

## เปรียบเทียบปริมาณของฮิวมัสในดินป่าเต็งรังและดินสวนยางพารา

บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว

### A COMPARISON OF HUMUS QAUNTITY IN DRY DIPTEROCARP FOREST SOIL AND IN RUBBER PLANTATION SOIL AT SAMPRAO STUDY CENTER, UDON THANI RAJABHAT UNIVERSITY

เอราวัณ เบ้าทอง \*

Erawan Baothong \*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเปรียบเทียบอิทธิพลของชนิดพันธุ์พืชในป่าเต็งรังกับสวนยางพาราที่มีต่อปริมาณร้อยละฮิวมัสในระดับความลึกชั้นดินอินทรีย์ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร กับดินชั้นบนที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร ทำการวิจัยโดยเก็บดินใต้ชั้นเรือนยอดของต้นเต็ง ต้นรัง ต้นเชือกในป่าเต็งรังและต้นยางพาราจากสวนยางพาราของเกษตรกรบริเวณใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว จากนั้นนำมาทำการสกัดหาปริมาณฮิวมัสโดยใช้สารผสมโซเดียมไพโรฟอสเฟตและโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารสกัด ผลการวิจัยครั้งนี้พบร้อยละฮิวมัสในดินใต้ต้นเต็ง ต้นรัง ต้นเชือก และยางพาราในดินชั้นอินทรีย์ เท่ากับ 2.25, 2.25, 4.12 และ 0.96 ตามลำดับ ส่วนในดินชั้นบน เท่ากับ 2.11, 2.10, 4.01 และ 0.74 ตามลำดับ จากผลดังกล่าว พบว่า ร้อยละฮิวมัสในดินใต้ต้นเชือกมีปริมาณสูงที่สุด และเมื่อพิจารณาร้อยละฮิวมัสในดินใต้ต้นไม้ในป่าเต็งรัง พบว่ามีค่าสูงกว่าในดินใต้ต้นยางพารา

**คำสำคัญ:** ฮิวมัส, ป่าเต็งรัง, สวนยางพารา

\* ผู้ประสานงาน: เอราวัณ เบ้าทอง

อีเมล: zempujin@gmail.com

## Abstract

The purpose of this research was to compare the influence of plant species in a dry dipterocarp forest and rubber plantations on the percentage of humus in the organic soil depth at a depth of 0-10 cm compared with the top soil at 10-30 cm depth. Soil samples were collected from under the canopy of dominated trees: *Shorea obtusa*, *Shorea siamensis*, *Terminalia alata Heyne ex Roth.*, and soil sample from rubber plantations (*Hevea brasiliensis*) near Sam Prao Study Center, Udon Thani Rajabhat University. Sodium pyrophosphate mixed with sodium hydroxide were used for extracting humic acid from each sample. It was found that the percentage of humic acid from soil organic layer were 2.25, 2.25, 4.12 and 0.96, respectively; and the percentage of humic acid from top soil layer were 2.11, 2.10, 4.01 and 0.74, respectively. The results reveal that the percentage of humic acid in soil under *Terminalia alata Heyne ex Roth.* is the highest. When consider the percentage of humic acid under trees in a dry dipterocarp forest is higher than the percentage of humic acid in soil under rubber plantation.

**Keywords:** Humus, Dry Dipterocarp Forest, Rubber Plantation

## บทนำ

อินทรีย์วัตถุในดินเป็นส่วนที่มีศักยภาพอีกส่วนหนึ่งบนพื้นดินในการเก็บกักคาร์บอนไม่ให้ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ มีการประมาณการณ์ว่าอินทรีย์วัตถุในดินทั่วโลกสามารถเก็บกักคาร์บอนได้ 3,000 Pg (1 Pg =  $10^{15}$  g) (Jansson et al., 2010) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีความสนใจศึกษาวิจัยการเก็บกักคาร์บอนในรูปของอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งอินทรีย์วัตถุในดินที่อยู่ในเขตป่าไม้ (Jandl et al., 2012) เนื่องจากดินในเขตป่าไม้มีโอกาสน้อยมากที่จะถูกรบกวนจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน อย่างไรก็ตามข้อมูลการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุในดินยังมีความไม่ชัดเจน เนื่องจากป่าไม้ในโลกมีหลากหลายประเภทและการทำความเข้าใจในการกำหนดขอบเขตและนิยามของแต่ละชั้น

หน้าตัดดินมีความแตกต่างกัน รวมถึงการให้ค่าจำกัดความของอินทรีย์วัตถุในแต่ละส่วนด้วย ดังนั้นจึงเป็นปัญหาในการนำข้อมูลจากแต่ละส่วนในโลกมาศึกษาเปรียบเทียบกัน (Jandl et al., 2014) โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเปลี่ยนแปลง ส่วนประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุในชั้นดินอินทรีย์ (O Horizon) กับชั้นดินบน (A Horizon) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในดินยังมีไม่เพียงพอ เนื่องจากโครงสร้างส่วนประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุในดินมีทั้งที่ยากและง่ายต่อการถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายแล้วปลดปล่อยออกมาในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Thangarajan, 2013) โดยส่วนประกอบทางเคมีของอินทรีย์วัตถุในดินของป่าไม้โดยส่วนใหญ่มักแปรผันโดยตรงกับชนิดของพันธุ์พืชในป่านั้นๆ (Xavier et al., 2013) ซึ่งในแต่ละพันธุ์พืชก็จะมีส่วนประกอบแตกต่างกันตามแต่ละชนิด เมื่อมีการร่วงหล่นของใบไม้หรือการหักของกิ่งไม้ สิ่งเหล่านี้ก็จะถูกสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในดินที่เรียกว่าจุลินทรีย์ดินย่อยสลายกลายเป็นอินทรีย์วัตถุต่อไป ส่วนประกอบในพืชที่ย่อยสลายได้ง่าย เช่น คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน น้ำตาล แป้ง เป็นต้น ก็จะถูกย่อยสลายก่อน ส่วนประกอบอื่นที่มีโครงสร้างซับซ้อนหรือมีความทนทานต่อเอนไซม์ของจุลินทรีย์ดิน เช่น เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส ลิกนิน เป็นต้น ก็จะถูกย่อยสลายทีหลัง ซึ่งอาจใช้เวลา 2 -3 ปี ในการย่อยสลาย (Oelbermann et al., 2004)

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการหาปริมาณร้อยละฮิวมัสในดินจากชั้นดินอินทรีย์ (Soil O) กับชั้นดินบน (Soil A) ใต้ต้นไม้เด่นของป่าเต็งรัง 3 ชนิด คือ ต้นเต็ง (*Shorea obtuse*) ต้นรัง (*Shorea siamensis*) และต้นเชือก (*Terminalia alata Heyne ex Roth.*) บริเวณป่าเต็งรัง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว เปรียบเทียบกับสวนยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญที่จะใช้ในการพิจารณาการปรับเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน

ใช้พื้นที่ป่าเต็งรังบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว จังหวัดอุดรธานี กำหนดจุดเก็บตัวอย่างใกล้กับโคนต้นเต็ง ซึ่งเป็นไม้เด่นในป่าเต็งรังแห่งนี้ ส่วนต้นรังกับต้นเชือกเป็นพืชที่พบรองลงมาและเป็นพืชที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สูงตามลำดับ และเก็บตัวอย่างดินในสวนยางพาราของเกษตรกรบริเวณใกล้เคียงกับมหาวิทยาลัยราชภัฏ

อุตรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว จำนวน 5 จุดๆ ละ 3 ซ้ำ ของแต่ละชนิดพันธุ์ และทำการแบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน และเลือกเก็บ 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน (Quartering Method) ให้ตัวอย่างมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม โดยมีระยะห่างในการเก็บดินห่างจากโคนต้น 1 เมตร เลือกต้นไม้แต่ละชนิดพันธุ์ให้มีขนาดเส้นรอบวง 30 เซนติเมตร ความสูงต้นถึงเรือนยอดไม่น้อยกว่า 15 เมตร (ใช้ขนาดของต้นยางพาราของเกษตรกรในพื้นที่วิจัยเป็นเกณฑ์) ดังในรูปที่ 1 โดยแต่ละจุดเก็บดิน 2 ระดับความลึกคือ ชั้นดินอินทรีย์ 0-10 เซนติเมตร (Soil O) และชั้นดินบน 10-30 เซนติเมตร (Soil A) หาความชื้นในดินและอุณหภูมิดินด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม เมื่อเก็บดินตัวอย่างมาแล้ว จะทำการผึ่งลม บด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน ด้วยวิธีเผาแห้ง โดยเครื่องวิเคราะห์ธาตุเคมี (Elemental Analyzer) และหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินด้วยเครื่อง Nitrogen Determinator



**รูปที่ 1** จุดเก็บตัวอย่างดินในป่าเต็งรังและในสวนยางพารา  
บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว  
ที่มา: Google maps (2562)

ขั้นตอนการสกัดอินทรีย์วัตถุในดิน

การสกัดอินทรีย์วัตถุในดินทุกตัวอย่าง ใช้การสกัดตามวิธีของ Haddad & Mouneimne (2015) ดังนี้ นำดินที่ผ่านการร่อนเต็ม 0.1 M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  และ 0.1 M NaOH

นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 5,000 รอบต่อนาที นำส่วนตกตะกอนที่ได้มาเติมด้วย 6 M HCl เพื่อปรับ pH เป็น 1.0 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที สารตกตะกอนที่ได้ นำไปชั่งหาปริมาณกรดฮิวมิกด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก ค่าที่ได้คือ (%HA = ปริมาณกรดฮิวมิก)

การหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินทั้งหมด (% OM) หาโดยวิธี Walkley-Black โดยการชั่งดิน 0.5 กรัม เติมสาร 0.05 N  $K_2Cr_2O_7$  ปริมาณ 10 มิลลิลิตร เขย่าซ้ำๆ จากนั้นเติมกรด  $H_2SO_4$  เข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที และไทเทรตด้วยสาร 0.025 N  $FeSO_4$  ค่าที่ได้คือปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณไนโตรเจนในดิน (% N) หาด้วยวิธีเผาแห้ง ด้วยเครื่อง Dry combustion analyzer ยี่ห้อ LECO รุ่น FP-528

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของทูกีย์ (Tukey's HSD test)

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ลักษณะดินทั่วไป

ผลการวิจัยพบค่าทางกายภาพของดินได้ดินเต็ง (SO soil) ดินร้ง (SS soil) ดินเชือก (TH soil) และดินยางพารา (RP soil) ดังปรากฏในตารางที่ 1 และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิดิน ( $^{\circ}C$ ) พบว่าดินได้ดินเต็ง ดินร้งและดินเชือก ซึ่งเป็นต้นไม้ที่อยู่ในเขตป่าเต็งรังมีค่าเท่ากัน โดยมีค่าอุณหภูมิดินเท่ากับ 20.00 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิดินได้ดินยางพารา ที่มีค่าเท่ากับ 24.00 เนื่องจากสวนยางพาราจะมีการปลูกเป็นแนวแถวเพื่อสะดวกในการกรีดยางและใส่ปุ๋ย แต่ในป่าเต็งรังซึ่งมีสังคมพืชชั้นอยู่หลายระดับของชั้นเรือนยอดทำให้ค่าที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความชื้นแฉะในดินได้ต้นไม้ในเขตป่าเต็งรัง จะมีค่าความชื้นแฉะต่ำกว่าในดินได้ดินยางพาราอย่างชัดเจน ส่งผลให้อุณหภูมิดินได้ดินยางพาราสูงกว่าในดินเขตป่าเต็งรังด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของดินใต้ต้นไม้ชนิดต่างๆ

ดิน	ความเข้มแสง (Lux)	อุณหภูมิดิน (°C)	ความชื้นในดิน (%)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)
SO soil	1,838	20.00	58.70	9.20
SS soil	1,835	20.00	58.60	9.30
TH soil	1,773	20.00	59.50	9.20
RP soil	4,396	24.00	39.30	7.50

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (% OM) ใต้ต้นเชือกมีค่าสูงที่สุด โดยในดินชั้นอินทรีย์และในดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 4.74 และ 4.55 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินใต้ต้นยางพารามีค่าน้อยที่สุดในงานวิจัยนี้ โดยในดินชั้นอินทรีย์และในดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 1.87 และ 1.50 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบค่าปริมาณไนโตรเจนในดินใต้ต้นเชือกมีค่าสูงที่สุด โดยในดินชั้นอินทรีย์และในดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.66 และ 0.58 ตามลำดับ และปริมาณไนโตรเจนในดินใต้ต้นยางพารามีค่าน้อยที่สุดในงานวิจัยนี้ โดยในดินชั้นอินทรีย์และในดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.18 และ 0.12 ตามลำดับ ซึ่งจากทั้งสองค่าดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในป่าดิบแล้งมีสูงกว่าในดินสวนยางพารา

และเมื่อพิจารณาถึงระดับปริมาณร้อยละของฮิวมัส (% Humic acid) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในอินทรีย์วัตถุ มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เป็นแหล่งเก็บสะสมธาตุอาหารที่มีความแข็งแรงสูง ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ โดยในดินใต้ต้นเต็ง ต้นรัง ต้นเชือก และต้นยางพาราในดินชั้นอินทรีย์ (Soil O) พบปริมาณร้อยละของฮิวมัส เท่ากับ 2.25, 2.25, 4.12 และ 0.96 ส่วนในดินชั้นบน (Soil A) เท่ากับ 2.11, 2.10, 4.01 และ 0.74 ตามลำดับ ดังในตารางที่ 2 ซึ่งปริมาณร้อยละของฮิวมัสนี้ สามารถบ่งบอกถึงความสำคัญของการกระจายตัวของเศษซากพืชในป่าเต็งรังบริเวณนั้นได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินชั้นอินทรีย์ของป่าเต็งรังจะมีปริมาณการสะสมของฮิวมัสสูงกว่าในดินชั้นบนของป่าเต็งรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าในดินใต้ต้นเชือกมีปริมาณของฮิวมัสสูงกว่าในดินใต้ต้นรังและต้นเต็งซึ่งเป็นไม้ที่อยู่ในเขตป่าเต็งรังด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากในใบของต้นเชือกมีปริมาณของลิกนินอยู่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับในต้นไม้อีกสามชนิดที่เหลือ ซึ่งลิกนินเป็นสารที่มี

โมเลกุลค่อนข้างซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ทำให้ทนทานต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินได้ในระดับหนึ่ง (Ponge, 2013) เนื่องจากเป็นชั้นที่ได้รับเศษซากพืชก่อน นอกจากนี้ยังพบว่าชนิดพันธุ์พืชในป่าเต็งรังและสวนยางพารามีอิทธิพลต่อปริมาณร้อยละฮิวมัสทั้งในดินชั้นอินทรีย์และดินชั้นบน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยปริมาณการสะสมของฮิวมัสในดินใต้ต้นเต็งมีค่ามากกว่าในดินใต้ต้นยางพาราทั้งในดินชั้นอินทรีย์และดินชั้นบน ตามลำดับอีกด้วย

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงอัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนต่อปริมาณฮิวมัส (N/HA ratio) จะพบว่าในหนึ่งหน่วยของฮิวมัสของดินใต้ต้นเชือกจะมีค่าน้อยที่สุด โดยในดินชั้นอินทรีย์พบ 0.16 และในดินชั้นบนพบ 0.15 ตามลำดับ ส่งผลให้ดินใต้ต้นเชือกจะมีความสามารถในการถูกย่อยสลายได้น้อยที่สุดเมื่อเทียบอัตราส่วนนี้ต่อต้นไม้อีกสามชนิดที่เหลือ เพราะพันธะไนโตรเจนซึ่งวงเว้าต้องการสลายตัวมีน้อยกว่าในดินใต้ต้นไม้อื่น

**ตารางที่ 2** สมบัติทางเคมีบางประการของดินใต้ต้นไม้ชนิดต่างๆ

ดิน	% OM	% N	% Humic acid	N/HA ratio	C/HA ratio
SO soil					
Soil O	3.40±0.12 <sup>d</sup>	0.46±0.05 <sup>d</sup>	2.25±0.02 <sup>d</sup>	0.20 <sup>b</sup>	1.51 <sup>c</sup>
Soil A	3.05±0.07 <sup>c</sup>	0.39±0.04 <sup>c</sup>	2.11±0.01 <sup>c</sup>	0.19 <sup>b</sup>	1.45 <sup>b</sup>
SS soil					
Soil O	3.49±0.04 <sup>d</sup>	0.46±0.01 <sup>d</sup>	2.25±0.04 <sup>d</sup>	0.21 <sup>b</sup>	1.55 <sup>c</sup>
Soil A	3.05±0.07 <sup>c</sup>	0.39±0.02 <sup>c</sup>	2.10±0.08 <sup>c</sup>	0.19 <sup>b</sup>	1.53 <sup>c</sup>
TH soil					
Soil O	4.74±0.12 <sup>f</sup>	0.66±0.02 <sup>f</sup>	4.12±0.04 <sup>f</sup>	0.16 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>
Soil A	4.55±0.08 <sup>e</sup>	0.58±0.01 <sup>e</sup>	4.01±0.01 <sup>e</sup>	0.15 <sup>a</sup>	1.13 <sup>a</sup>
RP soil					
Soil O	1.87±0.08 <sup>b</sup>	0.18±0.01 <sup>b</sup>	0.96±0.02 <sup>b</sup>	0.19 <sup>b</sup>	1.95 <sup>d</sup>
Soil A	1.50±0.05 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>a</sup>	0.74±0.06 <sup>a</sup>	0.16 <sup>a</sup>	2.13 <sup>e</sup>

**หมายเหตุ:** <sup>a, b, ..., f</sup> แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของค่าเฉลี่ยในแต่ละ

คอลัมน์

ค่าที่อยู่หน้าเครื่องหมาย ± คือ ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ในคอลัมน์นั้นๆ

ค่าที่อยู่หลังเครื่องหมาย ± คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มข้อมูล

เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของคาร์บอนต่อปริมาณฮิวมัสในดิน (C/HA ratio) จะพบว่าในหนึ่งหน่วยของฮิวมัสในดินใต้ต้นยางพาราจะมีค่าสูงที่สุด โดยเมื่อพิจารณาควบคู่กับค่า N/HA ratio จะพบว่าดินใต้ต้นยางพาราจะสามารถถูกย่อยสลายแล้วปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่ชั้นบรรยากาศได้ดีที่สุดอีกด้วย ในทางตรงกันข้ามดินใต้ต้นเชือกจะมีการเก็บกักคาร์บอนไว้ได้ดีที่สุดเมื่อพิจารณาจากอัตราส่วน C/HA ratio และ N/HA ratio

### สรุปผลการวิจัย

ปริมาณฮิวมัสในดินใต้ต้นเต็ง ต้นรังและต้นเชือก มีสูงกว่าในดินใต้ต้นยางพารา เมื่อพิจารณาการสะสมคาร์บอนในรูปของฮิวมัสในดินตามระดับความลึก พบว่า มีแนวโน้มลดลงในระดับชั้นดินอินทรีย์เทียบกับชั้นดินบน และฮิวมัสในดินใต้ต้นยางพารามีความสามารถถูกย่อยสลายได้ดีที่สุด ส่วนในป่าเต็งรัง พบว่า ฮิวมัสในดินใต้ต้นเชือกมีความสามารถทนทานต่อการถูกย่อยสลายได้ดีที่สุด เมื่อใช้อัตราส่วน N/HA และ C/HA ratio เป็นตัวพิจารณา

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือการวิเคราะห์ธาตุเคมี (Elemental Analyzer) สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมด และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือ Nitrogen Determinator สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

### เอกสารอ้างอิง

จุดเก็บตัวอย่างดินในป่าเต็งรังและในสวนยางพารา บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี วิทยาเขตสามพร้าว. (2562). สืบค้นเมื่อ 7 มกราคม 2562, จาก <http://maps.google.com>  
Haddad, G., Ali, F. E., & Mouneimne, A. H. (2015). Humic Matter of Compost: Determination of Humic Spectroscopic Ratio ( $E_4/E_6$ ). *Current Science International*, 4(1), 56-72.

- Jandl, R. et al. (2014). Current status, uncertainty and future needs in soil organic carbon monitoring. *Science of the total Environment*, 468-469, 376-383.
- Jandl, R., Smidt, S., Mutsch, F., Furst, A., Zechmeister, H., & Bauer, H. (2012). Acidification and nitrogen eutrophication of Austrian forest soils. *Applied Environmental Soil Science*, 60, 685-696.
- Jansson, D. W., Wulschleger, S., Kalluri, U., & Tuskan, G. (2010). Phytosequestration: carbon biosequestration by plants and the prospects of genetic engineering. *BioScience*, 60, 685-696.
- Oelbermann, M., Voroney, R. P., & Gordon, A. M. (2004). Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada. *Agricultural Ecosystem and Environment*, 104, 359-377.
- Ponge, J. F. (2013). Plant-soil feedbacks mediated by humus forms: A review. *Soil Biological and Biochem*, 57, 1048-1060.
- Thangarajan, R., Bolan, N. S., Tian, G., Naidu, R., & Kunhikrishnan, A. (2013). Role of organic amendment application on greenhouse gas emission from soil. *Science of the total Environment*, 465, 72-96.
- Xavier, F. A. S., Maia, S. M. F., Ribeiro, K. A., Mendonca, E. S., & Oliveira, T. S. (2013). Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. *Agricultural Ecosystem and Environment*, 165, 173-183.