

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย : กรณีศึกษาข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2

Factors Effect on the Effective Field Capacity of Thai Combines Harvesters when Harvesting: A Case Study of the Phitsanulok-2 Rice Variety

คุณนิธิ ด้วงผึ้ง (Khunnithi Doungpueng)* อนุวัฒน์ ภาชนะวรรณ (Anuwat Pachanawan)*

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

(Received: November 16, 2019; Revised: February 27, 2020; Accepted: February 28, 2020)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย โดยการสุ่มเก็บข้อมูลจากเครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ทำการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในเขตจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด จำนวน 27 เครื่อง ผลการศึกษาพบว่า ขนาดพื้นที่ที่เก็บเกี่ยว ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ประสิทธิภาพผู้ขับ และความหนาแน่นของวัชพืช เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เท่ากับ 41.18 28.94 12.47 และ 11.06 % ตามลำดับ โดยขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรมีขนาดตั้งแต่ 6.25 ไร่ ขึ้นไป และความเร็วที่ใช้ในการเกี่ยวควรมีค่าระหว่าง 3.00 – 6.50 km/hr เพราะส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวสามารถทำการเลี้ยวหัวแปลงได้ง่าย และลดเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเกี่ยว เพิ่มความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่

ABSTRACT

This study aimed to find the effect of the factors on the field capacity of Thai combine harvesters. 27 of Thai combine harvesters which harvesting the Phitsanulok-2 rice variety were randomly collected. The results showed that factors affected on the field capacity were total area harvested, travelling speed, the experience of operators, and weed density. Also, the percentage of these factors was 41.18 28.94 12.47 and 11.06 %, respectively. Finally, the total area harvested should be over than 6.25 rai and travelling speed should be 3.00 - 6.50 km/hr because of easy turning at the headland, decreasing lost time, and increasing effective field capacity.

คำสำคัญ: เครื่องเกี่ยวนวดเมล็ดพืช สมรรถนะในการทำงาน ข้าวนาปรัง เครื่องเกี่ยวนวดข้าว

Keywords: Grain harvesters, Field performance, Off-season rice variety, Combine harvesters

¹Corresponding author: somchai.chuan@gmail.com

*นักศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**นักวิจัย กลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมโดยมีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญ [1] ในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวข้าวในประเทศไทยนิยมใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าว เพราะเนื่องจากเป็นเครื่องจักรกลเกษตรที่สามารถทำให้ได้รวดเร็วและเบ็ดเสร็จสมบูรณ์ [2-4] Nantajit [4] ได้ทำการศึกษาการดำเนินงานและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนของธุรกิจเครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ในปี 2558 มีเครื่องเกี่ยวนวดข้าวประมาณ 45,000 เครื่อง ทั่วประเทศ และมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มขึ้น

แต่จากรายงานของ Department of Internal Trade (DIT) [5] พบว่า การเก็บเกี่ยวไม่ทันอายุที่เหมาะสมเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของข้าวไทย สำหรับผลกระทบต่อของข้าวไทยในเชิงปริมาณนั้น พบว่า หากเก็บเกี่ยวเลยช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้ข้าวร่วงหล่นในพื้นที่เก็บเกี่ยวเป็นจำนวนมาก โดยการเก็บเกี่ยวที่ล่าช้า 1 วันส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์ข้าวต้นลดลงประมาณ 3.33 % [6-7] สำหรับผลกระทบต่อของข้าวไทยในเชิงคุณภาพนั้น พบว่า หากเก็บเกี่ยวก่อนช่วงเวลาที่เหมาะสม จะทำให้ข้าวมีความชื้นสูงและขายไม่ได้ราคาเท่าที่ควร [6] นอกจากนั้น ปัญหาภัยธรรมชาติและศัตรูพืชยังเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อข้าวไทย Office of Agricultural Economics [1] ได้ทำการศึกษาโครงสร้างอาชีพและการปรับตัวของครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในเขตจังหวัดนครสวรรค์ พิษณุโลกและพิจิตร พบว่า มากกว่า 50 % ของพื้นที่ได้รับความเสียหายจากปัญหาอุทกภัยและศัตรูพืช เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่าสาเหตุส่วนใหญ่เกิดปัญหาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไม่เพียงพอในบางพื้นที่ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น หากสามารถเพิ่มความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวได้จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ได้มีการศึกษาเพื่อหาแนวทางเพิ่มสมรรถนะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว [8-12] กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่มีการศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของวัสดุเมื่ออยู่ภายในเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อหาแนวทางลดพลังงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว [13-15] กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มที่มีการศึกษาปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว [16-21] กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มที่มีการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อหาสภาพการทำงานที่เหมาะสม [22-24] แต่ทั้งนี้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาแนวทางเพิ่มความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยยังมียุ่ก่อนข้างน้อย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย โดยในการศึกษานี้ได้มุ่งเน้นไปที่เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ทำการเก็บเกี่ยวในฤดูกาลนาปรังในเขตจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด โดยใช้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 เป็นตัวอย่างในการศึกษา เพราะเนื่องจากเป็นพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในฤดูกาลนาปรังในเขตจังหวัดดังกล่าวข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปเผยแพร่ให้ความรู้แก่หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ผู้ประกอบการรับจ้างเกี่ยวนวดและเจ้าของพื้นที่เก็บเกี่ยว เพื่อใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจใช้งานเครื่องเกี่ยวนวดข้าวอย่างเหมาะสมและมีความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่สูงสุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทย โดยทำการศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวไทยที่ทำการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในเขตจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เริ่มจากการสุ่มเก็บข้อมูลเครื่องเกี่ยววนวดข้าวไทยที่กำลังเก็บเกี่ยวในเขตจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด จำนวน 27 เครื่อง ในฤดูกาลนาปรังช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน 2561 โดยใช้ข้าวพันธุ์ พิษณุโลก 2 เป็นตัวอย่างในการศึกษา การศึกษานี้ได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 คือ การเก็บข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพพืช สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยววนวดข้าว และสภาพผู้ขับ ขั้นตอนที่ 2 คือ การเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมด และขั้นตอนที่ 3 คือ การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องเกี่ยววนวดข้าวไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเก็บข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพพืช สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยววนวดข้าวและสภาพผู้ขับ

โดยบันทึกข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพพืช ได้แก่ ปริมาณผลผลิตต่อไร่บันทึกข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว ได้แก่ ลักษณะของเนื้อดิน (ด้วยวิธีการสังเกต) ความหนาแน่นของวัชพืช (ด้วยวิธีการสังเกต) และขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว บันทึกข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพเครื่องเกี่ยววนวดข้าว ได้แก่ ขนาดเครื่องยนต์ต้นกำลัง ความจุถังเก็บเมล็ด ความกว้างหัวเกี่ยวและความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และบันทึกข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพผู้ขับ ได้แก่ ประสบการณ์ของผู้ขับ

2. การเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมด

ทำการบันทึกเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมด โดยใช้นาฬิกาจับเวลา เริ่มจับเวลาเมื่อเครื่องเกี่ยววนวดข้าวเริ่มทำการเก็บเกี่ยว ทั้งนี้รวมถึงเวลาสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว ได้แก่ เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเลี้ยวที่หัวแปลงและเคลื่อนข้ามคันนา เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนที่เพื่อถ้าววัสดุ เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการถ้าววัสดุ เวลาที่สูญเสียเนื่องจากการซ่อมบำรุง ปรับแต่ง และเติมน้ำมันเชื้อเพลิง และหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องเกี่ยววนวดข้าวทำการเก็บเกี่ยว

3. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องเกี่ยววนวดข้าวไทย

การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การหาความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยววนวดข้าวไทย และการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การหาความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยววนวดข้าวไทย

ความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ คือ อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดต่อเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมด [24]สามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$EFC = \frac{A}{T_{tot}} \quad \dots(1)$$

เมื่อ EFC	คือ	ความสามารถในการทำงานทางจริงเชิงพื้นที่ (rai/hr)
A	คือ	พื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด (rai)
T _{tot}	คือ	เวลาที่เครื่องเกี่ยววนวดข้าวใช้ในการปฏิบัติงานทั้งหมด (hr)

3.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่

จากข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ โดยใช้แบบจำลองแบบ Multiple regression analysis หรือการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณดังแสดงในสมการที่ 2 ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (Independent variable) ตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเพื่อใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตาม (Dependent variable)

จากนั้นหลังทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Enter ด้วยการนำตัวแปรต้นเข้าไปในสมการเพื่อทำการหาค่า R-square ของตัวแปรต้นรวมก่อน หลังจากนั้นทำการถอดตัวแปรต้น X_1 ตัวออกจากสมการแล้วหาค่า R-square อีกครั้ง นำค่า R-square หลังจากถอดตัวแปรต้น X_1 ลบกับค่า R-square ของตัวแปรต้นรวมและนำตัวแปรต้น X_1 กลับเข้าไปในสมการดั้งเดิม จากนั้นใช้วิธีเดียวกันนี้กับตัวแปรต้นทุกตัว และนำค่าผลต่างระหว่างค่า R-square ของตัวแปรต้นรวมของตัวแปรต้นทุกตัวมารวมกัน อิทธิของตัวแปรต้นหรือปัจจัยแต่ละตัวที่มีผลต่อค่าความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่สามารถหาได้จากสมการที่ 3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon \quad \dots(2)$$

เมื่อ Y	คือ	ความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ (หน่วย)
$X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$	คือ	ปัจจัยความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่
$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$	คือ	สัมประสิทธิ์การถดถอยบางส่วน

$$ZX_n = \frac{\Delta X_n}{\sum_{i=1}^n \Delta X_n} \times 100 \quad \dots(3)$$

เมื่อ ZX_n	คือ	อิทธิของตัวแปรต้นหรือปัจจัยแต่ละตัวที่มีผลต่อค่าความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ (%)
ΔX_n	คือ	ผลต่างระหว่างค่า R-square ของตัวแปรต้นรวมและค่า R-square ของตัวแปรต้น X_n
$\sum_{i=1}^n \Delta X_n$	คือ	ผลรวมของผลต่างระหว่างค่า R-square ของตัวแปรต้นรวมและค่า R-square ของตัวแปรต้น $X_1, X_2, \dots, X_n$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากตารางที่ 1 พบว่า เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวที่ทำการศึกษามีจำนวน 27 เครื่อง ทำการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ทั้งหมดซึ่งมีพื้นที่ระหว่าง 0.94 – 10.49 ไร่ ความเร็วที่ใช้ในการเกี่ยวมีค่าระหว่าง 3.71 - 9.07 km/hr ความกว้างหัวเกี่ยวมีค่าระหว่าง 3.00 - 3.20 m ความจุถังเก็บเมล็ดมีค่าระหว่าง 2,000 – 2,800 kg เครื่องยนต์ต้นกำลังมีค่าระหว่าง 175 - 260 hp ประสิทธิภาพผู้ขับมีค่าระหว่าง 1 ถึง 27 ปี ปริมาณผลผลิตมีค่าระหว่าง 464.00 - 3,504.00 kg/ไร่ เวลาที่ใช้ในการเกี่ยวมีค่าระหว่าง 0.21 - 2.34 hr และความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่มีค่าระหว่าง 1.13 - 7.92 ไร่/hr

จากตารางที่ 2 พบว่า สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว และสภาพผู้ขับ มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เท่ากับ 53.18 34.35 และ 12.47 % ตามลำดับ ในขณะที่สภาพพืชเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่น้อยกว่า 0.001 % เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว และสภาพผู้ขับ เป็นกลุ่มปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ค่อนข้างมาก แต่สภาพพืชมีอิทธิพลค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงนำกลุ่มปัจจัยของสภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวและสภาพผู้ขับ มาทำการวิเคราะห์ผลที่มีต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว

จากการผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยในกลุ่มสภาพพื้นที่เก็บเกี่ยวประกอบไปด้วย ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด ความหนาแน่นของวัชพืช และลักษณะของเนื้อดินมีอิทธิพลต่อความผันแปรความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเท่ากับ 41.18 11.06 และ 0.94 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด ความหนาแน่นของวัชพืชเป็นกลุ่มปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวค่อนข้างมาก จึงเลือกปัจจัยในกลุ่มนี้มาทำการวิเคราะห์

1.1 ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว

จากผลการศึกษาพบว่า เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวที่ทำการศึกษาจำนวน 27 เครื่อง ทำการเก็บเกี่ยวในพื้นที่เก็บเกี่ยวที่มีขนาดระหว่าง 0.94 - 10.49 rai และจากภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบตามกัน กล่าวคือหากขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะเนื่องจากเมื่อขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้นนั้น ส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวมีเวลาใช้ในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เวลาสูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยวลดลง และความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น [31] จากผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Meyer [17] ได้ทำการศึกษาโมเดลสำหรับการประมาณความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่และต้นทุนสำหรับเครื่องเกี่ยวอ้อย พบว่า รูปร่างและขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวมีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ Amiama et al. [18] ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวและปริมาณผลผลิตที่มีต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวอาหารสัตว์ พบว่า ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ Udompetaiaku [16] ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดระบบการรับจ้างเกี่ยวข้าวด้วยเครื่องเกี่ยวเกี่ยวขนาด พบว่า ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวมีผลต่อประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานจริง โดยความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่จะเพิ่มมากขึ้นตามขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว ทั้งนี้ Elsoragaby et al. [22] ได้แนะนำว่าขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรมีขนาดตั้งแต่ 6.25 rai ขึ้นไป เพราะจะส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวสามารถทำการเกี่ยวหัวแปลงได้ง่าย ลดเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเกี่ยว เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลดลง และความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น

1.2 ความหนาแน่นของวัชพืช

จากตารางที่ 1 พบว่า ความหนาแน่นของวัชพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีความหนาแน่นน้อย ปานกลางและมาก เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมดแล้วพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.98 0.81 และ 0.69 hr ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่มีค่าเท่ากับ 3.74 3.87 และ 4.91 rai/hr ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตมีค่าเท่ากับ 992.00 832.00 และ 864.00 kg/rai ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นพบว่า ความหนาแน่นของวัชพืชจะแปรผันตรงกับเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวทั้งหมดและความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ ในขณะที่ความหนาแน่นของวัชพืชจะแปรผกผันกับปริมาณผลผลิต เพราะเนื่องจากเมื่อความหนาแน่นของวัชพืชเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้จำนวนต้นข้าวหรือปริมาณผลผลิตในพื้นที่เก็บเกี่ยวลดลงเนื่องจากการแย่งสารอาหารของวัชพืช [25] นอกจากนี้ เมื่อเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวเก็บเกี่ยวในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของวัชพืชมาก จะสามารถเก็บเกี่ยวได้รวดเร็วขึ้นเนื่องจากจำนวนต้นข้าวหรือปริมาณผลผลิตที่น้อยลง ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลดลงและความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากพิจารณาในมุมของปริมาณผลผลิตแล้วถือว่าไม่ดีเท่าที่ควรนัก เนื่องจากเกษตรกรจะสูญเสียรายได้ที่ควรจะได้รับจากปริมาณผลผลิตที่ลดลง ซึ่งในกลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชที่น้อยจะมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 992 kg/rai ในขณะที่กลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชที่ปานกลางและมากจะมี

ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 832 และ 864 kg/rai ตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Grains research and development cooperation (GRDC) [26] ที่ทำการศึกษาเครื่องเก็บเกี่ยวหัวเหลืองในประเทศออสเตรเลียพบว่า ปริมาณวัชพืชที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผลผลิตของหัวเหลืองลดลง นอกจากนี้ ปริมาณผลผลิตที่ลดลงระหว่างกลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชน้อยกับกลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชปานกลาง และปริมาณผลผลิตที่ลดลงระหว่างกลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชน้อยกับกลุ่มความหนาแน่นของวัชพืชมากมีค่าเท่ากับ 160 และ 128 kg/rai ตามลำดับ ซึ่งหากเอาค่าความแตกต่างนี้ไปคำนวณกับขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ยในการศึกษานี้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.53 rai พบว่า เกษตรกรจะขาดโอกาสในการได้ผลผลิตจากการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 564.80 และ 451.84 kg ในพื้นที่เก็บเกี่ยวที่มีความหนาแน่นของวัชพืชปานกลางและมากตามลำดับ

2. สภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

จากการผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยในกลุ่มสภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าวประกอบไปด้วย ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว ความกว้างหัวเกี่ยว ขนาดถังเก็บเมล็ด และเครื่องยนต์ต้นกำลัง มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เท่ากับ 28.94 2.59 2.12 และ 0.71 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ค่อนข้างมาก จึงเลือกปัจจัยนี้มาทำการวิเคราะห์

2.1 ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว

จากผลการศึกษาพบว่า เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ทำการศึกษาจำนวน 27 เครื่อง มีความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวระหว่าง 3.71 - 9.07 m/s และจากภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบตามกัน กล่าวคือ หากความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะเนื่องจากเมื่อเครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้จำนวนพื้นที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลดลง และส่งผลทำให้ความสามารถในการทำงานจริงพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย [31] จากผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bawatharani et al. [27] ที่ได้ทำการศึกษาสมรรถนะด้านประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเมื่อทำการเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ BG 300 พบว่า ความเร็วในการเคลื่อนที่มีผลโดยตรงต่อสมรรถนะด้านประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว Ebrahimi Nik et al. [28] ได้ทำการศึกษาเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อใช้ในการเก็บเกี่ยวข้าวสาลีที่มีปริมาณผลผลิตต่ำโดยใช้วิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ พบว่า ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวมีผลต่อสมรรถนะของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chegini [29] ได้ทำการศึกษาสภาพการทำงานที่เหมาะสมของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว พบว่า ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวลดลงไปด้วย อย่างไรก็ตาม ASABE [30] ได้แนะนำว่าความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 3.00 – 6.50 km/hr เพราะจะทำให้ประหยัดพลังงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวและความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

3. ประสิทธิภาพผู้ขับ

จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยในกลุ่มของสภาพของผู้ขับซึ่งประกอบไปด้วยประสิทธิภาพผู้ขับ มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ เท่ากับ 12.47 % (ตารางที่ 2) และจากภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพผู้ขับกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวพบว่า ประสิทธิภาพผู้ขับมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบตามกันกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ กล่าวคือหากประสิทธิภาพผู้ขับเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวมีความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะเนื่องจากผู้ขับที่มีประสิทธิภาพมากจะสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้อย่างคล่องแคล่วและต่อเนื่องซึ่งส่งผลทำให้เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว

ลดลง และความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น จากผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Elsoragaby et al. [22] ได้ทำการศึกษาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวแบบ conventional และเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวแบบ mid-size ในพื้นที่ชุ่มน้ำ พบว่า ประสิทธิภาพผู้ขับเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มปัจจัยสภาพพืช สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว และสภาพผู้ขับ ผลการศึกษาพบว่า ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยว ความหนาแน่นของวัชพืช ความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว และประสิทธิภาพผู้ขับ มีอิทธิพลต่อความผันแปรความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เท่ากับ 41.18 11.06 28.94 และ 12.47 % ตามลำดับ โดยขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวที่เหมาะสมควรมีขนาดตั้งแต่ 6.25 ไร่ ขึ้นไป และความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวควรมีค่าระหว่าง 3.00 – 6.50 km/hr เพราะจะส่งผลทำให้เครื่องเกี่ยวขนาดข้าวสามารถทำการเลี้ยวหัวแปลงได้ง่าย ลดเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยว เวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวลดลง และความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรมีการอบรมให้ความรู้เรื่องการดูแลวัชพืชแก่เกษตรกรรวมถึงการนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น เครื่องกำจัดวัชพืช เพื่อเป็นการลดความหนาแน่นของวัชและเพิ่มปริมาณผลผลิต นอกจากนี้ ควรมีการอบรมให้ความรู้แก่ผู้ขับเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว รวมถึงเทคนิคที่ต้องใช้ขณะเก็บเกี่ยว อาทิเช่น การเลี้ยวหัวแปลงในพื้นที่เก็บเกี่ยวที่มีพื้นที่หัวแปลงค่อนข้างแคบหรือการดูแลรักษาเครื่องเกี่ยวขนาดข้าวให้พร้อมใช้งานเมื่อถึงฤดูกาลเก็บเกี่ยว เพื่อเป็นการลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการเก็บเกี่ยวและเพิ่มความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวขนาดข้าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมประยุกต์เพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Office of Agricultural Economics [Internet] 2019 [cited 2019 Oct 1]. Available from <http://www.oae.go.th/view/1/Information/EN-US>
2. Mongkol-Tanatas J. 36 years of Agricultural Machineries. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives; 2009.
3. Chuan-Udom S. Grain Harvesting Machines. Khon Kaen: Khon Kaen University Press.; 2013.
4. Nantajit C. Difference between Investment in Rice Combine Harvester Service from Central and North East of Thailand. Khon Kaen Agr. J. 2016; 59-65.
5. Department of Internal Trade (DIT) [Internet] 2018 [cited 2018 Nov 2]. Available from <https://www.dit.go.th/Gallery.aspx>.
6. Chinsuwan W, Mongpraneet S, Panya N. Oprimun Harvest Period for Hommali Rice using Combine Harvester. KKU Research J. 1997; 2(1): 54-63.

7. Potikamorn A, Chinsuwan W. Effect of Harvesting Period on Losses of Quantity and Quality for Chainat 1 Rice Variety when Harvested with Combine Harvester. *KKU Res J (GS)*. 2016; 16(4): 57-63.
8. Junsiri C, Chinsuwan W. Prediction Equations for Header Losses of Combine Harvesters when Harvesting Thai Hom Mali Rice. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 2009; 31(6): 613-620.
9. Chuan-Udom S, Chinsuwan W. Threshing Unit Losses Prediction for Thai Axial Flow Rice Combine Harvester. *Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America*. 2009; 40(1): 50-54.
10. Sangwijit P, Chinsuwan W. Prediction Equations for Losses from Thai Axial Flow Rice Combine Harvesters. *Thai Journal of Agricultural Science*. 2011; 44(1): 23-31.
11. Liang Z, Li Y, Xu L, Zhao Z, Tang Z. Optimum Design of an Array Structure for the Grain Loss Sensor to Upgrade Its Resolution for Harvesting Rice in a Combine Harvester. *Biosystems Engineering*. 2017; 157: 24-34.
12. Siska J, Hurburgh CR. Prediction of Wisconsin Tester Breakage Susceptibility of Corn from Bulk Density and NIRS Measurements of Composition. *Transactions of the ASAE*. 1994; 37(5): 1577-1582.
13. Maertens K, De Baerdemaeker J, Ramon H, De Keyser R. An Analytical Grain Flow Model for a Combine Harvester, Part I: Design of the Model. *J. agric. Engng Res*. 2001; 79(1): 55-63.
14. Maertens K, De Baerdemaeker J. Flow Rate Based Prediction of Threshing Process in Combine Harvesters. *Applied Engineering in Agriculture*. 2003; 19(4): 383-388.
15. Miu PI, Kutzbach HD. Mathematical Model of Material Kinematics in an Axial Threshing Unit. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2007; 58: 93-99.
16. Udompetakul V. Development of A Computer Program For Management of Rice Combine Harvesting Under Custom Operation System [M.Eng.]. Khon Kaen: Khon Kaen University; 1999. Thai.
17. Meyer E. Some Measurement of Mechanical Sugarcane Harvesters Performance. *Proc. S. Afr. Sug. Techno. Ass.* 1998; 73.
18. Amiana C, Bueno J, Álvarez CJ. Influence of the Physical Parameters of Fields and of Crop Yield on the Effective Field Capacity of a Self-Propelled Forage Harvester. *Biosystems Engineering*. 2008; 100(2): 198-205.
19. Doungpueng K, Chuan-Udom S. Effects of Guide Vane Inclination Patterns on Threshing Losses and Power Requirement. *Kasetsart Journal (Natural Science)*. 2014; 48(1): 313-322.
20. Khir R, Atungulu G, Chao D, Pan Z. Influences of Harvester and Weather Conditions on Field Loss and Milling Quality of Rough Rice. *Int J Agric & Biol Eng*. 2017; 10(4): 216-223.
21. Špokas L, Adamčík V, Bulgakov V, Nozdrovický L. The Experimental Research of Combine Harvesters. *Res. Agr. Eng.*, 2016; 62(3): 106-112.
22. Elsoragaby S, Yahya A, Mahadi MR, Nawi NM, Mairghany M. Comparative Field Performances between Conventional Combine and Mid-Size Combine in Wetland Rice Cultivation. *Heliyon*. 2019; 5(4).
23. Shreen FAM, Badawy ME, Abo El-Naga MHM. Comparison between the Most Common Mechanical Methods and Rice Combine Modified for Harvesting Wheat Crop in the Egyptian Fields. *Egypt. J. Agric. Res*. 2014; 92(2): 675-692.



24. Amponsah SK, Addo A, Dzisi KA, Moreira J, Ndindeng SA. Performance Evaluation and Field Characterization of the Sifang Mini Rice Combine Harvester. *Appl. Eng. Agric.* 2017; 33(4): 479-489.
25. Department of Primary Industries and Regional Development's Agriculture and Food (DPIRD) [Internet] 2019 [cited 2019 Sep 9]. Available from <https://www.agric.wa.gov.au/pests-weeds-diseases/weeds>.
26. Grains Research and Development Cooperation (GRDC). Soybean Section 12 (Harvest). Barton: Australia; 2016.
27. Bawatharani R, Jayatissa DN, Dharmasena DAN, Bandara MHMA. Field Performance of a Conventional Combine Harvester in Harvesting Bg- 300 Paddy Variety in Batticaloa, Srilanka. *International Journal of Engineering Research*. 2015; 4(1): 33-35.
28. Ebrahimi-Nik MA, Khademolhosseini N, Abbaspour-Fard MH, Mahdinia A, Alami-Saied K. Optimum Utilisation of Low-Capacity Combine Harvesters in High-Yielding Wheat Farms Using Multi-Criteria Decision Making. *Biosystems Engineering*. 2009; 103(3): 382-388.
29. Chegini GR. Determine of Optimum Operating Conditions of Combine Harvester with Stripper-Header. *World Applied Sciences Journal*. 2013; 23(10): 1399-1407.
30. ASAE Standards. ASAE D497.4 Agricultural Machinery Management Data. MI: USA; 2009.
31. Dounpueng K, Chuan-Udom S, Numsong A, Chansrakoo W. Lost Times of Harvesting Processes of the Thai Combine Harvesters. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019; 301.

ตารางที่ 1 สภาพพืช สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และสภาพผู้ขับที่ทำการศึกษา

เครื่องที่	ขนาดพื้นที่ เก็บเกี่ยว (rai)	ความ หนาแน่น ของวัชพืช	ลักษณะของ เนื้อดิน	ความเร็วที่ ใช้ในการ เก็บเกี่ยว (km/hr)	ความกว้าง หัวเกี่ยว (m)	ขนาดถังเก็บ เมล็ด (kg)	เครื่องยนต์ ต้นกำลัง (hp)	ประสิทธิภาพ ผู้ขับ (ไร่/ปี)	ปริมาณ ผลผลิต (kg/rai)	เวลาที่ใช้ใน การเก็บเกี่ยว ทั้งหมด (hr)	ความสามารถ ในการทำงานจริง เชิงพื้นที่ (rai/hr)
1	7.31	น้อย	หมาด	7.34	3.00	2,500	260	6	1,008.00	1.49	4.93
2	6.28	น้อย	หมาด	8.75	3.20	2,700	260	27	832.00	0.79	7.92
3	2.06	น้อย	หมาด	6.34	3.20	2,700	255	7	832.00	0.72	2.84
4	3.82	น้อย	หมาด	7.16	3.20	2,700	255	15	3,504.00	0.93	4.12
5	3.26	น้อย	น้ำขัง	5.90	3.00	2,800	210	1	704.00	1.22	2.66
6	5.71	น้อย	น้ำขัง	9.07	3.10	2,500	210	2	720.00	0.86	6.64
7	10.49	น้อย	น้ำขัง	8.14	3.10	2,500	260	2	720.00	1.87	5.60
8	3.36	น้อย	น้ำขัง	5.51	3.20	2,400	255	5	864.00	1.07	3.15
9	1.46	น้อย	น้ำขัง	5.22	3.20	2,400	255	10	864.00	0.60	2.45
10	1.90	น้อย	น้ำขัง	4.00	3.00	2,000	225	10	1,504.00	0.43	4.41
11	1.49	น้อย	น้ำขัง	6.77	3.00	2,500	175	1	1,008.00	0.49	3.06
12	0.94	น้อย	หมาด	8.03	3.00	2,500	175	1	704.00	0.83	1.13
13	1.25	น้อย	น้ำขัง	6.08	3.00	2,500	260	6	912.00	0.54	2.32
14	1.07	น้อย	น้ำขัง	6.08	3.00	2,500	260	6	800.00	0.36	2.97



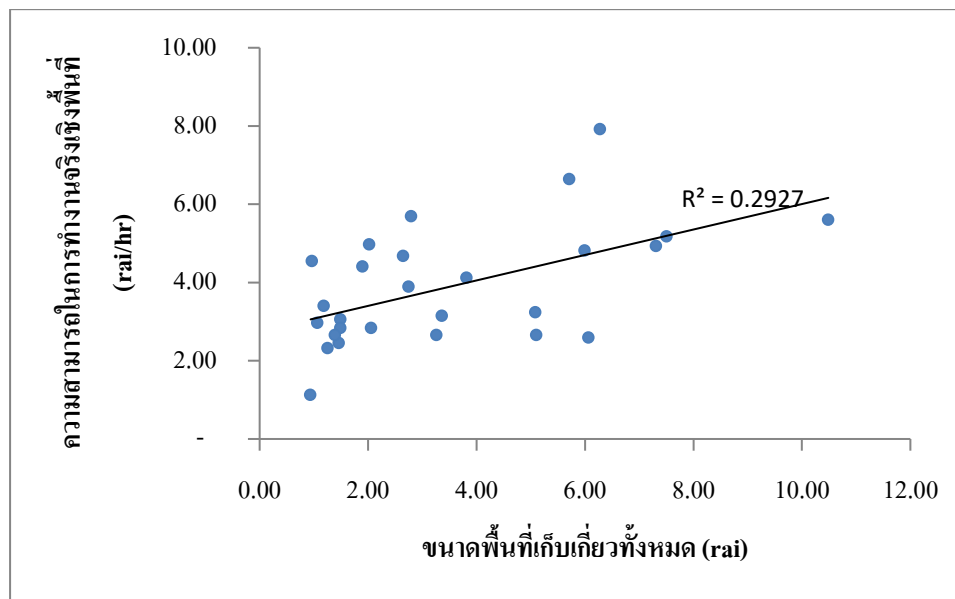
ตารางที่ 1 สภาพพืช สภาพพื้นที่เก็บเกี่ยว สภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และสภาพผู้ขับที่ทำการศึกษ (ต่อ)

เครื่องที่	ขนาดพื้นที่ เก็บเกี่ยว (rai)	ความ หนาแน่น ของวัชพืช	ลักษณะของ เนื้อดิน	ความเร็วที่ ใช้ในการ เก็บเกี่ยว (km/hr)	ความกว้าง หัวเกี่ยว (m)	ขนาดถังเก็บ เมล็ด (kg)	เครื่องยนต์ ต้นกำลัง (hp)	ประสิทธิภาพ ผู้ขับ (ไร่)	ปริมาณ ผลผลิต (kg/rai)	เวลาที่ใช้ใน การเก็บเกี่ยว ทั้งหมด (hr)	ความสามาร ถในการ ทำงานจริง เชิงพื้นที่ (rai/hr)
15	1.19	น้อย	น้ำแข็ง	5.72	3.20	2,400	255	4	1,088.00	0.35	3.40
16	1.49	ปานกลาง	น้ำแข็ง	5.62	3.00	2,000	225	10	704.00	0.53	2.84
17	1.39	น้อย	หมาด	7.63	3.00	2,500	175	1	1,104.00	0.52	2.66
18	6.00	น้อย	หมาด	7.16	3.00	2,750	260	5	704.00	1.25	4.82
19	5.10	น้อย	น้ำแข็ง	5.51	3.00	2,750	260	8	704.00	1.92	2.66
20	2.75	น้อย	น้ำแข็ง	6.55	3.00	2,750	260	10	752.00	0.71	3.89
21	2.02	มาก	น้ำแข็ง	5.36	3.00	2,750	260	15	832.00	0.41	4.97
22	0.97	มาก	น้ำแข็ง	5.80	3.00	2,400	260	10	960.00	0.21	4.55
23	5.09	น้อย	น้ำแข็ง	7.49	3.00	2,500	175	1	1,008.00	1.57	3.24
24	2.65	ปานกลาง	น้ำแข็ง	8.71	3.00	2,400	260	15	480.00	0.57	4.68
25	2.80	ปานกลาง	น้ำแข็ง	8.71	3.00	2,500	260	15	464.00	0.49	5.69
26	7.51	มาก	น้ำแข็ง	6.16	3.00	2,700	210	7	800.00	1.45	5.18
27	6.07	ปานกลาง	น้ำแข็ง	3.71	3.00	2,800	260	6	800.00	2.34	2.59

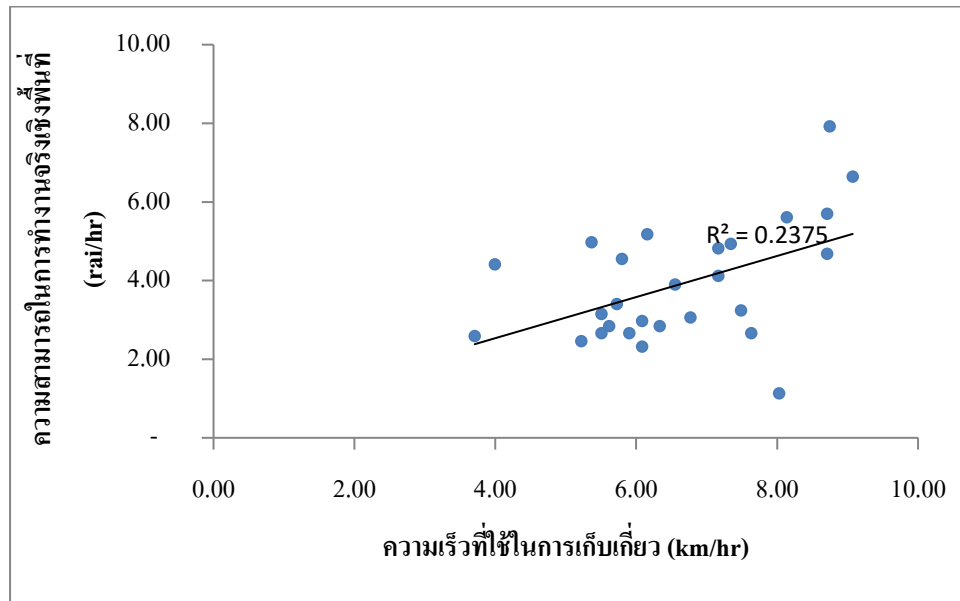


ตารางที่ 2 อิทธิพลของปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

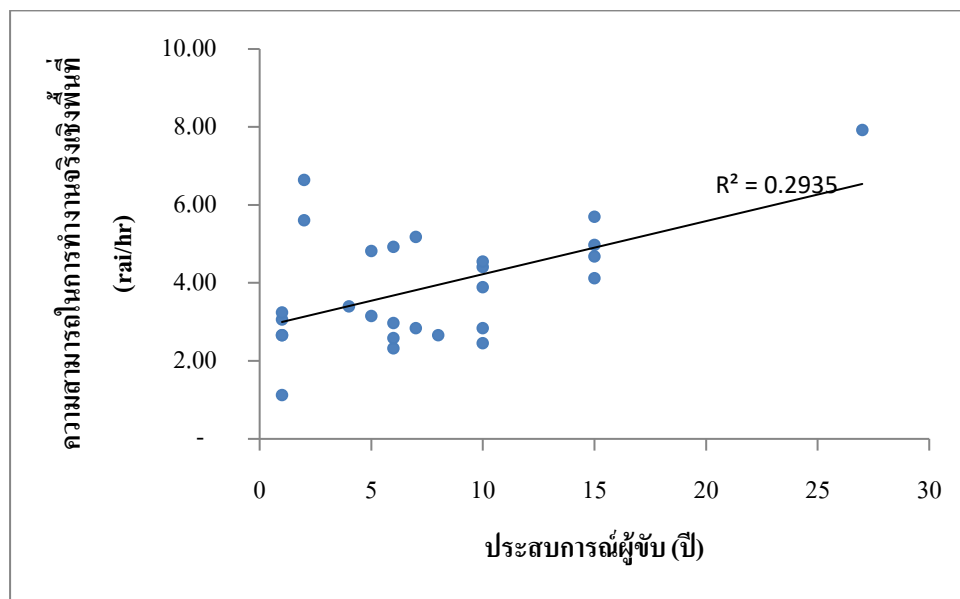
กลุ่ม	ปัจจัย	%
สภาพพื้นที่ที่เกี่ยวเกี่ยว	ขนาดพื้นที่ที่เกี่ยวเกี่ยว	41.18
	ความหนาแน่นของวัชพืช	11.06
	ลักษณะของเนื้อดิน	0.94
	รวม	53.18
สภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าว	ความเร็วที่ใช้ในการเกี่ยวเกี่ยว	28.94
	ความกว้างหัวเกี่ยว	2.59
	ขนาดถังเก็บเมล็ด	2.12
	เครื่องยนต์ขับเคลื่อนกำลัง	0.71
	รวม	34.36
สภาพผู้ขับ	ประสบการณ์ผู้ขับ	12.47
	รวม	12.47
สภาพพืช	ปริมาณผลผลิต	<0.001
	รวม	<0.001



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดพื้นที่ที่เกี่ยวเกี่ยวทั้งหมดกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ผู้ขับกับความสามารถในการทำงานจริงเชิงพื้นที่ของเครื่องเกี่ยวนวดข้าว