

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุดปี 2559

1. แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรสำหรับลิ้นจี่
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลิ้นจี่  
กิจกรรมวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลิ้นจี่  
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลิ้นจี่  
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Research and Development on Lychee Seed Removal Machine
4. คณะผู้ดำเนินงาน  
หัวหน้าการทดลอง นายธีรศักดิ์ โกเมฆ  
หน่วยงานต้นสังกัด ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่  
ผู้ร่วมงาน นายสนอง อมฤกษ์<sup>1</sup>, นายชัยวัฒน์ เผ่าสันตพัฒนาธิชัย<sup>1</sup>,  
นายเกรียงศักดิ์ นักผูก<sup>1</sup>

### 5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ขนาดเล็กให้สามารถใช้ในการคว้านลิ้นจี่ทดแทนแรงงานคนได้ เครื่องต้นแบบมี 2 ชนิด แบบใช้แรงคนกด และแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ซึ่งตัวเครื่องทั้ง 2 แบบ ติดตั้งหัวคว้าน เส้นผ่านศูนย์กลาง 21.5 มิลลิเมตร รูคว้าน 3 ขนาด คือ 14 15 และ 16 มิลลิเมตร พร้อมแกนขนาด 3 มิลลิเมตร สำหรับปักและดึงเมล็ดออกมา ทำการทดสอบกับลิ้นจี่จำนวน 3 พันธุ์ การทดลองละ 10 กิโลกรัม จำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดสอบพบว่า การคว้านโดยใช้แรงงานคนของลิ้นจี่พันธุ์กิมเจง ฮงฮวย และจักรพรรดิ มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 13.72 14.28 และ 17.63 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ และมีอัตราการสูญเสียเท่ากับ 6.93 6.16 และ 5.89 % ตามลำดับ ในขณะที่เครื่องคว้านลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกด มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 21.25 27.25 และ 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมงตามลำดับ มีอัตราการสูญเสียเฉลี่ย 14.55 11.15 และ 8.51 % ตามลำดับ และเครื่องคว้านแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง มีความสามารถในการทำงาน เฉลี่ย 20.79 31.42 และ 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตรา

การสูญเสียเฉลี่ย 14.17 12.30 และ 7.36 % ตามลำดับ ซึ่งเครื่องทั้ง 2 แบบสามารถนำไปทำงานทดแทนแรงงานคนระดับที่มีความชำนาญได้

## Abstracts

This research aims to developed the seed removing machine for lychee. Using core equipment, can use it to remove lychee seed equivalent seed removed by high skilled workers. The seed remover was consist of a 21.5 mm outer diameter tube and 3 size different of bore diameter( 14 15 and 16 mm.) and 3 mm. pushing rod for seed pull . Testing of basic type seed removing by varying size of lychee and used 10 kg/test (with 3 replication) for work efficiency analysis. The capacity(Kg/h) ,loss rate(%)were use to evaluated the machine. Comparison between manual labour typed with pushing rod typed and motor driven typed. Results showed that the average capacity of manual labour typed was 13.72 , 14.28 and 17.63 kg/h and it had average loss rate was 6.93% 6.16% and 5.89% by weight. The average capacity of pushing rod typed was 21.25 , 27.25 and 30.74 kg/h and it had average loss rate was 14.55% , 11.15% and 8.51% by weight. And average capacity of motor driven typed was 20.79 , 31.42 and 42.65 kg/h and it had average loss rate was 14.17% , 12.30% and 7.36% by weight. The result show that pushing rod typed and motor driven typed lychee seed remover machine can work replaced high skill worker level and not side effect.

## 6. คำนำ

ลิ้นจี่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือ แต่มีข้อจำกัดด้านระยะเวลาการออกผลผลิตที่สั้น และเน่าเสียง่าย ระยะเวลาเก็บรักษาสั้น ซึ่งหากเหลือจากการจำหน่ายในรูปแบบผลสดจะเน่าเสียง่าย และในการแปรรูปก็มีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาในการเก็บรักษา เกษตรกรจะต้องแปรรูปในเวลาที่ยากัด จึงจะไม่เน่าเสีย แต่ในการแปรรูปลิ้นจี่ในปัจจุบัน มีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก ยังไม่มีเครื่องมือที่ทำการคว้านได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว สวนทางกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานและปัญหาค่าแรงงานที่สูงขึ้น และยิ่งการแปรรูปในเวลาจำกัดจะต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรที่ทำการแปรรูปลิ้นจี่จะประสบปัญหาหลักที่คล้ายกันคือไม่สามารถแปรรูปได้ทันต่อการเน่าเสีย โดยกรรมวิธีที่ใช้เวลามากที่สุดก่อนการแปรรูปคือการคว้านเมล็ด ดังนั้นจึงมีความต้องการเครื่องทุ่นแรงเพื่อทดแทนแรงงานคนในการคว้านเมล็ดลิ้นจี่เพื่อแข่งกับเวลาที่สั้น โดยงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคน เพื่อให้ได้ต้นแบบที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีราคาถูก และทำงานได้รวดเร็วกว่าใช้แรงคนแบบดั้งเดิม เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในระดับครัวเรือนเพื่อใช้ทดแทนแรงงานคน แก้ปัญหาเรื่องต้นทุนด้านแรงงาน และ

ลดต้นทุนการผลิตลันจี้แปรรูปได้รวมทั้งสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่มีการฝึกปฏิบัติจริง ให้แก่กลุ่มเกษตรกรและผู้ประกอบการที่สนใจและต้องการผลิตลันจี้แปรรูปคุณภาพดีได้เองในท้องถิ่น

## 7. วิธีดำเนินการ

การดำเนินงานมี ดังนี้คือ

กิจกรรมวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลันจี้

การทดลองที่ 1.1 วิจัยและพัฒนาเครื่องมือคว้านเมล็ดลันจี้

- วิธีการ

- 1) ศึกษาเทคโนโลยี การแปรรูปลันจี้ที่เกษตรกรใช้งานจริงในปัจจุบัน
- 2) วิเคราะห์ข้อมูลจากข้อ 1 เพื่อทำการวางแผนการออกแบบและการทดลอง
- 3) ประสานงานกับเกษตรกรในพื้นที่ปลูกลันจี้ และ ศูนย์วิจัยในเขตภาคเหนือ ที่มีสวนลันจี้และคัดเลือกสวนที่จะใช้ทดสอบ
- 4) ดำเนินการสร้างเครื่องแบบใช้แรงคน โดยนำข้อมูลด้านสรีระวิทยา และคุณสมบัติเชิงกลของเมล็ดและเนื้อลันจี้ มาอ้างอิงในการออกแบบหัวเจาะ และกลไกการคัดเมล็ด
- 5) ดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องต้นแบบกับผลผลิตจริงในสวนลันจี้ของเกษตรกร
- 6) นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบในแบบแรก มาพัฒนาเป็นปรับปรุงสมรรถนะการทำงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้เหมาะสมกับสวนลันจี้ที่มีผลผลิตมากยิ่งขึ้น และให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง
- 7) ดำเนินการทดสอบการทำงานกับผลผลิตจริงในพื้นที่อีกครั้ง และเก็บข้อมูลเปรียบเทียบการใช้งานเครื่องในปีที่ 2 เทียบกับผลในปีที่ 1 และเพิ่มการเปรียบเทียบการทำงานกับลันจี้แต่ละสายพันธุ์
- 8) วิเคราะห์และสรุปผล รายงานผลการวิจัย

- เวลาและสถานที่ :

ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี เริ่มต้นปี 2557 สิ้นสุดปี 2559

สถานที่ทำการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

8.1 ผลการศึกษาข้อมูลการคว้านเมล็ดลันจี้ด้วยแรงงานคนแบบดั้งเดิมของเกษตรกร

ก่อนทำการออกแบบเครื่องต้นแบบและทำการทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลของค่าเฉลี่ยการทำงานของเกษตรกรด้วยกรรมวิธีเดิม (ใช้แรงคนถือมีดคว้าน) กับลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์หลัก ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2 เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการออกแบบเครื่องต้นแบบซึ่งในการเก็บข้อมูลเพื่อออกแบบนั้น จะเน้นข้อมูลสำคัญจำนวน 2 ด้าน คือ อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่และความสามารถในการทำงาน ดังแสดงในหัวข้อ 8.1.1 และ 8.1.2



ภาพที่ 1 มีดคว้านแบบดั้งเดิมของเกษตรกร



ภาพที่ 2 การคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบดั้งเดิมของเกษตรกร ต้องใช้แรงงานครั้งละจำนวนมาก

### 8.1.1 อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่

อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เป็นการเปรียบเทียบหาปริมาณเนื้อลิ้นจี่ ในกระบวนการคว้านเมล็ด ซึ่งในกรณีของการคว้านลิ้นจี่นั้นหมายถึงปริมาณเนื้อลิ้นจี่ที่ติดไปกับเมล็ดที่ถูกคว้านออก(วัดโดยน้ำหนัก หน่วยเป็นกรัม) เทียบกับปริมาณของเนื้อลิ้นจี่ที่ได้หลังจากการคว้าน(วัดโดยน้ำหนัก หน่วยเป็นกรัม) ซึ่งหลังจากทำการ

เทียบอัตราส่วนแล้ว อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ มีหน่วยเป็นร้อยละ ซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 1

วิธีการคำนวณอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่

$$\text{อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ (\%)} = \left( \frac{\text{น้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ที่ติดไปกับเมล็ด}}{\text{น้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ทั้งหมด}} \right) \times 100 \quad \dots(\text{สมการที่ 1})$$

ในการคำนวณตามสมการที่ 1 น้ำหนักลิ้นจี่ที่คว้านได้ มีหน่วยเป็น กรัม และน้ำหนักเนื้อลิ้นจี่ทั้งหมด มีหน่วยเป็น กรัม เมื่อนำมาหาสัดส่วนและคูณด้วย 100 จะได้อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ มีหน่วยเป็นร้อยละ

### 8.1.2 ความสามารถในการทำงาน

ความสามารถในการทำงานคือค่าของความสามารถในการคว้านเมล็ดออกจากวัตถุดิบ(ลิ้นจี่สด)ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมงซึ่งสามารถแสดงเป็นสูตรการคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 2

วิธีการคำนวณความสามารถในการทำงาน

$$\text{ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัม/ชั่วโมง)} = \frac{\text{น้ำหนักลิ้นจี่ที่คว้านได้(กิโลกรัม)}}{\text{เวลา(ชั่วโมง)}} \quad \dots\text{สมการที่ 2}$$

ในการคำนวณตามสมการที่ 2 น้ำหนักลิ้นจี่ที่คว้านได้ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม และเวลา มีหน่วยเป็น ชั่วโมง ดังนั้น ค่าความสามารถในการทำงานตามสมการที่ 2 มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อคณะผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการคว้านลิ้นจี่ด้วยแรงคนตามกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร และนำมาคำนวณหาความสามารถในการทำงานและอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ ด้วยสมการที่ 1 และสมการที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 : ค่าเฉลี่ยการทำงานของเกษตรกรด้วยกรรมวิธีเดิม(ใช้แรงคนคว้าน) ของลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์ลิ้นจี่		
	กิมเจง	ฮงฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ (%)	6.93	6.16	5.89
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	13.72	14.28	17.63

จากข้อมูลผลการทำงานคว้านลีนี่ด้วยแรงคนแบบดั้งเดิมของเกษตรกร ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 พบว่าทำงานได้ช้าและต้องใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก และมีความจำเป็นจะต้องใช้แรงงานที่มีความชำนาญ (Skill worker level) เท่านั้น จึงประสบปัญหาขาดแคลนแรงงาน และไม่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ทันต่อการแปรรูป คณะผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่แบบใช้แรงคนกับลีนี่ทั้ง 3 สายพันธุ์หลักเพื่อทดแทนแรงงานที่มีความชำนาญในการคว้านเมล็ดลีนี่ต่อไป

## 8.2 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่แบบที่ 1 เครื่องคว้านแบบใช้แรงคนกด

จากการเก็บข้อมูลการทำงานคว้านลีนี่ด้วยแรงคนแบบเดิมของเกษตรกร คณะผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์และทำการออกแบบเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่ โดยคณะผู้วิจัยได้ออกแบบหัวคว้านเมล็ดลีนี่เป็นลักษณะทรงกรวย และหมุนคว้านเมล็ดลีนี่ ซึ่งลักษณะหัวคว้านเมล็ดของเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่ทุกแบบซึ่งมีรูปร่างเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง(Bore diameter)ของหัวคว้าน ที่จะปรับให้เหมาะสมกับขนาดของลีนี่ ดังแสดงในภาพที่ 1 ในส่วนตัวเครื่อง มีลักษณะเป็นแท่นวาง ใช้กลไกการโยกด้วยแรงคนในการคว้านเมล็ดลีนี่ดังแสดงในภาพที่ 2 และทำการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่แบบใช้แรงคนกดกับลีนี่ 3 สายพันธุ์หลัก ซึ่งมีปริมาณที่มากที่สุดในห้องตลาด แล้วทำการทดสอบเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ดังภาพที่ 3 และได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 1.2 - ตารางที่ 1.5



ภาพที่ 1 ลักษณะหัวคว้านของเครื่องคว้านเมล็ดลีนี่ซึ่งมีลักษณะเป็นโคน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่สามารถปรับให้เข้ากับลีนี่แต่ละสายพันธุ์ได้



ภาพที่ 2 คณะผู้วิจัยกำลังเก็บข้อมูลการทดสอบ โดยเก็บข้อมูลขนาดและน้ำหนักลีนี่



ภาพที่ 3 เครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ แบบใช้แรงคนกด

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับพันธุ์กิมเจง พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 21.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย 14.55 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 ข้อมูลการทดสอบ เครื่องคว้านลิ้นจี่แบบใช้แรงคน กับพันธุ์กิมเจง

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราลิ้นจี่สูญเสีย (%)	14.77	15.29	13.58	14.55
ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	20.68	22.23	20.83	21.25

#### ทดสอบกับพันธุ์ฮงฮวย

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับพันธุ์ฮงฮวย พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 27.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย 11.15 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 3

ตาราง 1.3 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านลิ้นจี่แบบใช้แรงคน กับพันธุ์ฮงฮวย

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราลิ้นจี่สูญเสีย (%)	11.31	10.87	11.28	11.15
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	25.84	27.55	28.35	27.25

### ทดสอบกับพันธุ์จักรพรรดิ

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับพันธุ์จักรพรรดิ พบว่าความสามารถในการทำงานในการคว้านเมล็ดลิ้นจี่เฉลี่ย 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 8.51 ดังตาราง 1.4

ตารางที่ 1.4 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับพันธุ์จักรพรรดิ

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสีย (%)	8.72	8.64	8.16	8.51
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	30.63	30.28	31.30	30.74

จากการทดสอบเก็บข้อมูลเฉลี่ย ทั้ง 3 สายพันธุ์ คณะผู้วิจัย จึงได้นำข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้สรุปเป็นตารางเปรียบเทียบการทำงานเฉลี่ยกับลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 : ผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์ลิ้นจี่		
	กิมเจง	ฮงฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อ ลิ้นจี่เฉลี่ย (%)	14.55	11.15	8.51
ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กก./ชม.)	21.25	27.25	30.74

### 8.3 อภิปรายผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบที่ 1 เครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคน

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกับลิ้นจี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ ในตารางที่ 1.5 ซึ่งเป็นการหาอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย(ร้อยละ) พบว่า การทำงานกับพันธุ์กิมเจงนั้นมีการสูญเสียมากที่สุด และตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้น อัตราการสูญเสียเนื้อ ลิ้นจี่เฉลี่ยน้อยที่สุด และในด้านความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กิโลกรัม/ชั่วโมง) พบว่าการทำงานกับพันธุ์กิมเจงนั้นมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้น ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย ลิ้นจี่



เฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าเกิดจากลักษณะของรูปร่างของเมล็ดของทั้ง 3 พันธุ์ที่ทำให้เกิดมุมปะทะในการคว้านที่ต่างกัน ส่งผลให้อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจีแตกต่างกัน และในกรณีลิ้นจีสายพันธุ์เดียวกันก็มีค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจีเฉลี่ยที่ต่างกัน โดยค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจีเฉลี่ยมีค่าแปรผกผันกับขนาดของเมล็ดลิ้นจี เช่นผลที่มีเมล็ดขนาดเล็ก จะมีอัตราการสูญเสียที่มากซึ่งเกิดจากปริมาณเนื้อลิ้นจีติดไปกับข้าวบนเมล็ดมาก แต่ในผลที่มีเมล็ดขนาดใหญ่หรือเหมาะสม จะมีเนื้อลิ้นจีติดไปกับเมล็ดน้อยมาก เมื่อเทียบกับเนื้อลิ้นจีทั้งผล จึงมีอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจีที่น้อย แต่ในด้านความสามารถในการทำงานนั้น ความแตกต่างเกิดจากค่าของน้ำหนักต่อผลของลิ้นจี ซึ่งแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักต่อเมล็ด เนื่องจากการทำงาน สามารถคว้านจำนวนเมล็ดทุกขนาดในเวลาที่ไม่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นน้ำหนักต่อเมล็ด จึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน ซึ่งจากตารางการทดลองนี้ สามารถกล่าวได้ว่าการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบใช้แรงคนกด ในด้านความสามารถในการทำงาน ค่าความสามารถในการทำงานจะแปรผันตรงกับขนาดผล โดยผลที่มีขนาดเล็ก ความสามารถในการทำงานจะน้อย และความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้กับผลขนาดใหญ่ขึ้น

#### 8.4 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบที่ 2 เครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านลิ้นจีแบบใช้แรงคนกับลิ้นจีแบบที่ 1 แบบใช้แรงคนกดกับลิ้นจีทั้ง 3 สายพันธุ์ คณะผู้วิจัยพบว่าพบว่าการใช้หัวคว้านแบบทรงกรวยกับลิ้นจี สามารถเพิ่มความเร็วในการทำงานได้โดยไม่มีผลกระทบต่อลักษณะทางกายภาพของลิ้นจี ซึ่งในกรณีที่มีจำนวนลิ้นจีที่มากขึ้น สามารถเปลี่ยนต้นกำลังจากใช้แรงคนมาเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทดแทนแรงงานคนเพื่อให้เครื่องทำงานได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานสูงขึ้น ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบที่ 2 คือเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ดังภาพที่ 4 เพื่อให้ได้เครื่องที่มีความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้น โดยนำมาทดสอบกับลิ้นจี 3 สายพันธุ์หลักในท้องตลาดเช่นเดียวกับเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจีแบบใช้แรงคน ดังแสดงในภาพที่ 5 ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2.1-2.4



ภาพที่ 4 เครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง



ภาพที่ 5 การทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง

#### ทดสอบกับพันธุ์гимเจง

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์гимเจงพบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 20.79 กิโลกรัม ต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย 14.17 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านลึนจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์กิมเจง

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสียเนื้อลึนจี (%)	14.53	13.85	14.13	14.17
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	19.33	21.74	21.30	20.79

#### ทดสอบกับพันธุ์ฮงฮวย

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ฮงฮวยพบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 31.42 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ย 12.30 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์ฮงฮวย

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราลึนจีสูญเสีย (ร้อยละ)	12.54	12.80	11.55	12.30
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	28.47	32.52	33.27	31.42

#### ทดสอบกับพันธุ์จักรพรรดิ

เมื่อทำการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลึนจีแบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ากับพันธุ์จักรพรรดิพบว่ามีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเนื้อลึนจีเฉลี่ย 7.36 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลการทดสอบเครื่องคว้านลึนจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับพันธุ์จักรพรรดิ

ข้อมูลการทดสอบ	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
อัตราการสูญเสียเนื้อลึนจี (%)	7.62	8.08	6.37	7.36
ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	41.18	42.53	44.25	42.65

จากผลการทดสอบเก็บข้อมูลการทำงานเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับลันจีทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 2.1 - 2.3 คณะผู้วิจัย ได้นำข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้สรุปเป็นตารางข้อมูลการทำงานเฉลี่ยของเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง กับลันจีทั้ง 3 สายพันธุ์ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 สรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับลันจี 3 สายพันธุ์

ข้อมูลการทดสอบ	พันธุ์ลันจี		
	гимеж	องฮวย	จักรพรรดิ
อัตราการสูญเสียเนื้อ ลันจีเฉลี่ย(%)	32.1	10.96	7.36
ความสามารถในการทำงาน (กก./ชม.)	1.21	36.42	42.65

#### 8.5 ผลศึกษาการทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบที่ 2 แบบใช้แรงคนร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้า

จากผลสรุปการทดสอบเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังกับลันจีทั้ง 3 สายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งเป็นการหาอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ย(ร้อยละ) พบว่า การทำงานกับพันธุ์гимеจนั้นมีการสูญเสียมากที่สุด ตามด้วยพันธุ์องฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดิมีอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยน้อยที่สุด และในด้านความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กิโลกรัม/ชั่วโมง) พบว่า การทำงานกับพันธุ์гимеจนั้น ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยน้อยที่สุด ตามด้วยพันธุ์องฮวย ส่วนพันธุ์จักรพรรดินั้นมีค่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่าเกิดจากลักษณะของรูปร่างของเมล็ดของทั้ง 3 พันธุ์ที่ทำให้เกิดมุมปะทะในการคว้านที่ต่างกันส่งผลให้อัตราการสูญเสียเนื้อลันจีแตกต่างกัน และในกรณีลันจีสายพันธุ์เดียวกัน ก็มีค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยที่ต่างกัน โดยค่าอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีเฉลี่ยมีค่าแปรผกผันกับขนาดของเมล็ดลันจี เช่นผลที่มีเมล็ดขนาดเล็ก จะมีอัตราการสูญเสียที่มากซึ่งเกิดจากปริมาณเนื้อลันจีติดไปกับขั้วบนเมล็ดมาก แต่ในผลที่มีเมล็ดขนาดใหญ่หรือเหมาะสม จะมีเนื้อลันจีติดไปกับเมล็ดน้อยมาก เมื่อเทียบกับเนื้อลันจีที่ผล จึงมีอัตราการสูญเสียเนื้อลันจีที่น้อย และในด้านความสามารถในการทำงานนั้น ความแตกต่างเกิดจากค่าของน้ำหนักต่อผลของลันจี ซึ่งแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักของลันจีแต่ผล เนื่องจากการทำงาน สามารถคว้านจำนวนเมล็ดทุกขนาดในเวลาที่ไม่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นน้ำหนักต่อผลของลันจีจึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการทำงาน ซึ่งจากข้อมูลในตารางสรุปผลการทดลองนี้สามารถบ่งชี้ได้ว่า การทำงานของเครื่องคว้านเมล็ดลันจีแบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังนั้น ความสามารถ

ในการทำงาน แปรผันตรงกับขนาดผล ผลที่มีขนาดเล็ก ความสามารถในการทำงานจะน้อย และความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้กับผลขนาดใหญ่ขึ้น เช่นเดียวกับเครื่องคว้านเมล็ดลีนจีแบบใช้แรงคนกด

### 8.6 ผลเปรียบเทียบการทดสอบต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดลีนจีทั้ง 2 แบบ

จากผลการทดสอบเครื่องคว้านลีนจีทั้ง 2 รูปแบบกับลีนจีทั้ง 3 สายพันธุ์หลัก คณะผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลเป็นตารางเปรียบเทียบการใช้งาน ในด้านอัตราการสูญเสียเนื้อลีนจีและด้านความสามารถในการทำงานเฉลี่ยดังรวมถึงขนาดของหัวค้ำที่เหมาะสมกับลีนจีแต่ละสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 - 3.3

ตารางที่ 3.1 : อัตราสูญเสียเนื้อลีนจีเฉลี่ยของเครื่องต้นแบบทั้ง 2 แบบกับลีนจี 3 สายพันธุ์ (หน่วย : ร้อยละ)

พันธุ์ลีนจี	รูปแบบเครื่องคว้านลีนจี	
	แบบใช้แรงคน	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	14.55	14.17
ฮงฮวย	11.15	12.30
จักรพรรดิ	8.51	7.36

ตารางที่ 3.2 ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยของเครื่องทั้ง 2 แบบกับลีนจี 3 สายพันธุ์ (หน่วย : กก./ชม.)

พันธุ์ลีนจี	รูปแบบเครื่องคว้านลีนจี	
	แบบใช้แรงคน	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	21.25	20.79
ฮงฮวย	27.25	31.42
จักรพรรดิ	30.74	42.65

ตารางที่ 3.3 : ความสามารถในการทำงานเฉลี่ยของเครื่องคว้านทั้ง 2 แบบเทียบกับกรรมวิธีเดิมของเกษตรกร (หน่วย : กก./ชม.)

พันธุ์ลิ้นจี่	รูปแบบการคว้านลิ้นจี่		
	มีดคว้านของเกษตรกร	เครื่องคว้านแบบแรงคนกด	เครื่องคว้านแบบมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	13.72	21.25	20.79
ฮงฮวย	14.28	27.25	31.42
จักรพรรดิ	17.63	30.74	42.65

ตารางที่ 3.4 : ขนาดของหัวคว้านที่เหมาะสมกับลิ้นจี่แต่ละสายพันธุ์ (หน่วย : มิลลิเมตร)

พันธุ์ลิ้นจี่	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวคว้านเมล็ดที่เหมาะสม	
	แบบใช้แรงคนกด	แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง
กิมเจง	14	14
ฮงฮวย	15	15
จักรพรรดิ	16	16

### 8.7 วิจารณ์ผลของการทดลองแต่ละรูปแบบเครื่องต้นแบบทั้งสองแบบ

จากผลการออกแบบและทดสอบเครื่องต้นแบบแบบที่ 1 เครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกดพบว่า ด้านความสามารถในการทำงาน (หน่วย: กิโลกรัม/ชั่วโมง) สามารถทำงานได้รวดเร็ว สามารถคว้านเมล็ดได้เร็วกว่ากรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร โดยมีความสามารถการทำงานเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 21.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ความสามารถการทำงานเฉลี่ย 27.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและสามารถความสามารถการทำงานเฉลี่ยมากที่สุด 30.74 กิโลกรัมต่อชั่วโมงเมื่อใช้กับพันธุ์จักรพรรดิ

ในด้านอัตราการสูญเสียเนื้อลิ้นจี่เฉลี่ย มีค่าสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 8.51 ในพันธุ์จักรพรรดิตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ร้อยละ 11.15 และอัตราการสูญเสียมากที่สุดร้อยละ 14.55 ในพันธุ์กิมเจงเนื่องจากขนาดของ

เมล็ดเล็กจึงมีเนื้อลื่นจีติดไปที่ขั้วเทียบกับเนื้อลื่นจีทั้งผลมาก โดยผลการทดสอบพบว่าพันธุ์กิมเจง เหมาะกับ หัวคว่านขนาด 14 มิลลิเมตร ส่วนพันธุ์ฮงฮวยเหมาะกับหัวคว่านขนาด 15 มิลลิเมตร และพันธุ์จักรพรรดี เหมาะกับหัวคว่านขนาด 16 มิลลิเมตร จึงจะมีอัตราการสูญเสียที่น้อยที่สุด ความสามารถในการทำงานที่สูงที่สุด โดยก่อนทำการคว่าน ควรมีการคัดขนาดเพื่อการเลือกใช้หัวคว่านที่เหมาะสมและลดอัตราการสูญเสีย เนื้อลื่นจีให้น้อยที่สุด ซึ่งหลังจากทำการคว่าน จะต้องทำการแกะเปลือกแยกเนื้อ ซึ่งลักษณะของเนื้อลื่นจี เมล็ดลื่นจี และเปลือกลื่นจีที่ได้ แสดงในรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการคว่านเมล็ดและ คัดแยก จะต้องทำการเก็บรักษาเนื้อลื่นจีเพื่อเตรียมการแปรรูปต่อไป

ในส่วนการออกแบบและทดสอบเครื่องคว่านเมล็ดลื่นจีแบบที่ 2 เครื่องคว่านเมล็ดลื่นจีแบบใช้ มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง พบว่า ด้านอัตราการสูญเสีย มีค่าสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 14.17 ในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย ร้อยละ 12.30 และอัตราการสูญเสียน้อยที่สุด ร้อยละ 7.36 ในพันธุ์จักรพรรดี เนื่องจาก ขนาดของผลโต ปริมาณเนื้อที่ติดไปกับขั้วเมื่อเทียบกับขนาดทั้งผลจึงเป็นอัตราส่วนที่น้อย ส่วนในด้าน ความสามารถในการทำงาน สามารถคว่านโดยใช้ความสามารถการทำงานเฉลี่ยเริ่มที่ 20.79 กิโลกรัมต่อ ชั่วโมงในพันธุ์กิมเจง ตามด้วยพันธุ์ฮงฮวย 31.42 กิโลกรัม และความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงสุดที่ 42.65 กิโลกรัม/ชั่วโมง ในพันธุ์จักรพรรดี ซึ่งในการเลือกใช้หัวคว่านพันธุ์กิมเจง เหมาะกับหัวคว่านเบอร์ 14 มิลลิเมตร พันธุ์ฮงฮวยเหมาะกับหัวคว่านเบอร์ 15 มิลลิเมตร พันธุ์จักรพรรดีเหมาะกับหัวคว่านเบอร์ 16 มิลลิเมตร โดยก่อนทำการคว่าน ควรมีการคัดขนาดก่อนทำการคว่าน เพื่อการเลือกใช้หัวคว่านที่เหมาะสม และลดอัตราการสูญเสียเนื้อลื่นจีให้น้อยที่สุด หลังจากทำการคว่านจะต้องทำการแกะเปลือกด้วยแรงคน โดย ลักษณะเนื้อลื่นจี เมล็ดลื่นจี และเปลือกลื่นจีที่ได้ มีลักษณะดังภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ซึ่งคุณภาพไม่ต่างจาก การใช้แรงคนแบบดั้งเดิม โดยก่อนทำการคว่าน ควรมีการคัดขนาดวัตถุดิบเพื่อการเลือกใช้หัวคว่านที่ เหมาะสมและลดอัตราการสูญเสียเนื้อลื่นจีให้น้อยที่สุด ซึ่งหลังจากทำการคว่าน จะต้องทำการแกะเปลือก แยกเนื้อ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการคว่านเมล็ดและคัดแยกจะต้องทำการเก็บรักษาเนื้อลื่นจีเพื่อเตรียมการแปรรูปต่อไป



ภาพที่ 6 เปลือกและเมล็ดลื่นจีที่ได้หลังจากใช้เครื่องคว่านเมล็ดทั้ง 2 รูปแบบ



ภาพที่ 7 เนื้อลิ้นจี่ที่ได้หลังจากใช้เครื่องคว้านเมล็ดทั้ง 2 รูปแบบ

#### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ:

จากผลการทดสอบและเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้แรงคนกด และเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่แบบใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังเมื่อนำมาเทียบกับกรรมวิธีดั้งเดิมของเกษตรกร พบว่า การคว้านลิ้นจี่ด้วยเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ทั้ง 2 แบบ สามารถทำงานทดแทนแรงงานคนแบบเดิมที่เป็นระดับแรงงานที่มีความชำนาญ (Skill worker level) ได้ โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงกว่าแรงงานคน เนื่องจากเครื่องต้นแบบทั้ง 2 รูปแบบนี้ สามารถคว้านลิ้นจี่ได้เร็ว และแม่นยำ โดยยังรักษาสภาพเนื้อลิ้นจี่ที่ได้ใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคนแบบดั้งเดิม โดยจากการออกแบบ ทดสอบและเก็บข้อมูลเครื่องต้นแบบทั้ง 2 รูปแบบ พบว่าความสามารถในการทำงานเฉลี่ยสูงสุด 42.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการสูญเสียเฉลี่ยน้อยสุดที่ร้อยละ 7.36 ซึ่งวิธีการใช้งานเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จะต้องมีการ คัดพันธ์ และคัดขนาดของลิ้นจี่ก่อนใช้งาน เลือกใช้หัวคว้านขนาดที่เหมาะสมกับผลลิ้นจี่ จึงจะได้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยขอแนะนำในการเลือกหัวคว้านให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดลิ้นจี่แต่ละสายพันธ์ ดังนี้

ลิ้นจี่พันธุ์กิมเจง มีขนาดเมล็ดระหว่าง 13-15 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 14 มิลลิเมตร

ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย มีขนาดเมล็ดระหว่าง 14-16 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 15 มิลลิเมตร

ลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ มีขนาดเมล็ดระหว่าง 16-18 มิลลิเมตร เหมาะกับหัวเจาะขนาด 16 มิลลิเมตร

จากบทสรุปที่ได้ ถ้าเกษตรกรมีการคัดแยกลิ้นจี่ตามสายพันธ์และคัดขนาดของผล และเลือกหัวคว้านขนาดที่เหมาะสมกับขนาดและพันธ์ลิ้นจี่ จะสามารถใช้งานเครื่องคว้านเมล็ดลิ้นจี่ทั้ง 2 แบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทดแทนแรงงานคนได้อย่างแท้จริง แก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน ลดเวลาการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ช่วยสนับสนุนการเตรียมการแปรรูปลิ้นจี่และเพิ่มผลกำไรให้เกษตรกรได้อย่างแท้จริง



**10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :**

คณะผู้วิจัยได้รับการติดต่อจากกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพแปรรูปลีนจี่จังหวัดลำปาง ในการนำเครื่องคว้านเมล็ดลีนจี่ไปใช้งานในฤดูกาลแรก ในช่วงเดือนพฤษภาคมของปี 2560 เป็นต้นไป

**11. คำขอบคุณ :**

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ทุกท่าน ที่ได้ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

**12. เอกสารอ้างอิง :**

นิทัศน์ ตั้งพินิจกุล .2547. เครื่องคว้านลำไยแบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ.รายงานโครงการฉบับสมบูรณ์ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร . 39 หน้า

นิวัฒน์ สุขวิบูลย์ .2558. พัฒนาพันธุ์ลีนจี่.รายงานโครงการวิจัย กรมวิชาการเกษตร. 46 หน้า

เข้าถึงได้จาก <http://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2128>

ประยูร จอมหล้า และ วิวัฒน์ คล่องพานิช .2550.การวิเคราะห์การกระจายของแรงในการคว้านเมล็ดลำไย , การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 ประจำปี 2550,โรงแรมโซฟิเทล ราชาออร์คิด จ.ขอนแก่น,22-24 มกราคม 2550. 204 หน้า.

ประพัฒน์ ชนะบูรณาศักดิ์ และคณะ .2537. เครื่องคว้านเมล็ดลำไย . ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล .คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 204 หน้า.

สัมพันธ์ ไชยเทพ.2542.เครื่องคว้านเนื้อลีนจี่แบบกึ่งอัตโนมัติ. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) .65 หน้า.

วิวัฒน์ คล่องพานิช.2543. เครื่องคัดขนาดและคว้านเมล็ดลำไย .รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประดิษฐ์กรรมเพื่อการพัฒนาชนบท. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.236 หน้า.