พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

Operating Parameters Affecting Header Losses of Combine Harvester for Khaw Dok Mali 105 Rice Variety

ชัยยันต์ จันทร์ศิริ (Chaiyan Junsiri)[1]*
วินิต ชินสุวรรณ (Winit Chinsuwan)[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ผลการศึกษา พบว่า พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว ประกอบด้วย ความชื้นของเมล็ด (M) ดัชนีล้อโน้ม (RI) ความเร็วใบมีดตัด (V) อายุการทำงานของใบมีดตัด (Y) ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (R) ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (C) ความยาวต้นข้าวที่ตัด (H) ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและอายุการทำงานของใบมีดตัด (M*Y) ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและความเร็วใบมีดตัด (M*V) ผลคูณระหว่างดัชนีล้อโน้มและระยะห่างระหว่างหนวดกุ้ง (RI*R) ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (V*C) ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและความยาวต้นข้าวที่ตัด (V*H) ผลกำลังสองของความเร็วใบมีดตัด (V^2) และผลกำลังสองของดัชนีล้อโน้ม (RI^2)

Abstract

The objective of this study was to determine operating parameters affecting header losses of a paddy combine harvester for Khaw Dok Mali 105 rice variety. The results of the study indicate that grain moisture content (M), reel index (RI), cutter bar speed (V), service life of cutter bar (Y), finger spacing (R), tine clearance over cutter bar (C), stem length (H), product of M and Y (M*Y), product of M and V (M*V), product of RI and R (RI*R), product of V and C (V*C), product of V and H (V*H), V^2 and RI^2 were the major parameters affecting the losses.

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว พารามิเตอร์การทำงาน
Keywords: rice combine harvester, header loss, operating parameter

[1]*นักศึกษาบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[2]*รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
**corresponding author, e-mail: chaiyan_tom@hotmail.com*

บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่มีความสำคัญมากที่สุดของประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง (วินิต และคณะ, 2545) การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิต การใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในการเก็บเกี่ยวกำลังได้รับความนิยมจากเกษตรกรอย่างแพร่หลายและมีแนวโน้มการใช้เพิ่มมากขึ้น และคาดว่าในปัจจุบันประเทศไทยมีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวใช้งานประมาณ 4,000 เครื่อง เกือบทั้งหมดผลิตในประเทศไทยและใช้งานในลักษณะของการรับจ้างเกี่ยวนวด (วินิต และคณะ, 2547)

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือที่เรียกว่าข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 16 ล้านไร่และมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) จากการศึกษาความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิมีความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวอยู่ในช่วง 2.00 ถึง 3.43 เปอร์เซ็นต์ (วินิต และคณะ, 2542) หรือคิดเป็นมูลค่าความสูญเสียมากกว่าพันล้านบาทต่อปี โดยที่ความสูญเสียส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเนื่องจากการปรับแต่งเครื่องที่ไม่เหมาะต่อสภาพพืชที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งในการปฏิบัติงานของผู้ขับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมักปรับแต่งเครื่องและหรือใช้ความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุดเท่าที่เครื่องจะสามารถปฏิบัติงานได้ (วินิต และคณะ, 2547) โดยที่ผู้ขับเคลื่อนไม่ทราบหรือไม่ตระหนักถึงผลของความสูญเสียจากการทำงานที่เกิดขึ้น

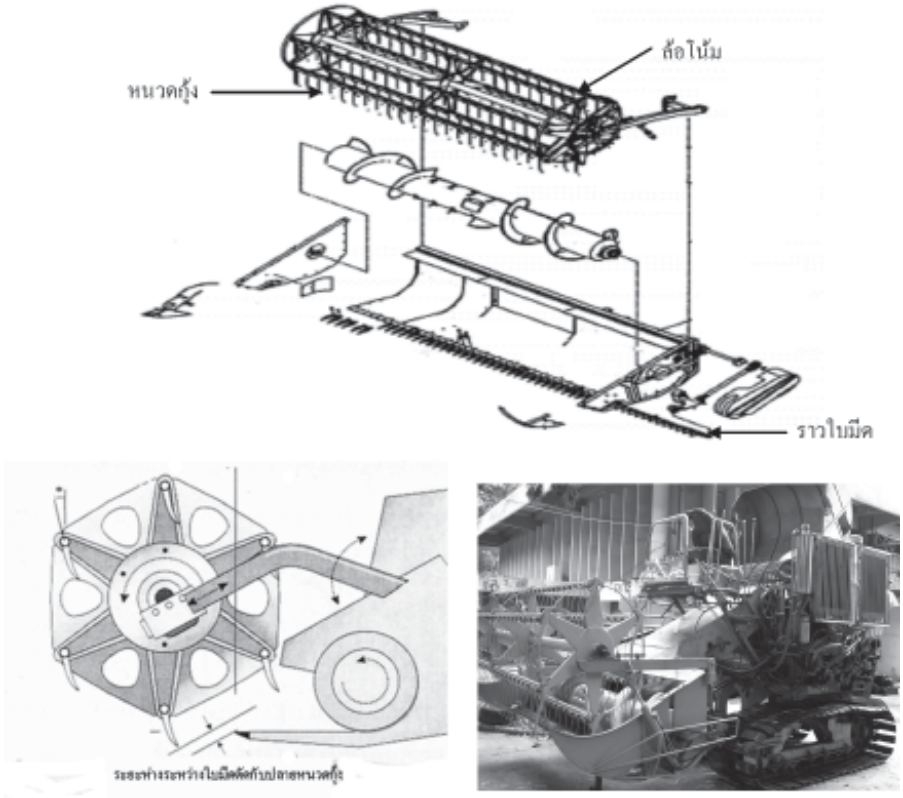
จากข้อมูลงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศพบว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวธัญพืชชนิดต่าง ๆ มีหลายปัจจัย แบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ ปัจจัยเนื่องจากสภาพการทำงานของเครื่องและปัจจัยเนื่องจากสภาพของพืช ปัจจัยเนื่องจากสภาพการทำงานของเครื่อง ประกอบด้วย ความเร็วใบมีดตัด (Hummel and Nave, 1979) ดัชนีล้อโน้ม (วินิต และคณะ, 2547) ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (Quick, 1999) ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (Mohammed and Abdoun, 1978) อายุการทำงานของใบมีดตัด (Klenin et al., 1986) และความยาวของต้นข้าวที่ตัด (Siebenmorgen et al., 1994) ในส่วนของปัจจัยเนื่องจากสภาพของพืช ประกอบด้วย พันธุ์ข้าว (วินิต และคณะ, 2545) ความชื้นเมล็ด (วินิต และคณะ, 2540) มุมเอียงต้นข้าว (วินิต และคณะ, 2547) และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ความหนาแน่นต้นข้าว (Yore et al., 2002) เป็นต้น โดยที่ความสูญเสียเกิดจากการทำงานที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเนื่องจากการปรับแต่งเครื่องที่ไม่เหมาะต่อสภาพพืชที่มีความแตกต่างกันตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

Andrews et al. (1993) ศึกษาพารามิเตอร์การทำงานของชุดนวดที่มีต่อความสูญเสียจากการนวด โดยใช้วิธีการสร้างสมการประมาณการความสูญเสียจากระบบการนวด โดยใช้รูปสมการ Second-Order Respond Surface พบว่า อัตราส่วนเมล็ดต่อฟาง อัตราการป้อน ความชื้นเมล็ด ความเร็วรอบลูกนวด และระยะห่างระหว่างซี่นวดกับตะแกรงนวด มีผลต่อความสูญเสียจากการนวด

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การลดความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวจำเป็นต้องศึกษาพารามิเตอร์การทำงานที่มีผลต่อความสูญเสีย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาพารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวเพื่อนำไปสู่การสร้างสมการและทำนายความสูญเสียต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว (รูปที่ 1) ที่มีหน้ากว้าง 3.20 เมตร ระยะจากจุดศูนย์กลางล้อโน้มถึงปลายหนวดกุ้งเมื่อยืดสุด 0.78 เมตร ล้อโน้มและใบมีดตัดสามารถปรับความเร็วการทำงานได้ ชุดล้อโน้มสามารถเปลี่ยนราวหนวดกุ้งและชุดใบมีดตัดสามารถเปลี่ยนราวใบมีดได้ มีอุปกรณ์ไฮดรอลิกในการช่วยยกหัวเกี่ยวและปรับระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง ต้นกำลังของเครื่องเกี่ยวนวดขนาด 157 กิโลวัตต์ (210 กำลังม้า)



รูปที่ 1. เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ใช้ศึกษาและลักษณะชุดหัวเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาพารามิเตอร์มี 7 ปัจจัย โดยเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและสามารถปรับค่าได้ในการทดสอบ ประกอบด้วย ปัจจัยเนื่องจากสภาพของพืช คือ ความชื้นเมล็ด ปัจจัยเนื่องจากสภาพการทำงานของเครื่อง คือ ความเร็วใบมีดตัด ดัชนีล้อโน้ม ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง อายุการทำงานของใบมีดตัด และ ความยาวของต้นข้าวที่ตัด ส่วนปัจจัยมุมเอียงต้นข้าว ในการทดสอบแปรค่าได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องจากต้นข้าวล้มเอียงทำมุมแตกต่างกัน ดังนั้น จึงกำหนดให้มุมเอียงต้นข้าวที่ใช้ศึกษามีค่ามากกว่า 60 องศา ซึ่งเป็นต้นข้าวที่มีสภาพเป็นข้าวต้นตั้งเท่านั้น (Manalili et al., 1981)

ปัจจัยที่ศึกษาได้รับการแปรค่าให้ครอบคลุมค่าที่เหมาะสมและค่าการใช้งานในปัจจุบัน ดังนี้ อายุการทำงานของใบมีดตัดศึกษา 3 ระดับ คือ ผ่านการใช้งานมาแล้ว 50 500 และ 1,000 ไร่ ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้งศึกษา 3 ระดับ คือ 8 12 และ 16 เซ็นติเมตร ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้งศึกษา 8 ระดับ คือ 10 15 20 25 30 35 40 และ 45 มิลลิเมตร สำหรับความยาวของต้นข้าวที่ตัด ความเร็วใบมีดตัด และดัชนีล้อโน้ม ได้จากค่าการทำงานจริงที่ทดสอบ โดยให้มีค่าการทดสอบที่แตกต่างกัน 4 ระดับในแต่ละวัน โดยความยาวของต้นข้าวที่ตัดกระจายให้ครอบคลุมในช่วง 30 ถึง 80 เซ็นติเมตร สำหรับความเร็วใบมีดตัดกระจายให้ครอบคลุมในช่วง 0.15 ถึง 0.70 เมตรต่อวินาที และ ดัชนีล้อโน้มกระจายให้ครอบคลุมในช่วง 1.5 ถึง 5.5 และความชื้นของเมล็ดได้จากสภาพข้าวที่ทำการทดสอบในแต่ละวัน ซึ่งมีความชื้นในช่วง 15.34 ถึง 25.10 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

จากปัจจัยที่มี 7 ปัจจัย การวางแผนการทดลองจึงกำหนดให้แต่ละระดับของปัจจัยมีโอกาสได้รับระดับของปัจจัยอื่นกระจายตัวได้มากที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมพื้นผิวของสมการ โดยให้อายุการทำงานของใบมีดตัดและระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้งคงที่ในแต่ละวันที่ทดสอบ และความชื้นของเมล็ดใช้สภาพข้าวที่ทดสอบในแต่ละวัน ส่วนความเร็วใบมีดตัด ดัชนีล้อโน้ม ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง และความยาวของต้นข้าวที่ตัด แปรค่าสลับกันในแต่ละการทดสอบ แต่ละการทดลองทำการทดสอบละ 3 ซ้ำ ความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวที่ศึกษาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวม โดยผลผลิตรวมหาจากผลรวมของผลผลิตสุทธิ ความสูญเสียจากระบบการนวด และความสูญเสียจากระบบการเกี่ยว โดยทำการเก็บผลผลิตสุทธิในแต่ละการทดสอบที่ช่องรับเมล็ดเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 50 เมตร พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างข้าวเปลือกเพื่อใช้หาเปอร์เซ็นต์ความสะอาดของข้าว เก็บวัสดุที่ถูกขับออกท้ายเครื่องโดยใช้ถุงตาข่ายรองรับวัสดุเพื่อหาเมล็ดที่ถูกขับออกจากระบบการนวดหรือความสูญเสียจากระบบการนวด และเก็บความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวโดยทำการเก็บเมล็ดที่ร่วงตามหน้ากว้างการทำงานจริงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

จากข้อมูลที่ได้นำมาหาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว โดยใช้โมเดลแบบ Second-Order model หรือความสัมพันธ์ของสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งกำลังสอง ดังแสดงในสมการที่ 1 ซึ่งเป็นโมเดลที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยร่วมหลายปัจจัย และแสดงความสัมพันธ์ทั้งแบบเส้นตรง แบบเส้นโค้งกำลังสอง และแบบปฏิกิริยาสัมพันธ์ (Berger and Maurer, 2002) จากโมเดลที่ได้นำมาสร้างสมการถดถอยแล้วพิจารณาตัดพจน์ดีกรีสองในสมการถดถอยที่มีผลต่อตัวแปรตามน้อยที่สุดออกและสร้างสมการถดถอยใหม่อีกครั้งจนกว่าพจน์ดีกรีสองในสมการมีค่าความเชื่อมั่นที่มีผลต่อความสูญเสียไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจึงพิจารณาพจน์ดีกรีหนึ่ง ถ้าพจน์ดีกรีหนึ่งมีความสัมพันธ์ร่วมกับพจน์ดีกรีสองที่มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ให้พิจารณาตัดพจน์ดีกรีหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรตามน้อยที่สุดออกแล้วทำการสร้างสมการถดถอยใหม่ แล้วพิจารณาตัดพจน์ดีกรีหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรตามน้อยที่สุดออกอีกจนกว่าพจน์ดีกรีหนึ่งที่ไม่มีความสัมพันธ์ร่วมกับพจน์ดีกรีสองมีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

$$Y = {}_0 + \sum_{(i=1,k)} {}_iX_i + \sum_{(i=1,k)} {}_{ii}X_i^2 + \sum\sum_{(i<j)} {}_{ij}X_iX_j \quad \text{.....(1)}$$

เมื่อ Y = ตัวแปรตาม

X_i, X_j = ตัวแปรอิสระใด ๆ

${}_0, {}_i, {}_{ii}, {}_{ij}$ = ค่าคงที่ใด ๆ

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 แสดงผลของปัจจัยการทำงานที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จาก ดัชนีล้อโน้ม (RI) ที่ทำการศึกษาในช่วง 1.53 ถึง 5.10 ความเร็วใบมีดตัด (V) มีค่าในช่วง 0.17 ถึง 0.67 เมตรต่อวินาที อายุการทำงานของใบมีดตัด (Y) ผ่านการใช้งานในช่วง 50 ถึง 1,000 ไร่ ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (R) ในช่วง 8 ถึง 16 เซ็นติเมตร ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (C) ในช่วง 10 ถึง 45 มิลลิเมตร ความยาวต้นข้าวที่ตัด (H) ในช่วง 32.61 ถึง 77.85 เซ็นติเมตร และ ความชื้นของเมล็ด (M) ในช่วง 15.34 ถึง 25.10 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก

จากตารางที่ 2 พบว่า พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว (HL) มี 14 พจน์ ประกอบด้วย ดัชนีล้อโน้ม (RI) ความเร็วใบมีดตัด (V) อายุการทำงานของใบมีดตัด (Y) ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (R) ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (C) ความยาวต้นข้าวที่ตัด (H) ความชื้นของเมล็ด (M) ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและอายุการทำงานของใบมีดตัด (M*Y) ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและความเร็วใบมีดตัด

(M*V) ผลคูณระหว่างดัชนีล้อโน้มและระยะห่างระหว่างหนวดกุ้ง (RI*R) ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (V*C) ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและความยาวต้นข้าวที่ตัด (V*H) ผลกำลังสองของความเร็วใบมีดตัด (V^2) และผลกำลังสองของดัชนีล้อโน้ม (RI^2) (สมการที่ 2) โดยที่ M, Y, H, M*Y, M*V, RI*R, V*C, V*H, V^2 และ RI^2 มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวที่ค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ส่น RI, V, R และ C มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวที่ค่าความเชื่อมั่นน้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากอิทธิพลของดัชนีล้อโน้ม (RI) ที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวส่วนหนึ่งไปอยู่ที่พจน์ RI*R และ RI^2 ความเร็วใบมีดตัด (V) อิทธิพลส่วนหนึ่งไปอยู่ที่พจน์ M*V, V*C, V*H และ V^2 อิทธิพลส่วนหนึ่งของ ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (R) และ ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (C) อยู่ที่พจน์ RI*R และ V*C ตามลำดับ โดยที่ อายุการทำงานของใบมีดตัด (Y) ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (R) ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (C) ความยาวต้นข้าวที่ตัด (H) และความชื้นของเมล็ด (M) มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวอย่างเป็นเส้นตรง ส่วนดัชนีล้อโน้ม (RI) และความเร็วใบมีดตัด (V) มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวอย่างเป็นเส้นโค้งกำลังสอง

$$HL = \{M, Y, R, C, V, RI, H, M*Y, M*V, RI*R, V*C, V*H, V^2, RI^2\} \quad .....(2)$$

จากพารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สามารถนำไปใช้สร้างสมการประมาณการเพื่อใช้ทำนายความสูญเสียเพื่อที่ผู้ปฏิบัติงานจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเกี่ยวนวดอย่างเหมาะสมและเกิดความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวน้อยที่สุด

สรุปผลการศึกษา

พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ประกอบไปด้วย ดัชนีล้อโน้ม ความเร็วใบมีดตัด อายุการทำงานของใบมีดตัด ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง ความยาวต้นข้าวที่ตัด ความชื้นของเมล็ด ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและอายุการทำงานของใบมีดตัด ผลคูณระหว่างความชื้นของเมล็ดและความเร็วใบมีดตัด ผลคูณระหว่างดัชนีล้อโน้มและระยะห่างระหว่างหนวดกุ้ง ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง ผลคูณระหว่างความเร็วใบมีดตัดและความยาวต้นข้าวที่ตัด ผลกำลังสองของความเร็วใบมีดตัด และผลกำลังสองของดัชนีล้อโน้ม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. **รายงานสรุปการใช้ข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินผลผลิตข้าวนาปี 2547.** [อ้างเมื่อ 25 เมษายน 2549] เข้าถึงได้จาก http://www.ldd.go.th/menu_assess/RICE_47/Rice_pee2547.pdf.

วินิต ชินสุวรรณ สุเนตร โม่งปราณีต และณรงค์ ปัญญา. 2540. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด. **วารสารวิจัย มข.** 2(1): 54-63.

วินิต ชินสุวรรณ สมชาย ชวนอุดม วสุ อุดมเพทายกุล วราจิต พยอม และณรงค์ ปัญญา. 2542. ความสูญเสียในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้แรงงานคนและใช้เครื่องเกี่ยวนวด. **วารสารวิจัย มข.** 4(2): 4-12.

วินิต ชินสุวรรณ สมชาย ชวนอุดม และวราจิต พยอม. 2545. การประเมินความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว. **วารสาร สวกท.** 9(1): 14-19.

วินิต ชินสุวรรณ นิพนธ์ ป้องจันทร์ สมชาย ชวนอุดม และวราจิต พยอม. 2547. ผลของดัชนีล้อโน้มที่มีต่อความสูญเสียในการเกี่ยวของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว. **วารสาร สวกท.** 11(1): 7-9.

Andrews, S.B., Siebenmorgen, T.J., Vories, E.D., Loewer, D.H. and Mauromoustakos, A. 1993. Effects of Combine Operating Parameters on Harvest Loss and Quality in Rice. **Transactions of the ASAE** 36(6): 1599 – 1607.

Berger, P.D. and Maurer, R.E. 2002. **Experimental Design.** CA (USA): Wadsworth Group Belmont.

Hummel, J.W. and Nave, W.R.1979. Impact Cutting of Soybean Plants. **Transactions of the ASAE** 22(1): 35-39.

Klenin, N.I., Popov, I.F. and Sakun, V.A. 1986. **Agricultural Machines: Theory of Operation, Computation of Controlling of Operation.** Russian translations series 31. New Delhi (India): Gidson Printing Works.

Manalili, I., Ma, J. and Duff, B. 1981. Technical and Economic Factors in Adopting Mechanical Reapers to Small Rice Farms. **Proceeding of the Regional Seminar** on : Appropriate Mechanization for Rural Development with Special Reference to Small Farming in the Asean Countries. Jakarta, Indonesia. January 26-31.

Mohammed, I.A. and Abdoun, A.H. 1978. Testing MF-400 Combine Harvest under Condition of the Sudan. **Agricultural Mechanization in Asia , Africa and Latin America** 9(2): 39-42.

Quick, G. 1999. **The Rice Harvester Reference.** RIRDC Rice Research and Development Program. RIRDC Publication No. 99/38.

Siebenmorgen, T.J., Andrews, S.B. and Counce, P.A. 1994. Relationship of the Height Rice is Cut to Harvesting Test Parameters. **Transactions of the ASAE** 37(1): 67-69.

Yore, M.W., Jenkins, B.M. and Summers, M.D. 2002. Cutting Properties of Rice Straw. **Presented at the 2002 ASAE** Annual International Meeting, Paper number 026154. ASAE, Chicago, lllinois, USA July 28-July 31.

ตารางที่ 1 ผลของปัจจัยการทำงานที่มีต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ความชื้นเมล็ด (%wb)	อายุการทำงานของใบมีดตัด (rai)	ระยะห่างระหว่างซี่หนวดกุ้ง (cm)	ระยะห่างระหว่างใบมีดตัดกับปลายหนวดกุ้ง (mm)	ความเร็วใบมีดตัด (m/s)	ดัชนีล้อโน้ม	ความยาวต้นข้าวที่ตัด (cm)	ความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยว (%)
25.10	50	12	10	0.20	2.05	37.76	7.43
			20	0.37	2.65	45.18	2.15
			30	0.45	4.96	56.30	2.54
22.53	500	8	35	0.25	2.37	47.31	4.73
			15	0.17	1.78	34.42	7.34
			45	0.42	2.16	56.51	4.15
			25	0.58	2.92	60.27	4.27
23.30	1,000	12	15	0.25	1.58	32.61	3.34
			25	0.58	2.17	58.79	2.58
			35	0.42	2.30	45.63	2.04
			45	0.35	1.97	53.43	2.45
19.19	50	8	25	0.33	2.91	46.67	5.15
			15	0.42	3.35	56.88	11.16
			35	0.17	1.64	58.80	21.53
			45	0.58	1.99	72.57	6.02
18.50	1,000	8	10	0.33	2.50	69.58	6.67
			30	0.58	2.55	51.85	7.16
			20	0.50	2.27	77.85	9.79
			40	0.20	2.11	85.65	15.23
19.50	500	12	30	0.33	2.60	58.06	3.29
			20	0.25	5.10	41.33	9.64
			40	0.50	2.44	58.41	5.92
			10	0.67	2.01	72.87	12.38
15.34	50	16	25	0.63	1.53	44.71	32.01
			35	0.50	1.75	34.86	13.26
			45	0.25	2.06	49.19	12.67
			15	0.42	2.73	56.55	9.78
17.83	500	16	35	0.42	3.48	38.98	18.19
			15	0.33	2.42	26.38	12.54
			45	0.58	2.22	48.46	11.25
			25	0.25	1.69	64.21	27.84
20.12	1,000	12	10	0.25	2.92	38.31	10.21
			20	0.58	2.42	43.53	22.95
			30	0.42	2.61	49.02	5.39
			40	0.50	1.78	58.52	9.81
22.01	500	16	10	0.42	2.31	52.00	5.01
			20	0.33	1.91	58.67	4.26
			30	0.58	1.83	65.39	6.03
			40	0.25	1.78	44.96	6.87
21.41	1,000	16	15	0.50	3.49	43.86	3.09
			35	0.58	2.49	35.55	4.69
			25	0.42	4.93	67.89	6.06
			45	0.25	1.77	52.35	18.02
24.39	50	12	15	0.62	1.58	32.61	3.33
			25	0.25	2.17	58.79	2.57
			35	0.50	2.30	45.63	2.04
			45	0.33	1.97	53.43	2.45

หมายเหตุ ในแต่ละวันทำการเก็บข้อมูล 4 การทดสอบ ยกเว้นการทดสอบในวันแรกเก็บข้อมูล 3 การทดสอบ เนื่องจากมีเวลาไม่เพียงพอในการเก็บข้อมูลได้ครบ

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์การทำงานที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดหัวเกี่ยวสำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

พจน์	ค่าความเชื่อมั่น (%)
Y	99.9
M*Y	99.9
H	99.7
M*V	99.3
V^2	98.9
V*C	98.6
V*H	98.4
M	96.7
RI*R	96.7
RI^2	95.9
C	92.0
R	88.0
V	79.8
RI	40.9