วารสารวิจัย มข. | 16 (3) | มีนาคม 2554

อิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ

Influence of Threshing Unit Design of Axial Flow Rice Combine Harvesters on Harvesting Losses when Harvesting Thai Hommali Rice

สมชาย ชวนอุดม (Somchai Chuan-Udom)[1]*
วินิต ชินสุวรรณ (Winit Chinsuwan)[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ โดยทำการเก็บข้อมูลเครื่องเกี่ยวนวดข้าวจำนวน 17 เครื่อง ในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ ผลการศึกษาพบว่า จำนวนซี่นวด (NT) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 30.43 รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) และ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (UC) มีอิทธิพลเท่ากับร้อยละ 28.20 และ 27.31 ตามลำดับ ส่วนระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (CC) ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด (RD) และ ความสูงซี่นวด (HT) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อยโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.07 2.58 2.40 และ 1.07 ตามลำดับ

ABSTRACT

The objective of this research was to study the influence of threshing unit design of axial flow rice combine harvesters on harvesting losses when harvesting Thai Hommali rice. The sample consisted of 17 machines in Tung Kula Ronghai area. The result of the research indicated that the number of tooth (NT) was the most influenced on the loss and was equal 30.43%. The second and third influence on the loss were the clearance between the lower concave and the tip of the tooth in horizontal (SC), and the clearance between the upper concave and tip of the tooth in vertical (UC) which were 28.20% and 27.31% respectively. The concave clearance (CC), the concave rod clearance (RC), the rotor diameter (RD), and the height of tooth (HT) were low influenced on the loss which were equal 9.07%, 2.58%, 2.40%, and 1.07% respectively.

คำสำคัญ: ชุดนวด เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกน การเก็บเกี่ยว ข้าวหอมมะลิ
Keywords: Threshing unit, Axial flow rice combine harvester, Harvesting, Thai Hommali rice

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
* corresponding author, e-mail: somchai.chuan@gmail.com

บทนำ

ข้าวหอมมะลิเป็นข้าวคุณภาพสูงที่สำคัญของประเทศไทยทั้งการผลิต บริโภค และการส่งออก ในปัจจุบันเครื่องเกี่ยวนวดกำลังมีบทบาทอย่างมากในการเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิของประเทศไทยและมีการใช้งานเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งการขยายการใช้งานไปทั่วประเทศ คาดว่าปัจจุบันมีเครื่องเกี่ยวนวดใช้งานในประเทศมากกว่า 10,000 เครื่อง (วินิต, 2553)

ความสูญเสียจากการนวดและจากการคัดแยกเมล็ดออกจากฟางเป็นความสูญเสียที่สำคัญประการหนึ่งของเครื่องเกี่ยวนวดที่เกิดจากการทำงานของชุดนวดที่ทำการนวดและแยกเมล็ดที่ถูกนวดและหลุดออกจากรวงแล้วให้ออกจากฟางได้ไม่ดี จึงทำให้มีเมล็ดบางส่วนติดรวงและเมล็ดที่หลุดออกจากรวงแล้วปะปนและไหลออกไปพร้อมกับฟางที่ช่องขับฟาง สาเหตุที่สำคัญของความสูญเสียในส่วนนี้เกิดจากสภาพการทำงานที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูงเนื่องจากสภาพของพืช การใช้งานและการปรับแต่งเครื่องที่แตกต่างกัน (วินิต, 2549) จากการศึกษาปัจจัยการทำงานและการปรับแต่งของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนของ สมชาย และวินิต (2550) พบว่า ความเร็วลูกนวด มุมครีบวงเดือน ความชื้นของเมล็ด อัตราการป้อน และอัตราส่วนเมล็ดต่อฟางมีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดสำหรับข้าวหอมมะลิ ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ปัจจัยการทำงานและการปรับแต่งชุดนวดที่มีผลต่อความสูญเสียประกอบไปด้วย ความเร็วลูกนวด มุมครีบวงเดือน ความชื้นของเมล็ดและอัตราการป้อน

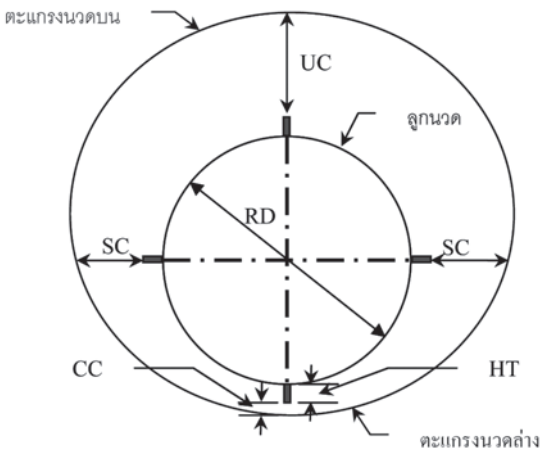
นอกจากปัจจัยด้านการทำงานและการปรับแต่งแล้วยังมีปัจจัยด้านการออกแบบชุดนวดอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด ถึงแม้ว่าผู้ผลิตเครื่องเกี่ยวนวดในประเทศไทยใช้ชุดนวดแบบไหลตามแกนเหมือนกันแต่มีการออกแบบขนาดและระยะต่างๆ ของชิ้นส่วนภายในชุดนวดแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยด้านการออกแบบเหล่านี้ส่งผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด จากการศึกษาของ วินิต และคณะ (2546) ศึกษาผลของความเอียงของแถบซี่นวดและระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวดของชุดนวดข้าวแบบไหลตามแกนสำหรับข้าวหอมมะลิที่มีต่อความสูญเสีย พบว่า ความเอียงของแถบซี่นวดไม่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด แต่แถบซี่นวดแบบตรงสร้างได้ง่ายกว่า ส่วนระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวดควรใช้ในช่วง 17 ถึง 20 มิลลิเมตร วินิต และคณะ (2547) ศึกษาระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด สำหรับเครื่องเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวเหนียว พบว่า ควรใช้ระยะช่องว่าง 17 ถึง 22 มิลลิเมตร

จากการศึกษาที่ผ่านมาเน้นศึกษาเฉพาะปัจจัยด้านการทำงานของชุดนวด ส่วนปัจจัยด้านการออกแบบชุดนวดแบบไหลตามแกนที่ผ่านมาเป็นการศึกษาเฉพาะในส่วนของระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด และความเอียงของแถบซี่นวด แต่ยังมีปัจจัยการออกแบบชุดนวดอื่นๆ ยังไม่มีการศึกษา หรือมีการศึกษาค่อนข้างน้อย ซึ่งปัจจัยนั้นอาจมีผลอย่างรุนแรงต่อความสูญเสียจากชุดนวดแบบไหลตามแกนสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวในประเทศไทย นอกจากนี้ในการศึกษาที่ผ่านมาเป็นการศึกษาแยกเฉพาะปัจจัยหนึ่งๆ เท่านั้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่ศึกษาอาจมีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดไม่มากนักหรือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวดไม่สำคัญที่สุด

จากปัญหาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ประกอบกับในปัจจุบันการใช้เครื่องเกี่ยวนวดกำลังแพร่หลายไปทุกภูมิภาคของประเทศและมีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งปริมาณการผลิตข้าวของประเทศไทยที่มีเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะข้าวหอมมะลิซึ่งเป็นข้าวที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ ถ้าสามารถลดความสูญเสียจากชุดนวดก็จะทำให้ลดความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวข้าวโดยรวมได้เป็นมูลค่าจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ทำการศึกษาปัจจัยการออกแบบชุดนวดแบบไหลตามแกนประกอบไปด้วย เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด (ไม่รวมซี่นวด) (RD) ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวด (CC) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (UC) จำนวนซี่นวด (NT) และความสูงซี่นวด (HT) โดยมีภาพแสดงระยะของชุดนวดที่ศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1. ตำแหน่งการวัดระยะต่างๆ ในชุดนวด

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านการทำงานและการปรับแต่งชุดนวดที่มีผลต่อความสูญเสียประกอบด้วย มุมครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด (LI) ความเร็วเชิงเส้นปลายซี่นวด (RS) ความชื้นของเมล็ด (MC) อัตราการป้อน (FR) และอัตราส่วนเมล็ดต่อฟาง (GM) (สมชาย และวินิต, 2550) จากปัจจัยการออกแบบชุดนวดที่ใช้ในการศึกษามีเป็นจำนวนมาก ถ้าใช้แผนการทดลองแบบปกติทั่วไปต้องใช้แปลงทดลองที่มีขนาดใหญ่มากและเสียค่าใช้จ่ายในการทดลองสูง รวมถึงปัญหาในการจัดการตัวอย่างให้แล้วเสร็จภายในวันที่ทดสอบเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเปลี่ยนสภาพมากเกินไป จากข้อจำกัดที่กล่าวมาข้างต้น จึงใช้แผนการทดลองแบบสุ่ม โดยการสุ่มตรวจวัดการออกแบบชุดนวดแบบไหลตามแกนของเครื่องเกี่ยวนวดที่มีขนาดการออกแบบที่แตกต่างกัน โดยดำเนินการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวขนาดความยาวชุดนวด 6 ฟุต ทำการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดจำนวน 17 เครื่อง ในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยศึกษากับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พร้อมทั้งวัดขนาดของปัจจัยการออกแบบและการทำงานและการปรับแต่ง โดยมีค่าชี้ผลคือ ความสูญเสียจากชุดนวด

ความสูญเสียจากชุดนวด ทำการทดสอบในสภาพปฏิบัติงานจริง โดยใช้ถุงตาข่ายรองรับวัสดุที่ถูกขับทิ้งจากช่องขับฟาง (รูปที่ 2) จากนั้นทำการแยกสิ่งเจือปนอื่นออกเพื่อหาเมล็ดที่ถูกขับทิ้ง โดยในแต่ละเครื่องทำการทดสอบ 3 ซ้ำ โดยในแต่ละซ้ำให้เครื่องเกี่ยวนวดเป็นระยะทางไม่น้อยกว่า 15 เมตร เพื่อให้เครื่องมีภาวการณ์ทำงานที่สม่ำเสมอก่อนการเก็บข้อมูลเป็นระยะทาง 10 เมตร

จากข้อมูลที่ได้นำมาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณ (multiple linear regression) ดังแสดงในสมการที่ 1 แล้วนำสมการมาวิเคราะห์หาร้อยละของอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวดโดยใช้ผลต่างของสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) หรือวิธี Best subset regression (Draper and Smith, 1998)

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \ldots + B_nX_n \qquad \ldots (1)$$

เมื่อ Y = ตัวแปรตาม
$X_1, X_2, \ldots, X_n$ = ตัวแปรอิสระใดๆ
$B_0, B_1, \ldots, B_n$ = ค่าคงที่ใดๆ

รูปที่ 2. การเก็บตัวอย่างความสูญเสียจากชุดนวด

ผลและการวิจารณ์ผล

การศึกษานี้ได้ดำเนินการทดสอบและเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 โดยทำการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนจำนวน 17 เครื่อง พบว่าแปลงที่ทดสอบมีความสูงต้นข้าวเฉลี่ยในช่วง 79.6 ถึง 111.5 เซนติเมตร มีมุมเอียงต้นข้าวจากแนวดิ่งเฉลี่ยระหว่าง 7.7 ถึง 9.1 องศา มีความหนาแน่นต้นข้าวเฉลี่ยในช่วง 165,867 ถึง 656,267 ต้นต่อไร่ ความชื้นของฟางเฉลี่ยระหว่าง 58.50 ถึง 66.66 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก แปลงที่ทำการทดสอบมีผลผลิตรวมอยู่ในช่วง 212 ถึง 535 กิโลกรัมต่อไร่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการวัดลักษณะการออกแบบชุดนวดและสภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด พบว่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด (ไม่รวมความยาวซี่นวด) (RD) ระหว่าง 445 ถึง 559 มิลลิเมตร มีระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) อยู่ในช่วง 13 ถึง 18 มิลลิเมตร ใช้ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (CC) มีค่าระหว่าง 10.0 ถึง 30.0 มิลลิเมตร มีระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) อยู่ในช่วง 5.7 ถึง 76.2 มิลลิเมตร ใช้ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (UC) ระหว่าง 131.1 ถึง 213.8 มิลลิเมตร มีจำนวนซี่นวด (NT) ในช่วง 128 ถึง 185 ซี่ โดยซี่นวดมีความสูง (HT) ระหว่าง 76.2 ถึง 114.3 มิลลิเมตร มีมุมครีบวงเดือนจากแนวเพลาลูกนวด (LI) ในช่วง 56.7 ถึง 70.3 องศา ใช้ความเร็วลูกนวด (RS) ระหว่าง 14.2 ถึง 20.8 เมตรต่อวินาที มีอัตราการป้อน (FR) ในช่วง 4.9 ถึง 17.0 ตันต่อชั่วโมง เก็บเกี่ยวข้าวที่ความชื้นของเมล็ด (MC) เฉลี่ยระหว่าง 16.50 ถึง 25.91 เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก และมีอัตราส่วนเมล็ดต่อฟาง (GM) เฉลี่ยในช่วง 0.21 ถึง 0.70 มีผลทำให้เกิดความสูญเสียจากชุดนวดเฉลี่ยระหว่าง 0.91 ถึง 11.50 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1. สภาพข้าวที่ทำการทดสอบเครื่องเกี่ยวนวดข้าว

เครื่องที่	ความสูงต้นข้าว (เซนติเมตร)	มุมเอียงต้นข้าวจากแนวดิ่ง (องศา)	ความหนาแน่นต้นข้าว (ต้นต่อไร่)	ความชื้นของฟาง (เปอร์เซ็นต์ฐานเปียก)	ผลผลิตรวม (กิโลกรัมต่อไร่)
1	88.5	8.7	477,600	61.59	251
2	79.6	9.1	343,200	59.93	266
3	101.7	8.0	511,200	66.23	535
4	105.7	7.9	402,933	65.73	212
5	96.6	8.4	431,200	63.74	367
6	111.5	7.7	329,600	64.93	294
7	86.5	8.7	426,133	64.08	359
8	90.1	9.0	322,933	61.74	371
9	91.8	8.5	370,667	66.66	254
10	83.9	8.8	656,267	63.53	499
11	91.9	8.4	291,733	60.51	280
12	83.9	9.0	578,400	63.83	375
13	86.8	8.7	165,867	63.14	200
14	108.9	7.8	195,200	59.37	499
15	81.6	8.9	171,467	64.48	314
16	88.6	8.6	489,867	58.50	466
17	83.7	8.8	406,667	61.27	464
ค่าเฉลี่ย	**91.8**	**8.5**	**386,526**	**62.90**	**353**
STD*	**9.7**	**0.4**	**136,537**	**2.44**	**107**

* STD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 2. การออกแบบชุดนวด สภาพการทำงานของเครื่องเกี่ยวนวด และความสูญเสียจากชุดนวด

เครื่องที่	RD	RC	CC	SC	UC	NT	HT	LI	RS	MC	FR	GM	TL
1	533	15	30.0	18.4	148.4	132	101.6	69.4	14.2	25.91	5.7	0.49	5.65
2	457	15	17.5	41.1	131.1	128	88.9	70.3	19.7	18.21	4.9	0.41	1.95
3	559	16	10.0	5.7	185.7	175	114.3	66.2	15.6	23.18	7.2	0.68	4.78
4	508	16	20.0	41.1	211.1	140	88.9	69.4	14.2	23.45	6.7	0.45	6.28
5	508	18	25.0	23.4	148.4	132	101.6	69.1	16.1	22.96	7.2	0.66	3.46
6	457	16	20.0	31.1	141.1	185	88.9	65.2	20.8	22.20	11.0	0.45	1.54
7	533	18	20.0	13	138.0	170	101.6	68.2	17.9	24.94	10.1	0.53	3.41
8	457	16	15.0	76.2	203.2	132	101.6	67.5	15.6	23.45	9.9	0.59	3.26
9	521	16	23.0	31.1	161.1	128	88.9	69.1	16.3	24.61	7.6	0.50	4.43
10	559	16	25.4	55.8	193.8	128	76.2	56.7	16.6	25.82	15.0	0.40	11.50
11	559	16	25.0	68.8	213.8	132	76.2	69.1	15.0	21.00	7.5	0.38	3.18
12	445	13	15.0	46.1	131.1	128	88.9	63.8	16.3	22.84	10.8	0.40	3.75
13	559	16	25.4	53.8	193.8	132	76.2	68.5	17.1	24.86	6.3	0.70	4.24
14	445	14	15.0	44.1	131.1	185	88.9	64.2	16.4	16.50	5.0	0.62	0.91
15	508	16	15.0	10.7	135.7	132	114.3	67.2	17.0	25.62	7.5	0.48	2.57
16	546	18	20.0	31.1	151.1	165	88.9	63.4	16.3	21.47	16.0	0.21	4.24
17	546	18	25.0	16.1	151.1	170	88.9	63.8	17.5	22.49	17.0	0.44	5.87
ค่าเฉลี่ย	512	16	20.4	35.7	162.9	147	92.6	66.5	16.6	22.91	9.1	0.49	4.18
STD	43	1	5.3	20.4	30.1	22	11.7	3.4	1.7	2.57	3.8	0.13	2.40

* STD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากข้อมูลในตารางที่ 2 เมื่อนำมาสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุคูณโดยใช้รูปแบบของสมการที่ 1 ทำให้ได้สมการถดถอยดังแสดงในสมการที่ 2 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.910

$$\begin{aligned} TL = \; & 47.236 - 0.009(RD) - 0.194(RC) + 0.119(CC) - 0.089(SC) \\ & + 0.054(UC) - 0.049(NT) - 0.024(HT) - 0.492(LI) \\ & - 0.111(RS) + 0.021(MC) + 0.033(FR) - 0.356(GM) \end{aligned} \qquad ...(2)$$

เมื่อนำสมการที่ 2 มาวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยเนื่องจากการออกแบบ การทำงานและการปรับแต่งชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีต่อความสูญเสียจากชุดนวด เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า มุมครีบวงเดือน (LI) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย (2550) โดยมีอิทธิพลต่อความสูญเสียร้อยละ 39.06 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียรองลงมาเป็นปัจจัยเนื่องจากการออกแบบชุดนวด คือ จำนวนซี่นวด (NT) ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) และ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่ง (UC) มีอิทธิพลค่าเท่ากับร้อยละ 17.88 16.58 และ 16.05 ตามลำดับ ซึ่งปัจจัยทั้งสี่นี้มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเกือบร้อยละ 90 ส่วนปัจจัยการออกแบบชุดนวดประกอบด้วย ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (CC) ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด (RD) และ ความสูงซี่นวด (HT) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดร้อยละ 5.33 1.52 1.41 และ 0.63 ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยเนื่องจากการทำงานประกอบด้วย ความเร็วลูกนวด (RS) อัตราการป้อน (FR) ความชื้นของเมล็ด (MC) และอัตราส่วนเมล็ดต่อฟาง (GM) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดร้อยละ 0.89 0.24 0.21 และ 0.21 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปัจจัยเนื่องจากการออกแบบที่ทำการศึกษาเทียบกับปัจจัยเนื่องจากการทำงานที่ทำการศึกษา พบว่า ปัจจัยเนื่องจากการออกแบบชุดนวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากกว่าปัจจัยเนื่องจากการทำงาน โดยปัจจัยเนื่องจากการออกแบบชุดนวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียร้อยละ 59.40 ส่วนปัจจัยเนื่องจากการทำงานและการปรับแต่งชุดนวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียร้อยละ 40.60 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ปัจจัยการออกแบบชุดนวดมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความสูญเสียจากชุดนวดของเครื่องการเก็บเกี่ยวข้าวแบบไหลตามแกน

ตารางที่ 3. อิทธิพลของปัจจัยการออกแบบและการทำงานของชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด

ปัจจัย	ร้อยละที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด
RD	1.41
RC	1.52
CC	5.33
SC	16.58
UC	16.05
NT	17.88
HT	0.63
LI	39.06
RS	0.89
MC	0.21
FR	0.24
GM	0.21

ตารางที่ 4. ผลของปัจจัยการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีผลต่อความสูญเสียจากการนวด

ปัจจัย	ร้อยละที่มีผลต่อความสูญเสียจากชุดนวด
RD	2.40
RC	2.58
CC	9.07
SC	28.20
UC	27.31
NT	30.43
HT	1.07

จากสมการที่ 2 เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยการออกแบบชุดนวดที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิ โดยให้ปัจจัยด้านการทำงานและการปรับแต่งคงที่ สามารถแสดงได้ในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยการออกแบบชุดนวดแบบไหลตามแกนที่ทำการศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างมากโดยมีจำนวนซี่นวด (NT) มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 30.43 ซึ่งจำนวนซี่นวดนี้มีผลต่อการนวดเพื่อให้เมล็ดออกจากรวงและการตีเพื่อคัดแยกเมล็ดออกจากฟาง รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ (SC) และระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่ง (UC) ซึ่งปัจจัยทั้งสองมีผลต่อการสางฟางเพื่อแยกเมล็ดให้หลุดออกจากฟางซึ่งส่งผลต่อการคัดแยกเมล็ดให้ออกจากฟางในชุดนวด โดยปัจจัยทั้งสองมีอิทธิพลเท่ากับร้อยละ 28.20 และ 27.31 ตามลำดับ

ส่วนกลุ่มที่สองประกอบด้วย ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง (CC) ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด (RC) เส้นผ่านศูนย์กลางลูกนวด (RD) และ ความสูงซี่นวด (HT) เป็นกลุ่มของปัจจัยการออกแบบที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อยโดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.07 2.58 2.40 และ 1.07 ตามลำดับ แสดงว่าเครื่องเกี่ยวนวดที่ทำการทดสอบใช้ปัจจัยเหล่านี้ค่อนข้างเหมาะสมดีแล้ว

ดังนั้นในการศึกษาปัจจัยการออกแบบชุดนวดแบบเฉพาะปัจจัยนั้นๆ ควรพิจารณาเน้นการศึกษาปัจจัยจำนวนซี่นวด ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับ และระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่งเนื่องจากมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิค่อนข้างสูง

สรุป

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยเนื่องจากการออกแบบชุดนวดของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวหอมมะลิค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 59.4 ส่วนปัจจัยเนื่องจากการทำงานและการปรับแต่งมีอิทธิพลต่อความสูญเสียร้อยละ 40.6 ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาเน้นศึกษาปัจจัยจากการออกแบบชุดนวดเพื่อลดความสูญเสียจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดต่อไป

สำหรับปัจจัยที่ทำการศึกษา พบว่า สามารถแบ่งปัจจัยการออกแบบชุดนวดได้สองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างสูง โดย จำนวนซี่นวดมีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดมากที่สุด รองลงมาคือ ระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวระดับและระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดบนกับปลายซี่นวดในดิ่งตามลำดับ กลุ่มที่สองประกอบด้วย ส่วนระยะห่างระหว่างตะแกรงนวดล่างกับปลายซี่นวดในแนวดิ่ง ระยะช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด เส้นผ่าศูนย์กลางลูกนวด และ ความสูงซี่นวด มีอิทธิพลต่อความสูญเสียจากชุดนวดค่อนข้างน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และมหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ รวมทั้งศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

วินิต ชินสุวรรณ. 2553. **การศึกษาประเมินประสิทธิภาพเครื่องเกี่ยวนวดข้าวเพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มศักยภาพในการส่งออก.** รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).

วินิต ชินสุวรรณ. 2549. **ปัจจัยที่มีผลต่อความสูญเสียจากการใช้เครื่องเกี่ยวนวดข้าวในประเทศไทย.** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการของสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ประจำปี 2549; 23-24 มกราคม 2549 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม.

วินิต ชินสุวรรณ, นิพนธ์ ป้องจันทร์, สมชาย ชวนอุดม, วราจิต พยอม. 2546. ผลของความเอียงของแถบซี่นวดและระยะห่างช่องว่างระหว่างซี่ตะแกรงนวดที่มีต่อสมรรถนะการนวดของเครื่องนวดข้าวแบบไหลตามแกน. **วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย (ว.สวกท.)**. 10(1): 15-20.

วินิต ชินสุวรรณ, สมชาย ชวนอุดม, วราจิต พยอม, นิพนธ์ ป้องจันทร์. 2547. ระยะห่างระหว่างซี่ตะแกรงนวด ความเร็วลูกนวดและอัตราการป้อน ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องเกี่ยวนวดในการเก็บเกี่ยวข้าวเหนียว. **ว.สวกท.** 11(1): 3-6.

สมชาย ชวนอุดม, วินิต ชินสุวรรณ. 2550. พารามิเตอร์การทำงานของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบไหลตามแกนที่มีผลต่อความสูญเสียจากระบบการนวด. **วารสารวิจัย มข.** 12(4): 442-450.

Draper, N.R., Smith, H. 1998. **Applied Regression Analysis**. 3ed, USA: John Wiley & Sons, Inc.