Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 429-432 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 429-432 (2558)

การผลิตหญ้าเนเปียร์อัดเม็ด
Production of Napier Pellets

สุพรรณ ยั่งยืน*[1] จักรมาส เลาหวณิช[1] และ เชิดพงษ์ เชี่ยวชาญวัฒนา[2]
Suphan Yangyuen*[1], Juckamas Laohavanich [1], and Cherdpong Chiawchanwattana[2]

Abstract

Napier grass (*Pennisetum purpureum*) is a new grass variety grown for animal feed. It has a similar appearance to the sugarcane plant. Fodder Napier grass is gaining popularity among the Thai farmer who raise cattle and cow. Also, Napier grass may be used as bio-mass for gasify production, and it has high potential for fuel pellets. Objective for this study is to conduct a feasibility of pelletizing Napier grass. Ninety days old Napier grass of cv. Pakchong 1 was used in this experiment. Physical properties before and after pelletizing were determined. Chopped fresh grass and chopped dry grass were tried with and without adding cassava starch and saw dust as binders. Up to 12 formulations were tried. Optimum moisture content of chopped Napier grass for pelletizing without binder was at 17% w.b. Thermal energy of chopped grass was 3,338.24 Cal/g, and its bulk density was 100.5 kg/m^3 at moisture content 5.5% w.b., bulk density of pellet found 338 kg/m^3

Keywords: *Pennisetum purpureum* cv. pakchong1, pellets, biomass

บทคัดย่อ

หญ้าเนเปียร์เป็นพืชอาหารสัตว์สายพันธุ์ใหม่ใช้สำหรับการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีลักษณะปรากฏคล้ายกับต้นอ้อย ปัจจุบันได้รับความนิยมจากเกษตรกรในประเทศไทย รวมถึงยังมีการนำไปใช้ผลิตแก๊สชีวมวล เป็นพืชที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการอัดเม็ดหญ้าเนเปียร์สำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล โดยใช้เครื่องอัดเย็น ใช้หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 อายุประมาณ 90 วัน ในการวิจัยนี้ และใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสาน วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหญ้าก่อนอัดเม็ดและหลังอัดเม็ด สำหรับทดลองอัดเม็ดได้ใช้หญ้าสดและหญ้าแห้งที่ผ่านการสับย่อยทั้งไม่ใช้และใช้ตัวประสานจากแป้งมันรวมถึงการนำขี้เลื่อยเป็นส่วนผสมที่ต่างกันจำนวน 12 สูตร พบว่าความชื้นที่เหมาะสมในการอัดเม็ดโดยไม่ใช้ตัวประสานมีความชื้น 17% w.b. หญ้าที่ผ่านการสับย่อยรวมทุกส่วนของลำต้นมีค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 3,338.24 Cal/g และความหนาแน่น 100.5 kg/m^3 โดยที่หญ้าบดแห้งความชื้น 5.5% w.b อัดเม็ดมีความหนาแน่น 338 kg/m^3

คำสำคัญ: เนเปียร์ปากช่อง 1 , อัดเม็ด, ชีวมวล

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำชีวมวลเช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย เศษไม้ เศษหญ้า วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาอัดเป็นเม็ดเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงต่างๆ การใช้วัสดุชีวมวลอัดเม็ดมีข้อดีคือช่วยลดต้นทุนการผลิต ง่ายต่อการเก็บรักษาและขนส่ง เนื่องจากมีความหนาแน่นสูง (1,300 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) มีขี้เถ้าน้อย สามารถควบคุมปริมาณการใช้ได้ง่ายเพราะมีขนาดสม่ำเสมอ มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 10 ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล ไม่ปล่อยก๊าซพิษ และมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเชื้อเพลิงพลังงานฟอสซิล จึงเป็นที่นิยมอย่างมากในต่างประเทศและในประเทศไทยก็มีแนวโน้มที่หันมาใช้เชื้อเพิงอัดเม็ดเพิ่มขึ้นในกลุ่มโรงงานที่ต้องใช้เชื้อเพลิงสำหรับหม้อผลิตไอน้ำ (Thai sumi. Co. Ltd., 2554)

หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureurn*) เป็นพืชอาหารสัตว์คุณภาพดี มีคุณค่าอาหารสัตว์สูง เหมาะสำหรับการใช้เลี้ยงสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง เช่น โคนม และสามารถนำไปผลิตเป็นพืชอาหารสัตว์หมักได้ดี เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้สูง (ไกรลาส, 2555; จีระวัชร์ และ ฉายแสง, 2545) มีคุณสมบัติเด่นในด้านผลผลิตและความเหมาะสมในการใช้เป็นพืชลดมลภาวะ

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150
[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Khamriang, Kantarawichai, Maha sarakham, 44150
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800
[2] Department of Mechanical Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800

น้ำเสียจากอุตสาหกรรม เป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตเป็นชีวมวลในลักษณะการหมักน้ำที่ได้จากการหีบลำต้นที่มีอายุ 1 เดือน สามารถผลิตไฟฟ้าได้ที่กำลัง 1 MW จากการปลูกหญ้าในพื้นที่ 438 ไร่ หรือผลผลิตอยู่ในรูปของก๊าซ 160-180 ลูกบาศก์เมตร โดยมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนร้อยละ 57 ต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และจากข้อมูลของศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาพบว่า สามารถนำหญ้าเนเปียร์ผลิตเป็นชีวมวลได้โดยการนำหญ้าเนเปียร์อายุมากกว่า 45 วัน อัดเป็นแท่งหรืออัดเป็นเม็ด ซึ่งในส่วนนี้ถือว่าหญ้าเนเปียร์เป็นพืชที่มีศักยภาพสูงที่จะปลูกเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนได้

ดังนั้นหากมีการศึกษาถึงปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตหญ้าเนเปียร์อัดเม็ดแล้ว คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกหญ้า เป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้สนใจผลิตชีวมวลอัดเม็ด อุตสาหกรรมที่ใช้เชื้อเพลิงเม็ดสำหรับหม้อไอน้ำรวมถึงโรงงานไฟฟ้าชีวมวล นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาการอัดเม็ดหญ้าเนเปียร์เพื่อเป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมหญ้าเนเปียร์ก่อนการอัดเม็ด เนื่องจากการอัดเม็ดวัสดุเกษตรโดยทั่วไปนั้น จำเป็นต้องมีการลดขนาดก่อนจึงจะสามารถอัดเม็ดได้ ดังนั้นในจึงดำเนินการศึกษาวิธีการเตรียมหญ้าเนเปียร์สำหรับเป็นวัตถุดิบในการอัดเม็ด ซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้เครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้องกับการบดย่อยแตกต่างกัน 2 แบบ คือ แบบใช้ใบมีดหมุนเหวี่ยง และแบบการใช้ใบมีดบด และหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์ ได้แก่ ความชื้น ความหนาแน่นหญ้าบด ค่าความร้อนจำเพาะ

การทดสอบการอัดเม็ดด้วยการศึกษาเปรียบเทียบส่วนผสม ความชื้นเริ่มต้น ขนาดชิ้นหญ้าสับ ที่แตกต่างกัน โดยอัดด้วยเครื่องอัดแบบรีดเย็น กำหนดให้ความเร็วรอบของแม่พิมพ์ที่ 290 รอบต่อนาที ขนาดของรูแม่พิมพ์ 6 มิลลิเมตร ค่าชี้ผลการศึกษานี้ คือ ความยาว และความหนาแน่นของหญ้าอัดเม็ด โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 เป็นตัวอย่างในการศึกษา ส่วนผสมอื่นคือ ขี้เลื่อย และใช้แป้งมันเป็นสารประสาน

ผล

1. ผลการเตรียมหญ้าเนเปียร์และสมบัติทางกายภาพ

การใช้หญ้าสดที่พึ่งเก็บเกี่ยวมาจากแปลงเพาะปลูกที่มีค่าความชื้นเริ่มต้น 56.3 %wb. สับย่อยให้เป็นท่อนๆ ขนาด 1-3 เซนติเมตร แล้ว บดด้วยเครื่องบดแบบใบมีดหมุนเหวี่ยง และเครื่องบดย่อยแบบใบมีดบด ผลการศึกษาพบว่า เครื่องบดทั้งสองสามารถบดย่อยหญ้าเนเปียร์ได้ การนำหญ้าแห้งเข้าบดย่อยนั้นจะมีข้อดีกว่าในการจัดการ แต่ขณะที่การบดย่อยหญ้าสดจำเป็นต้องมีการลดความชื้นก่อนการเก็บรักษาซึ่งหญ้าหลังการบดย่อยนั้นจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้นด้วย Figure 1 (b) และ (c) แสดงลักษณะชิ้นหญ้าที่ถูกลดขนาดเมื่อบดหญ้าสดและหญ้าแห้ง ตามลำดับ

(a) (b) (c)

Figure 1 (a) Pellet mill (b) grinding fresh napier grass (c) grinding dry napier grass

ค่าความร้อนจำเพาะของหญ้าเนเปียร์ ซึ่งได้ดำเนินการวัดค่าความร้อนจำเพาะโดยแยกเป็นส่วนต่างๆ ของต้นหญ้า ได้แก่ ยอด ใบ และลำต้น พบว่า ในส่วนของลำต้นนั้นให้ค่าความร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือใบ และ ยอด โดยค่าเฉลี่ยความร้อนจำเพาะของต้นหญ้าเนเปียร์สับย่อยรวมทุกส่วนเป็น 3338.24 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม ดังแสดงใน Table1 เป็นผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความร้อนจำเพาะพบว่า ส่วนต่างๆ ของหญ้าเนเปียร์นั้นให้ค่าความร้อนไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นั้นแสดงให้เห็นว่าสามารถนำทุกส่วนของหญ้านั้นมาทำเป็นเชื้อเพลิงได้ไม่แตกต่างกันในแง่การให้ค่าพลังงานความร้อน

Table 1 Heating value of Napier grass

Detail	Heating value (Cal/g) *	Standard deviation
Top (fine chopped)	2983.11 a	133.46
Top (coarse chopped	2963.75 a	222.97
Leaves (fine chopped)	3026.61 a	155.62
Leaves (coarse chopped	3019.18 a	472.78
Stalk (fine chopped)	3111.13 a	167.83
Stalk (coarse chopped	3062.91 a	58.56
All of Napier grass	3338.24 a	514.67

Note: * Means with the same letter in the same column are not significantly different (P>0.05), comparisons using LSD method

ความหนาแน่นของหญ้าเนเปียร์ที่ถูกลดขนาดด้วยการบดย่อยดังกล่าวมาแล้วข้างต้น มีค่าความหนาแน่นของลำต้น ใบ ตามขนาดที่สับย่อย คือ ละเอียด ปานกลาง และหยาบ ส่วนของลำต้นนั้นจะให้ความหนาแน่นสูงกว่าใบ โดยที่หญ้าที่ถูกสับขนาดชิ้นปานกลางนั้นจะมีความหนาแน่นมากที่สุดเฉลี่ย 147.94 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้อาจเนื่องจากลำต้นที่ละเอียดนั้นมักจะเป็นเนื้อเยื่อของลำต้นที่มีลักษณะที่ฟูกว่า

2. ผลการเตรียมหญ้าเนเปียร์และสมบัติทางกายภาพ

เมื่อทดลองอัดเม็ด โดยขั้นต้นได้ทดลองอัดหญ้าสดที่ผ่านการบดย่อยที่มีความชื้นเริ่มต้น 56.3 %wb. แล้วพบว่า การอัดขึ้นรูปเม็ดหญ้านั้นไม่สามารถอัดในเป็นเม็ดรูปทรงกระบอก (เม็ดตะเกียบ) ได้ในรอบเดียว จึงได้นำหญ้าที่ผ่านการอัดในแต่ละครั้ง อัดวนซ้ำและสังเกตการณ์การถูกอัดเป็นเม็ด จนพบว่าหญ้าเนเปียร์จะเริ่มเป็นเม็ดที่มีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งรอบที่ 7 จึงเป็นเม็ดได้อย่างชัดเจน (Figure 2 (a))

นอกจากนี้ได้ทดลองนำหญ้าแห้งที่บดละเอียดความชื้น 20 %wb โดยได้แยกเป็นส่วนของลำต้น ใบ ที่มีขนาดแตกต่างกัน ความหนาแน่นต่างกันระหว่าง 48.94-147.94 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาอัดเป็นเม็ดพบว่า สามารถอัดเป็นเม็ดได้ในการอัดเพียง 1 รอบ ซึ่งได้นำหญ้าอัดเม็ดมาวัดค่าความหนาแน่นพบว่า เม็ดที่ได้จากการอัดจากคุณลักษณะของหญ้าก่อนอัดนั้นทำให้มีความหนาแน่นแตกต่างกันมีค่าระหว่าง 247.33-515.23 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งใบที่บดละเอียดจะมีความหนาแน่นหลังอัดมากที่สุดเฉลี่ย 515.23 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และสามารถลดปริมาตรได้ถึง 6.85 เท่า ทั้งนี้ใบหญ้าที่บดขนาดปานกลางนั้นสามารถลดปริมาตรได้สูงสุด คือ 8.07 เท่า จะเห็นได้ว่าการนำหญ้าสดมาอัดเป็นเม็ดด้วยเครื่องอัดที่ใช้นี้ไม่เหมาะสม จึงได้ทดลองนำแป้งมันมาผสมพบว่าการอัดเป็นเม็ดเริ่มดีขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีสูตรของส่วนผสมที่มีสัดส่วน และความชื้นเริ่มต้นก่อนอัดที่แตกต่างกัน จำนวน 12 สูตร (A ถึง L) ซึ่งบางสูตรใช้หญ้าเนเปียร์อัดเม็ดเพียงอย่างเดียว บางสูตผสมแป้งมัน บางสูตรผสมขี้เลื่อยที่มีขนาดแตกต่างกัน ดัง Table 2

ในแต่ละสูตรนั้นมีความสามารถในการอัดเป็นเม็ดหรือการอัดขึ้นรูปนั้นแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งหญ้าสดถึงแม้จะผสมแป้งมันเพื่อให้เกิดการประสานแต่ก็ยังต้องวนรอบในการอัดเม็ดถึง 5 รอบ จึงเริ่มเป็นเม็ดที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ พบว่ามีความยาวเฉลี่ยที่ 9.1 มิลลิเมตร เป็นสูตรที่มีความยาวสั้นที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรผสมอื่นๆ เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า สามารถแบ่งกลุ่มของความยาวหญ้าเนเปียร์หลังอัดได้แตกต่างกันทางสถิติอยู่ 5 กลุ่ม ซึ่งสูตร B และ F เป็นกลุ่มที่มีค่าความยาวเฉลี่ยยาวที่สุด โดยสูตร B มีความยาวเฉลี่ย 19.1 มิลลิเมตร รองลงมา คือสูตร F ซึ่งจะเห็นว่าสองสูตรนี้จะเป็นกลุ่มที่มีส่วนผสมเป็นหญ้าเนเปียร์เพียงอย่างเดียว สำหรับสูตรที่มีส่วนผสมของขี้เลื่อย (G H I J K L) นั้นพบว่า ความยาวจะอยู่ระหว่าง 12.8 -14.9 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีความยาวปานกลาง หากเทียบกับสูตรที่มีเพียงหญ้าเนเปียร์บดและมีการปรับความชื้น

Table 2 Conditions and ratio of additives for Napier grass pelleting and their pellet characteristics

Characteristics	Formula	Ratio	M.C. (%wb)	Density (kg/m^3)	Length (mm)
Fresh Napier grass : cassava starch	A	10:1	25	156.14±4.81	9.1±2.2
Fine dust of dry Napier grass	B	-	20	335.45±5.55	19.1±13.0
Dry Napier grass (grinding) at various moisture :	C	-	17	338.31±4.31	14.3±4.5
	D	-	20	317.22±7.81	14.6±5.5
	E	-	25	297.29±5.44	15.6±5.9
	F	-	30	261.41±5.36	17.3±5.1
Dry Napier grass: coarse saw dust: fine saw dust	G	75.0:12.5:12.5	20	309.25±8.83	12.8±5.6
	H	50.0:25.0:25.0	20	330.10±5.96	13.8±5.2
	I	75.0:12.5:12.5	25	322.86±6.61	14.7±5.6
	J	50.0:25.0:25.0	25	340.84±3.84	15.4±6.6
	K	75.0:12.5:12.5	30	241.97±6.09	12.1±4.8
	L	50.0:25.0:25.0	30	291.82±4.55	14.9±5.9

(a) (b) (c)

Figure 2 (a) Fresh Napier grass pellet (b) E formula Napier pellet (c) F formula Napier pellet

สรุปผล

หญ้าเนเปียร์มีค่าพลังงานความร้อนจำเพาะรวมทุกส่วนเฉลี่ย 3338.24 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม โดยค่าพลังงานความร้อนของส่วนต่างๆ ตามขนาดที่สับย่อยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั่นหมายถึงสามารถนำหญ้าเนเปียร์มาอัดเป็นเชื้อเพลิงได้ทุกส่วน การเตรียมหญ้าเนเปียร์มีผลต่อการอัดเป็นเม็ด โดยขนาดชิ้นหญ้าที่ถูกสับย่อย ส่วนที่แตกต่างกันของหญ้า คือลำต้นและใบ ตลอดจนความชื้นก่อนการอัดเม็ด และส่วนผสมอื่นในที่นี้ใช้ขี้เลื่อย ล้วนมีผลต่อการอัดขึ้นรูปเป็นเม็ด การอัดหญ้าแห้งและปรับความชื้นสามารถทำได้ดีโดยการอัดเพียงรอบเดียวนั้นสามารถขึ้นรูปเป็นเม็ดแท่งยาวได้ และพบว่ามีความยาวโดยเฉลี่ยสูงที่สุด (สูตร B และ F) โดยสูตร B มีความยาวเฉลี่ยยาวที่สุด 19.1 มิลลิเมตร สูตรที่มีส่วนผสมของขี้เลื่อย (G H I J K L) นั้นพบว่า ความยาวจะอยู่ระหว่าง 12.8 -14.9 มิลลิเมตร ซึ่งจะมีความยาวปานกลาง ในส่วนความหนาแน่นหลังการอัดเม็ดพบว่า มีค่าระหว่าง 116-340 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

คำขอบคุณ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555 ประเภทอาจารย์และนักวิจัยใหม่

เอกสารอ้างอิง

ไกรลาศ เขียวทอง. 2555. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ นครราชสีมา. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.agri.ubu.ac.th/.../เนเปียร์ปากช่อง%201--คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. (12 กรกฎาคม 2556).

จีระวัชร์ เข็มสวัสดิ์ และ ฉายแสง ไผ่แก้ว. 2545. หญ้าเนเปียร์โดยกรมปศุสัตว์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/ content/article/862. (24 สิงหาคม 2556).

Thai sumi. Co. Ltd. 2554. แท่งเชื้อเพลิงเขียวเพื่อทดแทนฟืนและถ่าน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.charcoal.snmcenter.com/ charcoalthai/ Green%20Fuel%20Briquette.php. (24 สิงหาคม 2556).