Agricultural Sci. J. 45 : 3/1 (Suppl.) : 465-468 (2014) ว. วิทย. กษ. 45 : 3/1 (พิเศษ) : 465-468 (2557)

ผลิตภาพชีวมวล และคุณสมบัติเชิงพลังงานของหญ้าพลังงานภายใต้สภาพพื้นที่ชุ่มน้ำ และมีการจัดการน้ำ
Biomass Productivity and Energy Properties of Energy Grass Under Wetland and Water Management Conditions

อาทิตย์ พงษ์ทิพย์[1] ปิติพงษ์ โตบันลือภพ[1*] นพ ตัณมุขยกุล[1] ประณต มณีอินทร์[1] จักรินทร์ ม่วงปั้น[1] และจุฑารัตน์ ช้างแก้วมณี[1]
Artit Pongtip[1], Pitipong Thobunluepop[1*], Nop Tonmukayakul[1], Pranot Mani-in[1], Jakkarin Muangpan[1] and Jutarat Changkaewmanee[1]

Abstract

The study of biomass productivities and energy properties of energy grass under wetland and water management conditions was arranged as strip - split - plot in Randomized Completely Block Design (RCBD) with four replications. The experiment consists of horizontal variables as wetland and well water management areas, and vertical variables were two energy grass cultivars (napier cultivars pakchong 1; PC1, and Bana; BN), and sub- sub plot variable were two cutting intervals (45 and 60 days). Biomass productivity and energy properties were recorded. The experiment found that under well water management area, PC1, and harvested at 60 days of cutting intervals produced highest biomass yield (29.13, 34, and 29.44 ton ha^{-1} $year^{-1}$, respectively). Interestingly, under well water management area and harvested at 60 days of cutting intervals provided highest heating value (34.04 and 33.90 MJ Kg^{-1}). Additionally, the interaction of well water management area, PC 1 or BN, and harvested at 45 days of cutting intervals provided highest of heating value were 35.35 and 35.27 MJ Kg^{-1}, respectively. Moreover, after biogas production processes, the use of those both energy grass cultivars, which were harvested at 45 days of cutting intervals as raw biomass material produced highest of methane yield (76.51 m^3 ton^{-1}). Moreover, the interaction of well water management area or wetland, PC 1 or BN, and harvested at 45 days of cutting intervals produced highest of methane yield (84.18 and 81.71 m^3 ton^{-1}, respectively). Finally, under wetland condition produced lowest biomass yield and its energy properties than that well water management condition.

Keywords: Cutting intervals, Heating value, Wetland

บทคัดย่อ

งานวิจัยผลิตภาพชีวมวล และคุณสมบัติเชิงพลังงานของหญ้าพลังงานภายใต้สภาพพื้นที่ชุ่มน้ำ และมีการจัดการน้ำนี้วางแผนการทดลองแบบ Strip -split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยปัจจัยแนวนอน คือ 2 ลักษณะพื้นที่ (พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ) ปัจจัยแนวตั้งคือ หญ้าเนเปียร์ 2 พันธุ์ (พันธุ์ปากช่อง 1 และบ่านา) และ Sub- sub plot คือ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 2 ระยะ (45 และ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก) ผลการศึกษา พบว่า ภายใต้สภาพพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ พันธุ์ปากช่อง 1 เมื่อเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่ให้ผลผลิตน้ำหนัก ชีวมวลสูงสุด คือ 29.13 34 และ 29.44 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี เมื่อพิจารณาคุณสมบัติเชิงพลังงาน พบว่า ปัจจัยที่มีการจัดการน้ำ และเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีค่าความร้อนเชิงพลังงาน (heating value) สูงสุด คือ 34.04 และ 33.90 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ ของพันธุ์ปากช่อง 1 หรือพันธุ์บ่านา เก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรกนั้นมีค่าความร้อนเชิงพลังงาน คือ 35.35 และ 35.27 เมกะจูลต่อกิโลกรัม การเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก และนำไปเป็นวัตถุดิบการหมักย่อยเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่า ให้ปริมาณผลผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด คือ 76.51 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และปฏิสัมพันธ์ของพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ หรือพื้นที่ชุมน้ำ ของพันธุ์บ่าน่าหรือพันธุ์ปากช่อง 1 ที่เก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก พบว่า สามารถผลิตก๊าซมีแทนสูงสุด คือ 84.18 และ 81.71 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

คำสำคัญ: ค่าความร้อนเชิงพลังงาน ระยะเวลาการตัด พื้นที่ชุ่มน้ำ

---

[1] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture Kasetsart University, Bangkok 10900
[*] Corresponding author, e-mail : fagrppt@ku.ac.th

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้น เช่น พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น แต่ปัจจุบันวัสดุที่ให้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า มีจำนวนจำกัด และมีความจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้น จึงมีความต้องการแหล่งพลังงานทางเลือกเพิ่มขึ้น โดยมีความต้องการใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้นเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการผลิตพลังงานรูปแบบต่าง ๆ เช่น การผลิตไฟฟ้าจาก 3,630 เมกะวัตต์ เพิ่มเป็น 4,800 เมกะวัตต์ และการผลิตพลังงานในรูปความร้อนจาก 8,200 ktoe (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) เพิ่มเป็น 8,500 ktoe จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีความต้องการพลังงานทดแทนจากชีวมวลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะชีวมวลที่มาจากหญ้าเนเปียร์มีความต้องการ 3,000 เมกกะวัตต์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555) แต่ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการเกษตรกรรมพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการเกษตร ทำให้การส่งเสริม และการปลูกพืชพลังงานทดแทนเกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ข้อจำกัดของผลผลิตต่อพื้นที่ การจัดการคุณภาพวัตถุดิบ การจัดการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว และการขนส่ง เป็นต้น จากข้อมูลข้างต้นการทดลองจึงได้ศึกษาการปลูกหญ้าเนเปียร์ *Pennisetum purpureum* (Schumach) และมีชื่อสามัญว่า elephant grass หรือ nappies grass (สายัณห์, 2547) ในพื้นที่ที่มีไม่ได้มีการใช้ประโยชน์ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ หรือมีน้ำท่วม มีน้ำขัง ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังอยู่ถาวร และชั่วคราว มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร (วันชัย, 2546) ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับการผลิตพืช โดยมีวัตถุประสงค์การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะตัดของพันธุ์หญ้าเนเปียร์ต่อผลผลิตชีวมวล และคุณสมบัติเชิงพลังงาน ในสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่มีการจัดการน้ำ

วิธีการทดลอง

ทดลองปลูกหญ้าเนเปียร์ 2 สายพันธุ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ Strip- split – plot in RCBD มี 4 ซ้ำ โดยประกอบด้วย Horizonal variable พื้นที่ 2 ระดับ คือ พื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่มีการจัดการน้ำ ส่วน Vertical vatiable คือ หญ้าเนเปียร์ 2 สายพันธุ์ ประกอบด้วย หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpurem x pennisetum amenicanum* cv. Pak chong 1) และหญ้าเนเปียร์บาน่า (*Pennisetum purpurem x pennisetum amenicanum* (Bana)) และ Sub – sub plot คือ ระยะการตัดผลผลิต ประกอบด้วย 45 วัน และ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก มีการปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์เพาะในถุงเพาะ โดยปลูกพืชแต่ละต้นพืชมีระยะห่าง 1x1 เมตร แปลงทดลองย่อย (plot experiment) มีขนาด 16 ตารางเมตร โดยพื้นที่ชุ่มน้ำมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลาสูงประมาณ 10 - 20 เซนติเมตร ไม่สามารถระบายน้ำได้ และพื้นที่มีการจัดการน้ำมีการควบคุมการให้น้ำได้โดยระบบน้ำหยด ทั้งสองแปลงใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 ในอัตรา 15 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ ทุก 2 เดือน และการใส่ปุ๋ยธาตุอาหรสูตร 15-15-15 ในอัตรา 15 กิโลกรัมธาตุอาหารต่อไร่ ทุก 3 เดือน โดยมีการสุ่มตัดตัวอย่างต้นพืชของแปลงย่อย เพื่อบันทึกลักษณะการเจริญเติบโต และผลผลิตชีวมวล ที่ระยะการตัด 45 และ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก และมีการตัดต้นหญ้าสูง 15 เซนติเมตรเหนือพื้นดิน มีการชั่งน้ำหนักทั้งต้นพืชทั้งหมดของแปลงย่อย และมีการสุ่มพืชมา 1 กอเพื่อแยกส่วนต้น และใบเพื่อชั่งน้ำหนักสดของใบ และต้น และนำใบและต้นที่แยกไว้มาอบที่ตู้อบอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อหาน้ำหนักแห้งชีวมวล นำตัวอย่างมาเผาเพื่อหาค่าความร้อนเชิงพลังงานด้วยเครื่อง Bomb calorimeter และนำมาเข้าสู่ระบบหมักย่อย (digester) เพื่อหาปริมาณแก๊สชีวภาพ และก๊าซมีเทน โดยทำการทดลองภายใต้สภาพไร่นาเกษตรกร ณ ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา และพืชพลังงาน ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ บางเขน

ผล

การปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่มีการจัดการน้ำมีผลผลิตน้ำหนักแห้งชีวมวลสูงสุด เท่ากับ 29.13 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ($P<0.05$) การปลูกเนเปียร์ปากช่อง 1 มีผลทำให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งชีวมวลสูงสุด เท่ากับ 34 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) กับเนเปียร์บ่านา และการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก มีน้ำหนักแห้งชีวมวลสูงสุด เท่ากับ 4.71 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก (Table 1)

ด้านคุณสมบัติเชิงพลังงาน พบว่า การปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่มีการจัดการน้ำมีค่าความร้อนเชิงพลังงานสูงสุดเท่ากับ 34.04 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ($P<0.05$) การปลูกเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าความร้อนเชิงพลังงานไม่มีความแตกต่างกับเนเปียร์บานา และการเปรียบเทียบการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรกสามารถสร้างค่าความร้อนเชิงพลังงานสูงสุด เท่ากับ 34.04 เมกะจูลต่อกิโลกรัม และมีความแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก (Table 2) และการเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ ของพันธุ์ปากช่อง 1 หรือพันธุ์บ่านา เก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรกนั้นสร้างค่าความร้อนเชิงพลังงานสูงสุด คือ 35.35 และ 35.27 เมกะจูลต่อกิโลกรัม (Table 3) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปฏิสัมพันธุ์กับปัจจัยอื่นๆ (P<0.05) และการปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่มีการจัดการน้ำมีผลิตผลก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างกับพื้นที่ชุ่มน้ำ (P<0.05) การปลูกเนเปียร์ปากช่อง 1 ผลิตก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างกับเนเปียร์บ่านา และการเปรียบเทียบเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก ผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด เท่ากับ 76.51 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก (Table 4) และการเปรียบเทียบปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ ของพันธุ์ปากช่อง 1 หรือพันธุ์บ่านา เก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรกนั้นผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด คือ 84.18 และ 81.71 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ (P<0.05) (Table 3)

Table 1 Effect of areas, cultivars and cutting intervals on biomass yield

areas	biomass yield (ton ha^{-1} $year^{-1}$)	cultivars	biomass yield (ton ha^{-1} $year^{-1}$)	cutting intervals	biomass yield (ton ha^{-1} $year^{-1}$)
W M	29.13 a	PC 1	34.00 a	45 day	22.56 b
W	22.85 a	BN	17.98 b	60 day	29.42 a

Table 2 Effect of areas, cultivars and cutting intervals on heating value

areas	heating value (MJ Kg^{-1})	cultivars	heating value (MJ Kg^{-1})	cutting intervals	heating value (MJ Kg^{-1})
W M	34.04 a	PC 1	33.24 a	45 day	33.90 a
W	31.64 b	BN	32.46 a	60 day	31.78 b

Table 3 comparison of interactions of area, cultivar and cutting interval on heating value and methane yield

factor			heating value (MJ Kg^{-1})	methane yield (m^3 ton^{-1})
W M	PC 1	45 day	35.35 a	66.13 c
		60 day	33.89 ab	48.53 de
	BN	45 day	35.27 a	84.18 a
		60 day	31.65 c	42.64 e
W	PC 1	45 day	31.58 c	81.71 a
		60 day	32.05 bc	52.58 d
	BN	45 day	33.42 b	74.04 b
		60 day	29.52 d	47.58 de

Table 4 Effect of areas, cultivars and cutting intervals on methane yield

areas	methane yield (m^3 ton^{-1})	cultivars	methane yield (m^3 ton^{-1})	cutting intervals	methane yield (m^3 ton^{-1})
W M	60.37 a	PC 1	62.23 a	45 day	76.51 a
W	63.98 a	BN	62.11 a	60 day	47.83 b

a, b, c, d and e compared with LSD (P<0.05) W M: well water management areas, W: wetland

PC1: Pakchong 1, BN: Bana, 45 และ 60 day: cutting intervals

วิจารณ์ผล

พื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ พันธุ์ปากช่อง 1 และการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรกได้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุดมีความสัมพันธ์ โดยพื้นที่ชุ่มน้ำทำให้พืชทั้งสองพันธุ์เกิดสภาพการขาดออกซิเจนของระบบราก และการเจริญการพัฒนาของระบบราก (สายัณห์, 2547) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่ระยะการตัดทุก 60 วันให้ผลผลิตน้ำหนักสด 12-15 ตันต่อไร่ต่อรอบการตัด (เกียรติศักดิ์, 2553) มากกว่าเนเปียร์บาน่าได้ผลผลิตเฉลี่ยไร่ละ 8 ตัน (วีระพล และจักรี, มปป.) และระยะเวลาการตัดที่สูงขึ้นทำให้หญ้ามีระยะเวลาการฟื้นตัวหลังจากการตัดครั้งแรกนานขึ้น (Walton, 1984) ส่งผลให้พืชมีการสร้างใบใหม่มากขึ้น รวมทั้งการยืดขยายของลำต้นเพิ่มขึ้น ด้านคุณสมบัติเชิงพลังงาน พบว่า พื้นที่ที่มีการจัดการการน้ำ และการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีค่าความร้อนเชิงพลังงานสูง เพราะหญ้าเนเปียร์สามารถดูดซึมสารอาหารในดินได้ดีเนื่องจากพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำนั้นระบบรากมีพื้นที่หายใจ และเจริญของรากขยายลงดินและการตัดที่น้อยมีการสร้างและสะสมสารสังเคราะห์ (photosynthate) มาก และมีการพัฒนาการสร้างพวกส่วนเยื่อใย Acid Detergent Fiber (ADF) และ Neutral Detergent Fiber (NDF) เช่นเดียวกับการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีค่าผลผลิตมีเทนสูง ดังการทดลองอายุการตัดที่เพิ่มขึ้นของหญ้าเนเปียร์ยักษ์ออกไป จาก 25 เป็น 55 วัน การเพิ่มอายุการตัด ทำให้ส่วนของใบลดลง ส่วนของลำต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งใบหญ้าเป็นส่วนที่มีความเข้มข้นของโปรตีนสูง เมื่อปริมาณใบลดลงส่งผลให้ค่าเหล่านี้ลดลงด้วย นอกจากนั้น การตัดหญ้าที่อายุมากขึ้น จะทำให้มีการสะสมส่วนที่เป็นผนังเซลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลำต้นหรือแขนงหญ้า ทำให้เยื่อใยเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าการย่อยได้ลดลง (สำราญ และพรชัย, 2554)

สรุป

การปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ พันธุ์ปากช่อง 1 และการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 60 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักแห้งชีวมวลสูงสุด แต่การปลูกหญ้าเนเปียร์ในพื้นที่ที่มีการจัดการน้ำ การเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีค่าความร้อนเชิงพลังงานสูงสุด และการเก็บเกี่ยวที่ระยะการตัดทุก ๆ 45 วันหลังการตัดครั้งแรก เป็นปัจจัยที่มีค่าความร้อนเชิงพลังงานและผลผลิตก๊าซมีเทนสูงสุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) สำหรับทุนสนับสนุนการทำวิจัย และขอขอบคุณ แปลงการทดลองภายใต้สภาพไร่นาเกษตรกร ณ ตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา และพืชพลังงาน ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ สำหรับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555. การปรับค่าเป้าหมายตามแผนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกในระยะเวลา 10 ปี (พศ. 2555 – 2564) ของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://able.co.th/File/Document/3_TH.pdf. (10 เมษายน2557).

เกียรติศักดิ์ กล่ำเอม. 2553. แนะนำหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/feedingstandard/index.php/forage/83-2011-05-14-03- 03-14/410—1. (5 สิงหาคม 2556).

วันชัย จันทร์ฉาย. 2546. รายงานการสำรวจและจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สำนักพิมพ์ส่วนวาง แผนทรัพยากรน้ำเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 44 หน้า

วีระพล พูนพิพัฒน์ และนายจักรี พิชา. มปป. ปลูกหญ้าบาน่า"หญ้าสำหรับช้าง"สร้างรายได้ให้เกษตรกรบ้านวอแก้ว. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.dld.go.th/nutrition/NAYHA/hero_nayha7.htm. (5 กรกฎาคม 2013).

สายัณห์ ทัดศรี. 2547. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 157-184.

สำราญ วิจิตรพันธ์ และพรชัย ล้อวิลัย. 2554. อิทธิพลของอายุการตัดที่มีผลต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนะของหญ้าเนเปียร์ยักษ์ ภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 16(3): 215-224.

Walton P.D. 1984. Production and management of cultivated forages. Preston Publishing Company Inc. Virginia. U.S.A. pp. 335.