ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของกระถินเทพา

Effect of Organic Fertilizer from Central Waste Water Treatment of Saha Group Industrial Park on Growth and Increasing Biomass of Kra Thin Saba *(Acacia mangium Willd.)*

จีรนันท์ นิติเศรษฐ์[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู[1*] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย[1] จุฑามาศ ร่มแก้ว[2] ธรรมธวัช แสงงาม[3] และธีรยุทธ คล้ำชื่น[4]

Chiranan Nitiset[1] Chaisit Thongjoo[1*] Tawatchai Inboonchuay[1] Jutamas Romkaew[2] Thamthawat Saengngam[3] and Teerayut Klumchaun[4]

ABSTRACT: This study investigated the effect of organic fertilizer from Central Waste Water Treatment of Saha Group Industrial Park on growth and increasing biomass of Kra Thin Saba (Acacia mangium Willd.) planted in Kamphaeng Saen series. The experimental design was arranged in Randomized Complete Block (RCBD) with 3 replications and consisted of 10 treatments. The results showed that the application of OFB of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFB provided the highest of plant height which was not significantly difference from the application of OFB of 1,000 kg/rai, the application of OFD of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFD and the application of OFD of 1,000 kg/rai. The application of OFB of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFB provided the highest of plant diameters and leaf greenness which was not significantly difference from the application of OFB of 1,000 kg/rai. Furthermore, the application of OFB of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFB provided the highest of total fresh biomass (11.09 ton/rai) which was not significantly difference from the application of OFB of 1,000 kg/rai and the application of OFD of 500 kg/rai

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[3] สถานีวิจัยกาญจนบุรี ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140
[4] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
[1] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.
[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140.
[3] Kanchanaburi Research Station, Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140.
[4] Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.
* Corresponding author: agrcht@ku.ac.th and thongjuu@yahoo.com

in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFD. While, the application of OFB of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OFB provided the highest of total dry biomass (4.48 ton/rai) which was not significantly difference from the application of OFB of 1,000 kg/rai.

Keywords: Kra Thin Saba *(Acacia mangium Willd.)*, Organic fertilizer, Biomass, Waste materials

บทคัดย่อ: ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของกระถินเทพาที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 10 ตำรับทดลอง ผลการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้ความสูงต้นของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OFD_{500}+$IF_{OFD-500}$) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFD_{1000}) ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+IFO_{FB-500}) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพสดรวมของกระถินเทพามากที่สุด (11.09 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OFD_{500}+$IF_{OFD-500}$) ขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+IFO_{FB-500}) มีผลให้มวลชีวภาพแห้งรวมของกระถินเทพามากที่สุด (4.48 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000})

คำสำคัญ: กระถินเทพา, ปุ๋ยอินทรีย์, มวลชีวภาพ, วัสดุเหลือใช้

คำนำ

กระถินเทพาเป็นไม้ยืนต้นเศรษฐกิจ จัดอยู่ในพืชตระกูลถั่ว มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศออสเตรเลีย ไม้กระถินเทพาเหมาะสำหรับการผลิตไม้อัด เฟอร์นิเจอร์ วงกบประตู หน้าต่าง ไม้แบบสำหรับก่อสร้าง และยังใช้เป็นไม้ฟืนได้ดี เพราะมีค่าความร้อนสูง (4,800-4,900 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) นอกจากนี้ สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ เพราะมีคุณภาพใกล้เคียงกับเยื่อที่ได้จากไม้ยูคาลิปตัส (Logan and Balodis, 1982) กระถินเทพาเป็นไม้ที่ควรส่งเสริมการปลูกสวนป่าทั้งในภาครัฐและเอกชน เพราะเป็นไม้โตเร็ว มีรอบตัดฟันสั้น และให้ผลทางเศรษฐกิจเร็วและคุ้มค่าต่อการลงทุน (โครงการจัดทำแผนแม่บทการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจระดับจังหวัด, 2548) โรงงานอุตสาหกรรมมีวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากตะกอนเยื่อกระดาษ เปลือกไม้ ขี้เถ้าลอย น้ำวีแนส กากตะกอนยีสต์ กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) เป็นต้น โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ (recycle) ค่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ ในแหล่งผลิต

หรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหากระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศในระยะยาวได้ (Thongjoo et al., 2005; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2561) การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากกากตะกอน (activated sludge) จากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม มีรายงานวิจัยพบว่ากากตะกอนน้ำเสียเหล่านั้น สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี (ชัยสิทธิ์ และปาจรีย์, 2552; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2553; ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี, 2553; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2555; ธวัชชัย และคณะ, 2555) อีกทั้งการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จะช่วยให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น และส่งผลให้พืชมีผลผลิตและมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นด้วย ปุ๋ยอินทรีย์แม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารอยู่น้อย แต่ก็มีธาตุอาหารพืชต่างๆ เป็นองค์ประกอบครบทุกธาตุ หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสมก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะจุลธาตุได้เป็นอย่างดี และยังช่วยปรับสภาพทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย (ยงยุทธ, 2528) จากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยอินทรีย์มีความสำคัญสำหรับการเกษตรกรรมอย่างยิ่ง ดังนั้น จึงเกิดแนวคิดในการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของกระถินเทพา ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen soil series, Ks; Typic Haplustalfs; fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic, Soil Survey Staff, 2003) เพื่อวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินก่อนทดลอง ได้แก่ ค่า pH (1:1) ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณสารหนู แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท รวมทั้งเนื้อดิน ซึ่งผลการวิเคราะห์สมบัติของดินได้แสดงไว้ใน Table 1 ปลูกกระถินเทพา (อายุ 3 เดือน) ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2560-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 30 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 6 ม. และยาว 6 ม. มีระยะห่างระหว่างต้น 1 ม. และระยะห่างระหว่างแถว 1 ม. (จำนวน 1,600 ต้น/ไร่) วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำๆ จำนวน 10 ตำรับทดลอง ดังนี้

ตำรับทดลอง	คำบรรยาย	สัญลักษณ์	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (กก. N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่)
T_1	ตำรับควบคุม	control	0-0-0
T_2	ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	IF_{DOA}	24-4-14
T_3	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 1,000 กก./ไร่	OFA_{1000}	22.2-21.1-11.3
T_4	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 500 กก./ไร่	$OFA_{500}+IF_{OFA-500}$	22.2-21.1-11.3
T_5	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่	OFB_{1000}	25.1-17.8-12.1
T_6	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่	$OFB_{500}+IF_{OFB-500}$	25.1-17.8-12.1
T_7	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 1,000 กก./ไร่	OFC_{1000}	21.5-19.4-12.7
T_8	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร C อัตรา 500 กก./ไร่	$OFC_{500}+IF_{OFC-500}$	21.5-19.4-12.7
T_9	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่	OFD_{1000}	22.8-18.4-13.2
T_{10}	ใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่	$OFD_{500}+IF_{OFD-500}$	22.8-18.4-13.2

การใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (42 %P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับกระถินเทพา คือ 24, 4 และ 14 กก. N, P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2553) สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองมาจากโครงการพัฒนาวิชาการระหว่าง บริษัท สหพัฒนาอินเตอร์โฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน) และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง “การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร” ซึ่งประกอบด้วยกากตะกอน ขุยมะพร้าว ผักตบชวา และอามิ-อามิ ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละครึ่งอัตราในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 2 และ 4 เดือนหลังปลูก สำหรับสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 2

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกระถินเทพาที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 5 ซม. จากผิวดิน และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด) โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) สำหรับการเก็บข้อมูลมวลชีวภาพสดและแห้งส่วนเหนือดินของกระถินเทพาที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก โดยการตัดต้นกระถินเทพาที่ระดับ 5 ซม. จากผิวดิน จากนั้น แยกส่วนต้น แขนง และใบ เพื่อทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) หากข้อมูลแสดงความแตกต่างทางสถิติ จะนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี DMRT (Duncan’s Multiple Range Test)

Table 1 Chemical and physical properties of soil before the experiment.

Properties	Results (0-30 cm)	Rating
pH (1:1)	7.16	neutral
EC_e (dS/m)	0.63	non-saline
Organic matter (%)[1/]	0.85	low
Available P (mg/kg)[2/]	43.10	high
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	65.96	moderately
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,312	high
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	128.74	high
Exchangeable Na (mg/kg)	31.89	-
Arsenic (As, mg/kg)	0.117	-
Cadmium (Cd, mg/kg)	0.031	-
Chromium (Cr, mg/kg)	7.256	-
Copper (Cu, mg/kg)	8.237	-
Lead (Pb, mg/kg)	1.156	-
Mercury (Hg, mg/kg)	0.017	-
Texture[4/]	sandy loam	-

Note [1/] = Walkley and Black method (Walkley and Black, 1934) [2/] = Bray II method (Bray and Kurtz, 1945)
[3/] = Extracted with NH4OAc pH 7.0 (Pratt, 1965) [4/] = Pipette method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2558)

Agricultural Science and Management J.1 (2) : 54-65 (2018)

Table 2 Chemical and physical properties of organic fertilizer (OF) before the experiment.

Properties	Results			
	OF-A	OF-B	OF-C	OF-D
pH (3:50)	6.93	6.64	6.67	7.14
EC 1:10 (dS/m)	7.89	9.22	9.42	8.23
Sodium (%)	0.46	0.59	0.56	0.58
Organic matter (%)	32.22	31.41	32.29	31.41
Organic carbon (%)	18.69	18.22	18.83	18.22
C:N ratio	8.42	7.26	8.71	7.99
Total N (%)	2.22	2.51	2.15	2.28
Total P_2O_5 (%)	2.11	1.78	1.94	1.84
Total K_2O (%)	1.13	1.21	1.27	1.32
Total primary nutrients (%)	5.46	5.50	5.36	5.44
Arsenic (As, mg/kg)	0.891	0.923	0.882	0.821
Cadmium (Cd, mg/kg)	0.182	0.175	0.182	0.187
Chromium (Cr, mg/kg)	50.912	62.356	56.897	71.236
Copper (Cu, mg/kg)	89.562	75.215	84.321	102.365
Lead (Pb, mg/kg)	12.365	11.365	10.368	8.367
Mercury (Hg, mg/kg)	0.212	0.174	0.127	0.118
Germination index (%)	84.29	83.84	88.18	81.78
Moisture (%)	7.89	8.35	8.64	8.78

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของกระถินเทพา ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของกระถินเทพา

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบกระถินเทพาที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 3, Table 4 และ Table 5) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตรBอัตรา500กก./ไร่(OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้ความสูงต้นของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OFD_{500}+$IF_{OFD-500}$) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFD_{1000}) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่

ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) ยังมีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบกระถินเทพาที่อายุ 6 เดือนหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ดังนั้น ปริมาณปุ๋ยที่ปลดปล่อยไนโตรเจนลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบกระถินเทพาลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2528) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบกระถินเทพาน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

2. มวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งของกระถินเทพา

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้มวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งของกระถินเทพาที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6 และ Table 7) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งส่วนต้น ส่วนแขนง และส่วนใบของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OFD_{500}+$IF_{OFD-500}$) ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพสดรวมของกระถินเทพามากที่สุด (11.09 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OFD_{500}+$IF_{OFD-500}$) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OFB_{500}+$IF_{OFB-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพแห้งรวมของกระถินเทพามากที่สุด (4.48 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OFB_{1000}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดรวมและมวลชีวภาพแห้งรวมของกระถินเทพาน้อยที่สุด คือ 4.68 และ 1.88 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต มวลชีวภาพสด และมวลชีวภาพแห้งของกระถินเทพาโดยภาพรวมดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2553) ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553) ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) และธวัชชัย และคณะ (2555) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับกระถินเทพาได้อย่างอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control) ผลมวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งของกระถินเทพาต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของพืช (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2553; ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี, 2553; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2555; ธวัชชัย และคณะ, 2555)

Agricultural Science and Management J.1 (2) : 54-65 (2018)

Table 3 Plant height of Kra Thin Saba at different stages.

Treatments	Plant height (cm)			
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]
T_1 = control	83.52$^{e\ 2/}$	160.57$^{f\ 2/}$	235.68$^{g\ 2/}$	341.67$^{e\ 2/}$
$T_2 = IF_{DOA}$	98.14^{d}	237.33^{e}	330.19^{f}	439.65^{d}
$T_3 = OFA_{1000}$	107.18^{bcd}	244.33^{de}	361.96^{cd}	537.35^{bc}
$T_4 = OFA_{500}+IF_{OFA-500}$	107.57^{bcd}	247.13^{cd}	368.86^{bc}	571.33^{ab}
$T_5 = OFB_{1000}$	112.54^{ab}	257.87^{ab}	388.57^{a}	603.99^{a}
$T_6 = OFB_{500}+IF_{OFB-500}$	120.10^{a}	265.87^{a}	393.63^{a}	608.21^{a}
$T_7 = OFC_{1000}$	100.65^{d}	239.27^{de}	341.18^{ef}	504.63^{c}
$T_8 = OFC_{500}+IF_{OFC-500}$	101.93^{cd}	241.27^{de}	351.30^{de}	515.73^{c}
$T_9 = OFD_{1000}$	107.82^{bcd}	254.53^{bc}	378.09^{ab}	584.29^{ab}
$T_{10} = OFD_{500}+IF_{OFD-500}$	111.58^{abc}	256.90^{b}	378.99a^{b}	589.49^{ab}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	15.54	14.97	12.47	14.67

[1/] Months after planting [2/] means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT, ** indicated significant difference at P< 0.01

Table 4 Plant diameters of Kra Thin Saba at different stages.

Treatments	Plant height (cm)			
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]
T_1 = control	1.08$^{h\ 2/}$	1.95$^{e\ 2/}$	3.05$^{g\ 2/}$	3.32$^{f\ 2/}$
$T_2 = IF_{DOA}$	1.32^{g}	2.60^{d}	3.88^{f}	4.12^{e}
$T_3 = OFA_{1000}$	1.51^{de}	3.00^{c}	4.47^{d}	5.25^{c}
$T_4 = OFA_{500}+IF_{OFA-500}$	1.65^{cd}	3.20^{b}	4.56^{cd}	5.34^{c}
$T_5 = OFB_{1000}$	1.82^{b}	3.50^{a}	4.89^{b}	6.13^{a}
$T_6 = OFB_{500}+IF_{OFB-500}$	2.13^{a}	3.51^{a}	5.12^{a}	6.23^{a}
$T_7 = OFC_{1000}$	1.34^{fg}	2.87^{c}	4.12^{e}	4.75^{d}
$T_8 = OFC_{500}+IF_{OFC-500}$	1.49^{ef}	2.94^{c}	4.26^{e}	4.84^{d}
$T_9 = OFD_{1000}$	1.68^{bc}	3.38^{a}	4.72^{bc}	5.64^{b}
$T_{10} = OFD_{500}+IF_{OFD-500}$	1.75^{bc}	3.40^{a}	4.81^{b}	5.75^{b}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	15.47	14.13	13.63	14.23

[1/] Months after planting [2/] means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT, ** indicated significant difference at P< 0.01

Table 5 Leaf greenness (SPAD reading) of Kra Thin Saba at different stages.

Treatments	SPAD reading			
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]
T_1 = control	35.79^{d} [2/]	32.41^{g} [2/]	30.25^{g} [2/]	27.69^{f} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	38.85^{c}	40.11^{f}	34.75^{f}	33.58^{e}
T_3 = OFA_{1000}	39.92^{bc}	42.87^{de}	38.63^{de}	36.85^{d}
T_4 = OFA_{500} +$IF_{OFA-500}$	40.54^{bc}	43.12^{d}	41.58^{cd}	40.23^{c}
T_5 = OFB_{1000}	45.17^{a}	53.69^{a}	51.56^{a}	48.55^{a}
T_6 = OFB_{500} +$IF_{OFB-500}$	46.03^{a}	54.23^{a}	52.12^{a}	48.65^{a}
T_7 = OFC_{1000}	39.55^{bc}	41.37^{ef}	36.23^{ef}	34.23^{e}
T_8 = OFC_{500} +$IF_{OFC-500}$	39.68^{bc}	41.56^{ef}	37.69^{ef}	36.45^{d}
T_9 = OFD_{1000}	41.38^{b}	45.63^{c}	44.23^{bc}	43.69^{b}
T_{10} = OFD_{500} +$IF_{OFD-500}$	41.52^{b}	48.23^{b}	46.23^{b}	44.12^{b}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.23	14.73	13.54	13.18

[1/] Months after planting [2/] means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT, ** indicated significant difference at P< 0.01

Table 6 Total fresh biomass of Kra Thin Saba at 12 MAP.

Treatments	Fresh biomass (ton/rai)			
	Stems	Branches	Leaves	Total
T_1 = control	3.23^{g} [1/]	0.57^{g} [1/]	0.88^{h} [1/]	4.68^{g} [1/]
T_2 = IF_{DOA}	6.38^{f}	1.32^{f}	1.48^{g}	9.18^{f}
T_3 = OFA_{1000}	7.18^{d}	1.47^{cde}	1.68^{def}	10.33^{cd}
T_4 = OFA_{500} +$IF_{OFA-500}$	7.23^{cd}	1.50^{cde}	1.71^{cde}	10.44^{bc}
T_5 = OFB_{1000}	7.43^{ab}	1.63^{ab}	1.83^{ab}	10.89^{ab}
T_6 = OFB_{500} +$IF_{OFB-500}$	7.56^{a}	1.67^{a}	1.86^{a}	11.09^{a}
T_7 = OFC_{1000}	6.73^{e}	1.40^{ef}	1.60^{f}	9.73^{e}
T_8 = OFC_{500} +$IF_{OFC-500}$	6.89^{e}	1.43^{def}	1.63^{ef}	6.89^{e}
T_9 = OFD_{1000}	7.35^{bcd}	1.53^{bcd}	1.75^{bcd}	9.95^{de}
T_{10} = OFD_{500} +$IF_{OFD-500}$	7.38^{abc}	1.58^{abc}	1.78^{abc}	10.74^{abc}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	15.73	14.78	13.17	14.86

[1/] means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT

** indicated significant difference at P< 0.01

Table 7 Total dry biomass of Kra Thin Saba at 12 MAP.

Treatments	Dry biomass (ton/rai)			
	Stems	Branches	Leaves	Total
T_1 = control	1.33$^{e\ 1/}$	0.22$^{f\ 1/}$	0.33$^{h\ 1/}$	1.88$^{g\ 1/}$
$T_2 = IF_{DOA}$	2.64^{d}	0.52e	0.55^{g}	3.71^{f}
$T_3 = OFA_{1000}$	2.97^{abc}	0.58^{bcd}	0.63^{def}	4.18^{d}
$T_4 = OFA_{500} + IF_{OFA-500}$	2.99^{ab}	0.59^{bcd}	0.64^{cde}	4.22c^{d}
$T_5 = OFB_{1000}$	3.07^{a}	0.64^{ab}	0.68^{ab}	4.39^{ab}
$T_6 = OFB_{500} + IF_{OFB-500}$	3.12^{a}	0.66^{a}	0.70^{a}	4.48^{a}
$T_7 = OFC_{1000}$	2.78^{cd}	0.55de	0.60^{f}	3.93^{e}
$T_8 = OFC_{500} + IF_{OFC-500}$	2.85^{bc}	0.56^{cde}	0.61^{ef}	4.02^{e}
$T_9 = OFD_{1000}$	3.04ab	0.60^{bcd}	0.65^{bcd}	4.29^{bc}
$T_{10} = OFD_{500} + IF_{OFD-500}$	3.05^{ab}	0.62^{abc}	0.67^{abc}	4.34^{b}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.02	15.82	13.58	14.38

$^{1/}$ means within the same column followed by the same letter indicated no statistical difference by DMRT

** indicated significant difference at P< 0.01

สรุป

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้นของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดรวมของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพแห้งรวมของกระถินเทพามากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาวิชาการระหว่างภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และบริษัท สหพัฒนาอินเตอร์โฮลดิ้ง จำกัด (มหาชน) รวมทั้งบริษัท วาย.วี.พี เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด ที่สนับสนุนปุ๋ยเคมีตลอดระยะการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2558. คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์. คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

โครงการจัดทำแผนแม่บทการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจระดับจังหวัด. 2548. กระถินเทพา. เอกสารส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน. สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และปาจรีย์ แน่นหนา. 2552. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของอ้อยพันธุ์สุพรรณบุรี 80 ที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน (ปีที่ 1). วารสารดินและปุ๋ย 31(1) : 6-26.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, กานต์ การะเวก และปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์. 2553. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารดินและปุ๋ย 32(3): 170-179.

ชัยสิทธิ์ ทองจู และธนัตศรี สอนจิตร. 2553. ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28(1) : 99-109.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธนัตศรี สอนจิตร, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, ระวิ วรรณ โชติพันธ์, ธีรยุทธ คล้ำชื่น และรุจิกร ศรีแม้นม่วง. 2555. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1(1) : 14-28.

ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย และธรรมธวัช แสงงาม. 2561. ผลของกากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 1 (1): 22-29.

ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, ชัยสิทธิ์ ทองจู, กานต์ การะเวก, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ระวิวรรณ โชติพันธ์ และรุจิกร ศรีแม้นม่วง. 2555. ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินยางตลาด. วารสารแก่นเกษตร 40(3): 217-228.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

Bray, R.A. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. Soil Sci. 59: 39-45.

Logan, A. F. and V. Balodis. 1982. Pulping and papermaking characteristics of plantation-growth Acacia mangium from Sabah. The Malaysian Forester 45(2): 217-236.

Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis Part II. Agronomy, No. 9. Amer. Soc. Agron. Inc, Madison, Wisconsin, U.S.A.

Soil Survey Staff. 2003. Key to Soil Taxonomy: Ninth Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C. 332 p.

Thongjoo, C., S., Miyagawa and N. Kawakubo. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Prod. Sci. 8(4): 475-481.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-35.