การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว

Carbon dioxide emission from soils in paddy fields

นางสาวคณัสมน ประวะสาร
นางสาวธัญชิดา บวรกิจ
นางสาวศิริรักษ์ ศิริโยธา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว

Carbon dioxide emission from soils in paddy fields

นางสาวคณัสมน ประวะสาร
นางสาวธัญธิดา บวรกิจ
นางสาวศิริรักษ์ ศิริโยธา

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carbon dioxide emission from soils in paddy fields

MISS KHANATSAMON PRAWASARN

MISS THANTHIDA BOWORNKIT

MISS SIRIRUK SIRIYOTHA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว

Carbon dioxide emission from soils in paddy fields

ชื่อนักศึกษา นางสาวธัญธิดา บวรกิจ

นางสาวศิริรักษ์ ศิริโยธา

นางสาวคณัสมน ประวะสาร

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ประจำปีการศึกษา 2556

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย	
อ.ปัทมา ลีพหาวงศ์	
อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว
	Carbon dioxide emission from soils in paddy fields
ชื่อนักศึกษา	นางสาวคณัสมน ประวะสาร
	นางสาวธัญธิดา บวรกิจ
	นางสาวศิริรักษ์ ศิริโยธา
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เคมีสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินนาข้าว มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตรการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างนาข้าว 2 พื้นที่ คือ พื้นที่นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน) กับพื้นที่นาข้าวทดลองของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ) รวมไปถึงการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ปลูกข้าว (นาดำและนาหว่าน) กับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินในนาข้าว คือ เปอร์เซนต์ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณอินทรีย์ คาร์บอน เปอร์เซนต์ทราย ซิลต์ เคลย์ ค่าพีเอช เปอร์เซนต์ความพรุนและเนื้อดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3 ครั้ง คือ เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 วัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยประยุกต์ใช้ Alkali absorption method (AA-method) ที่พัฒนาโดย Kirita (1971) ของสถาบันวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เมือง Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น ผลการศึกษาพบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของนาดำ นาหว่านและพื้นที่ไม่ปลูกข้าว มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.62, 4.19 และ 2.59 $gCO_2m^{-2}d^{-1}$ ตามลำดับ วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (α=0.05) พบว่า พื้นที่นาดำและพื้นที่ไม่ปลูกข้าวมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นพื้นที่นาหว่าน จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างแบบคู่ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ นาดำกับนาหว่าน นาดำกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และนาหว่านกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว เมื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman พบว่าอุณหภูมิกับความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความสัมพันธ์ในทิศตรงกันข้ามกับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนค่าพีเอช ความพรุน และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนไม่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อย

คำสำคัญ : นาดำ นาหว่าน อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	CARBON DIOXIDE EMISSION FROM SOILS IN PADDY FIELDS
Students	MISS THANTHIDA BOWORNKIT
	MISS SIRIRUK SIRIYOTHA
	MISS KHANATSAMON PRAWASARN
Degree	BACHELOR OF SCIENCE
Major Program	ENVIRONMENTAL CHEMISTRY
Academic Year	2013
Advisor	GLINSUKOL SUWANNARAT

ABSTRACT

Carbon dioxide emissions from paddy soil Research had objective to compare emission of carbon dioxide emissions between three area including Burirum paddy (paddy-sown field) and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang paddy (wetland paddy) and bare soil. And also studied factors related to the rate of carbon dioxide emissions in soil such as soil content moisture, temperature, organic carbon percentage, *percentages* of *sand silt* and *clay,* pH, porosity, soil texture. Sampling carbon dioxide three times is June July and August 2556. Measuring the carbon dioxide emission by using alkali absorption method developed by Kirita (1971) Institute of Environmental Science and Tsukuba City, Japan was used. The results found that the average value of carbon dioxide emissions rate from wetland paddy, paddy-sown field and bare field were 1.62, 4.19 and 2.59 $gCO_2m^{-2}d^{-1}$, respectively. Analysis of variance to test the difference between area at the significance level 0.05 found that the rate of Carbon dioxide emissions between wetland paddy and bare field were significantly difference except paddy-sown field. Then analyze the data by statistical T-test to compare the mean differences between the pair found that wetland paddy with paddy-sown field, wetland paddy with bare field, and paddy-sown field with bare field were highly significant. To studied factors that affected on the rate of carbon dioxide emissions by using the Spearman correlation found that temperature and moisture had correlation in the opposite to the carbon dioxide emissions. While pH, porosity and organic carbon were not affect on carbon dioxide emissions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords: wetland paddy, paddy-sown field, carbon dioxide emission rate

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าวสำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงจาก อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม ที่ให้ข้อเสนอแนะ ให้ความรู้ การตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน ทำให้โครงงานพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ อาจารย์ปัทมา ลีพหาวงศ์ ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์ผล เพื่อนำไปปรับปรุง รวมถึงการตรวจแก้ไขรูปเล่มให้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณคุณตาอ่อน สีทาสี เจ้าของที่นาจังหวัดบุรีรัมย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว ขอบคุณสำหรับพื้นที่ไม่ปลูกข้าวที่ได้จัดหาไว้ให้

ขอขอบคุณ นายธีรวัฒน์ เลี้ยงรักษา นายภาณุพงศ์ ผลเจริญ นักศึกษาสาขาวิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร เจ้าของงานวิจัยนาข้าวทดลองปลูก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อนุญาตให้กลุ่มของพวกเราทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับอุปกรณ์ทำงานวิจัย ที่ได้อนุญาตให้นำออกไปใช้นอกสถานที่ได้

ขอขอบคุณครอบครัวที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

กลุ่มของพวกเรามีความซาบซึ้งในความกรุณาอันดียิ่งจากทุกท่านที่กล่าวนามมา รวมถึงผู้ที่ไม่ได้กล่าวถึง และขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณัสมน ประวะสาร
ธัญธิดา บวรกิจ
ศิริรักษ์ ศิริโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2

2.1 ความรู้เรื่องข้าวและการทำนาข้าวที่เกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2

2.2 ก๊าซเรือนกระจกกับปรากฏการณ์โลกร้อน 8

2.3 จุลินทรีย์ อินทรีย์สาร กรดฮิวมิค ฮิวมัสและอินทรีย์วัตถุในดิน 11

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน 14

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

บทที่ 3

3.1 สารเคมี 5

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 5

3.3 พื้นที่ศึกษา 22

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.5 การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และดิน 26

3.6 การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดิน 28

3.7 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน 29

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล 30

บทที่ 4

4.1 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน 33

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 38

บทที่ 5

5.1 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินนาข้าว 48

5.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินนาข้าว 48

5.3 ข้อเสนอแนะ 49

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การคำนวณความเข้มข้นสาร 51

ภาคผนวก ข การคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 57

ภาคผนวก ค ผลการทดลอง 59

ภาคผนวก ง การใช้โปรแกรมทางสถิติ 63

ภาคผนวก จ ประมวลภาพ 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ก๊าซต่างๆที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่มีน้ำขัง 7

ตารางที่ 2.2 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ 9

ตาราง 3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง 22

ตาราง 4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANALYSIS OF VARIANCE TABLE) หรือ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน 36

ตาราง 4.2 วิเคราะห์ INDEPENDENT-SAMPLES T-TEST เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน แบบเป็นคู่ 37

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับ ความชื้น (%) อุณหภูมิ (ºC) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) 41

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน และ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่มีอายุตั้งแต่วันปลูกถึงเก็บเกี่ยว **6**

รูปที่ 2.2 ช่วงระยะเวลาในการเจริญเติบโตของข้าว **6**

รูปที่ 2.3 ATMOSPHERIC CONCENTRATION **10**

รูปที่ 2.4 (ก) CO_2 CONCENTRATION (PPM) และ (ข) CH_4 CONCENTRATION **11**

รูปที่ 3.1 พื้นที่บริเวณเก็บตัวอย่าง (ก) นาหว่าน (ข) นาดำ (ค) พื้นที่ไม่ปลูกข้าว **24**

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน **25**

รูปที่ 3.3 PLASTIC CHAMBER ขนาดเล็ก 2 อัน **26**

รูปที่3.4 (ก) นำPLASTIC CHAMBERใหญ่ ครอบCHAMBERเล็กทั้งสองอัน (ข) ครอบลึกลงดิน 10 เซนติเมตร **27**

รูปที่ 3.5 ไทเทรตตัวอย่างที่เก็บได้จากภาคสนามทันที **27**

รูปที่ 3.6 การแบ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดิน **28**

รูปที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา **33**

รูปที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ยในช่วงเดือนมิถุนายน - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 **34**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม **39**

รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับอุณหภูมิของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม **40**

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับค่าพีเอชของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม **43**

รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอนของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม **44**

รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์ความพรุนของพื้นที่ปลูกข้าว เก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 **45**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

สถานการณ์โลกร้อนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สาเหตุของภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม ภาคพลังงาน รวมทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันของประชาชน ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกต่างๆ และเพิ่มมากขึ้นจนส่งผลให้โลกร้อนขึ้นจากก๊าซที่ก่อให้เกิดอิทธิพลเรือนกระจก โดยก๊าซเรือนกระจกบางชนิดสามารถเกิดขึ้นได้ในชั้นบรรยากาศโดยธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) และโอโซน (O_3) และบางชนิดเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเหล่านี้มีในชั้นบรรยากาศสูงขึ้น (อำนาจ, 2551)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ กล่าวคือมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ประเทศ แม้ว่าภาคการเกษตรนั้นไม่ได้เป็นตัวการหลักในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งในภาพรวมของประเทศ เมื่อเทียบกับภาคอื่น เช่น ภาคพลังงานและภาคอุตสาหกรรม แต่ภาคการเกษตรเป็นภาคที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและยังเป็นภาคที่มีส่วนร่วมในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้น ได้แก่ ปัญหาภัยแล้ง, น้ำท่วม และความเสื่อมโทรมของดิน ผลกระทบเหล่านี้ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง

ดังนั้นการหาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของดินที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากดินในนาข้าวจึงจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เช่น อุณหภูมิ ค่าพีเอช ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของนาข้าว 2 จังหวัด รวมไปถึงเปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกข้าวกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าวด้วย นอกจากนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคือ ประเภทของการทำนา (นาดำ, นาหว่าน) ชนิดของดินที่ปลูกข้าว การจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำในนาข้าว การใส่ปุ๋ยเคมี/อินทรีย์ เพื่อจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มากน้อยเพียงใด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระหว่างนาข้าวของ 2 พื้นที่

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) พื้นที่นาข้าวกับพื้นที่ไม่ได้ปลูกข้าว

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์และศึกษาพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากดินในนาข้าว

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ตอนที่ 1 วัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากดินในนาข้าวของพื้นที่ 2 จังหวัด คือ นาข้าวทดลองปลูก (นาดำ)คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กับนาหว่าน อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์ และเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของพื้นที่ทำนาข้าวคณะเทคโนโลยีการเกษตร, จังหวัดบุรีรัมย์ กับพื้นที่ที่ไม่ปลูกข้าว โดยแบ่งพื้นที่การศึกษาดังนี้

1.1 นาข้าวทดลองปลูกของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ)

1.2 นาข้าว (นาหว่าน) อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์

1.3 พื้นที่ไม่ปลูกข้าว อำเภอปะคำ จังหวัดบุรีรัมย์

ตอนที่ 2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของดินในนาข้าว

2.1 เปอร์เซ็นต์ทราย ซิลต์ และเคลย์

2.2 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

2.3 อุณหภูมิ

2.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

2.5 เปอร์เซ็นต์ความชื้น

2.6 ความหนาแน่นของอนุภาคดิน

2.7 ความพรุนของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของพื้นที่ปลูกข้าวและไม่ปลูกข้าว

1.4.2 ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ของดินในพื้นที่ปลูกข้าวและพื้นที่ไม่ปลูกข้าว

1.4.3 สามารถเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างนาดำกับนาหว่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เรื่องข้าวและการทำนาข้าวที่เกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.1.1 ข้าวและลักษณะพฤกษศาสตร์ของข้าว

ข้าวเป็นพืชตระกูลหญ้า (*Family Graminae*) อยู่ในสกุล (*Genus*) *Oryza* ซึ่งเจริญได้ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น และสามารถปลูกได้ทั้งในที่ราบไปจนถึงพื้นที่ที่มีความสูง 2,500 เมตรเหนือจากระดับน้ำทะเล สามารถปลูกในที่ที่มีน้ำขังหรือปลูกในที่ที่ไม่มีน้ำขังเลยก็ได้ นอกจากนี้ยังเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความเป็นกรดด่าง (pH) 3 - 10 หรือในดินเค็ม 0 - 1% อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20 - 34 องศาเซลเซียส แต่ข้าวก็สามารถเจริญได้ในที่อุณหภูมิ 10 – 40 องศาเซลเซียส

2.1.1.1 ข้าวสามารถจำแนกเป็นชนิดได้ ดังนี้

ก. ข้าวปลูก (cultivated species) ข้าวที่ปลูกเพื่อใช้เมล็ดสำหรับบริโภค

ข. ข้าวป่า (Wild rice หรือ weed relatives) มีลักษณะคล้ายหญ้า มีลักษณะการเจริญทั้งเป็นพืชปี

2.1.1.2 จำแนกตามชนิดของแป้งในเมล็ด (Endosperm Characteristic Classification) ได้ดังนี้

ก. ข้าวเหนียว (Glutinous rice หรือ Waxy rice) เมื่อนึ่งแล้วจะได้เมล็ดข้าวสุกที่จับตัวกันเหนียวและมีลักษณะใส

ข. ข้าวเจ้า (Non - glutinous rice) ข้าวเจ้าจะมีเมล็ดข้าวสารเมื่อหุงสุกแล้วจะมีสีขาวขุ่นและเมล็ดไม่ติดกันหรือร่วน มีบางพันธุ์เมล็ดข้าวสุกอาจจะเกาะติดกันบ้าง บางพันธุ์เมล็ดมีกลิ่นหอม เช่น ข้าวเจ้าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นต้น

2.1.1.3 จำแนกตามระบบนิเวศ (Ecosystem-based classification) ได้แก่

ก. ข้าวไร่ (Upland rice หรือ Hill rice) เป็นข้าวที่ปลูกในสภาพที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติในพื้นที่สภาพไร่หรือที่ดอนซึ่งไม่มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำ พื้นที่ที่ปลูกอยู่สภาพที่ไม่มีน้ำขังบนผิวดิน ส่วนมากปลูกโดยวิธีหยอดหรือโรยเมล็ดข้าวแห้ง

ข. ข้าวนาสวน (Lowland rice) ซึ่งแยกออกได้เป็น

- ข้าวนาสวนนาชลประทาน (Irrigated lowland rice) หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในสภาพนาที่มีน้ำขัง มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำและมีการให้น้ำโดยระบบชลประทาน วิธีการปลูกข้าวนาชลประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมากจะใช้วิธีการปักดำ หรือวิธีการหว่านนาตม โดยปกติข้าวนาชลประทานจะไม่มีปัญหาการควบคุมน้ำ และมักจะรักษาระดับน้ำไว้ประมาณ 5-15 เซนติเมตร ตลอดฤดูปลูก

- ข้าวนาสวนนาน้ำฝน (Rainfed lowland rice) หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในสภาพ นาที่มีน้ำขัง มีการทำคันนาเพื่อกักเก็บน้ำเช่นเดียวกับข้าวนาชลประทาน แต่ข้าวนาน้ำฝนจะอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ในนาที่อาศัยน้ำฝนอาจจะมีน้ำขังตลอดฤดูปลูก ระดับน้ำปกติโดยทั่วไปไม่เกิน 50 เซนติเมตร แต่บางครั้งน้ำในนาอาจจะแห้งหรือมีระดับน้ำสูงกว่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายฝน ข้าวนาน้ำฝนถึงแม้ว่าจะไม่มีระบบชลประทานช่วยเมื่อขาดน้ำแต่นาน้ำฝนอาจอาศัยน้ำจากบ่อกักเก็บน้ำในนาได้

- ข้าวทนน้ำลึกและข้าวขึ้นน้ำ (Deep-water and Floating rice) หมายถึง ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ซึ่งภายหลังจะมีน้ำท่วมขังลึกเกินกว่า 50 เซนติเมตรหรือมากกว่า ในระหว่างฤดูฝนส่วนใหญ่จะปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้งในนา ซึ่งอาศัยน้ำฝนและข้าวจะเจริญเติบโตอยู่ในสภาพน้ำตื้นในระยะ 1 - 3 เดือนแรก และหลังจากนั้นจะเริ่มสูงขึ้นตามลำดับ ข้าวน้ำลึก (deep-water rice) หมายถึง ข้าวซึ่งปลูกในแหล่งที่มีระดับน้ำสูงไม่เกิน1 เมตร และถ้าระดับน้ำสูงเกิน 1 เมตร โดยปกติจะเรียกว่า ข้าวขึ้นน้ำ (floating rice)

2.1.2 ลักษณะและวงจรชีวิตของข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุกหรือมีเพียงหนึ่งฤดูกาล (Annual crop) ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของข้าว คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลหรือเมล็ด ระบบรากของข้าวเป็นแบบรากฝอย (Fibrous root system) ลำต้น (Culm) ทรงกลม แกนกลางกลวง (Hollow) ไม่มีแก่น ดอกข้าวมีลักษณะเป็นช่อ เรียก ช่อดอก มีแขนงบนช่อดอกเป็นแบบรวง (Panicle) ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) ดังนั้นเมล็ดข้าว (Rice grain) จึงเกิดการผสมตัวเอง (Self pollination) ใบข้าวประกอบด้วยกาบใบ (Leaf sheath) คือส่วนล่างของใบเป็นส่วนที่ห่อหุ้มส่วนที่เป็นข้อและปล้อง กาบใบจะติดอยู่กับล้าต้นตรงใต้ข้อส่วนที่อยู่ติดกับด้านบนสุดของกาบใบคือตัวใบที่มีส่วนปลายคล้ายปลายหอกมีเส้นกลางใบ ตัวใบข้าวแต่พันธุ์อาจมีขนาดแคบ กว้าง และยาวไม่เท่ากัน

วงจรชีวิต (Life cycle) ของข้าวในรอบหนึ่งๆจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นกับคุณสมบัติประจำพันธุ์ แต่จะอยู่ในช่วง 90-180 วัน ดังภาพที่ 2.1 ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของข้าว การเจริญเติบโตของข้าวแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะดังแสดงใน ภาพที่ 2. 2 ได้แก่

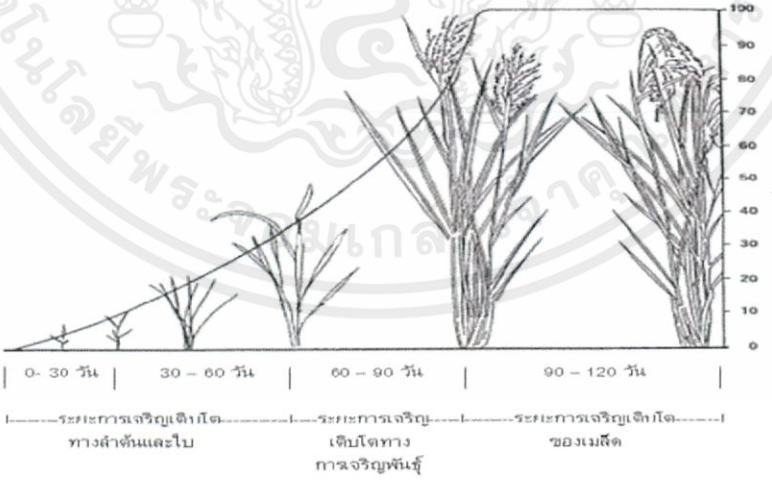
1) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetation Phase) ในระยะเวลาประมาณ 60 วัน โดยเริ่มจากเมล็ดข้าวมีรากแรกเกิดและใบงอกออกมา เมื่อข้าวอายุ 30 วัน ข้าวจะเริ่มแตกกอซึ่งข้าวหนึ่งต้นจะสามารถแตกกอได้ประมาณ 2-5 ต้นเท่านั้น ข้าวใช้เวลาแตกกอสูงสุดประมาณ 30 - 50 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระยะการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ (Reproduction Phase) ใช้ระยะเวลาประมาณ 25 - 30 วัน เริ่มจากการสร้างดอกและช่อดอก จะมีการพัฒนาตัวเองโดยเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆจนเริ่มเข้าสู่ระยะตั้งท้อง ในช่วงนี้ดอกข้าวจะผสมเกสรและเกิดการปฏิสนธิในรังไข่

3) ระยะเจริญเติบโตของเมล็ด (Ripening Phase) ข้าวในเขตร้อนจะใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน จึงสามารถเก็บเกี่ยวได้ โดยระยะแรกรวงข้าวจะมีสีเขียว หากบีบเมล็ดอ่อนดูจะพบว่ามีน้ำสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนมไหลออกมา ในระยะต่อมาเมื่อน้ำในเมล็ดข้าวเริ่มแข็งตัว จะสังเกตได้จากปลายรวงข้าวที่โน้มลงสู่พื้นดิน

รูปที่ 2.1 ระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่มีอายุตั้งแต่วันปลูกถึงเก็บเกี่ยว
(วรรณฑกา พจน์โยธิน, 2543: 9)



รูปที่ 2.2 ช่วงระยะเวลาในการเจริญเติบโตของข้าว
(De Datta, 1981: 161 อ้างถึงใน สมสิริ สวัสดิ์เฉลิม, 2550 : 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงของดินจากสภาพดินไร่เป็นดินนาและจากดินนาเป็นดินไร่

ดินที่ปลูกข้าวในสภาพน้ำขังจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงจร คือ สภาพน้ำขังและสภาพดินแห้งสลับกัน ดังนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและชีวะเกิดขึ้น 2 อย่างแตกต่างกันใน 1 ปี คือ สภาพที่มีออกซิเจน (aerobic หรือ oxidative) และสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic หรือ reductive) สภาพที่มีออกซิเจนก็จะมีลักษณะเหมือนกันในสภาพดินไร่ แต่สภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะเป็นลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของดินที่ปลูกข้าว

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสภาพน้ำขัง (Changes in submerged soils)

เมื่อดินมีน้ำขัง การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศจะถูกยับยั้งอย่างรุนแรง ออกซิเจนในบรรยากาศจะเข้าไปสู่ดินได้โดยการแพร่กระจาย (diffusion) ผ่านชั้นของน้ำที่อยู่เหนือดิน อัตราการแพร่ของออกซิเจนผ่านน้ำจะช้ามาก ดินก็จะอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ออกซิเจนที่มีอยู่เดิมก็จะถูกจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ในการหายใจ การเปลี่ยนแปลงขั้นพื้นฐานที่เกิดขึ้นเนื่องจากดินอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนจะแยกออกเป็นส่วนๆ คือ ส่วนที่เป็นของแข็ง ของเหลว ก๊าซ และส่วนที่มีชีวิตในดิน ซึ่งในที่นี้จะขออธิบายเฉพาะส่วนที่สำคัญๆ ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นก๊าซ (Gas phase) ก๊าซที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็น CO_2, CH_4, H_2 และ N_2 (ตารางที่ 2.1) จะพบ CH_4 เมื่อดินอยู่ในสภาพรีดักชันอย่างรุนแรง องค์ประกอบของก๊าซที่พบขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของอินทรียวัตถุ เมื่อใส่ glucose ลงไปและให้มีอุณหภูมิต่ำ จะมีก๊าซ H_2 เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก แต่เมื่ออุณหภูมิสูง มันจะหายไปอย่างรวดเร็ว คือไปรีดิวซ์สารประกอบอื่นๆ พบว่า ไนเตรทจะถูก reduced เป็น N_2 โดยปฏิกิริยา denitrification

ตารางที่ 2.1 ก๊าซต่างๆที่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่มีน้ำขัง

ชนิดของก๊าซ	ระยะเวลาที่มีน้ำขัง, วัน				
	0	1	6	14	20
CO_2	50	52	99	125	91
CH_4	0	0	0	15	26
N_2	7.5	8	9.9	11.4	6.5
H_2	0	0	0.5	0.7	3.9
O_2	2.2	0	0	0	0

ที่มา: ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ หน้า 20 (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2.1 จะเห็นว่า ก๊าซ O_2จะสูญหายไปหมดภายใน 1 วันหลังจากขังน้ำก๊าซ CO_2 จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างรวดเร็ว แต่จะมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับระดับอินทรียวัตถุในดินนั้น ซึ่ง CO_2 ที่ออกมานี้ เป็นผลเนื่องจากกิจกรรมของ anaerobic bacteria หลังจากนั้นเมื่อรีดักชันรุนแรงขึ้น methane bacteria ก็จะรีดิวซ์ CO_2 ให้เป็น CH_4 ก๊าซ CH_4 จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อระดับรีดักชันของดินลดต่ำลงมาก ก๊าซ H_2 จะเกิดขึ้นในสภาพรีดักชันที่รุนแรงในระดับเดียวกันกับ CH_4 แต่ปริมาณของ H_2 ที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ CH_4 ก๊าซ N_2มีอยู่แล้วในดินและจะสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากดินขังน้ำเข้าใจว่าเกิดจาก denitrification ของสารประกอบไนเตรท

2. ส่วนที่มีชีวิต (Biotic phase)

- จุลินทรีย์ (Microorganism) จุลินทรีย์พวก aerobes และ facultative anaerobes จะพบในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีและใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในการหายใจ เมื่อดินมีน้ำขังกิจกรรมของพวกที่ใช้ออกซิเจนได้ก็จะหมดไป ในขณะเดียวกันพวก facultative และ obligate anaerobes ก็จะเพิ่มขึ้น พวกนี้สามารถใช้สารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัว ผุพัง หรือสารประกอบอนินทรีย์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนได้ ถ้ามี O_2 จุลินทรีย์จะชอบ O_2 เพราะให้พลังงานสูงกว่า แต่ถ้าไม่มี O_2 facultative และ obligate anaerobes ก็จะใช้สารประกอบอนินทรีย์ (anaerobic respiration) หรือสารประกอบอินทรีย์ (Fermentation) เป็นผู้รับอิเล็กตรอน สารประกอบอนินทรีย์ที่จะเป็นตัวรับอิเล็กตอนก็คือ NO_3^-, NO_2^-, Mn^{4+}, Fe^{3+}, SO_4^{2-} สารประกอบอนินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เช่น CO_2, N_2 และ H^+ ก็อาจจะถูกรีดิวซ์ได้ในบางสภาพ นอกจากนั้นสารประกอบอินทรีย์บางอย่างก็เป็นตัวรับอิเล็กตรอนได้ จุลินทรีย์ที่ใช้ SO_4^{2-} และ CO_2 เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วนพวกที่ใช้ NO_3^-, Mn^{4+}, Fe^{3+} เป็นตัวรับอิเล็กตรอนจะเป็น facultative anaerobes การหายใจในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน จะต่างกันอย่างมากเกี่ยวกับจำนวนพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมา ในสภาพที่มีออกซิเจนจะให้พลังงานมากกว่าสภาพที่ไม่มีออกซิเจนต่อหน่วยของการสลายตัว ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพมากในการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์เป็นเซลล์ anaerobic bacteria จะใช้คาร์บอนในระหว่างการสลายตัว ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำมาก ดังนั้นการสูญเสียสารประกอบอินทรีย์ก็จะช้าในดินที่ไม่มีออกซิเจน ทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุในระบบรีดักชันมากกว่าระบบออกซิเดชัน

2.2 ก๊าซเรือนกระจกกับปรากฏการณ์โลกร้อน

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อนหรือรังสีอินฟาเรดได้ดี มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ หากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

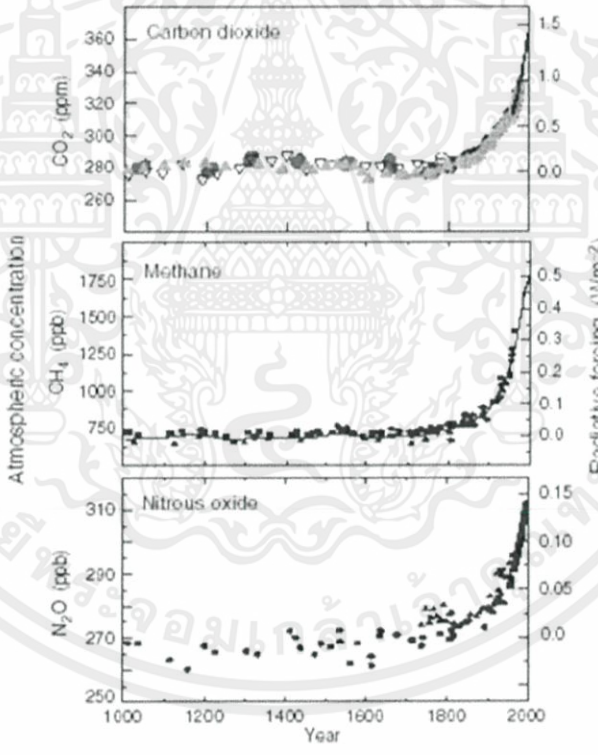
ในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทนและไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_20) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติรวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆในบรรยากาศ

ตารางที่ 2.2 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ

ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์	200 - 450	1
มีเทน	9 - 15	23
ไนตรัสออกไซด์	120	296
CFC-12	100	10,600
เตตระฟลูออโรมีเทน	50,000	5,700
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	3,200	22,000

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าร้อยละ 60 ในปี พ.ศ. 2534 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดถึง 26.4 พันล้านตัน การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่าการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วง 10,000 ปีก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรมมีไม่ถึงร้อยละ10 และธรรมชาติสามารถปรับปรุงให้สมดุลกับการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ แต่ช่วงระยะเวลาเพียง 200 ปีที่ผ่านมาระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 และถึงแม้บางส่วนถูกดูดซับไปโดยมหาสมุทรและพืช ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็ยังเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ในทุกๆ 20 ปี การทำการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าวในนาที่มีน้ำขังและการปศุสัตว์เป็นเหตุสำคัญที่ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า นอกจากนี้ การฝังกลบขยะ การทำเหมืองถ่านหินและการผลิตก๊าซธรรมชาติก็ปล่อยก๊าซมีเทนเช่นกัน คาดกันว่าประมาณร้อยละ 15-20 ของก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นเกิดจากก๊าซมีเทน



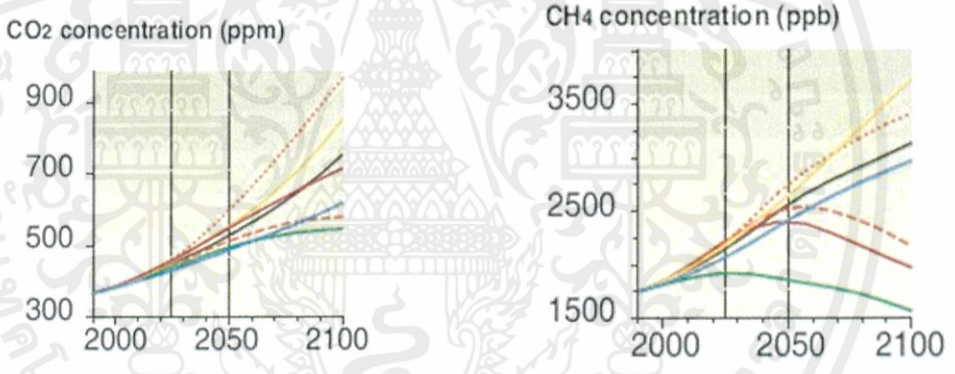
รูปที่ 2.3 Atmospheric concentration (IPCC Third Assessment Report, 2001)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในบรรยากาศ ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเพียง 200 ปีที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นับตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุโรป โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มปริมาณขึ้นจาก 280 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในปีค.ศ. 1800 เพิ่มขึ้นเป็น 360 ppm ในปีค.ศ. 2000 เช่นเดียวกับก๊าซมีเทน ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวนับตั้งแต่ปีค.ศ. 1800 จาก 750 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็น 1,750 ppb ในปีค.ศ. 2000 ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์นั้นเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่มีการปฏิวัติการทำเกษตรกรรม แต่อัตราการเพิ่มขึ้นนั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นจาก 270 ppm ในราวปีค.ศ.1800 เป็น 310 ppm ในปีค.ศ.2000

กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ได้ส่งผลให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และคาดว่าความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นต่อไป โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อาจเพิ่มขึ้นจากระดับ 300 ppm ในปัจจุบัน เป็น 600 ppm หรืออาจสูงถึง 900 ppm ภายใน 100 ปีข้างหน้า ในขณะที่ความเข้มข้นของก๊าซมีเทน อาจเพิ่มขึ้นจากระดับ 1,750 ppb ในปัจจุบันเป็น 3,500 ppb ภายในปีค.ศ.2100



(ก) (ข)

รูปที่ 2.4 (ก) CO_2 concentration (ppm) และ (ข) CH_4 concentration (ppb) (UNEP, February 2005)

2.3 จุลินทรีย์ อินทรีย์สาร กรดฮิวมิค ฮิวมัสและอินทรีย์วัตถุในดิน

2.3.1. จุลินทรีย์ดิน (Soil microorganisms)

จุลินทรีย์ดิน หมายถึง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดิน ซึ่งรวมทั้งสัตว์และพืช โดยปกติสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดินที่มีอิทธิพลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน มักจะเป็นพวกที่เป็นพืช ได้แก่ bacteria, actinomycetes, fungi, algae ขบวนการเปลี่ยนแปลงภายในดิที่ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์แก่ดิน ส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดเป็นกระบวนการของแบคทีเรีย ทั้งนี้เพราะแบคทีเรียมีปริมาณมากเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมของแบคทีเรียในดิน จะทำให้กิจกรรมและกระบวนการต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นไปได้ดีที่สุด

2.3.2. ความสำคัญของจุลินทรีย์ต่อดินและพืช (the importance of soil microorganisms on soil and plant)

ดินที่มีจุลินทรีย์มาก ส่วนมากจะเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง จุลินทรีย์ในดินช่วยให้เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงภายในดิน ส่วนมากก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของดิน จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อดินและพืชในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสลายตัวของอินทรียสาร อินทรีย์วัตถุในดินจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ผลที่ได้จากการย่อยสลายคือ คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอินทรีย์ต่างๆ slimy material แร่ธาตุและฮิวมัส

2) การแปรสภาพของอนินทรียสาร การเปลี่ยนรูปของอนินทรียสารในดินจะดำเนินอยู่เสมอ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ จากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช (unavailable) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (available) และจากรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เป็นรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3) การทำให้อนุภาคดินเกาะกัน เมือก (slimy) ของแบคทีเรียที่ผลิตขึ้นมาในการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ mycelium ของ fungi และ algae มีผลทำให้อนุภาคของดินเกาะกันอย่างหลวมๆ ทำให้ดินเกิดเป็นก้อนดินถาวร (aggregate) ดินสามารถทนต่อการชะล้างการสูญเสียดินและธาตุอาหารพืช ทำให้ดินมีการถ่ายเทอากาศดีขึ้น

4) การตรึงไนโตรเจน จุลินทรีย์ที่อยู่ในดินช่วยทำให้เกิดขบวนการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ซึ่งมีทั้งพวกที่จะต้องพึ่งพาอาศัยกับสิ่งมีชีวิตอื่น (symbiotic microorganisms) เช่นแบคทีเรียพวกไรโซเบียม (rhizobium) ที่ปมของพืชตระกูลถั่ว และพวกที่ไม่ต้องพึ่งพาอาศัยกับสิ่งมีชีวิตอื่น (non-symbiotic microorganisms) ได้แก่ แบคทีเรียพวก Azotobacter และพวกสาหร่าย (algae)

5) การสร้างฮอร์โมน และ growth factor จุลินทรีย์ที่อยู่ในดินเมื่อได้รับสารที่ต้นพืชปลดปล่อยออกมา (root exudate) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้จุลินทรีย์เจริญและเกิดกิจกรรมสร้าง vitamin และ growth hormone ซึ่งเป็นสารที่กระตุ้นให้ต้นพืชเจริญงอกงามขึ้น ด้วยเหตุนี้เอง ต้นพืชที่มีจุลินทรีย์ในอาณาเขตรากของพืช (rhizosphere) มาก ต้นพืชนั้นจะเจริญงอกงามดี

2.3.3. สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อจุลินทรีย์ดิน (effect of environmental condition on soil microorganisms)

สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินมีดังต่อไปนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ความชื้นในดิน จะมีผลทำให้ ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เช่น แอคทิโนมายซีส (actinomycetes) ต้องการดินที่มีความชื้นน้อย แต่ถ้าความชื้นมากขึ้น แบคทีเรีย (bacteria) และฟังไจ (fungi) เจริญเติบโตได้ดี และสาหร่าย (algae) ต้องการดินที่มีความชื้นสูงที่สุด

2) การถ่ายเทอากาศ จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนในการดำเนินกระบวนการเปลี่ยนแปลงสาร (metabolism)

3) อุณหภูมิ จุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่พอเหมาะในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน บางชนิดชอบอุณหภูมิของดินแถบศูนย์สูตรอยู่ในระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส บางชนิดชอบอุณหภูมิในแถบอบอุ่นอยู่ระหว่าง 20 องศาเซลเซียส เป็นต้น

4) อินทรียวัตถุ จุลินทรีย์ทั่วไปเป็นพวกที่ใช้อินทรียสารเป็นอาหาร (heterotrophs) เช่น แบคทีเรีย มีประมาณ 95 % เป็น heterotrophs ส่วนอีก 5% เป็นพวกที่สร้างอาหารได้เอง (autotrophs) ฟังไจ (fungi) แอคทีโนมายซีส (actinomycetes) เป็นพวก heterotrophs แอลจี (algae) เป็น autotrophs ดังนั้นอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ดินที่มีอินทรียวัตถุมากจะมีจุลินทรีย์มาก

2.3.4. อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter)

อินทรียวัตถุในดิน หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน มีต้นกำเนิดจากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมทั้งอินทรียสารที่พืชปลดปล่อยออกมาทางราก (root exudates) และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ขึ้นมา ดังนั้น อินทรียวัตถุในดินจึงประกอบไปด้วยอินทรียสารจำนวนมากมายหลายชนิดด้วยกัน และพอจะแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ๆ ได้ดังต่อไปนี้ คือ สารประกอบอินทรียไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส คาร์โบไฮเดรต กรดอินทรีย์ เอนไซม์ และฮิวมัส

ฮิวมัส (humus) เป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อน ซึ่งประกอบขึ้นจากสารกลุ่มต่างๆ เช่น methyl, phenolic, quinonoe และ carboxylic groups ที่มีอยู่ในดิน ฮิวมัสสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ hemic acid และ fulvic acid กรดทั้งสองนี้ประกอบด้วยสารอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่จับตัวกันอยู่อย่างเหนียวแน่นและสลับซับซ้อน สำหรับ fulvic acid นั้นยังมี polyurenic acid บางชนิด และสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันที่มีโมเลกุลขนาดเล็กรวมอยู่ด้วย โดยทั่วๆไป ดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณที่สูงนั้น ถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากอินทรียวัตถุในดินนั้นมีบทบาทที่สำคัญหลายประการที่พืชต้องการ เช่น บทบาทเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินนั่นเอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5. ปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของอินทรย์วัตถุในดิน (factor affecting the rate of soil organic matter decomposition)

การสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อันจะเป็นผลให้เกิดอินทรียวัตถุในดิน ดังกล่าวแล้วนั้น ถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เป็นต้นว่า ชนิดของพืชและสัตว์และสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ชนิดของจุลินทรีย์ดิน รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อจุลินทรีย์ในดิน อุณหภูมิ ความชื้นของดินและปัจจัยอื่นๆ ดังนั้น การสลายตัวจะเกิดขึ้นในอัตราที่เร็วหรือช้าเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นอย่างมาก ปกติการวัดหรือประเมินอัตราการสลายตัวของอินทรีย์สารนั้นอาจกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่ง่ายที่สุดน่าจะได้แก่ วิธีวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากจุลินทรีย์ใช้อินทรียสารเป็นแหล่งของพลังงาน

2.3.6. การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter determination)

อินทรียวัตถุในดินมีธาตุคาร์บอน (carbon) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ธาตุหนึ่ง ดังนั้น การหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงอาจกระทำได้ง่ายๆ โดยการใช้สารเคมีทำให้เกิด oxidation ขึ้นกับธาตุคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุนั้น แล้วคำนวณหาปริมาณธาตุคาร์บอนในอินทรียวัตถุจากความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ไป และเมื่อทราบปริมาณของคาร์บอนแล้วก็สามารถที่จะคำนวณหาปริมาณของอินทรียวัตถุได้โดยยึดหลักว่า อินทรียวัตถุในดินบนและดินล่างมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ 52 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน

2.4.1 ความดันบรรยากาศ

ความดันบรรยากาศมีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าความดันบรรยากาศต่ำ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าความดันบรรยากาศมีความสัมพันธ์ผกผันกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ

2.4.2 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในดินสามารถเพิ่มปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อินทรีย์คาร์บอนที่ละลายน้ำได้ในดินเป็นแหล่งที่มาโดยตรงของคาร์บอนสำหรับจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตามปริมาณที่เติมลงในดิน การทำเกษตรกรรมมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเป็นสารอาหารให้แก่พืช ซึ่งอาจทำให้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีส่วนสำคัญในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การไถพรวนดิน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถเกิดขึ้นได้จากการไถพรวนมากกว่าดินที่ไม่ได้ไถพรวน การไถพรวนทำให้มวลดินแตก จะช่วยในการผสมดินและอนุภาคอินทรีย์ ช่วยเพิ่มการแทรกซึมและความจุน้ำและจึงทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศเพิ่มขึ้น

2.4.4 อุณหภูมิของดิน

อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน จุลินทรีย์ในดินจะดำเนินกิจกรรมในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม อุณหภูมิที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้รากที่ยังอ่อนเกิดการล้มเหลวได้ เนื่องจากรากที่อ่อนมีความไวต่ออุณหภูมิมากกว่ารากที่แก่กว่า ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยในการเจริญเติบโตของรากและมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

2.4.5 ความชื้นในดิน

ในดินแห้งการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินจะต่ำ เนื่องมาจากการหายใจของดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์มีต่ำ และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นในดินมีค่าเพิ่มขึ้น ในสภาพดินที่มีความชื้นสูงมาก การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง เนื่องมาจากการหายใจของพืชลดลง ส่งผลให้ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง

2.4.6 ไนโตรเจน

ไนโตรเจนมีผลโดยตรงต่อการหายใจของดินผ่านการย่อยสลายขยะ ในสภาพที่มีไนโตรเจนสูงจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายได้ง่ายกว่าในสภาพที่ไนโตรเจนต่ำ และโดยทางอ้อม ไนโตรเจนจะมีอิทธิพลต่อค่าพีเอชของดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในนาข้าว ได้มีการศึกษารวบรวมงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องมากมาย เช่น

เสวียน เปรมประสิทธิและคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องปริมาณคาร์บอนรวมในนาข้าวของ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง สรุปผลการศึกษาเป็นดังนี้

การศึกษาการปริมาณมวลชีวภาพ

• การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพ ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนล่างพบว่า มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 323.73 กิโลกรัม/ไร่ จังหวัดที่มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยต่อไร่สูงสุดคือ จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดที่มีปริมาณมวลชีวภาพต่อไร่ต่ำสุดคือ จังหวัดตาก

• ปริมาณมวลชีวภาพของพันธุ์ข้าวที่พบมีค่าเฉลี่ย 321.16 กิโลกรัม/ไร่ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุด คือ สุพรรณบุรี 3 และพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยต่ำสุด คือ พันธุ์พิษณุโลก 41

การศึกษาปริมาณคาร์บอนตามฟางข้าวและตอซัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• การศึกษาปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพื้นที่ 9 จังหวัด ภาคเหนือตอนล่าง พบว่า มีปริมาณคาร์บอนรวมในมวลชีวภาพเฉลี่ย 139.60 กิโลกรัม/ไร่ จังหวัดที่มีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงสุด คือ จังหวัดพิษณุโลก และอุทัยธานี และจังหวัดที่มีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพต่ำสุด คือ จังหวัดตาก

• การศึกษาปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของพันธุ์ข้าว พบว่ามีมีปริมาณคาร์บอนรวมในมวลชีวภาพของพันธุ์ข้าวมีค่าเฉลี่ย 122.61 กิโลกรัม/ไร่ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงสุด คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 3 มีค่าปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 233.26 กิโลกรัม/ไร่ และพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพต่ำสุด คือ พันธุ์พิษณุโลก 41 มีค่าปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 56.30 กิโลกรัม/ไร่ การศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่นาข้าว 9 จังหวัด

• การศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผามวลชีวภาพ พบว่า ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาชีวภาพในพื้นที่นาข้าวมีค่าเฉลี่ย 536.80 กิโลกรัม /ไร่ จังหวัดที่มีการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด คือ จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดที่มีค่าการปลดปล่อยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุด คือ จังหวัดอุตรดิตถ์

• การศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผามวลชีวภาพของพันธุ์ข้าว พบว่า มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ย 448.76 กิโลกรัม/ไร่ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจาการเผามวลชีวภาพสูงสุด คือ พันธุ์สุพรรณบุรี 3 และพันธุ์ข้าวที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผามวลชีวภาพต่ำสุด คือ พันธุ์พิษณุโลก 41 การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าว ปริมาณคาร์บอนสะสมในข้าว ข้าวผลิตคาร์บอน 3.708854 g/day หรือ 0.002576 g/min หรือ 4,272.5998 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของข้าว ข้าวใช้คาร์บอนไดออกไซด์ 13.59913 g/min ความสมดุลของคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าว จะเป็นในส่วนของคาร์บอนที่ได้จากการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช จานวน 4,272.5998 กิโลกรัมต่อไร่ อยู่ในส่วนของลาต้นและผลผลิต 1,130 กิโลกรัมต่อไร่ในดิน 1,310.72 กิโลกรัมต่อไร่ และในชั้นบรรยากาศ 1,831.8798 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชตรึงมาจากชั้นบรรยากาศและเปลี่ยนรูปมาเป็นคาร์บอนแล้วจะถูกกระจายไปอยู่ในส่วนของต้นผลผลิต ในดิน และกลับคืนสู่บรรยากาศ

เครือมาศ สมัครการ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง แนวโน้มการสะสมคาร์บอนในดินที่ใช้ปลูกข้าวจากการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผา การทดลองนี้เป็นการทดลองในกระถางเพื่อศึกษาความสัมพันธุ์การหมุนเวียนคาร์บอนในดินจาก ผลของการใส่ฟางข้าวและฟางข้าวเผาโดยใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ปลูกในกระถางและใช้ดินกำแพงแสน ออกแบบการทดลองแบบ RCBD ประกอบด้วย 3 ตำรับทดลอง คือ 1) ดินผสมฟางข้าวแห้ง 2) ดินผสมฟาง ข้าวเผา และ 3) ดินธรรมดา (ซึ่งไม่ใส่ฟางข้าวและฟางเผา)

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการปลูกข้าวหนึ่งฤดูกาลได้วิเคราะห์ คุณสมบัติของดินเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของดินก่อนการเพาะปลูกซึ่งประกอบด้วยค่าปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%OM และ %OC) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) ความหนาแน่นรวมในดิน (Bulk density) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ค่าคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon) และค่าอัตราส่วนC:N จากดินที่ใช้ในการเพาะปลูก ผลการศึกษาพบว่าหลังจากการเพาะปลูกข้าวในดินผสมฟางข้าวแห้งมีธาตุอาหาร %OM และ %OC มากที่สุด และมีค่า P และ K ในดินสูงกว่าดินธรรมดา และมีค่า bulk density น้อยที่สุดส่วนการปลูกข้าวในดินธรรมดาทำให้มีธาตุอาหาร %OM %OC ปริมาณ P และ ปริมาณK สะสมในดินน้อยที่สุด ส่วนในดินผสมฟางเผาพบว่ามีปริมาณ P และปริมาณ K สูงที่สุดซึ่งช่วยให้ข้าวมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและการพัฒนาของเมล็ดข้าวสูงที่สุดแต่ไม่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าว ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าดินใส่ฟางข้าวแห้งมีแนวโน้มที่จะใช้ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดการไถพรวนและมีแนวโน้มในการเก็บกักธาตุคาร์บอนไว้ในดินในพื้นที่ปลูกข้าวได้มากที่สุด

เสวียน เปรมประสิทธิ์ และคณะ (2551) ได้ทำโครงการวิจัยเกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เรื่อง การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการเผาฟางข้าวในจังหวัดอุตรดิตถ์ พิษณุโลก และพิจิตร (ปี 2553) โดยพบว่า การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพในพื้นที่ 3 จังหวัด จำแนกปริมาณมวลชีวภาพจากฟางข้าวและตอซังในภาพรวม 3 จังหวัด พบว่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 698.12 กิโลกรัม/ไร่ ปริมาณฟางข้าวและตอซัง เฉลี่ยเท่ากับ 301.81 และ 396.31 กิโลกรัม/ไร่ หากจำแนกปริมาณมวลชีวภาพตามลักษณะการทำนา (นาดำและนาหว่าน) พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพในพื้นที่นาดำจะมากกว่านาหว่าน เฉลี่ย 3 จังหวัด เท่ากับ 756.14 และ 636.08 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ การศึกษาปริมาณคาร์บอนในพื้นที่นาข้าว 3 จังหวัด จำแนกปริมาณคาร์บอนตามฟางข้าวและตอซังในภาพรวม 3 จังหวัด พบว่า ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 242.71กิโลกรัม/ไร่ และมีปริมาณคาร์บอนในฟางข้าวและตอซังเฉลี่ยเท่ากับ 105.28 และ 137.43กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ หากจำแนกปริมาณคาร์บอนตามลักษณะการทำนา (นาดำและนาหว่าน) พบว่า พื้นที่นาดำจะมีปริมาณคาร์บอนสูงกว่านาหว่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 281.67และ221.04 กิโลกรัม/ไร่ การศึกษาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่นาข้าว 3 จังหวัด จำแนกปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตามลักษณะการทำนา (นาดำและนาหว่าน) พบว่า พื้นที่นาดำจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผามวลชีวภาพสูงกว่านาหว่าน โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 3 จังหวัด ในนาดำและนาหว่าน เท่ากับ 914.01 และ 809.83 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือ จำนวนรอบของการทำนาการใช้ปุ๋ยเคมีผสมอินทรีย์ และลักษณะการทำนา (นาดำและนาหว่าน) และจากผลการศึกษาพบว่าจำนวนรอบของการทำนามีความสัมพันธ์เชิงลบกับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือ

เอกสารนี้สำเนาขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากมีจำนวนรอบการทำนาในรอบที่ 2 – 3 จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าจำนวนรอบที่ 1 สำหรับการใช้ปุ๋ยเคมีผสมอินทรีย์ในการทำนามีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือ หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีผสมอินทรีย์มากขึ้นจะทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น นอกจากนี้ลักษณะการทำนาหว่านมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กล่าวคือ การทำนาดำจะส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการทำนาหว่าน เนื่องจากการทำนาดำจะมีความหนาแน่นของจำนวนต้นมากกว่าการทำนาหว่าน โดยทั้งหมดที่ได้ทำการศึกษาพบว่าพันธุ์ข้าวไม่มีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ ,ธาริณี เผ่าสีหา (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของนาข้าวที่ปลูกตามแนวทางเกษตรเคมีและอินทรีย์ร่วมกับการจัดการน้ำ ซึ่งได้เตรียมพื้นศึกษาเป็นพื้นที่ทำการเกษตรในรูปแบบนาเคมีหรือนาอินทรีย์อย่างต่อเนื่องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในช่วงนาปีโดยการเก็บตัวอย่างก๊าซ CO2 โดยวิธี Closed chamber (กล่องอะคิลิกสีดำ) ซึ่งเก็บในช่วงฤดูการปลูกและช่วงพักนา ส่วนตัวอย่างดินจะเก็บในช่วงก่อนการเพาะปลูกและหลังเพาะปลูก โดยหาความเข้มข้นของก๊าซCO2 ด้วยเครื่อง GC-TCD และวิเคราะห์ปริมาณSOCของดิน ด้วยวิธี Tube digestion จากผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า การปลูกข้าวตามวิธีเกษตรอินทรีย์ส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินได้ดีกว่าวิธีการเกษตรเคมีทั้งที่มีหรือไม่มีการจัดการน้ำ แต่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเช่นกัน

Karma Dorji (2010) : ทำการศึกษาเรื่อง ผลกระทบของความชื้นในดินและอุณหภูมิต่อการหายใจของดินในเขตร้อน (THE EFFECT OF SOIL WATER CONTENT AND TEMPERATURE ON TROPICAL SOIL RESPIRATION) การศึกษาการหายใจของดินในระบบนิเวศที่แตกต่างกันอันประกอบด้วย พื้นที่การเกษตร สวนป่า และพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยทำการศึกษาทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ โดยทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อดูผลกระทบของสภาวะโลกร้อนต่ออัตราการหายใจของดิน ในการศึกษาในภาคสนามกระทำโดยการวางแนวเส้นสำรวจในระบบนิเวศต่างๆ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และสถานีวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา โดยนำกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิทวางในแนวเส้นสำรวจทุกๆ ระยะ 20 เมตร แล้ววัดอัตราการหายใจของดินในระยะเวลา 24 ชั่วโมงโดยวิธี Soda lime พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีมีค่าสูงสุดในแปลงปลูกข้าวโพด รองลงมา คือ แปลงปลูกทานตะวัน และมีค่าต่ำสุดในสวนป่ายูคาลิปตัส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.2 3.7 และ 1.9 μmol CO_2 $m^{-2}d^{-1}$ ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีวัฒนวิจัยสะแกราช พบว่า มีค่าสูงสุดพื้นที่ป่าดิบแล้ง ตามด้วยสวนป่ากระถินณรงค์ แต่มีค่าต่ำสุดในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.5 และ 2.8 μmol CO_2 $m^{-2}d^{-1}$ ตามลำดับ โดยความชื้นของดินมีความสัมพันธ์กับการหายใจของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p<0.01$ ส่วนการวัดในห้องปฏิบัติการพบว่าการหายใจสูงสุดของดินพบในแปลงปลูกทานตะวัน รองลงมาคือแปลงปลูกข้าวโพด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.823 และ 0.4013 μmol CO_2 $g^{-1}h^{-1}$ ในขณะที่การหายใจของดินในพื้นที่อื่นๆ มีค่าต่ำมาก อย่างไรก็ตามการหายใจของดินที่อยู่ในความลึก 5 และ 15 เซนติเมตรมีค่าไม่แตกต่างกัน หลังจากปรับความชื้นของดิน (50 และ 75% water holding capacity) และอุณหภูมิของดิน (25 30 และ 35 °C) พบว่าดินในป่าเต็งรังมีอัตราการหายใจเท่าๆ กับดินในแปลงปลูกข้าวโพด แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินมากนัก ในขณะที่ความชื้นของดินที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มการหายใจของดินจากบางพื้นที่ ในระหว่างการบ่มดิน อัตราการหายใจจะมีค่าสูงสุดในวันที่สอง แล้วมีค่าลดลงหลังจากนั้น นอกจากนี้ดินในป่าเต็งรังบริเวณที่มีการเฝ้าระวังไฟป่ามีอัตราการหายใจมากกว่าในพื้นที่ๆ พึ่งเกิดไฟป่า 2.3 และ 1.8 μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$) แต่เมื่อนำดินมาบ่มในห้องปฏิบัติการ กลับพบว่า ดินบริเวณที่เกิดไฟป่ามีอัตราการหายใจมากกว่าดินที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความชื้นของดินมีผลต่อการหายใจมากกว่าคุณสมบัติด้านอื่นๆ ของดิน

ภัคนิจ ฉายดำรงค์และคณะ (2554) : ทำการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินระหว่างพื้นที่ปลูกพืชสวนและพืชไร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินระหว่างพื้นที่ที่ปลูกพืชสวน คือ มะม่วง ยางพารา และยูคาลิปตัส กับพื้นที่ที่ปลูกไร่ คือ อ้อย ข้าวโพด และมันสำปะหลัง และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจของดิน คือ เปอร์เซนต์ความชื้น อุณหภูมิ เปอร์เซนต์สารอินทรีย์คาร์บอน ค่าพีเอช เปอร์เซนต์ความพรุน และเนื้อดิน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมดสามครั้ง คือ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ผลการศึกษาพบว่าอัตราการหายใจของดินระหว่างพื้นที่ที่ปลูกพืชสวนและพืชไร่ พบว่า แปลงปลูกอ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด ยางพารา มะม่วง และยูคาลิปตัส มีค่าเฉลี่ยของอัตราการหายใจของดินเท่ากับ 1.906, 1.822, 2.428, 1.652, 2.346, 1.953 และ 1.966 $gCO_2m^{-2}d^{-1}$ ตามลำดับ วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระดับปัจจัย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (α=0.05) พบว่าทุกแปลงที่ใช้ปลูกพืชมีอัตราการหายใจของดินที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแปลงพื้นที่ว่างอัตราการหายใจของดินไม่มีความแตกต่างกับแปลงอื่นๆ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจของดิน พบว่าเปอร์เซนต์ความชื้นและอุณหภูมิส่งผลต่ออัตราการหายใจของดินในแปลงปลูกพืชแต่ละชนิด โดยการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอัตราการหายใจของดิน ($p<0.01$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในดินมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการหายใจของดิน ($p<0.05$) ส่วนค่าพีเอช สารอินทรีย์คาร์บอน (%) และความพรุน (%) ไม่มีผลต่ออัตราการหายใจของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (AR grade)

1. โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
2. กรดไฮโดรคลอริก 37% (HCL 37%) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
3. โพรแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
4. ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ บริษัท Fisher Scientific UK Ltd
5. สารละลายคัลกอล บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
6. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
7. โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
8. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) บริษัท LobaChemie Pvt. Ltd. ประเทศอินเดีย
9. กรดไฮโดรคลอริก (H_2SO_4) บริษัท Carlo Erba Reagenti SpA
10. อินดิเคเตอร์ผสม
11. แอลกอฮอล์ 95% โรงกลั่นสุรา ฉะเชิงเทรา

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องแก้วสำหรับการทดลอง
2. ไฮโดรมิเตอร์
3. ถุงพลาสติกซิปล็อก
4. ครกสำหรับบดดิน
5. ตะแกรงร่อนขนาด 10 เมช
6. ตู้อบ
7. กระบอกอะลูมิเนียมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซนติเมตร
8. Plastic chamber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร สูง 19.5 เซนติเมตร
9. Plastic chamber ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 6.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เครื่องชั่ง

11. เครื่อง pH มิเตอร์

12. เทอร์โมมิเตอร์

13. เครื่องกวนแม่เหล็ก

3.3 พื้นที่ศึกษา

ได้ทำการศึกษา 3 พื้นที่คือ นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน) นาข้าวทดลองปลูก คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ) และพื้นที่ไม่ปลูกข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์

ตาราง 3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง

พื้นที่เก็บตัวอย่าง	จุดพิกัด (ละติจูด, ลองติจูด)
นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน) และ พื้นที่ไม่ปลูกข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์	14.455843N, 102.691134E
นาข้าวทดลองปลูก คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ)	13.725621N, 100.779221E

3.3.1 นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน)

พื้นที่นาข้าวส่วนใหญ่ในอ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ มีการเพาะปลูกข้าวแบบข้าวนาปี โดยข้าวที่ปลูกเป็นข้าวจ้าวพันธุ์หอมมะลิ พื้นที่นาข้าวที่ใช้เก็บตัวอย่างมีขนาด 400 ตารางเมตร ดังรูป 3.1 (ก) ทำนาแบบนาหว่านเนื่องจากอยู่นอกพื้นที่ชลประทาน ทำให้สะดวกแก่การจัดการเรื่องน้ำในนาข้าว อายุของต้นกล้าในตอนเริ่มเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินนาข้าว มีอายุประมาน 14 วัน มีการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 เมื่อเดือนกรกฎาคมเนื่องจากเป็นเดือนที่ฝนตกชุก น้ำเยอะ ง่ายต่อการใส่ปุ๋ย หลังเก็บตัวอย่างครั้งสุดท้าย (เดือนสิงหาคม) ข้าวมีอายุ 90 วัน

3.3.2 นาข้าวทดลองปลูก คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ)

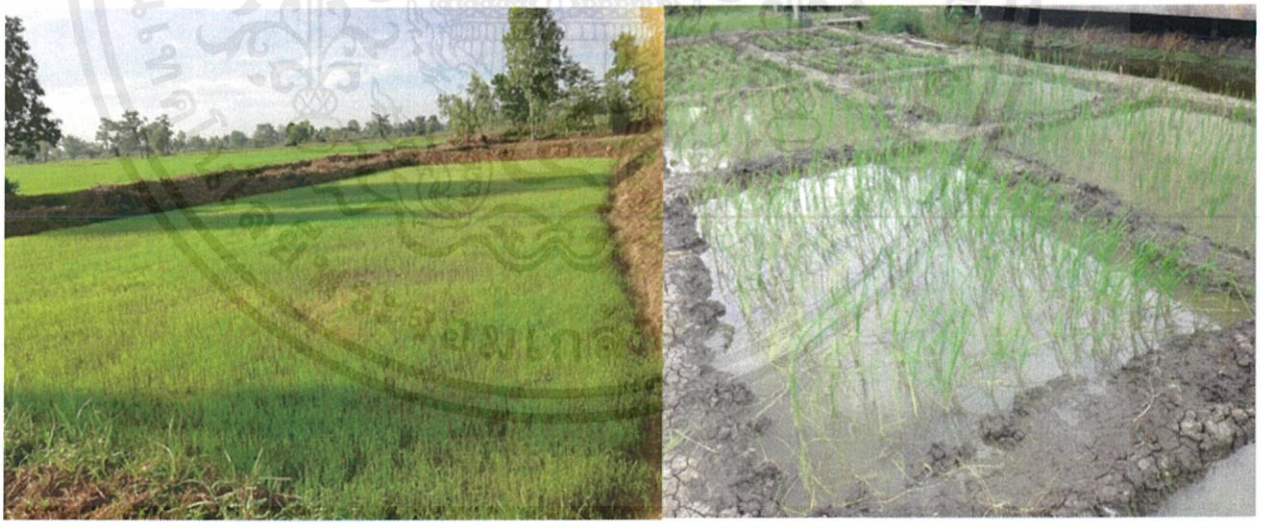
นาข้าวทดลองปลูกเป็นพื้นที่ทำงานวิจัยของ นายธีรวัฒน์ เลี้ยงรักษา นายภาณุพงศ์ ผลเจริญ สาขาวิชาพืชไร่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ ศรุตโยภาส ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของแห้นแดงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงที่ได้ได้เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีขนาดพื้นที่ 0.5 ×1.0 ม2/หน่วยทดลอง ดังรูป 3.1 (ข) ใช้ต้นกล้าอายุ 22 วัน ปักดำระยะ 20 x 25 ซม. 2 ต้น/กอ มีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับแหนแดงในการทดลอง โดยปุ๋ยเคมีที่ใช้เป็นปุ๋ยไนโตรเจน 6.4 กก.N/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 4 กก.P2O5/ไร่ (อัตราที่ทางราชการแนะนำ) สำหรับการใช้แหนแดงในนาข้าวโดยการไถกลบแหนแดงอัตรา 1000-2000 กก./ไร่ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยแต่ละชนิดต่อผลผลิตที่เกิดขึ้น ระหว่างทำการทดลองมีการบริหารจัดการน้ำในนาข้าวโดยควบคุมระดับน้ำให้สูงประมาน 5 ซม. หลังจากการปักดำประมาน2 อาทิตย์ก็เพิ่มระดับน้ำให้สูงไม่ต่ำกว่า 10 ซม. เพื่อควบคุมวัชพืช พยายามไม่ให้น้ำล้นออกนอกคันเพราะจะทำให้สูญเสียปุ๋ยและแหนแดงได้ ก่อนจะทำการเก็บเกี่ยวจะปล่อยให้น้ำแห้งประมาน 3 วันทั้งนี้เพื่อให้การเก็บเกี่ยวง่ายยิ่งขึ้น

3.3.3 พื้นที่ไม่ปลูกข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์

เป็นพื้นที่ที่อยู่ติดนาข้าวใน อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ มีขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร ดังรูป 3.1 (ค) เดิมเคยทำการปลูกข้าวแต่ปัจจุบันในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นช่วงพักนาคือปล่อยทิ้งไว้ ไม่สามารถปลูกข้าวได้ เนื่องจากมีปัญหาทางด้านการบริหารจัดการน้ำ กรมชลประทานมีน้ำไม่เพียงพอที่จะจ่ายให้เกษตรกรทำนาได้ ดังนั้นพื้นที่ดังกล่าวจึงกลายเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่ได้ทำการปลูกข้าวแต่อย่างใด



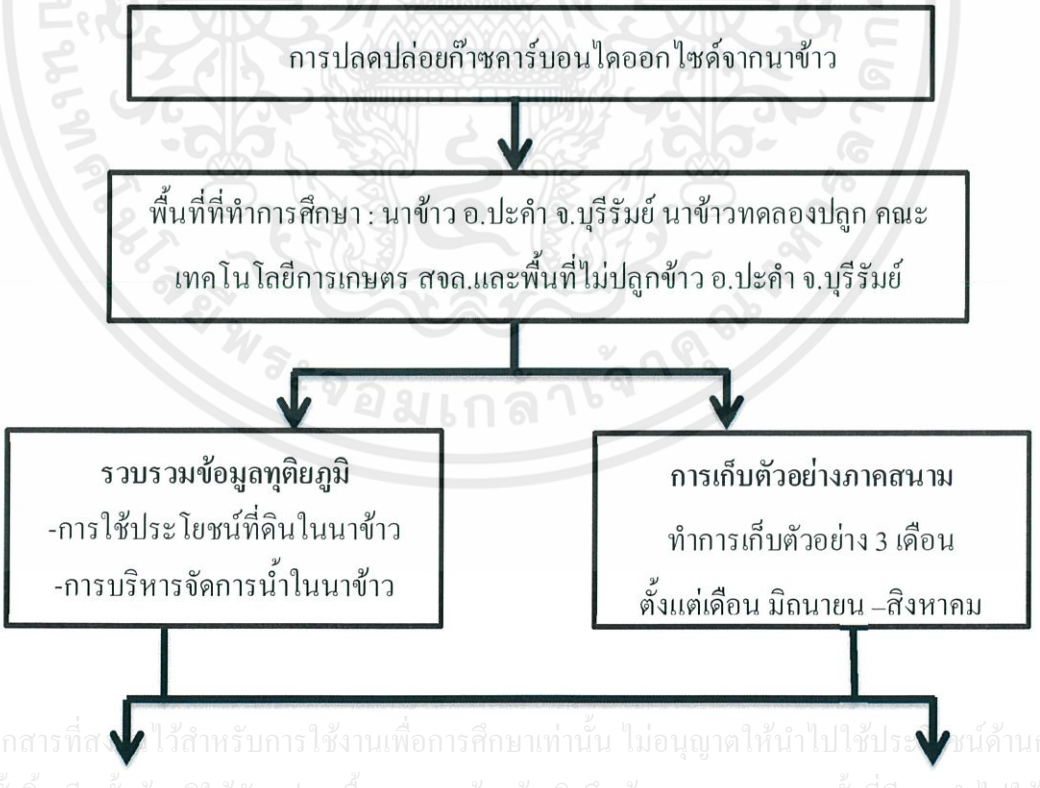
(ก) (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

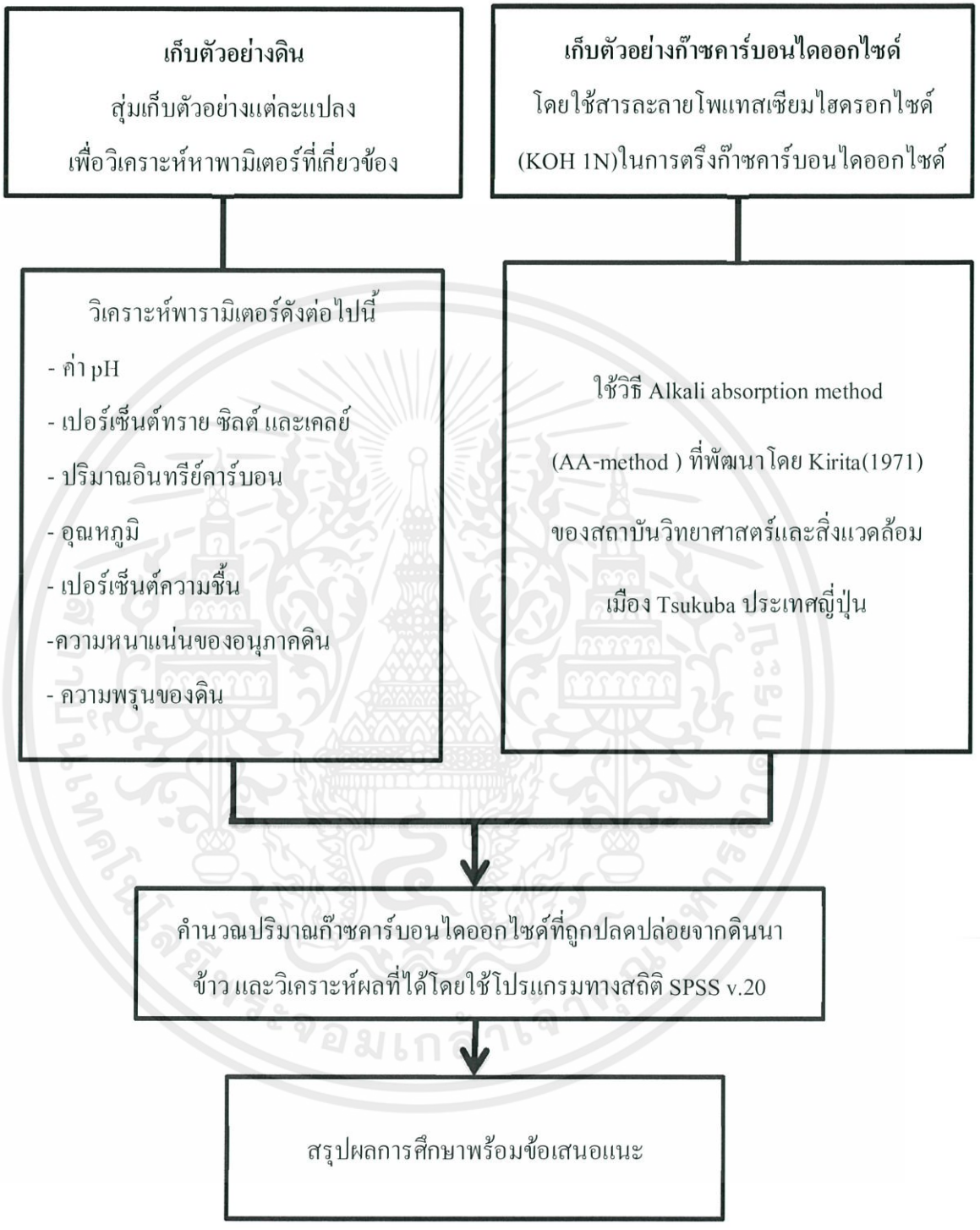
(ค)

รูปที่ 3.1 พื้นที่บริเวณเก็บตัวอย่าง (ก) นาหว่าน (ข) นาดำ (ค) พื้นที่ไม่ปลูกข้าว

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และดิน

3.5.1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1) นำ Plastic chamber ขนาดเล็กสำหรับเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ มาเขียนตำแหน่งจุดที่เก็บ วันที่และเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

2) ทำการเก็บตัวอย่างโดยวาง Plastic chamber ขนาดเล็ก 2 อันลงบนจุดเก็บตัวอย่าง เติมโพแทสเซียม (KOH 1 N) 1 นอมัลล์ ปริมาตร25 มิลลิลิตรลงใน Plastic chamber ทั้งสองใบ โดยใบแรกเปิดฝาทิ้งไว้ และใบที่สองปิดฝาเพื่อเป็นแบลงค์ ดังรูป3.3

รูปที่ 3.3 Plastic chamber ขนาดเล็ก 2 อัน

3.) จากนั้นนำ Plastic chamber ขนาดใหญ่มาวางครอบ Plastic chamber เล็กทั้งสองอันโดยครอบลึกลงดิน10 เซนติเมตร (ดังรูป 3.4กและข) ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงพร้อมทั้งทำการวัดอุณหภูมิของดินโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข)

รูปที่3.4 (ก) นำPlastic chamberใหญ่ ครอบchamberเล็กทั้งสองอัน (ข) ครอบลึกลงดิน 10 เซนติเมตร

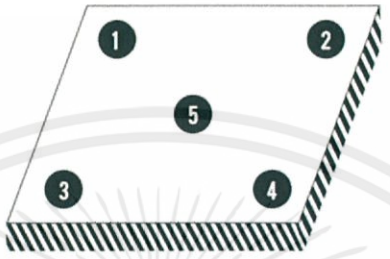
4) ไทเทรตตัวอย่างที่เก็บได้ที่ภาคสนามทันที เนื่องจากหากขนส่งกลับมาที่ห้องปฏิบัติการ อาจจะทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนหายไปได้ ดังแสดงในรูป 3.5

รูปที่ 3.5 ไทเทรตตัวอย่างที่เก็บได้จากภาคสนามทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดิน

1. แบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยและกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่าง 5 จุด



รูปที่ 3.6 การแบ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดิน

2. กวาดเศษพืชและใบไม้ที่คลุมดินอยู่ออกแล้วทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปลิ่มลึกประมาณ 15 เซนติเมตร และเก็บดินโดยใช้พลั่วแซะดินข้างหลุมให้ได้ดินหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม

3. เมื่อเก็บดินได้ครบทุกหลุมนำมาใส่ในถังพลาสติก แล้วคลุกเคล้าดินในแต่ละจุดที่เก็บมาให้เข้ากัน แล้วเทลงบนผ้าพลาสติก คลุกเคล้าอีกครั้ง โดยยกมุมผ้าพลาสติก ทีละ 2 มุม ที่อยู่ตรงข้ามกัน ทำสลับมุมกัน 3-4 ครั้ง

4. ทำกองดินให้เป็นรูปฝาชี แล้วใช้มือตบยอดกองให้แบนราบ ใช้นิ้วมือขีดเป็นรูปกากบาท บนยอดกอง ซึ่งจะทำให้ดินถูกแบ่งแยกเป็น 4 ส่วน

5. เก็บตัวอย่างจากกองดินนี้เพียง 1 ส่วน ให้ได้ดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม ใส่ดินลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อส่งวิเคราะห์

3.6 การวิเคราะห์อัตราการหายใจของดิน

3.6.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (ประยุกต์ใช้ Alkali-absorption method)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อหาอัตราการหายใจของดินโดยวิเคราะห์หาในรูปปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ($g.CO_2.m^{-2}.d^{-1}$) โดยประยุกต์ใช้ Alkali-absorption method ที่พัฒนาโดย Kirita (1971) ของสถาบันวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ มีวิธีการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เทสารละลายตัวอย่างที่เก็บได้จากภาคสนาม (ข้อ 3.5.1) ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2) เติมฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ลงไป 2-3 หยด

3) ไทเทรตสารละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์

4) บันทึกปริมาตรกรดไฮโดรคลอลิกที่ใช้

5) ทำแบลงค์ โดยทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่ plastic chamber ต้องปิดฝา

6) คำนวณหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ($g.CO_2.m^{-2}.d^{-1}$) ดังสมการที่ 3.1

$$X(gCO_2m^{-2}d^{-1}) = \frac{C-T*M*E*24}{A*h*1000} \quad \text{----- (3.1)}$$

เมื่อ X คือ อัตราการหายใจของดิน ($g.CO_2.m^{-2}.d^{-1}$)

C คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

T คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

M คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค (โมลาร์)

E คือ จำนวนสมมูลของกรดไฮโดรคลอริค

A คือ พื้นที่ของ plastic chamber

h คือ เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (ชั่วโมง)

3.7 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์และเครื่องมือ
ความเป็นกรด –ด่าง (pH)	pH-meter
ปริมาณทราย ซิลต์ เคลย์	พล็อตค่าในไดอะแกรมสามเหลี่ยมจำแนกเนื้อดิน (USDA Textural Triangle)
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	Walkley-Black method
เปอร์เซ็นต์ความชื้น	วัดโดยน้ำหนักที่หายไป (Gravimetric method) อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
ความหนาแน่นของดินและความพรุน	Core method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระดับปัจจัยของพื้นที่ ทดสอบข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test แบบ Independent-Samples เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของดินนาข้าวแบบคู่ และหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าศคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman และโปรแกรมทางสถิติที่ใช้คือ SPSS v.20.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

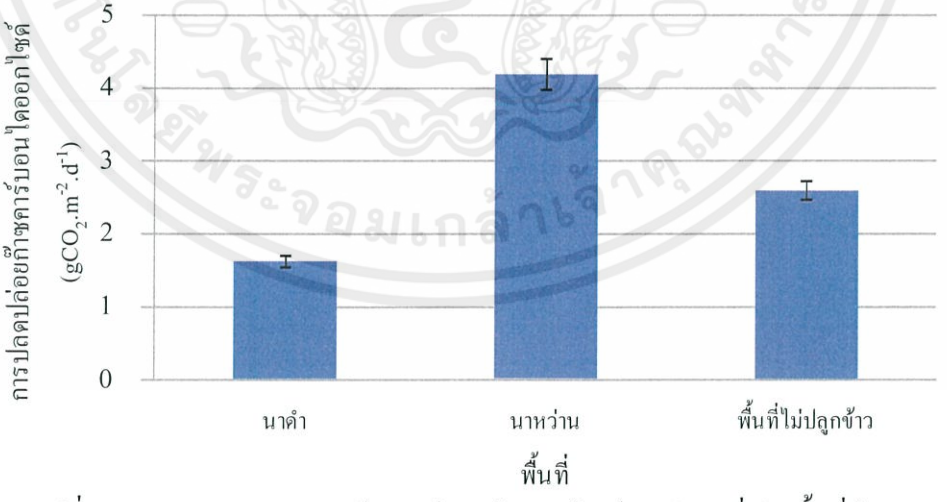
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การศึกษาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน เป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมากจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างพื้นที่ปลูกข้าวกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างนาดำ (นาข้าวคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) กับนาหว่าน (นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์) วิเคราะห์และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน ซึ่งทดลองทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง คือ เดือนมิถุนายน เดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 โดยผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ ดังนี้

4.1 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน

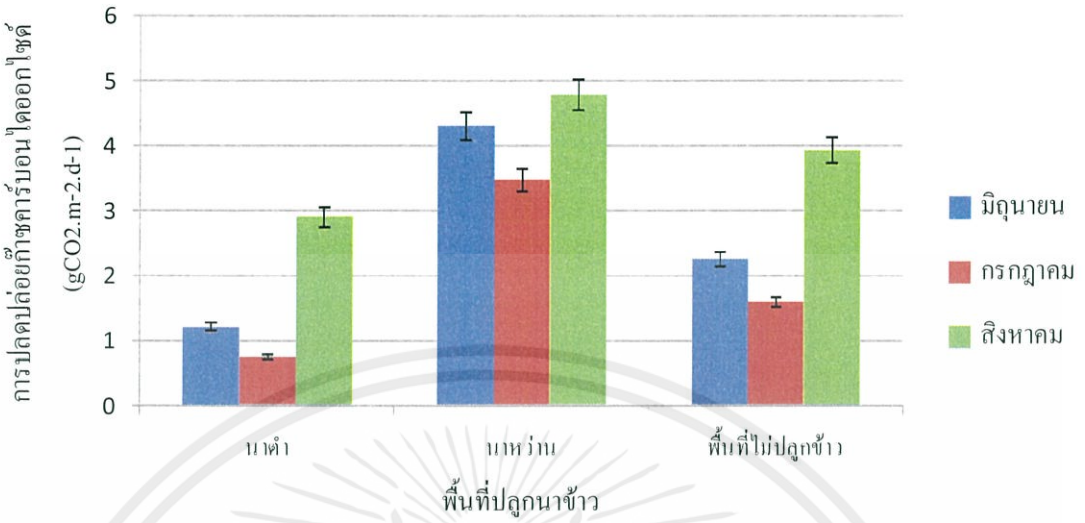
4.1.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินในพื้นที่ปลูกข้าว

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน พบว่าพื้นที่นาหว่าน มีค่าสูงสุด โดยมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเท่ากับ 4.19 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ ในขณะที่พื้นที่ไม่ปลูกข้าว มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเท่ากับ 2.59 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ และนาดำ มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเท่ากับ 1.62 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ยในช่วงเดือนมิถุนายน - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556

จากรูป 4.1 แสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินเฉลี่ย 3 เดือนในพื้นที่ศึกษา พบว่า นาหว่านมีอัตราการปลดปล่อยมากกว่านาดำ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของเสวียน เปรมประสิทธิ์ และคณะ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ศึกษาและสรุปไว้ว่านาดำมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่านาหว่าน เนื่องจากมีจำนวนต้นกล้าที่หนาแน่นมากกว่า ทั้งนี้สาเหตุที่ผลการศึกษาของผู้วิจัยที่สรุปไว้ว่า นาหว่านปลดปล่อยมากกว่านาดำนั้น เนื่องจากความหนาแน่นของต้นข้าวในนาหว่านของพื้นที่ศึกษามีมากกว่านาดำ นอกจากนี้เนื้อดินของนาหว่านจัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย มีความพรุนมาก ทำให้ปลดปล่อยได้มากกว่าเมื่อเทียบกับนาดำซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ความหนาแน่นของดินมาก อีกทั้งช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างที่นาดำ นามีลักษณะแห้ง เนื่องจากมีการบริหารจัดการน้ำทุกเดือน จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นาดำมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อย

จากรูป 4.2 แสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่าในเดือนกรกฎาคม มีอัตราการปลดปล่อยลดลงในทุกพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนกรกฎาคมมีฝนตกมาก ดังนั้นอาจสันนิษฐานได้ว่าฝนที่ตกลงมาทำให้เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยลง เพราะมีความชื้นจากปริมาณฝนเข้ามาเกี่ยวข้อง สอดคล้องการนำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ทางสถิติแบบ Spearman correlation พบว่า ความชื้นมีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับการปลดปล่อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าความชื้นน้อยจะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างพื้นที่นาดำและพื้นที่ไม่ปลูกข้าว

จากการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างพื้นที่นาดำกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่สูงกว่าคือพื้นที่ไม่ปลูกข้าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.59 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ และในพื้นที่นาดำ พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ ดังรูปที่ 4.1

4.1.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างพื้นที่นาหว่านและพื้นที่ไม่ปลูกข้าว

จากการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างพื้นที่นาหว่านกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่สูงกว่าคือนาหว่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ และในพื้นที่ไม่ปลูกข้าว พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.59 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ ดังรูปที่ 4.1

4.1.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างนาดำและนาหว่าน

จากการเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินระหว่างนาดำกับนาหว่าน พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่สูงกว่าคือนาหว่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ และในนาดำ พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62 $gCO_2.m^{-2}.d^{-1}$ ดังรูปที่ 4.1

การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้สถิติ ANOVA (Analysis of variance table) แบบ One-way anova เพื่อทดสอบความแตกต่างระดับปัจจัย โดยตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์คือ อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน และปัจจัยคือ พื้นที่นาข้าว จากการวิเคราะห์พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) นาดำและพื้นที่ไม่ปลูกข้าวมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากค่านัยสำคัญ (Significance) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงสรุปว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนนาหว่านอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินไม่มีความแตกต่าง เนื่องจากค่านัยสำคัญ (Significance) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่ามากกว่า $\alpha=0.05$ จึงสรุปว่าข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตาราง 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance table) หรือ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน

	F	Sig.	p-value
นาดำ	13.214	.001	0.05
นาหว่าน	1.091	.367	0.05
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	11.833	.001	0.05

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

จากการทดสอบโดยใช้สถิติ T-test แบบ Independent-Samples T-Test ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินแบบเป็นคู่ พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($\alpha = 0.05$) มีพื้นที่ปลูกนาข้าวที่อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ นาดำกับนาหว่าน นาดำกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และนาหว่านกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว ดังตาราง 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

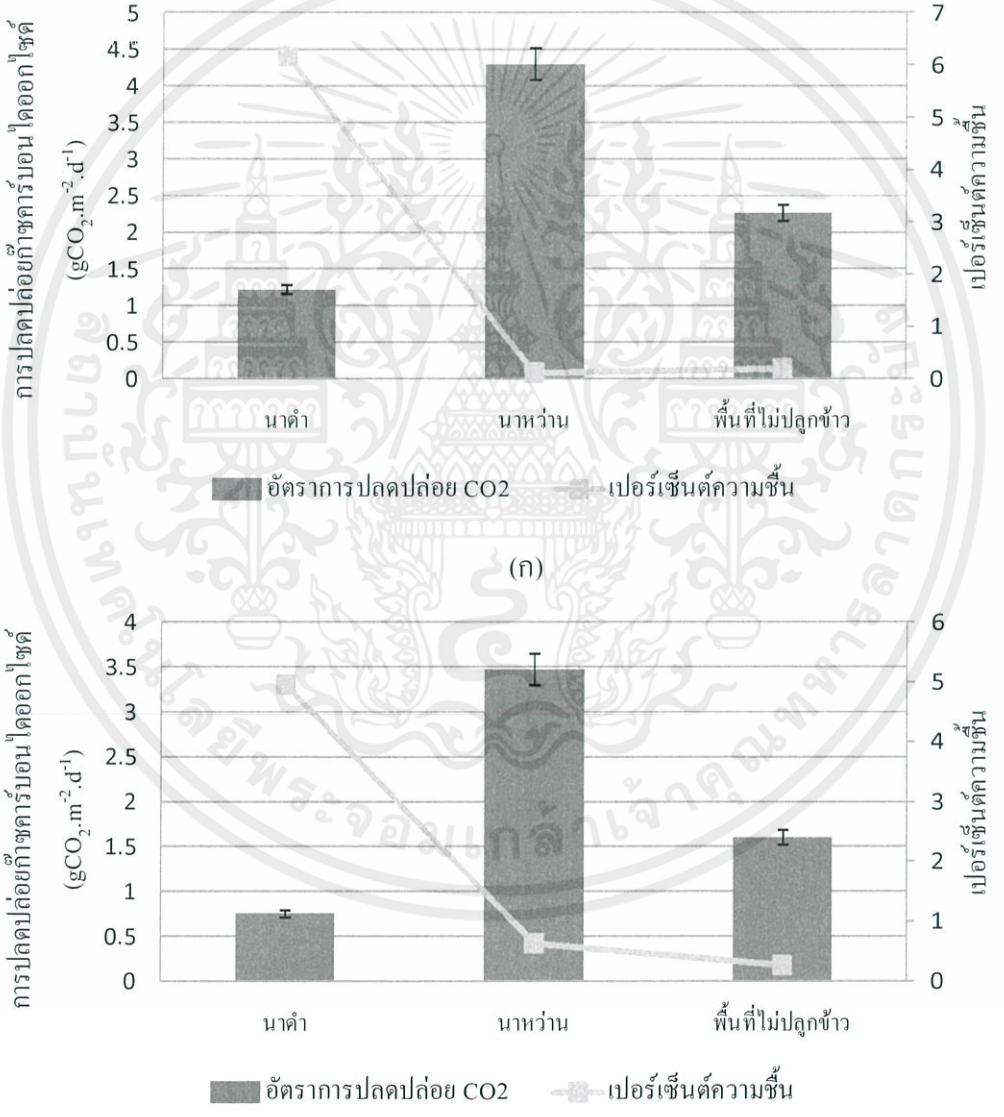
ตาราง 4.2 วิเคราะห์ Independent-Samples T-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน แบบเป็นคู่

พื้นที่	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						Lower	Upper
นาดำ – นาหว่าน	-5.411	28	.000	-2.56401	.47386	-3.53468	-1.59335
นาดำ – พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	-2.205	28	.036	-.96836	.43917	-1.86821	-.06877
นาหว่าน – พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	3.257	28	.003	1.59565	.48990	.59134	2.59997

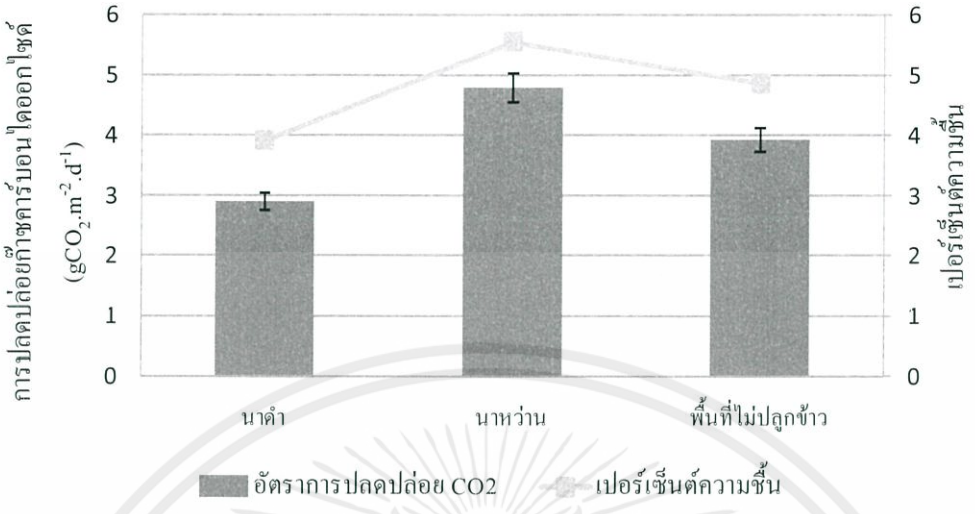
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.2.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้น

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในแต่ละพื้นที่ พบว่าพื้นที่ที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นสูงที่สุดคือพื้นที่นาดำ (นาข้าวคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ตามด้วยพื้นที่นาหว่าน (นาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์) และพื้นที่ไม่ปลูกข้าวตามลำดับ ซึ่งอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินสูงที่สุดในพื้นที่นาหว่าน ตามด้วยพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และพื้นที่นาดำ ดังรูปที่ 4.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

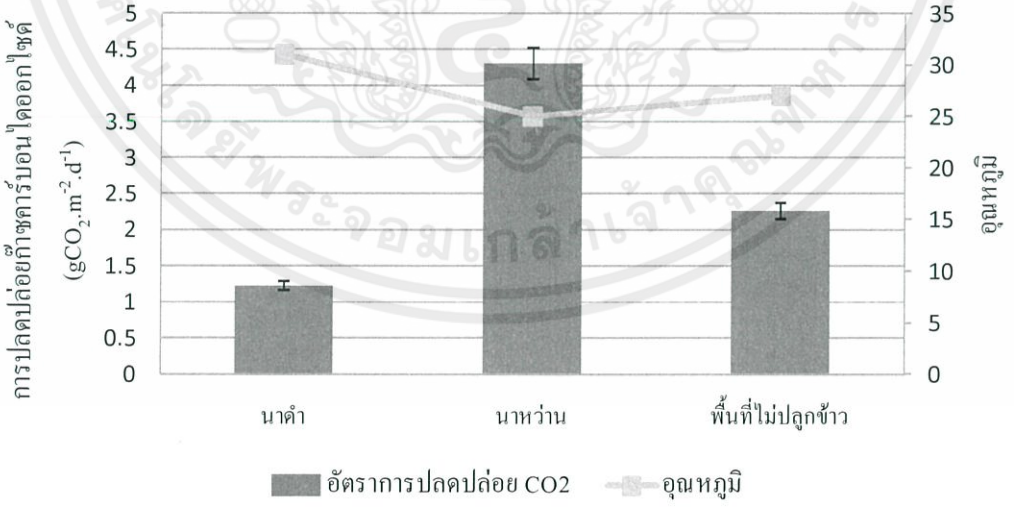


(ค)

รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม

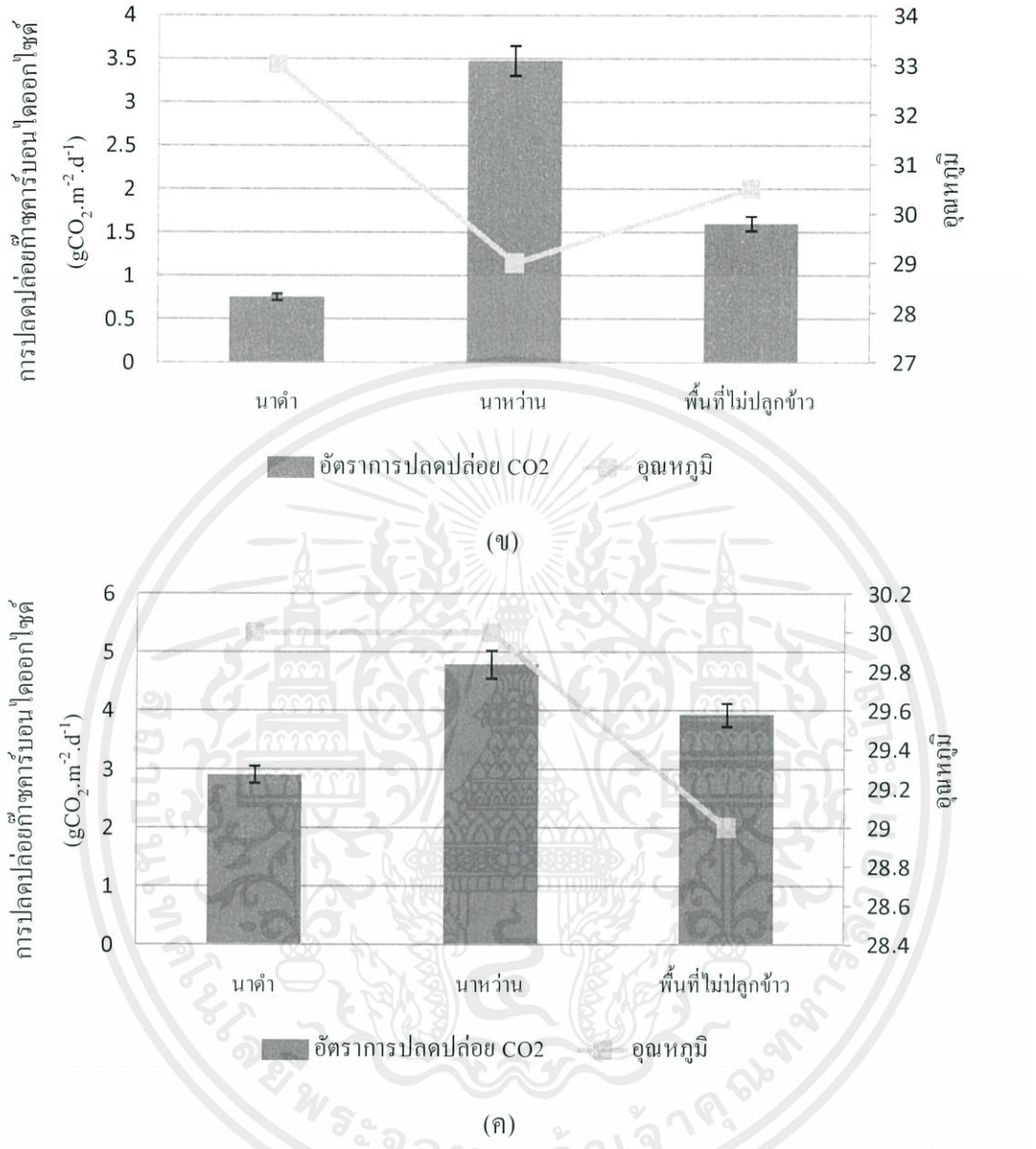
4.2.2 อุณหภูมิ

ในการศึกษาอุณหภูมิจากพื้นที่เก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด พบว่าอุณหภูมิของพื้นที่นาดำมีค่าสูงที่สุด ตามด้วยพื้นที่ไม่ปลูกข้าว และพื้นที่นาหว่านตามลำดับ ซึ่งอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอไดออกไซด์ของดินสูงที่สุดในพื้นที่นาหว่าน ดังรูปที่ 4.4



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับอุณหภูมิของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม

จากการทดสอบโดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman (Spearman correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับความชื้น (%) อุณหภูมิ (ºC) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%) ตามลำดับ พบว่าความชื้นมีค่า Spearman correlation เท่ากับ 0.392 มีค่านัยสำคัญ (Significant) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยกว่า $\alpha = 0.05$ จึงสรุปว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ระดับต่ำ และอุณหภูมิมีค่า Spearman correlation เท่ากับ 0.672

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่านัยสำคัญ (Significant) ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยกว่า α = 0.05 จึงสรุปว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ระดับปานกลาง ส่วนค่าพีเอช สารอินทรีย์คาร์บอน และเปอร์เซ็นต์ความพรุนไม่มีความสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับ ความชื้น (%) อุณหภูมิ (ºC) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%)

	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (ºC)	ค่าพีเอช	สารอินทรีย์คาร์บอน (%)	ความพรุน
อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน ($gCO_2m^{-2}d^{-1}$)	-.392*	-.672*	.483	-.483	.500
Sig.	.043*	.047*	.187	.187	.667

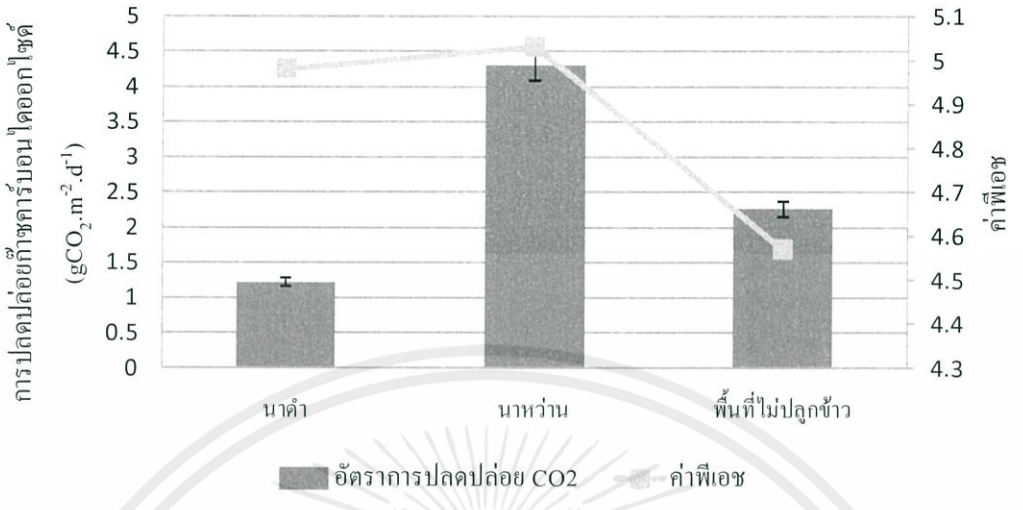
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นและอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทิศตรงข้ามกับอัตราการปลดปล่อย และเมื่อพิจารณาจากกราฟประกอบ (รูปที่ 4.4) จะเห็นว่า นาดำมีเปอร์เซ็นความชื้นมากที่สุด จะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกันกับข้อมูลทางสถิติ ส่วนอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของภัคนิจ ฉายดำรงและคณะที่ทำการเก็บตัวอย่างในวิธีเดียวกัน ทั้งนี้การที่อุณหภูมิไม่ได้ให้ผลที่เป็นไปตามหลักทฤษฎี อาจเนื่องมาจากระยะเวลา (ไม่ได้เก็บตลอดฤดูกาลทำนา) ในการเก็บตัวอย่างที่น้อยเกินไป อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้เก็บไม่สามารถวัดอุณหภูมิได้ทุกชั่วโมง อุณหภูมิที่วัดได้นั้นเป็นเพียงตัวแทนของอุณหภูมิใน 1 วัน ดังนั้นอาจมีทำให้การแปรผลเกิดความผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนได้

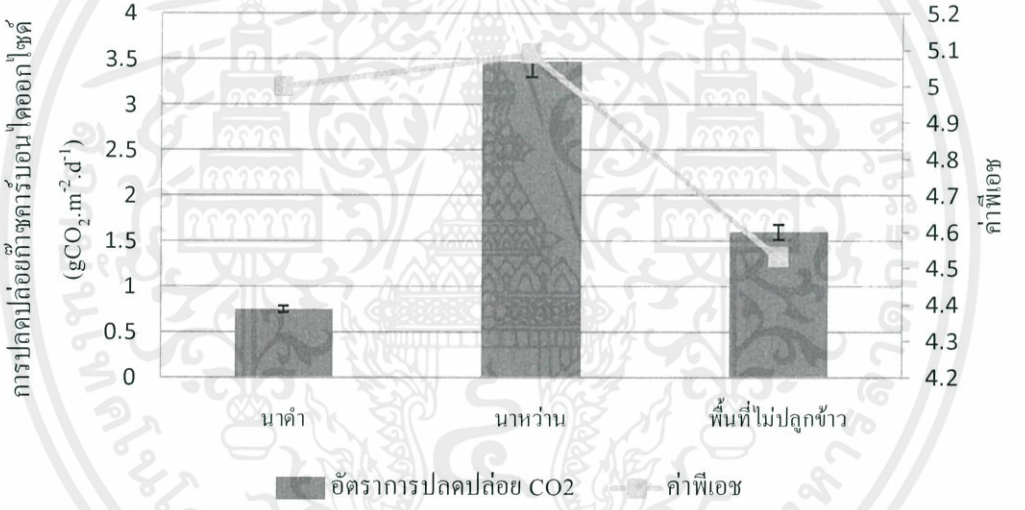
4.2.3 ค่าพีเอช

จากการศึกษาค่าพีเอชในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่าค่าพีเอชมีค่าสูงที่สุดในพื้นที่นาหว่าน คือมีค่าพีเอชเท่ากับ 5.06 พื้นที่ปลูกข้าว นาดำเท่ากับ 4.99 และพื้นที่ปลูกข้าวเท่ากับ 4.54 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

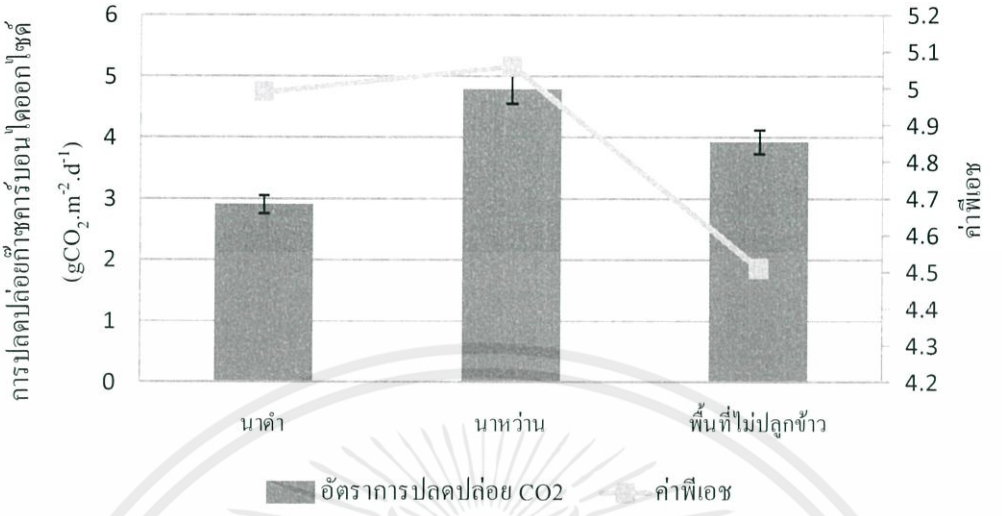


(ก)



(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

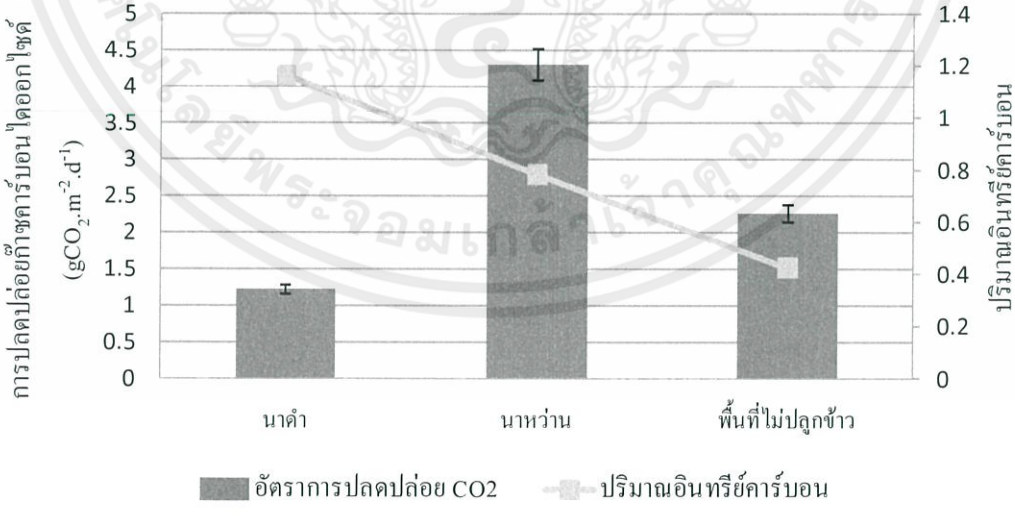


(ค)

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับค่าพีเอชของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม

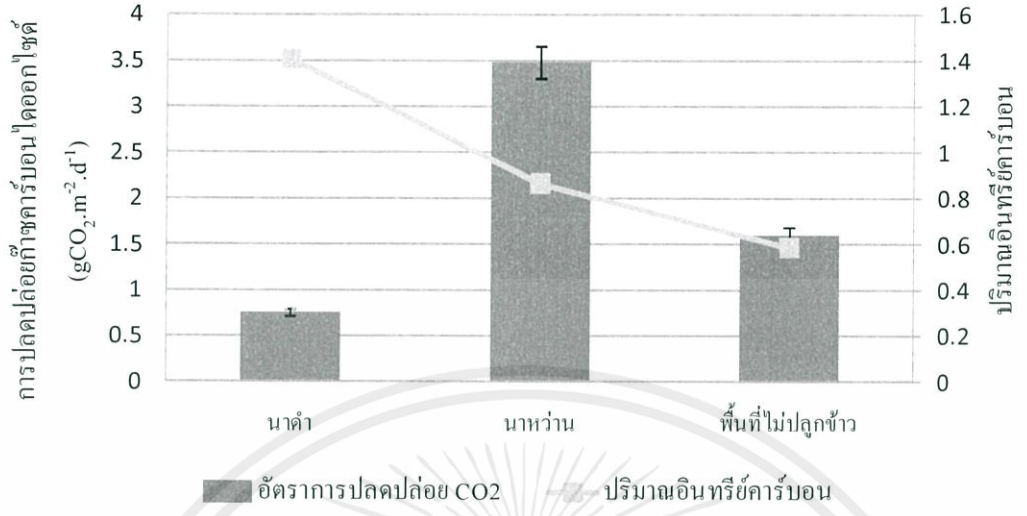
4.2.4 เปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอน

ในการศึกษาเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอนของพื้นที่เก็บตัวอย่าง พบว่าเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอนมีค่าสูงที่สุดในพื้นที่นาดำ คือมีค่าเท่ากับ 1.2704 พื้นที่นาหว่านเท่ากับ 0.8394 และพื้นที่ไม่ปลูกข้าวเท่ากับ 0.5199 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.6

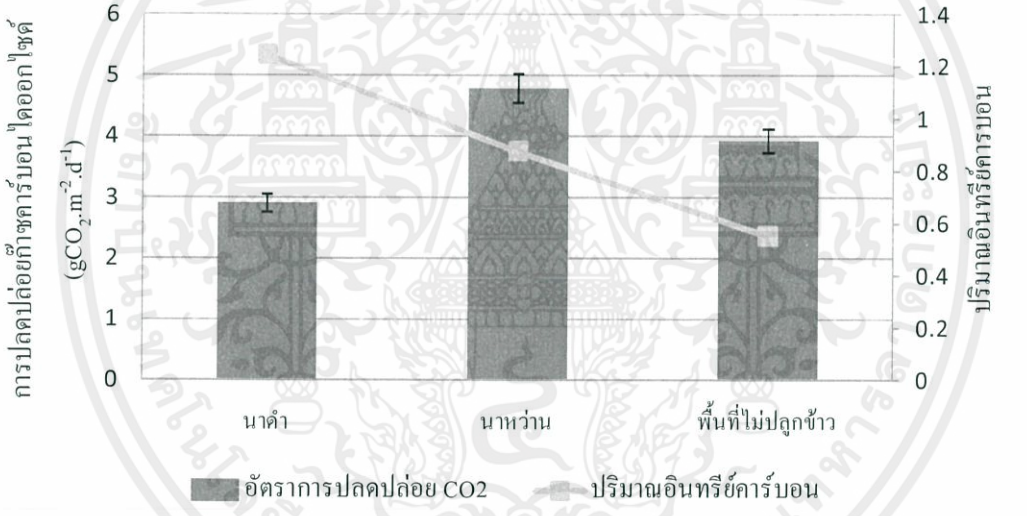


(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอนของพื้นที่ปลูกข้าว (ก) เดือนมิถุนายน (ข) เดือนกรกฎาคม (ค) เดือนสิงหาคม

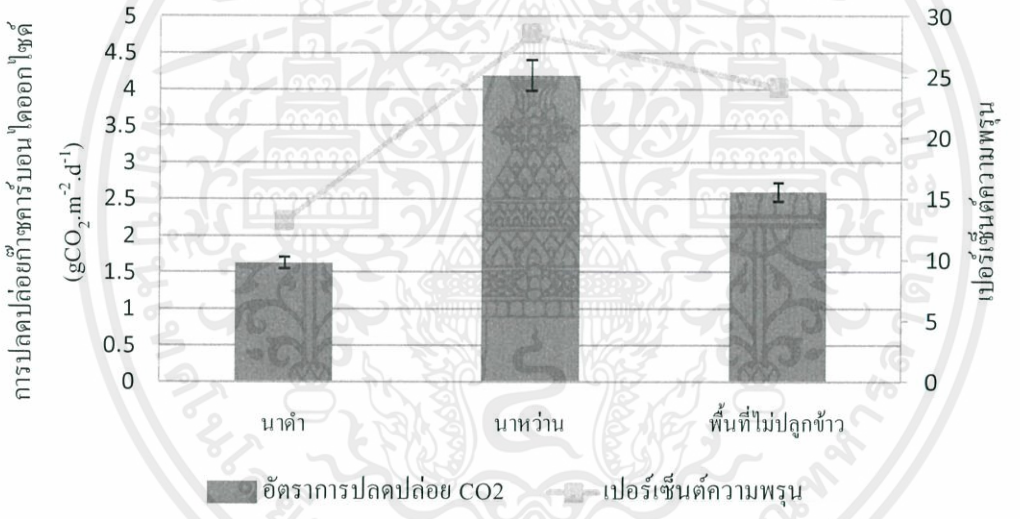
จากรูปที่ 4.6 กราฟแสดงให้เห็นว่า นาดำมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากที่สุด แสดงว่าดินนาดำมีความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินเป็นอาหารของจุลินทรีย์ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุมากจึงมีจุลินทรีย์มาก แต่คณะผู้วิจัยไม่ได้มีการตรวจหาชนิดของจุลินทรีย์ในดินในพื้นที่ศึกษาจึงไม่อาจทราบได้ว่าแต่ละพื้นที่มีจุลินทรีย์ชนิดใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งถ้าจุลินทรีย์ในดินเป็นแบบใช้ออกซิเจนจะต้องการออกซิเจนในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการใช้

ออกมาและหากในดินมีอินทรีย์สารอยู่มากจะเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินให้มากขึ้นด้วย และจะมีผลต่อปริมาณและสัดส่วนของก๊าซในดิน อย่างที่กล่าวไปในตอนต้นว่าไม่ได้มีการตรวจหาชนิดของจุลินทรีย์ จึงไม่สามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Spearman (ตารางที่ 4.3) ที่พบว่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ความเป็นกรด-ด่าง และเปอร์เซ็นต์ความพรุน ไม่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.2.5 เปอร์เซ็นต์ความพรุน

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความพรุนของพื้นที่ปลูกข้าว พบว่าเปอร์เซ็นต์ความพรุนมีค่าสูงที่สุดในนาหว่าน คือมีค่าเท่ากับ 28.55% พื้นที่ไม่ปลูกข้าวเท่ากับ 24.12% และนาดำเท่ากับ 13.19% ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินกับเปอร์เซ็นต์ความพรุนของพื้นที่ปลูกข้าว เก็บตัวอย่างในเดือนมิถุนายน - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556

4.2.6 เปอร์เซ็นต์ทราย ซิลต์ และเคลย์

การหาเปอร์เซ็นต์ทราย ซิลต์ และเคลย์ เป็นการหาปริมาณอนุภาคขนาดต่างๆ ในดิน เพื่อใช้ในการบอกถึงลักษะของเนื้อดิน (Texture) จากการทดลองพบว่าพื้นที่นาดำ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) และพื้นที่นาหว่าน และพื้นที่ไม่ปลูกข้าว มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน (Loamy sand) ดังตาราง 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.7 นาดำมีเปอร์เซ็นต์ความพรุนน้อยที่สุด และเนื้อดินจัดเป็นดินเหนียว (ตามตารางที่ 4.2) ทำให้นาดำมีช่องว่างระหว่างดินน้อย อนุภาคของดินอยู่ชิดกันมาก ส่งผลให้นาดำมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับนาหว่าน ซึ่งมีความพรุนมากที่สุดและเนื้อดินจัดเป็นร่วนปนทราย รวมไปถึงพื้นที่ไม่ปลูกข้าวที่มีเปอร์เซ็นต์ความพรุนรองลงมาและเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากกว่านาดำเช่นกัน

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่ใช้ปลูกข้าวจะมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้น อุณหภูมิ ค่าพีเอช เปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอน และเปอร์เซ็นต์ทราย ซิลต์ เคลย์ ดังตาราง 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน และ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556

Soil parameter	นาดำ	นาหว่าน	พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	p-value
อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน ($gCO_2m^{-2}d^{-1}$)	1.62	4.19	2.59	0.05
ความชื้น (%)	5.0114	0.3755	0.2693	0.05
อุณหภูมิ (ºC)	31.33	28.00	28.83	0.05
สารอินทรีย์คาร์บอน (%)	1.2704	0.8394	0.5199	0.05
ค่าพีเอช	4.99	5.06	4.54	0.05
เนื้อดิน	Sandy clay loam	Loamy sand	Loamy sand	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 เปรียบเทียบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินนาข้าว

จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบอัตราการการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างพื้นที่นาดำ (คณะเกษตร สจล.)กับนาหว่าน (อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์) รวมไปถึงเปรียบเทียบพื้นที่นาข้าวกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว ซึ่งเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ทั้งหมด 3 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ปลูกข้าวนาดำ นาหว่าน และพื้นที่ไม่ปลูกข้าว มีค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 1.62, 4.19 และ 2.59 $gCO_2m^{-2}d^{-1}$ ตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อทดสอบความแตกต่างระดับปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่านาดำและพื้นที่ไม่ปลูกข้าวมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนพื้นที่นาหว่านไม่มีความแตกต่าง ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ T-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์แบบคู่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คือ นาดำกับนาหว่าน นาดำกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าวและนาหว่านกับพื้นที่ไม่ปลูกข้าว

5.2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดินนาข้าว

จากการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า อุณหภูมิ ความชื้น และเนื้อดินที่ต่างชนิดกันส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อย โดยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับอัตราการปลดปล่อย กล่าวคือถ้าอุณหภูมิลดลง อัตราการปลดปล่อยจะมากขึ้น และความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อยในทิศตรงข้ามเช่นเดียวกับอุณภูมิ ส่วนเนื้อดินของนาข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน) และพื้นที่ไม่ปลูกข้าว จัดเป็นเนื้อดินร่วนปนทราย พบว่ามีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่านาข้าวคณะเกษตร (นาดำ) ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ทั้งนี้เนื่องมาจากดินนาหว่านมีช่องว่างในดินมากจึงทำให้มีการปลดปล่อยได้มากกว่า สำหรับปัจจัยอื่นๆ คือ ค่าพีเอช สารอินทรีย์คาร์บอน (%) และความพรุน (%) ไม่มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดทั้งปีเพื่อให้ผลการทดลองมีความแม่นยำมากขึ้น

2. เพิ่มพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างให้หลากหลาย เช่น มีการเก็บตัวอย่างระหว่างนาดำ 2 พื้นที่ หรือนาหว่าน2พื้นที่ หรืออาจมากกว่านั้น

3. พารามิเตอร์ที่ควรวิเคราะห์เพิ่มเติมคือ ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส (N, P, K)

4. ควรมีการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในดินเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ ทำให้ผลการศึกษามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. **คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี**.2553,พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพ ฯ, 51 หน้า.

ก๊าซเรือนกระจกกับปรากฏการณ์โลกร้อน.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก: http://student.mwit.ac.th/~s5205694/cycle3.html. (วันที่สืบค้น : 7 ตุลาคม 2556).

กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ และสุวรรณี จรรยาพูน.2553, **ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม 2**. กรุงเทพฯ: โครงการตำรา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 120 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์.2531.**ดินที่ใช้ปลูกข้าว**.พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ : ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาศาสตร์,179 หน้า.

ประพาส วีระแพทย์.2531.**ความรู้เรื่องข้าว**.พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพมหานคร. ไทยวัฒนาพานิช.

พงศ์เทพ อันตะริกานนท์.2556. **จุลินทรีย์ อินทรีย์สาร กรดฮิวมิค ฮิวมัสและอินทรีย์วัตถุในดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก : http://www.kasetnumchok.com/?p=265 (วันที่สืบค้น:15 ตุลาคม 2556).

ภัคนิจ ฉายดำรงค์,สมฤดี สกุลรัตน์ และอรณันท์ คำหอม.2554.**เปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินระหว่างพื้นที่ปลูกพืชสวน และพืชไร่**.โครงงานพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 81 หน้า.

ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ.2553. **การประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดินของนาข้าวที่ปลูกตามแนวทางเกษตรเคมีและอินทรีย์ร่วมกับการจัดการน้ำ**, วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชัยสิทธิ์ ทองจู.2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 547 หน้า.

วรรณฑกา พจน์โยธิน.2543.**ผลกระทบปัจจัยด้านพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในจังหวัดราชบุรีโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สมสิริ สวัสดิ์เฉลิม.2550. **การประมาณผลผลิตต่อไร่ของข้าวนาปรัง จากการสะท้อนพลังงาน กรณีศึกษา จังหวัดสุพรรณบุรี**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสวียน เปรมประสิทธิและคณะ.2554.**ปริมาณคาร์บอนรวมในนาข้าวของ 9 จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง**,วิทยานิพนธ์ ภาควิชาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์.2551.**ปุ๋ยการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 156 หน้า.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate change.2007, **"Radiative Forcing of Climate Change"** The 1994 Report or the Scientific Assessment Working Group of IPCC [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tmd.go.th (วันที่สืบค้น 30 กันยายน 2556).

Luo, Y. and Zhou, X. 2006, **Soil Respiration and the Environment.** Burlington, USA: Elsevier. Miller, R.W., Donahue, R.L., 1990.

Karma Dorji.2010, **The effect of soil water content and temperature on tropical soil respiration**, Thailand, Thesis, Suranaree University of Technology, Nakron Ratchasima, P.101.

Toshie Nakadai, Hiroshi Koizumi & Youzou Usami.1993.Examination of method for measuring soil respiration in cultivated land: Effect of carbon dioxide concentration on soil respiration. **Ecological Research**. 8, 65-71.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณความเข้มข้นสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณความเข้มข้นสาร

1. ตารางปริมาตรโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ไทเทรตเพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอนของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

ครั้งที่	ปริมาตร KOH ที่ใช้ไทเทรต (ml)		ปริมาตร KOH (ml)
	ปริมาตรก่อนไทเทรต(ml)	ปริมาตรหลังไทเทรต(ml)	
1	0.00	1.10	1.10
2	1.10	2.30	1.20
3	2.30	3.40	1.10
ปริมาตรเฉลี่ย			1.13

- หาความเข้มข้นที่แน่นอนของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพทาเลต (KHP)

น้ำหนัก KHP ที่ชั่งมา = 2.0012 g

$$\text{ความเข้มข้นของ KHP} = \frac{\text{น้ำหนัก KHP ที่ชั่งได้ (g) x 1000 ml}}{\text{มวลโมเลกุล KHP x 100 ml x 1l}}$$

$$= \frac{2.0012\ \text{g} \times 1000\ \text{ml} \times \text{mol}}{204.23\ \text{g} \times 100\ \text{ml} \times 1\ \text{l}}$$

ความเข้มข้นของ KHP = 0.0980 mol/L

- ความเข้มข้นที่แน่นอนของ KOH

หาความเข้มข้นที่แน่นอนของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)

จากสมการ $M_{KOH}V_{KOH} = M_{KHP}V_{KHP}$

$M_{KOH}(1.13\ \text{ml}) = (0.0980\ \text{mol/l})(10.00\ \text{ml})$

$= 0.8672\ \text{mol/l}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตารางปริมาตรโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่ใช้ไทเทรต เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

ครั้งที่	ปริมาตร KOH ที่ใช้ไทเทรต (ml)		ปริมาตร KOH (ml)
	ปริมาตรก่อนไทเทรต(ml)	ปริมาตรหลังไทเทรต(ml)	
1	3.40	14.10	10.70
2	14.10	24.80	10.70
3	24.80	35.50	10.70
ปริมาตรเฉลี่ย			10.70

- หาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

จากสมการ $M_{KOH}V_{KOH} = M_{HCl}V_{HCl}$

$(0.8672 \text{ mol/l})(10.70 \text{ ml}) = M_{HCl}(10.00 \text{ ml})$

$M_{HCl} = 0.9279 \text{ mol/l}$

3. ตารางแสดงปริมาตร FAS ที่ใช้ไทเทรตเพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอนของ FAS

ครั้งที่	ปริมาตร FAS ที่ใช้ไทเทรต (ml)		ปริมาตร FAS (ml)
	ก่อนไทเทรต	หลังไทเทรต	
1	0.00	22.30	22.30
2	22.30	44.50	22.20
3	0.00	22.20	22.20
เฉลี่ย			22.23

- หาความเข้มข้นที่แน่นอนของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS)

จากสมการ $M_{FAS}V_{FAS} = M_{K2Cr2O7}V_{K2Cr2O7}$

$(M_{FAS})(22.23 \text{ ml}) = (1 \text{ N})(10.00 \text{ ml})$

$M_{FAS} = 0.4498 \text{ N}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การคำนวณหาปริมาณอนุภาคทราย ซิลต์ และเคลย์

จากสูตร %Sand = $\left(\frac{w-R_{40s}}{w}\right)x100$

%Clay = $\left(\frac{R_{40s}}{w}\right)x100$

%Silt = $100 - (w + R_{40s})$

กำหนดให้ w = น้ำหนักของดิน (g)

R_{40s} = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์เมื่อเวลาผ่านไป 40 วินาที (g/L)

R_{2hr} = ค่าที่อ่านได้จากไฮโดรมิเตอร์เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง (g/L)

ตัวอย่างการคำนวณ

- พื้นที่นาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ)

ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer Rc = A - 0.5(T - B)

เมื่อ Rc = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลายคัลกอนเท่ากับ T °C (g/L)

A = ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer ของสารละลายคัลกอน

T = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน (วัดเป็น °C)

B = อุณหภูมิของสารละลายคัลกอน (วัดเป็น °C)

ดังนั้น Rc ที่ 40s ของนาคณะเกษตร = 3 – 0.5 (28 – 28.5) = 3.25 g/L

หาเปอร์เซ็นต์อนุภาคต่างๆของพื้นที่นาดำ

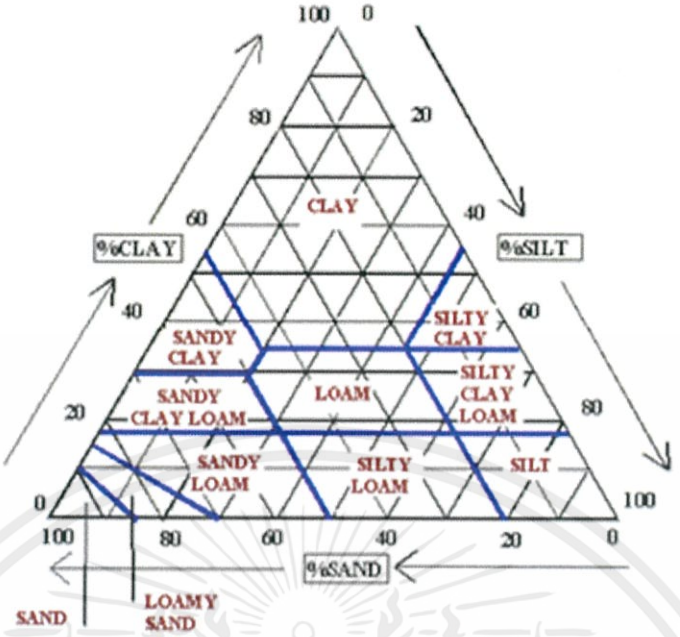
%Sand = $\left(\frac{100.039-39}{100.039}\right)x100$ = 61.0152

%Clay = $\left(\frac{28.5}{100.039}\right)x100$ = 28.4889

%Silt = 100 – (61.0152 + 28.4889) = 10.4959

จากนั้น นำค่าที่ได้ไปพล็อตในไดอะแกรมสามเหลี่ยมเนื้อสัมผัสดิน พบว่าเป็นดิน Sandy clay loam

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 สามเหลี่ยมจำแนกเนื้อสัมผัสของดิน

- พื้นที่นาจังหวัดบุรีรัมย์

ค่าที่อ่านได้จาก Hydrometer Rc = A - 0.5(T - B)

Rc = 3 - 0.5(28 - 28) = 3 g/L

หาเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินต่างๆ

$$\%\text{Sand} = \left(\frac{100.230-13}{100.230}\right)x100 = 87.0298$$

$$\%\text{Clay} = \left(\frac{11}{100.230}\right)x100 = 10.9748$$

%Silt = 100 – (87.0298 + 10.9748) = 1.9954

นำค่าที่ได้ไปพล็อตในไดอะแกรมสามเหลี่ยมเนื้อสัมผัสดิน พบว่าเป็นดิน Loamy sand

5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์คาร์บอน

จากสูตร $\%\text{ Organic carbon} = \left[\frac{10(B-S)N}{B}\right](0.3)\left[\frac{1}{0.77}\right]\left[\frac{1}{d}\right]$

กำหนดให้ B = จำนวนมิลลิลิตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับแบลงค์ (ml)

S = จำนวนมิลลิลิตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรตกับตัวอย่าง (ml)

N = normality ของ $Cr_2O_7^{2-}$ = 1.0000 N

d = น้ำหนักดินแห้ง (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณหาเปอร์เซนต์สารอินทรีย์คาร์บอนของนาดำ ครั้งที่ 1

$$\%\ OC = \left[\frac{10(17.37-7.30)1.0000}{17.37}\right](0.3)\left[\frac{1}{0.77}\right]\left[\frac{1}{1.9427}\right]$$

$$= 1.1627$$

6. คำนวณหาความหนาแน่นรวมของดิน

จากสูตร ความหนาแน่นของอนุภาค $= \dfrac{\rho\ X\ Ws}{(Ww-Wa)-(Wsw-Ws-Wa)}$

กำหนดให้ Ws = น้ำหนักดิน

Wa = น้ำหนักขวดวัดปริมาตรเปล่า

Ww = น้ำหนักขวดวัดปริมาตร + น้ำ

Wsw = น้ำหนักขวดวัดปริมาตร + น้ำ + ดิน

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ

ตัวอย่างการคำนวณหาความหนาแน่นรวมของดิน ของนาดำ

ความหนาแน่นรวมของดิน =

$$\frac{(\frac{1000\text{kg}}{\text{m3}})\ X\ (25.0378\text{g})}{(127.1605\text{g}-52.9507\text{g})-(142.2172-25.0378-52.9507)}$$

$$= 2508.5211\ \frac{kg}{m3}\ \text{X}\ \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}}\ \text{x}\frac{1\ m^3}{10^6 cm^3}$$

$$= 2.5085\ \text{g}/cm^3$$

7. คำนวณหาความหนาแน่นอนุภาคดิน

จากสูตร ความหนาแน่นรวมของดิน $= \dfrac{(Ws+Wa)-\text{Wa}}{Vs}$

กำหนดให้ Ws = น้ำหนักดิน

Wa = น้ำหนักของกระป๋องเก็บตัวอย่าง

Vs = ปริมาตรของกระบอกเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างการคำนวณหาความหนาแน่นอนุภาคดิน ของนาดำ

ความหนาแน่นของอนุภาคดิน $= \dfrac{1170\text{g}}{652.83\ cm^3}$

$$= 1.7922\ \text{g}/cm^3$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คำนวณหาความพรุนของดิน

$$\text{จากสูตร ความพรุนของดิน} = 1 - \frac{\text{ความหนาแน่นของอนุภาคดิน}}{\text{ความหนาแน่นรวมของดิน}} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณหาความพรุนดิน ของนาดำ

$$\text{ความพรุนของดิน} = 1 - \frac{1.7922\ g/cm^3}{2.5085\ g/cm^3} \times 100$$

$$= 28.55\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

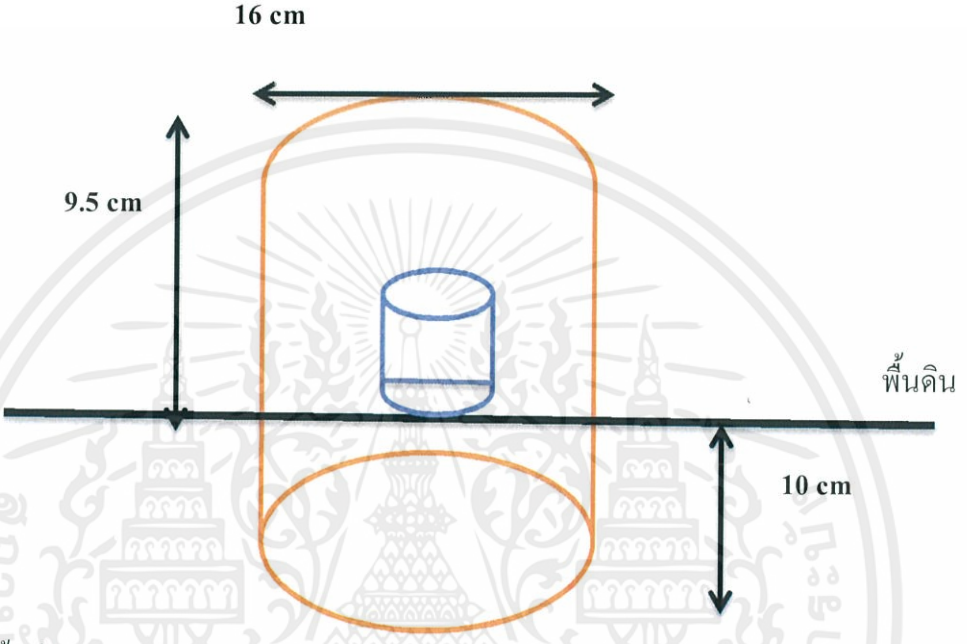
การคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. การคำนวณหาพื้นที่ (A) ของ Plastic Chambers



พื้นที่ทรงกระบอก = $\pi r^2 h$

จากรูป r = 8 cm , h = 9.5 cm

ดังนั้น แทนค่าสูตร พื้นที่ทรงกระบอก = $\frac{22}{7}$ x 8 x 9.5

= 1.910×10^{-3} cm^3

2. คำนวณหาอัตราการหายใจของดิน

จากสมการ $X(gCO_2m^{-2}d^{-1}) = \frac{C-T*M*E*24}{A*h*1000}$

กำหนดให้ X = อัตราการหายใจของดิน ($gCO_2m^{-2}d^{-1}$)

C = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอลิคที่ไทเทรตกับแบลงค์ (ml)

T = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอลิคที่ไทเทรตกับตัวอย่าง (ml)

M = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอลิคเป็นโมลาร์ (mol/l)

E = จำนวนสมมูลของกรดไฮโดรคลอลิค (g.eq/mol)

A = พื้นที่ของ plastic chamber (cm^3)

h = เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (hr)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

อัตราการปลดปล่อย CO_2 ของดินในนาข้าว คณะเทคโนโลยีการเกษตร (นาดำ) ครั้งที่ 1

$$X\ (gCO_2m^{-2}d^{-1}) = \frac{C-T*M*E*24}{A*h*1000}$$

โดยที่ C = 23.40 ml , T = 20.90 ml

M = 0.9279 mol/L, E = 0.9279 g.eq/mol , A = 1.910×10^{-3} cm^3, h = 24 hr

แทนค่าสูตร

$$= \frac{23.40-20.90*0.9279*0.9279*24}{1.910*10^{-3}*24*1000}$$

$$= 1.13\ gCO_2m^{-2}d^{-1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการทดลอง

1. ตารางอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน

- คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (นาดำ)

จุดเก็บตัวอย่าง	เดือน/อัตราการปลดปล่อย CO_2 (gCO_2/m^2d)			N	$\overline{X}$	SD
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม			
1	1.13	0.18	3.14	3	1.48	1.23
2	2.03	0.09	2.51	3	1.54	1.05
3	0.90	1.42	2.11	3	1.48	0.50
4	0.68	1.05	2.34	3	1.36	0.71
5	1.35	1.01	4.40	3	2.25	1.52

- พื้นที่ปลูกข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์ (นาหว่าน)

จุดเก็บตัวอย่าง	เดือน/อัตราการปลดปล่อย CO_2 (gCO_2/m^2d)			N	$\overline{X}$	SD
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม			
1	5.37	2.16	4.88	3	4.13	1.41
2	4.09	6.62	5.32	3	5.35	1.03
3	3.92	3.71	5.68	3	4.44	0.88
4	3.21	2.40	2.42	3	2.67	0.38
5	4.91	2.49	5.64	3	4.34	1.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นที่ไม่ปลูกข้าว อ.ปะคำ จ.บุรีรัมย์

จุดเก็บตัวอย่าง	เดือน/อัตราการปลดปล่อย CO_2 (gCO_2/m^2d)			N	$\overline{X}$	SD
	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม			
1	3.12	1.60	4.20	3	2.97	1.07
2	2.65	1.64	5.19	3	3.16	1.49
3	2.33	1.08	4.61	3	2.67	1.46
4	1.91	2.16	2.46	3	2.18	0.23
5	1.31	1.46	3.18	3	1.98	0.85

2. ตารางการวิเคราะห์ปริมาณอนุภาคทราย ซิลต์ และเคลย์

ตัวอย่าง	Hy (g/L)	Temp	Hy (g/L)	Temp	น้ำหนักดิน (g)	ทราย (%)	เคลย์ (%)	ซิลต์ (%)	เนื้อดิน
	40 s		2 hr						
ดินนาดำ									
คัลกอน	3	28.5	3	29	-	61.0152	28.4889	10.495	Sandy clay loam
ตัวอย่างดิน	39	28	28.5	28.5	100.039			9	
ดินนาหว่าน									
คัลกอน	3	28	3.5	29	-	87.0298	10.9748	1.9954	Loamy sand
ตัวอย่างดิน	13	28	11	29	100.2300				
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว						86.0835	12.4254	1.4911	Loamy sand
คัลกอน	-	28.5	2	28.5	-				
ตัวอย่างดิน	14	28	12.5	29	100.6000				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตารางความเป็นกรด-ด่างของดิน (soil pH)

พื้นที่	ครั้งที่ / ค่า pH			$\bar{X}$	SD
	1	2	3		
นาดำ	4.98	5.00	4.99	4.99	0.0082
นาหว่าน	5.03	5.09	5.06	5.06	0.0245
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	4.57	4.53	4.51	4.54	0.0249

4. ตารางการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

เดือน	พื้นที่	ครั้งที่ / % ความชื้น			$\bar{X}$	SD
		1	2	3		
มิถุนายน	นาดำ	6.1194	6.3165	6.0619	6.1659	0.1090
	นาหว่าน	0.0340	0.1800	0.1382	0.1174	0.0614
	พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	0.1261	0.2501	0.2273	0.2012	0.0539
กรกฎาคม	นาดำ	4.7110	4.9389	5.2114	4.9538	0.2046
	นาหว่าน	0.9981	0.4640	0.4384	0.6335	0.2580
	พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	0.2643	0.2713	0.2724	0.2693	0.0036
สิงหาคม	นาดำ	3.8503	3.8775	4.0155	3.9144	0.0723
	นาหว่าน	5.5401	5.1339	5.9691	5.5477	0.4177
	พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	5.1115	4.6054	4.8545	4.8571	0.2531

5. ตารางปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

พื้นที่	ครั้งที่ / %OC			$\bar{X}$	SD
	1	2	3		
นาดำ	1.1627	1.4051	1.2435	1.2704	0.1008
นาหว่าน	0.7817	0.8625	0.8740	0.8394	0.0411
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	0.4237	0.5854	0.5507	0.5199	0.0851

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ตารางอุณหภูมิ

พื้นที่	ครั้งที่ / อุณหภูมิ (ºC)			$\overline{X}$	SD
	1	2	3		
นาดำ	31.0	33.0	30.0	31.3333	1.5275
นาหว่าน	25.0	29.0	30.0	28.0000	2.6458
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	27.0	30.5	29.0	28.8333	1.7559

7. ตารางเปอร์เซ็นต์ความพรุน

พื้นที่	น้ำหนักขวดวัดปริมาตร (Wa)	น้ำหนักดิน (Ws)	น้ำหนักขวดวัดปริมาตร + น้ำ + ดิน (Wsw)	อุณหภูมิของของเหลว	น้ำหนักขวดวัดปริมาตร + น้ำ (Ww)	อุณหภูมิน้ำกรอง (ºC)	ความหนาแน่นของอนุภาค (g/cm^3)	ความพรุนของดิน (%)
นาดำ	52.9507	25.0378	142.2172	31.5	127.1605	31.5	1.7922	13.19
นาหว่าน	52.3839	24.6529	145.0026	31.0	131.2538	31.0	1.7156	28.55
พื้นที่ไม่ปลูกข้าว	53.2412	22.2686	143.8587	32.0	152.7019	32.0	1.4399	14.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การใช้โปรแกรมทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

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
						Lower Bound	Upper Bound		
kmitl	1	5	1.2171	.51887	.23205	.5729	1.8614	.68	2.03
	2	5	.7498	.58250	.26050	.0266	1.4731	.09	1.42
	3	5	2.9017	.91961	.41126	1.7598	4.0435	2.11	4.40
	Total	15	1.6229	1.15349	.29783	.9841	2.2617	.09	4.40
burirum	1	5	4.2994	.84767	.37909	3.2469	5.3519	3.21	5.37
	2	5	3.4753	1.85905	.83139	1.1670	5.7836	2.16	6.62
	3	5	4.7860	1.36369	.60986	3.0928	6.4793	2.42	5.68
	Total	15	4.1869	1.42746	.36857	3.3964	4.9774	2.16	6.62
blank	1	5	2.2591	.69035	.30873	1.4019	3.1163	1.31	3.11
	2	5	1.5874	.38924	.17407	1.1041	2.0707	1.08	2.16
	3	5	3.9272	1.10083	.49231	2.5604	5.2941	2.46	5.19
	Total	15	2.5912	1.24998	.32274	1.8990	3.2835	1.08	5.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
kmitl	Between Groups	12.811	2	6.405	13.214	.001
	Within Groups	5.817	12	.485		
	Total	18.628	14			
burirum	Between Groups	4.390	2	2.195	1.091	.367
	Within Groups	24.137	12	2.011		
	Total	28.527	14			
blank	Between Groups	14.515	2	7.257	11.833	.001
	Within Groups	7.360	12	.613		
	Total	21.874	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Multiple Comparisons

LSD

Dependent Variable	(I) month	(J) month	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
kmitl	1	2	.46730	.44033	.309	-.4921	1.4267
		3	-1.68454*	.44033	.002	-2.6439	-.7251
	2	1	-.46730	.44033	.309	-1.4267	.4921
		3	-2.15184*	.44033	.000	-3.1112	-1.1924
	3	1	1.68454*	.44033	.002	.7251	2.6439
		2	2.15184*	.44033	.000	1.1924	3.1112
burirum	1	2	.82410	.89698	.376	-1.1302	2.7784
		3	-.48666	.89698	.597	-2.4410	1.4677
	2	1	-.82410	.89698	.376	-2.7784	1.1302
		3	-1.31076	.89698	.170	-3.2651	.6436
	3	1	.48666	.89698	.597	-1.4677	2.4410
		2	1.31076	.89698	.170	-.6436	3.2651
blank	1	2	.67174	.49530	.200	-.4074	1.7509
		3	-1.66812*	.49530	.006	-2.7473	-.5890
	2	1	-.67174	.49530	.200	-1.7509	.4074
		3	-2.33986*	.49530	.000	-3.4190	-1.2607
	3	1	1.66812*	.49530	.006	.5890	2.7473
		2	2.33986*	.49530	.000	1.2607	3.4190

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

วิเคราะห์ Independent-Samples T-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของดิน แบบเป็นคู่

Group Statistics

	station	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
C	1	15	1.6229	1.15349	.29783
	3	15	2.5912	1.24998	.32274

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
C	Equal variances assumed	.093	.763	-2.205	28	.036	- 96836	.43917	-1.86795	-.06877
	Equal variances not assumed			-2.205	27.821	.036	-.96836	.43917	-1.86821	-.06851

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจของดินกับ ความชื้น (%) อุณหภูมิ (ºC) ค่าพีเอช และสารอินทรีย์คาร์บอน (%)โดยใช้ความสัมพันธ์ของ Spearman (Spearman correlation)

Correlations

			C	W
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	-.392*
		Sig. (2-tailed)	.	.043
		N	45	27
	W	Correlation Coefficient	-.392*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.043	.
		N	27	27

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

Correlations

			C	T
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	-.672*
		Sig. (2-tailed)	.	.047
		N	45	9
	T	Correlation Coefficient	-.672*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.047	.
		N	9	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Correlations

			C	T
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	-.672*
		Sig. (2-tailed)	.	.047
		N	45	9
	T	Correlation Coefficient	-.672*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.047	.
		N	9	9

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

Correlations

			C	pH
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	.483
		Sig. (2-tailed)	.	.187
		N	45	9
	pH	Correlation Coefficient	.483	1.000
		Sig. (2-tailed)	.187	.
		N	9	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Correlations

			C	OC
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	-.483
		Sig. (2-tailed)	.	.187
		N	45	9
	OC	Correlation Coefficient	-.483	1.000
		Sig. (2-tailed)	.187	.
		N	9	9

Correlations

			C	P
Spearman's rho	C	Correlation Coefficient	1.000	.500
		Sig. (2-tailed)	.	.667
		N	45	3
	P	Correlation Coefficient	.500	1.000
		Sig. (2-tailed)	.667	.
		N	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ประมวลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ประมวลภาพ

รูปที่ 1 เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่นาข้าวแปลงทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

รูปที่ 2 Plastic Chamber เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่ไม่ปลูกข้าว จ.บุรีรัมย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้

รูปที่ 3 Plastic chamber เก็บตัวอย่างที่นาหว่าน จ.บุรีรัมย์ ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้