รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

.....

1.ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรความแม่นยำสูงสำหรับอ้อย

2.โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย): วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ): Research and Development of Sugarcane-leaf Harvester

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	: นายวิชัย	โอภานุกุล	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
ผู้ร่วมงาน	: นายตฤณสิษฐ์	ไกรสินบุรศักดิ์	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายอานนท์	สายคำฟู	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	: นายวีระ	สุขประเสริฐ	สังกัด สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม

5.บทคัดย่อ

การเผาใบอ้อยนับว่าเป็นปัญหาใหญ่ของไทย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.) พบว่าแต่มีอ้อยไฟไหม้ถูกส่งเข้าโรงงานน้ำตาลเพิ่มขึ้นทุกปี ในฤดูการผลิตปี 57/58 มีจำนวน 69.05 ล้านตัน หรือคิดเป็น 65.38 % จากผลผลิตอ้อยทั้งประเทศ 105.96 ล้านตัน ด้วยเหตุดังกล่าว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม จึงดำเนินการวิจัย ต้นแบบเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อใช้แก้ปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว การใช้งานนำมาพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก วิ่งเข้าไปในร่องอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว เหมาะกับอ้อยที่มีระยะแถว 120 เซนติเมตรขึ้นไป มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ (1) โครงเครื่อง (2) ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน (3) ลูกปลิดใบอ้อย (4) เกลียวส่งใบอ้อย (5) ห้องม้วนใบ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1 ไร่/ชั่วโมง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1 ลิตร/ไร่ เครื่องมีมิติโดยรวม (กว้างxยาวxสูง) 80x150x150 เซนติเมตร น้ำหนัก 130 กิโลกรัม ราคาประมาณ 35,000 บาท

.....

คำสำคัญ: อ้อย, ใบอ้อย, เครื่องจักรกลอ้อย **การทดลอง:** 04-68-57-02-02-00-01-58

Abstracts

The sugarcane fire is the important problem in Thailand. Office of the Cane and Sugar Board (OCSB) reported that the sugarcane fire was increased every year. Annual report 2014/15, Sugarcane fire was approximately 69.05 million tons or 65.38 % of the total crop. The problem of sugarcane fire leads to invent the sugarcane-leaf harvester by Agricultural engineering research institute. Its components are transmission pulley, cutter, conveyor screw and roller chamber. The sugarcane-leaf harvester was hitched with small tractor and required the distance of each sugarcane row more than 120 cm to harvest sugarcane leaf. The results of test indicated that harvest capacity and fuel consumption of machine were 1 rai/h and 1 l/rai, respectively. Furthermore, the dimensions, weight and cost of machine were 80(W)x150(L)x150(H) cm, 130kg and 35,000 baht, respectively.

6.คำนำ

อ้อยเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจหลักของไทย สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (สอน.) รายงานผลการสำรวจประจำปี 2553/54 โดยใช้ดาวเทียมประกอบการเก็บรายละเอียดภาคพื้นดิน มีพื้นที่ปลูก 47 จังหวัด จำนวน 8.46 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกส่งโรงงานน้ำตาลในประเทศ 47 แห่ง รวม 8.12 ล้านไร่ และพื้นที่ปลูกทำพันธุ์จำนวน 336,286 ไร่ อ้อยเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ 3 ประการ คือ ข้อที่ 1 มีการบริโภคน้ำตาลในประเทศปีละประมาณ 1.6-1.7 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 17,000-19,000 ล้านบาท ข้อที่ 2 ส่งออกน้ำตาลจำหน่ายในตลาดโลกปีละกว่า 3 ล้านตัน นำรายได้เข้าประเทศ 20,000-30,000 ล้านบาทต่อปี ทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลใหญ่เป็นอันดับ 3 ของโลก รองจาก บราซิล สหภาพ ยุโรป แต่บางปีจะเป็นอันดับ 4 รองจากออสเตรเลียมีสัดส่วนตลาดร้อยละ 9.5 ของโลก มีตลาดสำคัญ คือ อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ข้อที่ 3 เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยจะมีรายได้จากการจำหน่าย ประมาณ 30,000 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 4 ของรายได้ภาคเกษตรทั้งหมด กิจกรรมการผลิตอ้อยเริ่มตั้งแต่ การเตรียมดิน การปลูก ดูแลรักษาให้น้ำให้ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว หรือการตัดอ้อย สถานการณ์การเก็บเกี่ยวในปัจจุบัน สอน. รายงานว่าการเผาอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในฤดูการเก็บเกี่ยว 2553/54 มีปริมาณอ้อยถูกไฟไหม้ส่งเข้าโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศมากกว่า 4 ล้านตัน หรือประมาณ 61 % ซึ่งอ้อยที่ถูกไฟไหม้เหล่านี้ จะเสียน้ำหนัก กระทบสภาพแวดล้อม สภาพดินสูญเสียความสมบูรณ์ ต้องเสียค่าใช้จ่ายการปลูกและดูแลอ้อยรุ่นต่อไปเพิ่มขึ้น มีวัชพืชขึ้นเนื่องจากไม่มีเศษซากปกคลุมดิน เกิดการระบาดของแมลงศัตรูอ้อยได้ง่าย และทำให้เกษตรกรผู้ปลูกรายได้ลดลง ไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานน้ำตาลเนื่องจากจะทำให้ขบวนการทำน้ำตาลทำได้ยากขึ้น เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียทำให้เกิดปัญหาในขบวนการผลิตและต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นส่งผลให้การหีบอ้อยทำได้ช้าลง รวมทั้งทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม

การทบทวนวรรณกรรม

สุรพล และคณะ (2536) รายงานว่าการเผาใบอ้อยทำให้มีผลกระทบตามมา คือ ต้องใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชมากขึ้น เนื่องจากไม่มีใบอ้อยคลุมดินและเกิดการตกค้างของสารเคมีกำจัดวัชพืชสูงขึ้น และทำให้ สูญเสียน้ำหนักมากกว่าอ้อยตัดสด และทำให้ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นการเผาใบอ้อยทำให้อ้อยตอตายมากกว่าอ้อยตัดสด และอ้อยตอที่รอดจะมีลำแคระแกร็นใบเหลือง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการให้น้ำอ้อยตอเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่มีใบอ้อยคลุมดินช่วยรักษาความชื้น การเผาใบอ้อยทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกลุ่มหมอกควัน ก่อให้เกิดอากาศเป็นพิษ ทำให้เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของคนและสัตว์ ดังตัวอย่างในประเทศออสเตรเลียที่มีการเผาใบอ้อยมาเป็นระยะเวลา 80 ปี ประชากรภายในประเทศเป็นมะเร็งโรคผิวหนังมากกว่าชาติอื่น ๆ ซึ่งภายหลังได้ตรวจสอบพบชั้นบรรยากาศเกิดเป็นช่องขนาดใหญ่ ทำให้แสงคอสมิกส่องลงมาได้ง่าย (สอน.) 2553

การเผาอ้อยทำเกิดปัญหาไฟฟ้าขัดข้อง จากรายงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2551) พบเหตุขัดข้องในระบบส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าเนื่องจากการเผาอ้อยนั้นก่อให้เกิดควันไฟ ซึ่งมีไอน้ำระเหยขึ้นไปพร้อมกันกระแสไฟฟ้าจะเกิดการเหนี่ยวนำส่งให้เกิดการขัดข้องในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ทำให้เกิดไฟฟ้าตกไฟฟ้าดับ ก่อให้เกิดความเสียหายกับภาคเศรษฐกิจ จากสถิติพบว่าในภาคเหนือ เกิดเหตุขัดข้องในระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเนื่องจากการเผาอ้อยมากที่สุดในพื้นที่ จังหวัดนครสวรรค์ พิษณุโลก กำแพงเพชร และอุตรดิตถ์ ช่วงปี 2549-2550 มีเหตุขัดข้อง 37 ครั้ง และเฉพาะในจังหวัดนครสวรรค์เกิดเหตุถึง 21 ครั้ง

จากสภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศที่พัฒนาแล้ว ได้กำหนดนโยบายและมาตรการในลักษณะต่างๆ เพื่อป้องกันมิให้มีการทำลายสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ ส่งผลให้เกิดมาตรการกีดกันการค้าน้ำตาลในตลาดโลก และหลายประเทศได้รณรงค์ลดการเผาอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว เช่น ในภาคกลางตอนใต้ของบราซิลจะเลิกการเผาอ้อยภายในปี 2574 ในขณะที่รัฐนิวเซาท์เวลส์ของออสเตรเลีย จะเลิกการเผาอ้อยในฤดูการผลิตปี 2551/2552 นอกจากนี้ สหภาพยุโรปเรียกร้องให้มีการนำเข้าน้ำตาลที่ผลิตจากอ้อยสดภายในปี 2553 ซึ่งมาตรการห้ามการเผาอ้อยมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นมาตรการกีดกันทางการค้าน้ำตาลในอนาคต (สอน.) 2553

จากปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาจะเห็นว่าการเผาอ้อย ดังแสดงในรูปที่ 1 ก่อนเก็บเกี่ยวส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากการเก็บผลผลิตจำหน่ายขึ้นอยู่กับฤดูกาลหีบอ้อยที่โรงงานน้ำตาลกำหนด จะมีการหีบอ้อยในช่วงสั้นๆ ประมาณ 2-3 เดือนเท่านั้น ทำให้การเก็บเกี่ยวอ้อยในพื้นที่หลายล้านไร่ ในช่วงเวลาไม่กี่เดือนจึงต้องใช้แรงงานมหาศาล ทำให้ประสบปัญหาขาดแคลนแรงงาน และมีต้นทุนการเก็บเกี่ยวสูงขึ้นทุกปี จึงมีความพยายามในการแก้ปัญหาทั้งในส่วนของภาครัฐและภาคเอกชนโดยนำเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยมือสองจากต่างประเทศเข้ามาใช้ทดแทน รวมถึงมีการวิจัยพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยภายในประเทศมาประมาณ 10 ปีแล้ว (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

ดังนั้น วิชัย และคณะ (2555) จึงได้ศึกษาสภาพการเก็บเกี่ยวอ้อยของไทย ในฤดูการเก็บเกี่ยว 2553/54 จำนวน 258 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นภาคกลาง 101 ตัวอย่าง ภาคเหนือ 80 ตัวอย่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 77 ตัวอย่าง พบว่าสภาพทั่วไปของการปลูกอ้อย เกษตรกรมีพื้นที่ปลูกขนาด 1-30 ไร่จำนวน 40.32 % ขนาด 31-70ไร่ 28.46 % ขนาด 71-100 ไร่ 18.97 % และมากกว่า 100 ไร่ 12.25 % เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ แรงงานคนเก็บเกี่ยว 88.54 % ใช้เครื่องเก็บเกี่ยว 5.14 % การเก็บเกี่ยวโดยใช้แรงงานคน เป็นการตัดอ้อยเผาไฟมากกว่าคิดเป็น 52.09 % แสดงในรูปที่ 2 และตัดอ้อยสด 39.54 % ดังแสดงในรูปที่ 3 ตัดอ้อยสดผสมกับอ้อยเผาไฟ 8.36 % การเก็บเกี่ยวอ้อยสดมีอัตราการทำงาน 1.41-3.35 ตัน/วัน/คน อ้อยเผาไฟมีอัตราการทำงาน 3.63-6.00 ตัน/วัน/คน ซึ่งสูงกว่าอ้อยสดเป็นเท่าตัว การใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวอ้อยสดมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากความยากลำบาก และค่าจ้างแรงงานสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

รูปที่ 1 การเผาอ้อย

รูปที่ 2 การเก็บเกี่ยวอ้อยเผาไฟ

รูปที่ 3 การเก็บเกี่ยวอ้อยสด

เมื่อมองในมุมของการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่าเกษตรกรหรือโรงงานน้ำตาลนิยมใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดเป็นท่อน ลักษณะการทำงานจะตัดโคนและยอดก่อนจึงตัดลำอ้อยเป็นท่อน และพ่นลงสู่รถบรรทุกและขนส่งไปโรงงานน้ำตาล เป็นของบริษัทต่างประเทศ 2 ยี่ห้อ คือ AUSTOFT

และCAMECO และภายในประเทศของบริษัทไทยรุ่งเรือง แบ่งเป็น 3 ขนาด ตามกำลังเครื่องยนต์ได้แก่ ขนาดเล็กยี่ห้อไทยรุ่งเรือง เครื่องยนต์ 175 แรงม้า ระยะระหว่างแถวอ้อยที่เหมาะสม 1-1.20 เมตร ขนาดกลางยี่ห้อ AUSTOFT เครื่องยนต์ 240 แรงม้า ระยะระหว่างแถวอ้อยที่เหมาะสม 1-1.20 เมตร ขนาดใหญ่ยี่ห้อ AUSTOFT และ CAMECO เครื่องยนต์ 325-350 แรงม้า ระยะระหว่างแถวอ้อยที่เหมาะสมต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานจริงในแปลงของเกษตรกรทั้งหมด 19 เครื่อง พบว่าเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย 9 เครื่อง จาก 19 เครื่อง มีประสิทธิภาพในการทำงานเชิงพื้นที่ต่ำกว่า 50 % ซึ่งหมายความว่าการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในไทยเกิดความสูญเสียมาก เนื่องจากพื้นที่ปลูกอ้อยไม่เหมาะสม มีขนาดสั้น รูปร่างเว้าแหว่ง ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้นมาก ประสิทธิภาพของเครื่อง 30 % หมายถึง เวลาเก็บเกี่ยวจริง 30 % เวลาสูญเสียที่ไม่ได้งาน เช่น เวลากลับเลี้ยว 70 % เวลาที่สูญเสียที่ไม่ได้งานนี้ เครื่องยนต์ยังทำงานอยู่ทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงโดยที่ไม่ได้ผลผลิต เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยโดยทั่วไปจะใช้น้ำมันวันละ 200-300 ลิตร/คัน

สันธาน และคณะ (2555) ได้ศึกษาและพัฒนาแนวทางการจัดรูปที่ดินให้เหมาะสมต่อการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อย พบว่าพื้นที่เพาะปลูกอ้อยส่วนใหญ่เป็นแปลงขนาดเล็ก ไม่เหมาะต่อการนำเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยซึ่งมีขนาดใหญ่ ราคาแพงเข้าไปใช้งานและการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในพื้นที่เหล่านี้ มีประสิทธิภาพเชิงพื้นที่เพียง 30-50% เท่านั้น จากการศึกษาพบว่าถ้าจะให้ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่มากกว่า 80 % จะต้องทำการจัดรูปแปลงให้มีขนาดไม่น้อยกว่า 500 ไร่ และมีแถวอ้อยยาวตั้งแต่ 500 เมตรขึ้นไป ซึ่งในปัจจุบันมีเกษตรกรน้อยกว่า 5% ที่ดำเนินการได้ และ ปัญหาของการใช้เครื่องซึ่งเจ้าของเครื่องทราบดี หากสภาพแปลงอ้อยที่ไม่เอื้อให้เครื่องทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ต้นทุนการใช้จึงสูงเกินกว่าที่ควร จากข้อมูลของบริษัทรับจ้างตัดอ้อยในจังหวัดสุโขทัย ซึ่งมี 20 เครื่อง พบว่า การสูญเสียค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตามข้อกำหนดของเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยเมื่อเครื่องทำงานเต็มประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยประมาณ 1 ลิตรต่อตันอ้อย แต่จากสภาพแปลงอ้อยที่เป็นอยู่ทำให้ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงสูงถึง 2-2.5 ลิตรต่อตันอ้อย

รูปที่ 4 เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยแบบตัดสดเป็นท่อน

ชนินทร์ (2555) ได้ศึกษาอัตราการป้อนและความเร็วของการอัดที่มีต่อสมรรถนะของชุดอัดเม็ดใบอ้อยแบบลูกกลิ้งบดอัดบนแผ่นจาน โดยนำใบอ้อยมาลดขนาดด้วยเครื่องแฮมเมอร์มิล รูตะแกรงขนาด 6 มิลลิเมตร และนำไปผสมกับ แป้งมันสำปะหลัง น้ำ ในอัตราส่วน 1.5: 0.75 : 2.5 โดยน้ำหนัก ปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ อัตราการป้อน 3 ระดับ (125 150 และ 175 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ความเร็วการอัด 4 ระดับ (140 165 190 และ 215 รอบต่อนาที) ผลการทดสอบพบว่า อัตราการป้อนที่เหมาะสมคือ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และความเร็วของการอัด 165 รอบต่อนาที ชุดอัดมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 139.05 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พลังงานจำเพาะ 5.68 วัตต์-ชั่วโมงต่อกิโลกรัม ความหนาแน่นจริงเชื้อเพลิงอัดเม็ด 711.84 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความแข็งแรงเม็ดเชื้อเพลิง 799.00 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร เชื้อเพลิงอัดเม็ดที่ได้มี ความยาวเม็ด และ เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 24.7 และ 6.1 มิลลิเมตร ค่าความร้อนเชื้อเพลิงเฉลี่ย 2,896.25 แคลอรีต่อกรัม

ข้อมูลจากกรมพลังงานทดแทน (2550) จากการสำรวจชีวมวลใบอ้อยในประเทศไทย พบว่าปริมาณชีวมวลใบอ้อยที่ถูกทิ้งไว้ในไร่อ้อย ประมาณปีละ 16.8 ล้านตัน ปัจจุบันโรงงานน้ำตาลมีความต้องการใบอ้อยเป็นจำนวนมากเพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงรวมในกระบวนการผลิตน้ำตาลและผลิตกระแสไฟฟ้า ใบอ้อยที่ใช้ต้องผ่านการลดขนาดประมาณ 2- 5 เซนติเมตร หรือ ในรูปผลิตภัณฑ์อัดเม็ดเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานไอน้ำ สำหรับใบอ้อยหากนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะเกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว การนำใบอ้อยมาลดขนาดและเพิ่มความหนาแน่นโดยการอัดเม็ดเป็นการแปรสภาพวัสดุให้มีความเหมาะสมในการใช้งาน อีกทั้ง เพิ่มระยะเวลาในการเผาไหม้ได้นานขึ้น

อรรถสิทธิ์ และคณะ 2549 รายงานการประชุมวิชาการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 17-19 สิงหาคม 2549 ณ โรงแรมเบเวอร์ลี่ ฮิลล์ ปาร์ค จังหวัดนครสวรรค์ ได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับช่วยให้การเก็บเกี่ยวอ้อยสดได้รวมเร็วขึ้นโดยพัฒนา มีดสางใบ สำหรับการสางใบอ้อยก่อนการตัดอ้อย ทำให้เกิดความสะดวกในการตัดอ้อย สามารถทำงานได้ 14-16 ลำต่อนาที หรือ 3-4 เมตรต่อนาที มีดสางใบอ้อยใช้เพื่อประโยชน์ในการสางใบอ้อยก่อนที่แรงงานจะเข้าไปตัดอ้อย ทำให้สามารถตัดอ้อยได้รวดเร็วขึ้นดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 แสดงการทำงานของมีดสางใบอ้อย

และพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยติดรถไถเดินตาม เพื่อช่วยลดปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยว แสดงในรูปที่ 6 ความสามารถในการทำงาน 1.1 ชั่วโมงต่อไร่ โดยมีหลักการทำงานมีระบบปลิดใบอ้อยให้ร่วงหล่นมาคลุมดินขณะนี้ได้มีการขยายผลงานวิจัยสู่เกษตรกรชาวไร่อ้อยแล้ว และโรงงานน้ำตาลหลายแห่ง

รูปที่ 6 เครื่องสางใบอ้อย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อย เพื่อแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว และลดต้นทุนการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานคน

ของเขตการวิจัย

ออกแบบและสร้างเครื่องจักรกล สำหรับจัดการใบอ้อยแห้งก่อนเก็บเกี่ยว

สมมติฐาน

คิดจากพื้นฐานในกรณีการผลิตอ้อยทางเศรษฐศาสตร์ หากมีเครื่องจักรกลที่ใช้จัดการอ้อยแห้งก่อนเก็บเกี่ยว จะทำให้ไม่ต้องเผาอ้อย ซึ่งจะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร ประมาณ 200 บาท/ไร่ และในส่วนที่ไม่เป็นตัวเงินนั้นจะคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่ดี และยั่งยืนสำหรับปลูกอ้อยในระยะยาว

7.วิธีดำเนินการ

1.ประเด็นวิจัย งานวิจัยในกิจกรรมที่ 2 นี้มุ่งเน้นที่จะรวบรวม ข้อมูลพื้นฐานของต้นอ้อยที่จะเก็บเกี่ยว อาทิ ความสูง ปริมาณใบอ้อยแห้งต่อพื้นที่ แรงที่ใช้ดึงใบอ้อยให้หลุดออกจากลำต้น ระยะแถวของต้นอ้อย และระบบกลไกที่ได้กิจกรรมที่ 1 อาทิ ขนาดความโตของลูกปลิดใบอ้อยที่เหมาะสม จำนวนเส้นของสายพานที่ใช้ขับเคลื่อนลูกปลิด หน้าตัดของเส้นเอ็นที่ใช้ เพื่อนำมาสร้างเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อย

2.สถานที่ทำการวิจัย แยกเป็น 2 ส่วนคือ สถานที่ออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบจะใช้ห้องปฏิบัติการและโรงปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรุงเทพฯ และแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรสำหรับใช้ทดสอบเครื่องภาคสนาม ในจังหวัดสุพรรณบุรี และกาญจนบุรี

3.ระยะเวลาการดำเนินงาน เริ่มต้น เดือนตุลาคม 2557 สิ้นสุด กันยายน 2558

4.วิธีดำเนินการ

4.1 นำระบบกลไกที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 มาติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ขนาด 22 แรงม้า และดำเนินการทดสอบในโรงปฏิบัติการ และแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรโดยใช้ความเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็ว 1, 2 และ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาหาประสิทธิภาพ และสมรรถนะของเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อย โดยกำหนดเกณฑ์จากตัวแปรต่างๆ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้เครื่องจักรมีความเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการใช้งาน ได้แก่ (1) ความสามารถในการทำงาน (2) ความเร็วการเคลื่อนที่ในแปลงอ้อย ((3) ปริมาณใบอ้อยที่ปลิดได้ (4)อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (5) ความเสียหายของต้นอ้อยหลังใช้เครื่องปลิด (ต้นอ้อยล้ม)

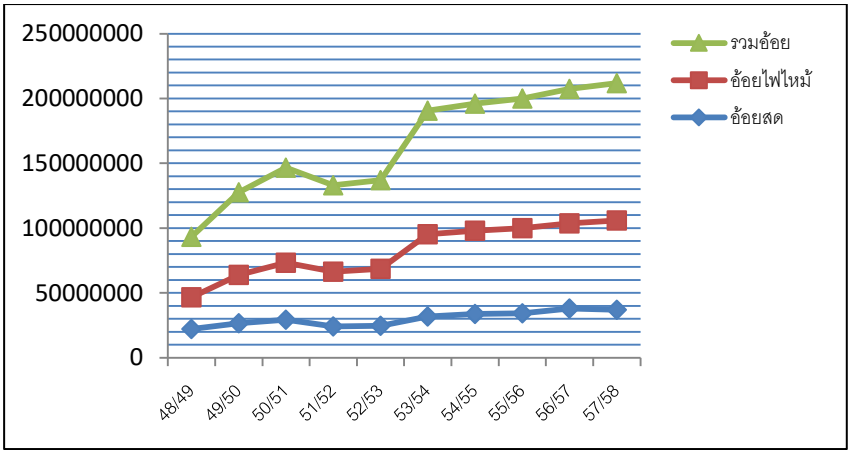
4.3 วิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม อาทิ ระยะเวลาคืนทุน อัตราผลตอบแทนการลงทุน วิเคราะห์จุดคุ้มทุน และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน

4.4 สรุปผลการวิจัย จัดทำรายงาน และเผยแพร่แก่ผู้สนใจ

8.ผลการทดลองและวิจารณ์

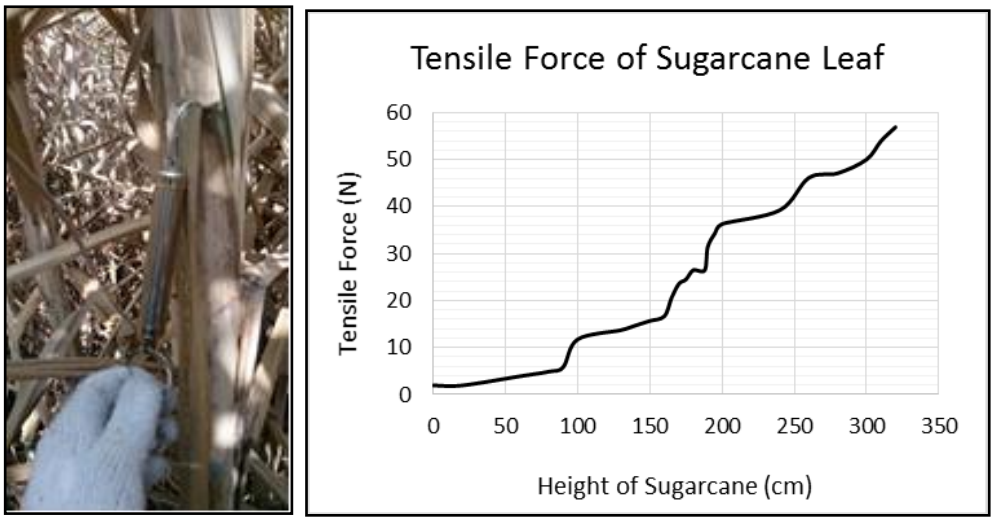
1.การสำรวจเอกสารและสภาพแปลงอ้อย

สาเหตุที่ต้องวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยนั้น เพื่อจะนำไปแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว และลดต้นทุนการเก็บเกี่ยวอ้อยด้วยแรงงานคน จากข้อมูลของ สอน. พบว่ามีอ้อยไฟไหม้ถูกส่งเข้าโรงงานน้ำตาลเพิ่มขึ้นทุกปี ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมาตั้งแต่ฤดูการผลิตปี 47/48 มีจำนวน 22.707 ล้านตัน หรือคิดเป็น 47.48 เปอร์เซนต์ ของผลผลิตทั้งประเทศ และในฤดูการผลิตปี 57/58 มี จำนวน 69.05 ล้านตัน หรือคิดเป็น 65.38 เปอร์เซนต์ จากผลผลิตอ้อยทั้งประเทศรวม 105.96 ล้านตัน ดังแสดงในรูปที่ 7 ทั้งมีเนื่องจากมีปัญหาขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยว ซึ่งเมื่อเทียบเวลาการตัดอ้อยสด 1 ต้น จะตัดอ้อยไฟไหม้ได้ 3 ต้น ทำให้แรงงานนิยมตัดอ้อยไฟไหม้เนื่องจากมีรายได้ต่อวันสูงกว่า และการทดลองนี้ได้นำผลจากการทดลองที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย (1) ผลการสำรวจแปลงอ้อย และ (2)ระบบกลไกลูกปลิดใบอ้อย ดังแสดงในรูปที่ 8 มารวมกับผลการทดลองที่ 2 ทำให้ได้ต้นแบบเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อย



รูปที่ 7 แสดงปริมาณอ้อยไฟไหม้ที่ถูกส่งเข้าโรงงานน้ำตาล

รูปที่ 8 การสำรวจข้อมูลก่อนออกแบบเครื่อง
อ้อยในแปลงเกษตรกรพันธุ์ขอนแก่น 3
อายุปลูก 8 เดือน มีปริมาณใบอ้อยแห้ง 950 – 1450 กิโลกรัม/ไร่

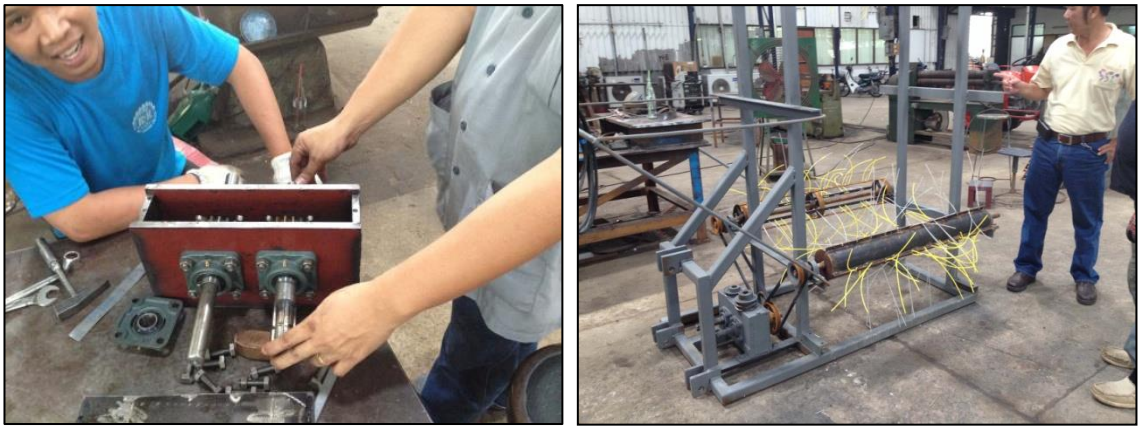


รูปที่ 9 แสดงกราฟแรงที่ใช้ดึงใบอ้อย ออกจากลำต้น

จากการวัดแรงดึงใบอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุปลูก 8 เดือน โดยใช้เครื่องชั่งสปริงดึงทั้งใบและกาบใบออก ทำให้ทราบว่าแรงดึงใบจะเพิ่มขึ้นตามความสูงของต้น โดยบริเวณโคนต้นจะใช้แรงดึงน้อยกว่าด้านยอดต้นอ้อย เนื่องจากใบอ้อยมีสีเขียวจะเจริญเติบโตที่หลัง ใบอ้อยที่แห้งแล้วที่อยู่ต่ำลงมา ทำให้ความชันของกราฟเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 9

2. ผลการออกแบบ สร้าง และทดสอบ

นำข้อมูลลักษณะทางกายภาพของต้นอ้อย ได้แก่ความสูง ความโตของต้น แรงที่ดึงให้ใบอ้อยหลุดจากลำต้น และน้ำหนักใบอ้อย ซึ่งจะแปรผันตามพันธุ์ มาออกแบบและสร้างเครื่อง ในโรงปฏิบัติการของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม เริ่มจากการหารูปร่างและความเร็วรอบของลูกปลิดใบอ้อยที่เหมาะสม โดยได้ออกแบบเป็นทรงกระบอกปิดที่ด้านหัวและท้าย มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร ยาว 70 เซนติเมตร มีครีบเหล็กความสูง 1 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นใบพัดและจับยึดเส้นเอ็นปลิดใบอ้อยความยาว 30 เซนติเมตร เชื่อมต่อผิวทรงกระบอกจำนวน 4 ใบ ติดตั้งอยู่บนโครงเหล็กสี่เหลี่ยมขนาด 30x30 มิลลิเมตร และสร้างห้องเกียร์เพื่อส่งถ่ายกำลังให้แก่ลูกปลิด สำหรับรับกำลังจากเพลาอำนวยกำลังของรถแทรกเตอร์โดยใช้เฟืองตรง ขนาดโมดูล 4 จำนวน 80 ฟัน 2 ตัว ปลายเพลารองรับด้วยแบริ่งขนาด 1 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 10 แล้วนำไปติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ขนาด 22 แรงม้า และดำเนินการทดสอบในโรงปฏิบัติการและแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรโดยใช้ความเร็วการเคลื่อนที่ 3 ระดับ ได้แก่ ความเร็ว 1, 2 และ 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 10 ห้องเกียร์ที่สร้างขึ้น และการติดตั้งลูกปลิดใบกับโครง

รูปที่ 11 การสร้างห้องม้วนใบอ้อย

ส่วนรูปที่ 11 เป็นการสร้างห้องม้วนใบอ้อย ซึ่งมีส่วนประกอบคือ (1) รางรับใบอ้อยทำจากเหล็กแผ่นความหนา 1.2 มิลลิเมตร (2) เกลียวส่งใบอ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร มีใบเกลียวความสูง 5 เซนติเมตร ระยะฟิต 21 เซนติเมตร หมุนด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที และ (3) ห้องม้วนใบอ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 เซนติเมตร ภายในมีใบพัดทำมุมเอียง 20 องศา จำนวน 1 ใบ หมุนด้วยความเร็ว 80 รอบต่อนาทีทำหน้าที่ม้วนใบอ้อย เมื่อสร้างเสร็จแล้วได้ดำเนินการทดสอบในโรงปฏิบัติงานของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม โดยนำใบอ้อยมาวางไว้บนราง ทำให้ใบอ้อยถูกเกลียวลำเลียงพัดส่งเข้าห้องม้วนใบอ้อย มีลักษณะเป็นเส้นยาวต่อเนื่องกัน ดังแสดงในรูปที่ 12 จึงดำเนินประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันและนำไปทดสอบในแปลงปลูกอ้อยของเกษตรกรที่ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาจญบุรี โดยอ้อยมีอายุปลูก 8 เดือน พันธุ์ขอนแก่น 3 ระยะห่างระหว่างร่อง 140 เซนติเมตร โดยใช้ความเร็วลูกปลิด 700 รอบต่อนาที พบว่าสามารถปลิดใบอ้อยออกจากลำต้นได้ แต่มีใบอ้อยแห้งบางส่วนพันที่ปลายของลูกปลิดต้องหยุดการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 13 และ 14 และนำกลับมาปรับปรุงในส่วนของลูกปลิดใบอ้อย ในส่วนของความเร็วการเคลื่อนที่ของรถแทรกเตอร์นั้น สามารถวิ่งด้วยความเร็วสูงสุดเพียง 2 กิโลเมตร/ชั่วโมง เท่านั้น เนื่องจากใบอ้อยบดบังทัศนะวิสัยผู้ควบคุมรถ

รูปที่ 12 การสร้าง และทดสอบในโรงปฏิบัติการ

รูปที่ 13 เครื่องที่สร้าง และนำไปทดสอบภาคสนาม ครั้งที่ 1

รูปที่ 14 ใบอ้อยติดขัดกับลูกปลิด

รูปที่ 15 ทดสอบภาคสนาม ครั้งที่ 2

รูปที่ 16 เครื่องที่ผ่านการปรับแก้แล้ว

รูปที่ 15 เป็นการเปรียบเทียบสภาพเครื่องภายหลังปรับปรุงแล้วได้นำไปทดสอบการทำงาน พบว่าใช้การได้ดีจึงนำมาปรับแก้ดังแสดงในรูปที่ 16 โดยตัดส่วนคานด้านหลังที่รองรับปลายเพลาลูกปลิดอ้อยออก และเพิ่มสายพานระบบส่งกำลังให้ลูกปลิดเป็น 2 เส้น พร้อมมีตัวตึงสายพาน และลดความยาวลูกปลิดเหลือ 40 เซนติเมตร และนำไปทดสอบในแปลงเกษตรกรที่อำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี อ้อยมีอายุ 9 เดือน พันธุ์ลำปาง แสดงในรูปที่ 17 ในพื้นที่ 1 ไร่ พบว่าเครื่องทำงานได้ดี จึงวางแผนที่จะทดสอบสมรรถะโดยดำเนินการที่ อำเภอห้วยกระเจา ได้แปลงของเกษตรกรเป็นอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุ 9 เดือน แสดงในรูปที่ 18 และจัดวางแปลงทดสอบ ออกเป็น 3 แปลง พื้นที่แปลงละ 1 ไร่

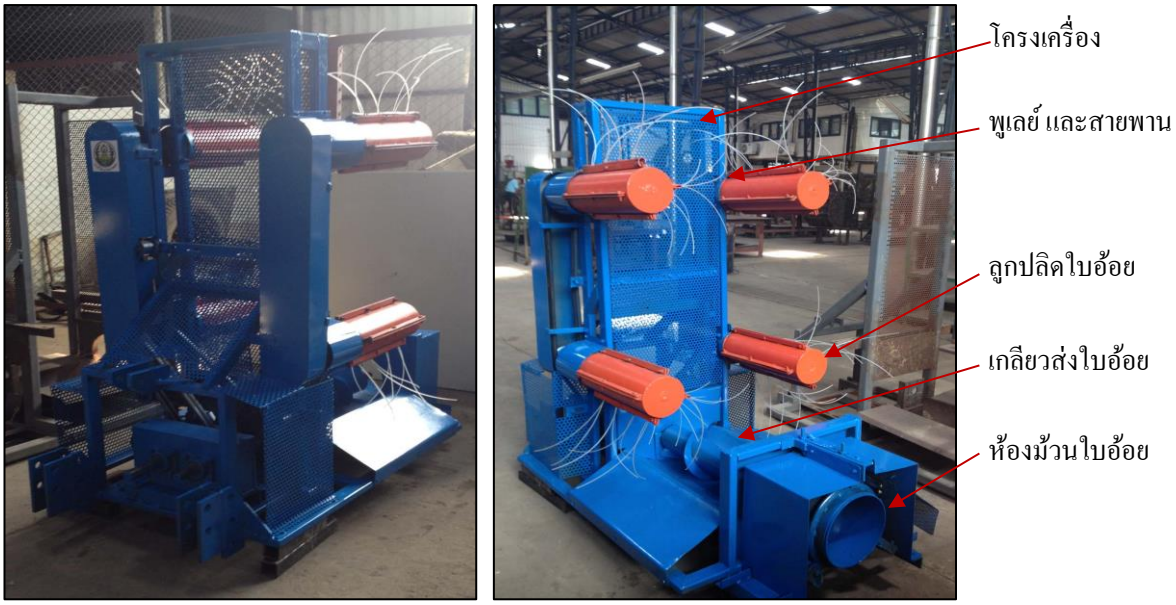
รูปที่ 17 การทดสอบที่อำเภอห้วยกระเจา

รูปที่ 18 สภาพแปลงอ้อยที่ปลิดใบออกแล้ว

2.นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาหาประสิทธิภาพ และสมรรถนะของเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อย โดยกำหนดเกณฑ์จากตัวแปรต่างๆ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้เครื่องจักรมีความเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการใช้งาน ได้แก่ (1) ความสามารถในการทำงาน (2) ความเร็วการเคลื่อนที่ในแปลงอ้อย (3) ปริมาณใบอ้อยที่ปลิดได้ (4)การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และ(5) ความเสียหายของต้นอ้อยหลังใช้เครื่องปลิด (ต้นอ้อยล้ม) ขณะทดสอบใช้ความเร็วลูกปลิด 500 รอบต่อนาที และต้องหาพื้นที่ทดสอบเพิ่มเนื่องจากเกษตรกรต้องการเก็บอ้อยไว้ใช้ทำพันธุ์จึงหาพื้นที่ทดสอบใหม่ในอำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งผลการทดสอบจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของแปลงเกษตรดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบ

แปลงที่	สถานที่	พันธุ์	พื้นที่ (ไร่)	น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)	ต้นอ้อยล้ม (%)	อัตราการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)	ความเร็ว (ม/วินาที)	ประสิทธิภาพการปลิด %
1	อ.ห้วยกระเจา	ขอนแก่น 3	1	0.8	1.0	0.9	0.35	90
2	อ.ห้วยกระเจา	ขอนแก่น 3	1	1.4	0.5	1.3	0.5	75
3	อ. อู่ทอง	อู่ทอง 4	1	0.9	0.7	1.1	0.4	76
เฉลี่ย				1.03	0.73	1.1	0.4	80.3



ภาพที่ 19 เครื่องต้นแบบ ด้านหน้า (ซ้าย) และด้านหลัง (ขวา)

เครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยต้นแบบ มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 19 ได้แก่ (1) โครงเครื่อง (2) พูเลย์และสายพานส่งกำลัง (3) ลูกปลิดใบอ้อย (4) เกลียวส่งใบอ้อย (5) ห้องม้วนใบอ้อย

หลักการทำงาน มีขั้นตอนดังนี้ (1) นำไปติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กด้วย จุดพ่วงแบบ 3 จุด พร้อมต่อชุดส่งกำลังจากเพลา PTO ของรถแทรกเตอร์กับเฟืองสปาย์ของเครื่องปลิดใบอ้อย และปรับแขนจุดพ่วงให้ตัวเครื่องให้ได้ระดับ (2) และปรับรอบลูกปลิด 500 รอบ/นาที (3) ขับรถแทรกเตอร์เข้าแปลงอ้อยโดยใช้ความเร็วที่ผู้ควบคุมขับรถได้โดยปลอดภัย ควรสวมแว่นตาและอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นขณะปฏิบัติงาน เหมาะกับอ้อยระยะ 120 เซนติเมตรขึ้นไป

สมรรถนะจะขึ้นอยู่กับสภาพแปลงอ้อย อาทิ วัชพืช อ้อยปลูก หรืออ้อยตอ พันธุ์อ้อย ความราบเรียบของพื้นที่ปลูก และรถแทรกเตอร์ที่ใช้เป็นแบบขับเคลื่อน 2 ล้อหรือ 4 ล้อ ผลการทดสอบมีข้อมูลดังนี้ (1) เครื่องมีประสิทธิภาพการปลิดใบอ้อยแห้งออกจากต้น 75 - 90 % (2) ความสามารถในการทำงาน 0.9 - 1.3 ไร่/ชั่วโมง (3) ความเร็วรถแทรกเตอร์ 0.35 – 0.5 เมตร/วินาที (1.26-1.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง) ขึ้นอยู่กับสภาพแปลงว่ามีใบอ้อยมากหรือน้อย (4) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.8-1.4 ลิตร/ไร่ (5) ความเสียหายของต้นอ้อยหลังใช้เครื่องปลิด (ต้นอ้อยล้ม) 0.5-1.0 % (6) ความเร็วลูกปลิดใบ 500 รอบ/นาที (7) เส้นเอ็นที่ใช้กับลูกปลิดแบบกลมขนาด 3 มม. มีความทนทานมากกว่าแบบสี่เหลี่ยม (8) พื้นที่ทดสอบมีปริมาณใบอ้อยแห้ง 950-1,450 กิโลกรัม/ไร่ เครื่องมีมิติโดยรวม (กว้างxยาวxสูง) 80x150x150 เซนติเมตร น้ำหนัก 130 กิโลกรัม

การประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การหาความคุ้มค่าของการใช้เครื่องจักร โดยคิดจากรายได้ของเกษตรกรที่ไม่ต้องเผาใบอ้อย ซึ่งจะทำให้ถูกหักเงิน ตันละ 20 บาท พื้นที่ 1 ไร่ มีผลผลิตเฉลี่ย 10 ตัน/ไร่ ทำให้มีรายได้ 200 บาท/ไร่ และมีช่วงเวลาการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละปี ประมาณ 4 เดือน

(1) ต้นทุนคงที่ โดยคิดในกรณี เมื่อซื้อไปรับจ้างและมีรถแทรกเตอร์ต้นกำลังอยู่แล้ว หากไปกู้เงินมาซื้อเครื่องราคา 35,000 บาท คิดดอกเบี้ย ร้อยละ 7 รวมเป็นเงินทั้งหมด (35,000+2,450) =37,450 บาท อายุการใช้งาน 5 ปี เมื่อคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรงมีต้นทุน (37,450 /5) เท่ากับ 7,490 บาทต่อปี ในแต่ละปีใช้งาน 4 เดือน (ฤดูตัดอ้อย ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง มีนาคม) ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ใน 1 ปี จะใช้ (4เดือนx26วันx8ชั่วโมง) เท่ากับ 832 ชั่วโมง หรือปลิดใบอ้อยได้ (1ไร่ต่อชั่วโมงx832ชั่วโมง) เท่ากับ 832 ไร่ สามารถคิดต้นทุนคงที่ได้ (7,490 บาทต่อปี/832 ไร่ต่อปี) เท่ากับ 9.0 บาทต่อไร่

(2) ต้นทุนแปรผัน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ดีเซลคิดที่ 30 บาทต่อไร่ ดังนั้นต้นทุนโดยรวมจะอยู่ที่ (9.0 บาทต่อไร่+ 30 บาทต่อไร่) เท่ากับ 40 บาทต่อไร่

(3) การคิดจุดคุ้มทุน หากนำไปรับจ้าง 200 บาท/ไร่ หักค่าน้ำมัน 40 บาท/ไร่ จะได้เงิน 160 บาท/ไร่ ใน 1 ปี ทำงานได้ 832 ไร่ จะคิดเป็นเงิน 160 บาทx832ไร่ เท่ากับ 133,120 บาท หรือคิดง่าย ๆ นำรายได้ต่อวันคือ (160 บาท x 8 ชั่วโมง) ใน 1วัน จะได้เงิน เท่ากับ 1,280 บาท นำไปหารเงินที่กู้มาซื้อเครื่อง 37,450 บาท/1,280 บาท **จะทำงานเพียง 30 วันเท่านั้นก็จะคุ้มทุน**

แต่อย่างไรก็ตามการประเมินนี้เป็นเพียงการคำนวณให้เห็นเป็นแนวทางเท่านี้ ในทางปฏิบัติจุดคุ้มทุนจะขึ้นอยู่สภาพการณ์แวดล้อมการใช้เครื่องจักร

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเผาใบอ้อยนับว่าเป็นปัญหาใหญ่ของไทย จึงดำเนินการวิจัยเครื่องปลิดและเก็บใบอ้อยแบบกึ่งอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว การใช้งานนำมาพ่วงกับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก วิ่งเข้าไปในร่องอ้อยเหมาะกับอ้อยที่มีระยะแถว 120 เซนติเมตรขึ้นไป มีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ (1) โครงเครื่อง (2) ระบบส่งกำลังด้วยสายพาน (3) ลูกปลิดใบอ้อย (4) เกลียวส่งใบอ้อย (5) ห้องม้วนใบ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 1 ไร่/ชั่วโมง ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 1 ลิตร/ไร่ เครื่องมีมิติโดยรวม (กว้างxยาวxสูง) 80x150x150 เซนติเมตร น้ำหนัก 130 กิโลกรัม ราคาประมาณ 35,000 บาท

การหาจุดคุ้มทุนการใช้เครื่องจักร คิดในกรณีกู้เงิน ดอกเบี้ยร้อยละ 7 หากนำไปรับจ้าง 200 บาท/ไร่ หักต้นทุนแปรผัน 40 บาท/ไร่ จะได้เงิน 160 บาท/ไร่ ใน 1 ปี ทำงานได้ 832 ไร่ คิดเป็นเงิน 160 บาทx832ไร่ เท่ากับ 133,120 บาท หรือคิดง่าย ๆ นำรายได้ต่อวันคือ (160 บาท x 8 ชั่วโมง) เท่ากับ 1,280 บาท นำไปหารเงินที่กู้มาซื้อเครื่อง 37,450 บาท/1,280 บาท จะทำงานเพียง 30 วันเท่านั้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องจักรกลเกษตรสำหรับอ้อย ได้นำต้นแบบไปผลิตจำหน่ายในเชิงการค้า

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ ลูกจ้างประจำ และ พนักงานราชการ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ได้ร่วมดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ร่วมทั้งเกษตรกรชาวไร่อ้อย ในจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี ที่ให้แปลงปลูกอ้อยสำหรับทดสอบเครื่องต้นแบบ

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2555. *แนวทางการแก้ปัญหาการเผาใบอ้อย*. เอกสารเผยแพร่ศูนย์วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร 14(2) : 27-33.

กรมพลังงานทดแทน.2550.การประเมินศักยภาพชีวมวลอ้อย. สืบค้นจาก: http://www.energy.go.th (มิ.ย. 55)

บริษัทมิตรผล วิจัยและพัฒนาอ้อยและน้ำตาล. 2551.ข้อแนะนำในการตัดอ้อย. 4 หน้า.

ชนินทร์ อุปถัมภ์ และสมโภชน์ สุดาจันทร์.2555.เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.ครั้งที่13 วันที่ 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่.

วิชัย โอภานุกุล สันธาร นาควัฒนานุกูล ชัชชัย ชัยสัตตปกรณ์ คทาวุธ จงสุขไว มงคล ตุ่นเฮ้า บาลทิตย์ ทองแดง และดนัย ศารทูลพิทักษ์. 2554. ศึกษาสภาพพื้นที่เพาะปลูกและการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยในประเทศไทย. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

วรพจน์.2554.โครงการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการเชื้อเพลิงเพื่อเป็นพลังงานทดแทน (ระดับชุมชน). มหาวิทยาลัยสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุพรรณบุรี กรมวิชาการเกษตร. 2549. งานวิจัยเครื่องจักรกลการเกษตรของกรมวิชาการเกษตรแก้ปัญหาการเผาใบอ้อย. เอกสารเผยแพร่ศูนย์วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร 3(2) : 4-8.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.ผลการสำรวจประจำปี2557/58 สืบค้นจาก: http://www.ocsb.go.th (ก.ย. 59)

สำนักงานคณะกรรมการอ้อย และน้ำตาลทราย. 2554. ผลกระทบของอ้อยไฟไหม้ต่ออุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลไทย.วารสารสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย 15(1): 47-50.

สถาบันวิจัยพืชไร่.2553.เอกสารวิชาการการปลูกและดูแลรักษาอ้อย.กรมวิชาการเกษตร.หน้า21-26

สันธาน นาควัฒนานุกูล และคณะ. 2552. พัฒนาเครื่องอัดฟ่างที่เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศ. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม.กรมวิชาการเกษตร.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, ชุมพล คำสิงห์, นริศร ขจรผล, สุกรี นันตะสุคนธ์ และสนิท สมเหมาะ. 2550. การแก้ปัญหาการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวโดยการสางใบอ้อย. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2550. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร สุพรรณบุรี. หน้า 145-151.