ผลผลิตมวลชีวภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด สำหรับปลูกเป็นพลังงานทดแทน

Biomass yield and chemical composition of eight napier grass cultivars for alternative energy

สุรนันท์ น้อยอุทัย[1,2] ทรงยศ โชติชุติมา[1,2] สายัณห์ ทัดศรี[1,2*] ประภา ศรีพิจิตต์[1,2] พิลาณี ไวถนอมสัตย์[2,3] นพ ตัณมุขยกุล[1,2] และภัศจี คงศีล[1,2]

Suranant Noi-uthai[1,2] Songyos Chotchutima[1,2] Sayan Tudsri[1,2*] Prapa Sripichitt[1,2] Pilanee Vaithanomsat[2,3] Nop Tonmukayakul[1,2] and Pasajee Kongsila[1,2]

Abstract

A field study was conducted under rainfed conditions to evaluate and compare yield and chemical compositions of different napier grass cultivars. The experiment was carried out at the Suwanvajokkasikit Research Station, Pakchong, Nakhon Ratchasima during 2010-2013 and was arranged in a RCBD with 4 replications. The treatment were composed of eight cultivars of napier grass (*Pennisetum purpureum*) (Dwarf, Muaklek, Tifton, Bana, Taiwan, Wruk wona, Common and Kamphaeng Saen). The results revealed that the six tall napier cultivars (Tifton, Bana, Taiwan, Wruk wona, Common and Kampaeng Saen) produced yields that were 1-4 times those of the two dwarf types (Dwarf and Muaklek). Among the tall cultivars, Wruk wona achieved the highest dry matter yield over 3 years with 15.8 t/rai (3.2 t/rai/year) whereas the dwarf napier produced only 4.3 t/rai (1.4 t/rai/year). For the remaining cultivars the yield ranged from 8.4 to 14.6 t/rai. The yield varied with season with higher yields in the rainy than dry season. In terms of chemical composition, the results showed that the dwarf napier cultivars (Muaklek and Dwarf) had higher N P K S Cl and ash contents in both leaves and stems than the tall cultivars. All tested grass cultivars contained Na in both leaves and stem but at levels not exceeding 0.01%. In contrast, all tested cultivars had similar energy content level ranging from 16.13-19.74 MJ/kg and from 17.18-18.61 MJ/kg in rainy and dry season, respectively. In conclusion the tall napier cultivars were more suitable for direct combustion and gasification than dwarf cultivars.

Keyword: chemical composition, napier grass, alternative energy, biomass yield

---

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900.

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

[2] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10900

[2] Center of Excellence on Agriculture Biotechnology: (AG-BIO/PERDO-CHE), Bangkok 10900, Thailand

[3] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ 10900

[3] Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Bangkok 10900, Thailand

รับเรื่อง : พฤศจิกายน 2556

* Corresponding author: agrsat@ku.ac.th

บทคัดย่อ

จากการศึกษาในสภาพแปลงทดลองโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ เพื่อประเมินและเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์ที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2553-2556 โดยวางแผนการทดลองแบบRCBD จำนวน 4 ซ้ำ ตำรับการทดลองประกอบด้วยพันธุ์หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) จำนวน 8 ชนิด (แคระ มวกเหล็ก ทีฟตัน บาน่า ไต้หวัน รุกโวน่า ธรรมดา และกำแพงแสน)

ผลการทดลองพบว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง 6 ชนิด (ทีฟตัน บาน่า ไต้หวัน รุกโวน่า ธรรมดา และกำแพงแสน) ให้ผลผลิตมากกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย (แคระและมวกเหล็ก) 1-4 เท่า ในระหว่างหญ้าเนเปียร์ต้นสูงด้วยกัน หญ้าพันธุ์รุกโวน่าให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด 15.8 ตัน/ไร่ (3.2 ตัน/ไร่/ปี) และหญ้าเนเปียร์แคระให้ผลผลิตต่ำสุด 4.3 ตัน/ไร่ (1.4 ตัน/ไร่/ปี) ตลอดระยะเวลา 3 ปี หญ้าเนเปียร์ที่เหลือให้ผลผลิตระหว่าง 8.4-14.6 ตัน/ไร่ (2.8-4.9 ตัน/ไร่/ปี) ผลผลิตของหญ้าเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยช่วงฤดูฝนให้ผลผลิตมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ในด้านองค์ประกอบทางเคมี พบว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย (แคระและมวกเหล็ก) มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ซัลเฟอร์ คลอไรด์ และเถ้าในส่วนใบและลำต้นสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง หญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์ที่ทดลองมีปริมาณโซเดียมในใบและต้นไม่เกิน 0.01% ในทางตรงกันข้ามกลับมีปริมาณพลังงานใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 16.13-19.74 และ17.18-18.61 เมกะจูล/กิโลกรัมในฤดูฝนและฤดูแล้งตามลำดับ จากผลการทดลองเห็นได้ว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงทดสอบเหมาะสมต่อการนำไปใช้เผาโดยตรงและในกระบวนการแก๊สซิฟิเคชั่นมากกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย

คำนำ

หญ้าเนเปียร์อยู่ในสกุล Pennisetum มีอยู่ด้วยกันประมาณ 120-130 ชนิด ขึ้นแพร่หลายทั่วไปทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อน มีทั้งอายุปีเดียวและหลายปี (Tudsri, 2004) ในประเทศไทยมีการปลูกหญ้าสกุลนี้หลายชนิด เพื่อใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น เนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 เนเปียร์มวกเหล็ก และเนเปียร์ธรรมดา เป็นต้น จากการศึกษาของ Hoshino (1975) พบว่าหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้าเขตร้อนชนิดอื่นอีก 25 ชนิด โดยให้ผลผลิตวัตถุแห้งสูงถึง 12 ตัน/ไร่/ปี ในขณะที่หญ้าชนิดอื่นให้ผลผลิตเพียง 3-5 ตัน/ไร่/ปี จากการตัดทุกๆ 60 วัน เช่นเดียวกับในสภาพที่มีการตัดบ่อยครั้ง (ทุกๆ 3 สัปดาห์) หญ้าเนเปียร์ก็ยังให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้าขน (Sukkagate, 1994) ในระหว่างหญ้าเนเปียร์ด้วยกัน Kaskamalas (2006) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ไต้หวัน A148 และหญ้าเนเปียร์ธรรมดาให้ผลผลิตสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นอีก 11 ชนิด จากลักษณะเด่นของหญ้าเนเปียร์ในการให้ผลผลิตสูงจึงมีนักวิจัยสนใจในการนำมาใช้เป็นพลังงาน จากการศึกษาของ Rengsirikul *et al*. (2013) แสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นพลังงาน เพราะให้ค่าความร้อนสูง กว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด ได้แก่ พันธุ์ทิฟตัน จากการตัดทุกๆ 3 เดือน งานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยเน้นศึกษาความเหมาะสมในการนำหญ้าเนเปียร์มาใช้ผลิตเอทานอล โดยการวิเคราะห์เยื่อใยเป็นหลัก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ในขณะที่การนำมาใช้ด้วยวิธีเผาไหม้โดยตรง (direct combustion) และกระบวนการเคมีความร้อน (thermo chemical conversion) จำเป็นต้องวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการเหล่านี้ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีรายงานในประเทศไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกพันธุ์หญ้าเนเปียร์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นพลังงาน ในกระบวนการเผาไหม้โดยตรงและในระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (gasification) โดยศึกษาทั้งในด้านผลผลิตและคุณภาพของเชื้อเพลิง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทดลองที่สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินเหนียวร่วนปนทราย

หญ้าที่ทดลองปลูกมาแล้ว 1.5 ปี ในดินที่มี pH 7.7 อินทรียวัตถุ 1.73 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 59 พีพีเอ็ม และโพแทสเซียม 105 พีพีเอ็ม วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีตำรับการทดลองประกอบด้วยหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด ดังนี้ มวกเหล็ก แคระ บาน่า รุกโวน่า ธรรมดา ทีฟตัน ไต้หวัน และกำแพงแสน โดยมีขนาดของแปลงย่อย 3.00 x 5.25 เมตร ปลูกหญ้าโดยการเพาะในถุงเพาะชำอายุ 1 เดือน จึงย้ายมาปลูกในแปลงที่เตรียมดินเรียบร้อยแล้ว เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2551 ระยะระหว่างต้นและแถว 0.75 x 0.75 เมตร หลังจากหญ้าตั้งตัวแล้ว มีการตัดหญ้าเป็นระยะๆ และตัดครั้งสุดท้ายเพื่อเริ่มการทดลองนี้ เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2553 หลังจากนั้นเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกๆ 6 เดือน รวมเก็บเกี่ยวผลผลิต 6 ครั้ง (พ.ย. 53, พ.ค. 54, พ.ย. 54, พ.ค. 55, พ.ย. และ พ.ค. 56) หลังการตัดหญ้าทุกครั้งใส่ปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ทุกเดือน และใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (0-46-0) กับโพแทสเซียม (0-0-60) อย่างละ 40 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี วัดผลผลิตจากบริเวณกลางแปลงขนาดพื้นที่ 6 ตารางเมตรต่อหนึ่งแปลงย่อย ชั่งน้ำหนักสดทั้งหมด และสุ่มผลผลิตไปแยกส่วนใบ และลำต้น หลังจากนั้นนำไปอบในตู้อบ (hot air oven) อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาผลผลิตน้ำหนักแห้ง แล้วนำไปบดเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ คาร์บอน ออกซิเจน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ (LECO, 2003) สำหรับฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม วิเคราะห์ด้วยวิธีการของ AOAC (1980) และค่าความร้อนโดยใช้เครื่อง bomb calorimeter (AOAC, 1980) ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ผลการทดลอง

สภาพภูมิอากาศ

ภายหลังการตัดหญ้าในต้นเดือนพฤษภาคม 2553 พบว่ามีฝนตกมากกว่า 100 มิลลิเมตร ในเดือนกรกฎาคม และตกค่อนข้างสม่ำเสมอจนถึงเดือนตุลาคม 2553 (ตารางที่ 1) ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมีฝนตกเพียงเล็กน้อย ฝนเริ่มตกอีกครั้งในระหว่างธันวาคม ถึงกุมภาพันธ์ ยกเว้นเดือนมกราคม โดยมีค่าระหว่าง 65-66 มิลลิเมตร ฝนตกต่อเนื่องจนถึงเดือนเมษายน 2554 แต่มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 35-42 มิลลิเมตร ฝนเริ่มตกมากขึ้นในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่เก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 2 และตกต่อเนื่องจนถึงเดือนตุลาคม 2554 โดยมีฝนตกในเดือนกันยายนถึง 406 มิลลิเมตร หลังการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 3 ในเดือนพฤศจิกายน ไม่พบว่ามีฝนตก แต่ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม 2555 มีฝนตกเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 9-18 มิลลิเมตร และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายน ฝนตกต่อเนื่องไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งที่ 5 ฝนเริ่มมีปริมาณลดลงตั้งแต่เดือนธันวาคม 2555 และตกเพียงเล็กน้อยก่อนถึงฤดูเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้ายในเดือนพฤษภาคม 2556 ตลอดระยะเวลาการทดลองอุณหภูมิในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม – ตุลาคม) มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ แต่ใกล้เคียงในช่วงมีนาคม – เมษายน ของทุกปี (ไม่ได้เสนอข้อมูล)

ความสูง

หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย (มวกเหล็ก และแคระ) มีความสูงน้อยกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงทั้ง 6 ชนิด (ตารางที่ 2) และในระหว่างหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ยพบว่าหญ้าเนเปียร์แคระมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงต่ำสุด ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงด้วยกัน มีการเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง เช่นเดียวกัน โดยในช่วงฤดูฝนมีความสูงมากกว่า 3-4 เมตร ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งมีความสูงไม่เกิน 230 เซนติเมตร

การแตกกอ

หญ้าเนเปียร์แคระเป็นหญ้าที่มีการแตกกอสูงสุด (ตารางที่ 2) รองลงมาได้แก่ หญ้าเนเปียร์มวกเหล็กซึ่งหญ้าทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ที่เหลืออีก 6 ชนิด ซึ่งเป็นหญ้าในกลุ่มต้นสูงมีการแตกกอระหว่าง 13 ถึง 34 หน่อต่อตารางเมตร ไม่แตกต่างกันในทางสถิติในระหว่างหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและเนเปียร์ต้นสูง

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนรายปี และค่าเฉลี่ย 10 ปี (มิลลิเมตร) ณ สถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ระหว่างปี 2553-2556

เดือน	ช่วงระยะเวลาการทดลอง			
	2553	2554	2555	2556
มกราคม	45[1/]	1	78	22
กุมภาพันธ์	3	66	9	29
มีนาคม	7	42	18	14
เมษายน	132	89	137	92
พฤษภาคม	102	219	129	81
มิถุนายน	61	91	70	-
กรกฎาคม	118	176	112	-
สิงหาคม	231	174	101	-
กันยายน	266	406	204	-
ตุลาคม	393	158	84	-
พฤศจิกายน	4	8	83	-
ธันวาคม	65	0	5	-
รวม	1427	1430	1030	238

หมายเหตุ: [1/] ฤดูฝน : พ.ค.-ต.ค. และฤดูแล้ง : พ.ย.-เม.ย.

ผลผลิต

จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตหญ้าทุกๆ 6 เดือน รวม 6 ครั้ง (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์แต่ละชนิดมีความสามารถในการให้ผลผลิตแตกต่างกัน หญ้าเนเปียร์พันธุ์รุกโวน่าให้ผลผลิตแห้งรวม 3 ปีสูงสุด 15,765 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงด้วยกันอีก 5 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์พันธุ์กำแพงแสน บาน่า ทีฟตัน ไต้หวันA148 และธรรมดา ที่ให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง13,015 – 14,632 กิโลกรัม/ไร่ หญ้าเนเปียร์แคระให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งต่ำสุด 4,319 กิโลกรัม/ไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติกับหญ้าเนเปียร์มวกเหล็ก ซึ่งให้ผลผลิต 8,353 กิโลกรัม/ไร่ หญ้าในกลุ่มเนเปียร์ต้นเตี้ย (แคระและมวกเหล็ก) มีใบเป็นองค์ประกอบหลัก ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ต้นสูงมีลำต้นเป็นองค์ประกอบหลัก ผลผลิตทั้งหมดมาจากการเจริญเติบโตในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง หญ้าที่ทดสอบส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้ผลผลิตลดลงทุกปี โดยในปีสุดท้ายเฉลี่ยจากหญ้า 8 ชนิดให้ผลผลิต 64.9% ของหญ้าในปีที่ 1

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตในด้านความสูง (เซนติเมตร) และการแตกกอ (หน่อต่อตารางเมตร) ของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด ที่ ระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตระหว่างปี 2553-2556

พันธุ์	ปีที่ 1		ปีที่ 2		ปีที่ 3	
	ฤดูฝน[1/]	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ก. ความสูง						
มวกเหล็ก	153c[1]	120d	200d	120b	145d	130d
แคระ	82d	81e	87e	81c	86e	73e
รุกโวน่า	335b	221ab	385bc	216a	286c	184abc
ธรรมดา	358ab	192c	408ab	196a	395a	206a
ทีฟตัน	369a	230a	419a	193a	386ab	173bc
บาน่า	338b	217ab	373c	196a	336b	200ab
กำแพงแสน	371a	230ab	418a	197a	354ab	167c
ไต้หวันA148	346ab	208b	366c	181a	343b	181abc
F-test	**	**	*	**	**	**
ข. การแตกกอ						
มวกเหล็ก	33b	32b	32b	25b	43b	53b
แคระ	351a	288a	360a	181a	228a	139a
รุกโวน่า	14b	13d	29b	16b	29b	28b
ธรรมดา	22b	21cd	28b	30b	30b	36b
ทีฟตัน	14b	19cd	27b	19b	31b	27b
บาน่า	14b	15cd	25b	15b	33b	29b
กำแพงแสน	14b	18cd	26b	30b	30b	30b
ไต้หวัน A148	17b	23c	29b	27b	34b	28b
F-test	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ: [1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test, * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ฤดูฝน : พ.ค.-ต.ค. และฤดูแล้ง : พ.ย.-เม.ย.

ตารางที่ 3 ผลผลิตน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด ที่ตัดทุก ๆ 6 เดือนระหว่างปี 2553-2556 (กิโลกรัมต่อไร่)

พันธุ์	ปีที่ 1			ปีที่ 2			ปีที่ 3			รวม 1-3 ปี
	ฤดูฝน[1/]	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	รวม	
ก. ใบ										
มวกเหล็ก	1,342ab[1]	507bc	1,849a	1,408b	431ab	1,839a	841ab	324b	1,165bc	4,853ab
แคระ	1,173ab	370c	1,543a	1,073c	174b	1,247d	594b	99c	693c	3,483c
รุกโวน่า	1,896a	856ab	2,752a	1,771a	425ab	2,196a	1,114a	485ab	1,599a	6,547a
ธรรมดา	748c	513bc	1,261b	1,441b	434ab	1,875a	987ab	345ab	1,332b	4,468ab
ทีฟตัน	939abc	737b	1,676b	1,229bc	584ab	1,813a	1,014a	510a	1,524a	5,013ab
บาน่า	1,727a	680b	2,407a	1,258bc	349ab	1,607ab	929ab	440ab	1,369b	5,383ab
กำแพงแสน	931abc	933a	1,864b	1,305bc	653a	1,958a	887ab	477ab	1,364b	5,186ab
ไต้หวัน A148	872abc	839ab	1,711b	1,084c	447ab	1,531bc	751ab	409ab	1,160bc	4,402ab
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ข. ลำต้น										
มวกเหล็ก	1,368c	183b	1,551c	1,092c	91c	1,183c	653cd	113b	766c	3,500b
แคระ	374d	43c	417d	230d	20d	250d	155d	14c	169d	836c
รุกโวน่า	3,105a	959a	4,064a	2,862a	297b	3,159ab	1,506bc	489a	1,995ab	7,712a
ธรรมดา	2,511ab	566a	3,077b	2,605b	440ab	3,045ab	2,222abc	473a	2,695a	8,817a
ทีฟตัน	2,579ab	959a	3,538b	2,841a	514 ab	3,355b	2,266a	460a	2,726a	9,619a
บาน่า	2,944ab	666a	3,610b	2,463b	314ab	2,777bc	1,616abc	448a	2,064ab	8,451a
กำแพงแสน	2,679ab	934a	3,613b	2,988a	671a	3,659a	1,676ab	405a	2,081ab	9,353a
ไต้หวัน A148	2,375ab	902a	3,277b	2,873a	393ab	3,266ab	1,690ab	379a	2,069ab	8,612a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ค. รวมทั้งต้น										
มวกเหล็ก	2,710b	690cd	3,400	2,500bc	522c	3,022c	1,494bc	438b	1,932c	8,353b
แคระ	1,547c	413d	1,960	1,303c	194d	1,497d	749c	113c	862d	4,319c
รุกโวน่า	5,001a	1,815a	6,816	4,633a	722ab	5,355a	2,620ab	974a	3,594b	15,765a
ธรรมดา	3,259b	1,079bc	4,338	4,046ab	874ab	4,920ab	3,210a	819a	4,029a	13,286a
ทีฟตัน	3,518b	1,696ab	5,214	4,070ab	1,098ab	5,168ab	3,280a	970a	4,250a	14,632a
บาน่า	4,671a	1,346abc	6,017	3,721ab	663ab	4,384ab	2,546ab	888a	3,434b	13,835a
กำแพงแสน	3,610b	1,867a	5,477	4,293ab	1,324a	5,617a	2,563ab	882a	3,445b	14,539a
ไต้หวัน A148	3,247b	1,741ab	4,988	3,957ab	840ab	4,797ab	2,441ab	789a	3,230b	13,015a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

หมายเหตุ: [1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ฤดูฝน : พ.ค. – ต.ค. และฤดูแล้ง : พ.ย. – เม.ย.

องค์ประกอบทางเคมี

หญ้าเนเปียร์รุกโวน่ามีปริมาณคาร์บอนในส่วนใบสูงสุด 39.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าเนเปียร์มวกเหล็กมีปริมาณคาร์บอนต่ำสุด 37.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าเนเปียร์ที่เหลือมีปริมาณคาร์บอนอยู่ระหว่าง 38.1-38.9 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณไฮโดรเจนและไนโตรเจนในส่วนใบสูงสุด ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ที่เหลือ 6 ชนิดมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-6.8 เปอร์เซ็นต์ และ 1.34-1.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณออกซิเจนต่ำสุด 52.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ที่เหลือมีค่าอยู่ระหว่าง 53.1-54.3 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนลำต้นหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและแคระมีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง แต่มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ที่เหลืออีก 6 ชนิด ตรงกันข้ามกับไฮโดรเจนซึ่งหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กมีปริมาณไฮโดรเจนต่ำสุด แตกต่างจากหญ้าเนเปียร์ที่เหลือทั้งหมด และเนเปียร์แคระมีปริมาณออกซิเจนสูงสุด 56.1 เปอร์เซ็นต์แตกต่างทางสถิติกับหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและหญ้าในกลุ่มต้นสูงอีก 6 ชนิด

ในส่วนของปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน พบว่า ส่วนใบส่วนใหญ่มีปริมาณคาร์บอนและไฮโดรเจนน้อยกว่าส่วนลำต้น ตรงกันข้ามกับปริมาณไนโตรเจนซึ่งพบว่าส่วนใบมีปริมาณมากกว่า ในขณะที่ออกซิเจนมีค่าใกล้เคียงกันยกเว้นหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย ได้แก่ หญ้าเนเปียร์มวกเหล็ก และแคระ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และซัลเฟอร์ทั้งในส่วนใบและต้นสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ต้นสูง ซึ่งประกอบด้วย หญ้ารุกโวน่า ธรรมดา ทีฟตัน บาน่า กำแพงแสน และไต้หวันA148 ในส่วนของปริมาณธาตุแมกนีเซียมและคลอไรด์ทั้งในส่วนใบและต้นพบมากที่สุดในหญ้าเนเปียร์แคระ ในขณะที่โซเดียมที่พบในใบและต้นในหญ้าทุกพันธุ์มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยมีค่าไม่เกิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

พลังงานและเถ้า

ในช่วงฤดูฝนพบว่าหญ้าเนเปียร์แต่ละชนิดมีค่าพลังงานใกล้เคียงกัน(ตารางที่ 5) ยกเว้นพันธุ์แคระทั้งในส่วนใบและลำต้นโดยมีค่าระหว่าง 17.30-17.98 และ 18.86-19.66 เมกะจูล/กิโลกรัม ตามลำดับ หญ้าเนเปียร์พันธุ์แคระมีปริมาณพลังงาน 16.13 และ 17.77 เมกะจูล/กิโลกรัมในส่วนใบและลำต้น ตามลำดับ และในฤดูแล้งพบว่าหญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์มีค่าพลังงานไม่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งในส่วนของใบและลำต้นโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 17.26-17.89 และ 17.18-18.61 เมกะจูล/กิโลกรัม

ในส่วนของเถ้าพบว่าหญ้าเนเปียร์แคระ ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณเถ้าทั้งในส่วนของใบและลำต้นสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นที่ทดลองอีก 7 ชนิด ยกเว้น หญ้าเนเปียร์ทีฟตันในส่วนใบ ซึ่งมีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างในทางสถิติ แต่ในช่วงฤดูแล้งปริมาณเถ้าในหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและเนเปียร์แคระเฉพาะในส่วนลำต้นมีค่าใกล้เคียงกันแต่สูงกว่าหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นที่เหลืออีก 6 ชนิด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้า 8 ชนิด ที่ตัดทุกๆ 6 เดือน

พันธุ์	C	H	N	O	S	P	K	Ca	Mg	Na	Cl
	(%วัตถุแห้ง)										
ก. ใบ											
มวกเหล็ก	37.6b[1]	6.5b	1.6b	54.3a	0.11cd	0.4b	1.9a	0.6bcd	0.5cd	0.003	0.4b
แคระ	38.5ab	6.8a	2.7a	52.0b	0.15a	0.6a	1.7ab	1.2a	1.1a	0.004	0.7a
รุกโวน่า	39.0a	6.7ab	1.2b	53.1ab	0.10d	0.2d	1.1bc	0.5d	0.4d	0.002	0.2e
ธรรมดา	38.1ab	6.6ab	1.6b	53.8ab	0.12cd	0.3cd	0.8c	0.7bc	0.7bc	0.004	0.3c
ทีฟตัน	38.2ab	6.7ab	1.5b	53.6ab	0.13bc	0.3bcd	1.0bc	0.7bc	0.8ab	0.003	0.3cde
บาน่า	38.9a	6.8ab	1.3b	53.0ab	0.11cd	0.2d	0.8c	0.5cd	0.5cd	0.003	0.2e
กำแพงแสน	38.4ab	6.8ab	1.5b	53.5ab	0.12bcd	0.3cd	0.7c	0.6bcd	0.8ab	0.002	0.2de
ไต้หวันA148	38.8ab	6.6ab	1.4b	53.3ab	0.14ab	0.3bc	1.0bc	0.7bc	0.6cd	0.003	0.3cd
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**
ข. ลำต้น											
มวกเหล็ก	38.1c	6.7b	1.2a	54.1b	0.12a	0.32b	1.27a	0.19b	0.48b	0.002	0.77b
แคระ	35.5d	7.0a	1.5a	56.1a	0.15a	0.48a	1.23a	0.45a	0.90a	0.003	1.16a
รุกโวน่า	40.6ab	7.2a	0.3b	52.0cd	0.03b	0.17c	0.32b	0.15ab	0.32c	0.002	0.21c
ธรรมดา	40.3ab	7.0a	0.4b	52.3cd	0.04b	0.15c	0.27b	0.11cd	0.36c	0.004	0.24c
ทีฟตัน	40.9a	7.1a	0.7b	51.4d	0.04b	0.22c	0.24b	0.10cd	0.40c	0.002	0.15c
บาน่า	40.3ab	7.1a	0.6b	52.0cd	0.04b	0.13c	0.22b	0.13cd	0.30c	0.002	0.18c
กำแพงแสน	40.3ab	7.1a	0.5b	52.2cd	0.03b	0.17c	0.15b	0.08d	0.34c	0.001	0.13c
ไต้หวันA148	39.6b	7.1a	0.4b	53.0bc	0.04b	0.16c	0.32b	0.11cd	0.32c	0.002	0.21c
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**

หมายเหตุ: [1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test, ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ปริมาณพลังงาน และเถ้าของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิด

พันธุ์	พลังงาน (เมกะจูล/กิโลกรัม)		เถ้า (% วัตถุแห้ง)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ก. ใบ				
มวกเหล็ก	17.81a	17.26	12.93bc	14.26a
แคระ	16.13b	17.47	16.27a	11.87ab
รุกโวน่า	18.48a	17.72	10.29cd	11.00b
ธรรมดา	17.72ab	17.47	13.06bc	12.08ab
ทีฟตัน	17.72ab	17.64	14.50ab	11.41ab
บาน่า	17.98a	17.89	9.64d	10.32b
กำแพงแสน	17.30ab	17.68	13.36b	11.51ab
ไต้หวันA148	17.56ab	17.56	12.93bc	11.14b
F-test	**	ns	**	**

ข. ลำต้น				
มวกเหล็ก	18.86a	17.18	6.75b	10.35a
แคระ	17.77b	17.22	12.36a	11.93a
รุกโวน่า	19.74a	17.60	3.94c	4.73b
ธรรมดา	19.66a	18.31	4.89bc	6.42b
ทีฟตัน	19.28a	18.35	4.21c	5.32b
บาน่า	18.98a	18.61	5.25bc	4.54b
กำแพงแสน	18.90a	18.44	3.71c	5.53b
ไต้หวันA148	18.94a	17.60	5.31bc	6.05b
F-test	**	ns	**	**

หมายเหตุ: [1] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test, ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ฤดูฝน : พ.ค. – ต.ค. และฤดูแล้ง : พ.ย. – เม.ย.

ตารางที่ 6 ผลผลิต (ตัน/ไร่) ของหญ้าเนเปียร์ 8 ชนิดที่เก็บเกี่ยวผลผลิตระหว่าง ปี 2551-2556

พันธุ์	ปีที่				
	1*	2*	3**	4	5
มวกเหล็ก	5.6	4.9	3.4	3.1	2.0
แคระ	4.4	3.6	1.9	1.5	0.9
รุกโวน่า	8.3	6.7	6.9	5.5	3.6
ธรรมดา	8.2	6.3	4.3	4.7	3.7
ทีฟตัน	9.3	6.7	5.2	5.1	4.2
บาน่า	7.9	5.3	6.0	4.5	3.6
กำแพงแสน	7.4	5.6	5.5	5.6	3.4
ไต้หวัน A148	8.3	5.1	5.0	4.8	3.3
เฉลี่ย	7.4	5.5	4.8	4.4	3.1

* งานทดลองของสายัณห์ และคณะ (2552)

** เริ่มงานทดลองปัจจุบัน

วิจารณ์

จากการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลา 3 ปี แสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์แต่ละชนิดมีศักยภาพในการให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในทางสถิติ (ตารางที่ 3) หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง (บาน่า ไต้หวัน A148 รุกโวน่า ธรรมดา ทีฟตัน และกำแพงแสน) ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ ในกลุ่มต้นเตี้ย (มวกเหล็กและแคระ) โดยให้ผลผลิตรวม 3 ปีระหว่าง 13.0-15.8 ตันต่อไร่ ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ยให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเพียง 4.3-8.4 ตันต่อไร่ สอดคล้องกับการรายงานของ Rengsirikul *et al.* (2013) ซึ่งตัดหญ้าเหล่านี้ทุกๆ 3 เดือน หรือ 4 ครั้งต่อปี ผลการทดลองนี้จึงแสดงให้เห็นว่าแม้จะยืดอายุในการตัดออกไปเป็น 6 เดือน เช่นในการทดลองนี้ ก็ไม่ทำให้หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ยให้ผลผลิตใกล้เคียงหรือสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ ในกลุ่มต้นสูง

ตรงกันข้ามการยืดอายุการตัดออกไป ทำให้หญ้าเนเปียร์ต้นสูง มีการยืดปล้อง และเพิ่มความสูงให้มากยิ่งขึ้น (ตารางที่ 2)ส่งผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของลำต้น (ตารางที่ 3) ดังนั้นความแตกต่างของผลผลิตที่ได้ จึงมาจากความแตกต่างในส่วนของลำต้นเป็นสำคัญ รองลงมาได้แก่ส่วนใบ สอดคล้องกับการรายงานของ Tudsri *et al.* (2004) และ Kaskamalas (2006) อย่างไรก็ตาม ในสภาพที่มีการตัดบ่อยครั้ง (ทุกๆ 3 สัปดาห์) Sukkagate (1994) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย (มวกเหล็ก) ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากหญ้าเนเปียร์ธรรมดา ซึ่งเป็นหญ้าเนเปียร์ต้นสูง และหญ้ากินนีสีม่วง แต่สูงกว่าหญ้าขน ซึ่งเป็นหญ้าประเภทเลื้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานทดลองนี้ เป็นการศึกษาต่อเนื่องจากงานของ Tudsri *et al.* (2010) ซึ่งปลูกหญ้าเนเปียร์ ตั้งแต่ปี 2551 มีการเก็บข้อมูลมาแล้ว 2 ปี โดยใช้ระบบการตัดหญ้าทุกๆ 3 เดือน ดังนั้นการเริ่มงานทดลองนี้จึงนับปีที่ 3 ของอายุแปลงหญ้าตั้งแต่ปลูก โดยเปลี่ยนระบบการตัดมาเป็นปีละ 2 ครั้ง และไม่มีการให้น้ำชลประทาน ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าหญ้าเนเปียร์ให้ผลผลิตได้ดีในช่วง 4 ปีแรก หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปีแรกที่ปลูก เนื่องจาก (ตารางที่ 6) จากข้อมูลนี้อาจสรุปได้ว่าในสภาพที่อาศัยน้ำฝนในธรรมชาติ หญ้าเนเปียร์สามารถใช้ประโยชน์ได้ไม่เกิน 5 ปี เนื่องจากกอเดิมขยายใหญ่ขึ้น บริเวณตรงกลางกอมักตาย และแปลงหญ้าเสื่อมโทรม ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมากในปีที่ 5 ดังนั้นเกษตรกรจะต้องปลูกหญ้าเหล่านี้ใหม่ หรือปรับปรุงโดยวิธีพรวนกลบให้หญ้าแตกกอขึ้นมาใหม่ การที่อายุการใช้ประโยชน์ของหญ้าดังกล่าวค่อนข้างสั้น จึงอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้เป็นพืชพลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับกระถินซึ่งเป็นถั่วไม้ยืนต้น ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ยาวนานกว่า โดยที่ผลผลิตยังคงสม่ำเสมอ (Tudsri *et al.*, 2013)

หญ้าเนเปียร์ใช้เป็นพลังงาน โดยการเผาโดยตรง (direct combustion) และการผ่านกระบวนการเคมีความร้อน (thermochemical conversion) ซึ่งปริมาณคาร์บอนจะเป็นตัวชี้วัดที่ดี เพราะชีวมวลที่มีธาตุนี้สูง จะมีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย (Lewandowski and Kicherer, 1997) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง มีปริมาณคาร์บอนมากกว่าหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย โดยมีปริมาณคาร์บอนมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ในส่วนลำต้น ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นพลังงานชีวมวลได้เป็นอย่างดี และยังมีปริมาณมากกว่า เมื่อเทียบกับชีวมวลชนิดอื่นไม่ว่าจะเป็น แกลบ (21.15 เปอร์เซ็นต์) ชานอ้อย (21.33 เปอร์เซ็นต์) ไม้ยางพารา (25.58 เปอร์เซ็นต์) ทะลายปาล์ม (21.15 เปอร์เซ็นต์) ข้าวโพด (28.19 เปอร์เซ็นต์) เหง้ามันสำปะหลัง (18.76 เปอร์เซ็นต์) และเปลือกไม้ยูคาลิปตัส (18.6 เปอร์เซ็นต์) (Energy for Environment Foundation, 2006) แต่น้อยกว่ากระถิน (45 เปอร์เซ็นต์) (Tudsri *et al.*, 2013) แต่ใกล้เคียงกับกระถินเทพา และยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซีส ซึ่งให้ปริมาณคาร์บอน 48.3 และ 48.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Arjhan *et al.*, 2007)

ปริมาณไฮโดรเจนเป็นอีกธาตุหนึ่ง ที่ใช้ในการประเมินค่าความร้อนของชีวมวล ซึ่งปริมาณมากขึ้นย่อมส่งผลทำให้เพิ่มค่าความร้อนมากขึ้น จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กมีปริมาณไฮโดรเจนน้อยกว่าหญ้าเนเปียร์ชนิดอื่นอีก 7 ชนิด แต่ก็ยังสูงกว่าชีวมวลชนิดอื่น เช่น แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย ใบอ้อย ไม้ยางพารา กะลาปาล์มที่มีปริมาณไฮโดรเจนไม่เกิน 5.08 เปอร์เซ็นต์ (Energy for Environment Foundation, 2006) ขณะที่ไม้กระถินมีปริมาณไฮโดรเจนมากกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ (Tudsri *et al.,* 2010) ขึ้นไป ในหญ้าเนเปียร์ต้นสูงเฉพาะในส่วนลำต้นที่มีค่าใกล้เคียงกับไม้กระถิน

Adler *et al*. (2006) และ Lewandowski and Kicherer (1997) รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนและซัลเฟอร์ในชีวมวล ต้องมีปริมาณไม่มากเกินไปนัก เพราะไนโตรเจนและออกซิเจน สามารถรวมกันเกิดเป็นไนตรัสออกไซด์ หรือซัลเฟอร์รวมกับออกซิเจนเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และถูกปลดปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศได้ ซึ่งปริมาณไนโตรเจนและซัลเฟอร์ไม่ควรเกิน 1.0 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Obernberger *et al.*, 2006) จากผลการทดลอง (ตารางที่ 4) ยังแสดงให้เห็นว่าส่วนใบของหญ้าเนเปียร์ทุกพันธุ์มีปริมาณไนโตรเจนเกินกว่ามาตรฐาน

ที่กำหนดไว้ ในขณะที่ส่วนลำต้นของหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยทั้ง 2 ชนิด (มวกเหล็กและแคระ) มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ตรงกันข้ามหญ้าเนเปียร์ที่เหลือซึ่งเป็นหญ้าต้นสูง มีปริมาณไนโตรเจนเพียง 0.3-0.7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อรวมกับส่วนใบ อาจทำให้ค่าเฉลี่ยลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน หรือสูงกว่าเล็กน้อย จึงแสดงให้เห็นว่าหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและเนเปียร์แคระ ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ด้วยวิธีเผาโดยตรง หรือการนำไปใช้ในระบบแก๊สซิฟิเคชั่น เมื่อเทียบกับหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงทั้งหมด แต่เหมาะสมที่จะนำไปเลี้ยงสัตว์มากกว่าเพราะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าวิกฤตที่มีผลต่อการกินได้ของสัตว์ (Milford and Minson, 1966) เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้หญ้าเหล่านี้จะเก็บเกี่ยวที่อายุ 6 เดือน ภายหลังการตัด แต่ปริมาณโปรตีนในใบของหญ้าเนเปียร์ทั้ง 2 กลุ่มก็ยังมีปริมาณสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งหญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย โดยมีโปรตีนอยู่ระหว่าง 7.4-17.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การศึกษาวิธีการแยกส่วนใบจากส่วนลำต้นก่อนนำไปใช้เป็นพลังงาน อาจเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการเผาไหม้ได้ ในส่วนของซัลเฟอร์ หญ้าเนเปียร์ที่ทดสอบทุกพันธุ์อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดไว้

ในด้านแร่ธาตุอื่นๆ Obernberger *et al*. (2006) รายงานว่าปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมควรมีค่าอยู่ในระดับต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โพแทสเซียมในชีวมวลกำหนดไว้ไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากการวิเคราะห์หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 ชนิด (ตารางที่ 4) ในส่วนใบมีปริมาณโพแทสเซียมเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหญ้าเนเปียร์กลุ่มต้นเตี้ย ซึ่งมีปริมาณอยู่ระหว่าง 1.7-1.9 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในส่วนลำต้นหญ้าเนเปียร์ต้นสูง มีปริมาณน้อยกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย (มวกเหล็กและแคระ) ก็ยังมีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าหญ้าหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ยทั้ง 2 ชนิด อาจไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นพลังงาน ในระบบเผาไหม้โดยตรง สำหรับแคลเซียมที่เหมาะสมในชีวมวลควรมีปริมาณต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ จึงจะไม่มีผลต่อการหลอมเหลวของเถ้า หญ้าแต่ละชนิดที่ทดสอบมีปริมาณแคลเซียมส่วนใหญ่ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ทั้งในส่วนใบและต้น ฟอสฟอรัสเป็นกลุ่มโลหะอัลคาไล เช่นเดียวกับโซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียมจะทำปฏิกิริยากับซิลิกาที่มีอยู่ในเถ้า ทำให้เกิดการแข็งติดแน่นในระบบแก๊สซิฟิเคชั่น (Mckendry, 2002) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าหญ้าเนเปียร์ต้นเตี้ย (มวกเหล็กและแคระ) มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งในส่วนใบและลำต้นสูงกว่าหญ้าเนเปียร์ต้นสูง ในส่วนของคลอไรด์ ในวัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงไม่ควรเกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 4 พบว่าหญ้าเนเปียร์แคระและมวกเหล็ก มีปริมาณคลอไรด์สูงกว่ามาตรฐานทั้งในส่วนใบและลำต้น ในขณะที่หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูง ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน โดยเฉพาะในส่วนลำต้น มีเพียงหญ้าเนเปียร์ธรรมดา ซึ่งมีค่า 0.24 เปอร์เซ็นต์

หญ้าเนเปียร์ทั้ง 8 ชนิด ให้พลังงานสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ 14.07 เมกะจูล/กิโลกรัม (Lewandowski and Kicherer, 1997) ทั้งในส่วนลำต้นและส่วนใบ (ตารางที่ 6) Bakker and Elberton (2005) กล่าวว่าปริมาณเถ้าในชีวมวลเป็นดัชนีสำคัญในการชี้วัดคุณค่าทางพลังงานของชีวมวลในระบบเผาไหม้โดยตรง เนื่องจาก ถ้าชีวมวลนั้นๆ มีปริมาณเถ้าสูงทำให้ค่าความร้อนลดลง (Lewandowski and Kicherer, 1997) นอกจากนั้นยังเป็นปัญหาในการกำจัดออกในระบบแก๊สซิฟิเคชั่นด้วย ปริมาณเถ้าในชีวมวลไม่ควรเกิน 9 เปอร์เซ็นต์ (Obernberger *et al*., 2006) จากผลการทดลองจึงแสดงให้เห็นว่า หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นเตี้ย (มวกเหล็กและแคระ) มีปริมาณเถ้าเกินกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่ ในหญ้าเนเปียร์ต้นสูงมีเพียงส่วนใบเท่านั้นที่เกินค่าดังกล่าว ดังนั้น การใช้ส่วนใบและต้นรวมกันอาจมีส่วนช่วยลดปริมาณเถ้าลงได้ ยกเว้นในหญ้าเนเปียร์มวกเหล็กและแคระ

สรุป

หญ้าเนเปียร์ในกลุ่มต้นสูงทุกพันธุ์ (รุกโวน่า ธรรมดา ทีฟตัน บาน่า กำแพงแสน และไต้หวันA148) เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นพลังงานทั้งในระบบเผาไหม้โดยตรงและระบบแก๊สซิฟิเคชั่นมากกว่าหญ้าเนเปียร์ ในกลุ่มต้นเตี้ย(มวกเหล็กและแคระ) โดยพิจารณาจากผลผลิตองค์ประกอบผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีที่มี

ผลกระทบต่อคุณสมบัติการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง และยังมีปริมาณเถ้าน้อยกว่าอีกด้วย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนส่วนหนึ่ง จากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และขอขอบคุณสถานีวิจัยสุวรรณวาจกกสิกิจที่ให้สถานที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Adler, P. R., M. A. Sanderson, A. A. Boateng, P. J. Weimer and H. J. G. Jung. 2006. Biomass yield and biofuel quality of switchgrass harvested in fall or spring. **Agron. J.** 98: 1518-1525.

AOAC. 1980. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13th ed., Association of Official Analytical Chemists Inc., Virginia.

Arjhan, V., N. Kongkrapee, K. Rubsombut, P. Channaroke and T. Hin-Sui. 2007. Study of a Small Scale Biomass Power Plant for Rural Communities. **Proc. of the Demonstration Small Scale Biomass Power Plant for Rural Communities**. National Research Council of Thailand, Nakhon Ratchasima, Thailand. p. 103-163. (in Thai).

Bakker, R. and H. W. Elbersen. 2005. Managing ash content and-quality in herbaceous biomass: An analysis from plant to product. **Proceedings 14th European Biomass Conference.** 17-21 October 2005, Paris, France.

Energy for Environment Foundation. 2006. **Biomass.** Energy for Environment Foundation, Bangkok. (in Thai).

Hoshino, M. 1975. **Studies on the tropical forage crop in Thailand**. TARC. Ministry of Agriculture and Forestry. Japan.

Kaskamalas, S. 2006. **Effect of Variety and Cutting Stage on Yield and Nutritive Value of Napier Silage**. M.S thesis, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai).

Lewandowski, I. and A. Kicherer. 1997. Combustion quality of biomass: practical relevance and experiments to modify the biomass quality of *Miscanthus x giganteus*. **Eur. J. Agron.** 6: 163-177.

LECO. 2003. **CHNS-932 instruction manual**. LECO corporation, MI, USA.

McKendry, P. 2002. Energy production from biomass (part 3): gasification technologies**. Biores. Tech.** 83: 55-63.

Milford, R. and D.J. Minson. 1966. The feeding value of tropical pasture. p. 106. *In* W. Davies and C.R. Skidmoru (eds.). **Tropical Pasture**. Faber and Faber, London.

Obernberger, I., T. Brunner and G. Bärnthaler. 2006. Chemical properties of solid biofuels significance and impact**. Biomass Bioenerg.** 27: 653-669.

Rengsirikul, K., Y. Ishii, K. Kangvansaichol, P. Sripichitt, V. Punsuvon, P. Vaithanomsat, G. Nakamanee and S. Tudsri. 2011. Effects of inter-cutting interval on biomass yield, growth components and chemical composition of napiergrass (*Pennisetum purpureum*) cultivars as bioenergy crops in Thailand. **Grassland Sci.** 57:135-141.

Rengsirikul, K., Y. Ishii, K Kangvansaichol, P. Sripichitt, V. Punsuvon, P. Vaithanomsat, G. Nakamanee and S. Tudsri. 2013. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 Cultivars of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) harvested 3-monthly in central Thailand. **JSBS.** 3: 107-112.

Sukkagate, S. 1994. **Effects of defoliation frequency on yield and quality of four different growth habit grasses.** M.S thesis, Kasetsart University. Bangkok. (in Thai).

Tudsri, S. 2004. **Tropical Forage Crop**. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai).

Tudsri, S., P. Sripichitt, G. Nakamanee and S. Vorajeravanich. 2010. Potential of napier grass for sustainable ethanol production. **Research report**. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai).

Tudsri, S., P. Sripichitt, N. Tonmukayakul and S. Boonprong. 2013. Leucaena Management on Low and High Fertile Soil for Energy Application. **Research report**. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai).

Tudsri, S., Y. Ishii and H. Numaguchi. 2002. Yield and quality of three tropical grasses intercropped with *Leucaena leucocephala*. **J. ISSAAS.** 7: 83-90.