

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางราย Design and Development of a Napier Grass Reaper

สุพรรณ ยั่งยืน¹ จักรมาส เลหาวิช¹ ภาณุวัฒน์ ขามประไพ¹ นัฐวุฒิ สมิตี¹ และ เชิดพงษ์ เชี่ยวชาญวัฒนา²
Suphan Yangyuen¹, Juckamas Laohavanich¹, Panuwat Khamprapai¹, Nattawoot Sameedee¹ and Cherdpong Chiewchanwattana²

Abstract

Pennisetum purpureum (Napier grass) is a new breeding plant which is interesting for animal feed and biomass fuel. Its physical structure is similar to sugar cane. Nowadays, small farmers use labor for harvesting Napier grass which has a low working capacity. Also, this caused the fatigue in working. Thus a Napier grass reaper was designed and developed by applying with the walking tractor. The 6.25 kW diesel engine was used to transmit power for driving the wheel traction, lawnmower blade and placing reap. The circular saw blade with diameter of 45 cm was used for cutting. The height of stubble after cutting of approximately 5-7 centimeter was fixed. The result of operations in the field found that the average of working capacity, working efficiency and fuel consumption were 0.78 rai/hour, 79.92% and 2.39 liters/rai, respectively.

Keywords: *Pennisetum purpureum*, Reaper, walking tractor

บทคัดย่อ

หญ้าเนเปียร์เป็นพืชสายพันธุ์ใหม่ที่มีความสนใจเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์และพลังงานชีวมวล ลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์คล้ายกับต้นอ้อย ในปัจจุบันเกษตรกรรายย่อยใช้แรงงานคนในการเกี่ยวเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ซึ่งมีความสามารถในการเกี่ยวเกี่ยวต่ำ อีกทั้งเกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน ดังนั้นจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ แบบวางรายเพื่อประยุกต์ใช้กับรถไถนาเดินตาม ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6.25 กิโลวัตต์ เพื่อขับเคลื่อนขับเคลื่อน ชุดใบมีดตัด และชุดวางราย ใช้ใบมีดตัดเป็นแบบใบเลื่อยวงเดือน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร กำหนดความสูงตอหลังการตัดประมาณ 5-7 เซนติเมตร เมื่อทดสอบปฏิบัติงานในแปลง พบว่า มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำงาน ประสิทธิภาพการทำงาน และใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เท่ากับ 0.78 ไร่/ชั่วโมง ร้อยละ 79.92 และ 2.39 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: เนเปียร์, เครื่องตัดหญ้าแบบวางราย, รถไถนาเดินตาม

คำนำ

หญ้าเนเปียร์เป็นพืชอาหารสัตว์สายพันธุ์ใหม่ที่มีคุณสมบัติเด่นทั้งด้านผลผลิต และความเหมาะสมในการใช้เป็นพืชลดมลภาวะน้ำเสียจากอุตสาหกรรม ปัจจุบันได้รับความนิยมจากเกษตรกรอย่างแพร่หลายในการเลี้ยงโคนม รวมถึงยังมีการนำไปผลิตเป็นก๊าซชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปได้ ซึ่งสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย จึงกำลังเป็นที่สนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมและมีการปลูกอย่างแพร่หลาย ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการผลิตนั้นต้องมีการใช้เครื่องจักรและแรงงานคนเข้ามาช่วย แต่ที่กำลังเป็นปัญหามากก็คือ การเกี่ยวเกี่ยว (ไกรลาส, 2554)

ปัจจุบันการเกี่ยวเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ทำได้โดยการจ้างแรงงานคนและการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วย การตัดหญ้าเนเปียร์นั้นจะตัดครั้งแรกหลังปลูกประมาณ 75 วัน จากนั้น ให้ตัดทุกๆ 45-60 วัน เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ และหากต้องการปลูกเพื่อเป็นชีวมวลจะเกี่ยวเกี่ยวเมื่ออายุเกิน 90 วัน ซึ่งการจ้างแรงงานคนทำได้โดยการใช้น้ำมือ เดียว เครื่องตัดหญ้าสะพายหลัง ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาตามคือ ใช้เวลานานในการเกี่ยวเกี่ยว อีกทั้งปัจจุบันขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากแรงงานท้องถิ่นส่วนใหญ่เลือกที่จะไปทำงานในภาคอุตสาหกรรมอื่นแทน ดังนั้น จึงมีการพัฒนาและสร้างเครื่องจักรเข้ามาช่วย เช่น เครื่องเกี่ยวเกี่ยว Double Chopper และเครื่องเกี่ยวเกี่ยว M-1 (ไกรลาส, 2554) แต่ก็ยังเกิดปัญหาตามมาว่า เครื่องจักรที่ถูกสร้างขึ้นนั้นมีขนาดใหญ่และราคาแพงจึงทำให้เกษตรกรรายย่อยไม่สามารถจะลงทุนซื้อเครื่องจักรมาช่วยในการเกี่ยวเกี่ยวได้ ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

¹ ห้องวิจัยวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต. ขามเรียง อ. กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม 44150

¹ Postharvest and Agricultural Machinery Engineering Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Maha sarakham, 44150

² วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

² College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, 10800

กับเครื่องเก็บเกี่ยวพืชขนาดเล็กหลายชนิดที่มีลักษณะคล้ายหญ้าเนเปียร์ เช่น เครื่องตัดวางรายต้นพันธุ์มันสำปะหลังขับเคลื่อนด้วยต้นกำลังขนาด 11.5 แรงม้า ตัดต้นพันธุ์ที่ละร่องแล้วลำเลียงไปวางด้านข้างของเครื่อง (จตุรงค์ และ รุ่งเรือง, 2554) เครื่องตัดอ้อยแบบรถไถนาเดินตาม เป็นการประยุกต์จากรถไถนาเดินตามโดยใช้ระบบไฮดรอลิกส์เข้ามาช่วยสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ทะนงศักดิ์, 2550) หากมีการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้กับหญ้าเนเปียร์จะเป็นประโยชน์อย่างมาก

ดังนั้นจึงมีการศึกษาและพัฒนาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับหญ้าเนเปียร์เพื่อช่วยให้เกษตรกรรายย่อยมีความสะดวกรวดเร็วในการเก็บเกี่ยวยิ่งขึ้น และช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่าย มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกหญ้าเนเปียร์รวมถึงเพื่อทดแทนการขาดแคลนแรงงานคน อีกทั้งยังสามารถยกระดับอุตสาหกรรมการปลูกหญ้าเนเปียร์ให้มีความก้าวหน้ายิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้มีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางราย 2) การออกแบบและสร้าง 3) การทดสอบสมรรถนะการทำงาน มีรายละเอียดดังนี้

การศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็น ได้แก่ ลักษณะสภาพแปลงปลูกทั้งระยะห่างระหว่างกอ ระยะห่างระหว่างแถว และลักษณะการแผ่ของกอ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบรถตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางรายเกี่ยวกับขนาดหน้ากว้างของชุดหัวเกี่ยว/ใบมีดตัด ระยะห่างระหว่างล้อขับเคลื่อน เป็นต้น ดำเนินการศึกษาโดยสุ่มเก็บข้อมูลในแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์ขนาด 56.76 ตารางเมตร ที่อายุ 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ ศึกษาลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์ ในด้านมิติของลำต้น น้ำหนัก ความแข็งของลำต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบรถตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางราย รวมถึงแรงในการตัดต้นหญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสม ดำเนินการศึกษาโดยสุ่มวัดความสูงปรากฏของต้นหญ้าเนเปียร์ในแปลงเพาะปลูก วัดความสูงจริงซึ่งน้ำหนัก และทดสอบความแข็งของลำต้นโดยการประยุกต์ใบมีดเกี่ยวติดตั้งกับชุดทดสอบความแข็งแรงของวัสดุ (universal testing machine) และบันทึกค่าซึ่งเป็นอายุที่เกษตรกรนิยมเก็บเกี่ยว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบเครื่องตัดหญ้า แล้วดำเนินการทดสอบการทำงานเบื้องต้นภาคสนามของรถตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางราย ค่าที่ผลการศึกษาได้แก่ ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่ ความสามารถในการทำงานเชิงวัสดุ ประสิทธิภาพการเกี่ยวเกี่ยว คุณภาพการเกี่ยวเกี่ยว อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ เป็นต้น การศึกษานี้ใช้หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 และทดสอบภาคสนาม ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์อาหารสัตว์ขอนแก่น เป็นตัวอย่างการศึกษา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ

จากการสุ่มวัดลักษณะด้านสภาพแปลงปลูกหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 ที่มีอายุ 90 วันเป็นอายุที่แก่ที่สุด ดังนั้นจึงใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ ซึ่งมีระยะห่างระหว่างแถวปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 74.4 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกอเฉลี่ยเท่ากับ 72.1 เซนติเมตร ระดับการแผ่ของกอที่ใช้ออกแบบเส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีดจะใช้ที่ระดับ 5 เซนติเมตร ซึ่งเท่ากับ 41 เซนติเมตร ชุดโน้มจะใช้ที่ระดับความสูง 15 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 46 เซนติเมตร

ลักษณะทางกายภาพด้านลำต้นของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 90 วัน พบว่ามีความสูงจริงของลำต้นวัดจากโคนต้นถึงปลายสุดของใบมีดระหว่าง 100-460 เซนติเมตร เฉลี่ย 309.4 เซนติเมตร ความสูงปรากฏของกอในแปลงวัดจากพื้นถึงจุดสูงสุดมีค่าระหว่าง 303-430 เซนติเมตร เฉลี่ย 375.3 เซนติเมตร ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 12.85 ตัน/ไร่ ขนาดลำต้นเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น อยู่ระหว่าง 1.1-2.7 เซนติเมตร เฉลี่ย 1.1 เซนติเมตร

2. ผลการออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

โดยดัดแปลงโครงรถไถนาเดินตามที่ปัจจุบันกำลังถูกลดความสำคัญลงเนื่องจากนิยมใช้แทรกเตอร์ขนาดเล็กแทนมาเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องตัดหญ้า ประยุกต์ใช้ใบเลื่อยวงเดือนเป็นใบมีดตัดที่ความเร็วรอบ 1600 รอบ/นาที (เชษฐ, 2549) เครื่องตัดหญ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.32 กิโลเมตร/ชั่วโมง ส่วนของการลำเลียงจะกำหนดความเร็วรอบของชุดลำเลียงเท่ากับ 46 รอบ/นาที

เครื่องยนต์ดีเซลต้นกำลังขนาด 8.5 แรงม้า โครงสร้างตัวรถถูกออกแบบดัดแปลงจากรถไถนาเดินตาม มีขนาดความยาว 4 เมตร กว้าง 1 เมตร สูง 1.5 เมตร ความกว้างระหว่างล้อทั้งสองเท่ากับ 63 เซนติเมตร ดัง Figure 1

Table 1 Field condition of napier grass

	yield		distance(cm)		radius of napier bush at (cm)				
	clump /rai	stalk/rai	clump	row	5	10	15	100	200
Age of 30 days									
Max.	-	73,826.6	95.5	85.0	32.0	39.0	41.0	72.0	105.0
Min.	-	24,608.9	41.1	65.0	11.0	13.0	14.0	15.0	30.0
Average	2,734.3	54,959.8	72.1	74.4	18.5	23.5	27.0	42.5	66.8
Age of 60 days									
Max.	-	73,826.6	95.5	85.0	33.0	40.0	44.0	76.0	109.0
Min.	-	41,014.8	41.1	65.0	11.0	13.0	15.0	17.0	32.0
Average	2,734.3	58,377.7	72.2	74.4	19.7	25.0	28.6	46.0	70.3
Age of 90 days									
Max.	-	84,763.9	95.5	85.0	34.0	41.0	46.0	80.0	114.0
Min.	-	49,217.7	41.1	65.0	11.0	14.0	16.0	21.0	35.0
Average	2,734.3	63,846.4	72.1	74.4	22	27	30.7	50.8	75.5

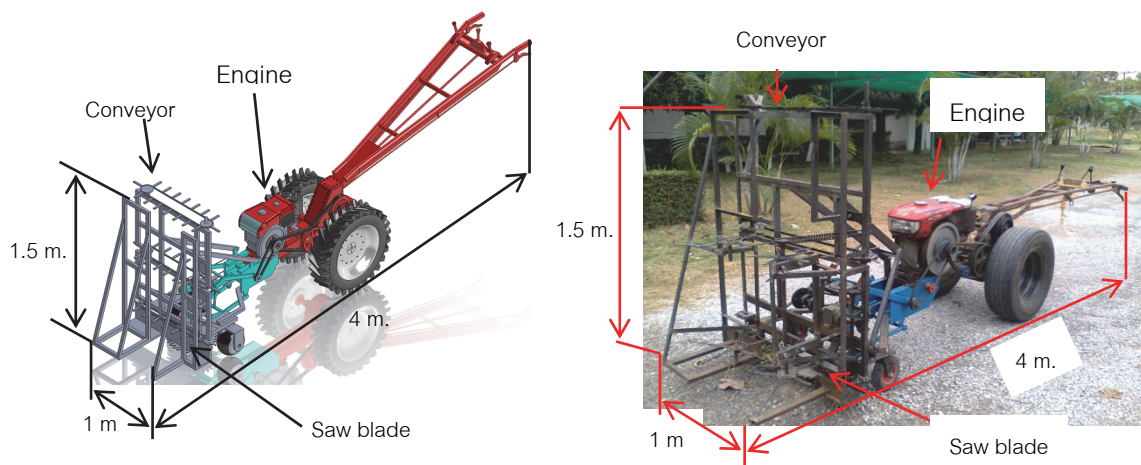


Figure 1 A napier grass reaper

3. ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

เมื่อดำเนินการทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางรายต้นแบบในแปลงทดสอบขนาด 96.2 ตารางเมตร พบว่า เครื่องตัดหญ้ามีความสามารถในการทำงาน เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของต้นหญ้า เปอร์เซ็นต์การล้มเลี้ยวต้นหญ้า และ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง แสดงดัง Table 2

Table 2 Test results and performance of the napier grass reaper (napier grass age 30 days)

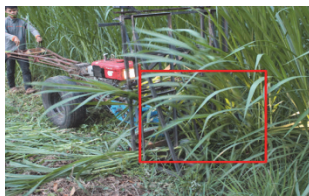
Results	Test 1	Test 2	Test 3	average
Theoretical field capacity (rai/h)	1.05	0.97	0.87	0.96
Effective field capacity (rai/h)	0.83	0.77	0.71	0.78
Material capacity (kg/h)	1925.61	1965.85	1983.61	1958.36
Filed efficiency (%)	78.62	79.57	81.57	79.92
Fuel consumption (L/rai)	2.26	2.29	2.62	2.39
Not to cut stalk (%)	0.00	0.00	0.00	0.00
Cut but stump bruised (%)	26.19	22.35	20.83	23.12
Cut to underground surface (%)	6.25	9.38	18.75	11.46
Cut stalk over 10 cm (%)	12.50	15.62	9.38	12.50
Not to conveyed stalk completely (%)	75.41	73.72	68.67	72.60

จากการทดสอบสมรรถนะเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางรายต้นแบบในแปลงทดสอบ พบว่า หญ้าถูกตัดไม่ขาด 8.75 เปอร์เซ็นต์ ตัดแล้วลำต้นแตก 23.12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกรงอกใหม่หญ้าเนเปียร์ในตอถัดไป สาเหตุเนื่องมาจากความเร็วของใบมีดตัดมีความเร็วรอบต่ำ เพราะเครื่องยนต์ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ที่ค่อนข้างเก่าและผ่านการใช้งานมานานจึงทำให้มีความเร็วรอบต่ำ ดังแสดงใน Figure 2



Figure 2 The napier stalk after cutting by a napier grass reaper

ในส่วนของการลำเลียง พบว่า เปอร์เซ็นต์การไม่ลำเลียงมีค่าเท่ากับ 72.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูง สาเหตุเนื่องมาจากหญ้าที่ถูกตัดแล้วส่วนหนึ่งจะล้มไปด้านหน้าของตัวรถแทนที่จะเข้าสู่ชุดลำเลียง และหญ้าบางส่วนจะเข้าไปติดชุดส่งกำลังดังแสดงใน Figure 3



a) grass crossed tracking



b) grass jammed at the conveyor

Figure 3 The conveying problems of a napier grass reaper

สรุป

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบวางราย ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 6.25 กิโลวัตต์ เพื่อขับเคลื่อนชุดขับเคลื่อน ชุดใบมีดตัด และชุดวางราย ใบมีดตัดเป็นแบบใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร กำหนดความสูงตอหลังการตัดประมาณ 5-7 เซนติเมตร เมื่อทดสอบปฏิบัติงานในแปลง พบว่า มีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.78 ไร่/ชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย 79.92 เปอร์เซ็นต์ ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 2.39 ลิตร/ไร่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และศูนย์วิจัยและพัฒนาพันธุ์อาหารสัตว์ขอนแก่น สำหรับการเอื้อเฟื้อตัวอย่าง แปลงทดสอบ และอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ไกรลาส เขียวทอง. 2554. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : [www.agri.ubu.ac.th/.../เนเปียร์ปากช่อง%201--คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปาก ช่อง 1. \(2 กรกฎาคม 2555\).](http://www.agri.ubu.ac.th/.../เนเปียร์ปากช่อง%201--คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปาก ช่อง 1. (2 กรกฎาคม 2555).)
- จตุรงค์ ลังกาพันธ์ และ รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2554. การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดวางรายต้นพันธุ์มันสาปะหลัง. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 37 หน้า.
- เชษฐ์ น้อยหลบลดา. 2549. การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องตัดอ้อยสำหรับรถไถเดินตาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 102 หน้า.
- ทงศักดิ์ มูลตรี. 2550. รถตัดอ้อยแบบรถไถนาเดินตาม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 62 หน้า.