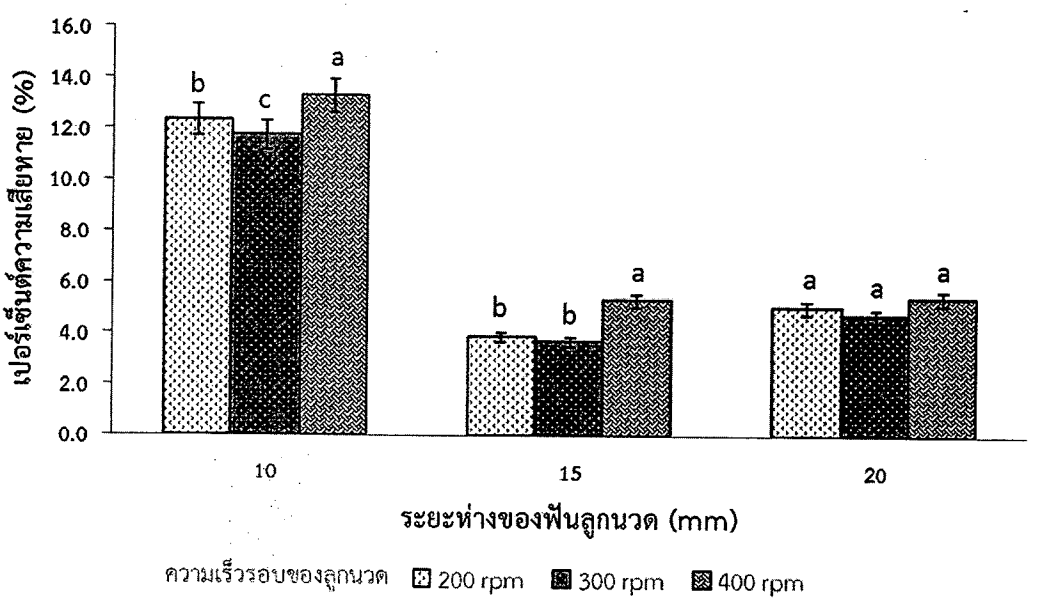
รูปที่ 4.3 ข) เปอร์เซ็นต์การนวดของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบลูกนวดและระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ

4.3.2 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดบัวหลวง

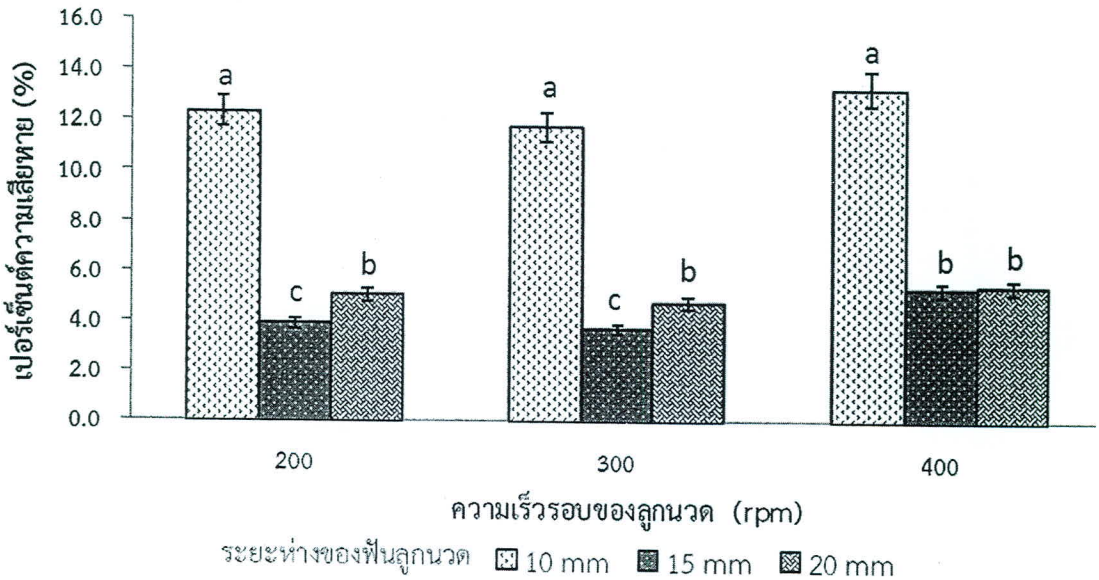
จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเมล็ดบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10 และ 15 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ (รูปที่ 4.4 ก และ ข)

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าระยะห่างของฟันลูกนวดที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากการนวด คือ ระยะ 10 และ 15 มิลลิเมตร โดยระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายสูงสุดและจะสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบของลูกนวดเพิ่มขึ้นดังเหตุผลที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา สำหรับระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร เปอร์เซ็นต์ความเสียหายจะสูงขึ้นเมื่อความเร็วรอบของลูกนวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วนระยะห่างของฟันลูกนวด 20 มิลลิเมตร ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเสียหายเมื่อเพิ่มความเร็วรอบของลูกนวดที่ใช้ในการทดสอบ

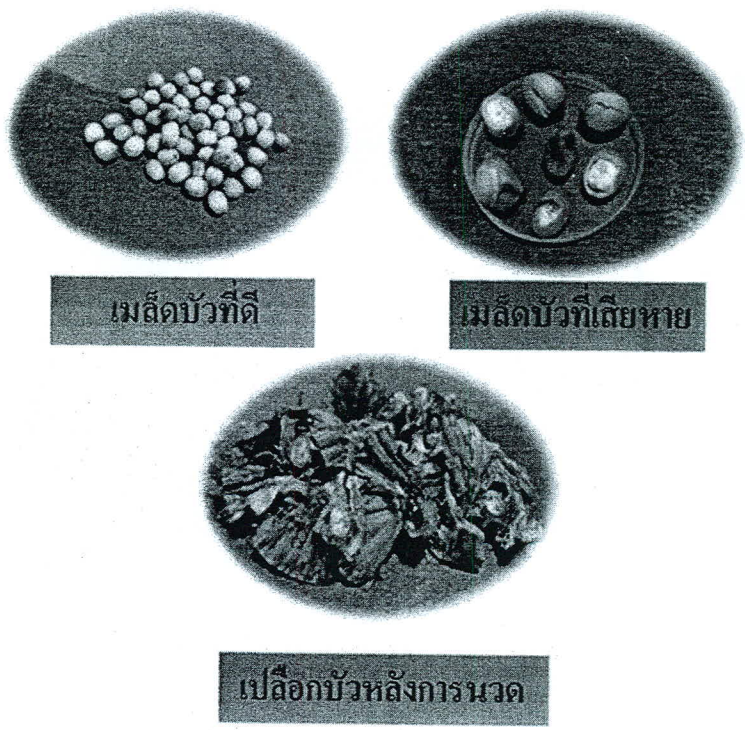
จากผลการทดสอบพบว่าระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร และความเร็วรอบของลูกนวดที่ 300 รอบต่อนาที เป็นค่าที่เมล็ดบัวหลวงมีความเสียหายน้อยที่สุด คือ 3.7% ดังนั้นจึงเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการนวดแยกเมล็ดบัวหลวงออกจากเปลือก ซึ่งเมล็ดบัวหลวงที่ได้จากการนวด เมล็ดบัวหลวงที่แตกเสียหาย และส่วนของเปลือกจากการนวดของเครื่องต้นแบบแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ก) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบลูกนวดต่าง ๆ



รูปที่ 4.4 ข) เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบลูกนวดและระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ

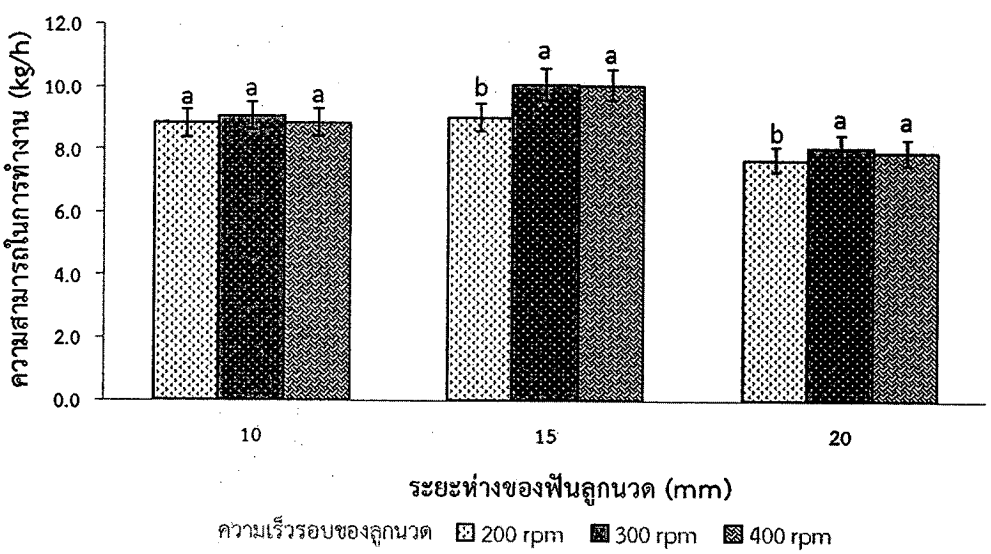


รูปที่ 4.5 เมล็ดบัวที่ผ่านการนวดจากเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบ

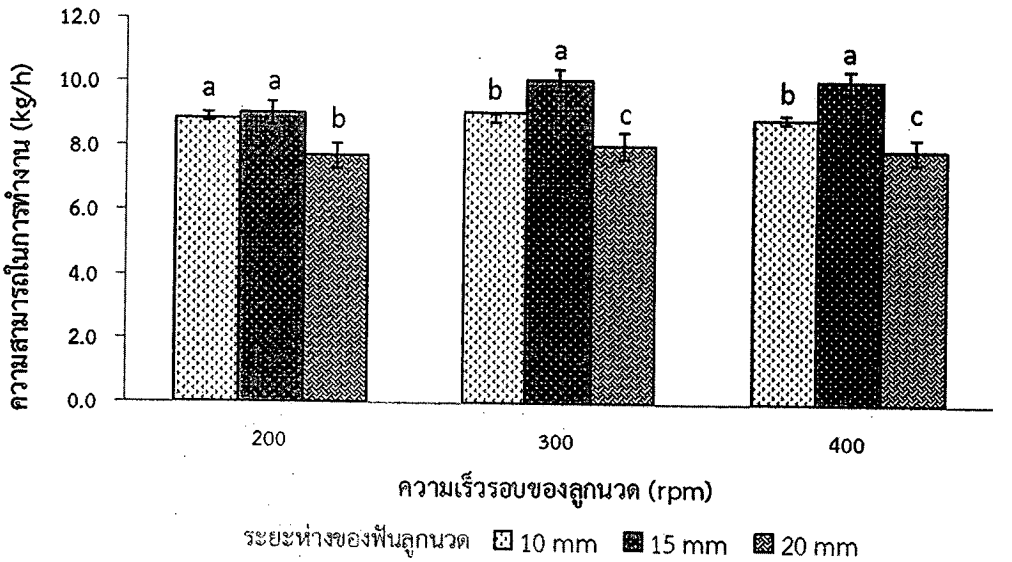
4.3.3 ความสามารถในการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสามารถในการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 15 และ 20 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ (รูปที่ 4.6 ก และ ข)

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.6 พบว่าระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร และความเร็วรอบของลูกนวดที่ 300 รอบต่อนาที เป็นค่าที่เครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงมีความสามารถในการทำงานสูงที่สุด คือ 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร เมล็ดบัวหลวงจะเสียหายสูงจากการกระแทกของลูกนวด ส่วนที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 20 มิลลิเมตร เครื่องนวดเมล็ดบัวจะมีเปอร์เซ็นต์การนวดต่ำดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ดังนั้นระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร และความเร็วรอบของลูกนวดที่ 300 รอบต่อนาที จึงเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการนวดแยกเมล็ดบัวหลวงออกจากเปลือก



รูปที่ 4.6 ก) สามารถในการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบลูกนวดต่าง ๆ

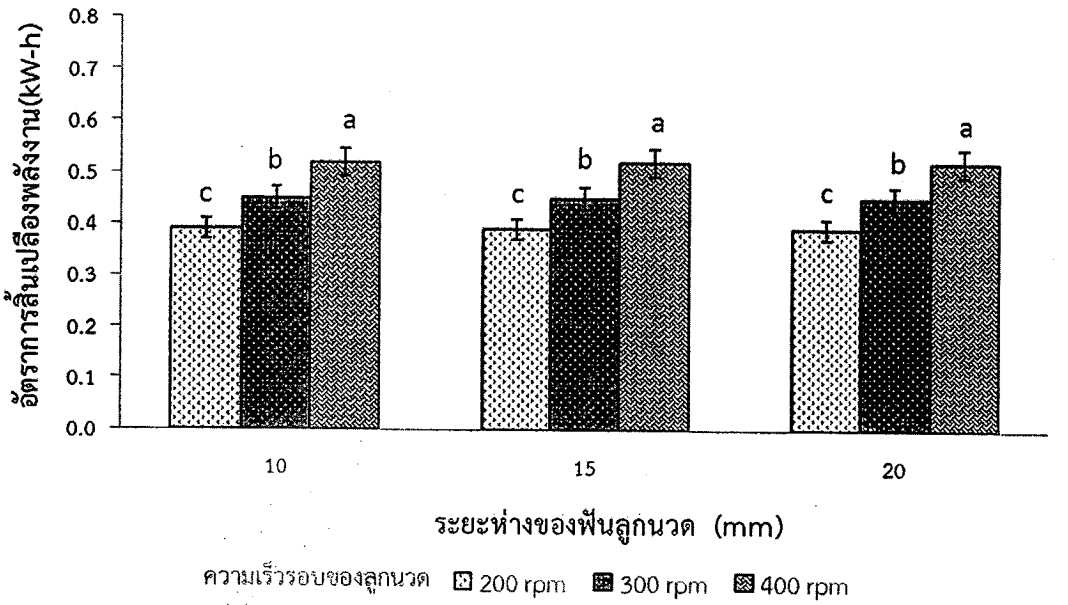


รูปที่ 4.6 ข) ความสามารถในการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบลูกนวดและระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ

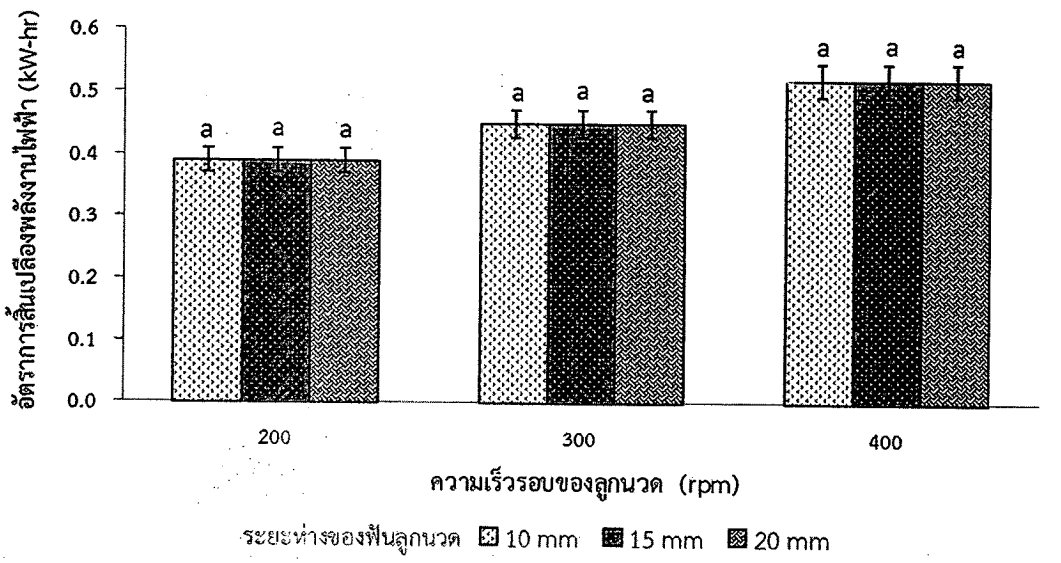
4.3.4 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ (รูปที่ 4.7 ก และ ข)

จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ โดยทดสอบที่ความเร็วรอบลูกนวด 200, 300 และ 400 รอบต่อนาที เท่ากับ 0.39, 0.45 และ 0.52 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามนั่นเอง ซึ่งค่าที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการนวดแยกเมล็ดบัวหลวงออกจากเปลือก คือ ระยะห่างของฟันลูกนวด 15 มิลลิเมตร และความเร็วรอบของลูกนวดที่ 300 รอบต่อนาที มีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็นค่าที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมต่อไป



รูปที่ 4.7 ก) อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบลูกนวดต่าง ๆ

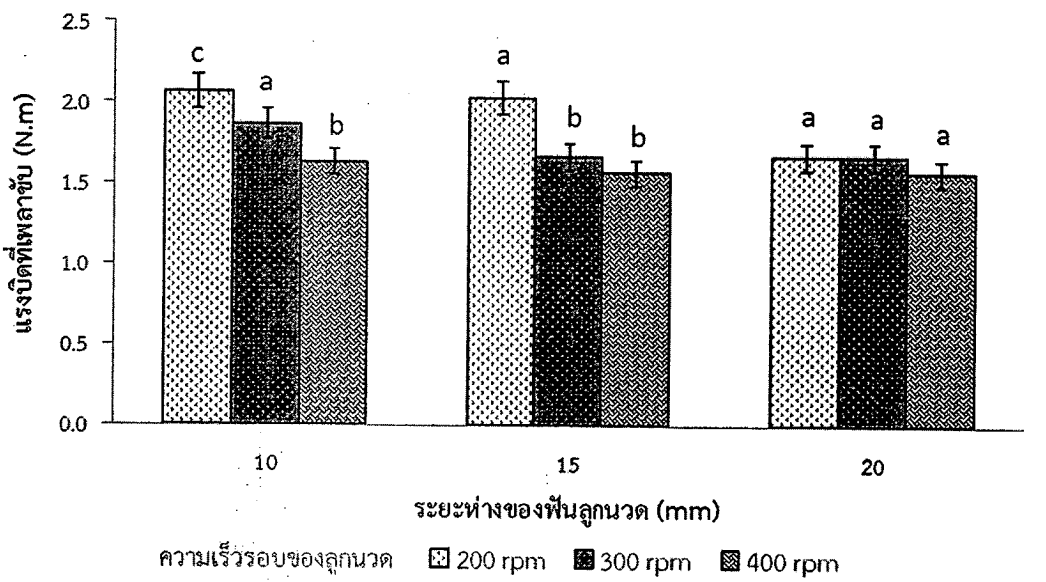


รูปที่ 4.7 ข) อัตราสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบลูกนวดและระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ

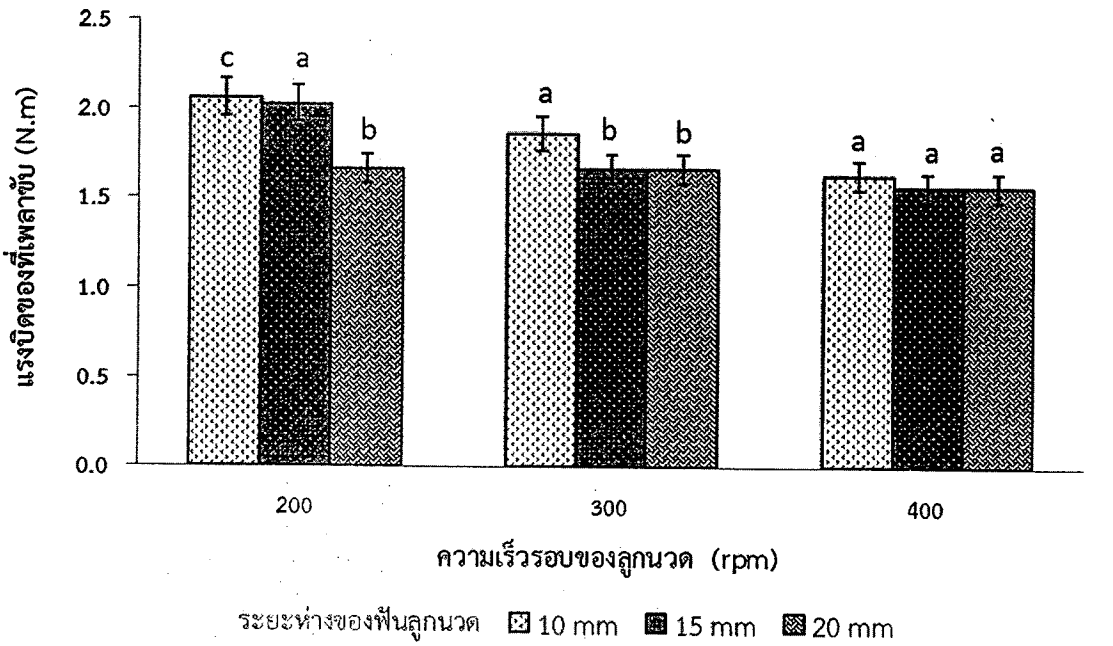
4.3.5 แรงบิดที่เพลาขับ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าแรงบิดที่เพลาขับของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบที่ระยะห่างของฟันลูกนวด 10 และ 15 มิลลิเมตร ที่ความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ (รูปที่ 4.8 ก และ ข)

จากผลการทดสอบดังรูปที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าแรงบิดที่เพลาขับของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงจะมีค่าสูงเมื่อตั้งระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร ในความเร็วรอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบมีค่าระหว่าง 1.6-2.1 นิวตันเมตร และจะมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างของฟันลูกนวดเพิ่มเป็น 15 และ 20 มิลลิเมตร ตามลำดับ เนื่องจากเมล็ดบัวหลวงจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 12.7 มิลลิเมตร เมล็ดบัวหลวงส่วนใหญ่จึงมีโอกาสที่จะกระแทกกับฟันลูกนวดที่มีระยะห่างของฟันลูกนวด 10 มิลลิเมตร มากกว่าระยะห่างของฟันลูกนวด 15 และ 20 มิลลิเมตร ซึ่งแรงบิดที่เกิดจากการนวดของเครื่องต้นแบบที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบของลูกนวดต่าง ๆ ถือว่ามีค่าไม่มากนัก



รูปที่ 4.8 ก) แรงบิดที่เพลาขับของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ระยะห่างของฟันลูกนวดและความเร็วรอบลูกนวดต่าง ๆ



รูปที่ 4.8 ข) แรงบิดที่เพลาขับของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ความเร็วรอบลูกนวดและระยะห่างของฟันลูกนวดต่าง ๆ

4.4 ผลการวิเคราะห์และประเมินผลเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

จากผลการทดสอบเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้แรงงานคนปฏิบัติงาน 1 คน ใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 0.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อกำหนดให้เครื่องทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานปีละ 120 วัน สามารถคิดค่าใช้จ่ายในการทำงาน ระยะเวลาคืนทุน และจุดคุ้มทุนของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง ได้ดังนี้

4.4.1 ค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ค่าใช้จ่ายในการทำงานคำนวณได้จาก ต้นทุนคงที่ (Fixed cost) และต้นทุนผันแปร (Variable cost) ซึ่งมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

1) ต้นทุนคงที่ (Fixed cost)

- ค่าเสื่อมราคา (Depreciation, DP) คิดค่าเสื่อมราคา (DP) แบบ Straight-line method DP = (P-S)/L โดยที่ P คือ ราคาซื้อของเครื่องจักร (บาท) S คือ ราคาขายหรือมูลค่าคงเหลือเมื่อเครื่องจักรหมดอายุ (บาท) และ L คือ อายุการใช้งานของเครื่องจักร (ปี)

● ราคาของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงจากตารางที่ 4.2 เท่ากับ 40,000 บาท ให้มูลค่าซากของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงเมื่อสิ้นปีที่ 5 มีมูลค่าคงเหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ ของราคาต้นทุนเครื่อง

ดังนั้น ราคาซากเครื่อง (S) = (10/100) (40,000) = 4,000 บาท

ค่าเสื่อมราคา (DP) = (P-S)/L = (40,000-4,000)/5 = 7,200 บาท

● ดอกเบี้ยหรือค่าเสียโอกาส (Interest on investment) คิดค่าเสียโอกาส (I) = ((P+S)/2)(i /100) โดยที่ i คืออัตราดอกเบี้ยต่อปี (เปอร์เซ็นต์) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยต่อปีเท่ากับ 10% ดังนั้น ค่าเสียโอกาสต่อปี = ((40,000+4,000)/2)(10/100) = 2,200 บาทต่อปี รวมต้นทุนคงที่ต่อปี (Fixed cost) = 7,200+2,200=9400 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.2 ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. มอเตอร์ไฟฟ้า	4,800
2. วัสดุที่ใช้สร้างตัวเครื่อง	
2.1 เหล็กโครงสร้าง เหล็กเพลาและเหล็กแผ่น	4,000
2.2 แผ่นสแตนเลสและสแตนเลสเส้น	15,000
2.3 พูเล่ย์และสายพาน	5,000
2.4 ตลับลูกปืนตุ๊กตา ลูกเบี้ยว	4,000
2.5 อื่น ๆ เช่น สี ล้อ สกรูและนัต	2,200
3. ค่าแรงสร้างและประกอบเครื่อง	5,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่อง	40,000

2) ต้นทุนผันแปร (Variable cost)

● ค่าบำรุงรักษา (Repair and maintenance) คิดเฉลี่ยประมาณวันละ 5 บาท ทำงาน 150 วัน ค่าบำรุงรักษา =5 x 150 = 750 บาทต่อปี

- ค่าไฟฟ้า จากการทดสอบการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 0.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ราคาไฟฟ้าหน่วยละ 3.50 บาท ในหนึ่งปีทำงาน 150 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้า = (0.45)(3.50)(150)(8) = 1,890 บาทต่อปี

- ค่าจ้างแรงงาน อัตราค่าจ้างแรงงานวันละ 200 บาท จำนวน 1 คน ทำงาน 150 วัน คิดเป็นค่าจ้างแรงงาน = (150)(120)(1) = 18,000 บาทต่อปี รวมต้นทุนผันแปร = 750 + 1,890 + 18,000 = 20,640 บาทต่อปี คิดต้นทุนในการใช้งานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง โดยรวมต้นทุนคงที่กับ ต้นทุนผันแปรเท่ากับ 9400 + 20,640 = 30,040 บาทต่อปี

ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม) ของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงที่ทำการนวดเมล็ดบัวใน 1 ปี เวลาทำงาน 960 ชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้เท่ากับ 30,040/(960 x10.1) = 3.1 บาทต่อกิโลกรัม

4.4.2 ระยะเวลาการคืนทุนของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวง

รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณระยะเวลาคืนทุนมีดังนี้

1) ต้นทุนผันแปร คือ ค่าผลรวมของค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างแรงงาน

2) ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนผันแปรรวมกับดอกเบี้ย

ผลประโยชน์ที่ได้รับคิดจากอัตราค่าจ้างในการแกะเมล็ดบัวหลวง คูณกับชั่วโมงการทำงานต่อปี อัตราค่านวดเมล็ดบัวหลวงต่อชั่งโมง โดยใช้แรงงานคนของเกษตรกร 25 บาทต่อกิโลกรัม คูณกับอัตราการทำงาน 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเท่ากับ 252.5 บาทต่อชั่วโมง

3) ผลประโยชน์สุทธิ คือ ผลต่างระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับกับต้นทุนรวม

4) ระยะเวลาคืนทุน คือ ผลหารระหว่างราคาซื้อเครื่องกับประโยชน์สุทธิ

ชั่วโมงการทำงาน	960	ชั่วโมงต่อปี
ดอกเบี้ย	2,200	บาทต่อปี
ต้นทุนแปรผัน	30,040	บาทต่อปี
ต้นทุนรวม	30,040 + 2,200 = 32,240	บาทต่อปี
ผลประโยชน์ได้รับ	960 x 252.5 = 242,400	บาทต่อปี
ผลประโยชน์สุทธิ	242,400 - 32,240 = 210,160	บาทต่อปี

ระยะเวลาคืนทุน (40,000/210,160) x 12 = 2.28 เดือน

ดังนั้นถ้า 1 ปี ทำงาน 960 ชั่วโมง ระยะเวลาคืนทุนจะเท่ากับ 2.97 เดือนหรือเท่ากับ 0.19 ปี

4.4.3 การใช้งานคุ้มทุน

การใช้งานคุ้มทุน = ค่าใช้จ่ายคงที่ / (อัตราค่าจ้าง – ค่าใช้จ่ายในการทำงาน) ค่าใช้จ่ายคงที่ = 9,400 บาทต่อปี

อัตราค่าจ้างแกะเมล็ดบัวออกจากฝักของเกษตรกร = 25 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้อัตราค่าจ้าง (25)(10.1) = 252.5 บาทต่อชั่วโมง

ค่าใช้จ่ายในการทำงานของเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงเท่ากับ 3.1 บาทต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบอัตราการทำงาน 10.1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะได้ค่าใช้จ่ายในการทำงานเท่ากับ (3.1)(10.1) = 31.31 บาทต่อชั่วโมง ดังนั้นการใช้งานที่จุดคุ้มทุน = 9400/(252.5 – 31.31) = 42.5ชั่วโมงต่อปี

จากผลการดำเนินการวิจัยข้างต้น สามารถนำค่าต่าง ๆ ที่ได้รับจากการวิจัยมาเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงและเกษตรกรแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องนวดเมล็ดบัวหลวงต้นแบบกับเกษตรกร

หัวข้อในการเปรียบเทียบ	เกษตรกร	เครื่องต้นแบบ
1. เปอร์เซ็นต์การนวด (%)	100	77.7
2. เปอร์เซ็นต์ความเสียหาย (%)	0	3.7
3. ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	0.9	10.1
4. ค่าใช้จ่ายในการทำงาน (บาทต่อกิโลกรัม)	25	3.1