

# พัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

## Development of Maize Harvester

คณิศร์ กฤดากร<sup>1/</sup> จารุวัฒน์ มงคลธนทร<sup>2/</sup> สาทิส เวณจันทร์<sup>1/</sup>  
มงคล ตุ่นเข้า<sup>1/</sup> มานพ คันทามารัตน์<sup>3/</sup> สุทิน จูฑะสุวรรณ<sup>1/</sup>  
บาลทีศย์ ทองแดง<sup>1/</sup> ทองหยด จีราพันธ์<sup>3/</sup> วีระ สุขประเสริฐ<sup>3/</sup>  
สุชาติ สุขนิยม<sup>3/</sup> ทรงยศ จันทรมานิตย์<sup>1/</sup> อนุชา เชาวไร่<sup>3/</sup>

### บทคัดย่อ

การลดปัญหาขาดแคลนแรงงานคนในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการใช้เครื่องเกี่ยวนวดฯ แล้วนั้น ได้สำรวจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่าการใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวที่สูงถึง 1 ใน 3 ของต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลงได้ไม่น้อยกว่า 20% แต่จากการติดตามและทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ พบว่ายังมีข้อจำกัดหลายอย่าง จึงได้พัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและผลิตในประเทศ โดยดัดแปลงให้สามารถเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขึ้นใหม่ 2 แบบ แบบแรก ได้พัฒนาชุดหัวเกี่ยวบางส่วนและระบบนวดกะเทาะ แบบที่สอง ได้เปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวที่ใช้ราวใบมีดตัด เป็นชุดหัวผลิตฝักข้าวโพดขนาด 4 แถวแทน และพัฒนาระบบนวดกะเทาะด้วย แบบแรกมีอัตราการทำงาน 2 - 4 ไร่/ชม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของชุดราวใบมีด อีกแบบหนึ่งมีอัตราการทำงาน 5 - 6 ไร่/ชม. ทั้งสองแบบได้มีการนำไปผลิตเชิงพาณิชย์แล้ว

### คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญ ที่ประเทศไทยผลิตไม่เพียงพอับความต้องการใช้ในประเทศมาตลอด และต้องนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา เพราะมีการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นแทนมากขึ้นเพราะได้รับผลตอบแทนคุ้มค่ากว่า สาเหตุหนึ่งมาจากค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มสูงขึ้นมากโดยเฉพาะในช่วงเก็บเกี่ยวการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ใช้เครื่องจักรกลเกษตรเตรียมดินปลูก ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และการกะเทาะ ช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ในระดับหนึ่ง แต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวยังคงใช้แรงงานคนในการหักปลิดเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ละฝัก จึงต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก ซึ่งสภาพแรงงานภาคเกษตรกรรมที่ลดน้อยลงเรื่อยๆในปัจจุบัน ทำให้เกษตรกรนอกจากต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงแล้ว บ่อยครั้งที่ไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ทันฤดูกาล ส่งผลให้ผลิตผลเสียหายจากฝน ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย อีกสาเหตุหนึ่งคือ เกษตรกรต้องการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้เสร็จสิ้นก่อนที่ฤดูฝนจะหมด

### รหัสโครงการวิจัย 02-01-49-06

<sup>1/</sup> กลุ่มทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรกลเกษตร สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

<sup>2/</sup> สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร

<sup>3/</sup> ฝ่ายสร้างและผลิต สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร

<sup>4/</sup> ศปว.นครสวรรค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขต 5 กรมวิชาการเกษตร

เพราะต้องหารปลูกพืชใหม่ต่อจากข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เช่น ทานตะวัน ข้าวฟ่าง ฯลฯ ได้ทันก่อนที่ฤดูฝนจะผ่านไป เพื่อให้พืชปลูกใหม่ได้รับน้ำฝนเจริญงอกงามได้ดีจึงมีการนำเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศ ขนาดปลัดฝักได้ทีละ 4 แถวปลูก (ภาพที่ 1) มารับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 เป็นต้นมา ซึ่งสามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็มีข้อจำกัดด้านการใช้งานและเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูง ขึ้นตามอัตราแลกเปลี่ยนเงิน ปัจจุบันนี้จึงไม่สามารถซื้อเครื่องที่มีสภาพใหม่มาใช้ได้เพราะไม่คุ้มค่างบเงินลงทุน นอกจากนี้จะซื้อเครื่องที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ทำให้ต้องมีการซ่อมแซมบ่อยขึ้น และยังมีข้อจำกัดที่ต้องใช้อะไหล่เฉพาะของเครื่องยี่ห้อนั้นๆ ซึ่งหมายถึงว่าจะต้องนำเข้าอะไหล่มาจากต่างประเทศ เพราะไม่มีวางขายทั่วไปตามท้องตลาด จะมีจำหน่ายที่ตัวแทนผู้ส่งนำเข้าเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเท่านั้น จึงใช้เวลาในการสั่งซื้อ และราคาอะไหล่จะสูงจนผู้ใช้เครื่องไม่อยากที่จะซื้อมาเก็บสำรองไว้ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องเพิ่มสูงขึ้นด้วย หากสภาพการณ์เป็นเช่นนี้จะส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยแน่นอน

ในประเทศไทย มีการผลิตและใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวแบบไทย ที่ใช้ระบบขับเคลื่อนแบบตีนตะขาบ (ภาพที่ 2) มาเกือบ 20 ปี จนถึงขั้นส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศแล้วเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย มีข้อได้เปรียบตรงที่ทำงานในแปลงที่ดินยังมีสภาพเปียกแฉะ และใช้ระบบใบตัด (Cutter Bar) ตัดต้นข้าวได้ตลอดตามหน้ากว้างของหัวเกี่ยว ระยะห่างระหว่างแถวปลูกจึงไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของหัวเกี่ยว และโรงงานผลิตเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวในประเทศไทย มีกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพตามสายงานอยู่แล้ว ดังนั้นการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย จะมีผู้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้โดยตรง และเหมาะสมกว่าการเริ่มต้นสร้างต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีระบบขับเคลื่อนแบบล้อยางขึ้นมาใหม่ อย่างไรก็ตามเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ สามารถถอดเปลี่ยนหัวเกี่ยวเป็นหัวเกี่ยวทานตะวันหรือข้าวได้ด้วย ซึ่งมีการนำเข้ามาจำหน่ายด้วย จึงจะนำชุดหัวปลัดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มาประกอบแทนที่หัวเกี่ยวข้าวไทยเป็นเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อีกแบบหนึ่งด้วย



ภาพที่ 1 เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศ



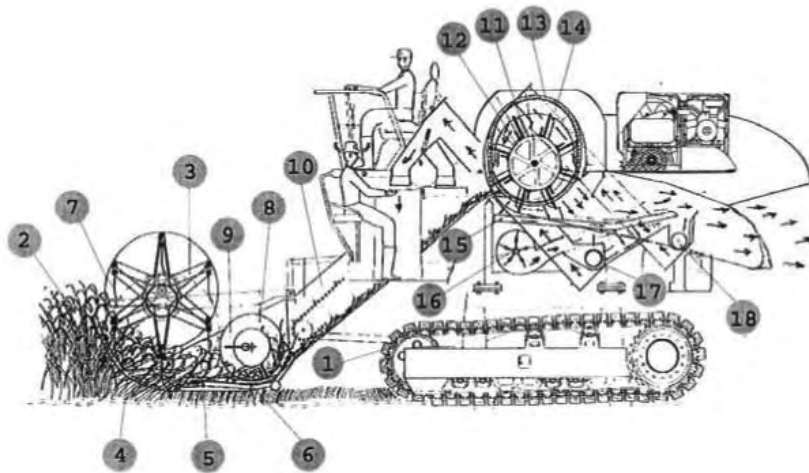
ภาพที่ 2 เครื่องเกี่ยวขนาดข้าว“ไทย”

เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย ถึงแม้ว่าจะมีรูปแบบเฉพาะที่แตกต่างจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวของประเทศอื่นๆ แต่ก็มีระบบและหลักการทำงานของเครื่องเหมือนเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวทั่วไป คือมีระบบเกี่ยวตัด ระบบพาส่งและลำเลียง ระบบนวด ระบบคัดแยกและทำความสะอาด ระบบส่งกำลังและระบบขับเคลื่อน ขั้นตอนและหลักการทำงานของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย (ดูตามภาพที่ 3 ประกอบ) จารุวัฒน์ (2551) กล่าวไว้ดังนี้ ใช้ระบบตีนตะขาบขับเคลื่อน (1) เข้าหาต้นข้าว (2) ต้นข้าวถูกโน้มเกี่ยวเข้าสู่ระบบการตัดโดยล้อราวพา (Reel) (3) และ

อุปกรณ์แหวกแบ่งต้นข้าว (Dividers) (4) ต้นข้าวจะถูกตัดขาดจากต้นด้วยชุดใบมีดตัด (5) และล้มตัวลงบนกระบะของหัวเกี่ยวซึ่งมีหน้าที่รองรับต้นข้าวที่ถูกเกี่ยวตัดจากต้นแล้ว (6) ต้นข้าวบนกระบะจะถูกเหล็กสปริงหรือหนวดกุ้ง (7) บนชุดล้อราวพา เขี่ยปัดเข้าให้ไปหาชุดเกลียวลำเลียง (8) เกลียวลำเลียงจะหมุนลำเลียงต้นข้าวเข้ามารวมตัวกันบริเวณส่วนกลางของชุดเกลียวลำเลียง ซึ่งมีซี่เหล็กกลม (9) ที่ผลุบเข้าผลุบออกจากแกนของชุดเกลียวลำเลียงหรือเกลียวผลุบ หมุนพลิกต้นข้าวเข้าไปในปล่องชุดโซ่ลำเลียงหรือคอเกี่ยว (10) ซึ่งมีซี่เหล็กฉากติดพาดขวางอยู่จะดึงพาดต้นข้าวขึ้นไปตามปล่องเข้าสู่ระบบนวด

ระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย เป็นระบบไหลตามแกน (Axial Flow) มีส่วนประกอบสำคัญ คือ ลูกนวด (11) ซี่พินนวด (12) ตะแกรงรอบลูกนวด (13) และครีบกเกลียววงเดือน (14) โดยซี่พินนวดจะหมุนตีแยกเมล็ดข้าวเปลือกให้หลุดออกจากรวง เมล็ดข้าวเปลือก เศษฟางท่อนสั้นๆ และฝุ่นละอองจะร่วงลอดช่องว่างของตะแกรงรอบลูกนวดตกลงไปบนตะแกรงโยก (15) ส่วนฟางยาวจะถูกลูกนวดหมุนพาลำเลียงไปตามครีบกเกลียววงเดือนซึ่งติดตั้งอยู่บนตะแกรงบนไปทางด้านปลายอีกด้านหนึ่งของลูกนวด แล้วถูกเป่าพัดออกไปจากเครื่องเกี่ยวนวด ส่วนเมล็ดข้าวเปลือก เศษฟางท่อนสั้น และฝุ่นละอองที่หลุดตะแกรงล่างแยกตัวออกจากระบบนวดจะตกลงบนในส่วนที่เป็นเหล็กแผ่นทึบของตะแกรงโยกก่อน แล้วถูกโยกให้ไหลไปสู่บริเวณที่เป็นตะแกรงรู เมล็ดข้าวเปลือกพร้อมฝุ่นละอองบางส่วนจะลุดรูตะแกรงลงไปบนถาดรางเมล็ดข้าวเปลือก โดยผ่านกระแสมที่พัดเป่าจากพัดลม (16) ลมจะเป่าฝุ่นละอองที่ลุดรูตะแกรงโยกลงไป พร้อมทั้งเป่าเศษฟางและสิ่งเจือปนต่างๆ บนตะแกรงโยกให้กระจายออกไปจากเครื่องด้วย

เมล็ดข้าวเปลือกที่คัดเป่าทำความสะอาดแล้ว จะตกลงไปในรางเกลียวลำเลียงเมล็ดข้าวเปลือก (17) แล้วถูกลำเลียงพาไปสู่ช่องทางออกข้าวเปลือก ซึ่งจะมีคนคอยใส่และเปลี่ยนกระสอบบรรจุอย่างต่อเนื่อง (เครื่องร่อนใหม่จะมีท่อลำเลียงข้าวเปลือกไปสู่ถังพัก ที่อยู่ส่วนบนของเครื่องเกี่ยวนวด ซึ่งมีท่อลำเลียงอีกชุดหนึ่งสำหรับส่งข้าวออกจากถังพักไปสู่รถบรรทุก) ส่วนเมล็ดข้าวเปลือกและเศษฟางบางส่วน ซึ่งไม่สามารถลุดผ่านช่องรูตะแกรงโยกหรือถูกลมเป่าออกจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว จะถูกโยกไหลตกลงไปในรางเกลียวลำเลียงข้าวเปลือกและสิ่งเจือปน (18) ซึ่งติดตั้งอยู่ปลายตะแกรงโยก แล้วถูกลำเลียงไปตามท่อเกลียวลำเลียงกลับเข้าไปในระบบนวด เพื่อนวดคัดแยกทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่ง การทำงานจะหมุนเวียนต่อเนื่องในขณะที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวทำงานอยู่



ภาพที่ 3 หลักการและลักษณะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวต้นแบบที่ใช้ในการทดลอง

จากการศึกษาเอกสาร สาทิสและคณะ (2540) รายงานว่า เครื่องนวดเมล็ดพืชแบบ กวศ. จะนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อลดจำนวนซี่ฟันนวดลง และปรับระยะห่างระหว่างปลายฟันนวดกับตะแกรงรอบลูกนวด จักรและคณะ (2539) ได้พัฒนาเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แถวเดี่ยวพร้อมชุดเปลือก แบบติดฟางด้านข้างรถแทรกเตอร์ วิชาและคณะ (2545) ออกแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาดเก็บเกี่ยวได้ครึ่งละแฉวเดี่ยว แบบใช้รถแทรกเตอร์ลากจูง ใช้เครื่องยนต์ดีเซลอีกเครื่องหนึ่งเป็นต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนเกี่ยวนวดทั้งหมด ทั้งสองเครื่องใช้งานได้ดีระดับหนึ่ง แต่ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง ทำให้ไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกร และไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ไม่พบว่ามีการวิจัยพัฒนาและผลิตเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตนเองโดยเฉพาะ แต่จากการสำรวจ พบว่ามีการนำเครื่องนวดข้าวไปกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้มในพื้นที่หลายแห่ง แต่ประสิทธิภาพด้านการแตกหักและสูญเสียของเมล็ดยังไม่ดีเท่าที่ควร และเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวบางราย ได้ทดลองสร้างเหล็กแผ่นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อกับเหล็กแบนหรือเหล็กพืดยื่นออกมา ลักษณะคล้ายหัวสำหรับหัวผมเพิ่มความยาวของกระบะหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่ยังไม่เป็นผลสำเร็จสมบูรณ์แล้วไม่ได้พัฒนาต่อและไม่มีการบันทึกไว้

ความต้องการใช้และข้อจำกัดของเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประกอบกับศักยภาพของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” รวมถึงข้อมูลงานวิจัยในอดีตและการสำรวจในพื้นที่ จึงมีความจำเป็นและเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ให้ใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ด้วย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมจึงดำเนินโครงการวิจัยพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเองโดยดำเนินการสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้และการผลิตเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากเกษตรกร เจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้งานกันในปัจจุบัน และผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ปัญหา ข้อจำกัด และข้อคิดเห็นของเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลงานวิจัยที่ได้สามารถเผยแพร่สู่ผู้เกี่ยวข้องต่อไปและสาธารณชนเพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์แล้ว และยังสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองด้วย นอกจากนี้ยังได้ดำเนินการทดสอบการใช้งานเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรใช้อยู่พร้อมทั้งพัฒนาเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมเคยออกแบบและเผยแพร่ไว้ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยลดข้อจำกัดการใช้งานของเครื่องดังกล่าว และได้นำข้อมูลต่างๆ มาใช้ในการออกแบบพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้สามารถใช้เกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ โดยพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ให้เป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไทย ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ข้อจำกัดของสภาพการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ เพื่อเป็นทางเลือกให้เกษตรกรและการสร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์เครื่องนวดข้าว

## วิธีดำเนินการ

โครงการพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย 3 การทดลอง ซึ่งแต่ละการทดลองจะใช้ อุปกรณ์และวิธีการแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

**การทดลองที่ 1.** การสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้ และการผลิตเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

**อุปกรณ์** แบบสอบถาม สำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เก็บข้อมูล

## วิธีการ 1. สํารวจข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะมี 2 วิธี คือ

ก) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ใช้วิธีเลือกตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ใช้แบบสอบถามสำรวจเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 341 ตัวอย่าง และผู้เป็นเจ้าของเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 27 ราย ใน จังหวัดที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตามหนังสือสถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ข) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) รวบรวมเอกสารและรายงานต่าง ๆ ของส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเอกสารคู่มือการใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตและนำเข้าจากต่างประเทศ

**ขอบเขตของการวิจัย** ศึกษาวิธีการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรปฏิบัติอยู่ ต้นทุนการผลิต ปัญหาข้อจำกัด และปัจจัยที่จะเกี่ยวข้องกับการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ความคิดเห็น ของเกษตรกรที่ปลูกและเกี่ยวข้องกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในจังหวัดที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พื้นราบหรือลาดเอียงน้อย

## 2. ผลการสำรวจ

### 2.1 สภาพการการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

### 2.2 การใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน

## 3. สรุปผลจากการทดลอง

**การทดลองที่ 2.** ทดสอบและออกแบบเครื่องผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศให้สามารถใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยรวมมีกับภาคเอกชน

## อุปกรณ์

1. เครื่องผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แถวเดี่ยว พร้อมรูดเปลือก แบบติดพ่วงด้านข้างรถแทรกเตอร์
2. เครื่องนวดข้าว
3. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดเล็ก
4. เครื่องมือวัดทางวิศวกรรม เช่น เครื่องวัดรอบ นาฬิกาจับเวลา เทปวัดระยะทาง เครื่องชั่งน้ำหนัก และตาชั่งสำหรับเก็บรวบรวมตัวอย่างของการทดสอบ เป็นต้น

## วิธีการ

1. ทดสอบและออกแบบพัฒนาเครื่องผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แถวเดี่ยว พร้อมรูดเปลือก แบบติดพ่วงด้านข้างรถแทรกเตอร์

2. ทดสอบพัฒนาเครื่องนวดข้าวให้สามารถกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มตามแบบของ สวศ. ผลิตโดยโรงงานเอกชน

3. ทดสอบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบต่างๆ ทั้งที่นำเข้าจากต่างประเทศ และผลิตภายในประเทศ

4. ทดสอบและออกแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศให้สามารถใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. สรุปผลจากการทดลอง

**การทดลองที่ 3.** วิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

**อุปกรณ์** 1. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยขนาดหน้ากว้างหัวเกี่ยว 2.4 ม. ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

2. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยขนาดหน้ากว้างหัวเกี่ยว 3 ม. ของภาคเอกชน

3. หัวผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขนาดผลิตได้ 4 แถว



#### 4. เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาดเล็ก

5. เครื่องมือโรงงานสำหรับพัฒนาเครื่องต้นแบบและเครื่องมือวัดทางวิศวกรรม เช่น เครื่องวัดรอบนาฬิกาจับเวลา เทปวัดระยะทาง เครื่องชั่งน้ำหนัก และตาข่ายเก็บตัวอย่างของการทดสอบ เป็นต้น

#### วิธีการ

สร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามมาตรฐานด้านวิศวกรรมโรงงานและทดสอบเครื่องต้นแบบตามมาตรฐานด้านวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตรในแปลงทดลอง (Field Performance Test of Combine Harvester) โดยร่วมกับภาคเอกชนผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวข้าวโดยตรง พัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยเป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง 2 แบบ คือ แบบที่ 1. ใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น และ แบบที่ 2. แบบใช้หัวปลิดฝัก ทั้งสองแบบมีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนแยกกันดังนี้

##### 1. พัฒนาเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 1)

แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น มีวิธีและขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 คัดเลือกเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทดสอบการทำงานเบื้องต้นโดยการนำไปเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.2 พัฒนาระบบเกี่ยวตัดของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวให้เหมาะสำหรับเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.3 พัฒนาระบบขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว ให้เหมาะสำหรับขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบตัดทั้งต้น

1.4 ทดสอบต้นแบบเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 1) แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น

1.5 พัฒนาขยายผลไปสู่เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาดอื่น ๆ ที่ภาคเอกชนจำหน่ายทั่วไป

##### 2. พัฒนาเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 2)

แบบใช้หัวปลิดฝักมีวิธีและขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

2.1 คัดเลือกเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และศึกษารูปแบบและข้อมูลด้านเทคนิควิศวกรรมเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ กับเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย

2.2 เปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย เป็นหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

2.3 พัฒนาระบบขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว ให้เหมาะสำหรับขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลิดเฉพาะฝัก

2.4 ทดสอบต้นแบบเครื่องเกี่ยวเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 2) แบบใช้หัวปลิดฝัก

##### 3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

##### 4. สรุปผลจากการทดลอง

**ระยะเวลา** เริ่มต้น ตุลาคม 2548 สิ้นสุด กันยายน 2551

**สถานที่ดำเนินการ** สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม โรงงานของกลุ่มโรงงานเกษตรพัฒนา แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และของเกษตรกรใน จ.นครสวรรค์ ลพบุรี อุทัยธานี และ นครราชสีมา ฯลฯ

### การทดลองที่ 1. การสำรวจรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการใช้และการผลิตเครื่องเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

#### 1.1 สภาพการการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากผลการสำรวจ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชไร่มีขนาดใหญ่ เกษตรกรจะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 2 ครั้ง/ปี หรือปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สลับกับพืชอื่น ช่วงเวลาปลูกจะขึ้นอยู่กับสภาพฝนเป็นสำคัญจึงมีการใช้เครื่องจักรกลเกษตรในทุกขั้นตอนการผลิต เพื่อให้การปฏิบัติงานตามขั้นตอนทันเวลา ตั้งแต่ เตรียมดิน ปลูก ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และนวดกะเทาะ ยกเว้นการเก็บเกี่ยว ที่ยังใช้คนเป็นหลักในการหักปลิดเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ละฝัก จึงต้องใช้แรงงานจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวสูงกว่า 1,000 บาท/ไร่ หรือสูงกว่า 1 ใน 3 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด การขาดแรงงานทำให้เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่ทันฤดูกาลต้นล้มผลิตผลเสียหายจากพายุฝน หรือเตรียมดินปลูกพืชไม่ทันก่อนที่ฝนจะหมดฤดู ประมาณ 10 กว่าปีแล้วมีการใช้นำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศมาปรับจ้าง ปัจจุบันราคาค่าเกี่ยว 600 - 750 บาท/ตัน ต่ำกว่าการใช้คนไม่น้อยกว่า 20% ปัจจุบันเริ่มมีการดัดแปลงเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” มาเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้วแต่ยังไม่สมบูรณ์ และล่าสุดได้เริ่มนำเข้าเฉพาะชุดหัวปลิดฝักจากต่างประเทศมาประกอบกับส่วนอื่น ๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” แล้ว เพราะเครื่องที่นำเข้ามีราคาสูงมากจนไม่คุ้มทุน เครื่องทั้ง 3 แบบจะมีข้อดีและข้อจำกัดต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง ซึ่งเป็นข้อมูลนำมาพิจารณาใช้ในการออกแบบพัฒนาต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป รายละเอียดการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีดังต่อไปนี้

**การเตรียมดิน** ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต้องอาศัยน้ำฝน แปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในท้องถิ่นเดียวกันหรือเขตติดต่อกัน จึงเตรียมดินพร้อมกัน เกษตรกร 80 % จะมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เฉลี่ย 20 - 25 ไร่ ขึ้นไป เกษตรกรส่วนใหญ่ 75.20 % จะมีรถแทรกเตอร์เป็นของตนเอง รถแทรกเตอร์ที่ใช้กันส่วนมากขนาดใหญ่ 60 - 75 แรงม้า 87.39 % ขนาด 20 - 25 แรงม้า 9.68 % และที่เหลือเป็นรถไถเดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงนา ค่าจ้างเตรียมดินทั้งไถตะและไถแปรส่วนใหญ่ 530 บาท/ไร่

**การปลูก** เพราะต้องปลูกให้ทันฝน เกษตรกรส่วนใหญ่จึงมีเครื่องหยอดใช้เอง เพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ทันทีที่ต้องการ เครื่องหยอดมีแบบ 2 และ 4 แถว 51.82 และ 48.18 % ตามลำดับ แบบ 4 แถวช่วยลดเวลาการทำงาน แต่แบบ 2 แถวจะใช้ได้ดีในแปลงที่มีพืชรากไม่สม่ำเสมอ ลาดเอียงหรือเป็นเนิน เพราะมีอุปกรณ์เปิดร่อง 2 ชุด จึงเอียงตัวแทรกจมดินตลอดเวลา เมล็ดพันธุ์จึงจมดินอย่างสม่ำเสมอ ระยะห่างของแถวปลูก 70-75 ซม. เป็นส่วนใหญ่ 90.74 % ใช้เมล็ดพันธุ์ 3 - 3.5 กก./ไร่ ค่าจ้างปลูกส่วนใหญ่ 120 บาท/ไร่ มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงนาเพิ่มมากขึ้นตลอดมา ทั้งแทนข้าวนาปรังและปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้ง 2 ฤดู เพราะได้ผลตอบแทนดีกว่าข้าว โดยใช้ระยะระหว่างแถว 60 - 65 ซม. ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

**การกำจัดวัชพืช** มีการควบคุมวัชพืช 1 ครั้ง และกำจัดวัชพืช 1 ครั้งตลอดอายุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยหลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วเกษตรกรส่วนใหญ่ 96.89 % จะพ่นสารเคมีคุมวัชพืชทันทีหรือไม่เกิน 3 วันเพื่อไม่ให้วัชพืชงอกก่อนต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นอกนั้นจะใช้แรงงานคน อุปกรณ์พ่นสารเคมีมี 3 แบบ คือ แบบ Boom Sprayer แบบสะพายหลัง และแบบใช้ปั๊มแรงดันสูงที่มีท่ออย่างต่อเนื่องไปยังหัวพ่น ผู้มีรถแทรกเตอร์จะมีอุปกรณ์พ่นสารเคมีของตนเองและรับจ้างในอัตรา 50 บาท/ไร่ กำจัดวัชพืชจะใช้วิธีกล เมื่อต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุ 20 - 25 วัน เกษตรกรส่วนใหญ่ 95.15 % ใช้อุปกรณ์กำจัดวัชพืชที่มีถังใส่ปุ๋ยประกอบอยู่ด้านบน พ่วงติดท้ายรถแทรกเตอร์หรือ

รถไถเดินตามวิ่งตามแถวปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปุ๋ยจะถูกโรยเป็นแถวตามโคนต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้วใบพาลจะกำจัดวัชพืชและพลิกดินกลบทับปุ๋ยตลอดแถว ความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะบังคับให้ต้องทำก่อนที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีอายุ 1 เดือน เกษตรกรส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์กำจัดวัชพืชของตนเองและไปรับจ้างในอัตรา 120 บาท/ไร่ มีบางส่วนจำเป็นต้องใช้แรงงานคนเพราะดำเนินการไม่ทันความสูงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

**การใส่ปุ๋ย** ตลอดอายุข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบ่งเป็น 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นพร้อมกับหยอดเมล็ดพันธุ์ โดยใช้เครื่องหยอดที่มีอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยติดตั้งไว้ด้วยแล้ว ครั้งที่ 2 ใส่เมื่อต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีอายุ 20 - 25 วัน ในขั้นตอนกำจัดวัชพืช โดยใช้เครื่องกำจัดวัชพืชพร้อมใส่ปุ๋ย เกษตรกรบางส่วนใช้คนโรยหรือใช้ถุงปุ๋ยเจาะรูปล่อยเมล็ดปุ๋ยให้ไหลตามท่อ PVC ลงตามโคนต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังจากกำจัดวัชพืชแล้ว ครั้งที่ 3 ใส่เมื่อต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุ 40 - 45 วันหรือก่อนออกดอก โดยวิธีหว่านกระจายทั่วแปลง เพราะต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงเกินกว่าจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ใดๆ แล้ว อัตราค่าจ้างใส่ปุ๋ย 50 บาท/ปุ๋ย 1 กระสอบ (50 กก.) ปุ๋ยที่ใส่ครั้งที่ 1 เป็นปุ๋ยสูตรตามชนิดของดิน ครั้งที่ 2 เป็นปุ๋ยสูตรตามชนิดของดินและยูเรีย ครั้งที่ 3 เป็นปุ๋ยยูเรีย ในจ.ลพบุรีและเพชรบูรณ์ จะใส่ปุ๋ยคอกก่อนการไถตะ มีต้นทุนเพิ่มขึ้น 200 บาท/ไร่

#### การเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้แรงงานคน

เจ้าของแปลงต้องจ่ายค่านายหน้าจัดหาคนงานส่ง 20 บาท/วัน/คน ค่าจ้างคนงานปอกเปลือกแล้วปลิดฝัก อีกระสอบละ 35 - 45 บาท (เฉลี่ย 90 - 100 กก.ฝัก) โดยเริ่มจากปอกเปลือกแล้วปลิดฝักที่ละฝักใส่ตะกร้าหรือกระสอบปุ๋ยจนเต็ม แล้วจึงนำไปเทใส่กระสอบป่าน มัดปากให้แน่น (ภาพที่ 4) และมีคนงานอีก 4 - 5 คนขนย้ายกระสอบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ออกจากแปลงไปรวมกองกันไว้บริเวณบ้านหรือยุ้งโดยใช้รถถีบเต็น หรือรถบรรทุก

หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หมดทุกแปลงแล้วจะติดต่อพ่อค้าผู้รับซื้อให้นำเครื่องกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (เกษตรกรจะเรียกว่า“เครื่องสีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์”) (ภาพที่ 5) มากะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่บ้านและรับซื้อเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไป ราคาเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะขึ้นกับราคาตลาดในช่วงนั้น และความชื้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยไม่ปอกเปลือกบางพื้นที่ เช่น อ.สีคิ้ว และด่านขุนทด แต่ต้องจ่ายค่ากะเทาะแพงกว่า เกษตรกรบางรายไม่มีพื้นที่เก็บรวบรวมฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และลดความยุ่งยาก จะขายข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งฝัก ซึ่งจะได้ราคาเพียงครึ่งหนึ่งของราคาข้าวโพดเมล็ด



ภาพที่ 4 ขั้นตอนเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานคน

- (ก) เดินปลิดเก็บเป็นกลุ่ม
- (ข) ปอกเปลือกด้วยมีดและปลิดฝัก
- (ค) ใส่ตะกร้าแล้วบรรจุกระสอบ
- (ง) ขนย้ายออกจากแปลง



ภาพที่ 5 เครื่องกะเทาะข้าวโพดรับจ้างขนาดใหญ่มีขีดความสามารถในการทำงานมากกว่าชั่วโมงละ 10 ตัน



### ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้แรงงานคน

จากการศึกษาและสอบถามเกษตรกร เกษตรกร 1 คนจะปอกเปลือกและปลิดฝักได้วันละ 0.5 - 0.6 ไร่/วัน (8 ชั่วโมง) จากการสำรวจเกษตรกรจะปลูกในพื้นที่โดยเฉลี่ย 20 - 50 ไร่ ถ้าเก็บเกี่ยววันละ 20 ไร่ จะต้องหาคนงานอย่างน้อยวันละ 20 คน ค่าใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้แรงงานคนได้ ดังนี้

ก. ค่านายหน้าหาแรงงาน 20 บาท/คน/วัน

ความสามารถในการปลิดฝักและแกะเปลือกของแรงงานคน 8 กระสอบ/วัน/คน

ค่านายหน้าหาแรงงานคิดเป็นกระสอบละ  $20 \div 8 = 2.50$  บาท

ข. ค่ากระสอบปานไบละ 20 บาท เป็นอย่างต่ำ มีอายุการใช้งาน 3 ปี ค่ากระสอบปาน  $20 \div 3 = 6.67$  บาท

ค. ค่าจ้างแรงงานคนปอกเปลือกและปลิดฝักเฉลี่ย = 40 บาท/กระสอบฝัก

ง. ค่าขนย้ายฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออกจากไร่ = 12 บาท/กระสอบฝักเป็นอย่างต่ำ

จ. ค่าจ้างเครื่องกะเทาะเมล็ด ต้นละ 250 บาท

ข้อมูลจากการสอบถามเกษตรกร พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฝัก 1 กระสอบ (90 - 100 กก.) จะกะเทาะได้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประมาณ 70 - 75 กก. ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากการศึกษา ซึ่งพบว่า 1 กก. ฝักจะมีเมล็ดประมาณ 730 ก. ดังนั้นจึงประมาณการในลักษณะทางด้านสูง คือ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ฝัก 1 กระสอบ จะกะเทาะได้เมล็ด 75 กก. ค่าจ้างกะเทาะเมล็ด  $250/1000 \times 75 = 18.75$  บาท/กระสอบฝัก

ฉ. รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด  $2.50 + 6.67 + 40 + 12 + 18.75 = 79.92$  บาท/กระสอบฝัก

ช. เมล็ดข้าวโพด 1 ตัน จะต้องใช้ข้าวโพดฝัก  $1,000 \div 75 = 13.33$  กระสอบ

สรุปค่าใช้จ่ายของการเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคนในลักษณะคำนวณเป็นต่อน้ำหนักเมล็ดข้าวโพด =  $13.33 \times 79.92 = 1,065.33$  บาท/ตันเมล็ดข้าวโพด

### ตารางที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ค่าใช้จ่าย	ค่าแรง บาท/ไร่	ค่าวัสดุ บาท/ไร่
1. เตรียมดิน ไถตะ 300 + ไถแปร 230	530	-
2. ปลูก(ใช้เครื่องหยอดเมล็ด)	120	620
3. ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ในช่วงใช้อุปกรณ์กร่องกำจัดวัชพืช ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หรือ 3 ใช้คนหว่านตอนออกดอก	120 50	
5. ใช้อุปกรณ์ฉีดพ่นสารเคมีคลุมวัชพืชตามหลังเครื่องหยอด หรือใช้เครื่องฉีดพ่นแบบสะพายหลัง	50	150
6. ใช้คนเก็บเกี่ยวเกี่ยว	1,065	
7. ค่าเมล็ดพันธุ์ 110 บาท/กก. ต้องใช้ไร่ละ 3 กก.		330
<b>รวม</b>	<b>1,935</b>	<b>1,100</b>
<b>รวมค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อ 1 ไร่</b>	<b>3035</b>	

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาและสอบถามเกษตรกร พื้นที่จังหวัดเดียวกันหรือเขตติดต่อจะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงเวลาเดียวกันจึงเก็บเกี่ยวช่วงเวลาเดียวกันซึ่งตรงฤดูเก็บเกี่ยวพืชอื่นทำให้แรงงานขาดแคลนค่าใช้จ่ายในการใช้คนเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมถึงการใช้เครื่องกะเทาะจะมากกว่า 1,000 บาท/ไร่หรือสูงกว่า 1 ใน 3 ของ

ต้นทุนการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ซึ่งรวมแล้วประมาณ 3,035 บาท/ไร่ (ตารางที่ 1) จึงพบว่าเริ่มมีการใช้เครื่องเกี่ยว นวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้ว ประมาณ 21.82% โดยมีเหตุผลว่า ค่าจ้างคนเก็บจะสูงขึ้นทุกปี มีปัญหายุ่งยากเกี่ยวกับ การดูแลคนงาน ใช้เวลาเก็บเกี่ยวนานบางครั้งปลุกพืชในฤดูต่อไปไม่ทัน ปัจจัยอิทธิพลที่จะสนับสนุนให้เกษตรกรใช้ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มากขึ้น จากความเห็นของเกษตรกร 97.29% เห็นว่าสภาวะขาดแคลนแรงงาน ด้านการเก็บเกี่ยว จะเป็นตัวชี้วัดหรือทำให้เกษตรกรใช้เครื่องเกี่ยวนวดแทนคนมากขึ้น 58.59% เห็นว่าเครื่องเกี่ยว นวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้ 74.04% เห็นว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะเหมาะกว่าปลัดฝัก แต่มีเกษตรกรบางพื้นที่ต้องการได้ซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาใช้เป็นเชื้อเพลิง 70.59% เห็นว่าความเสียหายจากการ ร่วงหล่นและการเก็บเกี่ยวไม่หมด เป็นปัจจัยที่เป็นอิทธิพลสำคัญที่สุดโดยเฉพาะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยที่ดัดแปลง มาใช้เกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความเสียหายสูงเกินไป 55.41% ต้องการให้ปรับปรุงพัฒนาประสิทธิภาพการ ใช้งานให้ดีขึ้น ในอนาคต เพราะมีความจำเป็น เพราะเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยที่ดัดแปลงมาใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะซ้อนตัดต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ลำต้นล้มได้ระบบขับเคลื่อนแบบตีนตะขาบซึ่งทำให้เกิดแรงกดทับดินน้อยกว่าล้ออย่าง ยังช่วยให้การไถเตรียมดินในแปลงเพื่อปลุกพืชฤดูต่อไปง่ายขึ้น

## 1.2 การใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปัจจุบัน

จากปัญหาด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายในการเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงมีผู้ประกอบการนำเครื่องเกี่ยว นวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มารับจ้างในราคา 600 - 750 บาท/ตันเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในกรณีที่ได้ผลผลิตข้าวโพด เลี้ยงสัตว์สูงกว่า 800 กก.เมล็ดข้าวโพด/ไร่ แต่จะคิดค่ารับจ้าง 450 - 500 บาท/ไร่ ในกรณีที่ได้ผลผลิตต่ำกว่า 800 กก.เมล็ดข้าวโพด/ไร่ ทำให้ลดต้นทุนในขั้นตอนการเกี่ยวเกี่ยวลงได้ไม่น้อยกว่า 20%

ฤดูกาลเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนสภาพ แปลงจึงเปียกแฉะ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศจะใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนจึงไม่ สามารถเข้าไปทำงานในสภาพแปลงที่ดินเปียกแฉะได้เพราะเกิดการลื่นไถลสูง ขอบเขตการใช้งานจึงไม่กว้างขวาง สนองความต้องการของเกษตรกรส่วนใหญ่ จึงมีเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ซึ่งใช้ระบบตีนตะขาบในการ ขับเคลื่อนจึงใช้งานในสภาพแปลงที่มีดินเปียกแฉะได้บางราย ได้ดัดแปลงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวของตนให้เกี่ยวนวด ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้และนำออกไปรับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย แต่ก็ประสบปัญหาการใช้งานบางประการ เช่น ระบบเกี่ยวตัดและมีการสูญเสียของเมล็ดสูง จึงไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรเท่าที่ควร เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เกษตรกรใช้กันในประเทศไทยมี 3 แบบ คือ แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง แบบที่ดัดแปลงจากเครื่อง เกี่ยวนวดข้าว “ไทย” และ แบบที่นำเข้ามาเฉพาะชุดหัวปลัดฝักจากต่างประเทศมาประกอบกับส่วนอื่น ๆ ของเครื่อง เกี่ยวนวดข้าว “ไทย”

### 1.2.1 เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง

ประมาณปี พ.ศ. 2538 - 2539 มีการนำเข้าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง จากต่างประเทศมารับจ้าง ซึ่งเป็นเครื่องใหม่ราคาขณะนั้นประมาณ 3 ล้านบาท แต่หลังวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 เงินบาทอ่อนตัวลง ราคาเครื่องใหม่จึงสูงถึง 4.0 - 5.0 ล้านบาท แต่ปัญหาการขาดแคลนแรงงานเกี่ยว เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแหล่งที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก เช่น จ.สระบุรี ลพบุรี เพชรบูรณ์ และ นครสวรรค์ อยู่ในขั้นวิกฤต จึงมีการนำเข้าเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้วจากต่างประเทศเข้ามาในช่วง 3 - 4 ปีที่ผ่านมา จำนวนพอสมควร โดยราคาเครื่องจะอยู่ระหว่าง 1.5 - 2.5 ล้านบาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับยี่ห้อและสภาพของเครื่อง โดยเครื่องที่นำเข้ามาส่วนใหญ่จะเป็นยี่ห้อ John Deere และ Claas เครื่องที่นำเข้ามาเกือบทั้งหมด จะเป็นขนาดหัว

เกี่ยวที่เก็บเกี่ยวได้ 4 แถว (ภาพที่ 6) ในช่วงแรก ๆ เครื่องเกาที่นำเข้ามาบางเครื่องยังอยู่ในสภาพดีมาก แต่ในช่วงต่อมา มักจะอยู่ในสภาพไม่ดีนัก บางเครื่องต้องนำมาซ่อมแซมเปลี่ยนอะไหล่ชิ้นส่วนบางอย่างก่อนจึงจะใช้งานได้ ค่าซ่อมเปลี่ยนอะไหล่ใหม่นั้นจะอยู่ระหว่าง 10 - 20% ของราคาซื้อ

เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่องนั้น จะผลิตเก็บเฉพาะฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยไม่ตัดต้น โดยการใช้ลูกกลิ้งที่มีเกลียวและแผ่นเหล็กสำหรับรูดปลิดฝักติดอยู่ที่ผิวของลูกกลิ้ง โดยในแต่ละแถวจะมีลูกกลิ้ง 2 ลูก หมุนสวนทางกัน โดยเครื่องจะเคลื่อนเข้าหาต้นข้าวโพด ส่วนลำต้นซึ่งมีขนาดความหนาเล็กกว่าฝักจะลอดผ่านระยะห่างระหว่างใบปลิดบนลูกกลิ้ง ส่วนฝักข้าวโพดจะค้างอยู่บนกลไกโซ่ลำเลียง ซึ่งติดตั้งอยู่เหนือลูกกลิ้ง พาลำเลียงส่งต่อไปยังเกลียวลำเลียง แล้วส่งเข้าระบบนวดกะเทาะ



ภาพที่ 6 เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์  
ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษา และสอบถามเกษตรกรและเจ้าของเครื่อง จากสภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบนำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง พบข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

1) เครื่องแบบนี้ใช้ล้อยางในการขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยว ทำให้ทำงานสะดวก สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อย ทำงานได้ดีเฉพาะในที่แห้งถึงแม้จะมีเศษหินในแปลงก็ตาม แต่ไม่สามารถทำงานได้ในสภาพดินเปียกแฉะ จึงต้องรอเวลาให้สภาพผิวดินในแปลงที่จะเกี่ยวแห้งจนหมดจนดินไม่ติดล้อแล้ว จึงจะลงไปเกี่ยวเกี่ยวได้ ต้องเสียเวลาอย่างน้อย 2 - 3 วัน ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของดินและสภาพการระบายน้ำของแปลง ช่วงระยะทำงานเพื่อหารายได้ในช่วงฤดูกาลเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนน้อยกว่าที่ควร

2) ระบบกลไกต่างๆ ทันสมัย สะดวกสบายในการใช้งาน แต่ก็ทำให้การซ่อมแซมบำรุงรักษามีความยุ่งยากซับซ้อน ประเด็นสำคัญที่สุดคือ ราคาอะไหล่สำหรับเปลี่ยนส่วนที่ชำรุดมีราคาแพงมาก ตัวอย่างเช่น สายพานขับเคลื่อนลูกนวดราคาเส้นละเกือบ 30,000 บาท และยังต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศเป็นต้น บางครั้งไม่สามารถหาซื้อได้ในเวลาที่ต้องการ ทำให้เสียโอกาสในการทำงานหารายได้ในช่วงเวลาที่มืองานซุก

3) เครื่องมีขนาดใหญ่ คือ มีขนาดความกว้าง ยาว และสูง มากกว่า 3.5 9.5 และ 3.8 ม. ตามลำดับ ทำให้มีความยากลำบากในการเคลื่อนย้ายเป็นระยะทางไกลๆ ด้วยรถบรรทุก จำเป็นต้องขับเคลื่อนย้ายเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์บนพื้นถนน ทำให้เสียเวลาในการเดินทางเป็นระยะทางไกลในกรณีต้องการไปปรับจ้างในต่างถิ่นไกลๆ นอกจากทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงแล้ว ยังเสียโอกาสเวลาในการรับจ้างด้วย น้ำหนักของเครื่องเกือบ 10 ตัน ส่งถ่ายไปยังล้อ 4 ล้อ ทำให้เกิดแรงกดดินสูงมาก ส่งผลกระทบต่อการไถเตรียมดินในฤดูต่อไป

- 4) เมล็ดข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวกะเทาะได้ส่วนใหญ่จะมีความสะอาดสูง แต่ก็มีปริมาณเมล็ดแตกสูงด้วย
- 5) เนื่องจากการทำงานในลักษณะที่ไม่มีการตัดต้น หากสภาพแปลงมีวัชพืช โดยเฉพาะที่เป็นเถาเลื้อย จะทำให้เกิดการพันติดชิ้นส่วนต่างๆ จนต้องหยุดเครื่องเพื่อนำวัชพืชต่างๆ ออก ทำให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน บางครั้งก่อความเสียหายต่อระบบกลไกและชิ้นส่วนต่างๆ ด้วย
- 6) ระยะห่างระหว่างแถวจะเป็นข้อจำกัดในการจะใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเพราะระยะห่างของช่องปลัดฝักมีระยะ 75 ซม. ปรับเปลี่ยนขนาดไม่ได้

### 1.2.2 เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย”

ความต้องการเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของเกษตรกรอยู่ในระดับเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงมีเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ซึ่งเป็นแบบที่พัฒนาผลิตรอกจำหน่ายเพื่อใช้ในแปลงนาข้าวในประเทศ ซึ่งมีสภาพเปียกแฉะและเป็นหล่ม โดยการใช้ระบบขับเคลื่อนแบบดินตะขาบ มาปรับปรุงหัวเกี่ยวออกรับจ้างเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย (ภาพที่ 7) แต่ผลการทำงานในช่วงที่ผ่านมายังไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรเท่าที่ควร เนื่องจากต้นข้าวมีลักษณะแตกต่างกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การที่จะนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมาใช้เกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบกลไกบางอย่างให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ที่นำออกรับจ้างในช่วงแรกนั้นไม่มีการปรับปรุงดัดแปลง หรือมีการดัดแปลงบ้างเล็กน้อย ตามประสบการณ์และความเข้าใจของเจ้าของเครื่อง การทำงานของเครื่องจึงไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากล้อราวพาที่ติดอยู่ด้านหน้าสุดจะผลักดันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ล้ม และซี่เหล็กสปริงบนล้อราวพาจะตีฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลุดตกลงบนพื้นแปลงก่อนถึงถาดหัวเกี่ยว จนเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวบางรายต้องใส่เพิ่มซี่เหล็กแบนที่มีลักษณะคล้ายหวี ที่หน้าถาดของหัวเกี่ยวเพื่อรองรับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกใบมีดตัดแล้ว แต่การสร้างเป็นแผงใหญ่ที่มีซี่เหล็กแบนยึดติดกันทั้งแผงแบบถาวร จึงมีน้ำหนักมากประกอบใส่ยาก และซี่เหล็กแบนมักจะอยู่ในตำแหน่งปิดบังชุดราวใบมีดกับการ์ดป้องกันใบมีด ทำให้ระบบการตัดต้นทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงขาดจากตอบ้างไม่ขาดบ้าง ทำให้หลุดตกลงบนพื้นแปลงก่อนถึงถาดหัวเกี่ยว ซี่เหล็กดังกล่าวนี้มีหลายแบบหลายขนาด ขึ้นอยู่กับความพอใจของเจ้าของเครื่องแต่ละคน (ภาพที่ 7) จึงไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ไม่ได้มีการพัฒนาต่อ และไม่มีการบันทึกไว้

นอกจากนี้ระบบนวดกะเทาะและคัดแยกทำความสะอาดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจะแตกต่างจากเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเป็นอย่างมาก ทำให้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นวดกะเทาะได้มี



ภาพที่ 7 เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ใส่ซี่เหล็กแบนแบบติดกันถาวรเป็นแผงใหญ่ หน้าชุดราวใบมีดตัดแบบต่างๆ



สิ่งเจือปนมากและเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถูกเป่าทิ้งออกจากเครื่องตกเสียหายบนพื้นดินในอัตราสูงพอสมควร ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของเกษตรกร

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาในสภาพการใช้งานจริง และสอบถามเกษตรกรและเจ้าของเครื่อง สามารถสรุปข้อดีข้อเสียได้ ดังนี้

1) ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ในด้านคุณภาพการทำงานมิได้ด้อยกว่าแบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ แต่เกษตรกรบางส่วนยังมีความรู้สึกว่าการสูญเสียสูง เนื่องจากมีเครื่องที่นำออกจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันจำนวนมากมิได้ปรับปรุงดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถึงแม้ว่าบางรายได้ปรับปรุงแล้วแต่ยังไม่สามารถปรับแต่งระบบกลไกต่างๆ โดยเฉพาะระบบนวดกะเทาะได้อย่างถูกต้อง จึงยังทำให้เกิดการเสียหายสูง จึงต้องติดตามทดสอบเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ตามหลักวิชาการต่อไป

2) เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” เมื่อดัดแปลงมาใช้กับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีขนาดเล็กกว่าเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงบรรทุกรถเคลื่อนย้ายไปรับจ้างในพื้นที่ต่างๆ ได้สะดวก แต่ก็มีปัญหาในการขับเคลื่อนข้ามผ่านถนนหลวม เนื่องจากตีนตะขาบเหล็กที่ใช้ขับเคลื่อนจะทำความเสียหายต่อพื้นถนน เป็นเรื่องผิดกฎหมาย

3) เครื่องดัดแปลงของไทยนั้น ถึงแม้จะสามารถใช้งานได้ดีในสภาพพื้นดินเปียกแฉะ แต่ระบบการเก็บเกี่ยวจะตัดต้นข้าวโพดเข้าส่งไปสู่ระบบนวดกะเทาะด้วย ทำให้อัตราการทำงานต่อชั่วโมงต่ำกว่าเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศที่ระบบเก็บเกี่ยวจะปลิดเฉพาะฝักข้าวโพดส่งไปสู่ระบบนวดกะเทาะเท่านั้น แต่มีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันสูงกว่าแบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

4) เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” เมื่อนำมาดัดแปลงใช้เกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชิ้นส่วนต่างๆ จะชำรุดเสียหายมากกว่าใช้เกี่ยวนวดข้าวเนื่องจากมีแรงกระแทกจากฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อซี่ตะแกรงรอบลูกนวดสูงกว่าข้าว ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมมากกว่า อย่างไรก็ตาม เจ้าของเครื่องสามารถทำการซ่อมแซมแก้ไขเองได้ โดยเสียค่าใช้จ่ายไม่มากนัก เนื่องจากอะไหล่ต่างๆ ผลิตในประเทศ ในภาพรวมจะเสียค่าใช้จ่ายด้านนี้ต่ำกว่าเครื่องนำเข้ามาจากต่างประเทศอย่างมาก

5) การใช้ชุดแฉะเหล็กที่มีลักษณะคล้ายหวี มาเป็นอุปกรณ์เสริมหน้าถาดของหัวเกี่ยวเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยเพื่อใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้น เป็นการดัดแปลงรูปแบบมาจากรูปแบบของหัวเกี่ยวทานตะวันที่มีการนำเข้ามาจากต่างประเทศพร้อมกับเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่รูปแบบและลักษณะที่มีการใช้กันอยู่ยังไม่มีความแน่นอนต่างคนต่างพัฒนารูปแบบตามความคิดของตนเอง จึงใช้งานได้ระดับหนึ่งเท่านั้น โดยยังไม่สมบูรณ์เพราะทำให้ระบบตัดต้นมีประสิทธิภาพลดลงตามกล่าวมาแล้ว

### 1.2.3 เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบที่ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ติดตั้งหัวผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากต่างประเทศ

มีผู้ประกอบการบางรายได้เริ่มซื้อชุดหัวผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมาประกอบแทนหัวเกี่ยวข้าวไทย (ภาพที่ 8) เพื่อรับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อีกแบบหนึ่งจากที่กล่าวมาแล้วทั้ง 2 แบบอัตราการรับจ้างเท่ากับเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งจากการสอบถามเจ้าของเครื่องพบว่า เป็นปีแรกที่นำเข้ามาทดลองรับจ้างเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่ยังคงมีการพัฒนาระบบนวดเพื่อลดการสูญเสียให้ต่ำลงเท่ากับ 2 แบบแรก ข้อดีสำคัญของเครื่องแบบนี้ คือ จะเสียค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุง รักษา และอะไหล่ไม่ต่างจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ทั่วไป





ภาพที่ 8 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้ชุดหัวปลิด ผักจากต่างประเทศประกอบแทนหัวเกี่ยวข้าวไทย

### 1.3 สรุปผลจากการทดลอง

1.3.1 ได้ข้อมูลสำหรับการติดตามทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงาน ของเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน และใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ต่อไป ตามวัตถุประสงค์ของโครงการพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.3.2 จัดทำเป็นรายงานเรื่องเต็ม เผยแพร่ โดยตีพิมพ์ในหนังสือเครื่องจักรกลเกษตรปี พ.ศ. 2550 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และในรายงานผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตรประจำปี พ.ศ. 2550 เพื่อให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### การทดลองที่ 2. ทดสอบและออกแบบเครื่องปลิดฟักข้าวโพดและเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ผลิตในประเทศ ให้สามารถใช้เกี่ยวข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยร่วมมือกับภาคเอกชน

#### 1. ทดสอบและออกแบบพัฒนาเครื่องปลิดฟักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แถวเดี่ยว พร้อมรูดเปลือก แบบติดพวงด้านข้างรถแทรกเตอร์

ได้ทดสอบและพัฒนาเครื่องปลิดและรูดเปลือกข้าวโพดพวงข้างรถแทรกเตอร์แบบ กวศ.สร้างโดยเอกชน ดังนี้

**ทดสอบครั้งที่ 1.** ทดสอบเบื้องต้นในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พันธุ์ NSX-042022 ความชื้นเมล็ด 27.81% มาตรฐานเปียก ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 66 แรงม้า ความเร็วในการทำงาน 1.33 กก./ชม. การทดสอบครั้งนี้จะปล่อยให้เครื่องทำงานตามสภาพเดิม โดยจะตั้งเป้าเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเท่านั้น โดยยังไม่พิจารณาส่วนประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องใดๆ ทั้งสิ้น

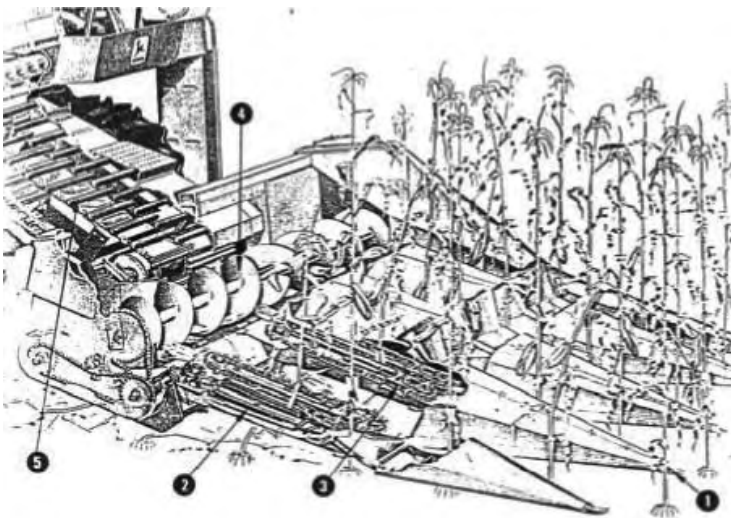
ผลการทดสอบ พบว่า ฟักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปอกเปลือกมีสภาพดี 72.78% ฟักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ยังมีเปลือกหุ้มอยู่ 16.69% ฟักแตกหัก 5.32% และการสูญเสียที่เกิดจากเมล็ดถูกกะเทาะ 5.21% การทดสอบครั้งนี้ไม่ได้นำอัตราการทำงานมาพิจารณาด้วย เพราะจะต่ำมากไม่ตรงกับความเป็นจริงในทางปฏิบัติ เนื่องจากพื้นแปลงเปียกแฉะมาก ล้อขับของรถแทรกเตอร์เป็นล้อยาง จึงมีการลื่นไถลมาก

**ทดสอบครั้งที่ 2.** ทดสอบเบื้องต้นในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พันธุ์ NSX-042029 ความชื้นเมล็ด 27.7% มาตรฐานเปียก ใช้รถแทรกเตอร์ขนาด 66 แรงม้า ใช้ความเร็วในการทำงาน 1.62 กก./ชม.

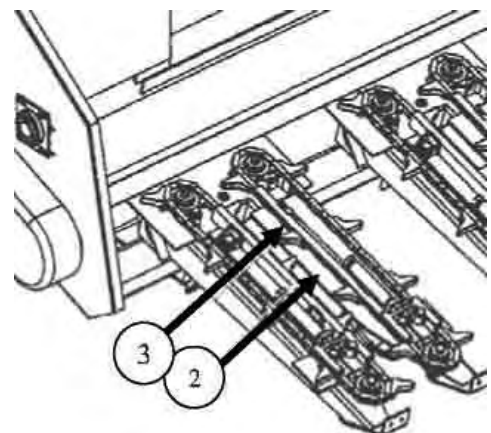
เพราะพื้นแปลงแห้ง การทดสอบครั้งนี้จะเริ่มพิจารณาสวนประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้ได้ข้อมูลมาพัฒนาเครื่องปลิดฝักให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นต่อไป

ผลการทดสอบพบว่า เครื่องปลิดฝักทำงานไม่ต่อเนื่องนานๆ โดยมีการหยุดชะงักตลอดเวลา เนื่องจากมีส่วนประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตกค้างสะสมอยู่บริเวณฝาข้างและหัวปลิดจำนวนมาก จนเครื่องติดขัด และต้องหยุดเพื่อนำส่วนประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ออกจากบริเวณดังกล่าว อีกประการหนึ่ง ลูกกลิ้งเหล็กลอกเปลือกยังลำเลียงเศษข้าวโพดออกทางด้านหลังเครื่องได้ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากมีต้นข้าวโพดเสียบติดตามช่องต่างๆ ภายในระบบ เพราะการสร้างและประกอบชิ้นส่วนไม่ตรงตามแนวหรือตำแหน่งที่ถูกต้อง ทำให้เกิดการบิดตัวโดยเฉพาะชิ้นส่วนที่ใช้เหล็กแผ่นพับขึ้นรูปแล้วเชื่อมประกอบ ทำให้เกิดเสียงดังมากขณะที่เครื่องทำงานเพราะมีการเสียดสีของชิ้นส่วนต่างๆ จากที่กล่าวมาแล้วจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลการทดสอบได้

เมื่อตรวจพิจารณาผลการทดสอบเบื้องต้นครั้งที่ 2 แล้ว จึงได้ดำเนินการพัฒนาระบบปลิดของหัวปลิดฝักฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เป็นจุดด้อยของเครื่องปลิดและรูดเปลือกหุ้มฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งหลักการทำงานและส่วนประกอบที่สำคัญของหัวปลิดฝักฝักข้าวโพด (ภาพที่ 9 และ 10) เริ่มจากเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเคลื่อนที่เข้าหาแปลงข้าวโพด ช่องทางเข้าของต้นข้าวโพด (Gathering Snouts) (1) จะที่บังคับให้ต้นข้าวโพดตามแนวแถวปลูกลำเลียงเข้าไปสู่ชุดปลิดฝัก ซึ่งประกอบด้วยโซ่ลำเลียง (Gathering Chain) (3) ที่มีลักษณะเป็นโซ่แต่เชื่อมประกอบด้วยนิ้วหรือขอเหล็ก ทำหน้าที่ลำเลียงต้นข้าวโพดที่รับมาจากปลายช่องทางเข้า ให้เคลื่อนที่เข้าหาชุดปลิดฝัก (Snapping Unit) (2) ซึ่งประกอบด้วยเหล็กแผ่นหนาเป็นครีบบคล้ายมีดตามผ่าครึ่งตามแนวยาว 4 อัน ประกอบติดกันตามแนวยาวเป็น 4 แฉก เมื่อมองด้านตัด จะมีลักษณะเป็นลูกกลิ้งแฉก 2 ชุด วางคู่กัน และลูกกลิ้งทรงกระบอก (rolls) 2 ลูก วางคู่กัน ทำหน้าที่หมุนรูดปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออกจากต้น โดยต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกบังคับเข้าช่องทางเข้ามาสู่ชุดปลิดฝักจะถูกลูกกลิ้งทรงกระบอกที่หมุนในทิศทางสวนกัน ปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้หลุดจากฝักพร้อมเปลือกและตกอยู่ส่วนบนของลูกกลิ้ง ในขณะที่เหล็กแผ่นที่ติดอยู่บนลูกกลิ้งแฉกทั้ง 2 ลูกจะหมุนในทิศทางสวนทางเพื่อดึงต้นข้าวโพดลงสู่ส่วนล่างของลูกกลิ้ง ฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะติดค้างอยู่ด้านบนของลูกกลิ้ง และถูกพาไปสู่ระบบลำเลียง (4) ด้วยโซ่ลำเลียง เพื่อรวบรวมส่งผ่านโซ่ลำเลียงของคอเกี่ยว (5) ขึ้นไปเข้าระบบนวดกะเทาะแยกเมล็ดออกจากเปลือกและชั่งต่อไป



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานของเครื่อง

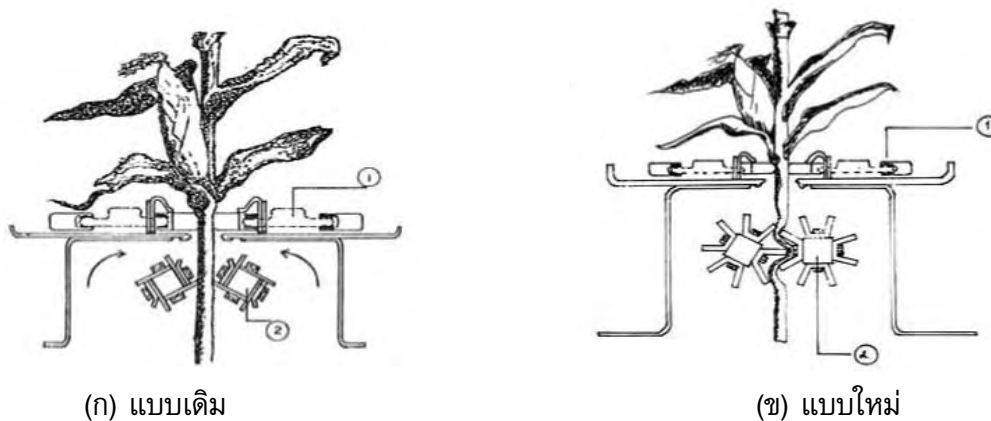


ภาพที่ 10 ลูกกลิ้งปลิดฝัก (2) โซ่ลำเลียง (3)

ผลการทดสอบพบว่า ลูกกลิ้งส่วนบนสามารถปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ แต่เหล็กแผ่นหนาหรือใบครีบบเหล็ก (ภาพที่ 11ก) ของลูกกลิ้งส่วนล่าง 2 ลูกที่หมุนมาขบกันตามแนวยาวของลูกกลิ้ง เพื่อทำหน้าที่หนีบต้นข้าวโพดและดึงลงด้านล่างของหัวปลิด มักจะไม่อยู่แนวระนาบเดียวกัน ทำให้หนีบต้นข้าวโพดขาดออกจากต้นบ่อยมาก จึงมีต้นข้าวโพด และใบติดกับฝักเข้าไปสู่ระบบลำเลียงตลอดเวลา เกิดปัญหาต่อการทำงานของเครื่องอย่างมาก เมื่อตรวจสอบแล้ว พบว่าระบบดังกล่าวนี้มีใช้ในเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของต่างประเทศ ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบของเครื่องปลิดฝักที่สร้างโดยโรงงานเอกชนนั้น เกิดจากการสร้างประกอบ เนื่องจากการสร้างลูกกลิ้งแบบที่มีใบเหล็ก 4 ใบ วางขนานกัน เพื่อให้ใบครีบบเหล็กหมุนมาขบตรงแนวระนาบเดียวกัน จะต้องมีความแม่นยำในการสร้างสูง เพื่อให้ถูกต้องทั้งขนาดและตำแหน่ง ต้องการผลิตที่มีมาตรฐานการผลิตสูง จึงยังไม่เหมาะสำหรับโรงงานผลิตเครื่องจักรกลในท้องถิ่น

จึงได้พัฒนารูปแบบใหม่ ให้สามารถผลิตได้ง่ายและเพิ่มโอกาสการจับยึดและดึงต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลงด้านล่างอย่างมั่นคง ด้วยการพัฒนาใบครีบบเหล็กแบบเดี่ยวเป็นใบครีบบเหล็กแบบคู่ มีลักษณะเป็นรางจำนวน 4 ราง ติดตามแนวยาวรอบลูกกลิ้งสี่เหลี่ยม 2 ลูก (ภาพที่ 11ข) เมื่อลูกกลิ้งหมุนเข้าหากัน ใบครีบบเหล็กแบบคู่ของลูกกลิ้งทั้ง 2 ลูก จะขบกันในลักษณะสลับหว่างระหว่างใบครีบบเหล็ก ตัวใบครีบบเหล็กจะมีมุมแหลมเริ่มจากด้านหน้าที่ต้องสัมผัสต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อน เพื่อให้ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งกว้างกว่าด้านใน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจับยึดต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ผลการทดสอบ พบว่าสามารถป้องกันไม่ให้ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขาดติดไปพร้อมกับฝักที่ถูกปลิดออกจากต้นได้ และจากการทดสอบยังพบว่า มีข้อจำกัดด้านความไม่คงทนของวัสดุและอุปกรณ์ของระบบรูดเปลือกหุ้มฝักข้าวโพด เช่น ยาง ประกอบกับปัจจุบันนี้เกษตรกรมีเครื่องนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้มแล้ว คณะทำงานจึงได้ตัดระบบรูดเปลือกหุ้มฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ออก เพราะจะลดต้นทุนของเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และความยุ่งยากในการซ่อมและดูแลรักษาลงมาก และพัฒนาส่วนประกอบของโครงสร้างให้เหมาะสม จากนั้นจึงได้นำไปทดสอบการทำงานระยะยาวต่อไปอีก



ภาพที่ 11 ลักษณะลูกกลิ้งหัวปลิดฝัก

**ทดสอบครั้งที่ 3.** ทดสอบระยะยาวในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ พันธุ์ NSX-042022 ความชื้นเมล็ด 26.65 % มาตรฐานเปียก ความเร็วในการทำงานที่ใช้ทดสอบมี 3 ระดับ ที่รอบ PTO คงที่ 540 รอบ/นาที เกียร์ 1 Slow รอบความเร็วเคลื่อนที่ระหว่าง 2.2 กก./ชม. เกียร์ 2 Slow รอบความเร็วเคลื่อนที่ระหว่าง 2.5 กก./ชม. และเกียร์ 3 Slow รอบความเร็วเคลื่อนที่ระหว่าง 4.5 กก./ชม. การเก็บข้อมูลการทดสอบในขั้นนี้ จะเน้นประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพในการเก็บฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสุ่มตัวอย่าง เป็น 2 แบบ โดยฝักที่รูด

ลอกเปลือกถือว่าเป็นฝักเสียจากการเก็บเกี่ยว และฝักที่ไม่ถูกลอกเปลือกถือว่าเป็นฝักดีจากการเก็บเกี่ยว การเก็บข้อมูลความเร็วในการทำงานของเครื่อง วัดที่ระยะทำงาน 50 ม. 3 ซ้ำ

ผลการทดสอบตามตารางที่ 2 พบว่าความเร็วในการทำงานที่เหมาะสมคือ 2.2 กก./ชม. มีคุณภาพการปลิดฝักสูงมากกว่าที่ความเร็วอื่นๆมีการสูญเสียจากการร่วงหล่นและเมล็ดแตกหักน้อยมาก โดยมีฝักที่ไม่ถูกปอกเปลือก 72.2% หัวปลิดทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่มีตันและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ติดค้างสะสมในระบบปลิดฝัก แต่ยังมีฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เปลือกหลุด 27.8% ส่วนความเร็วในการทำงาน 4.5 กก./ชม. นั้นมีตันและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สะสมติดในระบบปลิดฝัก ทำให้หยุดชะงักในระหว่างการทำงาน ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

**ตารางที่ 2** ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปลิดฝักข้าวโพดที่พัฒนาขึ้นใหม่

ความเร็วในการทำงาน (กก./ชม.)	2.2	2.5	4.5
เปอร์เซ็นต์ฝักที่ไม่ถูกปอกเปลือก	72.2	63.3	62.2
เปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกปอกเปลือก	27.8	36.7	37.8
ข้อบกพร่องในการทำงาน	มีฝักกระเด็นออกจากระบบ ทำความสะอาดบ้าง	มีฝักกระเด็นออกจากระบบ ทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้น	มีตันและเศษใบข้าวโพด สะสมติดในระบบปลิดฝัก ข้าวโพด

จากผลการทดสอบที่ได้ แสดงให้เห็นว่าเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้ม ที่พัฒนาระบบปลิดฝักใหม่สามารถทำงานใช้งานได้ดี ถ้าใช้ความเร็วเหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระเด็นออกจากระบบทำความสะอาดบ้างแต่ก็น้อยมากจนนับเป็นสถิติไม่ได้ จึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยปรับเปลี่ยนตำแหน่งของชุดพัดลมทำความสะอาดและปรับมุมของชุดรองรับฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้ประสิทธิภาพดีขึ้นไปอีก โดยลดจำนวนฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่เปลือกหลุดให้น้อยลง แล้วนำไปทดสอบต่อไปอีกครั้งหนึ่ง

**การทดสอบครั้งที่ 4.** ทดสอบระยะยาวในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ของเกษตรกรเขต จ.อุทัยธานี ใช้ความเร็วในการทำงานเฉลี่ย 0.575 ม./วินาที หรือ 2.07 กก./ชม. ความกว้างในการเก็บเกี่ยว 0.594 ม. ใช้เวลาเก็บเกี่ยวทั้งหมด 24.0 นาที เวลาเลี้ยวหัวงาน 6.13 นาที

ผลการทดสอบตามตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องที่คำนวณได้คือความสามารถในการทำงานจริง 0.54 ไร่/ชั่วโมง โดยมีการสูญเสียจากการร่วงหล่น 0.75% ฝักที่ไม่ถูกปอกเปลือก 99.95% มีฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เปลือกหลุด 0.05% เครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กคือขนาด 22 แรงม้าก็สามารถทำงานได้ดี และอัตราการทำงานค่อนข้างต่ำ เนื่องจากได้ตัดส่วนรูดเปลือกออกทำให้น้ำหนักลดลง

**ตารางที่ 3** ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปลิดฝักข้าวโพดที่พัฒนาขึ้นใหม่ในสภาพการทำงานจริง

ความเร็วในการทำงาน (กก./ชม.)	2.07
เปอร์เซ็นต์ฝักที่ไม่ถูกปอกเปลือก	99.95
เปอร์เซ็นต์ฝักที่ถูกปอกเปลือก	0.05
เปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการร่วงหล่น	0.75



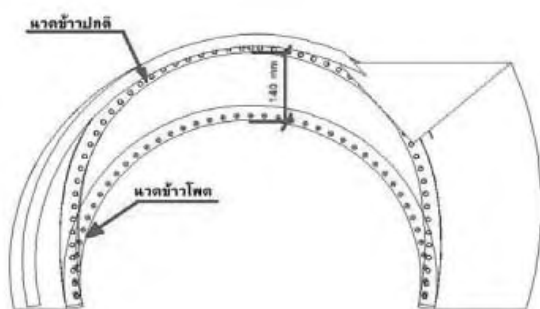
ผลจากการดำเนินงาน ได้ต้นแบบเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ไม่มีชุดรูดเปลือกแบบแถวเดี่ยวพวงข้างรถแทรกเตอร์ (ภาพที่ 12) ที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีเปอร์เซ็นต์ฝักที่เปลือกไม่หลุดสูง ซึ่งเทคโนโลยีของเครื่องต้นแบบดังกล่าวนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อให้เป็นเครื่องปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบอื่นต่อไปได้อีก ทั้งแบบเดิมที่พวงข้างรถแทรกเตอร์แต่เพิ่มจำนวนแถวปลิดฝักให้มากขึ้น หรือนำไปพัฒนาเป็นหัวปลิดฝักต่อเชื่อมกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยให้เป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้หัวปลิดฝักก็ได้ เพราะในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการผลิตชุดหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ แต่มีความต้องการใช้จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้เสียเงินตรา ฯลฯ



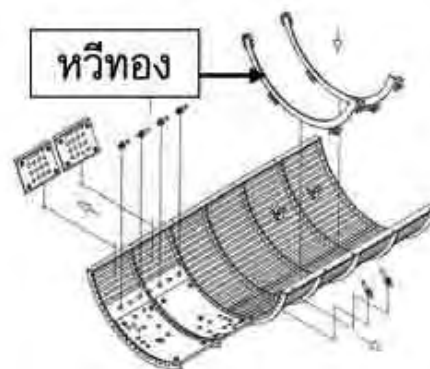
ภาพที่ 12 การทดสอบเครื่องปลิดฝักข้าวโพดแบบพวงข้างรถแทรกเตอร์

## 2. ทดสอบพัฒนาเครื่องนวดข้าวที่ผลิตโดยโรงงานเอกชน ตามแบบของกองเกษตรวิศวกรรม ให้สามารถนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มได้

ได้ใช้เทคโนโลยีของกองเกษตรวิศวกรรม ของสาทิสและคณะ (2540) วิจัยพัฒนาเครื่องนวดเมล็ดพืชสำหรับกะเทาะข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้มมาขยายผลพัฒนาเครื่องนวดข้าวที่มีขนาดความยาวของลูกนวด 4 ฟุต ให้เป็นเครื่องกะเทาะข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้มอย่างเดียวกันที่มีประสิทธิภาพ โดยพัฒนาระบบนวดด้วยการปรับตะแกรงรอบลูกนวดส่วนบน จากเดิมรูปครึ่งวงรีมีรัศมีสูงสุด 533 มม. เป็นครึ่งวงกลมโดยลดระยะสันโค้งบนออก 140 มม. (ภาพที่ 13) เครื่องกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มแบบนี้จะไม่มีครีบบงเดือนเหมือนเครื่องนวดข้าว มีลูกนวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 นิ้ว มีซี่ฟันนวดตามส่วนโค้งของลูกนวด 8 แถว ความยาวของซี่ฟันนวดตัวสั้นมีขนาด 2.5 นิ้ว



ภาพที่ 13 ตะแกรงรอบลูกนวดส่วนบน

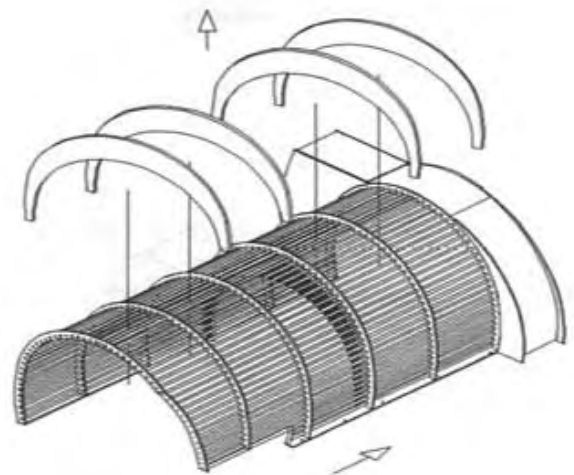
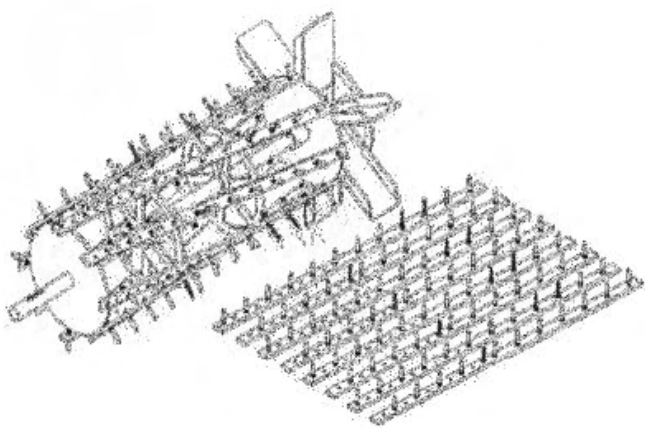


ภาพที่ 14 หวีทองดักเมล็ดข้าวโพด



และตัวยาวมีขนาด 3 นิ้ว มีจำนวนฟันลูกนวดทั้งหมด 136 ตัว ระยะห่างระหว่างปลายซี่ฟันขนาดตัวสั้นกับตะแกรงล่างรอบลูกนวด (Concave Clearance) ขนาด 46.5 สำหรับซี่ฟันขนาดตัวยาวขนาด 34 มม. ตะแกรงรอบลูกนวดส่วนล่างจะมีซี่ฟันขนาดติดอยู่ 8 ตัว ส่วนด้านปลายของตะแกรงรอบลูกนวดส่วนล่างก่อนถึงช่องทางออกฟางได้เพิ่มเหล็กแบนตัดโค้งตามความโค้งด้านในของตะแกรงล่าง ตรงข้างโครงยึดซี่ตะแกรง ด้านใกล้กับช่องทางออกของซังและเปลือก เพื่อดักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการกะเทาะออกจากซังและเปลือกแล้ว ซึ่งเรียกว่า “หวีทอง” (ภาพที่ 14) จำนวน 2 ตัว จะช่วยลดการสูญเสียเมล็ดตรงช่องทางออกเปลือกและซังข้าวโพดได้ (Blower Loss)

แต่การพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้เป็นเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์นั้นมีเป้าหมายว่าจะเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้น้อยที่สุด เพื่อให้เปลี่ยนกลับมาใช้นวดข้าวได้โดยสะดวก โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัยเครื่องกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้ม ของกองเกษตรวิศวกรรมที่กล่าวมาข้างต้น แต่มีเงื่อนไขสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาคือ จะใช้เครื่องนวดข้าวที่มีขนาดความยาวของลูกนวด 5 ฟุต ซึ่งเป็นขนาดที่ใช้ในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดใหญ่ที่มีความกว้างของหัวเกี่ยว 3 ม. ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดแบบใช้หัวปลิดฝักที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ขนาดความยาวของลูกนวดที่เพิ่มขึ้น 1 ฟุต จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการนวด จึงออกแบบพัฒนาระบบกะเทาะใหม่ โดยถอดซี่ฟันนวดออกจากเหล็กขนานเส้นละ 5 ตัว รวม 40 ตัวในลักษณะถอดสลับกัน (ภาพที่ 15) เพื่อลดแรงฟาดตีที่กระทำต่อฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และใส่ซี่ฟันนวดขนาดยาวที่ปลายลูกนวดด้านช่องป้อนแถวละ 1 ตัว สลับแถวเว้นแถว ที่ตะแกรงรอบลูกนวดล่าง และถอดฟันรับที่ติดอยู่กับตะแกรงนวดส่วนล่างออกจากเดิมมีจำนวน 6 ตัว ให้เหลือ 4 ตัว และหวีทองที่ตะแกรงนวดส่วนล่างใกล้กับช่องทางออกของซังและเปลือก 3 ตัว ถอดครึ่งวงเดือนออกจาก 5 ครีบ ให้เหลือครึ่งตัวที่ 3 ครีบเดียว ในลักษณะทำมุม 90° กับความยาวของตะแกรง(ภาพที่ 16) ที่อยู่ตรงกับตำแหน่งกับหวีทองตัวที่ 1 ใช้ความเร็วรอบลูกนวดอยู่ระหว่าง 550-600 รอบ/นาที ตามความชื้นของฝักข้าวโพด จำนวนหวีทองและครึ่งวงเดือนจะมีจำนวนมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความยาวของชุดตะแกรงนวด ส่วนระบบคัดแยกทำความสะอาดของเครื่องนวดข้าว นั้น สามารถปรับแต่งให้สามารถใช้กับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 15 ลูกนวดและซี่ฟันลูกนวดบนเหล็กขนาน

ภาพที่ 16 ครีบวงเดือนลดจาก 4 ครีบเหลือ 1 ครีบ

ผลการทดสอบ พบว่าสามารถนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 17) ซึ่งผลจากการดำเนินงานจะนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้เป็นเครื่องเกี่ยวข้าวโพดแบบใช้หัวปลิดฝักต่อไป



ภาพที่ 17 การทดสอบเครื่องนวดข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้ม

### 3. ทดสอบการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดแบบต่าง ๆ ทั้งที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ และผลิตภายในประเทศ

ได้ทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรใช้ ทั้ง 3 แบบ ในเขต จ.ลพบุรี นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ ได้ผลดังนี้

#### 3.1 แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง

เป็นแบบผลิตเก็บเกี่ยวเฉพาะฝักข้าวโพดไม่ตัดต้น โดยใช้ลูกกลิ้งที่มีเกลียวและแผ่นเหล็กสำหรับรูปผลิตฝัก ติดอยู่ที่ผิวของลูกกลิ้ง โดยในแต่ละแถวจะมีลูกกลิ้ง 2 ลูก หมุนสวนทางกัน โดยเครื่องจะเคลื่อนเข้าหาต้นข้าวโพด ส่วนลำต้นซึ่งมีขนาดความหนาเล็กกว่าฝักจะลอดผ่านระยะห่างระหว่างใบผลิตบนลูกกลิ้งส่วนฝักข้าวโพดจะค้างอยู่บนกลไกโซ่ลำเลียง ซึ่งติดตั้งอยู่เหนือลูกกลิ้ง พาลำเลียงส่งต่อไปยังเกลียวลำเลียง (ภาพที่ 18) แล้วส่งเข้าระบบนวดกะเทาะ ซึ่งจะเป็แบบเคลื่อนที่ตามผิวรอบวง (Tangential Flow) และใช้ซี่ฟันกะเทาะแบบแผงเหล็กริ้ว (Rasp Bar) (ภาพที่ 19 ก) ซึ่งซี่ฟันกะเทาะแบบนี้ ระยะห่างระหว่างยอดซี่ฟันกับพื้นตะแกรงจะต้องชิดกันมาก เพื่อให้สามารถเกิดการกะเทาะในลักษณะฉูขยี้ จึงมีโอกาสทำให้เมล็ดแตกหักเสียหายมากได้ เมล็ดกับซึ่งซึ่งถูกกะเทาะให้แยกจากกันแล้วจะถูกเหวี่ยงตกลงบนชุดตะแกรงโยกคัดทั้งหมด ตะแกรงคัดจะมีความยาวมากพอสมควร ทำให้สามารถคัดแยกเมล็ดข้าวโพดออกจากซึ่งได้เกือบทั้งหมดก่อนที่ซึ่งจะถูกโยกและเป่าทิ้งที่ปลายตะแกรง ตะแกรงคัดแบบนี้ จะมีการสูญเสียของเมล็ดติดไปกับเศษซึ่งและสิ่งเจือปนอื่น ๆ น้อยมาก หากปรับแต่งได้ถูกต้องและมีการบำรุงรักษาที่ดี เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดจากต่างประเทศแบบ 4 แถว นี้จะใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 115 - 140 แรงม้า เป็นต้นกำลัง



ภาพที่ 18 ลักษณะการผลิตและลำเลียงฝักข้าวโพดของหัว เกี่ยวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

- (ก) ลูกกลิ้งผลิต
- (ข) ฟันชุดโซ่ลำเลียง



ภาพที่ 19 ภาพวาดแสดงลักษณะภายในระบบลูกนวด  
กะเทาะ และ พัดลม และตะแกรงโยกคัดทำความสะอาด  
ของเครื่องเกี่ยว John Deere  
(ก) ลูกนวดกะเทาะแบบแผงเหล็กกริ้ว (Rasp Bar)  
(ข) ชุดตะแกรงโยกคัดทำความสะอาดซึ่งมีความยาวจาก  
ใต้ลูกนวดกะเทาะถึงท้ายเครื่อง

### 3.2 แบบที่ตัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว“ไทย”

จากความต้องการใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงมีเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว“ไทย”ได้พยายามพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ด้วย เครื่องเกี่ยวนวดข้าวจะมีล้อราวพาซึ่งหมุนอยู่ด้านหน้าสุดของชุดหัวเกี่ยว เพื่อโน้มและยึดต้นข้าวให้ราบไวมัด ซึ่งมีลักษณะเป็นกรรโกรูปตัดตาเหลี่ยมตัดให้ลัมบนภาค ซีเหล็กสปริงที่ติดอยู่บนล้อราวพาก็จะพาต้นข้าวที่ลัมอยู่บนภาคเข้าสู่ชุดเกลียวลำเลียง เพื่อนำเข้าสู่ชุดโซ่ลำเลียงให้พาต้นข้าวเข้าสู่ระบบนวด ซึ่งจะเป็นระบบไหลตามแกน (Axial Flow) โดยใช้ซีพินเหล็กเพลากลมเป็นตัวนวดกะเทาะ มีตะแกรงโยกคัดอยู่ด้านล่างตลอดความยาวลูกนวดที่มีซีพินนวด โดยมีช่วงคัดแยกสั้นกว่าแบบของต่างประเทศมาก อย่างไรก็ตามวัสดุที่ถูกนำเข้าสู่ระบบนวดจะไม่มีเฉพาะฝักข้าวโพดเหมือนเครื่องจากต่างประเทศ แต่จะมีทั้งต้น ใบ ฝักข้าวโพดรวมทั้งต้นวัชพืชต่างๆ ด้วย เนื่องจากใช้ระบบราวไวมัดตัดทุกอย่างที่อยู่ด้านหน้าราวไวมัดจะถูกตัดแล้วลำเลียงพาเข้าสู่ระบบนวดของเครื่องทั้งหมด ดังนั้นการที่จะนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมาใช้เกี่ยวนวดข้าวโพด จำเป็นต้องมีการปรับปรุงระบบกลไกบางอย่างให้เหมาะสมที่จะใช้ในการเกี่ยวนวดข้าวโพด แต่เครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ที่นำออกจำหน่ายในช่วงแรกๆ นั้น ไม่มีการปรับปรุงตัดแปลงหรือมีการตัดแปลงบ้างเล็กน้อย ตามประสบการณ์และความเข้าใจของเจ้าของเครื่อง การทำงานของเครื่องจึงไม่มีประสิทธิภาพดีเท่าที่ควร เนื่องจากล้อราวพาที่ติดอยู่ด้านหน้าสุดจะผลักดันข้าวโพดลัมบ้าง ซีเหล็กสปริงบนล้อราวพาจะตีฝักข้าวโพดหลุดตกลงบนพื้นก่อนถึงภาคหัวเกี่ยว ทำให้เกิดการสูญเสียสูง (ภาพที่ 20) นอกจากนี้ระบบนวดกะเทาะและคัดแยกทำความสะอาดที่แตกต่างกันเป็นอย่างมากทำให้ข้าวโพดที่นวดกะเทาะได้มีสิ่งเจือปนมาก และเมล็ดข้าวโพดถูกเป่าทิ้งออกจากเครื่องตกเสียหายบนพื้นดินในอัตราสูงพอสมควร ต่อมาเมื่อเจ้าของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวบางรายได้พยายามดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของเครื่อง จนสามารถลดปัญหาการหักลัมและร่วงหล่นของฝักข้าวโพดได้ โดยการติดตั้งแผงซีเหล็กเข้าหัวเกี่ยวด้านหน้าชุดราวไวมัด เพื่อให้ฝักข้าวโพดตกค้างอยู่บนแผงซีเหล็กนี้ แล้วซีเหล็กสปริงล้อราวพาจะหมุนกวาดเข้าสู่ภาคและเกลียวลำเลียงพาเข้าสู่ระบบนวดต่อไป โดยแผงซีเหล็กนี้มีมากมายหลายแบบหลายขนาด ขึ้นอยู่กับความพอใจของเจ้าของเครื่องแต่ละคน ซึ่งแผงซีเหล็กนี้เป็นการคิดดัดแปลงจากชุดหัวเกี่ยวทานตะวัน ที่มีประกอบมากับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดจากต่างประเทศโดยชุดหัวเกี่ยวทานตะวันจะมีล้อราวพาและราวไวมัดเหมือนเครื่องนวดข้าว แต่จะมีแผงซีเหล็กติดอยู่หน้าราวไวมัด สำหรับรองรับดอกหรือเมล็ดทานตะวันที่ร่วงหล่นเนื่องจากล้อราวพา มิให้ตกสูญเสียลงสู่ดิน จึงสามารถนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาร่วงหล่นของฝักข้าวโพดได้ แต่การออกแบบจับยึดซีเหล็กดังกล่าวใช้วิธีสร้างเป็นแผงแบบมีซีเหล็กติดกันถาวรลักษณะคล้ายหวี ซึ่งมีขนาดเท่ากับความกว้างของหัวเกี่ยว จึงเกิดปัญหาในการบิดตัวและไปปิดบังการ์ดป้องกันไวมัดทำให้ระบบการตัดไม่สมบูรณ์ ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกตัดจะขาดบ้างไม่ขาดบ้าง ทำให้เครื่องเกี่ยวตัดข้าวโพดได้ไม่มีประสิทธิภาพดีเท่าที่ควร ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อไปอีก





ภาพที่ 20 ฝักข้าวโพดที่ถูกขูดลือราวพาเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ฟาดตีตกหล่นบนพื้น ต้องใช้คนเก็บรวบรวมมากะเทาะด้วยเครื่อง

### 3.3 แบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” เปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวเป็นหัวปลัดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ นำเข้าจากต่างประเทศ

เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดที่กล่าวมาแล้วทั้ง 2 แบบ มีทั้งข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกัน ข้อดีของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดแบบที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” คือ การลงทุนต่ำมาก เพียง 15,000 - 20,000 บาท สร้างแผงซี่เหล็กแบนก็สามารถดัดแปลงเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ที่มีอยู่เพื่อมาใช้รับจ้างเก็บเกี่ยวข้าวโพดเพื่อเพิ่มรายได้จากเดิมได้แล้ว แต่การซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดที่ใช้งานแล้วจากต่างประเทศที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว นอกจากมีราคาสูงกว่า 1 ล้านบาทแล้ว ยังมีภาระค่าอะไหล่ และค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาที่สูงกว่าแบบที่ผลิตในประเทศมาก อย่างไรก็ตาม หัวเกี่ยวข้าวโพดแบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้นและวัชพืชต่าง ๆ นั้น ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานต่างๆ สูงกว่า และเมล็ดข้าวโพดที่ได้มีสิ่งเจือปนมาก จึงมีผู้ผลิตบางรายได้ทดลองนำเฉพาะชุดหัวปลัดฝักข้าวโพดจากต่างประเทศ มาติดตั้งประกอบกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” แทนหัวเกี่ยวข้าว เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้สนใจจะลงทุนซื้อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเพื่อบริการรับจ้าง จากการสอบถามเจ้าของเครื่อง พบว่าเป็นปีแรกที่นำเข้ามาทดลองรับจ้างเก็บเกี่ยวข้าวโพด ยังต้องมีการปรับแต่งภายในระบบนวดเพื่อลดการสูญเสียให้ต่ำลงเท่ากับ 2 แบบแรก ข้อดีของเครื่องแบบนี้ จะเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการซ่อมแซมบำรุงรักษา และค่าอะไหล่ไม่แตกต่างกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ทั่วไป

### 3.4 พลาทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะการทำงานในสภาพการใช้งานจริงของเครื่อง ทั้ง 3 แบบ

ได้ดำเนินการทดสอบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดทั้ง 3 แบบ (ภาพที่ 21) (ตามตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่า เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง คือ John Deere กับ Claas มีการสูญเสียของเมล็ดออกไปกับสิ่งเจือปน 0.2 - 2.02% ในขณะที่มีการแตกหักของเมล็ดสูงถึง 12.28 และ 14.90% เมื่อความชื้นของเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเก็บเกี่ยวสูงถึง 30.90 และ 29.40% ตามลำดับ ถึงแม้ว่าความชื้นของเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดเพียง 23.0 ก็ยังมีการแตกหักของเมล็ดสูงถึง 4.54% ซึ่งมากกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยที่พัฒนาขึ้นมาเกี่ยวข้าวโพดทั้งแบบตัดทั้งต้นที่ต่อซี่เหล็กแบนตรงกระบะหัวเกี่ยว ที่มีการแตกหักของเมล็ดเพียง 3.73% เมื่อ

ความชื้นของเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเก็บเกี่ยว 28.70% และแบบใช้หัวปลิดประกอบแทนหัวเกี่ยวข้าว ที่มีการแตกหักของเมล็ดเพียง 3.92% เมื่อความชื้นของเมล็ดของเมล็ดข้าวโพดระหว่างเก็บเกี่ยว 26.78% ส่วนการสูญเสียตรงช่องทางออกของสิ่งเจือปนของเครื่องทั้งสามแบบไม่แตกต่างกันมากนัก ยกเว้นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ทำการทดสอบใน อ.ลำน้ำรายณ์ จะมีการสูญเสียตรงช่องทางออกของสิ่งเจือปนถึง 12.28% ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากมีการบกพร่องของผู้ดูแลเครื่อง อย่างไรก็ตามเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง มีความสามารถในการทำงาน 6 - 9 ไร่/ชม. เพราะปลิดเฉพาะฝักเข้าไปสู่ระบบขนาด แต่เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่พัฒนาจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยที่ตัดทั้งต้นมีความสามารถในการทำงาน 4-5 ไร่/ชม. และเครื่องเกี่ยวที่พัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยแบบปลิดเฉพาะฝักจะมีประสิทธิภาพการทำงานประมาณ 5-8 ไร่/ชม.

#### ตารางที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวข้าวโพด

สถานที่ทดสอบ	อ.ลำน้ำรายณ์/ จ.ลพบุรี	อ.ชัยบาดาล/ จ.ลพบุรี	อ.โคกสำโรง/ จ.ลพบุรี	อ.ลำน้ำรายณ์/ จ.ลพบุรี	อ.วังพิรุณ/ จ.เพชรบูรณ์	อ.ตากฟ้า/ จ.นครสวรรค์
ยี่ห้อ	John Deere	John Deere	Claas	Claas	ศิริเจริญ	บางไทรฯ
พันธุ์ข้าวโพด	NK 48	888	80	NK 48	919	979
สภาพแปลงข้าวโพด	วัชพืชมาก	วัชพืชมาก	วัชพืชน้อย	วัชพืชน้อย	มีเถาวัลย์	วัชพืชน้อย
วันที่ทดสอบ	15-Aug-49	16-Aug-49	16-Aug-49	17-Aug-49	28-Aug-49	18-Sep-49
แบบหัวเกี่ยวที่ใช้ทดสอบ	หัวปลิด	หัวปลิด	หัวปลิด	หัวปลิด	กรรโกัดัด	หัวปลิด
ระยะระหว่างแถวปลูก (ซม.)	73.64	77.3	71.8	64.8	73.3	67.8
ระยะระหว่างต้น (ซม.)	35.2	39.9	34.7	36.5	41	38.5
ความกว้างการเกี่ยว (ม.)	2.95	3.09	2.87	2.59	2.93	2.71
ความชื้นเมล็ดข้าวโพด (% มาตรฐานเปียก)	30.90	27.35	23.00	29.40	28.70	26.78
ความสูงฝักแรก (ซม.)	95.00	71.80	101.90	69.00	75.80	75.50
การสูญเสียช่องทางออก สิ่งเจือปน %	2.02	0.20	0.81	0.72	0.40	0.88
การแตกหักของเมล็ด %	12.28	7.16	4.54	14.90	3.73	3.92
ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)	8.35	9.05	8.52	6.63	4.50	7.62
ความเร็วในการทำงาน (กก./ชม.)	3.31	3.19	4.41	3.96	2.10	3.39
เวลาเก็บเกี่ยวทั้งหมด (นาที)	35.53	46.10	12.13	6.19	19.45	5.35
ขนาดแปลง (ตร.ม.)	16.2x493.3	19.32x576.60	9.33x257.7	9.72x132.5	7.33x323.4	10.17x111.5





ภาพที่ 21 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดที่มีการใช้งานอยู่ ทั้ง 3 แบบ

#### 4. ทดสอบและออกแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดที่ผลิตในประเทศให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมมือกับภาคเอกชน

ในการออกแบบพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (การดำเนินงานในขั้นตอนนี้จะร่วมกับการทดลองที่ 3) ได้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ขนาดความกว้างของหัวเกี่ยว 2.4 ม. ที่มีเครื่องต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 120 แรงม้า ระบบขับเคลื่อนใช้ระบบไฮโดรสแตติก มีชุดขับเคลื่อนล้อหน้าขนาด 49 ซีซี เป็นตัวขับเคลื่อน โดยมีชุดเกียร์ทด อัตราการทด 1:30.2 โซ่แทรก 34 ข้อต่อช่วงความกว้างของชุดราวใบมีด 2.35 ม. ระบบนวดประกอบด้วยลูกนวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 508 มม. ความยาวลูกนวด 1,160 มม. เมื่อทดสอบเบื้องต้นกับข้าวโพดพันธุ์ NSX-042022 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ผลการทดสอบ พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่ง แต่ไม่สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง เนื่องจากระบบหัวเกี่ยวยังออกแบบและสร้างไม่ถูกต้อง ความสัมพันธ์ระหว่างระบบกลไกต่างๆ ยังไม่เหมาะสม และมีการติดขัดในท่อนำกลับ จึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบหัวเกี่ยวของเครื่องต้นแบบ คือ ปรับปรุงระบบเกี่ยวตัดโดยปรับแผงซี่เหล็กหน้าราวใบมีดใหม่ เพิ่มอัตราทดของมูลี่ชุดหัวเกี่ยวเพื่อเพิ่มความเร็วของใบมีดตัดและล่อราวพาทำเสายึดคอเกี่ยวใหม่ให้แข็งแรงมากขึ้นกว่าเดิม ปรับปรุงระบบนวดโดยปรับฟันลูกนวดใหม่และตัดครีบบวงเดือนตัวแรกและตัวที่ 3 ในช่วงช่องป้อนเหลือเพียงครึ่งหนึ่ง เพื่อเพิ่มพื้นที่ภายในระบบนวดกะเทาะให้ต้นและฝักข้าวโพดเคลื่อนตัวได้สะดวกมากขึ้น และแก้ไขท่อส่งกลับข้าวโพดใหม่ให้ระดับของช่องเกลียวลำเลียงของท่อส่งกลับข้าวโพดสูงกว่าขอบบนของลูกนวด และเพิ่มพื้นที่ของปลายเกลียวลำเลียงของท่อส่งกลับข้าวโพดให้มากขึ้น แล้วทำการทดสอบกับข้าวโพดพันธุ์ NSX-042022 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ผลการทดสอบพบว่า ปรากฏว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่องมากขึ้น มีการหยุดชะงักเพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น จนสามารถทดสอบได้ 5 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งได้มีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย และเมื่อทำการทดสอบกับข้าวโพดพันธุ์ NSX-042029 ในแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ผลการทดสอบพบว่า ปรากฏว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ผลการทดสอบในขั้นนี้ พบว่าการสูญเสียยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือน้อยกว่า 1% แต่เมื่อพิจารณาอัตราการทำงานยังต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เนื่องจากความเร็วในการทำงานยังช้ามากคืออยู่ระหว่าง

1.0-1.7 กก./ชม. อย่างไรก็ตาม การปรับครีบบวงเดือนมีผลต่อการทำงานอย่างเด่นชัดโดยเฉพาะ เมื่อปรับวงเดือนตัวที่ 3 ทำให้ลดการแตกหักของเมล็ดลงได้ แต่เมื่อปรับวงเดือนมากกว่า 300 ทำให้การสูญเสียรวมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

#### 4.1 ทดสอบเครื่องต้นแบบระยะยาวในสภาพการใช้งานจริง

จากปัญหาที่อัตราการทำงานต่ำและมีการแตกหักค่อนข้างสูงต่อมาจึงได้สร้างปรับปรุงระบบขนาดโดยปรับตำแหน่งของฟันลูกนวดให้ต้นข้าวโพดและฝักข้าวโพดสามารถเคลื่อนตัวได้สะดวกขึ้น ได้ดำเนินการทดสอบ (ภาพที่ 22) กับข้าวโพดพันธุ์ Pioneer B-80 ในแปลงเกษตรกรบ้านเขาพระยาพายเรือ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี ความชื้นเมล็ดข้าวโพด (% มาตรฐานเปียก) 16.03-22.0% ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีขึ้น อัตราการทำงานที่ได้ 1.78-2.03 ไร่/ชม. แต่เนื่องจากพื้นที่ขรุขระมากทำให้การบังคับให้เครื่องเคลื่อนที่เร็วไม่ได้ ความเร็วเคลื่อนที่ในการทำงานที่ได้อยู่ระหว่าง 1.67-2.53 กก./ชม. ผลการทดสอบพบว่า การสูญเสียค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 1.16-1.95 % การเปลี่ยนฟันลูกนวดจากตัวสั้นเป็นตัวยาว ทำให้ความลื่นเปลือยน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นจาก 4.17 ลิตร/ไร่ เป็น 4.77-5.90 ลิตร/ไร่ จากนั้นได้ดำเนินการทดสอบซ้ำกับข้าวโพดพันธุ์ Pioneer B-80 ในแปลงเกษตรกรบ้าน ปุงกระเชอร์ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี ความชื้นเมล็ดข้าวโพด 13.70% (มาตรฐานเปียก) เนื่องจากข้าวโพดแปลงนี้ฝักมีขนาดเล็ก และมีความชื้นเมล็ดต่ำมาก จึงมีการปรับระบบขนาดกะเทาะเพิ่มเติมเล็กน้อย โดยติดแถบเหล็กกริว (Rasp Bar) เพื่อลดระยะระหว่างปลายลูกนวดกับตะแกรงรอบลูกนวดตัวล่างให้น้อยลงและสามารถปรับระดับความสูงของแถบเหล็กกริวได้ ผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ดีขึ้น อัตราการทำงานที่ได้ 2.80-3.40 ไร่/ชม. ความเร็วในการทำงานที่ได้อยู่ระหว่าง 2.66-2.88 กก./ชม. ผลการทดสอบพบว่า การสูญเสียที่ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปนค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 1.33-1.81% แต่เมื่อมีการปรับกะบังลมหน้าตะแกรงคัดทำความสะอาดเพิ่มขึ้น 1 นิ้ว สามารถลดการสูญเสียที่ช่องทางออกฟางและสิ่งเจือปน เหลือเพียง 0.87% ขณะที่ความลื่นเปลือยน้ำมันเชื้อเพลิงค่อนข้างต่ำ 2.56 และ 3.14 ลิตร/ไร่ เนื่องจากต้นข้าวโพดแห้งมากและฝักข้าวโพดไม่สมบูรณ์



ภาพที่ 22 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบ

## 5. สรุปผลจากการทดลอง

5.1 ได้ต้นแบบเครื่องผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ไม่มีชุดรูดเปลือกแบบแถวเดี่ยวพ่วงข้างรถแทรกเตอร์ที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปพัฒนาต่อให้เป็นเครื่องผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบอื่นต่อไปได้อีก ทั้งแบบเดิมที่พ่วงข้างรถแทรกเตอร์แต่เพิ่มจำนวนแถวผลิตฝักให้มากขึ้น หรือนำไปพัฒนาเป็นหัวผลิตฝักต่อเชื่อมกับเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยให้เป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบใช้หัวผลิตฝัก

เพราะในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการผลิตชุดหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศ แต่มีความต้องการใช้จึงต้องมีการดำเนินงานวิจัยขยายผลต่อไปอีก

5.2 ได้ต้นแบบและข้อมูลการพัฒนาเครื่องนวดข้าวให้สามารถนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลจากการดำเนินงานจะนำไปใช้ในการพัฒนาต่อเพื่อใช้กับเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้เป็นเครื่องเกี่ยวข้าวโพดแบบใช้หัวปลิดฝักต่อไป

5.3 ได้ข้อมูลสำหรับดำเนินการออกแบบพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ต่อไป ตามวัตถุประสงค์ของโครงการพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

5.3 ได้รายงานเรื่องเต็ม เผยแพร่ โดยตีพิมพ์ในหนังสือเครื่องจักรกลเกษตรปี 2551 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และในรายงานผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2551 เพื่อให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

### การทดลองที่ 3 . วิจัยและพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

1. พัฒนาเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง (แบบที่ 1) แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น มีผลการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 คัดเลือกเครื่องเกี่ยวนวดข้าว เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และทดสอบการทำงานเบื้องต้นโดยการนำไปเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม (ภาพที่ 23) ขนาดความกว้างของหัวเกี่ยว 2.4 ม. มีระบบกลไกและส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 4 ระบบคือ ระบบตัดรวบรวมและลำเลียง ระบบนวดคัดแยกทำความสะอาด ระบายระบบช่วงล่างและขับเคลื่อนและระบบเครื่องยนต์และการถ่ายทอดกำลัง



ภาพที่ 22 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ในการทดลอง

#### การทดสอบการทำงานเบื้องต้นเมื่อนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไปเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ผลดังนี้

ระบบเกี่ยวตัดโดยล้อราวพาจะผลัดต้นต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้โน้มเอียงไปข้างหน้า (ภาพที่ 24) จึงโน้มต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มาให้ชุดใบมีดตัดต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ เพราะลักษณะของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นลำแข็งไม่อ่อนตัวเหมือนต้นข้าว ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ถูกตัดขาดออกจากตอแล้ว จึงมักจะหลุดร่วงตกลงบนพื้นแปลงมากกว่าหลุดร่วงลงบนกระบะรองรับของหัวเกี่ยว และต้องหยุดเครื่องบ่อยครั้งเพราะเกิดการอัดแน่นของซังเปลือกและต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในตะแกรงนวดตรงช่องห่างระหว่างครีบบวงเดือนที่ 1 2 และ 3 (ภาพที่ 25) และมีการสูญเสียเมล็ดตรงช่องทางออกของฟางสูง ส่วนระบบรวบรวมลำเลียงต้นข้าวที่ตัดแล้ว ระบบคัดแยกทำความสะอาด และระบบถ่ายทอดกำลัง สามารถปรับให้เหมาะกับการเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้



ภาพที่ 24 ล้อราวพาผลักดันข้าวโพดให้โน้มเอียงไปข้างหน้า



ภาพที่ 25 ต้นและฟักข้าวโพดอัดแน่นติดในตะแกรงขนาด

1.2 การพัฒนาระบบเกี่ยวตัด ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้เหมาะสำหรับเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ผลดังนี้

1.2.1 พัฒนาล้อราวพาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้เหมาะสำหรับการเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ผล ดังนี้

จากการศึกษาเอกสารและสำรวจข้อมูล ยังไม่พบว่ามี การทดลองพัฒนาล้อราวพาของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อใช้ในการเกี่ยวตัดต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จึงได้ทดลองเพิ่มขนาดเส้นรอบวงของล้อราวพาให้ใหญ่ขึ้น เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการหมุนค่อมโน้มปลายต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มาให้ชุดใบมีดตัด และผลักดันข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกตัดขาดจากตอแล้ว ร่วงลงสู่กระบะรองรับ โดยลดจำนวนเหลี่ยมของล้อราวพาจาก 6 เหลี่ยม เหลือ 3 เหลี่ยม (ภาพที่ 26) เพื่อรักษาระดับความเร็วเชิงเส้นขอบล้อราวพาให้คงที่

ผลการทดลอง ปรากฏว่าไม่สามารถลดการร่วงตกลงบนพื้นแปลงของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกตัดขาดออกจากตอแล้วได้เท่าที่ควร จึงยุติและพัฒนาจุดอื่นแทน



ภาพที่ 26 ล้อราวพานาขนาดใหญ่ขึ้นมี 3 แฉก

1.2.2 พัฒนาแผงซี่เหล็กสำหรับต่อเพิ่มความยาวของกระบะหัวเกี่ยวข้าว ให้เหมาะสมสำหรับการเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ผลดังนี้

1) สร้างแผงซี่เหล็กแบบบียดติดกันถาวร รองรับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกเกี่ยวตัดแล้ว โดยใช้เหล็กแบนหรือเหล็กพืด ตัดปลายแหลมลักษณะคล้ายมีดดาบ ขนาด กว้าง 40 x ยาว 845 x ทน 8 (มม.) เชื่อม



ติดกับแผงเหล็กแผ่นทึบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีโครงเหล็กฉากขนาด กว้าง 300 x ยาว 2,400 x หนา 50 (มม.) ช่องห่างระหว่างซี่เหล็กแบนกว้าง 38 มม.มีลักษณะเป็นแผงเหล็กแผ่นทึบมีเหล็กแบนปลายแหลมยื่นออกมาเป็นซี่ๆ มีรูปร่างคล้ายหวี ซึ่งจะเรียกว่าแผงซี่เหล็กแบนแบบยึดติดกันถาวร แผงเหล็กทึบจะประกอบติดด้านหน้ากระบะหัวเกี่ยว และขยับชุดราวใบมีดตัดพร้อมการ์ดป้องกันใบมีด ที่ติดอยู่หน้ากระบะหัวเกี่ยว เลื่อนออกมาติดด้านหน้าแผงเหล็กทึบแทน (ภาพที่ 27)

ผลการทดสอบพบว่าช่องห่างระหว่างซี่เหล็กแบนจะสอดเข้าไปที่ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ดี (ภาพที่ 28) ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ถูกชุดใบมีดตัดขาดออกจากตอแล้วล้มลงบนแผงซี่เหล็กแบนและกระบะหัวเกี่ยว แล้วถูกเหล็กสปริงหรือ “หนวดกุ้ง” บนชุดล้อราวพา เขี่ยปัดให้เข้าไปสู่ชุดเกลียวลำเลียงเพื่อส่งเข้าสู่ระบบนวดต่อไปได้ดี แต่การวางซี่เหล็กแบนพาดผ่านชุดใบมีดตัดไปยึดติดกับแผงเหล็กทึบ จะปิดบังการ์ดของใบมีดไว้ (ภาพที่ 29) ลำต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จะถูกตัดระหว่างคมมีดกับสันของซี่เหล็กแบนซึ่งปิดบังการ์ดอยู่ จึงขาดออกจากตอด้วยแรงกระชาก และถูกตัดขาดบ้างไม่ขาดบ้าง จึงมักจะติดขัดอยู่ระหว่างใบมีดกับสันของซี่เหล็กแบนบ่อยครั้ง จึงต้องพัฒนารูปแบบของแผงซี่เหล็กแบนรองรับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป



ภาพที่ 27 แผงซี่เหล็กแบนยึดต่อขยายเพิ่มความยาวของกระบะของหัวเกี่ยวไปทางด้านหน้า



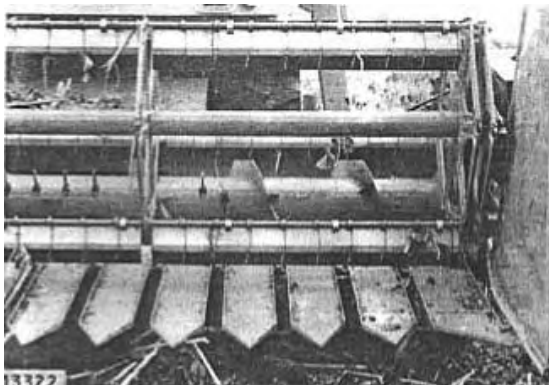
ภาพที่ 28 ต้นข้าวโพดสอดเข้าช่องห่างระหว่างซี่เหล็กแบน



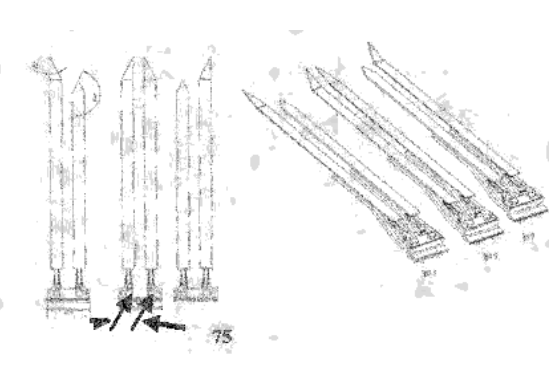
ภาพที่ 29 เหล็กพืดที่ใช้ทำซี่เหล็กแบนปิดบังการ์ดของใบมีด

2) ได้เปลี่ยนแนวทางใหม่ สร้างเป็นแผงซี่เหล็กแบนแบบแยกเป็นคู่อิสระ รองรับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ ถูกเกี่ยวตัดแล้ว โดยสร้างเหล็กแผ่นทึบซึ่งมีโครงเป็นเหล็กฉากขนาดเท่าเดิม ต่อตรงด้านหน้าของกระบะหัวเกี่ยวให้ ยื่นออกมาข้างหน้า 300 มม. และขยับชุดราวใบมีดตัดพร้อมการ์ดป้องกันใบมีด ที่ประกอบติดอยู่หน้ากระบะหัวเกี่ยว ออกมาติดไว้ด้านหน้าของแผงเหล็กทึบที่ต่อไว้แทน แล้วนำซี่เหล็กแบนที่พัฒนาขึ้นใหม่ที่ได้พัฒนารูปแบบการจับยึดติด เพื่อแก้ปัญหาการปิดบังการ์ดป้องกันใบมีดตัดแล้ว ประกอบต่อด้านหน้าของแผงเหล็กทึบ ซี่เหล็กแบนดังกล่าวจะมี ลักษณะเป็นคู่ แต่ละคู่จะมีซี่เหล็กแบน 2 อัน แต่ละอันจะมีชายยื่นออกมาสำหรับเชื่อมติดกับเหล็กพืด เพื่อใช้จับยึด

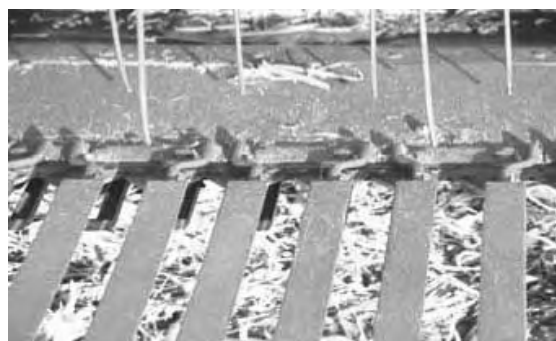
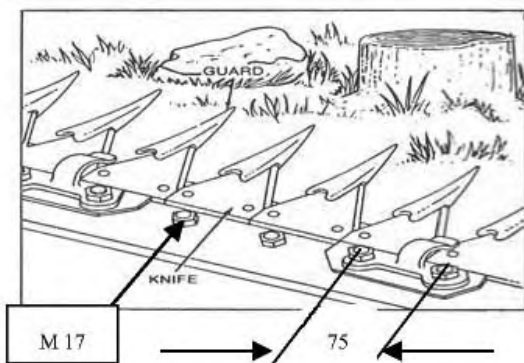
ติดกันเป็นคู่ ซึ่งจะเรียกว่าซี่เหล็กแบนแบบคู่ถาวร ทุกคู่จะใช้เหล็กพีดตั้งกล่าวเป็นขายึดติดกับราวไบริมิด ซึ่งเป็นรูปแบบที่พัฒนามาจากการจับยึดแผงซี่เหล็กแผ่นพับขึ้นขอบ ต่อตรงด้านหน้าของกระบะหัวเกี่ยวทานตะวันของต่างประเทศ (ภาพที่ 30) โดยเหล็กพีดจะมีรู 2 รู สำหรับจับยึดด้วยสลักเกลียวตัวเดียวกันกับการ์ดป้องกันไบริมิดแยกเป็นอิสระต่อกัน ในลักษณะประกอบเข้าหรือถอดออกได้สะดวก (ภาพที่ 31) ตามลักษณะของการจับยึดการ์ดป้องกันไบริมิดซึ่งจะมี 2 ขา ที่มีรูสำหรับยึดการ์ดติดกับราวไบริมิดด้วยสลักเกลียวขนาด 17 มม.ระยะห่างระหว่างรูของสลักเกลียวยึดการ์ด 75 มม. (ภาพที่ 32) เมื่อประกอบซี่เหล็กแบนติดกับชุดราวไบริมิดตัดตลอดความยาวของชุดราวไบริมิดแล้ว จะมีลักษณะเป็นแผงซี่เหล็กแบนต่อความยาวของกระบะหัวเกี่ยวออกมาทางด้านหน้า ที่สามารถช่วยรองรับต้นข้าวโพดที่ถูกตัดขาดออกจากตอแล้วไม่ให้หลุดร่วงลงไปยังพื้นแปลงได้ โดยมีรายละเอียดการสร้างซี่เหล็กแบนแบบคู่ดังนี้



ภาพที่ 30 การจับยึดแผงซี่เหล็กแผ่นพับขึ้นขอบสำหรับใช้เกี่ยวทานตะวันจากต่างประเทศ



ภาพที่ 31 ซี่เหล็กแบนจับยึดติดกันเป็นคู่และยึดติดกับกระบะหัวเกี่ยวแบบเป็นอิสระต่อกัน



ภาพที่ 32 ซี่เหล็กแบนแบบคู่ยึดติดร่วมกับการ์ดป้องกันไบริมิดต่อความยาวของกระบะหัวเกี่ยว

ได้สร้างซี่เหล็กแบนเป็นคู่ ด้วยเหล็กพืดขนาด กว้าง 40 x หนา 8 (มม.) ยึดติดกันเป็นคู่ บางคู่ข้างซ้าย ยาวกว่าข้างขวา บางคู่ข้างขวายาวกว่าข้างซ้าย และบางคู่ยาวเท่ากัน อันยาวมีขนาด 845 มม.ตัดปลายเป็นมุม ชายธงทำมุม 250 กับแนวยาวของซี่เหล็กแบน อันสั้นมีขนาด 745 มม.ตัดปลายเป็นมุมแหลม 400 คู่ที่ยาวเท่ากัน มีขนาดยาว 845 มม. ใต้ท้องของซี่เหล็กแบนทุกอันตรงส่วนกลางของความยาว จะเชื่อมติดกับเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาด 15 x 15 มม. ยาว 125 มม. ต่อจากแนวเชื่อมเหล็กสี่เหลี่ยมอันเดียวกันนี้จะตั้งลงด้านล่างเป็นมุม 20° และตั้งอกกลับตามมุมเท่าเดิม ระยะห่างระหว่างจุดตัดทั้งสองยาว 225 มม.ทำให้ปลายทั้งสองข้างขนานกันในแนวระดับ เพื่อหลบชุดใบมีดตัดและการ์ดป้องกันใบมีด ปลายของเหล็กสี่เหลี่ยมที่ถูกตัดอยู่ด้านล่าง จะมีส่วนยื่นยาวเลยด้านโคนซี่เหล็กแบนออกไป 145 มม.ใต้ท้องของงาอีกจุดหนึ่งตรงส่วนโคนซี่เหล็กแบน จะเชื่อมติดกับเหล็กเพลากลม ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. ยาว 50 มม.ต่อจากแนวเชื่อมเหล็กเพลากลมอันเดียวกันนี้จะตั้งลงด้านล่างเป็นมุม 40° และตั้งอกกลับตามมุมเท่าเดิม ระยะห่างระหว่างจุดตัดทั้งสองมุมยาว 30 มม.ทำให้ปลายทั้งสองข้างขนานกันในแนวระดับ เพื่อหลบชุดใบมีดตัดและการ์ดป้องกันใบมีด ปลายของเหล็กเพลากลมที่ถูกตัดอยู่ด้านล่าง จะมีส่วนยื่นยาวเลยด้านโคนซี่เหล็กแบนออกไป 150 มม. เหล็กเพลากลมนี้ยังถูกตัดเป็นมุม 43° เมื่อมองในแนวตั้งโดยตัดมุมในตำแหน่งเดิม ออกไปทางด้านข้าง เพื่อหลบหัวสลักเกลียวยึดการ์ดของใบมีดอีกด้วย เมื่อเชื่อมประกอบเหล็กสี่เหลี่ยมและเหล็กเพลาที่ถูกตัดขึ้นรูปแล้ว ซี่เหล็กแบนแต่ละอันจึงมีทั้งเหล็กเพลากลมและเหล็กสี่เหลี่ยมเชื่อมติดอยู่ทางด้านโคนของซี่เหล็กแบน การนำซี่เหล็กแบนมาจับกันเป็นคู่ จะเชื่อมเหล็กเพลากลมส่วนที่ยื่นออกมาทางด้านโคนของซี่เหล็กแบนด้านบนทั้ง 2 อัน ติดกับเหล็กพืด ขนาด กว้าง 40 x ยาว 145 x หนา 8 (มม.) ในแนวตั้งฉาก ซึ่งเหล็กพืดดังกล่าวจะเป็นส่วนที่นำไปยึดติดด้านบนของการ์ดป้องกันใบมีด ส่วนเหล็กสี่เหลี่ยม 2 อัน ที่ยื่นออกมาทางด้านโคนของซี่เหล็กแบนคู่เดียวกันนี้ จะอยู่ด้านล่างและเชื่อมยึดติดกับเหล็กพืดอีกอันหนึ่งซึ่งมีขนาดเท่ากัน ในแนวตั้งฉากตรงส่วนของโคนซี่เหล็กแบนในลักษณะเดียวกัน และเหล็กพืดอันที่สองนี้จะป็นอีกส่วนที่นำไปยึดติดด้านล่างของการ์ดป้องกันใบมีด การประกอบซี่เหล็กแบนเป็นคู่ตามลักษณะนี้ จะทำให้โคนของซี่เหล็กแบนมีชายยึดติดกับการ์ดป้องกันใบมีดทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยชายยึดทั้งด้านบนและด้านล่าง จะถูกตัดหลบคล่อมชุดใบมีดตัดและการ์ดป้องกันใบมีด ช่องห่างระหว่างซี่เหล็กแบน 38 มม.เหล็กพืดที่ใช้ยึดจับคู่ซี่เหล็กแบนจะถูกเจาะรู 2 รู ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 มม.ระยะห่างระหว่างรูเจาะ 75 มม. เท่ากับขนาดของรูและระยะห่างระหว่างรูของขาการ์ดยึดใบมีดตัด ซี่เหล็กแบนทุกคู่จึงถูกยึดต่อกับแผงเหล็กที่บดที่ต่อยื่นออกมาจากกระบะหัวเกี่ยว อย่างเป็นอิสระต่อกัน ในตำแหน่งเดียวกับจุดยึดการ์ดของใบมีดตามแนวยาวของชุดใบมีดตัด ลักษณะเป็นแผงที่มีซี่เหล็กแบนขนาดยาว ขนาดสั้น และขนาดเท่ากัน วางสลับกัน ระยะห่างระหว่างซี่เหล็กแบนทุกอัน 38 มม.

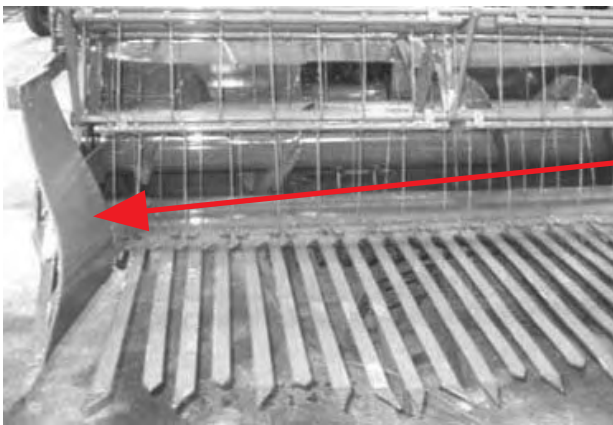


ภาพที่ 33 ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ล้มบนแผงซี่เหล็กแบนและกระบะหัวเกี่ยวทวนดกึ่ง ของชุดล้อราวพาเขี่ยปัดอย่างมีประสิทธิภาพ



ผลการทดสอบพบว่า ซีเหล็กแบนแบบแยกอิสระเป็นคู่ที่ประกออบกับกระบะหัวเกี่ยวเป็นแผง จะสอดเข้าไปหาต้นข้าวโพดเมื่อเครื่องเกี่ยวฯ เคลื่อนที่เข้าหาต้นข้าวโพด ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถูกตัดเฉือนระหว่างคมใบมีดกับการ์ดป้องกันใบมีด เมื่อขาดออกจากต้นแล้วจะล้มลงบนแผงซีเหล็กแบนและกระบะหัวเกี่ยว โดยไม่หลุดลวดลงไปยังพื้นแปลง และถูก “หนวดกุ้ง” บนชุดล้อราวพา เขี่ยปิดให้เข้าไปหาชุดเกลียวลำเลียง ส่งเข้าสู่ระบบนวดอย่างมีประสิทธิภาพ(ภาพที่ 33)

### 1.3.3 สร้างอุปกรณ์แหวกแถวต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ลดการติดพันของส่วนประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และวัชพืช ดังนี้



อุปกรณ์แหวกแถวต้นข้าวโพด

ภาพที่ 34 แผ่นปิดข้างแหวกแถว

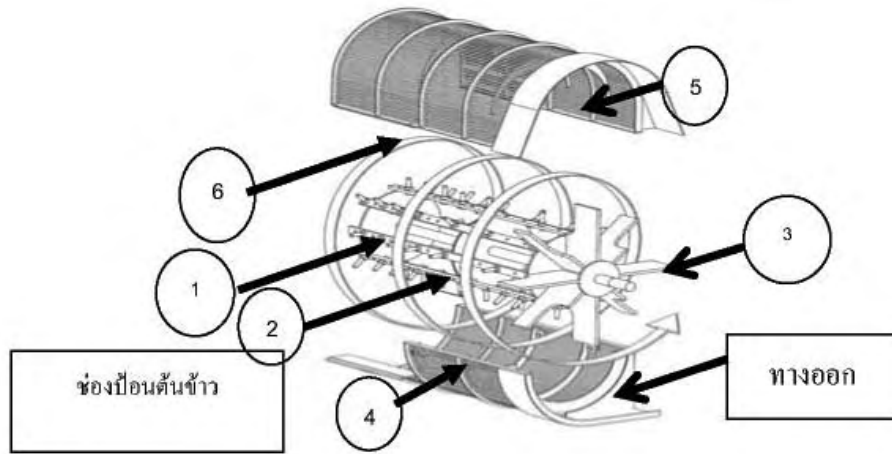
ได้สร้างอุปกรณ์แหวกแถวต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทำด้วยเหล็กแผ่นหนา 6 มม. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีฐานยาว 43 มม.ด้านขนานกับฐานยาว 23 มม.ด้านประกอบมุมฉากสูง 50 และด้านสูงเอียง 52 มม.ตัดโค้งขึ้นรูป ประกอบติดระหว่างปลายแขนยึดล้อราวพา กับอุปกรณ์แหวกแถวต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ตาม (ภาพที่ 34) ซึ่งสามารถลดการติดพันของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 13 การพัฒนาระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ให้เหมาะสำหรับนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ประกอบด้วยฝักข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้ม ใบ และต้น ได้ผลดังนี้

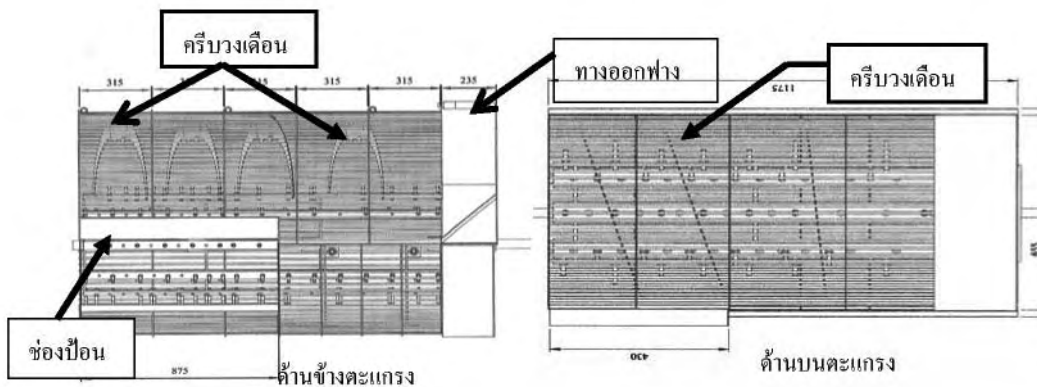
จากการทดลองเบื้องต้น ต้องหยุดเครื่องบ่อยครั้งเพราะเกิดการอัดแน่นของซัง เปลือกและต้นข้าวโพด ในตะแกรงนวด และมีการสูญเสียเมล็ดตรงช่องทางออกของฟางสูง จึงได้พัฒนาระบบนวดให้เหมาะกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไป

หลักการทำงานของระบบนวดข้าวในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ใช้ระบบนวดตามแนวแกน มีช่องป้อนต้นข้าวเข้าสู่ระบบนวดอยู่ด้านซ้ายมือ เริ่มจากลูกนวด (1) โดยซี่ฟันนวดที่ติดบนส่วนที่เป็นผิวโค้งของลูกนวด (2) จะจุดตั้งต้นข้าวที่ผ่านเข้ามาทางช่องป้อน เข้าสู่ตะแกรงรอบลูกนวด (4 และ 5) ต้นข้าวจะถูกฟันนวดตีฟาดอยู่ในตะแกรงรอบลูกนวด เพื่อแยกเมล็ดออกจากฟาง ต้นข้าวจะถูกนวดโดยหมุนเป็นเกลียว (6) ไปตามแกนลูกนวด ทำให้เกิดการนวดหลายครั้ง (ภาพที่ 35) ส่วนฟางจะเคลื่อนตัวตามความยาวของแกนลูกนวดไปทางด้านปลายของลูกนวด และถูกใบพัดฟาง (3) พัดออกไปทางด้านขวา ในลักษณะหมุนรอบแกนลูกนวดไปตามครีบบางฟางข้าว (ภาพที่ 36) การนวดจะเกิดขึ้น ในช่วงประมาณครึ่งหนึ่งทางด้านขวา หรือส่วนท้ายของลูกนวด ใกล้ช่องทางออกของฟาง เมล็ดที่หลุดออกจากฟางข้าวแล้ว จะหล่นรอดออก ตามช่องตะแกรงรอบลูกนวด จากข้อมูลดังกล่าวได้นำไปใช้ในการพัฒนาระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวให้เหมาะสำหรับนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ประกอบด้วยฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้ม ใบ และต้นต่อไป





ภาพที่ 35 ต้นข้าวจะเคลื่อนที่หมุนเป็นเกลียวตามแกนลูกนวด



ภาพที่ 36 ลักษณะการวางครีบบวงเดือนในตะแกรงของเครื่องนวดข้าว

### 1.3.1 พัฒนาครีบบวงเดือนเพื่อลดการอัดตัวของซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในตะแกรง นวด ได้ผลดังนี้

การติดขัดหรืออัดแน่นของซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตรงช่องห่างระหว่างครีบบวงเดือน ในระบบนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่นำไปทดลองเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีสาเหตุมาจากลักษณะของต้นข้าวโพด เป็นพืชเส้นใย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า มีความสูงมากกว่า ลำต้นมีความแข็งและมีความชื้นภายในลำต้น สูงกว่าต้นข้าว การเคลื่อนตัวไปตามครีบบวงเดือนจึงทำได้ยากกว่าฟางข้าว จึงได้เพิ่มช่องว่างหรือช่องห่างระหว่าง ครีบบวงเดือนให้กว้างขึ้น โดยถอดครีบบวงเดือนที่ติดอยู่กับตะแกรงบนของชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ด้านที่ติด กับช่องป้อนหรือช่องทางเข้าของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ครีบบวงเดือนที่ 1 และที่ 3 นับจากช่องป้อนไปทางช่องออกของฟาง ออกครึ่งหนึ่ง (ภาพที่ 37) จากที่มีลักษณะรูปครึ่งวงกลมหรือรูปพระจันทร์เสี้ยว ให้เหลือเพียงเศษหนึ่งส่วนสี่ของวงกลม ครีบบวงเดือนทำจากเหล็กแผ่นหนา 3 มม. ตัดขึ้นรูปคล้ายพระจันทร์เสี้ยว ความสูงของท้องครีบบวงเดือนเท่ากับ 120 มม. ถูก ตัดแบ่งเป็น 2 ชั้น และนำมาต่อดัดกันด้วยสลักเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. เพื่อช่วยให้เปลี่ยนแปลงรัศมี ของครีบบวงเดือนได้สะดวก เมื่อต้องการปรับมุมเอียงของครีบบวงเดือน

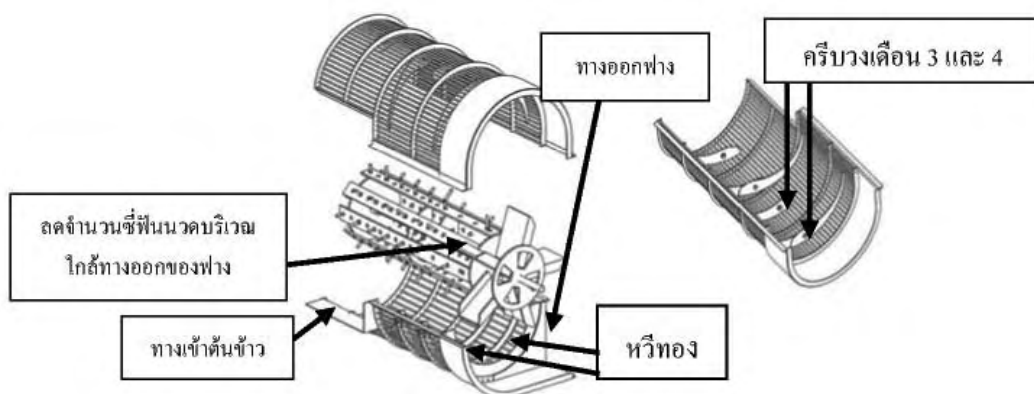
ผลจากการทดสอบพบว่า สามารถลดการอัดแน่นของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และส่วนประกอบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตะแกรงนวดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถเคลื่อนตัวจากช่องป้อนไปสู่ช่องทางออกได้โดยสะดวก

### 1.3.2 การลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่หลุดออกไปตรงช่องทางออกของซังเปลือกใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ผลดังนี้

1) ได้ปรับมุมของครีบบวงเดือนแบบผสมผสาน โดยปรับมุมเอียงของครีบบที่ 3 และ 4 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับช่องทางออกของซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ให้ทำมุม  $90^{\circ}$  กับแนวความยาวของตะแกรงนวด (ภาพที่ 35) แต่ยังคงให้ครีบบที่ 1 และ ครีบบที่ 2 เอียงทำมุมกับแนวความยาวของตะแกรงนวด เท่าเดิมเหมือนกับการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เพื่อลดความเร็วในการเคลื่อนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในระบบนวดให้ช้าลง เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ถูกนวดแยกออกจากซังแล้ว จะมีช่วงเวลาหลุดร่วงลงสู่ชุดตะแกรงคัดแยกและทำความสะอาดได้ทันเวลา จึงปะปนไปกับซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพด ซึ่งถูกพ่นทิ้งไปตรงช่องทางออกน้อยลง

2) ได้สร้างครีบบดักเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการนวดหลุดออกจากซังแล้ว ให้ติดค้างอยู่กับตะแกรงนวดส่วนล่าง และมีโอกาสหลุดรอดผ่านชุดตะแกรงนวดไปสู่ระบบคัดแยกและทำความสะอาดจำนวนมากขึ้น เหลือหลุดออกไปทางช่องทางออกของซัง เปลือก ใบ และต้น น้อยลง ครีบบดังกล่าวนี้เรียกว่า หวีทอง มี 2 อัน ยึดติดกับตะแกรงนวดส่วนล่าง ในตำแหน่งข้างโครงยึดซี่ตะแกรงด้านขวา ช่องที่ 3 และช่องที่ 4 นับจากช่องป้อน ซึ่งจะอยู่ใกล้ช่องทางออกของซัง เปลือก และต้นข้าวโพดนั่นเอง (ภาพที่ 37) หวีทองทำด้วยเหล็กพืดขนาดกว้าง 32 x หนา 7 (มม.) ตัดโค้งตรงสั้น โดยใช้รัศมีความโค้งของวงนอกเท่ากับรัศมีความโค้งของท้องตะแกรงส่วนล่าง มีหูเจาะรู 20 มม. 3 หู สำหรับร้อยสลักเกลียวยึดติดกับท้องตะแกรง (ภาพที่ 37)

3) ลดจำนวนซี่ฟันนวด เพื่อลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อยู่ในตำแหน่งด้านใกล้กับช่องทางออกของซัง เปลือก ใบ และต้นให้น้อยลงในลักษณะสลับกันแต่ละแถว (ภาพที่ 37) เพื่อลดแรงพวยส่ง ทำให้ ฝัก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในตะแกรงนวดนานขึ้น จะช่วยให้เมล็ดที่ถูกนวดหลุดออกจากซังแล้ว และยังคงปะปนอยู่กับ ซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีช่วงเวลาเพียงพอที่จะแยกตัวหลุดร่วงลงสู่ระบบคัดแยกและทำความสะอาด ลดการสูญเสียเมล็ดตรงช่องทางออกของซัง เปลือก ใบและต้น ลดลง การลดจำนวนซี่ฟันนวดบริเวณใกล้กับช่องทางออกของซัง เปลือก ใบและต้น เพื่อจะได้ไม่เกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพการนวด เพราะบริเวณดังกล่าวนี้ไม่มีหน้าที่ในการนวดแล้ว แต่เป็นบริเวณที่ใช้ในการลำเลียงส่งซัง เปลือก ใบ และต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่ผ่านการนวดแล้ว ไปสู่ช่องทางออกเพื่อพ่นทิ้งไป



ภาพที่ 37 ลดช่วงเดือนลงครึ่งหนึ่ง ปรับมุมครีบบวงเดือนเป็น  $90^{\circ}$  กับแนวตะแกรง ใส่หวีทอง และลดจำนวนซี่ฟันนวด

ผลการทดสอบพบว่า ลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่จะปะปนไปกับ ชัง เปลือกใบ และต้นข้าวโพด ตรงช่องทางออกได้เป็นที่น่าพอใจ การลดจำนวนชังที่พินวดที่อยู่ในตำแหน่งด้านใกล้กับช่องทางออกของชัง เปลือก ใบและต้น ให้น้อยลงนั้นไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการนวด เนื่องจากชังที่พินวดในตำแหน่งดังกล่าวนี้ จะทำหน้าที่พุยส่ง ชัง เปลือก และต้น ที่ไม่ต้องการไปสู่ใบพัดเพื่อพันทิ้งไปตรงช่องทางออกอย่างเดียวเท่านั้น แต่ได้ช่วยลดอัตราการแตกหักของเมล็ดลงได้ด้วย เพราะเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกนวดแล้ว ไม่ถูกชังที่พินวดซ้ำๆ

#### 1.4 ทดสอบต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 1) แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น ได้ผลดังนี้

ได้ต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น (ภาพที่ 38) ที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูง ผลการทดสอบตาม (ตารางที่ 5) มีอัตราการสูญเสียและอัตราการแตกหักของเมล็ด ต่ำกว่า 2% มีสิ่งเจือปนไม่เกิน 1% อัตราการทำงานเครื่องในแปลงที่ จ.นครสวรรค์ ประมาณ 2 ไร่/ชม.เนื่องจากเป็นแปลงของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีความสมบูรณ์ได้ผลผลิตถึง 980 และ 1,119 กก./ไร่ ช่วงเวลาทดสอบอยู่ในเดือนกันยายนซึ่งมีฝนตกตลอดเดือน โดยมีฝนตกก่อนการทดสอบ 1 วัน ด้วย ทำให้เมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความชื้นสูงกว่า 25% และสภาพดินในแปลงเปียกแฉะ เป็นการเพิ่มภาระงานเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการทำงาน/ไร่ไม่สูงนัก แต่ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถทำงานในสภาพแปลงที่ยังเปียกแฉะได้ต่างจากการทดสอบในแปลงของเกษตรกรที่ จ.อุทัยธานี มีอัตราการทำงานของเครื่องเกือบ 3 ไร่/ชม. เนื่องจากมีผลผลิต/ไร่ 898 กก./ไร่เท่านั้น และช่วงเวลาเก็บเกี่ยวอยู่ในเดือนมกราคม ไม่มีฝนตกและอากาศแห้งแล้ว ความชื้นของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต่ำกว่า 14% เครื่องมีภาระงานต่ำกว่า จึงมีอัตราการทำงานสูงกว่า อย่างไรก็ตาม อัตราการทำงานเครื่อง 2 - 3 ไร่/ชม. นับว่าเหมาะสมกับขนาดความกว้างของชุดราวใบมีดตัดหรือหัวเกี่ยว 2.4 ม.เพราะมีความกว้างของการเกี่ยวตัดประมาณ 2 ม.เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้เที่ยวละ 3 แถวเท่านั้น



ภาพที่ 38 ต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดแบบขับเคลื่อนด้วยตนเอง แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น

**ตารางที่ 5** แสดงผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ขับเคลื่อนด้วยตนเอง แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ และแปลงเกษตรกร อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี

สถานที่ทดสอบ	จ. นครสวรรค์		จ.อุทัยธานี	
	26 กันยายน	26 กันยายน	9 มกราคม	9 มกราคม
ช่วงเวลาทดสอบ	26 กันยายน	26 กันยายน	9 มกราคม	9 มกราคม
ปลูกด้วยเครื่องหยอด อัตรา 3 กก./ไร่	NSX-042022	NSX-042029	ไฟโคโนเนียร์ B80	ไฟโคโนเนียร์ B80
ขนาดแปลงทดสอบ (ม.)	161.8 x 4.206	158.8 x 5,848	25 x 100	25 x 100
ระยะปลูกระหว่างแถวเฉลี่ย (ซม.)	73.80	74.50	68.4	68.4
ความสูงฝักแรก(ซม.)	104.70	118	116.3	116.3
ความชื้นเมล็ดข้าวโพด (%มาตรฐานเปียก)	26.65	25.12	13.7	13.7
ผลผลิต (กก./ไร่)	1,119	980.14	898	898
การสูญเสีย %	0.95	0.97	1.33	0.87
การแตกหัก %	1.37	0.1	0.73	0.87
สิ่งเจือปน %	0.11	0.12	0.01	0.01
อัตราการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)	2.00	2.06	2.95	2.90
ความกว้างของการเกี่ยว (ม.)	2.05	2.05	2.05	2.05
ความเร็วที่ทดสอบการทำงาน (กม./ชม.)	1.60	1.53	2.80	2.85
ความเร็วรอบเครื่องยนต์ (รอบ/นาท) ไม่มีโหลด	1791 - 1800	1791 - 1800	1791 - 1800	1791 - 1800

**หมายเหตุ 1.** อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.56 - 5.41 ลิตร/ไร่ ตัวอย่างการสูญเสียในแปลงใหญ่เก็บ 6 ซ้ำ

### 1.5 พัฒนาขยายผลไปสู่เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาดอื่น ๆ ที่มีจำหน่ายทั่วไป ได้ผลดังนี้

ได้ขยายผลไปทดลองพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวที่ผลิตจำหน่ายทั่วไปอีก 2 ขนาด คือขนาด 2 และ 3 ม. (ความกว้างของหัวเกี่ยว) จึงนำผลการวิจัยมาพัฒนาขยายผลต่อไป โดยเพิ่มยาวของซี่เหล็กแบน แทนการต่อแผงที่ด้านหลังกระบะหัวเกี่ยว ให้เหมาะสมกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อราวพา ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวที่ภาคเอกชนผลิตจำหน่าย และปรับตำแหน่งมุมกระดกตรงปลายของซี่เหล็กแบนให้สูงขึ้นกว่าเดิม ลดการชะดินในกรณีที่ผิวหน้าของแปลงไม่เรียบ และเพิ่มความแข็งแรงของซี่เหล็กแบนในแนวตั้ง โดยใช้สันของเหล็กพืดขนาดกว้าง 5 X หนา 35 มม. เชื่อมต่อติดกับใต้ท้องของซี่เหล็กแบน ในตำแหน่งต่อจากเหล็กซี่เหลี่ยมที่เชื่อมติดอยู่ใต้ท้องของซี่เหล็กแบนอยู่แล้ว และพัฒนาอุปกรณ์ปิดหรือครอบบังป้องกันไม่ให้ต้นข้าวโพดและวัชพืชติดพันชุดอุปกรณ์แหวกแถวต้นข้าวโพดขณะที่เครื่องทำงานขึ้นมาใหม่ ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แล้วพัฒนาระบบขนาดกะเทาะแยกเมล็ด โดยพัฒนาส่วนประกอบของชุดตะแกรงขนาด ในลักษณะเดียวกันกับเครื่องขนาด 2.4 ม. จนสามารถใช้ในการเกี่ยวขนาดข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ผลจากการทดสอบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาด 2 ม.และ 3 ม.พบว่ามีประสิทธิภาพการทำงานสูงเท่ากับเครื่องต้นแบบที่มีขนาด 2.4 ม. แต่เครื่องขนาด 2 ม. จะเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ทีละ 3 แถว จึงมีอัตราการทำงาน 2 - 3 ไร่/ชม. เท่ากับเครื่องต้นแบบขนาด 2.4 ม. เครื่องขนาด 2 ม. จึงมีความได้เปรียบตรงที่ราคาต่ำกว่า แต่มีอัตราการทำงานเท่ากับเครื่องขนาด 2.4 ม. อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่น่าเครื่องไปเกี่ยวข้าว เครื่องขนาด 2.4 ม. จะมีอัตราการทำงาน มากกว่าขนาด 2 ม. เพราะการปลูกข้าวไม่ได้ใช้ระยะห่างระหว่างแถวเหมือนการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ส่วนเครื่องขนาด 3 ม. สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ครั้งละ 4 แถว จึงมีอัตราการทำงานสูงกว่า 4 ไร่/ชม.

ผลจากการดำเนินการแสดงให้เห็นว่า เทคโนโลยีที่ได้จากการดำเนินการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาด 2.4 ม.ให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้นั้น สามารถนำไปปรับใช้พัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวขนาด 2 และ 3 ม. (ภาพที่ 39 และ 40) ให้ใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะได้นำไปเผยแพร่ต่อสาธารณชน ถ่ายทอดแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ที่มีความต้องการต่อไป



ภาพที่ 39 เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาด 2 ม.



ภาพที่ 40 เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาด 3 ม.

## 2. พัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเอง (แบบที่ 2) แบบใช้หัวปลิดฟัก มีวิธีและขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยเป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบตัดทั้งต้น ได้พบว่าระบบต่างๆ ยกเว้นระบบเกี่ยวตัดและระบบนวดกะเทาะแยกเมล็ดของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย สามารถใช้สำหรับเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการพัฒนาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทยให้เป็นเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบหัวปลิดเฉพาะฝักจะดำเนินการพัฒนาระบบเกี่ยวรวบรวมและลำเลียง และระบบนวดเท่านั้น

### 2.1 คัดเลือกเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้ผลดังนี้

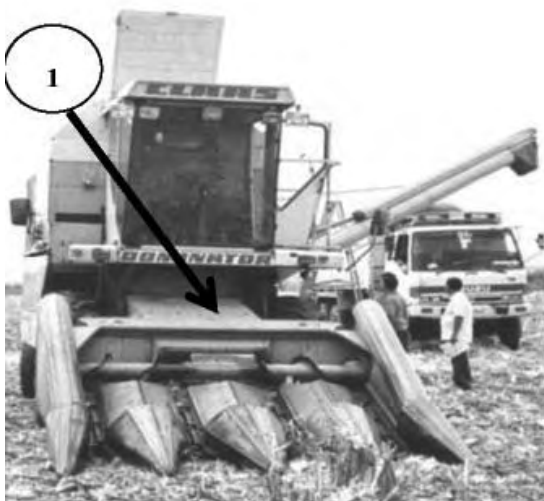
ได้ใช้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวไทย ขนาดความกว้างของหัวเกี่ยว 3 ม. แบบมีถังรองรับข้าวที่เก็บเกี่ยวและนวดเป็นเมล็ดข้าวเปลือกแล้ว ก่อนที่จะนำไปถ่ายลงรถบรรทุกต่อไป รายละเอียดของ ระบบกลไกและส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเครื่องเกี่ยวข้าวไทยที่มี ระบบเกี่ยวตัดรวบรวมและลำเลียง ระบบนวดคัดแยกทำความสะอาดระบบช่วงล่างและขับเคลื่อน และ ระบบเครื่องยนต์และการถ่ายทอดกำลัง ที่ได้กล่าวไว้แล้วในการทดลองที่ผ่านมา และใช้หัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ขนาดปลิดฝักได้ทีละ 4 แถว ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

## 2.2 เปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย เป็นหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ได้ผลดังนี้

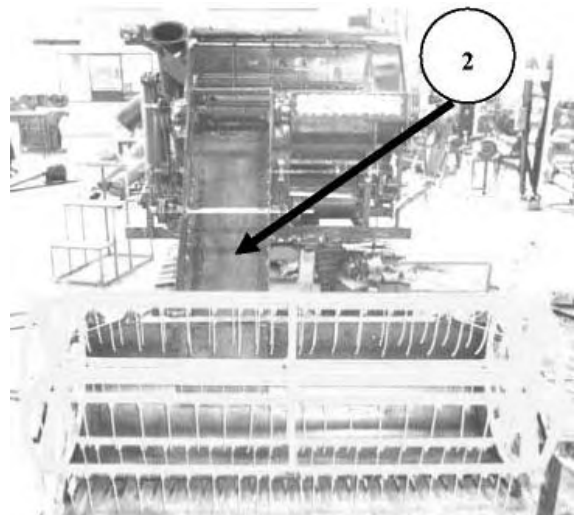
ได้ดำเนินการพัฒนาตำแหน่งเชื่อมต่อของหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศให้สามารถประกอบกับคอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยได้อย่างเหมาะสม และพัฒนาขนาดของคอเกี่ยวให้ใหญ่ขึ้น จนสามารถรองรับน้ำหนักของหัวปลิดฝักได้ โดยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

### 2.2.1 ศึกษารูปแบบและข้อมูลด้านเทคนิควิศวกรรมเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เปรียบเทียบกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย ได้ผลดังนี้

เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศนั้น ปล่องโซ่ลำเลียงฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หรือชาวบ้านเรียกว่า “คอเกี่ยว” จะทำหน้าที่ยึดต่อเชื่อมหัวปลิดฝักและทำหน้าที่ลำเลียงฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไปสู่ระบบนวดกะเทาะ คอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศนั้น จะเชื่อมต่อกับหัวปลิดฝักตรงตำแหน่งกึ่งกลางของหัวปลิดฝัก เมื่อวัดตามความยาวของหน้ากว้างของการเก็บเกี่ยว หรืออยู่ในช่วงระหว่างช่องทางเข้าของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแถวที่ 2 และ 3 เมื่อหันหน้าเข้าหาหัวปลิดฝัก (ภาพที่ 41) (1) ปลายด้านบนของคอเกี่ยวจะต่อเข้ากับช่องป้อนฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ข้าวโพดเข้าสู่ระบบนวดกะเทาะ จึงมีขนาดความกว้างเท่ากับขนาดความยาวของตะแกรงนวดซึ่งวางในทิศทางตั้งฉากกัน เพราะใช้ระบบการนวดกะเทาะแบบไหลตามเส้นรอบวงของตะแกรงนวดกะเทาะ ซึ่งและเปลือกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสิ่งเจือปนจะไหลออกจากเครื่องเกี่ยวฯ ตามเส้นรอบวงของตะแกรง คอเกี่ยวด้านล่างจึงสามารถต่อเชื่อมกับหัวปลิดฝัก ในตำแหน่งกึ่งกลางของหัวปลิดฝัก เมื่อวัดตามความกว้างของการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะแตกต่างจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยคอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยจะเชื่อมต่อกับหัวเกี่ยวข้าวตรงตำแหน่งค่อนข้างไปทางด้านซ้ายมือ เมื่อหันเข้าหาหัวเกี่ยวข้าว (ภาพที่ 42) (2) เพราะใช้ระบบนวดแบบไหลตามแนวแกน ซึ่งมีช่องป้อนต้นข้าวอยู่ด้านซ้ายมือ ต้นข้าวจะถูกนวดโดยหมุนเป็นเกลียวตามความยาวของตะแกรง ไปทางปลายของลูกนวดที่อยู่ด้านขวามือเพื่อพ่นฟางออกไป นอกจากนี้หัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีน้ำหนักมากกว่าหัวเกี่ยวข้าวด้วย



ภาพที่ 41 คอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวจะต่างประเทศ



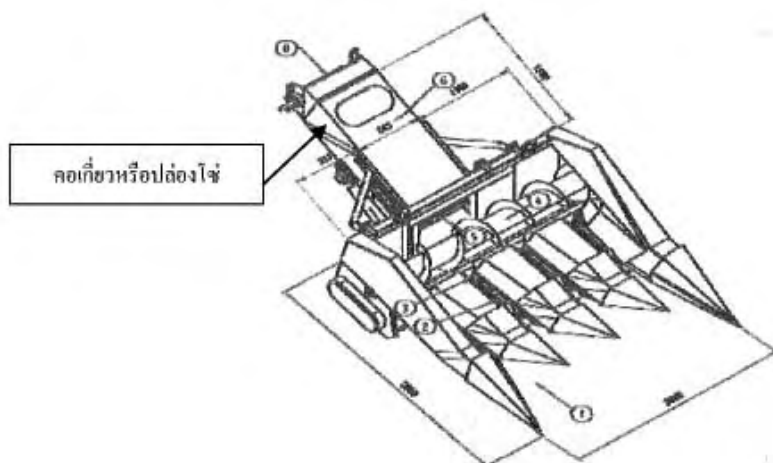
ภาพที่ 42 คอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย

### 2.2.2 พัฒนาจุดต่อเชื่อมระหว่างหัวปลิดฝักกับคอเกี่ยว ดังนี้

ได้ตัดและเชื่อมประกอบผนังด้านหลังของชุดหัวปลิดฝัก เปลี่ยนตำแหน่งจุดยึดคอเกี่ยวจากกึ่งกลางมาอยู่ในตำแหน่งค่อนข้างไปทางซ้ายมือ โดยมีระยะห่างจากขอบด้านข้างของหัวเกี่ยวทางด้านซ้ายมือ 715 มม. เมื่อมองเข้าด้านหน้าหัวปลิดฝัก หรือตรงช่องทางเข้าของต้นข้าวโพดแถวที่ 2 เมื่อนับจากซ้ายมือ (ภาพที่ 43)

### 2.2.3 เพิ่มขนาดของคอเกี่ยวให้แข็งแรงพอสำหรับยกหัวปลิดฝัก ดังนี้

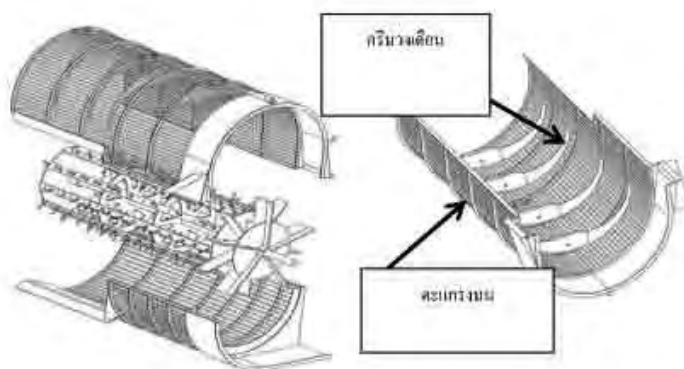
คอเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว (ภาพที่ 42) ได้ถูกออกแบบมาให้มีความแข็งแรงเพียงพอ สำหรับรองรับชุดหัวเกี่ยวข้าวได้อยู่แล้ว แต่หัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีน้ำหนัก 1,500 กก. (ภาพที่ 41) หรือประมาณ 2 เท่าของน้ำหนักของหัวเกี่ยวข้าว จึงได้พัฒนาเพิ่มขนาดของคอเกี่ยวเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดของกล่อง กว้าง 845 x สูง 400 มม. (ภาพที่ 43) คอเกี่ยวจะประกอบด้วยช่องป้อนในลักษณะเอียงทำมุมกับแนวระดับ เพื่อให้ประกอบกับผนังของหัวปลิดฝักพอดี ผนังของคอเกี่ยวด้านบน จึงสั้นกว่าผนังด้านล่าง มีขนาด 1,580 และ 1,925 มม.



ภาพที่ 43 ตำแหน่งเชื่อมหัวปลิดฝักหรือทางเข้าของฝักข้าวโพดที่พัฒนาขึ้นใหม่

### 2.3 พัฒนาระบบขนาดของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว ให้เหมาะสำหรับขนาดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้มได้ผลดังนี้

เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบปลิดเฉพาะฝัก ระบบขนาดกะเทาะจะทำหน้าที่แยกเมล็ดออกจากเปลือก ซึ่ง เท่านั้น (สาทิสและคณะ 2538) รายงานผลวิจัยและพัฒนาเครื่องขนาดเมล็ดพืชสำหรับกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้ม ไม่ปรากฏว่ามีการติดขัดหรืออัดแน่นในระบบขนาดกะเทาะแยกเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่การเก็บเกี่ยวฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พร้อมเปลือกจากต้นมานวดกะเทาะทันทีนั้น จะมีความชื้นสูงกว่าฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เก็บมารวมกองไว้รอการนวดกะเทาะ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปะปนไปกับซังและเปลือก และที่ถูกต้องทั้งไปตรงช่องทางออกมาก



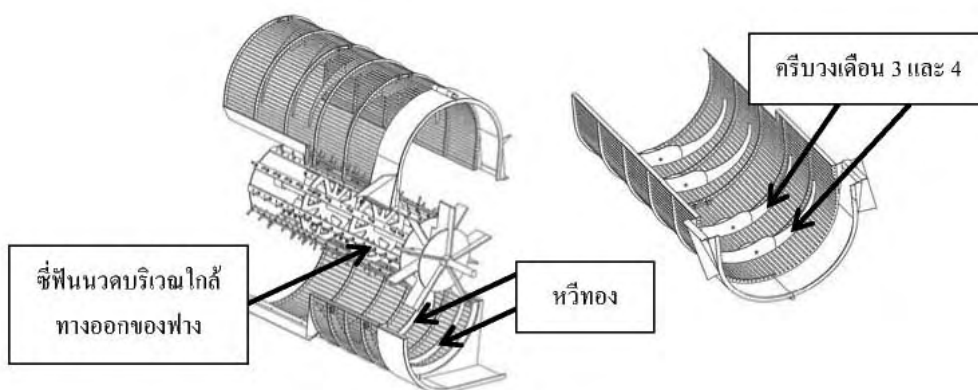
ภาพที่ 44 ชุดตะแกรงขนาดแบบเดิมสำหรับขนาดข้าว มีกริมวงเดือนประกอบเต็มใบ 4 ครีบ

จากที่กล่าวมาแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องลดขนาดหรือเปลี่ยนแปลงรูปแบบของครีบบวงเดือน โดยยังคงใช้ครีบบวงเดือนรูปครึ่งวงกลมประกอบติดอยู่กับตะแกรงบนทั้ง 4 ครีบ เช่นเดียวกับการใช้สำหรับนวดข้าว (ภาพที่ 44) แต่ต้องพัฒนาระบบนวดกะเทาะแยกเมล็ดให้เหมาะสำหรับข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้มให้มีประสิทธิภาพต่อไป โดยใช้แนวทางเดียวกันกับการพัฒนาระบบนวดของต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบตัดทั้งต้น ที่ได้ดำเนินการไปแล้ว ได้ผลดังนี้

1) ปรับมุมของครีบบวงเดือน เพื่อลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยปรับมุมของครีบบวงเดือนครีบที่ 3 และ 4 ที่ติดอยู่ใกล้ช่องทางออกของซัง และเปลือกข้าวโพดที่ผ่านระบบนวดแล้ว ให้ทำมุม  $90^{\circ}$  กับแนวความยาวของตะแกรงนวด (ภาพที่ 45) เพื่อให้วัสดุที่ผ่านระบบนวดเคลื่อนที่ช้าลงจะได้ลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพด ที่หลุดไปทางช่องทางออกของซัง เปลือก และต้นข้าวโพด แต่ยังคงให้ครีบที่ 1 และ 2 เอียงทำมุมกับแนวความยาวของตะแกรงนวดในมุมเดิมเหมือนกับการเกี่ยวข้าว

2) ใส่หวีทอง เพื่อลดอัตราการสูญเสียของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยเพิ่มครีบบวงเดือนติดกับตะแกรงนวดเลี้ยงสัตว์ที่ผ่านการนวดหลุดออกจากซังแล้ว ให้เคลื่อนที่ไปตามตะแกรงนวดช้าลงและติดค้างอยู่กับตะแกรงนวดส่วนล่าง เพิ่มโอกาสให้เมล็ดข้าวโพดที่ถูกนวดกะเทาะแล้ว หลุดออกจากชุดตะแกรงนวดไปสู่ระบบคัดแยกและทำความสะอาดได้มากขึ้น เหลือออกช่องทางออกของซัง และ เปลือกข้าวโพดน้อยลง หวีทองจะมี 2 อันติดไว้ที่ตะแกรงรอบลูกนวดส่วนล่าง วางเป็นระยะๆ ตรงช่องห่างระหว่างโครงยึดซี่ตะแกรงช่องที่ 3 และช่องที่ 4 นับจากช่องป้อน (ภาพที่ 45) ลักษณะเดียวกันกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น แต่มีขนาดใหญ่ขึ้นตามขนาดของตะแกรงนวด เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้น

3) ลดจำนวนซี่ฟันนวด เพื่อลดการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อยู่ในตำแหน่งด้านใกล้กับช่องทางออกของซัง และเปลือกให้น้อยลง ในลักษณะสลับกันแต่ละแถว (ภาพที่ 45) เพื่อลดแรงพยุ่ง ทำให้ฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อยู่ในตะแกรงนวดนานขึ้น จะช่วยให้เมล็ดที่ถูกนวดหลุดออกจากซังแล้ว และยังปะปนอยู่กับซังและเปลือก มีช่วงเวลาเพียงพอที่จะแยกตัวหลุดร่วงลงสู่ระบบคัดแยกและทำความสะอาด ลดการสูญเสียเมล็ดตรงช่องทางออกของซังและเปลือกลดลง



ภาพที่ 45 ปรับมุมครีบบวงเดือนเป็น  $90^{\circ}$  กับแนวตะแกรง ใส่หวีทอง และลดจำนวนซี่ฟันนวด

#### 2.4 เครื่องต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้หัวปลิดฝัก และผลการทดสอบมีดังนี้

ได้ต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบใช้หัวปลิดฝัก (ภาพที่ 46) แล้ว และผลการทดสอบสมรรถนะและประสิทธิภาพการทำงานแสดงใน (ตารางที่ 6) แสดงให้เห็นว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ มีประสิทธิภาพการทำงานสูง โดยมีอัตราการสูญเสียเฉลี่ยต่ำกว่า 1% มีสิ่งเจือปนต่ำกว่า 1% อัตรา



การแตกหักของเมล็ดไม่เกิน 2 และ 3% เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีความชื้นของเมล็ดสูง 25.12 และ 28.53% มาตรฐานเปียก ส่วนสมรรถนะการทำงานของเครื่องนั้น จะได้เห็นว่าการแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของเกษตรกร จ.นครราชสีมา มีวัชพืชในแปลง และเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีความชื้นสูงกว่าเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแปลงของ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ อัตราการทำงานเครื่องเกี่ยวขนาดในแปลงที่ จ.นครราชสีมา จึงต่ำกว่า แต่ทุกแปลงจะมี อัตราการทำงานมากกว่า 6 ไร่/ชม. เนื่องจากวัชพืชในแปลงไม่ใช่วัชพืชพันธุ์ที่เป็นเถา จึงเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ของเครื่องไม่มากนัก อัตราการทำงานของเครื่องสูงถึง 6 ไร่/ชม.นั้น มากกว่าเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยง สัตว์แบบตัดทั้งต้น เนื่องจากหัวเก็บเกี่ยวเป็นระบบผลิตเฉพาะฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้มโดยไม่ตัดต้น จึงมี แต่ฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีเปลือกหุ้มเข้าไปสู่ระบบนวดกะเทาะเท่านั้นไม่มีต้นและใบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เข้าไปด้วย จึงทำงานได้เร็วกว่าและใช้น้ำมันเชื้อเพลิง/ไร่ต่ำกว่าด้วย

**ตารางที่ 6** ผลการทดสอบเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดแบบใช้หัวผลิตฝัก โดยเปลี่ยนหัวผลิตฝักข้าวโพดที่นำเข้ามาจากต่าง ประเทศแทนหัวเกี่ยวข้าวของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดไทย ที่ จ.นครสวรรค์ และ จ.นครราชสีมา

สถานที่ทดสอบ	จ. นครสวรรค์		จ.นครราชสีมา	
	1	2	1	2
การทดสอบครั้งที่				
ช่วงเวลาทดสอบ	24 ก.ย. 50	26 ก.ย. 50	17 พ.ย. 50	19 พ.ย. 50
ปลูกด้วยเครื่องหยอด อัตรา 3 กก./ไร่	NSX-042029	NSX-042029	A 33	ไพโอเนียร์ B80
สภาพพื้นที่ ข้าวโพดสภาพไร่	ไม่มีวัชพืช	ไม่มีวัชพืช	วัชพืชมาก	วัชพืชมาก
ขนาดแปลงทดสอบ (ม.)	171.8 x 584.8	175.8 x 584.8	80 x 325	80 x 325
ระยะปลูกระหว่างแถวเฉลี่ย (ชม.)	74.50	74.50	69.30	67.90
ความสูงฝักแรก (ชม.)	118	118	120	92.6
ความชื้นเมล็ดข้าวโพด (%มาตรฐานเปียก)	25.12	25.12	28.57	28.53
ผลผลิต (กก./ไร่)	980.14	980.14	1044	812
การสูญเสีย %	0.89	0.94	0.45	0.81
การแตกหัก %	1.62	0.66	2.20	2.61
สิ่งเจือปน %	0.76	0.33	0.04	0.39
อัตราการทำงาน(ไร่/ชั่วโมง)	6.36	6.83	6.35	6.10
ความกว้าง 4 แถวปลูก	2.75	2.78	2.77	2.72
ความเร็วที่ทดสอบการทำงาน(กม. /ชม.)	3.27	4.09	3.88	3.29
ความเร็วรอบเครื่องยนต์(รอบ/นาที) ไม่มีโหลด	1,800	1,800	1,800	1,800

**หมายเหตุ** อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 3 ลิตร/ไร่ ตัวอย่างการสูญเสียในแปลงใหญ่เก็บ 6 ชั่วโมง



ภาพที่ 46 ต้นแบบเครื่องเกี่ยวข้าวโพดแบบ  
ขับเคลื่อนด้วยตนเอง แบบใช้หัวปลิดเฉพาะฝัก

### 3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ค่ารับจ้างเกี่ยวข้าว 400 - 450 /ไร่ ส่วนค่ารับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 650 - 750 บาท/ตัน ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในพื้นที่ราบเฉลี่ย 1 ตัน/ไร่ ค่ารับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงสูงกว่าการรับจ้างเกี่ยวข้าวประมาณ 250 - 300 บาท/ไร่ การปรับเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดไปใช้ในการเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบตัดทั้งต้นจะเสียค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าแฉ่งซีเหล็กแบนตรงหน้ากระบะหัวเกี่ยว เพื่อรองรับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ถูกตัดแล้ว ประมาณ 20,000 - 25,000 บาท ตามขนาดของหัวเกี่ยวเท่านั้น ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่น้อยมากเมื่อเทียบกับราคาเครื่องเกี่ยวขนาด 1,000,000 - 2,000,000 บาท การปรับเปลี่ยนเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดให้สามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ด้วย เป็นการเพิ่มโอกาสให้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดได้มีวันทำงานเพิ่มขึ้น ได้รับผลตอบแทนเพิ่มขึ้นด้วย จึงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจอย่างแน่นอน

ส่วนเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบเปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวเป็นหัวปลิดฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำเป็นต้องเปลี่ยนตั้งแต่คอเกี่ยวลงมาถึงหัวเกี่ยวข้าว จึงมีความยุ่งยากและต้องใช้ช่างผู้ชำนาญงาน จึงไม่สามารถเปลี่ยนกลับไป - มาระหว่างการเกี่ยวข้าวกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้โดยง่าย และต้องซื้อมาใช้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพียงอย่างเดียว ราคาของเครื่องจะไม่สูงกว่าเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดมากนัก แต่เมื่อนำไปใช้รับจ้างจะได้ผลตอบแทนสูงกว่า เพราะค่ารับจ้างเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงกว่าข้าวตามทีกล่าวมาแล้ว ถ้าซื้อมาใช้จะมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนแน่นอน และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่าเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดด้วย เพราะปัจจัยเงื่อนไขสำคัญต่อค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจะเหมือนกับเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพด อย่างไรก็ตามระยะเวลาคืนทุนนั้นจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับระยะเวลาทำงานต่อวัน และจำนวนวันที่เครื่องทำงานต่อปี ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้

### 4. ผลจากการดำเนินการทดลองเรื่องนี้

4.1 ได้ต้นแบบเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบไทยที่มีระบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง 2 แบบ ที่พัฒนามาจากเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพดไทย เป็นแบบใช้ราวใบมีดตัดทั้งต้นและแบบใช้หัวปลิดฝัก ที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้เผยแพร่สู่เกษตรกรผู้ประกอบการเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวโพด ทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้รับจ้างแล้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยมาก เพราะยังไม่มีมีการดำเนินงานวิจัยเรื่องนี้มาก่อน

4.2 ได้จัดทำเป็นรายงานเรื่องเต็ม เผยแพร่ โดยตีพิมพ์ในหนังสือเครื่องจักรกลเกษตรปี 2551 สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และในรายงานผลงานวิจัยกรมวิชาการเกษตรประจำปี 2551 เพื่อให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

## สรุปผลการทดลอง

แปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีขนาดใหญ่ปลูกในลักษณะพืชไร่ ใช้เครื่องจักรกลเกษตรทุกขั้นตอน เตรียมดิน ปลูก ใส่ปุ๋ย และกำจัดวัชพืช ขั้นตอนเหล่านี้เกษตรกรจะใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ของตนเองเป็นส่วนใหญ่ เพราะต้องทำงานแข่งกับเวลาเนื่องจากช่วงเวลาการปลูกข้าวโพดขึ้นอยู่กับสภาพฝน ส่วนการเก็บเกี่ยวและนวดกะเทาะเป็นขั้นตอนที่ต้องจ้างผู้อื่น การใช้น้ำฝนทำให้แปลงข้าวโพดที่อยู่ในท้องที่เดียวกันหรือใกล้กันจะปลูกพร้อมกัน และจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาเดียวกันตามอายุของข้าวโพด 115 - 120 วัน วิธีการเก็บเกี่ยวยังคงใช้แรงงานคนเป็นหลักมีขั้นตอนมาก ตั้งแต่ปอกเปลือกและหักปลิดเก็บที่ละฝักใส่เข่ง เทฝักข้าวโพดใส่ลงกระสอบป่าน ยกกระสอบข้าวโพดขึ้นรถ ขนย้ายไปยังสถานที่ที่ต้องการ ยกลงและเทฝักข้าวโพดออกจากกระสอบใส่ยุ้งหรือเทรวมกอง แล้วจึงจ้างพ่อค้ามาสีกะเทาะเพื่อรับซื้อไป ค่าใช้จ่ายในขั้นตอนนี้จึงสูงกว่า 1,000 บาท/ไร่ หรือสูงกว่า 1 ใน 3 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

มีการนำเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดมารับจ้างเกี่ยวข้าวโพดในราคา 600 - 750 บาท/ตัน ต่ำกว่าการใช้คนเก็บประมาณ 30 % เครื่องที่ใช้กันมี 3 แบบคือ แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง แบบที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” และ แบบที่นำเข้ามาเฉพาะชุดหัวปลิดฝักจากต่างประเทศมาประกอบกับส่วนอื่นๆ ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ทั้ง 3 แบบจะมีข้อดีและข้อจำกัดต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น แบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่องจะใช้ล้อยางทำงานในแปลงที่ดินเปียกแฉะไม่ได้ ต้องเกี่ยวแปลงที่มีระยะห่างระหว่างแถวประมาณ 75 ซม. และไม่มีวัชพืชที่เป็นเถาวัลย์ จากสภาพเศรษฐกิจและอัตราแลกเปลี่ยนเงินในปัจจุบัน ราคาของเครื่องที่มีสภาพใหม่สูงถึง 4- 5 ล้านบาท ผลตอบแทนไม่คุ้มเท่ากับเงินลงทุน จึงต้องนำเครื่องที่ผ่านการใช้งานแล้วเข้ามาใช้แทน แต่ต้องซ่อมบ่อยขึ้นและใช้อะไหล่เฉพาะของเครื่องยี่ห้อ นั้น ซึ่งต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาสูงและใช้เวลาสั่งซื้อ แบบที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ได้ดัดแปลงเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไปใช้รับจ้างเกี่ยวนวดข้าวโพด สามารถเกี่ยวต้นข้าวโพดล้มและในแปลงที่ดินเปียกแฉะได้ แต่ยังมีปัญหาด้านการสูญเสียและสิ่งเจือปนยังสูง ส่วนแบบที่นำเข้ามาเฉพาะชุดหัวปลิดฝักจากต่างประเทศมาประกอบแทนหัวเกี่ยวข้าวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” แต่มีข้อจำกัดเหมือนแบบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งเครื่อง และมีข้อได้เปรียบเหมือนแบบที่ดัดแปลงจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าว “ไทย” ปัจจุบันนี้มีการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเพิ่มขึ้นตลอดมา เพราะประหยัดกว่าใช้คน ไม่ยุ่งยากเสียเวลา การร่อนหล่นเสียหายไม่มากกว่าใช้คน บางพื้นที่ที่ยังไม่มีเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเข้าไปรับจ้างหรือต้องรอคิว ทำให้ช้าไม่ทันเวลา บางรายแปลงมีต้นข้าวโพดล้มไม่สามารถใช้เครื่องเกี่ยวจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามยังมีเกษตรกรบางส่วนยังไม่มั่นใจโดยมีความกังวลเรื่องการสูญเสียเมล็ดข้าวโพดในระหว่างการใช้เครื่องเกี่ยวเกี่ยว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับเกษตรกร ส่วนความสะอาดของเมล็ดข้าวโพดที่เกี่ยวข้องต้องมีสิ่งเจือปนน้อยที่สุด ในขั้นที่พ่อค้ายอมรับซื้อก็เพียงพอแล้ว สิ่งเหล่านี้เป็นข้อคำนึงและนำมาใช้ในการออกแบบพัฒนาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ได้พัฒนาเครื่องปลิดฝักข้าวโพดแบบไม่ปอกเปลือกสามารถทำงานได้ดี ฝักข้าวโพดที่เก็บได้จากเครื่องมีเปอร์เซ็นต์ฝักดีสูง เครื่องทำงานได้ต่อเนื่องไม่ติดขัด โดยเฉพาะระบบหัวปลิดฝักเดิมจะมีปัญหา ต้นข้าวโพดและเศษใบข้าวโพดติดสะสมที่หัวปลิดจำนวนมากระหว่างใช้งาน จากการแก้ไขแบบใบมีดของลูกกลิ้งปลิดฝักแล้ว ระบบหัวปลิดฝักไม่มีต้นข้าวโพดติดค้างสะสม เครื่องทำงานได้ต่อเนื่อง ซึ่งทำให้ได้เทคโนโลยี หัวปลิดฝักข้าวโพดที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถนำไปพัฒนาเครื่องเกี่ยวเกี่ยวข้าวโพดต่อไปได้ ส่วนระบบอื่นที่ได้พัฒนาไปจนสามารถนำไปใช้งานได้จริงสามารถเป็นต้นแบบหัวเครื่องปลิดได้ หรือเป็นแนวทางที่จะพัฒนาไปในรูปแบบเครื่องปลิดฝักข้าวโพดในรูปแบบอื่นได้อีกต่อไป และจากผลการทดสอบเครื่องกะเทาะข้าวโพดแบบทั้งเปลือก การปรับตำแหน่งและลดจำนวน

ของครีบบวงเดือนที่เหมาะสมจะมีอัตราการทำงานสูง ขณะที่การสูญเสียรวมและการแตกหักของเมล็ดสามารถลดลงได้โดยการลดจำนวนซี่ฟันลูกนวดแบบถอดสลับที่เหล็กขนานด้านติดกับช่องทางออกของซี่และเปลือก และใส่หัวทองที่ตะแกรงนวดส่วนล่าง ความเร็วรอบลูกนวดอยู่ระหว่าง 550-600 รอบ/นาที ขึ้นอยู่กับสภาพความชื้นของฝักข้าวโพด

ประเทศไทยผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่พอต่อความต้องการใช้ การใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สามารถลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลงได้ไม่น้อยกว่า 20% แต่เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่นำเข้าจากต่างประเทศยังมีข้อจำกัดประเทศไทยมีผลิตและใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่มีระบบขับเคลื่อนภายในตัวเองแบบตีนตะขาบเมื่อนำมาพัฒนาให้เกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แล้วสามารถลดข้อจำกัดการใช้เครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลงได้ จากผลการสำรวจและผลงานวิจัยที่ผ่านมา จึงได้ร่วมกับภาคเอกชนดำเนินโครงการวิจัยและพัฒนา เครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยให้ เป็นต้นแบบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโพดที่มีระบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง 2 แบบ คือแบบตัดทั้งต้น และแบบผลิตเฉพาะฝัก เครื่องเกี่ยวนวดฯ แบบตัดทั้งต้นนั้น ได้ใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ที่มีขนาดความกว้างของหัวเกี่ยว 2.4 ม. ใส่ซี่เหล็กแบนตรงหน้ากระบะหัวเกี่ยวเพื่อรองรับต้นข้าวโพดที่ถูกตัดแล้ว และพัฒนาชุดนวดจนเหมาะสำหรับใช้กับข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวทั้งต้น ใบ และ ฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีเปลือกหุ้ม จนสามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างเหมาะสม มีอัตราการทำงาน 2 - 3 ไร่/ชม. อัตราการแตกหักต่ำกว่า 2% มีสิ่งเจือปนและอัตราการสูญเสียของเมล็ดต่ำกว่า 1% สามารถเก็บเกี่ยวได้ทุกระยะห่างของแถวปลูก และได้นำข้อมูลไปขยายผล ใช้กับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาดขนาด 2 และ 3 ม. ได้ผลสรุปว่า เครื่องทั้ง 3 ขนาด มีประสิทธิภาพสูงในระดับเดียวกัน แต่มีอัตราการทำงานแตกต่างกันตามขนาดของหัวเกี่ยว ส่วนการพัฒนาเครื่องเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แบบผลิตเฉพาะฝักนั้นได้ใช้เครื่องเกี่ยวข้าวขนาดความกว้างของหัวเกี่ยว 3 ม. เปลี่ยนหัวเกี่ยวข้าวเป็นหัวผลิตฝักข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ที่มีขนาดผลิตฝักได้ทีละวง 4 แถว และได้พัฒนาชุดนวดจนเหมาะสำหรับใช้กับฝักข้าวโพดที่มีเปลือกหุ้ม จนสามารถเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างเหมาะสมเช่นกัน โดยมีอัตราการทำงานมากกว่า 6 ไร่/ชม. ในขณะที่อัตราการสูญเสียของเมล็ดและสิ่งเจือปนต่ำกว่า 1% แต่มีอัตราการแตกหัก 2 - 3% เหมาะสำหรับเก็บเกี่ยวข้าวโพดในแปลงที่มีระยะห่างของแถวปลูก 75 ซม.

เครื่องทั้งสองแบบทำงานได้ในแปลงเปียกแฉะได้ และมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนซื้อมาใช้ โดยมีข้อดีข้อด้อยต่างกัน โดยเครื่องเกี่ยวนวดฯแบบตัดทั้งต้นจะเสียค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยนไป-มาระหว่างการเกี่ยวข้าวและเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์น้อย ผู้ควบคุมเครื่องเกี่ยวนวดฯ ทำได้ด้วยตัวเอง ตลอดเวลาตามความต้องการหรือตามฤดูกาลเก็บเกี่ยวพืชแต่ละชนิด เพิ่มศักยภาพการทำงานโอกาสให้เครื่องเกี่ยวนวดฯมีจำนวนวันในการใช้เครื่องต่อปีเพิ่มขึ้น ได้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้น แต่การตัดและนวดกะเทาะข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งต้นต้องใช้พลังงานสูง จึงมีค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าแบบใช้หัวผลิตฝัก แต่เครื่องเกี่ยวนวดฯแบบใช้หัวผลิตฝัก ต้องซื้อมาใช้เก็บเกี่ยวข้าวโพดโดยเฉพาะ เพราะการปรับเปลี่ยนไป-มาระหว่างการเกี่ยวข้าวและเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำได้ยากและต้องใช้ช่างที่มีความสามารถ เพราะต้องมีการตัดต่อและเชื่อมประกอบตั้งแต่จุดต่อระหว่างคอเกี่ยวกับทางเข้าของชุดนวดกะเทาะ ผู้ประกอบการหรือเจ้าของเครื่องอาจจะทำเองได้ แต่ต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนแต่ละครั้งหลายวัน ทำให้เสียโอกาสในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดฯ อย่างไรก็ตามราคาของเครื่องเกี่ยวนวดฯแบบผลิตฝักไม่สูงกว่าเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมากนัก ถ้าซื้อมาใช้จะมีความคุ้มค่าแน่นอน และมีระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่าเครื่องนวดข้าวด้วย เพราะปัจจัยเงื่อนไขสำคัญต่อค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องจะเหมือนกับเครื่องเกี่ยวนวดข้าว แต่ได้ผลตอบแทนมากกว่า โดยระยะเวลาคืนทุนนั้นจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับระยะเวลาทำงานต่อวันและจำนวนวันที่เครื่องทำงานต่อปี ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการเกี่ยวข้าวโพดได้