

การสร้างและประเมินผลสมการประมาณความสูญเสียจากระบบการนวดของ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

Development and Validation of Estimation Equation for Threshing System Losses in Axial Flow Rice Combine Harvesters for Chainat 1 Rice Variety

สมชาย ชวนอุดม (Somchai Chuan-udom)^{1*}

วินิต ชินสุวรรณ (Winit Chinsuwan)²

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินผลสมการประมาณความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยวิธีการสร้างสมการถดถอยจากข้อมูลการทำงานและความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนจำนวน 15 ยี่ห้อ ผลการศึกษาพบว่าการทำนายความสูญเสียจากระบบการนวดมีค่า R^2 เท่ากับ 0.88 เมื่อประเมินผลสมการความสูญเสียที่ได้จากการตรวจวัดมีผลต่างจากการทำนายเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนของการทำนายเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 เปอร์เซ็นต์ และความคลาดเคลื่อนของการทำนายมาตรฐานเท่ากับ 0.95 เปอร์เซ็นต์

Abstract

The objective of this study was to develop and validate the estimation equation for threshing system losses in axial flow rice combine harvesters for Chainat 1 rice variety. Operating and threshing system losses data from 15 brands of axial flow rice combine harvesters led to development of the estimation equation by the regression method. The results indicate that the estimation equation had $R^2 = 0.88$. The average deviation of the threshing system losses given by the estimation equation was 0.88% from the measurement. The predicted threshing system loss errors were 14.82% and 0.95% for prediction error and standard error of prediction respectively.

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกน, ระบบการนวด, การประมาณความสูญเสีย

Keyword: Axial Flow Rice Combine Harvester, Threshing System, Loss Estimation

¹อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*corresponding author, e-mail: somchai.chuan@gmail.com

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ทั้งการบริโภคและการส่งออก การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนการผลิตที่มีความสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของผลผลิต ซึ่งปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดกำลังมีบทบาทที่สำคัญในการเก็บเกี่ยวและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย คาดว่ามีเครื่องเกี่ยวนวดใช้งานประมาณ 4,000 เครื่อง (วินิต และคณะ, 2546) เกือบทั้งหมดผลิตในประเทศและใช้ระบบการนวดแบบไหลตามแกน

ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวพันธุ์ลูกผสมที่สำคัญของไทยที่นิยมปลูกทั่วทุกภาคของประเทศไทยพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 2 ล้านไร่ ผลผลิตราว 1.5 ล้านตัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) จากการศึกษาของ วินิต และคณะ (2545) พบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูญเสียจากระบบการนวดหรือความสูญเสียจากการนวดและคัดแยกเมล็ดออกจากฟางค่อนข้างสูง ซึ่งความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเป็นความสูญเสียที่สำคัญประการหนึ่งของเครื่องเกี่ยวนวด ความสูญเสียในส่วนนี้เกิดจากการทำงานที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเนื่องจากสภาพของพืช การใช้งานและการปรับแต่งเครื่องที่แตกต่างกัน ในการปฏิบัติงานของผู้ขับเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมักปรับแต่งเครื่องและหรือใช้ความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุดเท่าที่เครื่องจะสามารถปฏิบัติงานได้ (วินิต และคณะ, 2546) โดยที่ผู้ขับเครื่องไม่ทราบหรือไม่ตระหนักถึงผลของความสูญเสียจากการทำงานที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดแบบไหลตามแกนสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ของ สมชาย และ วินิต (2550) พบว่า ความเร็วลูกนวด (CS) มุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด (LI) ความชันของเมล็ด (MC) อัตราการป้อน (FR) ผลคูณระหว่างความเร็วลูกนวดและอัตราการป้อน ($CS*FR$) และผลคูณระหว่างมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดและความชันของเมล็ด ($LI*MC$) มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวด ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้สามารถนำมาใช้สร้างสมการประมาณความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นการประมาณความสูญเสียจากระบบการนวดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ทราบถึงความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวในแต่ละสภาพ และแต่ละลักษณะของการปรับแต่งเครื่องเกี่ยวนวด เพื่อที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเกี่ยวนวดอย่างเหมาะสม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและประเมินผลสมการประมาณความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

อุปกรณ์และวิธีการ

การสร้างสมการ

ตรวจวัดความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนยี่ห้อต่างๆ จำนวน 15 ยี่ห้อ ในเขตพื้นที่ชลประทานจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม ในเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2549 โดยใช้ถุงตาข่ายลุ่มตัวอย่างที่ถูกขับออกจากระบบการนวด ดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วคัดแยกเมล็ดที่ยังไม่หลุดออกจากรวงและหรือเมล็ดที่หลุดจากรวงแล้วมาแยกฟางออกเพื่อหาเมล็ดที่ถูกขับทิ้งออกมา ทำการทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ พร้อมทั้งวัดปัจจัยต่างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างสมการ

การสร้างสมการประมาณดำเนินการโดยการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ จากการศึกษาของสมชาย และ วินิต (2550) นำมาสร้างสมการถดถอยโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวยี่ห้อต่างๆ

การประเมินผลสมการ

จากสมการที่ทำการสร้างนำมาประเมินผลโดยการลุ่มตรวจวัดความสูญเสียจากระบบการนวดจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจำนวน 20 เครื่อง ในเขตพื้นที่ชลประทานจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และมหาสารคาม ในเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม 2550 โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการสร้างสมการ จากผลการตรวจวัดความ

สูญเสียที่ได้นำมาเทียบกับผลของความสูญเสียที่ได้จาก
สมการประมาณความสูญเสียเพื่อประเมินผลสมการ
โดยมีค่าชี้ผลคือ ผลต่างจากการทำนาย (สมการที่ 1)
ความคลาดเคลื่อนของการทำนาย (สมการที่ 2)
และความคลาดเคลื่อนของการทำนายมาตรฐาน
(สมการที่ 3)

$$E = |TL_p - TL_f| \quad \dots(1)$$

เมื่อ E = ผลต่างจากการทำนาย (เปอร์เซ็นต์)

TL_p = ค่าความสูญเสียที่ได้จากการทำนาย
(เปอร์เซ็นต์)

TL_f = ค่าความสูญเสียที่ตรวจวัดได้
(เปอร์เซ็นต์)

$$E_p = |TL_p - TL_f| * 100 / TL_f \quad \dots(2)$$

เมื่อ E_p = ความคลาดเคลื่อนของการทำนาย
(เปอร์เซ็นต์)

TL_p = ค่าความสูญเสียที่ได้จากการทำนาย
(เปอร์เซ็นต์)

TL_f = ค่าความสูญเสียที่ตรวจวัดได้
(เปอร์เซ็นต์)

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (TL_f - TL_p)^2 - \left[\frac{(\sum (TL_f - TL_p))^2}{N} \right]}{N - 1}} \quad \dots(3)$$

เมื่อ SEP = ความคลาดเคลื่อนของการทำนาย
มาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)

TL_p = ค่าความสูญเสียที่ได้จากการทำนาย
(เปอร์เซ็นต์)

TL_f = ค่าความสูญเสียที่ตรวจวัดได้
(เปอร์เซ็นต์)

ผลและวิจารณ์

การสร้างสมการ

ผลการตรวจวัดความสูญเสียจากระบบการนวด
โดยความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยที่ทำการตรวจวัดมีค่า
ระหว่าง 22.20 ถึง 30.42 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ใช้ความ
เร็วลูกนวด ระหว่าง 15.18 ถึง 18.86 เมตรต่อวินาที
มีมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดในช่วง 60.56 ถึง
70.71 องศา และระบบการนวดทำการนวดข้าวที่อัตรา
การป้อนเฉลี่ยระหว่าง 8.13 ถึง 20.45 ตันต่อชั่วโมง
ส่วนความสูญเสียจากระบบการนวดอยู่ในช่วง 2.77 ถึง
12.56 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากข้อมูลตารางที่ 1 เมื่อนำมาการสร้างสมการ
ประมาณความสูญเสียจากระบบการนวด (TL) ทำให้ได้
สมการดังแสดงในสมการที่ 4 โดยสมการมีค่า
สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.88 ตามลำดับ

$$TL = -94.693 - 0.272(CS) + 1.298(LI) + 5.198(MC) + 0.548(FR) - 0.02303(CS*FR) - 0.06904(LI*MC) \dots(4)$$

เมื่อ TL = ความสูญเสียจากระบบการนวด
(เปอร์เซ็นต์)

CS = ความเร็วลูกนวด (เมตรต่อวินาที)

LI = มุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด
(องศา)

MC = ความชื้นของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์ฐาน
เปียก)

FR = อัตราการป้อน (ตันต่อชั่วโมง)

การประเมินผลสมการ

ผลการตรวจวัดความสูญเสียจากระบบการนวด
โดยความชื้นของเมล็ดเฉลี่ยที่ทำการตรวจวัดมีค่า
ระหว่าง 17.75 ถึง 31.75 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก ความ
เร็วลูกนวด ระหว่าง 14.72 ถึง 18.51 เมตรต่อวินาที
มีมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดในช่วง 60.65 ถึง
70.86 องศา และระบบการนวดทำการนวดข้าวที่อัตรา

การป้อนเฉลี่ย ระหว่าง 10.16 ถึง 20.27 ต้นต่อชั่วโมง ส่วนความสูญเสียจากระบบการนวดอยู่ในช่วง 1.38 ถึง 11.28 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 ผลการทำนายความสูญเสียจากระบบการนวดทำให้ได้ความสูญเสียจากระบบการนวดในช่วง 1.01 ถึง 9.60 เปอร์เซ็นต์ โดยความสูญเสียที่ตรวจวัดได้มีค่าต่างจากสมการทำนายในช่วง 0.00 ถึง 2.91 เปอร์เซ็นต์ หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความคลาดเคลื่อนของการทำนายมีค่าระหว่าง 0.00 ถึง 27.56 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความคลาดเคลื่อนของการทำนายมาตรฐาน (Standard error of prediction, SEP) เท่ากับ 0.95 เปอร์เซ็นต์

จากสมการทำนายความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (สมการที่ 4) เมื่อนำสมการมาวิเคราะห์ถึงเปอร์เซ็นต์ของความชื้นของเมล็ด ความเร็วลูกนวด มุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด และอัตราการป้อนที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดทำให้ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า จากปัจจัยที่ใช้ในการสร้างสมการทั้ง 4 ปัจจัย สามารถแบ่งปัจจัยได้เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มของปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดค่อนข้างมากโดยมีความชื้นของเมล็ดมีผลต่อความสูญเสียมากที่สุดเท่ากับ 53.11 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดเท่ากับ 38.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเร็วลูกนวด และอัตราการป้อนเป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียรองลงมา โดยมีค่าเท่ากับ 4.52 และ 3.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นในการปฏิบัติงานควรคำนึงถึงความชื้นของเมล็ด และมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดเป็นหลักเพื่อลดความสูญเสียระหว่างการเก็บเกี่ยว

จากสมการที่ 4 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ได้ดังนี้

รูปที่ 2 แสดงผลของความเร็วลูกนวดและมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวด ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับการ

นวดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Chuan-udom and Chinsuwan, In press) นั่นคือเมื่อเพิ่มความเร็วลูกนวดหรือมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดทำให้ความสูญเสียจากระบบการนวดลดลง เนื่องจากความเร็วลูกนวดที่เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มความรุนแรงในการนวดและยังเป็นการเพิ่มแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางทำให้เมล็ดที่ถูกนวดแล้วลอดผ่านตะแกรงนวดได้มากขึ้นส่งผลให้ความสูญเสียจากระบบการนวดลดลง (วินิต และคณะ, 2546; Gummert et al., 1992) ส่วนมุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัสดุในชุดนวดลดลง ความเร็วนี้ส่งผลต่อเวลาในการนวดและคัดแยกเมล็ดออกจากฟางซึ่งมีผลโดยตรงต่อความสูญเสียจากระบบการนวด (Gummert et al., 1992)

ผลของความเร็วลูกนวดและความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวดดังแสดงในรูปที่ 3 เมื่อเพิ่มความเร็วลูกนวดหรือลดความชื้นของเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวทำให้ความสูญเสียจากระบบการนวดลดลง ความชื้นของเมล็ดที่สูงขึ้นทำให้การนวดและการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางในชุดนวดทำได้ยากกว่าข้าวที่มีความชื้นต่ำกว่า (วินิต และคณะ, 2540) ซึ่งเป็นแนวโน้มเช่นเดียวกับการนวดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (Chuan-udom and Chinsuwan, In press)

รูปที่ 4 แสดงผลของความเร็วลูกนวดและอัตราการป้อนที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวด ซึ่งพบว่าเมื่อลดความเร็วลูกนวดหรือเพิ่มอัตราการป้อนส่งผลให้ความสูญเสียจากระบบการนวดเพิ่มขึ้น โดยอัตราการป้อนที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ความสูญเสียจากระบบการนวดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อลดความเร็วลูกนวด อัตราการป้อนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสูญเสียจากระบบการนวดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการป้อนมีผลต่อความสูญเสียเนื่องจากการเพิ่มอัตราการป้อนเป็นการเพิ่มวัสดุเข้าไปในชุดนวดต่อหน่วยเวลาที่เท่ากัน ส่งผลให้ชุดนวดทำการนวดและการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางไม่ทันซึ่งมีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดที่เพิ่มขึ้น (วินิต และคณะ, 2546; Gummert et al., 1992)

จากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับความสูญเสียจากระบบการนวด ถ้าต้องการให้มีความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์จึงควรใช้ความเร็วลูกนวดไม่น้อยกว่า 18 เมตรต่อวินาที มุมครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดไม่น้อยกว่า 67 องศา เก็บเกี่ยวที่ความชื้นของเมล็ดไม่เกิน 24 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก อัตราการป้อนไม่เกิน 10 ตันต่อชั่วโมง

สรุปผลการศึกษา

สมการทำนายความสูญเสียจากระบบการนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกน สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.88 เมื่อประเมินผลสมการความสูญเสียที่ได้จากการตรวจวัดมีผลต่างจากการทำนายเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนของการทำนายเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 เปอร์เซ็นต์ และความคลาดเคลื่อนของการทำนายมาตรฐานเท่ากับ 0.95 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550. การประเมินผลผลิตเกษตร. [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 2 กรกฎาคม 2550]. จาก http://www.ldd.go.th/menu_assess/index.html
- วินิต ชินสุวรรณ, สุเนตร โมงประดิษฐ์ และณรงค์ ปัญญา. 2540. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิโดยใช้เครื่องเกี่ยวนวด. ว. วิจัย มข. 2(1): 54-63.
- วินิต ชินสุวรรณ, นิพนธ์ ป้องจันทร์, สมชาย ชวนอุดม และวราจิต พยอม. 2546. ผลของอัตราการป้อนและความเร็วลูกนวดที่มีต่อสมรรถนะการนวดของเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกน. ว. สวกท. 10(1):9-14.
- วินิต ชินสุวรรณ, สมชาย ชวนอุดม และวราจิต พยอม. 2545. การประเมินความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าว. ว. สวกท. 9(1): 14-19.
- สมชาย ชวนอุดม และวินิต ชินสุวรรณ. 2550. พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวด. ว. วิจัย มข. อยู่ระหว่างการตีพิมพ์.
- Chuan-udom, S., Chinsuwan, W. Threshing Unit Losses Prediction for Thai Axial Flow Rice Combine Harvesters. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America (AMA)*. In press.
- Gummert, M., Kutzbach, H.D., Muhlbaue, W., Wacker, P. and Quick, G.R. 1992. Performance Evaluation of An IRRI Axial-flow Paddy Thresher. *AMA* 23(3): 47-58.

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดพารามิเตอร์ที่ใช้สร้างสมการและทำนายความสูญเสียจากระบบการนวด สำหรับข้าวพันธุ์
ชัยนาท 1

ปีที่ ที่	ความชื้นของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก)	ความเร็ว ลูกนวด (เมตรต่อวินาที)	มุมครีบบงเดือน จากแนวเพลาลูกนวด (องศา)	อัตราการป้อน (ตันต่อชั่วโมง)	ความสูญเสียจาก ระบบการนวด (เปอร์เซ็นต์)
1	29.24	17.36	61.72	19.11	9.54
2	25.65	18.36	65.95	12.10	3.76
3	28.30	17.91	61.14	19.15	12.56
4	26.60	18.86	63.80	11.55	5.66
5	23.75	18.43	62.30	14.00	3.27
6	23.39	18.02	65.33	13.91	2.77
7	30.42	18.33	63.50	17.17	8.68
8	23.04	17.50	64.94	20.45	4.02
9	29.23	18.00	70.71	16.37	4.58
10	23.45	18.62	66.70	10.29	2.94
11	29.38	16.76	66.70	14.31	6.51
12	22.20	16.21	60.56	15.74	4.69
13	26.45	16.20	64.49	12.35	5.32
14	27.80	15.78	62.84	8.13	8.27
15	26.10	15.18	60.56	14.62	10.38

ตารางที่ 2 ผลการสุ่มตรวจวัดพารามิเตอร์เกี่ยวกับการหวดและความสูญเสียจากระบบการหวด เพื่อประเมินสมการทำนายความสูญเสียจากระบบการหวดสำหรับข้าวพันธุ์
ชัยนาท 1

ผู้ผลิต บริษัท	คันที่	ความชื้นของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์ ฐานเปียก)	ความเร็ว ลูกหวด (เมตรต่อวินาที)	มุมศรีบริวลงเดือน จากแนวเพลาลูกหวด (องศา)	อัตราการป้อน (ตันต่อชั่วโมง)	ความสูญเสียจากระบบการหวด		ผลต่างจาก การทำนาย (เปอร์เซ็นต์)	ความคลาดเคลื่อน ของการทำนาย (เปอร์เซ็นต์)	
						การตรวจวัด (เปอร์เซ็นต์)	สมการทำนาย (เปอร์เซ็นต์)			
A	1	25.93	15.45	63.80	20.24	11.28	8.37	2.91	25.75	
	2	22.63	15.80	63.07	16.98	6.57	5.09	1.48	22.46	
B	1	23.24	15.56	65.33	16.99	6.41	5.08	1.33	20.82	
	2	20.34	15.21	65.33	16.91	3.64	3.29	0.35	9.62	
C	1	21.96	14.72	63.07	17.09	6.41	5.27	1.14	17.85	
	2	24.39	17.02	63.80	13.93	5.79	5.01	0.78	13.53	
C	3	25.79	18.51	70.86	19.16	2.16	2.46	0.30	14.07	
D	1	29.61	16.58	70.31	10.16	3.36	3.93	0.57	16.82	
	2	28.21	17.87	60.65	12.23	9.88	9.35	0.53	5.36	
D	3	27.79	16.24	70.31	11.62	3.87	3.73	0.14	3.59	
E	1	22.77	16.13	67.84	10.54	2.55	2.55	0.00	0.00	
	2	25.29	17.39	66.27	17.76	4.88	4.96	0.08	1.64	
F	1	24.01	16.81	68.51	20.27	4.89	4.16	0.73	14.91	
	2	17.75	16.09	61.88	18.72	1.38	1.01	0.37	26.93	
G	1	23.15	15.90	66.70	16.45	5.41	4.28	1.13	20.88	
H	1	31.75	17.95	64.58	13.95	8.23	9.60	1.37	16.66	
I	1	28.29	15.54	67.13	17.70	8.92	7.52	1.40	15.72	
J	1	22.49	17.29	63.80	16.28	4.64	3.70	0.94	20.30	
K	1	30.61	17.70	68.51	16.56	6.19	6.07	0.12	2.03	
L	1	22.95	15.96	61.88	14.39	7.08	5.13	1.95	27.56	
เฉลี่ย									0.88	14.82

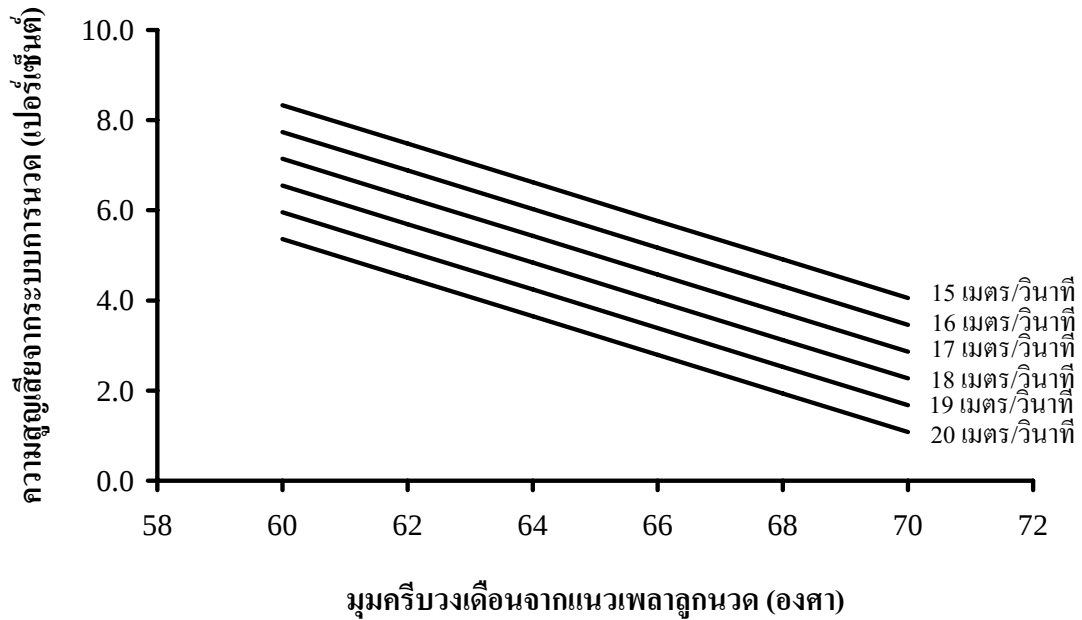
SEP = 0.95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 เปอร์เซนต์ของความชื้นของเมล็ด ความเร็วลูกนวด มุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด และอัตรา
การป้อนที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวดสำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

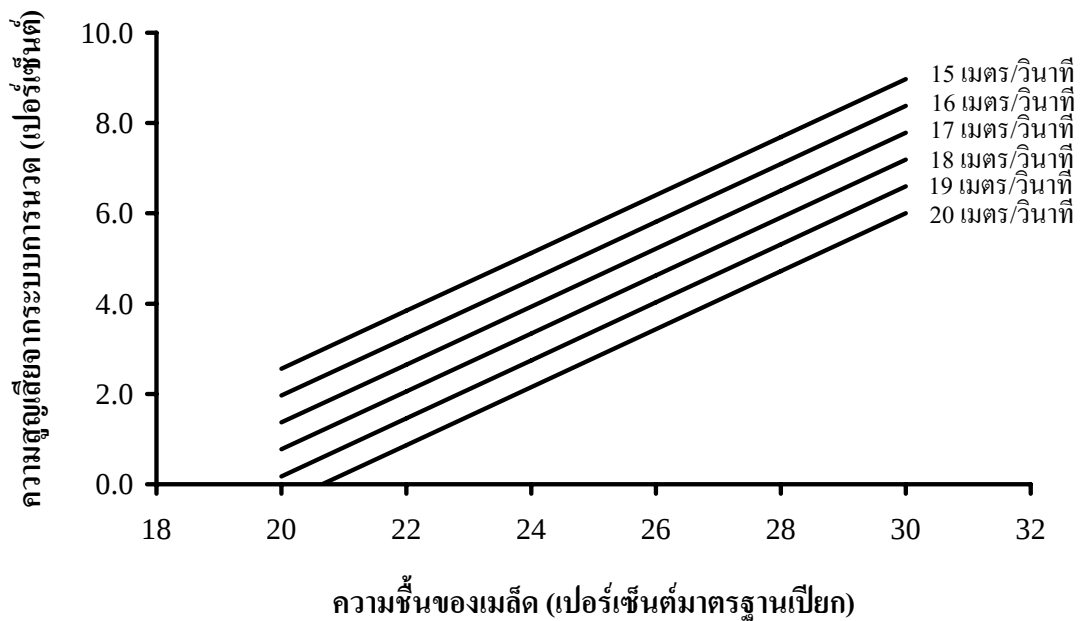
ปัจจัย	เปอร์เซ็นต์
ความชื้นของเมล็ด	53.11
ความเร็วลูกนวด	4.52
มุมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด	38.56
อัตราการป้อน	3.81
รวม	100.00



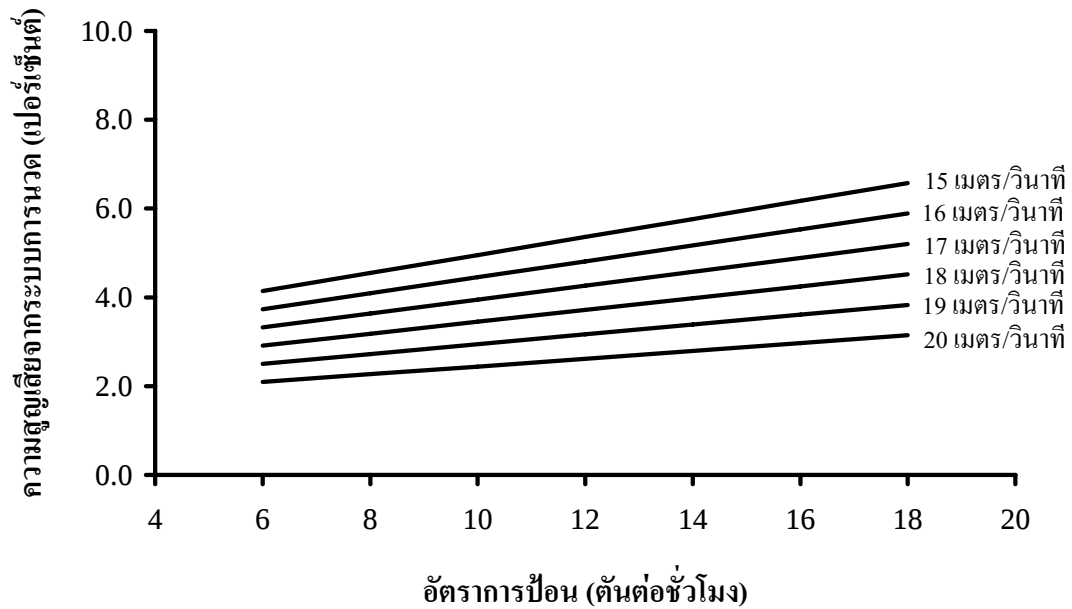
รูปที่ 1 การสูมตัวอย่างที่ถูกขับออกจากระบบการนวด



รูปที่ 2 ผลของมูมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวดที่ความเร็วลูกนวดต่างๆ เมื่อเก็บเกี่ยวที่ความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก และอัตราการป้อน 14 ตันต่อชั่วโมง สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1



รูปที่ 3 ผลของความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวดที่ความเร็วลูกนวดต่างๆ เมื่อมูมครีบบงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดเท่ากับ 66 องศา และอัตราการป้อน 14 ตันต่อชั่วโมง สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1



รูปที่ 4

ผลของความชื้นของเมล็ดที่มีต่อความสูญเสียจากระบบการนวดที่ความเร็วลูกนวดต่างๆ เมื่อมุมครีบกวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวดเท่ากับ 66 องศา และความชื้นของเมล็ดเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก สำหรับข้าวพันธุ์ชัยนาท 1