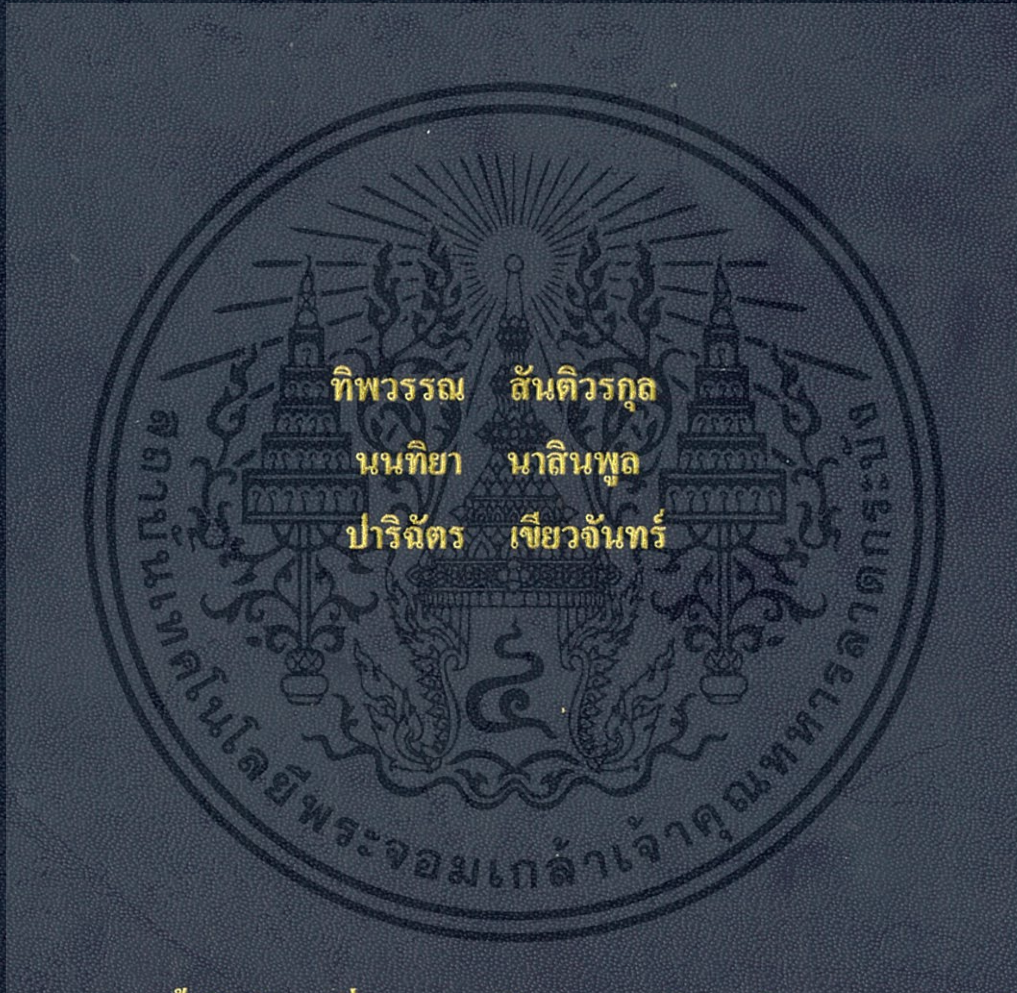


การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่ปาล์มน้ำมัน
A COMPARATIVE STUDY OF SOIL RESPIRATION RATE
AT PALM OIL PLANTED



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่ปาล์มน้ำมัน
A COMPARATIVE STUDY OF SOIL RESPIRATION RATE
AT PALM OIL PLANTED



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**A COMPARATIVE STUDY OF SOIL RESPIRATION RATE
AT PALM OIL PLANTED**



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY**

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่ปลาน้ำมัน
 A comparative study of soil respiration rate at palm oil planted

ชื่อนักศึกษา นางสาวทิพวรรณ สันติวรกุล
 นางสาวนันทิยา นาสินพูล
 นางสาวปาริฉัตร เขียวจันทร์

ปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต
 สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กมลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
 โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี
 สิ่งแวดล้อม ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ศส.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย	
รศ.ดร.มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์	
อ.กมลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ การเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่ปาล์มน้ำมัน
A comparative study of soil respiration rate at palm oil planted

ชื่อนักศึกษา นางสาวทิพวรรณ สันติวรกุล
นางสาวนนทยา นาสินพุก
นางสาวปาริฉัตร เขียวจันทร์

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

สาขาวิชา เคมี

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กมลีนสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง เปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างดิน 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ดินเหนียวปนทราย พื้นที่ดินร่วนปนทราย และพื้นที่ดินทราย (จังหวัดนครศรีธรรมราช) โดยทำการตรวจวัดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่เดือนตุลาคม-พฤศจิกายน จำนวนทั้งหมด 5 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวิธีการใช้ Alkali absorption method (AA-method) ที่พัฒนาโดย Kirita (2514) ของสถาบันวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เมือง Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น วิเคราะห์พารามิเตอร์ของตัวอย่างดินและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน คือ อุณหภูมิ เปรอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าพีเอช ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน จากการศึกษาพบว่า อัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทรายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10, 1.04, 0.82 $\text{gCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ตามลำดับ การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนโดยใช้สถิติ ANOVA แบบ One-way anova พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha=0.05$) พื้นที่ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทราย ทั้ง 3 พื้นที่มีอัตราการหายใจของดินไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่จะส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (%) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และค่าพีเอช มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการปลดปล่อย

คำสำคัญ : เนื้อดิน, อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, อัตราการหายใจของดิน

Title A COMPARATIVE STUDY OF SOIL RESPIRATION RATE
AT PALM OIL PLANTED

Students TIPPAWAN SANTIWORAKUL
NONTIYA NASINPOOL
PARICHAT KIEWJUN

Degree BACHELOR OF SCIENCE (ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)

Major Program CHEMISTRY

Academic Year 2014

Advisor GLINSUKOL SUWANNARAT

Abstract

Research on comparison of soil respiration rate in oil palm plantation have an objective to compare carbon dioxide emission rate between three field that is sandy clay, sandy loam and sand (Nakhonsrithammarat). Measured rate of carbon dioxide emission from October to November 5 time Measuring by Alkali absorption method (AA-method) which developed by Kirita (1971) from institute of science and environment in Tsukuba city Japan. Analysis parameters of soil sample and study factors that affected on rate of carbon dioxide emission such as temperatures, moisture content, pH, organic matter, % sand silk clay were investigated. The result showed that the carbon dioxide discharge rate of sandy clay, sandy loam and sand with average are 1.10, 1.04, 0.82 $\text{gCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, respectively. (Variance analysis by using ANOVA one-way method ($\alpha=0.05$). All three field sample found that the carbon dioxide respiration rate of all three field do not different. When studying the factor that correlated with carbon dioxide discharge rate found that temperature ($^{\circ}\text{C}$) and organic matter (%) were related in the same direction with carbon dioxide emission rate and pH were associated in the indirect direction carbon dioxide discharge rate.)

Key words : soil texture, carbon dioxide emission rate, soil respiration.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน ได้สำเร็จไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์สาขาเคมีสิ่งแวดล้อมที่ให้ข้อเสนอแนะ ให้ความรู้ การตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอนทำให้โครงการพิเศษเล่มนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ รศ.ดร.มาลินี ชัยศุกกิจสินธุ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ วิเคราะห์ผล เพื่อนำไปปรับปรุง รวมถึงการตรวจแก้ไขรูปเล่มให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ คุณชัยฤทธิ์ ดีแก้ว เจ้าของสวนปาล์มน้ำมันจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์สอนการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีสิ่งแวดล้อม ให้คำปรึกษา และอำนวยความสะดวกในการทำการทดลอง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ในสาขาเคมีสิ่งแวดล้อมที่คอยเป็นกำลังใจให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือทั้งทำการทดลองและรูปเล่มโครงการพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาและครอบครัวของเราทั้งสามคนที่ให้กำลังใจให้ขยันคิดและสติ เพื่อดำเนินชีวิตและแก้ปัญหาให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนทางการศึกษามาโดยตลอดจนโครงการนี้ประสบความสำเร็จและผ่านลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวทิพวรรณ สันติวรกุล

นางสาวนนทียา นาสินพูล

นางสาวปาริฉัตร เขียวจันทร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ปาล์มน้ำมัน	3
2.1.1 ลักษณะของปาล์มน้ำมัน	3
2.1.2 พันธุ์ของปาล์มน้ำมัน	3
2.1.3 ลักษณะพฤกษศาสตร์ทั่วไปของปาล์มน้ำมัน	5
2.1.4 การเลือกพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมัน	9
2.1.5 การสกัดน้ำมันปาล์ม	9
2.2 ดิน	10
2.3 ก๊าซเรือนกระจกกับปรากฏการณ์ภาวะโลกร้อน	13
2.4 วัฏจักรคาร์บอน	15
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	24
3.1	อุปกรณ์และสารเคมี	24
3.2	พื้นที่ศึกษา	26
3.3	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน	27
3.4	การเก็บตัวอย่างคาร์บอนไดออกไซด์	28
3.5	การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล	31
บทที่ 4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	32
4.1	คุณสมบัติของดิน	32
4.2	เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน	33
4.3	ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	36
4.3.1	อุณหภูมิ	36
4.3.2	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	37
4.3.3	ค่าพีเอช	38
4.3.4	เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน	38
บทที่ 5	สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	41
5.1	สรุปผลการวิจัย	41
5.2	ข้อเสนอแนะ	41
	เอกสารอ้างอิง	42
	ภาคผนวก ก วิธีการคำนวณ	44
	ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	52
	ภาคผนวก ค การใช้โปรแกรมทางสถิติ	58
	ภาคผนวก ง ประมวลภาพ	67

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน	5
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน	29
ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินแต่ละประเภทในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน	34
ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance table) หรือ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน	37
ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับอุณหภูมิ(°C) ความชื้น (%) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%)	42



สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ผลปาล์มพันธุ์ดูรา (Dura)	4
รูปที่ 2.2 ผลปาล์มพันธุ์พิลีเฟอรา (Pisifera) (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)	4
รูปที่ 2.3 ผลปาล์มพันธุ์เทนเอร่า (Tenera) (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)	5
รูปที่ 2.4 รากอากาศของต้นปาล์ม (จิตพิสุทธ์, 2556)	6
รูปที่ 2.5 ต้นปาล์มอายุ 8-9 ปี	6
รูปที่ 2.6 ลักษณะของใบต้นปาล์ม	7
รูปที่ 2.7 ช่อดอกปาล์มน้ำมันเทศผู้	7
รูปที่ 2.8 ช่อดอกปาล์มน้ำมันเทศเมีย	8
รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของผลปาล์ม	8
รูปที่ 2.10 ขนาดอนุภาคของดิน	12
รูปที่ 2.11 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน	13
รูปที่ 2.12 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของคาร์บอนไดออกไซด์(CO ₂)ในช่วงปี ค.ศ.1995-2005	14
รูปที่ 2.13 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของมีเทนในช่วงปี ค.ศ.1995-2005	15
รูปที่ 2.14 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของไนตรัสออกไซด์ในช่วงปี ค.ศ.1980-2005	15
รูปที่ 3.1 บริเวณพื้นที่ที่ใช้สำหรับการทดลอง(ก)ดินร่วน,(ข) ดินทราย, (ค)ดินเหนียว	27
รูปที่ 3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน	29
รูปที่ 3.4 Plastic chamber ที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก)ขนาดเล็ก และ (ข)ขนาดใหญ่	30
รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	30
รูปที่ 3.4 Plastic chamber ที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก) ขนาดเล็ก และ (ข) ขนาดใหญ่	31
รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	31
รูปที่ 3.7 ไทเทรตตัวอย่าง ณ สถานที่ทดลอง	32
รูปที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินในพื้นที่ศึกษา	35

รูปที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินในพื้นที่ สวนปาล์มน้ำมันจำนวน 5 ครั้ง	36
รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน กับอุณหภูมิของดิน	38
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน กับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของประเภทของดิน	39
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน กับค่าพีเอชของดิน	40
รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน กับเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน	41



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันอุณหภูมิในโลกรู้ได้เพิ่มมากขึ้นทุกวัน ส่งผลทำให้ภูมิอากาศและฤดูกาลเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบต่อธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ เช่น การละลายของน้ำแข็งขั้วโลก ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น อุทกภัย ความแห้งแล้งอย่างรุนแรง การแพร่ระบาดของโรคร้ายต่างๆ ประการังฟอกขาว และการเกิดพายุรุนแรงฉับพลัน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดมาจากการกระทำของมนุษย์ที่ได้ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในปริมาณเพิ่มมากขึ้นจากการเผาเชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่งและการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดขึ้นส่งผลต่อภาวะก๊าซเรือนกระจก

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำเกษตรกรรมเป็นส่วนหลัก ซึ่งพื้นที่ของประเทศมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเกษตร โดยดินในแต่ละพื้นที่ก็จะส่งผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืชในแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและความเหมาะสมกับชนิด แต่มีพืชบางชนิดที่สามารถปลูกได้ทุกดินแต่ละประเภทนั้นคือปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของโลกที่ปลูกกันอยู่ประมาณ 42 ประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย บทบาทที่สำคัญอย่างหนึ่งของปาล์มน้ำมัน คือ การนำไปผลิตเป็นน้ำมันไบโอดีเซล โดยการปลูกปาล์มน้ำมันในครั้งเดียวนั้นสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดจนช่วงอายุ 20 ปีของปาล์มน้ำมันการปลูกปาล์มน้ำมันมีการใช้ต้นทุนต่ำ เสี่ยงต่อภัยธรรมชาติน้อย ได้ผลผลิตในปริมาณมาก และเป็นที่ต้องการในตลาดโลกสูง นำไปเข้าสู่กระบวนการอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เกิดขึ้นจากการหายใจของดินและจุลินทรีย์ที่มีการใช้สารอินทรีย์คาร์บอนในดินเพื่อการหายใจ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่ถูกปล่อยออกมานี้จะถูกดักจับด้วยพืชและต้นไม้ แล้วจะกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้จะจัดเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรคาร์บอน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการปลดปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในพื้นที่การเพาะปลูกพืชสวน โดยการเทียบกับพื้นที่ที่มีเนื้อดินต่างชนิดกัน ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย ดินทรายและศึกษาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการหายใจของดิน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราการหายใจของดินแต่ละประเภทของบริเวณพื้นที่ที่ปลูกสวนปาล์ม น้ำมัน

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดินที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากดิน

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ทำการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากดินแต่ละชนิดในพื้นที่ที่ปลูกสวนปาล์ม น้ำมัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.3.2 ทำการศึกษาคูสมบัติต่างๆ ของดินในแต่ละชนิด โดยทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ความชื้น การนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิดิน ปริมาณอนุภาคทรายซิลต์และเคลย์ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถประเมินอัตราการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของดินชนิดต่างๆ ที่ปลูกสวนปาล์ม น้ำมัน

1.4.2 สามารถประเมินปัจจัย (ค่าพีเอช, เปอร์เซ็นต์ความชื้น, อุณหภูมิ, เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน) ที่อาจจะมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

1.4.3 สามารถประเมินการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินแต่ละประเภทในพื้นที่สวนปาล์ม น้ำมัน ที่ได้จากพารามิเตอร์ต่างๆ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปาล์มน้ำมัน (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)

2.1.1 ลักษณะของปาล์มน้ำมัน

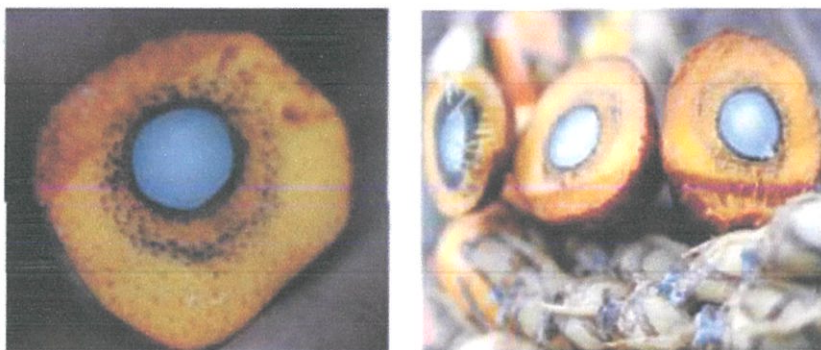
ปาล์มน้ำมัน (Oil palm) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeisguineensis* Jacq. พบครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.1977 ทางตะวันตกของทวีปแอฟริกา โดยมีชาวโปรตุเกสได้นำปาล์มน้ำมันมาปลูกในทวีปเอเชียที่ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อ พ.ศ.2391 จากนั้นจึงแพร่กระจายไปยังเกาะสุมาตรา ในปี พ.ศ.2448 มีการพบปาล์มน้ำมันพันธุ์ Dura ที่เมืองเคลีและตั้งชื่อว่าพันธุ์ Deli dura และเริ่มปลูกเป็นการค้าอย่างจริงจังบนเกาะสุมาตราตั้งแต่ปี พ.ศ.2454 เป็นต้นมา

ประเทศไทยได้นำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกเป็นปาล์มประดับเมื่อปี พ.ศ.2472 ที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดจันทบุรี และเริ่มปลูกเป็นการค้าเมื่อปี พ.ศ.2511 และตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 เป็นต้นมาก็ได้มีการพัฒนาขยายพื้นที่ปลูกไปอย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน

2.1.2 พันธุ์ของปาล์มน้ำมัน

ในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 ชนิดที่สามารถแยกความแตกต่างได้ โดยพิจารณาความหนาของกะลาของผลปาล์ม

1) พันธุ์ดูรา (Dura) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาหนาประมาณ 2-8 มิลลิเมตร มีชั้นเปลือกนอกที่ให้น้ำมัน (mesocarp) ประมาณ 35-60% ของน้ำหนักผลปาล์มพันธุ์ดูราที่มีกะลาหนามากๆ เรียกว่า มาโครคาธา (macrocaria) คือ กะลาหนาประมาณ 6-8 มิลลิเมตร พันธุ์ดูรานี้พบมากแถบตะวันออก เช่น พันธุ์เคลีดูรา (Deli dura) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ปัจจุบันพันธุ์ดูรามักใช้เป็นตัวแม่สำหรับใช้ปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมใช้เป็นการค้า



รูปที่ 2.1 ผลปาล์มพันธุ์คูรา (Dura) (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)

2) พันธุ์ฟิซิเฟอร่า (Pisifera) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางมากหรือบางครั้งจะไม่มีกะลา เมล็ดในเล็ก ขนาดผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน ผลผลิตทะลายต่อต้นต่ำไม่เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า นิยมใช้พันธุ์ฟิซิเฟอร่าเป็นต้นพ่อสำหรับใช้ผลิตพันธุ์ลูกผสม



รูปที่ 2.2 ผลปาล์มพันธุ์ฟิซิเฟอร่า (Pisifera) (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)

3) พันธุ์เทนเอร่า (Tenera) เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่คูราและพันธุ์พ่อฟิซิเฟอร่า เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางประมาณ 0.5-4 มิลลิเมตร มีปริมาณของ mesocarp 60-90% ของน้ำหนักผลผลิต ทะลายสูงจึงนิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ผลปาล์มพันธุ์เทเนรา (Tenera) (แหล่งเรียนรู้ศูนย์วิจัยปาล์ม, 2013)

ตารางที่ 2.1 ลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ลักษณะ	ดูรา	เทเนรา	ฟิลิเฟอรา
1. ความหนากะลา (มม.)	2-8	0.5-4	บางมาก
2. เส้นใยรอบกะลา	ไม่มี	มี	มี
3. ผล/ทะลาย (%)	60	60	มักเป็นหมัน
4. เปลือกนอก/ผล (%)	60-65	60-90	92-97
5. กะลา/ผล (%)	25-30	8-15	บางมาก
6. เนื้อใน/ผล (%)	4-20	3-28	3-8
7. น้ำมัน/เปลือกนอก (%)	50	50	30
8. น้ำมัน/ทะลาย	18-19.5	22.5-25.5	25-30

ที่มา : ศักดิ์ศิลป์ และวินากรณ์ (2013)

2.1.3 ลักษณะพฤกษศาสตร์ทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

1) ราก เกิดขึ้นจากส่วนฐาน โคนของลำต้น เป็นระบบรากฝอย แบ่งออกเป็น 4 ชุดทำหน้าที่ในการลำจุนลำต้น ดูดซับน้ำ และธาตุอาหาร ซึ่งรากชุดแรกอยู่ในระดับแนวอนยาว 3-4 เมตรจากต้น แนวตั้งลึก 1-2 เมตร ชุดที่สอง สามและสี่จะเรียงตามลำดับแผ่กระจายของรากนั้น และจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น สภาพดิน ปริมาณธาตุอาหาร ความชื้นของระดับน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ยังพบรากพิเศษหรือรากอากาศตรงบริเวณ โคนต้น ซึ่งทำหน้าที่ถ่ายเทอากาศระหว่างรากกับบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รากอากาศของต้นปาล์ม (จิตพิสุทธ์, 2556)

2) ลำต้น มีลักษณะเป็นต้นเดี่ยวตั้งตรง รูปร่างทรงกระบอก มีเนื้อเยื่อเจริญเฉพาะ ตรงปลาย ยอดใน 2-3 ปีแรกจะช่วยในการเจริญเติบโตทางด้านความกว้าง หลังจากนั้นจึงจะมีความเจริญทางด้านความสูงเรื่อยๆ ไปประมาณ 25-30 เซนติเมตรต่อปี หากต้นที่อยู่ในป่าอาจจะสูงถึง 20-30 เมตร มีอายุมากกว่า 100 ปี

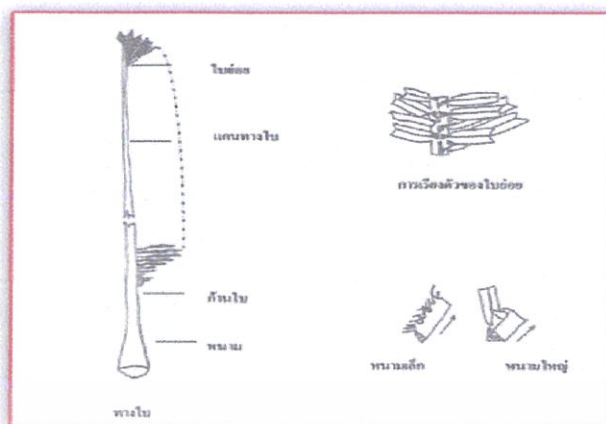
ส่วนใหญ่นิยมปลูกในสวนปาล์ม นิยมใช้ต้นสูงประมาณ 10-11 เมตร อายุประมาณ 25-35 ปี ขนาดของลำต้นและความสูงขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม ลำต้นมีข้อปล้องสั้นๆ เป็นที่เกิดของใบ



รูปที่ 2.5 ต้นปาล์มอายุ 8-9 ปี

3) ใบหรือทางใบ ประกอบด้วยแกนทางใบ ก้านใบ และใบย่อย เกิดจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อที่ปลายยอดลำต้นจะมีจุดกำเนิดตาใบอยู่มากกว่า 50 ตาใบ ในต้นปาล์มที่อายุ 5-6 ปี จำนวนใบหรือทางใบของปาล์มน้ำมันในแต่ละปีจะอยู่ระหว่าง 30-40 ทางใบ หลังจากนั้นจะลดลงเป็น 20-25 ทางใบต่อปี ทางใบจะเกิดในลักษณะเป็นเกลียวรอบต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ลักษณะของใบดอมน้ำมันปาล์ม (ศักดิ์ศิลป์ และวินากรรม, 2013)

4) ช่อดอก ปาล์มน้ำมันจะเริ่มออกดอกเมื่ออายุประมาณ 2-3 ปีหลังจากปลูกลงในแปลงช่อดอกจะเกิดตาดอกซึ่งอยู่ตรงซอก โคนก้าน ใบทุกใบ ใช้เวลาจนถึงดอกบานประมาณ 33-34 เดือน และจะมี โอกาสเกิดเป็นช่อดอกเพศผู้ เพศเมีย หรือดอกผสมหรือกระเทย ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดเพศนอกเหนือจากพันธุกรรมแล้วยังมีสภาพแวดล้อม ปริมาณและกระจายตัวของน้ำฝน ความชื้นในดิน และการตัดแต่งนั้นเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปสัดส่วนช่อดอกเพศผู้ต่อช่อดอกเพศเมียสำหรับปาล์มน้ำมันที่เริ่มให้ผลผลิต ประมาณ 3:2 และสัดส่วนจะเปลี่ยนเป็น 1:2 หรือ 1:3 เมื่อปาล์มอายุมากขึ้นตามลำดับ



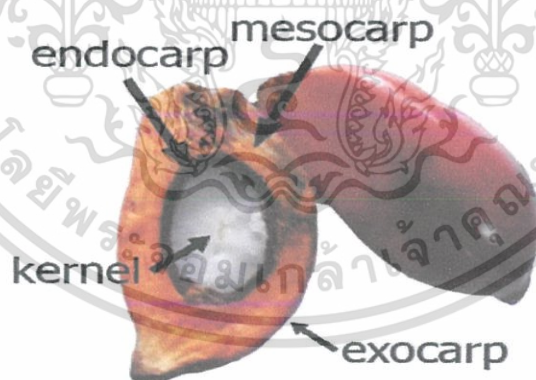
รูปที่ 2.7 ช่อดอกปาล์มน้ำมันเพศผู้ (เขียวมรกต, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ซ่อดอกปาล์มน้ำมันเทศเมีย (เขียวมรกต, 2555)

5) ผลและเมล็ด หลังจากดอกได้รับการผสมแล้วประมาณ 5-6 เดือน ผลก็จะสุก การสุกของผลจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น หากมีผลตกสม่ำเสมอผลปาล์มน้ำมันจะสุกเร็ว ปาล์มที่มีอายุโตเต็มที่แล้วสามารถให้ผลผลิตประมาณ 1,600 ผลต่อทะลาย ผลปาล์มเป็นแบบ drupe ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก (exocarp) เปลือกชั้นกลางหรือกาบ (mesocarp) ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันอยู่ทั้งสองส่วน เรียกรวมกันว่า preicarp และมีชั้นในสุดเป็นกะลา (endocarp) ถัดไปอีกเป็นเมล็ด ประกอบด้วยเนื้อในเมล็ด (kernal) มีน้ำมันอยู่เช่นกัน และส่วนของคัพภะ (embryo)



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของผลปาล์ม (เขียวมรกต, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การเลือกพันธุ์และต้นกล้าปาล์มน้ำมัน

1) ใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอร่า ซึ่งเป็นพันธุ์ลูกผสมที่ได้มากจากการผสมกันระหว่างพันธุ์คูรา (แม่) กับพันธุ์ฟิลิเฟอร่า (พ่อ) นำมาปลูก เพราะจะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตทะลายสดและน้ำมันสูง หากได้เมล็ดหรือต้นกล้าจากใต้ต้นจะทำให้ผลผลิตต่ำหรือไม่มีผลผลิตเลย

2) อายุของต้นกล้าที่ใช้ปลูก ควรมีอายุ 10-18 เดือน และต้องผ่านการคัดเลือกต้นที่มีความผิดปกติทั้งไปใน 20-30% เช่น ต้นเตี้ยและแคระแกรน ทางใบทำมุมแคบกว่าปกติ ทางใบสั้น ต้นผอม การดูแลต้นกล้าในแปลงเพาะมีความสำคัญมากในการผลิตปาล์มน้ำมัน เพราะถ้าต้นกล้าที่ไม่แข็งแรงนำไปปลูกจะทำให้การผลิดล่าช้า และได้ผลผลิตต่ำในระยะยาว

3) ควรมีการเลือกใช้ต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่แข็งแรงสมบูรณ์ และมีอายุ 18 เดือนปลูก เพราะจะทำให้ต้นปาล์มแตกผลเร็ว และให้ผลผลิตถึงจุดคุ้มทุนได้เร็วกว่าใช้ต้นกล้าปกติ เป็นปัจจัยที่เกษตรกรควรให้ความสำคัญเพราะสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ และไม่ควรใช้ต้นกล้าที่อายุต่ำกว่า 10 เดือนปลูก เพราะต้นกล้าที่อายุน้อยจะทำให้อัตราความผิดปกติของในแปลงสูงและได้ผลผลิตต่ำ

2.1.5 การสกัดน้ำมันปาล์ม

ผลปาล์มน้ำมันจะมีส่วนที่ให้น้ำมัน 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อของผลปาล์ม ซึ่งอยู่ระหว่างเปลือกกับกะลา และส่วนที่อยู่ในกะลาหรือในเมล็ดของปาล์มน้ำมัน น้ำมันในแต่ละส่วนจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เมื่อทะลายปาล์มน้ำมันถูกส่งเข้าไปยังโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มแบบมาตรฐาน (สกัดเฉพาะน้ำมันจากเนื้อของผลปาล์ม แยกเมล็ดไว้สกัดต่างหาก) ทะลายปาล์มจะเข้าสู่กระบวนการสกัด มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการอบทะลายปาล์มด้วยไอน้ำ (sterilization) ที่อุณหภูมิ 130-135 องศาเซลเซียส ความดันบรรยากาศ 2.5-3 เป็นเวลา 50-75 นาที เพื่อหยุดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มและทำให้ผลปาล์มนุ่มหลุดจากข้าวผล ใ้ง่าย

ขั้นที่ 2 การแยกผล (stripping) ทะลายปาล์มที่ถูกอบแล้วจะถูกส่งไปยังเครื่องแยกผลปาล์มจากทะลาย ทะลายเปล่าจะถูกแยกออกไป ส่วนผลปาล์มจะถูกย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์มให้ส่วนเปลือกและเนื้อแยกออกจากส่วนเมล็ดหรือกะลา เพื่อเข้าสู่การสกัดน้ำมัน

ขั้นที่ 3 การสกัดน้ำมัน (oil extraction) นำส่วนเปลือกและเนื้อปาล์ม ไปอบอีกครั้งหนึ่งที่ อุณหภูมิ 90–100 องศาเซลเซียส นาน 20–30 นาที แล้วผ่านเข้าเครื่องหีบ จะได้น้ำมันปาล์มดิบที่ยังมี น้ำและเศษที่เป็นของแข็งปนอยู่ด้วยเล็กน้อย

ขั้นที่ 4 การทำความสะอาดน้ำมันปาล์มดิบ (clarification) น้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากการสกัด จะถูกส่งเข้าถังกรองเพื่อแยกเอาน้ำและของแข็งออกก่อนถูกส่งเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาด และไล่น้ำออกอีกครั้ง จากนั้นจึงส่งเข้าถังเก็บน้ำมันเพื่อจำหน่ายหรือนำไปกลั่นเป็นน้ำมันปาล์ม บริสุทธิ์สำหรับการบริโภคต่อไป กากผลปาล์มที่ผ่านการหีบมาแล้วจะถูกนำมาแยกเส้นใยออกจาก เมล็ดหรือกะลา แล้วนำกะลาซึ่งยังมีเนื้อในมาอบแห้งและทำความสะอาด แล้วนำเข้าเครื่องกะเทาะ เพื่อแยกกะลาออก จากนั้นนำเอนโดสเปิร์มมาอบแห้งให้มีความชื้นไม่เกิน 7% แล้วบรรจุกระสอบ รอกจำหน่ายหรือส่งไปหีบน้ำมันต่อไป

2.2 ดิน (วิรัชชัย, 2554)

2.2.1 ดิน หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติเกิดจากการผุพังของหินและแร่ธาตุรวม กับอินทรีย์สารจำพวกซากพืชซากสัตว์ที่บดรวมกันเป็นชั้นๆ ซึ่งแต่ละบริเวณจะมีความแตกต่างกันตามสภาพการเกิดของดินนั้นๆ

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีประโยชน์และมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะมนุษย์ซึ่งได้อาศัยดินในการสร้างที่อยู่อาศัย ทำการเพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้ อาหาร และก่อให้เกิดปัจจัยสำคัญอื่นๆ อีกได้แก่ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค เป็นต้น นับเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เป็นผลที่ได้จากดินทั้งทางตรงและทางอ้อมทั้งสิ้น

สัตว์และพืชส่วนใหญ่จะใช้ดินเป็นแหล่งในการดำรงชีวิต ถ้าปราศจากดินแล้วสิ่งมีชีวิต หลายๆ ชนิดจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นอกจากนี้ในดินยังมีทรัพยากรที่มีคุณค่าอีกมากมาย

ดินที่มาจากแหล่งที่ต่างกันหรือจากแหล่งเดียวกันที่มีระดับความลึกต่างๆ กันจะมีลักษณะ และโครงสร้างไม่เหมือนกัน เช่น ขนาดของเม็ดดิน การเกาะตัวกันระหว่างเม็ดดิน สีของเนื้อดิน อากาศและน้ำในดิน ความเป็นกรด-เบสของดิน เป็นต้น

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการกำเนิดดิน

ปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดดินมีดังนี้

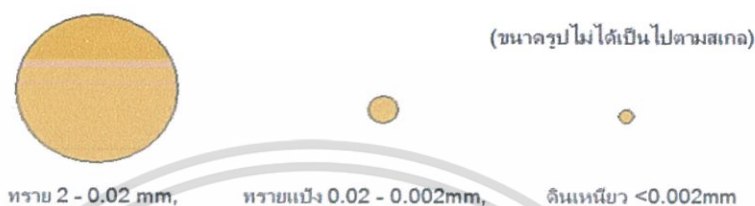
- 1) ภูมิอากาศ ภูมิอากาศจะเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิ น้ำ และความชื้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของหินและแร่ธาตุทั้งทางตรงและทางอ้อม
- 2) วัตถุต้นกำเนิดดิน คือหินและแร่ที่สลายตัว ซึ่งจะมีผลต่อความเร็วในการแปรสภาพของหินตลอดจนชนิดและลักษณะของดิน
- 3) สิ่งมีชีวิตในดิน สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีอิทธิพลในแง่ของการเพิ่มสารอินทรีย์ให้แก่ดิน ได้แก่ จุลินทรีย์จำพวกเห็ด รา แบคทีเรีย
- 4) สภาพภูมิประเทศ บริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศที่มีความลาดชันจะเกิดการพังทลายและถูกกัดเซาะได้ง่ายทำให้เกิดดินได้รวดเร็วขึ้น

2.2.3 ดินมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 อย่างคือ

- 1) อินทรีย์สารองค์ประกอบนี้เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุ ซึ่งจะมีขนาดและอนุภาคที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของหินและแร่ธาตุและระยะเวลาในการสลายตัว สารอินทรีย์ที่พบมากในดิน ได้แก่ แร่ควอตซ์พบในลักษณะของเม็ดทรายแร่เฟลด์สปาร์เมื่อสลายตัวจะให้แร่ดินเหนียว เป็นต้น
- 2) อินทรีย์สาร คือองค์ประกอบหนึ่งของดินที่เป็นซากพืชซากสัตว์และมูลสัตว์ต่างๆ สิ่งเหล่านี้จะทับถมกันแล้วถูกจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ย่อยสลายจนเน่าเปื่อยซึ่งจะมีความอุดมสมบูรณ์และมีธาตุอาหารที่พืชต้องการ เรียกว่า ฮิวมัส
- 3) อากาศอากาศจะแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ก๊าซออกซิเจน (O_2) เป็นต้น ปริมาณอากาศในดินจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินเพราะดินแต่ละชนิดมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่แตกต่างกัน เช่น ดินร่วนจะมีอากาศและธาตุอาหารอยู่มากเพราะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก เป็นต้น
- 4) น้ำ น้ำเป็นของเหลวที่แทรกอยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดดินดินที่มีปริมาณน้ำพอเหมาะจะทำให้พืชจะเจริญเติบโตได้ดี เช่น ดินร่วน เป็นต้น

2.2.4 เนื้อดิน (Soil Texture)

เนื้อดินหมายถึงองค์ประกอบเชิงกายภาพของดิน สังเกตได้ว่าดินในแต่ละสถานที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน เนื่องจากดินประกอบขึ้นจากของอนุภาคตะกอนหลายๆ ขนาด อนุภาคที่ใหญ่ที่สุดคืออนุภาคทราย (Sand) อนุภาคขนาดรองลงมาคือ อนุภาคทรายแป้ง (Silt) และอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว (Clay)



รูปที่ 2.10 ขนาดอนุภาคของดิน (ฟิสิกส์ราชมงคล, 2555)

ดินมีหลายชนิด เช่น ดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว ขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคของตะกอนที่ผสมกันเป็นดิน อาทิเช่น ดินทรายมีเนื้อหยาบเนื่องจากประกอบด้วยอนุภาคขนาดใหญ่ เช่น เม็ดทราย ซึ่งมีขนาดใหญ่จึงมีช่องว่างให้น้ำซึมผ่านอย่างรวดเร็ว ดินเหนียวมีเนื้อละเอียดมากเนื่องจากประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็กมาก จึงไม่มีน้ำช่องว่างให้น้ำซึมผ่าน ส่วนดินร่วนมีส่วนผสมเป็นอนุภาคขนาดปานกลาง เช่น ทรายแป้งเป็นส่วนใหญ่จึงมีความเหมาะสมในการปลูกพืชส่วนใหญ่ เนื่องจากน้ำซึมผ่านได้ไม่รวดเร็วจนเกินไปสามารถเก็บกักความชื้นได้ดี

นักปฐพีวิทยาแบ่งดินออกเป็น 12 ชนิด โดยการศึกษาสัดส่วนการกระจายอนุภาคของดินตามรูปที่ 2.10 เช่น

- ดินทรายร่วน

ประกอบด้วยอนุภาคทราย 80%, อนุภาคทรายแป้ง 10%, อนุภาคดินเหนียว 10%

- ดินร่วน

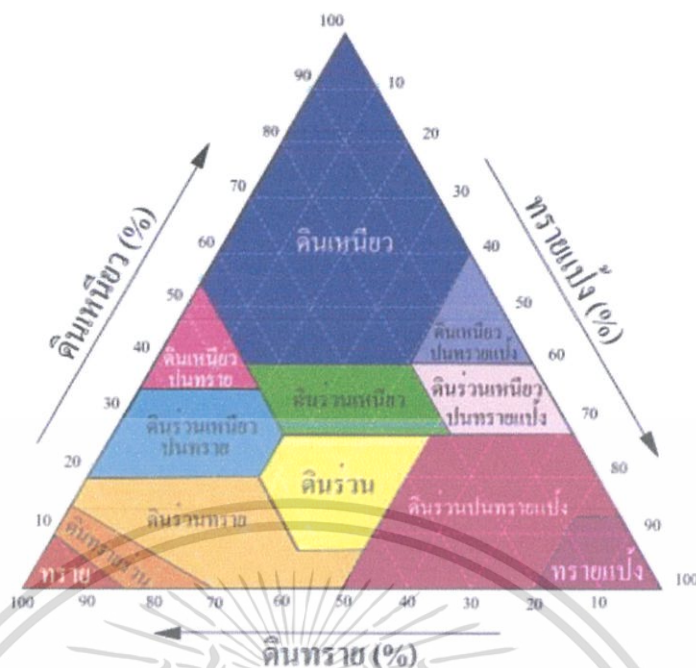
ประกอบด้วยอนุภาคทราย 40%, อนุภาคทรายแป้ง 40%, อนุภาคดินเหนียว 20%

- ดินเหนียว

ประกอบด้วยอนุภาคทราย 20%, อนุภาคทรายแป้ง 20%, อนุภาคดินเหนียว 60%

การจำแนกดินช่วยให้เราเข้าใจถึงคุณสมบัติของดินประเภทต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการกักเก็บน้ำและการถ่ายเทพลังงานความร้อน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมและทางวิศวกรรม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 สัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดิน (พีสิคส์ราชมงคล, 2555)

2.3 ก๊าซเรือนกระจกกับปรากฏการณ์โลกร้อน (กรมอุตุวิทยา, 2537)

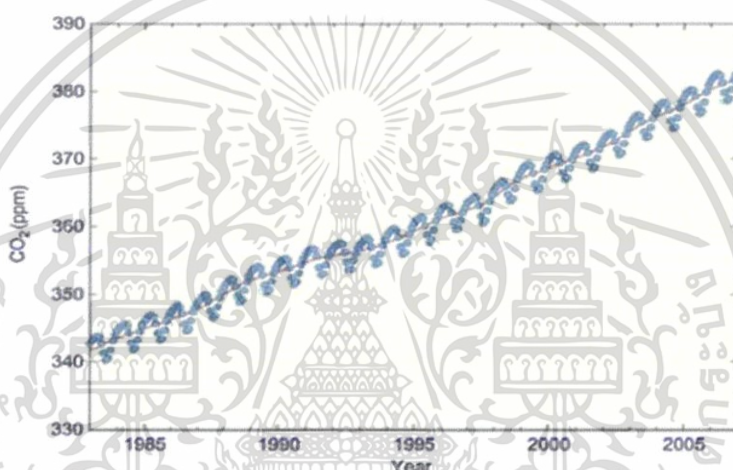
ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ซึ่งก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ หากโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันร้อนจัดและในตอนกลางคืนหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้จะดูดซับรังสีความร้อนไว้ในกลางวันแล้วจะค่อยๆแผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศของโลกไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ก๊าซเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ ไออน้ำ, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), โอโซน (O_3), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และสารคลอโรฟลูโอโรคาร์บอน (CFC) เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมของมนุษย์กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ รวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การทำการเกษตรและปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) และ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ควันท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน (O_3) และกระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเหล่านี้ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคืออุณหภูมิของชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นด้วย แต่ไม่ได้ทำให้ปริมาณก๊าซเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกที่ (Global Warming Potential) แตกต่างกัน

ก๊าซที่มีบทบาททำให้เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นปัญหาต่ออุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น มีดังนี้

1) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระดับของคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO_2) มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรม มีค่าสูงถึง 381.2 ส่วนในล้านส่วน ในปี ค.ศ.2006 (สูงกว่าปี ค.ศ.2005 เท่ากับ 2.0 ส่วนในล้านส่วน) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 136%



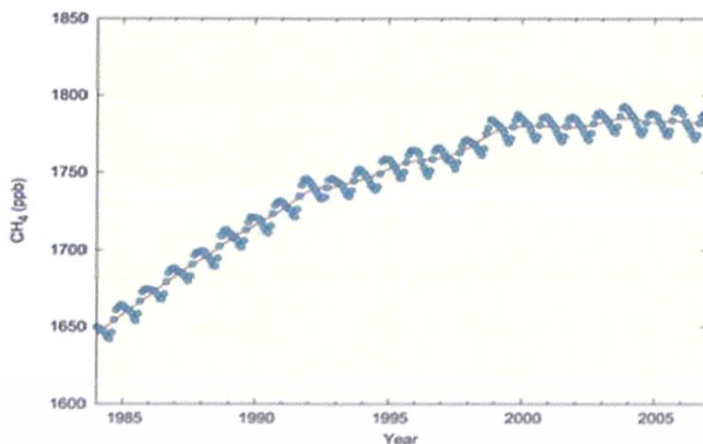
รูปที่ 2.12 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงปี ค.ศ.1995-2005

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2537)

อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงปี ค.ศ.1996-2006 คิดเป็น 1.93 ส่วนในล้านส่วนต่อปี โดยอัตราการเพิ่มสูงสุดในปี ค.ศ.1987/1988, 1997/1998, 2002/2003 และ 2005 เกินกว่า 2 ส่วนในล้านส่วนต่อปี ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น

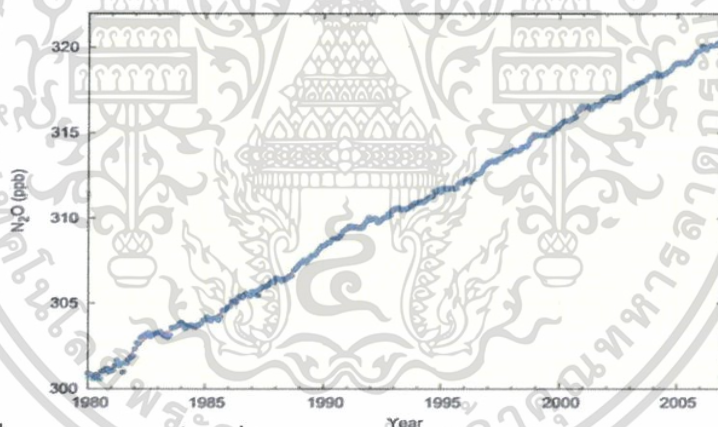
2) มีเทน (CH_4) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจาก คาร์บอน ไดออกไซด์ (CO_2) ระดับมีเทน (CH_4) มีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 ค่าเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1,782 ส่วนในพันล้านส่วนในปี ค.ศ.2006 (ลดลง 1 ส่วนในพันล้านส่วนในปี ค.ศ.2005) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 255% ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของก๊าซมีเทน (CH_4) มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยจะมีค่าสูงในฤดูหนาวและค่าต่ำในฤดูร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของมีเทนในช่วงปี ค.ศ.1995-2005 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2537)

3) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ มีระดับสูงขึ้นทั่วโลก อัตราส่วนมีค่าสูงขึ้นทั้ง 2 ซีกโลก โดยมีค่าสูงสุดในปี ค.ศ.2006 เท่ากับ 320.1 ส่วนในพันล้านส่วน ซึ่งมีค่าสูงขึ้นจากปี ค.ศ.2005 เท่ากับ 0.8 ส่วนในพันล้านส่วน อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยในช่วงปี ค.ศ.1996-2006 เท่ากับ 0.76 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 119%



รูปที่ 2.14 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของไนตรัสออกไซด์ในช่วงปี ค.ศ.1980-2005 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2537)

2.4 วงจรคาร์บอน (Carbon cycle) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2537)

คาร์บอน (Carbon) เป็นธาตุที่มีอยู่ในสารประกอบอินทรีย์เคมีทุกชนิด มีสัญลักษณ์ C และมีเลขอะตอม 6 เป็นธาตุโลหะที่มีอยู่มาก ดังนั้นวงจรคาร์บอนจึงมักมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรอื่นๆในระบบนิเวศ

วัฏจักรคาร์บอน หมายถึง การที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากอากาศถูกนำเข้าสู่สิ่งมีชีวิต หรือออกจากสิ่งมีชีวิตคืนสู่บรรยากาศ คาร์บอนจะถูกแลกเปลี่ยนระหว่างสิ่งมีชีวิตพื้นดิน น้ำ และบรรยากาศของโลกคาร์บอนเป็นธาตุหนึ่งของสิ่งมีชีวิตเป็นองค์ประกอบประมาณ 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 กระบวนการต่างๆ ในวัฏจักรคาร์บอน

1) การสังเคราะห์แสงของพืช (Photosynthesis) ในการสังเคราะห์แสงโดยพืช สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และแบคทีเรีย ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และให้ผลผลิตเป็น คาร์โบไฮเดรตในรูปน้ำตาลและเมื่อมีการหายใจก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จะถูกปลดปล่อย ออกสู่บรรยากาศอีกครั้งแม้ว่าในบรรยากาศจะมีก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO_2) เพียง 0.03% แต่ การสังเคราะห์ด้วยแสงใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากบรรยากาศไปถึง 1 ใน 7 และใน ขณะเดียวกันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการหายใจก็ชดเชยส่วนที่หายไปคืนสู่บรรยากาศ ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในบรรยากาศคงที่ตลอดเวลา



(Photosynthesis)

2) การหายใจของสัตว์และพืช (Respiration) เพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ ทำให้คาร์บอนที่ อยู่ในรูปของอินทรีย์สารถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระในรูปของ CO_2



(Respiration)

3) การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก (Combustion)



4) การสลายและการทับถม (Decaying) ของซากพืชและสัตว์ ในระยะยาวจะกลายเป็น เชื้อเพลิงฟอสซิล

5) การหมัก (Anerobic Fermentation) ของซากพืชและมูลสัตว์ ในระยะสั้นจะกลายเป็น ก๊าซชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในดิน

(รัชฎริศา และคณะ, 2556)

2.5.1 ความดันบรรยากาศ

ความดันบรรยากาศมีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ถ้าความดันบรรยากาศต่ำการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าความดันบรรยากาศมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ผู้ชั้นบรรยากาศ

2.5.2 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในดินสามารถเพิ่มปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อินทรีย์คาร์บอนที่ละลายน้ำได้ในดินเป็นแหล่งที่มาโดยตรงของคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ออกมาตามปริมาณที่เติมลงในดิน การทำเกษตรกรรมส่วนใหญ่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็นสารอาหารให้แก่พืช ซึ่งทำให้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนสำคัญในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากดินสู่บรรยากาศ

2.5.3 การไถพรวนดิน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สามารถเกิดขึ้นได้จากการไถพรวนดินมากกว่าดินที่ไม่ได้ไถพรวน การไถพรวนทำให้มวลดินแตก จะช่วยในการผสมดินและอนุภาคอินทรีย์ ช่วยเพิ่มการแทรกซึมและความชุ่มชื้นจึงทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สู่บรรยากาศเพิ่มขึ้น

2.5.4 อุณหภูมิของดิน

อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากดิน จุลินทรีย์ในดินจะดำเนินกิจกรรมในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม อุณหภูมิที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้รากที่ยังอ่อนเกิดการล้มเหลวได้ เนื่องจากรากที่อ่อนมีความไวต่ออุณหภูมิมากกว่ารากที่แก่กว่า ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยในการเจริญเติบโตของรากและมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

2.5.5 ความชื้นในดิน

ในดินแห้งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในดินจะต่ำ เนื่องมาจากการหายใจของดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์มีต่ำ และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นในดินมีค่าเพิ่มขึ้น ในสภาพดินที่มีความชื้นสูงมาก การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จะลดลง เนื่องมาจากการหายใจของพืชลดลง ส่งผลให้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในดินลดลง

2.5.6 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีผลโดยตรงต่อการหายใจของดินผ่านการย่อยสลายขยะ ในสภาพที่มีไนโตรเจนสูงจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายได้ง่ายกว่าในสภาพที่ไนโตรเจนต่ำ และโดยทางอ้อมไนโตรเจนจะมีอิทธิพลต่อค่าพีเอชของดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาอัตราการหายใจของดินมีผู้วิจัยและมีผลงานการวิจัยอยู่มากมาย ซึ่งจากรวบรวมผลการศึกษามีงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกัน เช่น

สมจินต์ วานิชเสถียรและคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาการเก็บกักคาร์บอนในระบบการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดบางชนิดในชุดดินปากช่อง ทำการทดลองในพื้นที่ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดิน อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในปี พ.ศ.2553-2555 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในชุดดินปากช่อง การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 6 ดำรับ 3 ซ้ำ คือ ดำรับที่ 1 ควบคุม, ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว, ดำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีและปลูกถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสด, ดำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีและปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด, ดำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีและปลูกถั่วพุ่มเป็นปุ๋ยพืชสด และดำรับที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมีและปลูกถั่วมะแฮะเป็นปุ๋ยพืชสด ผลการทดลองสรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการปลูกถั่วมะแฮะเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 6,989 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุดเท่ากับ 6,807 บาทต่อไร่ มีค่าสัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงสุดเท่ากับ 0.73 และมีเปอร์เซ็นต์แบ่งในหัวมันสำปะหลังเท่ากับ 32.51% จากผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดินพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการปลูกถั่วมะแฮะเป็นปุ๋ยพืชสดสามารถกักเก็บคาร์บอนในดินได้สูงสุดเท่ากับ 2.15% และพบว่าม้ออัตราการหายใจของดินเท่ากับ 27.64 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์คาร์บอนต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ($\text{mg CO}_2\text{-C/cm}^2\text{/sec}$) มีปริมาณคาร์บอนในดินและไบโอมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 47.84% และมีปริมาณคาร์บอนในหัวมันสำปะหลังเท่ากับ 41.49% ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนจากการสับกลบดินและใบมันสำปะหลังลงดินจะมีคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในดินเท่ากับ 689 กิโลกรัมต่อปีและคิดเป็นการสูญเสียคาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อเผาต้นและใบมันสำปะหลังแทนการสับกลบลงดินจะเกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สู่อากาศเท่ากับ 2,526 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ดังนั้นระบบการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับพืชสดจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

สิริกานดา วัชรไทย (2551) ได้ทำการศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสับคั่วที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทรายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกสับคั่วเพื่อกักเก็บคาร์บอนสู่ดินและสมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูก พันธุ์สับคั่วที่เลือกศึกษา ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน (KP) และพันธุ์ไร่สุวรรณ เบอร์ 80 (SW 80) และชนิดดินบนพื้นที่ศึกษา คือ ดินเหนียวในพื้นที่ไร่สุวรรณวาศกสิกิจ (SW) และดินร่วนปนทรายในพื้นที่สถานีวิจัยเขาหินซ้อน (KH) แผนการทดลองเป็นแบบ Randomized Block Design (RBD) จำนวน 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากผิวดิน ทุกๆ 2 เดือน และเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0-10 และ 10-30 เซนติเมตร เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคม/กันยายน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในรูปต่างๆ ในดิน ได้แก่ รูปคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด (SOC) พาร์ทิเคิลคาร์บอน (POM-C) และรูปที่อยู่ร่วมกับอินทรีย์สารในดิน (MaOM-C) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เพื่อใช้สร้างสมการประเมินมวลชีวภาพในส่วนเหนือพื้นดิน ข้อมูลข้างต้นและปริมาณเศษซากพืชที่ร่วงถูกนำมาใช้คำนวณหาปริมาณคาร์บอนสุทธิในระบบที่ศึกษา แล้วเปรียบเทียบสมดุลคาร์บอนในดินที่ปลูกสับคั่วทั้งสองสายพันธุ์ ในพื้นที่ศึกษา งานศึกษานี้พบว่าปริมาณ SOC และ MaOM-C มีแนวโน้มลดลงในทุกระดับความลึกของดิน ในขณะที่ปริมาณ POM-C ในดินมีค่าสูงขึ้น โดยเฉพาะในดินชั้นบน (0-10 เซนติเมตร) ดินที่ปลูกสับคั่วพันธุ์ KP ในพื้นที่ KH มีแนวโน้มสะสมคาร์บอนได้สูงกว่าพันธุ์ SW 80 ทั้งปริมาณ SOC และคาร์บอนในดินในรูปต่างๆ แต่ผลที่ได้ยังไม่ชัดเจนสำหรับพื้นที่ SW แม้ว่าสับคั่วพันธุ์ KP จะสะสมคาร์บอนได้สูง แต่ก็มี การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากผิวดินของสับคั่วพันธุ์ KP มีค่าสูงกว่าพันธุ์ SW 80 เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตชีวมวลรวมและปริมาณการร่วงของเศษซากพืชของสับคั่วพันธุ์ KP สูงกว่าพันธุ์ SW 80 ผลการคำนวณสมดุลคาร์บอนสุทธิของระบบศึกษาที่ปลูกสับคั่วในงานศึกษาระยะสั้นนี้ พบว่าปริมาณคาร์บอนสุทธิในระบบที่ปลูกสับคั่วสายพันธุ์ KP มีค่ามากกว่าระบบที่ปลูกสับคั่วพันธุ์ SW 80 เมื่อพิจารณาในแง่ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดิน พบว่าในระบบการปลูกสับคั่วทำให้คาร์บอนอินทรีย์ในดินมีปริมาณลดลงจากพื้นที่ เท่ากับ -11.23 และ -2.41 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ สำหรับพื้นที่ SW และพื้นที่ KH ตามลำดับ ดังนั้นผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสับคั่วพันธุ์ KP มีแนวโน้มการสะสมคาร์บอนในระบบปลูกได้ดีกว่าพันธุ์ SW 80 แต่ควรศึกษาเป็นระยะเวลานานขึ้นเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภรภัทร นพมาลัยและคณะ(2553) ได้ทำการศึกษาอัตราการสะสมคาร์บอนและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากผิวดิน รวมถึงสมดุลคาร์บอนในดินที่ปลูกหญ้าแฝก พันธุ์ต่างๆ ดำเนินการที่สถานีพัฒนาที่ดินเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ.2551-2553 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design ประกอบด้วย 7 ตารางการทดลอง ได้แก่ แปลงควบคุม (ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก) เปรียบเทียบกับการปลูกหญ้าแฝก 6 พันธุ์ คือ พันธุ์ศรีลังกา, พันธุ์สุราษฎร์ธานี, พันธุ์แม่แฮ, พันธุ์พระราชทาน, พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์ร้อยเอ็ด โดยทำจำนวน 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีมวลชีวภาพสูงสุดเท่ากับ 9.30 กิโลกรัมต่อกอ และพันธุ์อื่นมีปริมาณมวลชีวภาพอยู่ในช่วง 8.27-9.07 กิโลกรัมต่อกอ การสะสมคาร์บอนในใบและรากของหญ้าแฝกแต่ละพันธุ์แปรผันตามการเจริญเติบโต โดยหญ้าแฝกพันธุ์พระราชทานมีการสะสมคาร์บอนสูงสุดเท่ากับ 1.94 กิโลกรัมคาร์บอนต่อกอ สำหรับแปลงที่ปลูกหญ้าแฝกทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุและความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความหนาแน่นรวมมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก การตัดใบหญ้าแฝกคลุมดินทำให้ปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินเพิ่มสูงกว่าการไม่ปลูกหญ้าแฝก สำหรับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากผิวดินในแปลงทดลองที่ปลูกหญ้าแฝกมีปริมาณการสะสมสูงกว่าแปลงที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก เมื่อประเมินสมดุลของคาร์บอนในดินที่ปลูกหญ้าแฝกลุ่มพบว่ามีการสะสมคาร์บอนในดิน +1.53 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี มากกว่าในดินที่ปลูกหญ้าแฝกคอนที่มีการสะสมคาร์บอน +1.37 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี ส่วนการไม่ปลูกหญ้าแฝกและการจัดการดินทำให้ดินสูญเสียคาร์บอน -0.31 กิโลกรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี

ณัฐนิชา บุญนาศิริจิตและคณะ (2556) ได้ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่ออัตราการหายใจของดินบริเวณพื้นที่ปลูกพืชสวน โดยตรวจวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากแปลงเพาะปลูกผักคะน้าที่ไม่มีการใช้ปุ๋ย (SK) ใช้ปุ๋ยคอก (SMK) และปุ๋ยเคมี (SCK) พบว่าอัตราการหายใจของดินมีค่ามากที่สุดแปลงเพาะปลูกที่ใช้ปุ๋ยคอก โดยมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เท่ากับ 13.81gCO₂m⁻²d⁻¹ รองลงมาคือ แปลงเพาะปลูกที่ใช้ปุ๋ยเคมี (SCK) ไม่ใช้ปุ๋ย (SK) และแปลงดินที่ไม่มีการเพาะปลูก (S) อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เท่ากับ 12.18, 11.25 และ 11.12 gCO₂m⁻²d⁻¹ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และแปลงเพาะปลูกพบว่า แปลงที่มีการเพาะปลูกมีการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) ยกเว้นแปลงดินที่ไม่มีการเพาะปลูก และจากการพิจารณาแบบเป็นคู่โดยใช้สถิติ T-Test พบว่ามีเพียงแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาะปลูกที่ไม่ใช้ปุ๋ยกับใช้ปุ๋ยคอกที่มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่างกัน เท่านั้น ($p < 0.05$) นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษความสัมพันธ์ของปัจจัยต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) พบว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่าพีเอช และเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมีผลต่ออัตราการปลดปล่อย ส่วนอุณหภูมิไม่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซนี้

ธัญธิดา บวรกิจและคณะ (2556) ได้ทำการศึกษการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากดินในนาข้าว เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ระหว่างนาข้าว 2 พื้นที่ คือ พื้นที่นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน) กับพื้นที่นาข้าวทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ) รวมไปถึงการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของพื้นที่ปลูกข้าว (นาดำและนาหว่าน) กับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของดินในนาข้าว คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน เปอร์เซ็นต์ทรายซิลต์เคลย์ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์ความพรุนและเนื้อดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 3 ครั้ง คือ เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 วัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยประยุกต์ใช้ Alkali absorption method (AA-method) ที่พัฒนาโดย Kirita (1971) ของสถาบันวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เมือง Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น ผลการศึกษาพบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของนาดำนาหว่านและพื้นที่ไม่ปลูกข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62, 4.19 และ 2.59 gCO₂m⁻²d⁻¹ ตามลำดับวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) พบว่าพื้นที่นาดำและพื้นที่ไม่ปลูกข้าวมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นพื้นที่นาหว่านจากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างแบบคู่ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ นาดำกับนาหว่าน นาดำกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และนาหว่านกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว เมื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman พบว่าอุณหภูมิกับความชื้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ส่วนค่าพีเอชความพรุน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อย

H. Keith และคณะ (2005) วัดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ในสภาวะคงที่ (NFT-SS) เป็นแคมเบอร์ที่มีการดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ของอัลคาไลต์ โดยใช้โซดาไลม์ในการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบ และเทียบกับอัตราการไหลในสภาวะคงที่ วิธีการ LRGA เพื่อประเมินความเหมาะสมของการใช้โซดาไลม์สำหรับการตรวจสอบข้อมูลที่มีขนาดใหญ่กว่าช่วงเวลาและในช่วงวันที่อาจเกิดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นและงานที่เกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบโซดาไลม์และปรับปรุงปัญหาจะเกิดขึ้นตามมากับปริมาณและการวัดที่น่าเชื่อถือได้ของอัตราการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์ที่ได้รับการประเมิน การดูดซึม ความจุของ โซดาไลม์ การดูดซึมคาร์บอน ไดออกไซด์เพิ่มเติมของโซดาไลม์ในระหว่างขั้นตอนการทดลอง ความเข้มข้นที่ต่างกันของคาร์บอน ไดออกไซด์ ที่อยู่ในแคมเบอร์ และการใช้เทคนิคจากการปิดแคมเบอร์ให้มีก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ไหลวนอยู่โดยใช้โซดาไลม์ (มีช่วงปริมาณ : 50, 100 และ 200 กรัมต่อ 0.082 m^3 พื้นที่ดินล้อมรอบในห้อง) ถูกนำมาเทียบ IRGA เป็นวิธีในการวัดการอ้างอิงที่ดีตามหลักการทางกายภาพโดยใช้หลายรูปแบบของพื้นที่และช่วงเวลาเปรียบเทียบอัตราการไหลที่อยู่ในช่วง $2-5.5 \text{ กรัม C MK}_2\text{dayK}_2$ ระหว่างแคมเบอร์ มีขนาดที่แตกต่างกันและช่วงเวลาต่างกัน เปรียบเทียบการทดลองของ LRGA ที่มีการวัดขึ้นอยู่กับโซดาไลม์ที่ได้ค่าที่มีประสิทธิภาพ โดยเปรียบเทียบ โดย $\text{SIop} = 0.82$ ผลที่ได้พบว่า อัตราการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์โดยการดูดซึมของโซดาไลม์ที่มีปริมาณที่เหมือนกันและเที่ยงตรง ในงานอ้างอิงที่เกี่ยวข้องวิธี โซดาไลม์เป็นวิธีการตรวจวัดข้อมูลที่ต้องความระมัดระวังอย่างสูง (การอบแห้งและการชั่งน้ำหนักของ โซดาไลม์และลดการรั่วไหล) และการตรวจสอบในภาคสนามเฉพาะเจาะจง รายละเอียดโครงการจะถูกนำเสนอ โดยการใช้โซดาไลม์สำหรับการวัดอัตราการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์ของดินภาคสนาม

Eric A. Davidson และคณะ (2000) ผลของปริมาณน้ำในดินในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์จากดินที่ได้ทำการอธิบายโดยเชิงเส้น, ลอการิทึม, สมการกำลังสองและฟังก์ชันพาราโบลาของน้ำในดิน แสดงโดยวิธีศึกษาภาพเมตริก, ระบบกราวิมेटริก และปริมาตรน้ำในดิน, การอุ้มน้ำ, พื้นที่รูพรุนที่เต็มไปด้วยน้ำ, ตะกอนและ ตารางความลึกของน้ำ ผลของอุณหภูมิและปริมาณน้ำในดินเป็นสถิติที่ซับซ้อนอยู่เสมอ วัดอุปสรรคของการศึกษาครั้งนี้ คือ 1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในปริมาณน้ำและการหายใจของดินในที่ลุ่มเมซอนทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามฤดูกาลเพียงเล็กน้อยและ 2 การตรวจสอบความแตกต่างในการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์ของดินในป่าปฐมภูมิ ป่าทุติยภูมิ ทุ่งหญ้าเลี้ยงวัว และการย่อยสลายของทุ่งหญ้าเลี้ยงวัว อัตราการหายใจของดินลดลงจากความชื้นในฤดูกาลบนพื้นที่ในทดลองหญ้าในทุ่งหญ้าเลี้ยงวัวได้นำมาใช้งานมีประสิทธิภาพในช่วงฤดูฝนและจะเสื่อมสภาพในฤดูแล้งที่ส่งผลในบริเวณกว้างตามฤดูกาลในการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์ขณะที่ป่าไม้ที่รากลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงรักษาการหายใจของดินมากในช่วงฤดูแล้ง ในแต่ละปี การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีค่าเท่ากับ 2.0, 1.8, 1.1 และ 5.0 กิโลกรัม $C M^{-2} Yr^{-1}$ สำหรับป่าปฐมภูมิและทุติยภูมิ ที่ทำการทดลองและทุ่งหญ้าเสื่อมโทรม ตามลำดับ การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับลอการิทึมของศักยภาพเมตริกและลูกบาศก์ของปริมาณน้ำในดินซึ่งเป็นฟังก์ชันที่เหมาะสมสำหรับ mechanistically ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจของดิน อย่างข้อมูลคงต่อไปนี้ พารามเมตริกของฟังก์ชันการทดลองเหล่านี้ไม่สอดคล้องกับป่าไม้เมืองหนาว ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการหายใจของดินต่อน้ำ และการวัดอุณหภูมิที่เชิงลึกบางส่วน ได้รับการเลือกกฎเกณฑ์ขอบเขตบนพื้นผิวแบบเรียบ เพิ่มเติม โดยกำหนดอุณหภูมิ ความชื้น และการทำงานจะต้องมีการตรวจวัดอุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดินและการปลดปล่อยคาร์บอน ไดออกไซด์แต่ละขอบเขต

Huck-Ywih Ch'ng และคณะ (2011) การประเมินการเก็บคาร์บอนในดิน ในบริเวณป่าฟื้นฟูเขตร้อน การลดลงของป่าฝนเขตร้อนมีผลกระทบต่อสภาวะ โลกร้อนและเป็นที่น่าสนใจอย่างมาก โปรแกรมการปลูกป่าถูกแนะนำเพื่อแก้ไขปัญหา แต่มีงานวิจัยส่วนน้อยที่จะทำการประเมินการเก็บคาร์บอนในดินในบริเวณป่าฟื้นฟูเขตร้อน เช่น มาเลเซีย วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้ เพื่อตรวจสอบการสะสมคาร์บอนของป่าฟื้นฟูที่มีอายุแตกต่างกัน เก็บตัวอย่างดินในป่าฟื้นฟูตั้งแต่ 1 ปีถึง 7 ปี 10 ตัวอย่างมาจากการเก็บแบบสุ่ม ที่ระดับความลึกของดิน 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร วัตถุประสงค์และวิธีการถูกนำมาวิเคราะห์ตัวอย่างดินเพื่อหาค่าความเป็นกรดเบส, คาร์บอนรวม, ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (SOM), ไนโตรเจนทั้งหมด, อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน, ผลของกรดฮิวมิก (HA) และคาร์บอนในกรดฮิวมิก (CHA) ผลการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรด-เบสลดลง เมื่ออายุของป่าฟื้นฟูเพิ่มขึ้น โดยไม่คำนึงถึงความลึก SOM และผลรวมของคาร์บอนจะเพิ่มขึ้นตามอายุ อายุของป่าฟื้นฟูไม่มีผลต่อค่า CHA ที่ระดับความลึกที่แตกต่างกัน คือ 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรการฟื้นฟูป่าโดยการปลูกพรรณพื้นเมืองอายุแรกเริ่มจนถึง 7 ปี แสดงให้เห็นสัญญาณการลดลงของคาร์บอน แต่จะไม่ส่งผลกระทบต่อการสะสมคาร์บอนในอายุแรกเริ่ม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

- 1) เครื่องแก้วสำหรับห้องปฏิบัติการเคมี
- 2) เครื่องวัดพีเอช (pH meter) ยี่ห้อ consort รุ่น C860
- 3) เครื่องวัดการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity meter) ยี่ห้อ consort รุ่น C860
- 4) เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่งทศนิยม ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น AUX220
- 5) เครื่องดูดความชื้น (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้น
- 6) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ยี่ห้อ Percia Elmer
- 7) เครื่องให้ความร้อน (Hotplate) ยี่ห้อ Fisher Scientific
- 8) ตู้อบ (Drying Oven) ยี่ห้อ ISOTEMP
- 9) เครื่องกลั่นไนโตรเจนพร้อมหลอดเจลหัดาล
- 10) เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Vis Spectrophotometer)
- 11) เทอร์โมมิเตอร์
- 12) เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิดิน
- 13) ไฮโดรมิเตอร์
- 14) Plastic chamber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร สูง 6 เซนติเมตร
- 15) Plastic chamber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18.5 เซนติเมตร สูง 8.5 เซนติเมตร
- 16) ขวดพลาสติกเก็บสารตัวอย่าง
- 17) ขวดพลาสติกใส่สารเคมี
- 18) ขวดแก้วใส่สารเคมี
- 19) ตะแกรงร่อนขนาด 10 เมช
- 20) ชุดกรองแบบลดความดัน
- 21) ชุดไทเทรต
- 22) ถูงพลาสติกชปีต็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (AR grade)

- 1) โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) บริษัท Carlo Erba
- 2) เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต [$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$] บริษัท Carlo Erba
- 3) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Concentrate H_2SO_4) บริษัท Carlo Erba
- 4) เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)
- 5) ออร์โทฟีแนนโทรีนิน (O-phenanthroline)
- 6) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) บริษัท Carlo Erba
- 7) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) บริษัท Carlo Erba
- 8) โซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต [$NaPO_3$]₆ บริษัท Carlo Erba
- 9) กรดอะซิติก 99.5% บริษัท Carlo Erba
- 10) แอมโมเนียมอะซิเตต ($CH_3COO-NH_4$)
- 11) แอมโมเนียมออกซาเลต [$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$] บริษัท Carlo Erba
- 12) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) บริษัท Carlo Erba
- 13) แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) บริษัท Carlo Erba
- 14) ซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) บริษัท Carlo Erba
- 15) เอธิลแอลกอฮอล์ 95% องค์การสุรา กรมสรรพสามิต จังหวัดฉะเชิงเทรา
- 16) โซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) บริษัท Fisher Scientific
- 17) กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Concentrate HCl) บริษัท Carlo Erba
- 18) โซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) บริษัท Fisher Scientific
- 19) กรดบอริก (H_3BO_3) บริษัท Fisher Scientific
- 20) โพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP) บริษัท Fisher Scientific
- 21) โบรโมคริสอลกรีน (Bromocresol green) บริษัท Acrosorganic
- 22) เมทิลเรด (Methyl red) บริษัท Fisher Scientific
- 23) แอมโมเนียมฟลูออไรด์ (NH_4F) บริษัท Fisher Scientific
- 24) กรดไฮโดรคลอริก 37% (HCl) บริษัท Carlo Erba
- 25) โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) บริษัท Carlo Erba
- 26) กรดแอสคอบิก (Ascorbic acid) บริษัท Carlo Erba
- 27) แอนติโมนีโพแทสเซียมดาร์เทรต ($KSbO_3 \cdot 4H_2O$) บริษัท Carlo Erba
- 28) แอมโมเนียมโมลิบเดต [$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$] บริษัท Carlo Erba
- 29) โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) บริษัท Fisher Scientific
- 30) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) บริษัท Sigma Aldrich

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 31) เดวาคา แอลลอย (Devarda alloy) บริษัท Carlo Erba
- 32) คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) บริษัท Carlo Erba
- 33) เซเลเนียม (Se) บริษัท MERCK
- 34) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) บริษัท Carlo Erba
- 35) โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) บริษัท Fisher Scientific
- 36) ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) บริษัท Laboratory Rasayan

3.2 พื้นที่ศึกษา

ได้ทำการศึกษาทดลองทั้งหมด 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนทราย ดินทราย และดินเหนียวปนทราย ทั้ง 3 พื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่ใช้ปลูกต้นปาล์มน้ำมันในจังหวัดนครศรีธรรมราชและใช้ปุ๋ยชนิดเดียวกันทั้ง 3 พื้นที่



(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

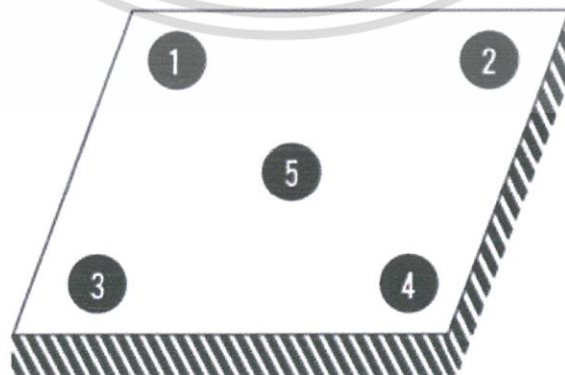
รูปที่ 3.1 บริเวณพื้นที่ที่ใช้สำหรับการทดลอง

(ก) ดินร่วนปนทราย (ข) ดินทราย, (ค) ดินเหนียวปนทราย

3.3 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของดิน

3.3.1 การเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินจะถูกสุ่มเก็บจากพื้นที่ทดลอง โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็น จุดกวาดเศษพืช และใบไม้ที่คลุมดินอยู่รอบแล้วทำการเก็บตัวอย่าง โดยใช้จอบขุดหลุมเป็นรูปตัววีลึกประมาณ 15 เซนติเมตรจากผิวดิน แะด้านข้างของหลุมให้หนาประมาณ 2-3 เซนติเมตรจากปากหลุมขนานลงไปตามหน้าดินที่ขุดไว้ลึกถึงก้นหลุมแล้วจัดชั้น เมื่อเก็บดินได้ครบทุกหลุมแล้วจากนั้นนำตัวอย่างดินที่ได้มาผสมรวมกันแล้วตากให้แห้ง เลือกเศษหินกรวดและเศษพืชออกจนหมดคลุกเคล้าอีกครั้ง ทำกองดินให้เป็นรูปฝาชีแล้วใช้มือคอบยอดกองให้แบนราบลง ใช้นิ้วมือขีดเป็นรูปกากบาท บนยอดกอง ซึ่งจะทำให้ดินถูกแบ่งแยกเป็น 4 ส่วนเก็บตัวอย่างจากกองดินนี้เพียง 1 ส่วน ให้ได้ดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม ทำการบดดินแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 10 เมช่นำตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินที่ใช้ทำการศึกษาต้องมีการประเมินคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างดินก่อนเพื่อเป็นการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยมีพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการประเมิน ดังตารางที่ 3.1

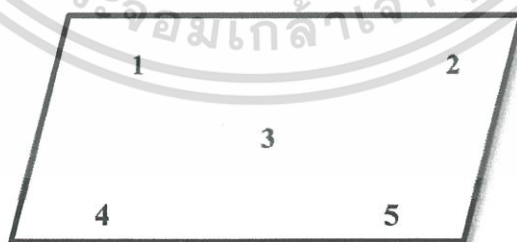
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์หลักขณะทางกายภาพและเคมีของดิน

พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์	วิธีการเครื่องมือวิเคราะห์/
1. ความชื้น	Gravimetric method อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. ความเป็นกรดด่าง	pH-meter
3. การนำไฟฟ้า	Conductivity meter
4. ปริมาณอนุภาคทรายซิลต์และเคลย์	Hydrometer method
5. ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC)	วิธีแอม โมเนียมอะซิเตด 1 นอร์มอล pH 7
6. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM)	Walkley and Black method
7. ไนโตรเจนทั้งหมด	Kjeldahl method
8. ฟอสฟอรัสทั้งหมด	Bray II method

3.4 การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

3.4.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ตัวอย่างก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO₂) จะถูกเก็บจากสวนป่าถ่มน้ำมัน 3 พื้นที่ พื้นที่ละ 5 จุด โดยมีขั้นตอนการเก็บดังนี้



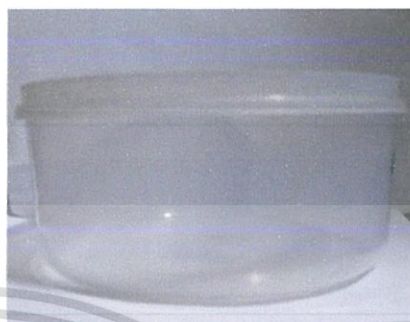
รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ (CO₂)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เขียนลำดับหมายเลขของจุดที่เก็บวันที่และเวลาที่ทำการเก็บลงบน Plastic chamber ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ให้สัมพันธ์กัน โดยใช้ Plastic chamber ขนาดใหญ่จำนวน 5 ใบต่อพื้นที่ และ Plastic chamber ขนาดเล็กจำนวน 4 ใบต่อ Plastic chamber ขนาดใหญ่หนึ่งใบ



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.4 Plastic chamber ที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์

(ก)ขนาดเล็ก และ (ข)ขนาดใหญ่

2) ตวงสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 0.5 N ปริมาตร 25 มิลลิลิตรลงใน Plastic chamber ขนาดเล็กทั้ง 4 ใบ โดย 3 ใบแรกให้เปิดฝา ส่วนอีกใบให้ปิดฝา แล้วนำไปวางที่จุดเก็บทั้ง 5 จุดของแต่ละพื้นที่

3) จุดเก็บทั้ง 5 จุดของแต่ละพื้นที่ จะถูกจุดให้ลึกประมาณ 7 เซนติเมตร เพื่อวาง Plastic chamber ขนาดเล็กลงไป แล้วครอบด้วย Plastic chamber ขนาดใหญ่ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พร้อมวัดอุณหภูมิของดิน โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิดิน



รูปที่ 3.5 Plastic chamber ขนาดเล็กที่ตวงสารใส่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 Plastic chamber ขนาดใหญ่ครอบ Plastic chamber ขนาดเล็ก
พร้อมวัดอุณหภูมิของดิน

4) ไทเทรตตัวอย่างที่เก็บได้ทันทีหลังจากครบเวลา 24 ชั่วโมงแล้ว โดยไทเทรตกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 M และมีฟีนอล์ฟทาไลน์เป็นอินดิเคเตอร์



รูปที่ 3.7 ไทเทรตตัวอย่าง ณ สถานที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (ประยุกต์ใช้ Alkali-absorption method)

การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดินสามารถวิเคราะห์หาในรูปของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{g.CO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$) โดยประยุกต์ใช้ Alkali-absorption method ที่พัฒนาโดย Kirita (2514) ของสถาบันวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งใช้โพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ (KOH) ในการตรึงคาร์บอน ไดออกไซด์ มีวิธีการทดลองดังนี้

1) เทสารละลายตัวอย่างที่เก็บได้จากภาคสนามใน Plastic chamber ที่เปิดฝา (ข้อ 3.4.1) ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2) เติมฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ลงไป 2-3 หยด

3) โทเทรตสารละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1 M และบันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

4) ทำแบลนด์ โดยการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจาก Plastic chamber ที่เปิดฝา เป็น Plastic chamber ที่ปิดฝา ที่เก็บได้จากภาคสนาม

5) คำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{g.CO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$) ดังสมการที่ 3.1

4) ทำแบลนด์ โดยการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจาก Plastic chamber ที่เปิดฝา เป็น Plastic chamber ที่ปิดฝา ที่เก็บได้จากภาคสนาม

5) คำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{g.CO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$) ดังสมการที่ 3.1

$$X(\text{gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}) = \frac{C-T \times M \times E \times 24}{A \times h \times 1000} \quad \text{---(3.1)}$$

เมื่อ	X	คือ อัตราการหายใจของดิน ($\text{g.CO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$)
	C	คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับแบลนด์ (mL)
	T	คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับตัวอย่าง (mL)
	M	คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (M)
	E	คือ จำนวนสมมูลของกรดไฮโดรคลอริก (g.eq/mol)
	A	คือ ปริมาตรของ plastic chamber (m^3)
	h	คือ เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (hr)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติแบบ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระดับปัจจัยของพื้นที่ และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman Correlation และ โปรแกรมทางสถิติที่ใช้คือ SPSS v.20.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน เป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่แตกต่างกันในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน วิเคราะห์และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดินแต่ละชนิด ซึ่งได้ทำการทดลองโดยการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนตุลาคม-พฤศจิกายน เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 ครั้ง

4.1 ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดิน

การหาเปอร์เซ็นต์ทราย ซิลต์ และเคลย์ เป็นการหาปริมาณอนุภาคขนาดต่างๆ ในดิน เพื่อใช้ในการบอกลักษณะของเนื้อดิน จากการทดลองพบว่า พื้นที่ที่ 1 มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) พื้นที่ที่ 2 มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) และพื้นที่ที่ 3 มีเนื้อดินเป็นดินทราย (Sand)

คุณสมบัติของดินมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของดินแต่ละประเภท พารามิเตอร์ทำการศึกษเปรียบเทียบความแตกต่างของดินแต่ละประเภท ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินแต่ละประเภทในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน

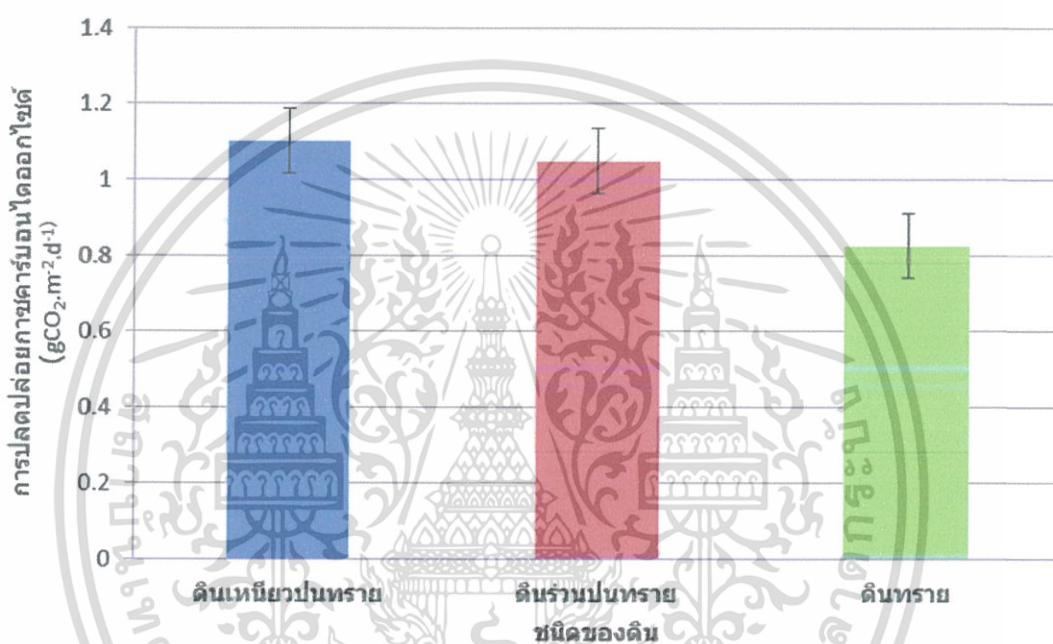
พารามิเตอร์	ดินเหนียวปนทราย	ดินร่วนปนทราย	ดินทราย
ความชื้น(%)	0.02	0.21	0.03
ค่าพีเอช	3.67	3.82	7.10
ค่าการนำไฟฟ้า	218	92.90	83.6
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน(%)	2.66	2.16	1.41
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	3.59	4.22	0.84
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(%)	0.23	0.18	0.12
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(%)	0.0014	0.0008	0.0007
ขนาดอนุภาคดิน	sandy clay	sandy loam	sand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

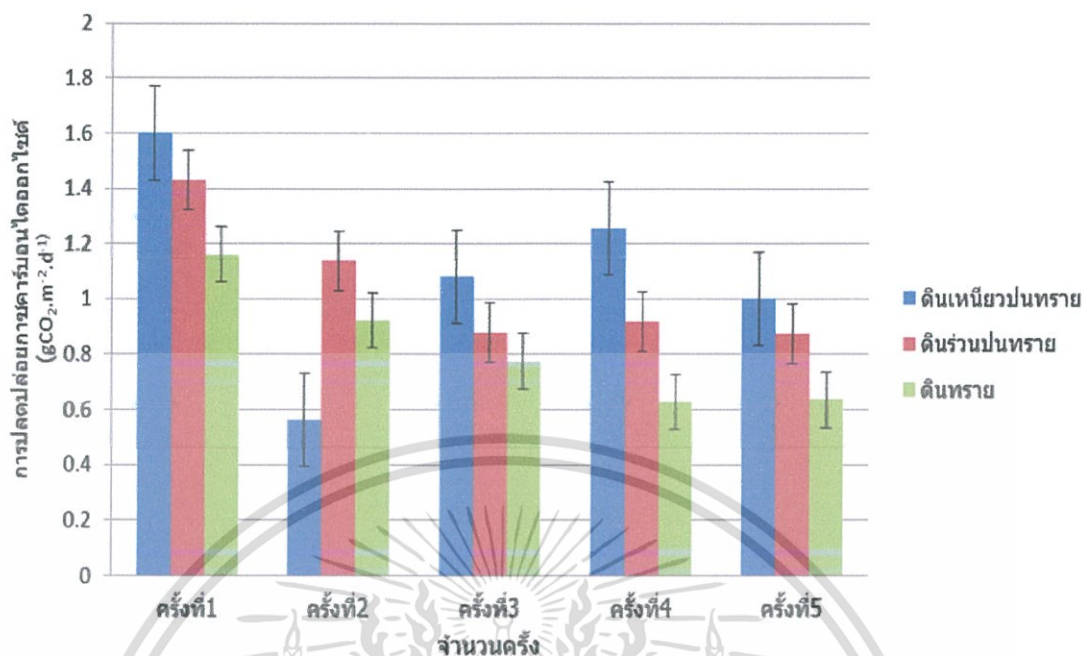
4.2 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินแต่ละชนิดในพื้นที่สวนป่าถ่มน้ำมัน

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 2) พบว่า ดินเหนียวปนทราย มีค่าสูงสุด โดยมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดินเท่ากับ $1.10 \text{ gCO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$ รองลงมาคือ ดินร่วนปนทราย โดยมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดินเท่ากับ $1.04 \text{ gCO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$ และดินทราย ซึ่งมีค่าการปลดปล่อยต่ำสุด โดยมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดินเท่ากับ $0.82 \text{ gCO}_2\text{.m}^{-2}\text{.d}^{-1}$ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน
ในพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันจำนวน 5 ครั้ง

จากรูปที่ 4.1 แสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ยจำนวน 5 ครั้งในพื้นที่การศึกษา เป็นระยะเวลาทั้งหมด 2 เดือน (เดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน) พบว่า ดินเหนียวปนทรายมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าสูงมากที่สุด รองลงมาคือ ดินร่วนปนทราย และน้อยสุดคือดินทราย ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริกานดา ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2551), Dilustro และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาไว้พบว่า ดินเหนียวปนทราย มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าดินร่วนปนทรายและดินทราย ตามลำดับ เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าดินร่วนปนทรายและดินทราย เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.2 พบว่า ดินเหนียวปนทราย มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด รองลงมาคือ ดินร่วนปนทราย และดินทรายตามลำดับ ในจำนวน 4 ครั้ง แต่ในครั้งที่ 2 เป็นช่วงที่ฝนตกในช่วงระยะการเก็บตัวอย่าง อาจทำให้ดินมีความชื้นสูงเกินไปส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงไปจากเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิทยพร (2004) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นต่อการหายใจของดิน ซึ่งพบว่าดินที่แห้งและดินที่มีความชื้นสูงเกินไปต่างส่งผลให้อัตราการหายใจของดินต่ำลง

การวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้สถิติ ANOVA (Analysis of variance table) แบบ One-way anova เพื่อทดสอบความแตกต่างระดับปัจจัย โดยตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ คือ อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน และปัจจัยคือชนิดดินในสวนปาล์มน้ำมัน จากการวิเคราะห์พบว่า

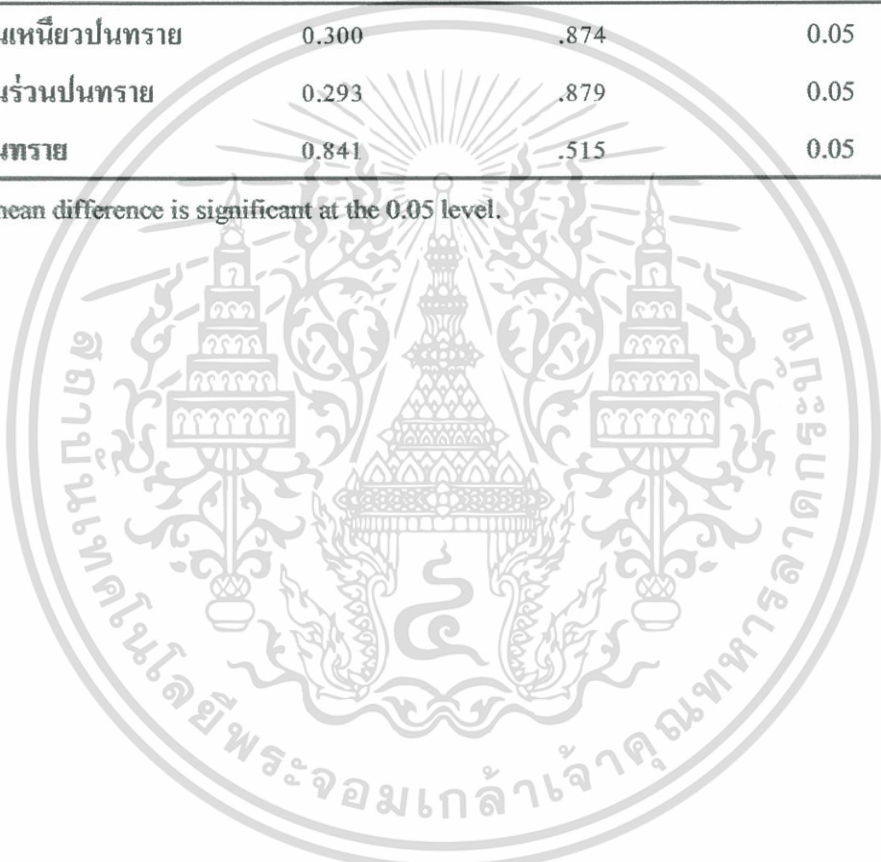
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับนัยสำคัญ $0.05 (\alpha = 0.05)$ โดยพื้นที่ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย ดินทราย ทั้ง 3 พื้นที่ มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของดินไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากค่านัยสำคัญ (Significance) ที่ได้จากการวิเคราะห์หามีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังตารางที่ 4.1

ตาราง 4.2 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance table) หรือ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน

	F	Sig.	p-value
ดินเหนียวปนทราย	0.300	.874	0.05
ดินร่วนปนทราย	0.293	.879	0.05
ดินทราย	0.841	.515	0.05

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

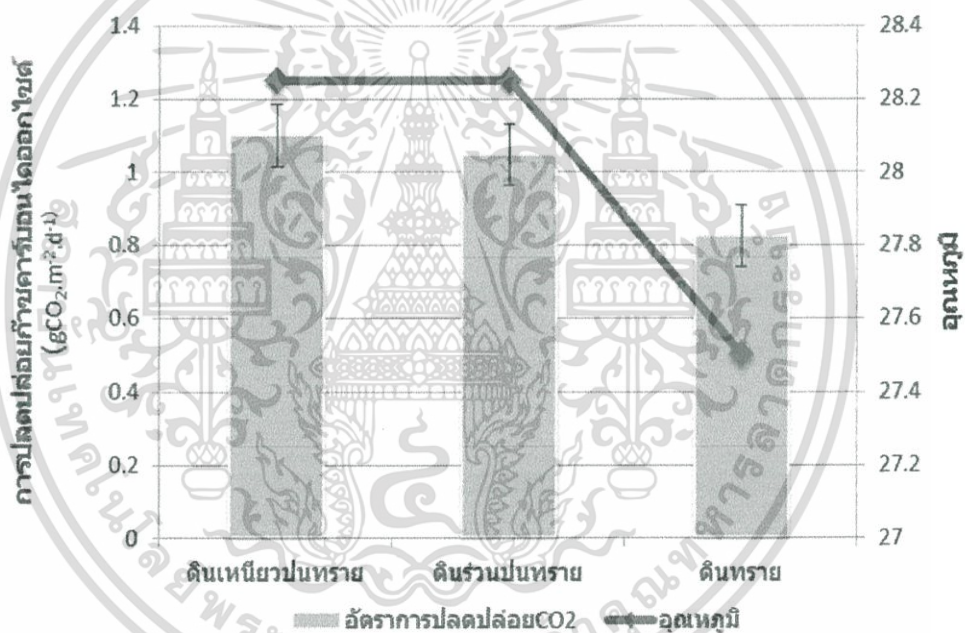


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.3.1 อุณหภูมิ

จากการศึกษาอุณหภูมิในดินแต่ละชนิด พบว่า ดินที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง คือ ดินเหนียวปนทราย กับดินร่วนปนทราย และตามด้วยดินทราย อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 28.25, 28.25 และ 27.5 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูง อุณหภูมิแปรผันตามอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Holland *et al.* (1995) พบความสัมพันธ์กันในทางบวกระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับอุณหภูมิดินของป่าในเขตอบอุ่นและนักวิจัยในเขตอบอุ่นส่วนใหญ่ใช้อุณหภูมิดินในการพยากรณ์อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ดังรูป 4.3

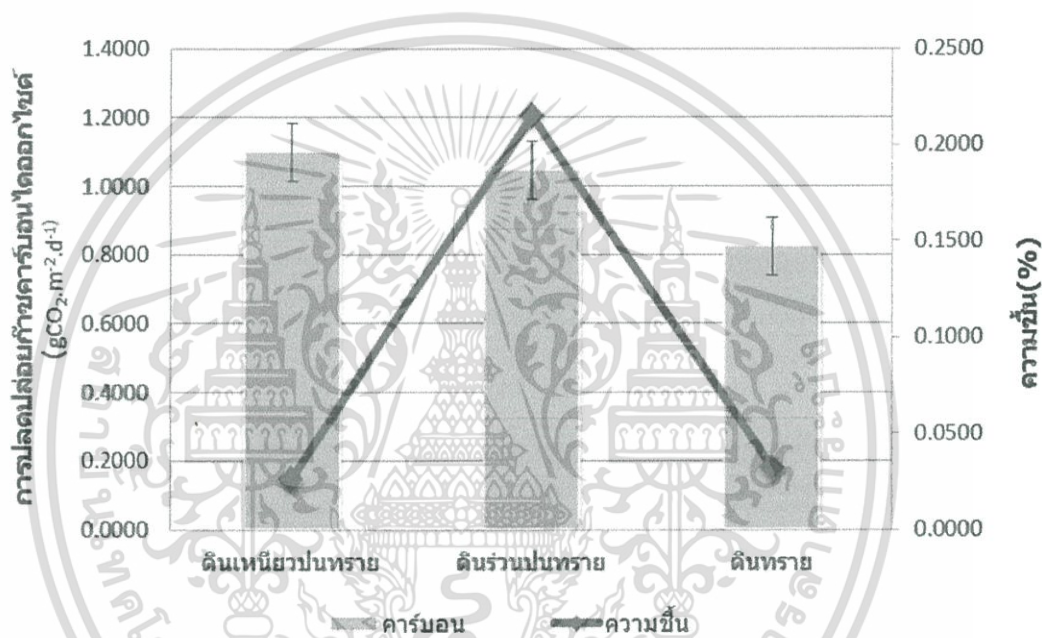


รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับอุณหภูมิของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้น

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินแต่ละชนิด (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 1.1) พบว่าดินที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูง คือ ดินร่วนปนทราย ตามด้วยดินเหนียวปนทราย และดินทราย เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยที่วัดได้เท่ากับ 0.21, 0.03, 0.02 ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ซึ่งกล่าวว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (ณัฐนิชา, 2556) เนื่องจากในช่วงการเก็บตัวอย่างอยู่ในฤดูฝน ทำให้เกิดความชื้นที่มากเกินไปดังรูปที่ 4.4

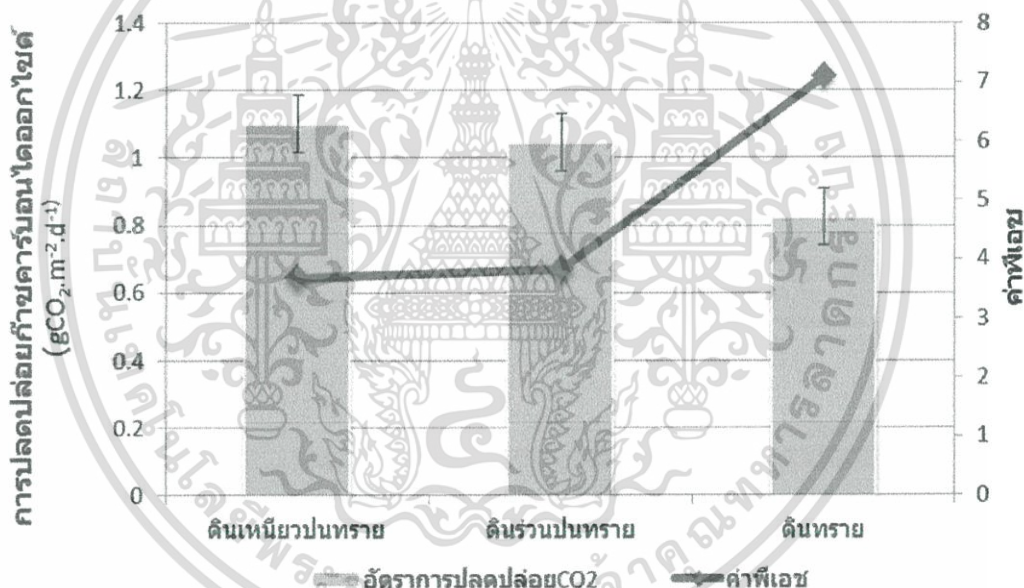


รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของประเภทของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ค่าที่เอช

ค่าที่เอชเฉลี่ยที่วัดได้ในดินแต่ละชนิด (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 1.2) โดยมีดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทราย มีค่าเท่ากับ 3.67, 3.82, 7.10 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัย ณัฐนิชา บุญนาศิริจิต และคณะ (2556) โดยพบว่า ค่าที่เอชและมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แปรผกผันกับค่าที่เอชที่ต่ำ เนื่องจากในสภาพดินกรดจัด เป็นดินที่มีความเป็นกรดต่ำ ทำให้จุลินทรีย์ดินเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถเจริญได้ในสภาพเช่นนี้ โดยส่วนใหญ่ จุลินทรีย์ดินที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินกรดจัด จะมีกลไกในการปรับตัวให้ทนต่อสภาพที่มีความเป็นกรดต่ำๆ โดยจุลินทรีย์บางชนิดมีกลไกบางอย่างที่จะรักษาความเป็นกรดต่ำภายในเซลล์ให้สูงกว่าที่เอชของดิน โดยรอบ เพื่อป้องกันไม่ให้ไฮโดรเจนเป็นพิษต่อเซลล์ (Sylvia et al., 2005) ดังรูป 4.5



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับค่าที่เอชของดิน

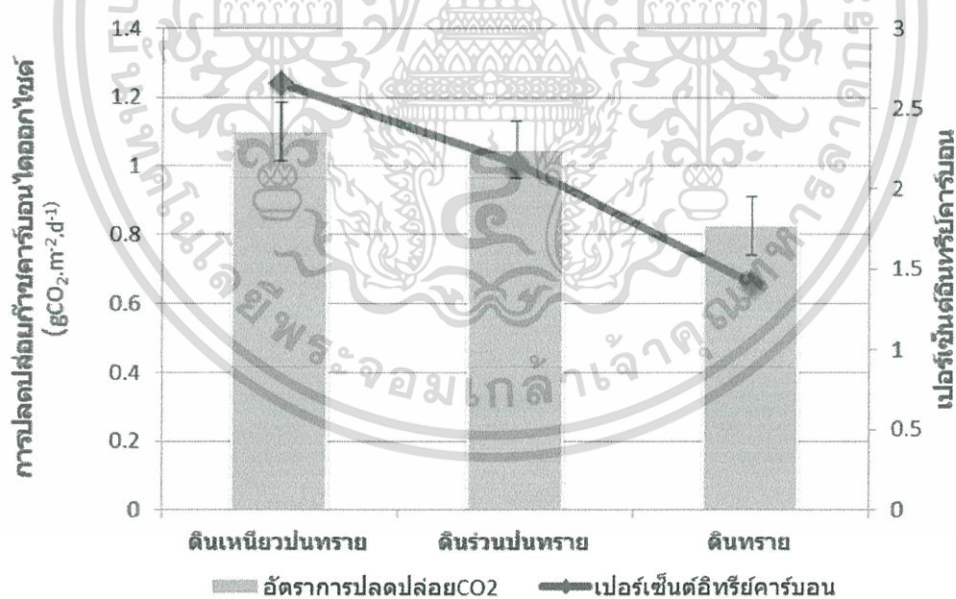
4.3.4 เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน

อินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยในดิน (ภาคผนวก ข, ตารางที่ 1.6) พบว่าค่าที่มากที่สุด คือดินเหนียวปนทราย เปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนที่วัดได้ เท่ากับ 2.66% และมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากที่สุด รองลงมาคือ ดินร่วนปนทราย และดินทราย ซึ่งเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอนมีค่าเท่ากับ 2.16% และ 1.41% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่ดินเหนียวปนทรายมีอัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เพราะมีค่าอินทรีย์คาร์บอนมาก ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ดีขึ้น ส่งผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ

ศศก. วัฒนาวรรามฯ (2557) เมื่อเศษไม้ ใบไม้ และซากสัตว์ถูกจุลินทรีย์หลายพวกหลายกลุ่มเข้าย่อยสลายทำให้เน่าเปื่อย มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และสารอื่นๆ เกิดมากมาย (รวมทั้งอาหารแร่ธาตุบางพวก) และท้ายที่สุดจะเหลือของแข็งที่ละเอียดยุ่ยจนไม่สามารถจำแนกได้ว่ามาจากสารอะไรมีสีคล้ำๆ ที่เรียกว่า ฮิวมัส หรือ อินทรีย์วัตถุในดินอินทรีย์วัตถุในดินเช่นนี้ก็ยังถูกจุลินทรีย์บางพวกย่อยสลายต่อไปได้อีก แต่ด้วยอัตราที่ช้ามากและผลของการย่อยสลายครั้งนี้จะได้อาหารแร่ธาตุที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที เช่น แอมโมเนียม ไนเตรด ไนไตรต์ ฟอสเฟต ซัลเฟต ฯลฯ ดังนั้นอินทรีย์วัตถุในดินจึงเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต ถึงแม้จะมีธาตุอาหารในปริมาณไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแต่ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว โดยปริมาณการปลดปล่อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุแต่ละชนิดผลของอินทรีย์วัตถุในดินต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์อินทรีย์คาร์บอน

จากการทดสอบโดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman Correlation เพื่อหาความสัมพันธ์

ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับ อุณหภูมิ (°C) ความชื้น (%) ค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) ตามลำดับ พบว่า ค่าอุณหภูมิ (°C) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) มีค่านัยสำคัญ (Significant) ที่ได้จากการวิเคราะห์หมีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.01$ สรุปว่า ข้อมูลมีความสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนความชื้น (%) มีค่านัยสำคัญ (Significant) ที่ได้จากการวิเคราะห์หมีค่ามากกว่า $\alpha = 0.01$ สรุปว่า ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับอุณหภูมิ (°C) ความชื้น (%) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%)

	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ค่าพีเอช	สารอินทรีย์คาร์บอน (%)
อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน ($\text{gCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$)	.025	.814**	-.983**	.870**
Sig.	.949	.008	.000	.008

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

จากตารางที่ 4.3 เมื่อนำอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มาเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ต่างๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ อุณหภูมิ (°C) ความชื้น (%) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) โดยวิธี Spearman Correlation พบว่า อุณหภูมิ (°C) สารอินทรีย์คาร์บอน (%) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และ ค่าพีเอช มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการปลดปล่อย เมื่อพิจารณาจากกราฟประกอบ (รูปที่ 4.3, รูปที่ 4.6) พบว่า พื้นที่ดินเหนียวปนทรายมีค่าอุณหภูมิและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด จะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้นเช่นกัน แต่ค่าพีเอช (รูปที่ 4.5) พื้นที่ดินเหนียวปนทรายมีค่าพีเอชต่ำ มีการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มาก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินในพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน โดยมี 3 พื้นที่ที่มีชนิดของดินที่แตกต่างกัน นั่นคือ ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย และดินทราย ทำการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 5 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีดินเหนียวปนทราย มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด รองลงมาคือ ดินร่วนปนทราย และดินทราย ซึ่งมีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้เท่ากับ 1.10, 1.04, 0.82 $\text{gCO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยของพื้นที่ดินทั้ง 3 ชนิดโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ ANOVA (Analysis of variance table) แบบ One-way anova เพื่อทดสอบความแตกต่างระดับปัจจัย โดยตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์ คือ อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน และปัจจัยคือชนิดดินในสวนปาล์มน้ำมัน จากการวิเคราะห์พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) โดยพื้นที่ดินเหนียวปนทราย ดินร่วนปนทราย ดินทราย ทั้ง 3 พื้นที่ มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของดินไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จากนั้นทำการศึกษาดังปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ความชื้น (%) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) เมื่อนำมาหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติโดย Spearman Correlation พบว่า อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) มีความสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 ส่วนความชื้น (%) มิไม่มีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดทั้งปีเพื่อให้เห็นค่าการทดลองที่แม่นยำมากขึ้น
2. ควรมีการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในดินเพื่อหาความสัมพันธ์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ ซึ่งจะส่งผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษมศรี ชับซ้อน. 2541. ปฐพีวิทยา. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : นานาสั่งพิมพ์ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. 286 หน้า.

กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์, กลั่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ และสุวรรณณี จรรยาพูน. 2553, ปฏิบัติการเคมี สิ่งแวดล้อม 2. กรุงเทพฯ: โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 120หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. พืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 471หน้า.

จำเป็น อ่อนทอง. 2547. การวิเคราะห์ดินและพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 168หน้า.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 177หน้า.

ณัฐนิชา บุญนาศิริจิต และคณะ. 2556. ผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่ออัตราการหายใจของดินในพื้นที่เพาะปลูกพืชสวน. โครงการพิเศษ. สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 82หน้า.

รัชชิตา บวรกิจและคณะ. 2556 . การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว. โครงการงานพิเศษ. สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 73หน้า.

วิเชียร ผ่องพิกุล. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันนราชนิกุลสุรินทร์. 238หน้า.

วิรัชชัย ทอดเสียง. ดิน หิน แร่. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก<http://www.bwc.ac.th/e-learning/virachai/content.html> (วันที่สืบค้น 15 ตุลาคม 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2013. ป่าลุ่มน้ำมัน. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก [http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=20 &content_folder_id=231](http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=20&content_folder_id=231) (วันที่ สืบค้น 15 ตุลาคม 2557)
- สายัณห์ ปีกวงศ์. 2555. เรียนรู้ในสวนป่าลุ่มน้ำมันระยะออกดอก. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/512671> ภาพ (วันที่สืบค้น 15 ตุลาคม 2557)
- สำเร็จ ปานอุทัย. 2550. การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในป่าเบญจพรรณผสมไผ่ : กรณีศึกษาสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่หลวงจังหวัดกาญจนบุรี. วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 58หน้า.
- สิริกานดาวัชรไทย. 2551. การศึกษาสมมูลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสบู่ดำที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 173หน้า.
- Ralch and Schlesinger . 2002. **The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate.** [Online]. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1600-0889.1992.t01-1-00001.x/abstract> (Access date 1 November 2014).
- Quansheng Chen et al. 2002. **Temporal and spatial variability and controls of soil respiration in a temperate steppe in northern China.** [Online]. Available: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009GB003538/abstract> (Access date 1 November 2014).



ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการคำนวณ

1. วิธีการคำนวณหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสาร

1.1 สารละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลต (KHP) 0.5M

น้ำหนัก KHP ที่ชั่งมา = 51.0575g.

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของ KHP} &= \frac{\text{น้ำหนัก KHP ที่ชั่งได้ (g)} \times 1000 \text{ (mL)}}{\text{มวลโมลของ KHP} \times \text{ปริมาตรที่ต้อการ (mL)} \times 1 \text{ L}} \\ &= \frac{51.0575 \times 1000}{204.23 \times 500 \times 1} \\ &= 0.5 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

1.2 สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 0.5 N

Titrant : KOH ปริมาตร : 20 mL

Titrand : KHP ความเข้มข้น 0.5 mol/L ปริมาตร : 20 mL

Indicator : ฟีนอล์ฟทาเลอิน

ครั้งที่	ปริมาตร KOH ที่ใช้ไทเทรต (mL)		ปริมาตร KOH (mL)
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต	
1	0.00	20.5	20.50
2	20.5	40.90	20.40
3	0.00	20.45	20.45
ปริมาตรเฉลี่ย			20.45

-หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ } M_{\text{KOH}} V_{\text{KOH}} &= M_{\text{KHP}} V_{\text{KHP}} \\ M_{\text{KOH}} \text{ (mL)} &= \frac{(0.5 \text{ mol/L})(20 \text{ mL})}{(20.45 \text{ mL})} \\ &= 0.4889 \text{ mol/L} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1 M

Titrant : HCl ปริมาตร : 20 mL

Titrand : KOH ความเข้มข้น 0.4889 mol/L ปริมาตร 20 : mL

Indicator : ฟีนอล์ฟทาลีน

ครั้งที่	ปริมาตร HCl ที่ใช้ไทเทรต (mL)		ปริมาตร HCl (mL)
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต	
1	0.00	10.65	10.65
2	10.65	21.35	10.70
3	21.35	32.10	10.75
ปริมาตรเฉลี่ย			10.70

-หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

$$\begin{aligned}
 \text{จากสมการ } M_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} &= M_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} \\
 M_{\text{HCl}} (\text{ml}) &= \frac{(0.4889 \text{ mol/L})(20 \text{ mL})}{(10.70 \text{ mL})} \\
 &= 0.9137 \text{ mol/L}
 \end{aligned}$$

2. วิธีการคำนวณค่าคุณสมบัติต่างๆ ของดิน

2.1 ขนาดอนุภาคของดิน

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } \%(\text{Silt} + \text{Clay}) &= \left(\frac{R_{40s}}{W}\right) \times 100 \\
 \% \text{Clay} &= \left(\frac{R_{2hr}}{W}\right) \times 100 \\
 \% \text{Sand} &= 100 - \%(\text{Silt} + \text{Clay}) \\
 \% \text{Silt} &= \%(\text{Silt} + \text{Clay}) - \% \text{Clay}
 \end{aligned}$$

กำหนดให้ w = น้ำหนักของดิน (g)

R_{40s} = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer เมื่อเวลาผ่านไป 40 วินาที (g/L)

R_{2hr} = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง (g/L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

- ดินเหนียวปนทราย

$$\text{ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer} \quad R_c = A - 0.5(T - B)$$

$$R_s = R's + 0.36(T - L)$$

เมื่อ R_c = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลายคลกอนเท่ากับ $T^{\circ}\text{C}$ (g/L)

R_s = จำนวนกรัมที่ถูกต้องของอนุภาคดินต่อลิตร

$R's$ = จำนวนกรัมของอนุภาคดินต่อลิตรที่วัดโดยตรงจาก Hydrometer

A = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลายคลกอน

T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน ($^{\circ}\text{C}$)

B = อุณหภูมิของสารละลายคลกอน ($^{\circ}\text{C}$)

L = อุณหภูมิบนก้าน Hydrometer (20°C)

$$\text{ดังนั้น } R_c \text{ ที่ } 40 \text{ s ของดิน} = 2.0 - 0.5(33 - 30) = 0.5 \text{ g/L}$$

$$R's \text{ ที่ } 40 \text{ s ของดิน} = 21 - 0.5 = 20.5 \text{ g/L}$$

$$R_s \text{ ที่ } 40 \text{ s ของดิน} = 20.5 + 0.36(33 - 20) = 25.18 \text{ g/L}$$

หาเปอร์เซ็นต์อนุภาคต่างๆของดิน

$$\%(\text{Silt} + \text{Clay}) = \left(\frac{25.18}{50.03}\right) \times 100 = 50.33$$

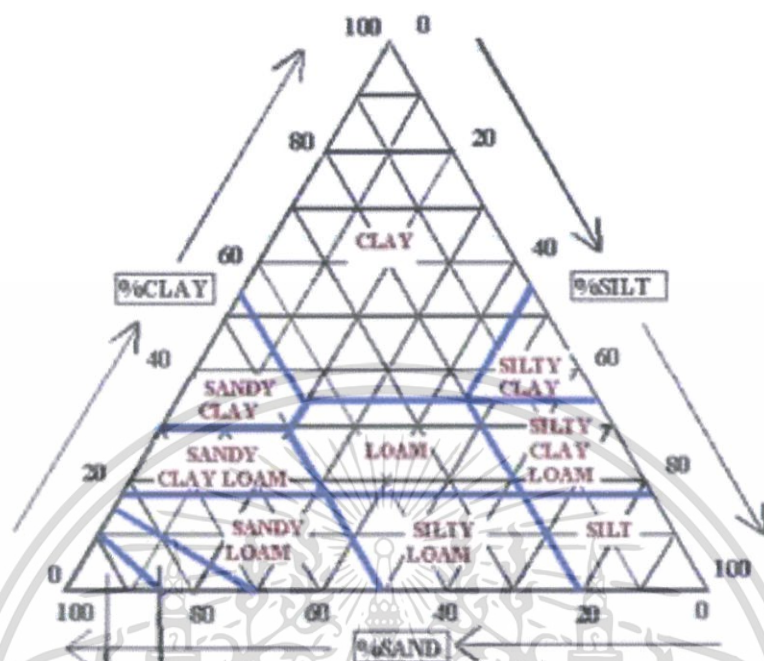
$$\%\text{Clay} = \left(\frac{23}{50.03}\right) \times 100 = 46.89$$

$$\%\text{Sand} = 100 - (50.33) = 49.67$$

$$\%\text{Silt} = 50.33 - 46.89 = 3.43$$

จากนั้น นำค่าที่ได้ไปพล็อตใน ไคอะแกรมสามเหลี่ยมเนื้อสัมผัสดิน พบว่าเป็นดินเหนียวปน

ทราย



รูปที่ 1 สามเหลี่ยมจำแนกเนื้อสัมผัสของดิน (บุญแสน, 2005)

2.2 เปอร์เซนต์อินทรีย์คาร์บอน

$$\text{จากสูตร} \quad \% \text{Organic carbon} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times 3 \times \frac{100}{10^3} \times \frac{10}{W}$$

กำหนดให้ B = จำนวนมิลลิลิตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับเบดจ์ (mL)

T = จำนวนมิลลิลิตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (mL)

N = Normality ของไทเทตเชื่อมไดโครเมต = 1.0000 N

W = น้ำหนักดินแห้ง (g)

ตัวอย่างการคำนวณ

- ดินเหนียวปนทราย

โดยที่ B = 15.8mL, T = 5mL, w = 1.00 g

$$\begin{aligned} \% \text{OC} &= \frac{(15.8-5)1.00}{15.8} \times \frac{100}{77} \times 3 \times \frac{100}{10^3} \times \frac{10}{1.00} \\ &= 2.66\% \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

$$\text{จากสูตร} \quad \%N = \frac{(a-b) \times c \times 1.401}{g}$$

กำหนดให้ a = ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (mL)

b = ปริมาตรของกรดที่ใช้ในการไทเทรต blank (mL)

c = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ (mol/L)

g = น้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (g)

ตัวอย่างการคำนวณ

- ดินเหนียวปนทราย

$$\begin{aligned} \%N &= \frac{(4.5-0.05) \times 0.0947 \times 1.401}{2.5} \\ &= 0.23\% \end{aligned}$$

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

$$\text{จากสูตร} \quad \%P = \frac{r \times 100 \times d.f \times 100}{10^6 \times s}$$

กำหนดให้ r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f = dilution factor

s = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง (g)

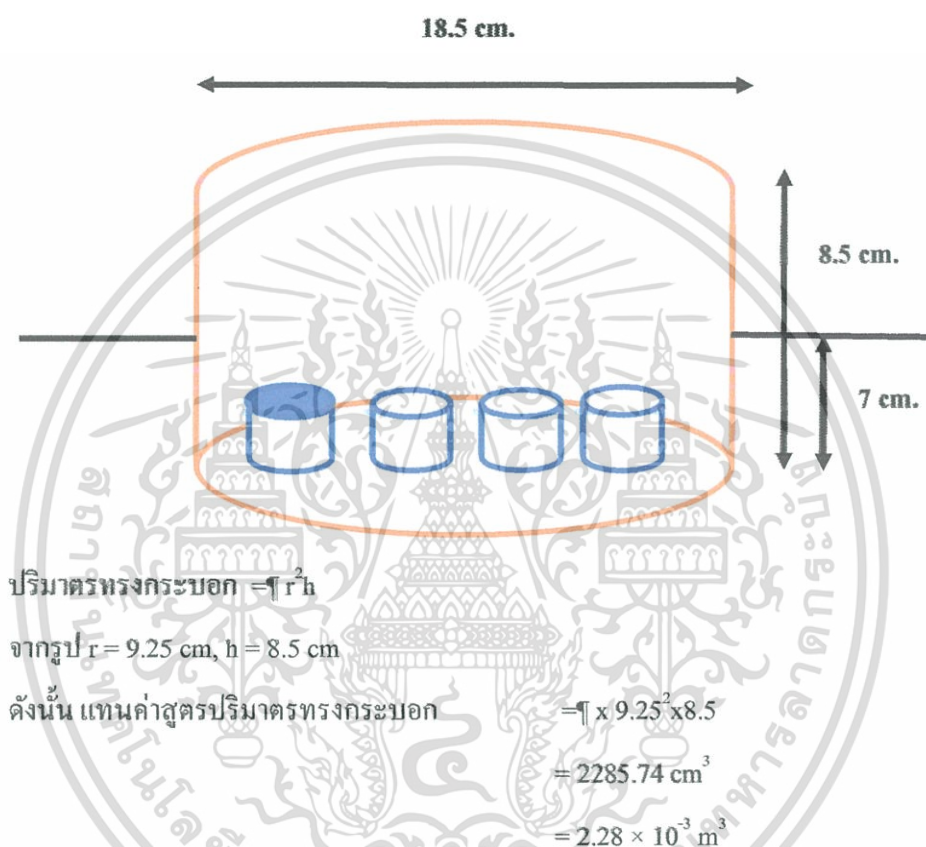
ตัวอย่างการคำนวณ

- ดินเหนียวปนทราย

$$\begin{aligned} \%P &= \frac{0.36 \times 100 \times 1 \times 100}{10^6 \times 2.5} \\ &= 0.0014\% \end{aligned}$$

3. วิธีการคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 ปริมาตรของ A (Plastic chamber)



3.2 อัตราการหายใจของดิน

$$\text{จากสมการ } X(\text{gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}) = \frac{C - T \times M \times E \times 24}{A \times h \times 1000}$$

กำหนดให้ X = อัตราการหายใจของดิน ($\text{gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$)

C = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตกับเบส (mL)

T = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตกับตัวอย่าง (mL)

M = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเป็นโมลาร์ (mol/L)

E = จำนวนสมมูลของกรดไฮโดรคลอริก (g.eq/mol)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A = ปริมาตรของ plastic chamber (m^3)

H = เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (hr)

ตัวอย่างการคำนวณ

อัตราการปลดปล่อย CO_2 ของดินเหนียวปนทราย

โดยที่ C = 9.15 mL, T = 5.15 ml, M = 0.9137 mol/L, E = 0.9137 g.eq/mol,

A = $2.28 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$, h = 24 hr

$$X(\text{gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}) = \frac{9.15 - 5.15 \times 0.9137 \times 0.9137 \times 24}{(2.28 \times 10^{-3}) \times 24 \times 1000}$$

$$= 1.4609 \text{ gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดิน

1.1 ตารางค่าความชื้น

ชนิดของดิน	%ความชื้น			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	0.75	0.76	0.76	0.76
ดินร่วนปนทราย	0.23	0.23	0.22	0.23
ดินทราย	0.03	0.03	0.03	0.03

1.2 ตารางค่าความเป็นกรด-ด่าง

ชนิดของดิน	ค่า pH			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	3.62	3.67	4.01	3.77
ดินร่วนปนทราย	3.66	3.86	3.92	3.81
ดินทราย	6.97	7.10	7.54	7.20

1.3 ตารางค่าการนำไฟฟ้า

ชนิดของดิน	ค่า Conductivity($\mu\text{s}/\text{cm}$)			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	69.0	68.5	68.8	68.77
ดินร่วนปนทราย	66.7	64.8	65.1	65.5
ดินทราย	16.3	16.9	15.4	16.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ตารางปริมาณอนุภาคทราย ซิลต์และโคลย์

ชนิดของดิน	น้ำหนักดิน (g)	% clay	% sand	% silt	เนื้อดิน
คัลกอน	-	-	-	-	-
ดินเหนียวปนทราย	50.03	46.89	49.67	3.43	Sandy clay
ดินร่วนปนทราย	50.03	17.62	64.52	17.84	sandy loam
ดินทราย	50.02	9.63	89.36	0.99	Sand

1.5 ตารางความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (CEC)

ชนิดของดิน	CEC (cmol/kg)			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	3.58	3.59	4.00	3.59
ดินร่วนปนทราย	4.22	4.22	4.22	4.22
ดินทราย	0.84	0.84	0.84	0.84

1.6 ตารางปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM)

ชนิดของดิน	%OC			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	2.66	2.68	2.63	2.66
ดินร่วนปนทราย	2.16	2.16	2.14	2.15
ดินทราย	1.40	1.43	1.40	1.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ตารางไนโตรเจนทั้งหมด

ชนิดของดิน	%N			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	0.22	0.23	0.22	0.23
ดินร่วนปนทราย	0.18	0.18	0.18	0.18
ดินทราย	0.12	0.12	0.12	0.12

1.9 ตารางฟอสฟอรัสทั้งหมด

ชนิดของดิน	%P			\bar{x}
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	
ดินเหนียวปนทราย	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014
ดินร่วนปนทราย	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008
ดินทราย	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007

2. ผลการวิเคราะห์อัตราการหายใจของดิน

2.1 ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินครั้งที่ 1

ชนิดของดิน	อัตราการปลดปล่อย CO_2 ($\text{gCO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$)					\bar{x}
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่5	
ดินเหนียวปนทราย	1.06	1.87	1.70	1.67	1.69	1.5997
ดินร่วนปนทราย	1.33	1.62	1.53	1.13	1.53	1.4293
ดินทราย	0.99	0.80	1.13	1.33	1.54	1.1602

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินครั้งที่ 2

ชนิดของดิน	อัตราการปลดปล่อย CO ₂ (gCO ₂ m ⁻² d ⁻¹)					\bar{x}
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่ 5	
ดินเหนียวปนทราย	1.69	0.47	0.55	0.64	0.58	0.5636
ดินร่วนปนทราย	0.79	0.85	1.17	1.70	1.18	1.1384
ดินทราย	1.54	0.72	1.05	0.97	0.74	0.9229

2.3 ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินครั้งที่ 3

ชนิดของดิน	อัตราการปลดปล่อย CO ₂ (gCO ₂ m ⁻² d ⁻¹)					\bar{x}
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่ 5	
ดินเหนียวปนทราย	1.43	0.97	0.63	1.52	0.86	1.0806
ดินร่วนปนทราย	1.16	1.05	0.95	0.56	0.67	0.8778
ดินทราย	0.74	0.46	0.82	1.06	0.81	0.7755

2.4 ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินครั้งที่ 4

ชนิดของดิน	อัตราการปลดปล่อย CO ₂ (gCO ₂ m ⁻² d ⁻¹)					\bar{x}
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่ 5	
ดินเหนียวปนทราย	1.47	1.59	0.82	1.72	0.76	1.2552
ดินร่วนปนทราย	0.88	1.35	1.04	0.54	0.79	0.9179
ดินทราย	0.70	0.74	0.66	0.43	0.61	0.6282

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินครั้งที่ 5

ชนิดของดิน	อัตราการปลดปล่อย CO ₂ (gCO ₂ m ⁻² d ⁻¹)					\bar{x}
	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	จุดที่ 5	
ดินเหนียวปนทราย	1.03	0.95	0.70	0.56	1.77	1.0032
ดินร่วนปนทราย	1.02	0.68	1.05	0.73	0.89	0.8719
ดินทราย	0.37	0.72	0.44	0.86	0.79	0.6355



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การใช้โปรแกรมทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ ANOVA (Analysis of variance table) แบบ One-way anova

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	Between-Component Variance
						Lower Bound	Upper Bound			
sandy	1.00	5	1.0341	.21938	.09811	.7617	1.3065	.79	1.33	
loam	2.00	5	1.1093	.37733	.16875	.6408	1.5778	.68	1.62	
	3.00	5	1.1490	.22979	.10276	.8637	1.4343	.95	1.53	
	4.00	5	.9321	.48997	.21912	.3238	1.5405	.54	1.70	
	5.00	5	1.0113	.34481	.15421	.5831	1.4394	.67	1.53	

	Total	25	1.0472	.32620	.06524	.9125	1.1818	.54	1.70	
	Model									
	Fixed			.34707	.06941	.9024	1.1920			
	Effects									
	Random				.06941(a)	.8544(a)	1.2399(a)			-.01686
	Effects									
sandy	1.00	5	1.0928	.40039	.17906	.5957	1.5899	.47	1.47	
clay	2.00	5	1.1838	.53424	.23892	.5205	1.8471	.55	1.87	
	3.00	5	.8970	.45721	.20447	.3293	1.4647	.63	1.70	
	4.00	5	1.2111	.58829	.26309	.4806	1.9415	.56	1.72	
	5.00	5	1.1317	.55768	.24940	.4393	1.8242	.57	1.77	
	Total	25	1.1033	.48111	.09622	.9047	1.3019	.47	1.87	
	Model									
	Fixed			.51222	.10244	.8896	1.3170			
	Effects									
	Random				.10244(a)	.8189(a)	1.3877(a)			-.03708
	Effects									
sand	1.00	5	.7035	.22323	.09983	.4263	.9807	.37	.99	

2.00	5	.7532	.21344	.09545	.4882	1.0182	.46	1.05	
3.00	5	.7663	.25249	.11292	.4528	1.0798	.44	1.13	
4.00	5	.9527	.33466	.14966	.5371	1.3682	.43	1.33	
5.00	5	.9433	.35713	.15971	.4999	1.3867	.61	1.54	
Total	25	.8238	.27861	.05572	.7088	.9388	.37	1.54	
Model	Fixed								
	Effects		.28237	.05647	.7060	.9416			
	Random								
	Effects			.05647(a)	.6670(a)	.9806(a)			-.00253

a Warning: Between-component variance is negative. It was replaced by 0.0 in computing this random effects measure.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
sandy loam	Between Groups	.145	4	.036	.300	.874
	Within Groups	2.409	20	.120		
	Total	2.554	24			
sandy clay	Between Groups	.308	4	.077	.293	.879
	Within Groups	5.247	20	.262		
	Total	5.555	24			
sand	Between Groups	.268	4	.067	.841	.515
	Within Groups	1.595	20	.080		
	Total	1.863	24			

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) time	(J) time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
sandy loam	1.00	2.00	-.0752	.21951	.735	-.5331	.3827	
		3.00	-.1149	.21951	.606	-.5728	.3430	
		4.00	.1019	.21951	.647	-.3559	.5598	
		5.00	-.0228	.21951	.918	-.4351	.4807	
		2.00	1.00	-.0752	.21951	.735	-.3827	.5331
	2.00	3.00	-.0397	.21951	.858	-.4976	.4182	
		4.00	.1772	.21951	.429	-.2807	.6350	
		5.00	.0980	.21951	.660	-.3599	.5559	
		3.00	1.00	.1149	.21951	.606	-.3430	.5728
		2.00	2.00	-.0397	.21951	.858	-.4182	.4976
	3.00	4.00	-.2168	.21951	.335	-.6747	.2410	
		5.00	-.1377	.21951	.538	-.5956	.3202	
		4.00	1.00	-.1019	.21951	.647	-.5598	.3559
		2.00	2.00	-.1772	.21951	.429	-.6350	.2807
		3.00	3.00	-.2168	.21951	.335	-.6747	.2410
	4.00	5.00	-.0791	.21951	.722	-.5370	.3787	
		1.00	5.00	-.0228	.21951	.918	-.4807	.4351
		2.00	5.00	-.0980	.21951	.660	-.5559	.3599
		3.00	5.00	-.1377	.21951	.538	-.5956	.3202
		4.00	5.00	.0791	.21951	.722	-.3787	.5370

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sandy clay	1.00	2.00	-.0910	.32396	.782	-.7668	.5848	
		3.00	.1958	.32396	.552	-.4800	.8715	
		4.00	-.1183	.32396	.719	-.7940	.5575	
		5.00	-.0389	.32396	.906	-.7147	.6368	
		2.00	1.00	.0910	.32396	.782	-.5848	.7668
	2.00	3.00	.2868	.32396	.387	-.3890	.9625	
		4.00	-.0273	.32396	.934	-.7030	.6485	
		5.00	.0521	.32396	.874	-.6237	.7278	
		3.00	1.00	-.1958	.32396	.552	-.8715	.4800
		2.00	2.00	-.2868	.32396	.387	-.9625	.3890
	3.00	4.00	-.3140	.32396	.344	-.9898	.3617	
		5.00	-.2347	.32396	.477	-.9104	.4411	
		4.00	1.00	-.1183	.32396	.719	-.5575	.7940
		2.00	2.00	-.0273	.32396	.934	-.6485	.7030
		3.00	3.00	-.3140	.32396	.344	-.3617	.9898
4.00	5.00	.0794	.32396	.809	-.5964	.7551		
	5.00	1.00	.0389	.32396	.906	-.6368	.7147	
	2.00	2.00	-.0521	.32396	.874	-.7278	.6237	
	3.00	3.00	.2347	.32396	.477	-.4411	.9104	
	4.00	4.00	-.0794	.32396	.809	-.7551	.5964	
5.00	2.00	3.00	-.0497	.17859	.784	-.4222	.3228	
	3.00	4.00	-.0628	.17859	.729	-.4353	.3097	
	4.00	5.00	-.2492	.17859	.178	-.6217	.1233	
	5.00	2.00	-.2398	.17859	.194	-.6123	.1327	
	2.00	1.00	.0497	.17859	.784	-.3228	.4222	
sand	1.00	2.00	-.0497	.17859	.784	-.4222	.3228	
		3.00	-.0628	.17859	.729	-.4353	.3097	
		4.00	-.2492	.17859	.178	-.6217	.1233	
		5.00	-.2398	.17859	.194	-.6123	.1327	
		2.00	1.00	.0497	.17859	.784	-.3228	.4222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3.00	-0131	.17859	.942	-.3856	.3595
	4.00	-.1995	.17859	.277	-.5720	.1731
	5.00	-.1901	.17859	.300	-.5626	.1824
3.00	1.00	.0628	.17859	.729	-.3097	.4353
	2.00	.0131	.17859	.942	-.3595	.3856
	4.00	-.1864	.17859	.309	-.5589	.1861
	5.00	-.1770	.17859	.333	-.5496	.1955
4.00	1.00	.2492	.17859	.178	-.1233	.6217
	2.00	.1995	.17859	.277	-.1731	.5720
	3.00	.1864	.17859	.309	-.1861	.5589
	5.00	.0094	.17859	.959	-.3632	.3819
5.00	1.00	.2398	.17859	.194	-.1327	.6123
	2.00	.1901	.17859	.300	-.1824	.5626
	3.00	.1770	.17859	.333	-.1955	.5496
	4.00	-.0094	.17859	.959	-.3819	.3632

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจของดินกับ อุณหภูมิ (°C) ความชื้น (%) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman Correlation

Correlations

			co2	pH	moisture	OM	T
Spearman's rho	co2	Correlation Coefficient	1.000	-.983(**)	.025	.870(**)	.814(**)
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.949	.002	.008
		N	9	9	9	9	9
	pH	Correlation Coefficient	-.983(**)	1.000	-.008	-.845(**)	-.780(*)
		Sig. (2-tailed)	.000	.	.983	.004	.013
		N	9	9	9	9	9
	moisture	Correlation Coefficient	.025	-.008	1.000	-.034	.457
		Sig. (2-tailed)	.949	.983	.	.931	.216
		N	9	9	9	9	9
	OM	Correlation Coefficient	.870(**)	-.845(**)	-.034	1.000	.621
		Sig. (2-tailed)	.002	.004	.931	.	.074
		N	9	9	9	9	9
	T	Correlation Coefficient	.814(**)	-.780(*)	.457	.621	1.000
		Sig. (2-tailed)	.008	.013	.216	.074	.
		N	9	9	9	9	9

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

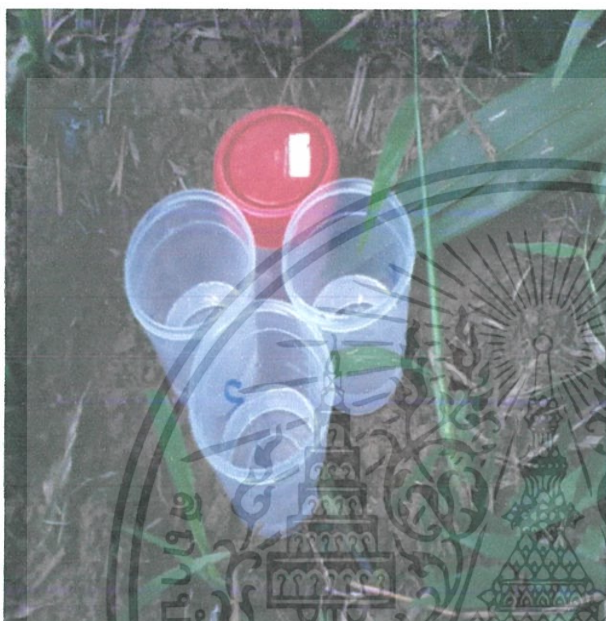
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพ



รูปที่ 1 เก็บตัวอย่างก๊าซ
คาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน
จังหวัดนครศรีธรรมราช

รูปที่ 2 Plastic Chamber เก็บก๊าซคาร์บอนได
ออกไซด์ พื้นที่สวนปาล์มน้ำมัน จังหวัด
นครศรีธรรมราช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 โทเทรนตัวอย่าง ทิ้งที่ หลังจากเก็บครบ 24 ชั่วโมง
พื้นที่สวนป่าส้มน้ำมัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้