การใช้ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน

Utilization of Organic Fertilizer from Central Waste Water Treatment of Saha Group Industrial Park on Growth and Increasing Biomass of Eucalyptus Planted in Kamphaeng Saen Soil Series

เนติธร กรุณา,[1] ชัยสิทธิ์ ทองจู,[1] ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย,[1] กนกกร สินมา,[1] สิรินภา ช่วงโอภาส,[1] เกวลิน ศรีจันทร์,[1] อัญธิชา พรมเมืองคุก,[1] สุชาดา กรุณา,[1] ศิริสุดา บุตรเพชร,[1] ภูวดล แท่นทอง,[1] ชาลินี คงสุด,[2] ธรรมธวัช แสงงาม[2] และธีรยุทธ คล้ำชื่น[3]*

Netitorn Karuna,[1] Chaisit Thongjoo,[1*] Tawatchai Inboonchuay,[1] Kanokkorn Sinma,[1] Sirinapa Chungopast,[1] Kavalin Srichan,[1] Aunthicha Phommuangkhuk,[1] Suchada Karuna,[1] Sirisuda Bootpetch,[1] Phuwadon Thanthong,[1] Chalinee Khongsud,[2] Thamthawat Saengngam[2] and Teerayut Klumchaun[3]

Received 15 July 2019, Accepted 17 December 2019

ABSTRACT

This investigation aimed to study the utilization of organic fertilizer (OF) from Central Waste Water Treatment of Saha Group Industrial Park on growth and increasing biomass of eucalyptus planted in Kamphaeng Saen soil series. The experimental design was arranged in Randomized Complete Block (RCBD) with 3 replications consisting of 10 treatments. The results showed that the application of OF-B of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-B provided the highest of plant height, plant diameters and leaf greenness (SPAD reading) which was not significantly different from the application of OF-B of 1,000 kg/rai and the application of OF-D of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai. Furthermore, the application of OF-B of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-B provided the highest of stems, branches, leaves and total-fresh

[1] ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Soil Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakorn Pathom, 73140 Thailand.

[2] ศูนย์วิจัยและบริการวิชาการ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Research and Academic Service Center, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140 Thailand.

[3] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี. จ.ปทุมธานี 12130
Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani, 12130 Thailand.

[*] Corresponding author: E-mail address: agrcht@ku.ac.th, thongjuu@yahoo.com

biomass which was not significantly different from the application of OF-B of 1,000 kg/rai and the application of OF-D of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai. While the application of OF-B of 500 kg/rai in combination with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai provided the highest of stems and total-dry biomass which was not significantly different from the application of OFB of 1,000 kg/rai.

Keywords: Biomass, Eucalyptus, Organic fertilizer, Waste materials

บทคัดย่อ

ศึกษาการใช้ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วยตำรับทดลอง 10 ตำรับทดลอง ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพสดรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ 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 มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นและมวลชีวภาพแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่

คำสำคัญ: มวลชีวภาพ ยูคาลิปตัส ปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุเหลือใช้

คำนำ

ยูคาลิปตัสได้รับการส่งเสริมให้ปลูกกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นไม้ที่สามารถปลูกได้ในทุกสภาพดินและเป็นไม้ที่โตเร็ว จึงเป็นที่นิยมปลูกกันทั่วโลกทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น (อนิวรรต, 2527) กรมป่าไม้ได้ส่งเสริมให้มีการปลูกไว้ใช้สอยในที่ดินกรรมสิทธิ์ของเกษตรกรเอง และส่งเสริมให้ปลูกยูคาลิปตัสแทนพืชไร่บางชนิด เช่น มันสำปะหลัง เป็นต้น ภาคเอกชนได้ให้ความสนใจต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้ยูคาลิปตัสเป็นวัตถุดิบมากขึ้น ส่งผลให้มีความต้องการใช้ไม้ยูคาลิปตัสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ (ชัยสิทธิ์และธนัตศรี, 2553) โรงงานอุตสาหกรรมมีวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น กากตะกอนเยื่อกระดาษ กากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย กากน้ำตาลผงชูรส (อามิ-อามิ) ขี้เถ้าลอย น้ำวีแนส กากตะกอนยีสต์ เป็นต้น โดยวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวมีการนำกลับไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างน้อย จึงมักถูกทิ้งไว้ในแหล่งผลิตหรือบริเวณข้างเคียง ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ (Thongjoo *et al.*, 2005; จีรนันท์ และคณะ, 2561; ภูวดล และคณะ, 2562) การเพิ่มอินทรียวัตถุในดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากกากตะกอน (activated sludge cake) บ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม มีรายงานวิจัยพบว่ากากตะกอนน้ำเสียเหล่านั้น สามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีกับพืช

เศรษฐกิจชนิดต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ข้าว (นฤพน และคณะ, 2556) อ้อย (ปิยพงศ์ และคณะ, 2560) มันสำปะหลัง (ทิพวรรณ และคณะ, 2557; ธีรยุทธ และคณะ, 2560) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (จันจิรา และคณะ, 2552; ธนศมณท์ และคณะ, 2561) กระถินเทพา (จีรนันท์ และคณะ, 2561) ยูคาลิปตัส (ภูวดล และคณะ, 2562) เป็นต้น อีกทั้งการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จะช่วยให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากขึ้น ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโต ผลผลิต และมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น และยังช่วยปรับสภาพทางฟิสิกส์ของดินให้ดีขึ้นอีกด้วย (ยงยุทธ, 2528) จากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้น จึงเกิดแนวคิดในการศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัส ซึ่งนอกจากจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแล้ว ยังช่วยลดมลภาวะที่อาจเกิดจากวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลอง ณ แปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 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 water) ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (EC_e) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ รวมทั้งเนื้อดิน (Table 1) ปลูกยูคาลิปตัส (อายุ 3 เดือน) สายพันธุ์ K 7 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560-เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 จำนวน 30 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาดกว้าง 6 ม. และยาว 6 ม. มีระยะห่างระหว่างต้น 1 ม. และระยะห่างระหว่างแถว 1 ม. (จำนวน 35 ต้น/แปลงย่อย หรือ 1,600 ต้น/ไร่) วางแผนทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCBD) ทำซ้ำจำนวน 3 ครั้ง ประกอบด้วยตำรับทดลอง 10 ตำรับทดลอง (Table 2)

Table 1 Properties of soil before the experiment

Properties	Results (0-30 cm.)	Rating
pH (1:1 water)	6.36	slightly acid
EC_e (dS/m)	0.49	non-saline
Organic matter (%)[1/]	0.80	Low
Available P (mg/kg)[2/]	39.29	high
Exchangeable K (mg/kg)[3/]	53.95	low
Exchangeable Ca (mg/kg)[3/]	1,247	high
Exchangeable Mg (mg/kg)[3/]	123.55	high
Exchangeable Na (mg/kg)[3/]	33.47	-
Texture[4/]	sandy loam	-

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

Table 2 Detail of treatments

Treatments	Describes	Symbols	Quantity of major elements (kgN-P_2O_5-K_2O per rai)
T_1	no fertilizer and OF treatment	control	0-0-0
T_2	the application of chemical fertilizer based on soil chemical analysis	IF_{DOA}	24-4-14
T_3	the application of OF-A of 1,000 kg/rai	$OF\text{-}A_{1000}$	22.2-21.1-11.3
T_4	the application of OF-A of 500 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-A	$OF\text{-}A_{500}+IF_{OF\text{-}A\text{-}500}$	22.2-21.1-11.3
T_5	the application of OF-B of 1,000 kg/rai	$OF\text{-}B_{1000}$	25.1-17.8-12.1
T_6	the application of OF-B of 500 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-B	$OF\text{-}B_{500}+IF_{OF\text{-}B\text{-}500}$	25.1-17.8-12.1
T_7	the application of OF-C of 1,000 kg/rai	$OF\text{-}C_{1000}$	21.5-19.4-12.7
T_8	the application of OF-C of 500 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-C	$OF\text{-}C_{500}+IF_{OF\text{-}C\text{-}500}$	21.5-19.4-12.7
T_9	the application of OF-D of 1,000 kg/rai	$OF\text{-}D_{1000}$	22.8-18.4-13.2
T_{10}	the application of OF-D of 500 kg/rai in combinations with chemical fertilizers containing all major elements equivalent to 500 kg/rai of the OF-D	$OF\text{-}D_{500}+IF_{OF\text{-}D\text{-}500}$	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 (ปีที่ 1) และที่อายุ 14 และ 16 เดือนหลังปลูก (ปีที่ 2) ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับไม้ยืนต้น (ยูคาลิปตัส) 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 (ปีที่ 1) และที่อายุ 14 และ 16 เดือนหลังปลูก (ปีที่ 2) สำหรับสมบัติบางประการของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการทดลองได้แสดงไว้ใน Table 3

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของยูคาลิปตัสจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อยที่อายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 5 ซม. จากผิวดิน และค่าความเขียวของใบ (SPAD reading) (วัดตำแหน่งใบที่ 3-5 จากปลายยอด) โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter (Minolta Co., Ltd., JAPAN: SPAD-502 model) สำหรับการเก็บข้อมูลมวลชีวภาพสดและแห้งส่วนเหนือดินของยูคาลิปตัสที่อายุ 24 เดือนหลังปลูก โดยการตัดต้นยูคาลิปตัสที่ระดับ 5 ซม. จากผิวดิน (จำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย) จากนั้น แยกส่วนต้น แขนง และใบ เพื่อทำการชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) หากข้อมูลแสดงความแตกต่างทางสถิติ จะนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT (Duncan’s Multiple Range Test)

Table 3 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
Germination index (%)	84.29	83.84	88.18	81.78
Moisture (%)	7.89	8.35	8.64	8.78

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน ปรากฏผลดังนี้

1. การเจริญเติบโตของยูคาลิปตัส

1.1 ความสูงต้น

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ความสูงต้นของยูคาลิปตัสที่อายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 4) กล่าวคือ ที่อายุ 3, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ($OF\text{-}B_{500}+IF_{OF\text{-}B\text{-}500}$) มีผลให้ความสูงต้นของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ ($OF\text{-}B_{1000}$) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ($OF\text{-}D_{500}+IF_{OF\text{-}D\text{-}500}$) ส่วนที่อายุ 6, 15, 18, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก พบว่า $OF\text{-}B_{500}+IF_{OF\text{-}B\text{-}500}$ มีผลให้ความสูงต้นของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ $OF\text{-}B_{1000}$ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้นของยูคาลิปตัสน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 4 Plant height of eucalyptus at different stages

Treatments	Plant height (cm)							
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]	15 MAP[1/]	18 MAP[1/]	21 MAP[1/]	24 MAP[1/]
T_1 = control	134.05^{g} [2/]	272.97^{e} [2/]	345.32^{g} [2/]	423.46^{g} [2/]	525.55^{f} [2/]	605.10^{h} [2/]	665.50^{g} [2/]	714.70^{g} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	149.54^{f}	437.17^{d}	509.74^{f}	663.73^{f}	800.51^{e}	865.90^{g}	918.40^{f}	983.50^{f}
T_3 = OF-A_{1000}	178.94^{de}	443.87^{cd}	532.49^{de}	761.49^{d}	854.09^{bc}	970.00^{e}	1,030.70^{d}	1,088.30^{de}
T_4 = OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$	181.73^{cde}	450.93^{bc}	535.72^{cd}	763.39^{cd}	858.88^{bc}	989.60^{d}	1,042.43^{d}	1,092.50^{d}
T_5 = OF-B_{1000}	197.23^{ab}	455.37^{ab}	552.82^{ab}	781.40^{ab}	878.50^{ab}	1,081.57^{a}	1,150.60^{a}	1,223.60^{a}
T_6 = OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$	204.80^{a}	462.47^{a}	558.71^{a}	785.33^{a}	899.11^{a}	1,089.97^{a}	1,153.57^{a}	1,228.27^{a}
T_7 = OF-C_{1000}	173.91^{e}	437.70^{d}	523.80^{e}	718.48^{e}	808.24^{de}	951.77^{f}	1,006.53^{e}	1,058.30^{e}
T_8 = OF-C_{500}+$IF_{OF-C-500}$	177.97^{de}	443.30^{cd}	528.72^{de}	722.46^{e}	835.42^{cd}	962.37^{ef}	1,013.33^{e}	1,073.60^{de}
T_9 = OF-D_{1000}	188.59^{bcd}	451.27^{bc}	545.64^{bc}	772.75^{bc}	859.78^{bc}	1,002.93^{c}	1,065.67^{c}	1,129.83^{c}
T_{10} = OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$	195.61^{abc}	452.20^{bc}	548.73^{ab}	777.45^{ab}	865.04^{bc}	1,056.97^{b}	1,116.23^{b}	1,185.43^{b}
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	14.49	15.19	14.47	15.86	14.21	13.53	14.74	13.76

Note: [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 $P< 0.01$

1.2 เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสที่อายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 5) กล่าวคือ ที่อายุ 3 เดือนหลังปลูก พบว่า ทุกตำรับทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสใกล้เคียงกันในช่วง 2.23-2.63 ซม. ที่อายุ 6, 9 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$) มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-B_{1000}) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-D_{1000}) ที่อายุ 15, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000} ส่วนที่อายุ 18 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000} และ OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$ ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของยูคาลิปตัสน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 5 Plant diameters of eucalyptus at different stages

Treatments	Plant diameters (cm)							
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]	15 MAP[1/]	18 MAP[1/]	21 MAP[1/]	24 MAP[1/]
T_1 = control	1.76^{b} [2/]	2.94^{e} [2/]	3.76^{f} [2/]	4.89^{e} [2/]	5.33^{h} [2/]	5.74^{g} [2/]	6.12^{f} [2/]	6.52^{f} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	2.23^{a}	3.97^{d}	4.83^{e}	5.38^{d}	5.84^{g}	6.54^{f}	6.88^{e}	7.71^{e}
T_3 = OF-A_{1000}	2.36^{a}	4.22^{c}	6.47^{b}	7.84^{b}	8.45^{d}	8.95^{cd}	9.64^{c}	10.09^{c}
T_4 = OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$	2.38^{a}	4.27^{bc}	6.53^{b}	7.88^{b}	8.56^{d}	9.12^{c}	9.76^{bc}	10.35^{c}
T_5 = OF-B_{1000}	2.50^{a}	4.45^{a}	6.81^{a}	8.32^{a}	9.43^{ab}	10.15^{ab}	11.76^{a}	12.42^{a}
T_6 = OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$	2.63^{a}	4.47^{a}	6.84^{a}	8.35^{a}	9.56^{a}	10.23^{a}	11.85^{a}	12.58^{a}
T_7 = OF-C_{1000}	2.26^{a}	3.99^{d}	5.24^{d}	7.08^{c}	7.65^{f}	8.23^{e}	8.46^{d}	9.03^{d}
T_8 = OF-C_{500}+$IF_{OF-C-500}$	2.31^{a}	4.03^{d}	5.36^{c}	7.15^{c}	8.23^{e}	8.55^{de}	8.73^{d}	9.45^{d}
T_9 = OF-D_{1000}	2.47^{a}	4.31^{abc}	6.73^{a}	8.18^{a}	9.12^{c}	9.68^{b}	10.12^{bc}	10.55^{bc}
T_{10} = OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$	2.48^{a}	4.41^{ab}	6.77^{a}	8.21^{a}	9.34^{b}	9.85^{ab}	10.23^{b}	10.96^{b}
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	13.02	12.11	13.82	12.49	13.51	13.39	13.12	12.75

Note: [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 $P< 0.01$

1.3 ค่าความเขียวของใบ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้ค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสที่อายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 6) กล่าวคือ ที่อายุ 3,15 และ 18 เดือนหลังปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$) มีผลให้ค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-B_{1000}) ที่อายุ 6 และ 12 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้ค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000} และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$) ส่วนที่อายุ 9, 21 และ 24 เดือนหลังปลูก พบว่า OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้ค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000}, OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-D_{1000}) โดยมีข้อสังเกตว่าค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสที่อายุตั้งแต่ 6-12 เดือนหลังปลูก (ปีที่ 1) และที่อายุตั้งแต่ 18-24 เดือนหลังปลูก (ปีที่ 2) มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากชุดดินกำแพงแสนมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับต่ำ ดังนั้นปริมาณปุ๋ยที่ปลดปล่อยไนโตรเจนลดลงตามระยะเวลา จึงส่งผลให้ค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสลดลง ทั้งนี้เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์นั่นเอง (ยงยุทธ, 2528) อย่างไรก็ตาม ตำรับควบคุม (control) มีผลให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสน้อยที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต

Table 6 Leaf greenness (SPAD reading) of eucalyptus at different stages

Treatments	SPAD reading							
	3 MAP[1/]	6 MAP[1/]	9 MAP[1/]	12 MAP[1/]	15 MAP[1/]	18 MAP[1/]	21 MAP[1/]	24 MAP[1/]
T_1 = control	31.07^{c} [2/]	29.45^{e} [2/]	28.15^{f} [2/]	27.11^{f} [2/]	32.00^{e} [2/]	31.47^{f} [2/]	30.11^{c} [2/]	28.69^{c} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	33.36^{b}	36.12^{d}	34.86^{e}	32.15^{e}	34.12^{d}	35.47^{e}	34.82^{b}	32.83^{b}
T_3 = OF-A_{1000}	34.17^{b}	40.23^{c}	38.76^{bc}	37.15^{d}	34.85^{d}	37.56^{cd}	36.38^{b}	34.69^{b}
T_4 = OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$	34.28^{b}	41.59^{bc}	40.21^{bc}	38.25^{cd}	35.69^{d}	38.56^{c}	36.75^{b}	35.12^{b}
T_5 = OF-B_{1000}	35.23^{ab}	45.88^{a}	43.73^{a}	41.13^{ab}	40.23^{ab}	45.47^{a}	43.69^{a}	41.28^{a}
T_6 = OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$	37.04^{a}	46.32^{a}	44.36^{a}	41.56^{a}	41.58^{a}	45.63^{a}	43.76^{a}	41.53^{a}
T_7 = OF-C_{1000}	33.97^{b}	36.47^{d}	35.63^{de}	34.23^{e}	34.23^{d}	36.23^{de}	35.32^{b}	33.15^{b}
T_8 = OF-C_{500}+$IF_{OF-C-500}$	34.00^{b}	39.87^{c}	38.12^{cd}	36.76^{d}	34.58^{d}	36.58^{de}	35.64^{b}	33.28^{b}
T_9 = OF-D_{1000}	34.49^{b}	42.32^{b}	41.59^{ab}	38.76^{bcd}	37.56^{c}	43.12^{b}	41.65^{a}	39.47^{a}
T_{10} = OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$	34.51^{b}	44.66^{a}	43.18^{a}	40.36^{abc}	38.88^{bc}	43.25^{b}	41.84^{a}	40.29^{a}
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	13.46	12.78	12.18	13.89	12.41	12.69	13.59	12.87

Note: [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

2. มวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งของยูคาลิปตัส

2.1 มวลชีวภาพสด

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพสดรวมของยูคาลิปตัสที่อายุ 24 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 7) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนต้นและส่วนแขนงของยูคาลิปตัสมากที่สุด (15.43 และ 2.65 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-B_{1000}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$) นอกจากนี้ OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ ยังมีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนใบของยูคาลิปตัสมากที่สุด (2.85 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างจาก OF-B_{1000}, OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-D_{1000}) อย่างไร

ก็ตาม OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้มวลชีวภาพสดรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด (20.93 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างจาก OF-B_{1000}, OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$, OF-D_{1000} และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพสดรวมของยูคาลิปตัสน้อยที่สุด คือ 5.87, 1.12, 1.13 และ 8.12 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

Table 7 Total-fresh biomass of eucalyptus at 24 MAP[1/]

Treatments	Fresh biomass (ton/rai)			
	Stems	Branches	Leaves	Total
T_1 = control	5.87^{f} [2/]	1.12^{g} [2/]	1.13^{e} [2/]	8.12^{e} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	12.59^{e}	1.76^{f}	2.28^{d}	16.63^{d}
T_3 = OF-A_{1000}	13.76^{cd}	2.30^{cd}	2.58^{b}	18.64^{bc}
T_4 = OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$	14.25^{c}	2.36^{c}	2.63^{b}	19.24^{abc}
T_5 = OF-B_{1000}	15.37^{ab}	2.63^{a}	2.83^{a}	20.83^{a}
T_6 = OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$	15.43^{a}	2.65^{a}	2.85^{a}	20.93^{a}
T_7 = OF-C_{1000}	13.26^{d}	2.18^{e}	2.40^{c}	17.84^{cd}
T_8 = OF-C_{500}+$IF_{OF-C-500}$	13.53^{d}	2.21^{de}	2.43^{c}	18.17^{cd}
T_9 = OF-D_{1000}	14.87^{b}	2.49^{b}	2.76^{a}	20.12^{ab}
T_{10} = OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$	15.12^{ab}	2.57^{ab}	2.80^{a}	20.49^{a}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.16	12.99	13.38	14.06

Note: [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 $P< 0.01$

2.2 มวลชีวภาพแห้ง

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว หรือการใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพแห้งรวมของยูคาลิปตัสที่อายุ 24 เดือนหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 8) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$) มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นและมวลชีวภาพแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด (6.73 และ 9.13 ตัน/ไร่ ตามลำดับ) ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-B_{1000}) นอกจากนี้ OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ ยังมีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนแขนงของยูคาลิปตัสมากที่สุด (1.18 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000} และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ (OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$) อย่างไรก็ตาม OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$ มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนใบของยูคาลิปตัสมากที่สุด (1.22 ตัน/ไร่) ไม่แตกต่างกับ OF-B_{1000}, OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-D_{1000}) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร A อัตรา 1,000 กก./ไร่ (OF-A_{1000}) ขณะที่ตำรับควบคุม (control) มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพแห้งรวมของยูคาลิปตัสน้อยที่สุด คือ 2.57, 0.49, 0.52 และ 3.58 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

Table 8 Total-dry biomass of eucalyptus at 24 MAP[1/]

Treatments	Dry biomass (ton/rai)			
	Stems	Branches	Leaves	Total
T_1 = control	2.57^{f} [2/]	0.49^{g} [2/]	0.52^{f} [2/]	3.58^{h} [2/]
T_2 = IF_{DOA}	5.69^{e}	0.83^{f}	0.86^{e}	7.38^{g}
T_3 = OF-A_{1000}	6.25^{c}	0.95^{cde}	1.14^{ab}	8.34^{d}
T_4 = OF-A_{500}+$IF_{OF-A-500}$	6.28^{c}	0.97^{cd}	1.12^{bc}	8.37^{cd}
T_5 = OF-B_{1000}	6.69^{a}	1.15^{a}	1.20^{ab}	9.04^{a}
T_6 = OF-B_{500}+$IF_{OF-B-500}$	6.73^{a}	1.18^{a}	1.22^{a}	9.13^{a}
T_7 = OF-C_{1000}	5.76^{e}	0.87^{ef}	0.97^{d}	7.60^{f}
T_8 = OF-C_{500}+$IF_{OF-C-500}$	6.00^{d}	0.91^{def}	1.05^{c}	7.96^{e}
T_9 = OF-D_{1000}	6.32^{c}	1.03^{bc}	1.16^{ab}	8.51^{c}
T_{10} = OF-D_{500}+$IF_{OF-D-500}$	6.57^{b}	1.11^{ab}	1.18^{ab}	8.86^{b}
F-test	**	**	**	**
CV (%)	13.65	13.98	12.43	14.81

Note: [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

จากผลการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ให้ข้อสังเกตว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มให้การเจริญเติบโต มวลชีวภาพสด และมวลชีวภาพแห้งของยูคาลิปตัสโดยภาพรวมดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว หรือการใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของชัยสิทธิ์ และคณะ (2553) ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี (2553) ชัยสิทธิ์ และคณะ (2555) และธวัชชัย และคณะ (2555) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าปุ๋ยเคมีสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับยูคาลิปตัสได้อย่างรวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโต ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์จะค่อยๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตเมื่อระยะเวลานานขึ้น ในทางตรงกันข้ามพบว่าการไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (control) มีผลมวลชีวภาพสดและมวลชีวภาพแห้งของยูคาลิปตัสต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะการปลูกพืชที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยในระยะยาวจะมีผลให้ปริมาณธาตุอาหารในดินลดน้อยลง และไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของพืช (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2553; ชัยสิทธิ์ และธนัตศรี, 2553; ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2555; ธวัชชัย และคณะ, 2555)

สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และค่าความเขียวของใบยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร D อัตรา 500 กก./ไร่ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีเทียบเท่าธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 500 กก./ไร่ มีผลให้มวลชีวภาพสดส่วนต้น ส่วนแขนง ส่วนใบ และมวลชีวภาพสดรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่ 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 มีผลให้มวลชีวภาพแห้งส่วนต้นและมวลชีวภาพแห้งรวมของยูคาลิปตัสมากที่สุด ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยอินทรีย์สูตร B อัตรา 1,000 กก./ไร่

คำขอบคุณ

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

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2553). *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2558). *คู่มือปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางดิน ระบบโสตทัศนูปกรณ์*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จีรนันท์ นิติเศรษฐ์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, จุฑามาศ ร่มแก้ว, ธรรมธวัช แสงงาม, และธีร ยุทธ คล้ำชื่น. (2561). ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของกระถินเทพา. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ, 1*(2), 54-65.

จันจิรา แสงสีเหลือง, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว และเกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. (2552). ผลของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในชุดดิน กำแพงแสน. ใน *การประชุมทางวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ*. (น. 19-28). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

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, ระวิวรรณ โชติพันธ์, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, และรุจิกร ศรีแม้นม่วง. (2555). ผลของกากตะกอนเยื่อกระดาษต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสที่ปลูกในดินชุดดินกำแพงแสน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, *1*(1), 14-28.

ทิพวรรณ แก้วหนู, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ธงชัย มาลาศุภชัย อำคา, วิภาวรรณ ท้ายเมือง, ชาลินี คงสุด, ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, และศิริสุดา บุตรเพชร. (2557). ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากกากตะกอนยีสต์และน้ำวีแนสต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. ใน *การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 11 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ*. (น. 53-66). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธนศมณท์ กุลการัณย์เลิศ, ชัยสิทธิ์ ทองจู, จุฑามาศ ร่มแก้ว, และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. (2561). การใช้ประโยชน์ผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, *36*(1), 40-49.

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

ธีรยุทธ คล้ำชื่น, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ทศพล พรพรหม, และธวัชชัย อินทร์บุญช่วย. (2560). ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อผลผลิตของมันสำปะหลัง และสมบัติของดิน. *วารสารแก่นเกษตร*, *45* (4), 711-720.

นฤพน รักขยัน, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, จุฑามาศ ร่มแก้ว, และศิริสุดา บุตรเพชร. (2556). การใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเอทานอลเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าว. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 สาขาพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ.* (น.100-110). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ปิยพงศ์ เขตปิยรัตน์, ชัยสิทธิ์ ทองจู, ศุภชัย อำคา, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, และพงษ์เพชร พงษ์ศิวาภัย. (2560). ผลของวัสดุอินทรีย์ผสมจากผลพลอยได้โรงงานผงชูรส (อามิ-อามิ) และขี้เถ้าลอยต่อสมบัติดิน ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตอ้อยปลูกและอ้อยตอ 1. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 35*(3), 19-28.

ภูวดล แท่นทอง, ชัยสิทธิ์ ทองจู,ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย, วนิดา สืบสายพรหม, ธรรมธวัช แสงงาม, และธีรยุทธ คล้ำชื่น. (2562). ผลของปุ๋ยอินทรีย์จากศูนย์ปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียของสวนอุตสาหกรรมเครือสหพัฒน์ต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มมวลชีวภาพของยูคาลิปตัส. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ*, *2*(1), 40-52.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2528). *หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อนิวรรต เฉลิมพงษ์. (2527). โรคที่เป็นอันตรายต่อกล้าไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส. ใน *รายงานการสัมมนาไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูเลนซิส.* (น. 151-168). กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, *59*(1), 39-46.

Pratt, P.F. (1965). Potassium In C.A. Black, (Ed.) *Methods of Soil Analysis Part II.Agronomy* (pp. 1022-1030). Wisconsin, U.S.A: Madison.

Soil Survey Staff. (2003). *Key to Soil Taxonomy* (9th ed.). (p. 332). Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Survice.

Thongjoo, C., Miyagawa, S., & Kawakubo, N. (2005). Effects of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. *Plant production science*, *8*(4), 475-481.