การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่น ของสวนป่าไม้พะยูง

CARBON AND NUTRIENT ACCUMULATIONS IN SOIL AND LITTERFALL OF *Dalbergia cochinchinesis Pierre* PLANTATION

นางสาวนิชนันท์ บัวแย้ม

นายปรนัย ศรีวิสุทธิ์

นางสาวระวีวรรณ วัดนครใหญ่

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่น ของสวนป่าไม้พะยูง

CARBON AND NUTRIENT ACCUMULATIONS IN SOIL AND LITTERFALL OF *Dalbergia cochinchinesis Pierre* PLANTATION

นางสาว นิชนันท์ บัวแย้ม

นาย ปรนัย ศรีวิสุทธิ์

นางสาวระวีวรรณ วัดนครใหญ่

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CARBON AND NUTRIENT ACCUMULATIONS IN SOIL AND LITTERFALL OF *Dalbergia cochinchinesis Pierre* PLANTATION

MISS NICHANAN BUAYAM

MR. PORANAI SRIVISUT

MISS RAWEEWAN WATNAKHORNYAI

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 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าไม้พะยูง

Carbon and Nutrient accumulations in Soil and Litterfall of *Dalbergia cochinchinesis Pierre* Plantation

ชื่อนักศึกษา นางสาวนิชนันท์ บัวแย้ม รหัส 54051087

นายปรนัย ศรีวิสุทธิ์ รหัส 54051090

นางสาวระวีวรรณ วัดนครใหญ่ รหัส 54051112

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ. พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย	
ผศ. กรองแก้ว ทิพยศักดิ์	
อ. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าไม้พะยูง	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนิชนันท์	บัวแย้ม
	นายปรนัย	ศรีวิสุทธิ์
	นางสาวระวีวรรณ	วัดนครใหญ่
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	เคมีสิ่งแวดล้อม	
ปีการศึกษา	2557	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์	

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดิน และซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูงอายุ 26 และ 28 ปี ในแปลงปลูก ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ช่วงอายุละ 1 แปลง เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 0 – 30 เซนติเมตร และติดตั้งกระบะรองรับซากพืช (Litter trap) เพื่อเก็บรวบรวมซากพืชทุกๆ เดือนจนครบ 5 เดือน จากนั้นนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และ ตัวอย่างซากพืชวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารที่กักเก็บในส่วนต่างๆ (ใบ กิ่ง ใบพืชชนิดอื่น กิ่งพืชชนิดอื่น และส่วนอื่นๆของพืชชนิดอื่น) ผลการศึกษาพบว่าดินในแปลงปลูกไม้พะยูงอายุ 26 ปี และ 28 ปี มีความเป็นกรดจัดและมีปริมาณการสะสมของ C มากที่สุด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 50.7177 - 61.1389 % และ 11.6369 - 13.2156 ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ รองลงมาคือ Ca Mg K N P และ Na ตามลำดับ โดยปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ในส่วนของซากพืชนั้นพบว่าปริมาณการร่วงหล่นและมวลชีวภาพในแปลงปลูกไม้พะยูงอายุ 28 ปีนั้นมีมากกว่าในแปลงปลูกไม้พะยูงอายุ 26 ปี โดยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน และน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม ปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในแปลงปลูกไม้พะยูงอายุ 26 ปีนั้นโดยเฉลี่ยมีมากกว่าในแปลงปลูก 28 ปี ซึ่งมีการสะสมของ Ca มากที่สุด รองลงมาคือ K, N, P, Na, C และMg (1.2105, 0.7328, 0.6796, 0.4478, 0.2823, 0.0822, 0.0696 %) ตามลำดับ โดยธาตุ Ca นั้นมีการสะสมมากที่สุดในแต่ละส่วนของซากพืชนั่นคือ ใบ กิ่ง ใบพืชชนิดอื่น และ กิ่งพืชชนิดอื่น และส่วนอื่นๆของพืชชนิดอื่นนั้นมีการสะสมของ N มากที่สุด

คำสำคัญ : พะยูง ซากพืช การกักเก็บธาตุอาหาร การกักเก็บคาร์บอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Carbon and Nutrient accumulations in Soil and Litterfall of *Dalbergia cochinchinesis Pierre* Plantation
Students	MISS NICHANAN BUAYAM
	MR PORANAI SRIVISUT
	MISS RAWEEWAN WATNAKHORNYAI
Degree	BACHELOR OF SCIENCE
Major Program	ENVIRONMENTAL CHEMISTRY
Academic Year	2014
Advisor	GLINSUKOL SUWANNARAT

ABSTRACT

The purpose of this research were studied the amount of carbon and nutrient in soil and litter fall of rosewood aged 26 and 28 years at Sakaerat Silvicultural Research Station plantation. By placing a sample size of 40 × 40 m. Soil samples at 0 - 30 cm. depth and 5 months of litter fall were collacted and then take an example to analyze soil chemistry and nutrient accumulations in different parts (leaves and twig of rosewood, leaves and twig other parts of different plants). The results showed that both soil the rosewood plots are acidic soil and the most nutrients accumulation is C followed by Ca, Mg, K, N, P and Na. These nutrients have decreased as deep decrease. The 28 years biomass of rosewood plot has fallen more than 26 years. Therefore the higest fall in June and lowest in May. The accumulation of nutrients in plants rosewood age of 26 years, on average more than in the field 28 years and the most nutrients accumulation is Ca followed by K, N, P, Na, C and Mg (1.2105,. 0.7328, 0.6796, 0.4478, 0.2823, 0.0822, 0.0696%) respectively. Ca is the most found in leaves and twig of rosewood and other plants. While N is the most accumulated in nother parts of other plants.

Keywords : Rosewood, Litterfall, Nutrient accumulations, Carbon storage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงงานพิเศษจาก อ. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ นอกจากนี้ยังให้กำลังใจและการดูแลอย่างดีทำให้โครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงมาได้

ขอขอบพระคุณ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย และ ผศ.กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ ที่เข้าร่วมเป็นคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก้ไขที่เป็นประโยชน์เพื่อโครงงานพิเศษที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาในระดับบัณฑิตศึกษา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีทุกท่านได้แก่ พี่สาคร พี่ณัฐพล พี่ปราณี พี่ชัชชัย และพี่สุรินทร์ ที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการทดลอง

ขอขอบคุณ ผอ. ธิติ วิสารัตน์ (ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านวิจัยและการจัดการป่าไม้) ที่ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ นายดุริยะ สถาพร (นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ) ที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในการทำโครงงานพิเศษนี้ และเจ้าหน้าที่สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราชทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการเก็บตัวอย่างดินและซากพืชไม้พะยูงเพื่อทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆสาขาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือตลอดการวิจัย อีกทั้งยังให้คำปรึกษา ให้ความห่วงใย มาโดยตลอด

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาของเราทั้งสามคนตลอดจนครอบครัว ที่เป็นแรงผลักดัน ให้กำลังใจและคอยสนับสนุนทางด้านการศึกษาตลอดมา จนทำให้การทำโครงงานพิเศษเล่มนี้ประสบความสำเร็จ

นางสาวนิชนันท์ บัวแย้ม

นายปรนัย ศรีวิสุทธิ์

นางสาวระวีวรรณ วัดนครใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
คำย่อและสัญลักษณ์	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	4
2.2 ป่าไม้กับวัฏจักรคาร์บอน	5
2.2.1 วัฏจักรของคาร์บอน	5
2.3 การหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าไม้	7
2.3.1 การหาปริมาณผลผลิตของซากพืช	9
2.3.2 ปริมาณการกักเก็บของธาตุอาหารในมวลชีวภาพของต้นไม้และดิน	9
2.3.3 ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดซับไปใช้และปล่อยคืนสู่ดิน	10
2.3.4 การสลายตัวของซากพืช	10
2.3.5 อัตราการเวียนกลับ	10
2.3.6 ปริมาณธาตุอาหารในดิน	11
2.4 ธาตุอาหารในพืช	11
2.4.1 คาร์บอน	11
2.4.2 ไนโตรเจน	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 ฟอสฟอรัส	12
2.4.4 โพแทสเซียม	12
2.4.5 แคลเซียม	14
2.4.6 แมกนีเซียม	14
2.4.7 โซเดียม	14
2.5 ธาตุอาหารในดิน	15
2.5.1 ไนโตรเจน	16
2.5.2 ฟอสฟอรัส	16
2.5.3 โพแทสเซียม	18
2.5.4 แคลเซียม	19
2.5.5 แมกนีเซียม	20
2.6 ความเกี่ยวข้องกันระหว่าง pH ของดินกับระดับธาตุอาหารพืชในดิน	20
2.6.1 ระดับ Ca, Mg และ K	20
2.6.2 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	21
2.7 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ	21
2.8 ไม้พะยูง	22
2.8.1 ลักษณะทั่วไป	22
2.8.2 ประโยชน์ของไม้พะยูง	22
2.8.3 สถานการณ์ป่าไม้พะยูงในปัจจุบัน	23
2.9 ป่าดิบแล้ง	23
2.9.1 ลักษณะที่ใช้ในการจำแนก	23
2.9.2 ถิ่นกระจาย	24
2.9.3 ปัจจัยกำหนด	24
2.9.4 พรรณไม้และโครงสร้าง	24
2.9.5 ระบบนิเวศ	25
2.9.6 สถานภาพปัจจุบัน	26
2.10 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา	26
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	35
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์	35
3.2 สารเคมี	35
3.3 วิธีการ	36
3.3.1 การศึกษาปริมาณการเก็บกักคาร์บอนและธาตุอาหารในดิน	36
3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างดิน	39
3.3.3 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืช	40
3.3.4 การวิเคราะห์ขอมูลตัวอย่างซากพืช	41
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	42
4.1 ผลการศึกษาตัวอย่างดินในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปีและ 28 ปี	42
4.2 ผลการศึกษาตัวอย่างซากพืชในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปีและ 28 ปี	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการวิจัย	58
5.2 ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารในตัวอย่าง	63
ภาคผนวก ข กราฟมาตรฐาน	72
ภาคผนวก ค ตารางบันทึกข้อมูลตัวอย่างดินและซากพืช	76
ภาคผนวก ง อุปกรณ์สำหรับงานวิจัย	91
ภาคผนวก จ ผลทางสถิติโดยโปรแกรม ANOVA	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมีของดินบนในแถบอบอุ่น 16

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่ถูกชะละลายกับ pH ของดิน 18

ตารางที่ 2.3 ลักษณะภูมิอากาศบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2546 - 2555 27

ตารางที่ 4. 1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.2 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) และแปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา , 2551) 28

รูปที่ 2.3 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา , พ.ศ. 2551) 29

รูปที่ 2.4 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B) (สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา , พ.ศ. 2551) 30

รูปที่ 3.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน 37

รูปที่ 3.2 การใช้อุปกรณ์เก็บดินชนิดสว่าน (auger) เก็บดินตามระดับความลึก 37

รูปที่ 3.3 การเก็บตัวอย่างดินด้วยกระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (core) 37

รูปที่ 3.4 การแบ่งตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์ 38

รูปที่ 3.5 การติดตั้งกระบะรองรับซากพืช 40

รูปที่ 4.1 ปริมาณคาร์บอน (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 44

รูปที่ 4.2 ปริมาณไนโตรเจน (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 45

รูปที่ 4.3 ปริมาณฟอสฟอรัส (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงปลูกสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 46

รูปที่ 4.4 ปริมาณแคลเซียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 47

รูปที่ 4.5 ปริมาณแมกนีเซียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 48

รูปที่ 4.6 ปริมาณโพแทสเซียม(%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 49

รูปที่ 4.7 ปริมาณโซเดียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 50

รูปที่ 4.8 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B 51

รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพ (กรัม/ไร่) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.10 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B 53

รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B ของส่วนใบ 54

รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B ของส่วนกิ่ง 55

รูปที่ 4.13 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนใบของซากพืชชนิดอื่นบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 55

รูปที่ 4.14 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนกิ่งของซากพืชชนิดอื่นบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 56

รูปที่ 4.15 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนอื่นๆของซากพืชต่างชนิดบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

แปลง A	พื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 26 ปี
แปลง B	พื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 26 ปี
L	ส่วนใบพะยูง
B	ส่วนกิ่งพะยูง
LA	ใบพืชชนิดอื่น
BA	กิ่งพืชชนิดอื่น
A	ส่วนอื่นของพืชชนิดอื่น
TC	Total Carbon
IC	Inorganic Carbon
TOC	Total Organic Carbon
A10	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 26 ปี ที่ชั้นความลึก 10 เซนติเมตร
A20	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 26 ปี ที่ชั้นความลึก 20 เซนติเมตร
A30	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 26 ปี ที่ชั้นความลึก 30 เซนติเมตร
B10	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 28 ปี ที่ชั้นความลึก 10 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

A20	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 28 ปี ที่ชั้นความลึก 20 เซนติเมตร
A30	ตัวอย่างดินบนพื้นที่แปลงลูกพะยูงอายุ 28 ปี ที่ชั้นความลึก 30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) หรือภาวะโลกร้อน (Global warming) มีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ซึ่งจากรายงานของ IPCC (2550) พบว่ากว่าร้อยละ 90 ของก๊าซเรือนกระจกเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล การขนส่ง การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม และอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ การใช้ประโยชน์จากที่ดินในรูปแบบที่ผิด โดยเฉพาะการตัดและทำลายพื้นที่ป่าไม้ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศประมาณร้อยละ 20 เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนที่กักเก็บในรูปเนื้อไม้ (OEPP, 2000) ระบบนิเวศป่าไม้นั้นมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) และนำมาสะสมไว้ในรูปมวลชีวภาพทั้งในส่วนเหนือดิน (ลำต้น กิ่ง ใบ) และส่วนใต้ดิน (ราก) (ประดิษฐ, 2553) ซึ่งถูกปลดปล่อยออกจากพื้นที่ป่าไม้เมื่อบริเวณดังกล่าวถูกเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น เกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย เป็นต้น ดังนั้นความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงขึ้นอยู่กับ อัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของป่าไม้ ชนิดต้นไม้ เป็นต้น (นาฏสุดา, 2550) นอกจากนี้ต้นไม้ยังเป็นปัจจัยสำคัญของการหมุนเวียนธาตุอาหารของพืชในระบบนิเวศป่าไม้จากการปลดปล่อยธาตุอาหาร (N, P, Na, K, Ca, Mg, C) ของต้นไม้ในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นทับถมจนเกิดการย่อยสลายกลายเป็นแร่ธาตุที่สะสมอยู่ในดิน ซึ่งช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินอีกทั้งยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมอยู่ในดินออกสู่ชั้นบรรยากาศได้ จะเห็นได้ว่าระบบนิเวศป่าไม้ไม่ว่าจะเป็นไม้ชนิดใดนั้นล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปมวลชีวภาพของพืช เศษซากพืชที่ร่วงหล่นรวมไปถึงทรัพยากรดินในระบบนิเวศป่าไม้ ซึ่งจากการศึกษาเรื่องการกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้ส่วนมากนั้นเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่ในรูปมวลชีวภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารของไม้พะยูงทั้งในส่วนของดินบนแปลงปลูกที่ชั้นความลึกที่แตกต่างกัน รวมถึงในเศษซากพืชของไม้พะยูงอายุต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อที่จะได้ข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนที่ถูกสะสมในดินและเศษซากพืชที่ร่วงหล่น และจะได้ทราบปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆที่สะสมอยู่ ตลอดจนจะสามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการสะสมของปริมาณคาร์บอนสะสมในเศษซากพืชของไม้พะยูงในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

พะยูงเป็นชื่อพื้นเมืองทางการของไม้ชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า*Dalbergia cochinchinensis*_Pierre. อยู่ในอนุวงศ์ Papilionaceae วงศ์ Leguminosea มีชื่อทางการค้าในตลาดต่างประเทศว่า Siamese Rosewood หรือ Thailand Rosewood มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พม่า กัมพูชา ลาว และเวียดนาม พะยูงจัดว่าเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย และยังเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่มีราคาแพงมากที่สุดชนิดหนึ่งในตลาดต่างประเทศอีกด้วย ด้วยเหตุผลนี้จึงมีการลักลอบตัดเป็นจำนวนมาก ทำให้ไม้พะยูงกลายเป็นไม้ที่มีโอกาสสูญพันธุ์สูง ทางคณะวิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาในแปลงปลูกไม้พะยูง เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา รวมถึงเล็งเห็นถึงบทบาทความสำคัญของไม้พะยูงและการดูแลอนุรักษ์ไม้พะยูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูง

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูงในช่วงอายุ 26 ปีและ 28 ปี

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณการร่วงหล่นและมวลชีวภาพของซากพืชบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูงในช่วงอายุ 26 ปีและ 28 ปี

1.3 ขอบเขตของโครงงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาในพื้นที่สวนป่าไม้พะยูงช่วงอายุ 26 และ 28 ปีของสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

1.3.2 ศึกษาปริมาณธาตุ N, P, Ca, Mg, Na, K และ C ในตัวอย่างดิน 3 ระดับความลึกคือ 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร และในซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูง 5 ส่วนคือ ใบ ใบอื่นๆ กิ่ง กิ่งอื่นๆ และส่วนอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงงานวิจัย

1.4.1 ทราบถึงปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและในซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูง

1.4.2 ทราบถึงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและในซากพืชที่ร่วงหล่นของต้นพะยูง

1.4.3 ทราบถึงประโยชน์ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบนิเวศป่าไม้เพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากชั้นบรรยากาศ

1.4.4 เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการสวนป่าไม้พะยูงในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา นับถึง พ.ศ.2548 อากาศใกล้ผิวดินทั่วโลกโดยเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้น0.74 ± 0.18 องศาเซลเซียส (IPCC, 1996) ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ของสหประชาชาติได้สรุปไว้ว่า "*จากการสังเกตการณ์การเพิ่มอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกที่เกิดขึ้นตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 (ประมาณตั้งแต่ พ.ศ. 2490) ค่อนข้างแน่ชัดว่าเกิดจากการเพิ่มความเข้มของแก๊สเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์ที่เป็นผลในรูปของปรากฏการณ์เรือนกระจก*" ปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่าง เช่น ความผันแปรของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และการระเบิดของภูเขาไฟ อาจส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการเพิ่มอุณหภูมิในช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมจนถึง พ.ศ. 2490 และมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการลดอุณหภูมิหลังจากปี 2490 เป็นต้นมา (Hegerl. *et al.*, 2007) (Caspar, *et al.*, 2007) ข้อสรุปพื้นฐานดังกล่าวนี้ได้รับการรับรองโดยสมาคมและสถาบันการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อยกว่า 30 แห่ง รวมทั้งราชสมาคมทางวิทยาศาสตร์ระดับชาติที่สำคัญของประเทศอุตสาหกรรมต่าง ๆ แม้นักวิทยาศาสตร์บางคนจะมีความเห็นโต้แย้งกับข้อสรุปของ IPCC อยู่บ้าง (National Post., December 2007) แต่เสียงส่วนใหญ่ของนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานด้านการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศของโลกโดยตรงเห็นด้วยกับข้อสรุปนี้ (Science Magazine, 2004) (Ammann, 2006)

แบบจำลองการคาดคะเนภูมิอากาศที่สรุปโดย IPCC บ่งชี้ว่าอุณหภูมิโลกโดยเฉลี่ยที่ผิวโลกจะเพิ่มขึ้น 1.1 ถึง 6.4 องศาเซลเซียส ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 21 (พ.ศ. 2544–2643) (IPCC, 1996) ค่าตัวเลขดังกล่าวได้มาจากการจำลองสถานการณ์แบบต่าง ๆ ของการแผ่ขยายแก๊สเรือนกระจกในอนาคต รวมถึงการจำลองค่าความไวภูมิอากาศอีกหลากหลายรูปแบบ แม้การศึกษาเกือบทั้งหมดจะมุ่งไปที่ช่วงเวลาถึงเพียงปี พ.ศ. 2643 แต่ความร้อนจะยังคงเพิ่มขึ้นและระดับน้ำทะเลก็จะสูงขึ้นต่อเนื่องไปอีกหลายสหัสวรรษ แม้ว่าระดับของแก๊สเรือนกระจกจะเข้าสู่ภาวะเสถียรแล้วก็ตาม การที่อุณหภูมิและระดับน้ำทะเลเข้าสู่สภาวะดุลยภาพได้ช้าเป็นเหตุมาจากความจุความร้อนของน้ำในมหาสมุทรซึ่งมีค่าสูงมาก (IPCC, 1996) แต่ยังคงมีความไม่แน่นอนทางวิทยาศาสตร์อยู่บ้าง ได้แก่ปริมาณของความร้อนที่คาดว่าจะเพิ่มในอนาคต ผลของความร้อนที่เพิ่มขึ้นและผลกระทบอื่น ๆ ที่จะเกิดกับแต่ละภูมิภาคบนโลกว่าจะแตกต่างกันอย่างไร รัฐบาลของประเทศต่าง ๆ แทบทุกประเทศได้ลงนามและให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต ซึ่งมุ่งประเด็นไปที่การลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก แต่ยังคงมีการโต้เถียงกันทางการเมืองและการโต้วาทีสาธารณะไปทั่วทั้งโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับมาตรการว่าควรเป็นอย่างไร จึงจะลดหรือย้อนกลับความร้อนที่เพิ่มขึ้นของโลกในอนาคต หรือจะปรับตัวกันอย่างไรต่อผลกระทบของปรากฏการณ์โลกร้อนที่คาดว่าจะต้องเกิดขึ้น

2.2 ป่าไม้ กับ วัฏจักรคาร์บอน

2.2.1 วัฏจักรของคาร์บอน

คาร์บอนไดออกไซด์นั้นอยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีที่มาจากธาตุคาร์บอน ซึ่งเป็นธาตุที่มีความสำคัญในองค์ประกอบทางเคมีของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวไปจนถึงสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่มีระบบการทำงานของอวัยวะที่ซับซ้อน โดยคาร์บอนจะอยู่ในรูปของสารประกอบคาร์บอนที่สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพความสำคัญภายในองค์ประกอบนั้นๆ โดยสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิดจะต้องมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ แหล่งที่มาของคาร์บอนจึงมีอยู่ทั้งที่อยู่ในพื้นดิน ชั้นหิน แหล่งน้ำ และชั้นบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้และถ่านหิน ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อใช้คาร์บอนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ พืชจะปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ ทำให้สัตว์ได้ใช้ออกซิเจนนี้ในการหายใจ การนำคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจึงเป็นการลดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศลงได้ นอกจากนี้การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ยังเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและถ่านหิน ที่มนุษย์เราได้ขุดเจาะนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่ต้องการใช้พลังงานในการดำรงชีวิต

การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศของโลก โดยเริ่มจากคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศที่ละลายในน้ำฝนมีสภาพเป็นกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อนๆไหลผ่านซากอินทรีย์ ดิน ตลอดจนชั้นหินต่างๆ ทำให้เกิดการสลายตัวของหิน และเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่ในแหล่งน้ำพืชน้ำสามารถนำไปใช้ได้ทันทีส่วนพืชบกจะได้รับคาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากกระบวนการหายใจของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ และจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ ดังนั้นคาร์บอนจึงหมุนเวียนอยู่ในระบบนิเวศอย่างสมดุล

คาร์บอนที่อยู่ในชั้นบรรยากาศมีโอกาสหมุนเวียนเข้าสู่สิ่งมีชีวิตได้ โดยการสังเคราะห์แสงของผู้ผลิต คือ พืชพรรณธรรมชาติ เป็นสำคัญ อัตราการจับคาร์บอนจากชั้นบรรยากาศของพืชในระบบนิเวศแต่ละแห่งมีค่าไม่เท่ากัน ป่าเขตร้อนมีอัตราการจับคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอัตราปีละ 1-2 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร ในขณะเดียวกับที่เขตทุนดราหรือทะเลทรายที่ว่างเปล่าสามารถจับได้เพียง 10-20 กรัมต่อ 1 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถือได้ว่าเป็นเพียงร้อยละ 1-2 ของป่าเขตร้อน เท่านั้น ส่วนในเขตอบอุ่นบริเวณที่เป็นป่าหรือบริเวณที่ทำการเพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชมีอัตราการจับคาร์บอนอยู่ระหว่าง 0.2-0.4 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาทั้งโลกนิเวศนั้นจะพบว่าอัตราการสร้างสารอินทรีย์จากคาร์บอนทั้งหมด คิดเป็นน้ำหนักของสารอินทรีย์ได้ประมาณ 20,000-30,000 ล้านตันต่อปี (วิเชียร, 2548)

ป่าไม้มีบทบาทในวงจรคาร์บอน (Carbon cycle) ทั้งเป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์และดูดซับเข้าไปเก็บไว้ในรูปมวลชีวภาพ CO_2 จะถูกปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่ป่าไม้เมื่อบริเวณดังกล่าวถูกเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปเป็นประเภทอื่น เช่น การเกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย เป็นต้น ความสามารถในการดูดซับ CO_2 จึงขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของป่าไม้ ชนิดไม้ เป็นต้น เนื่องจากป่าไม้ในสภาพธรรมชาติทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน ดังนั้น เมื่อมีการปลูกป่า ก็จะมีพื้นที่ที่เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนเพิ่มขึ้น ป่าไม้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนขนาดใหญ่ของโลก โดยสะสมอยู่ทั้งในส่วนของต้นไม้และดิน คาร์บอนที่สะสมอยู่ในต้นไม้และดินนั้น มีปริมาณมากกว่าในบรรยากาศถึง 3.5 เท่า การแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างระบบนิเวศป่าไม้กับบรรยากาศจะถูกควบคุมโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การหายใจของสิ่งมีชีวิต และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนเป็นธาตุองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ที่สำคัญล้วนแต่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบทั้งสิ้น คาร์บอนปรากฏอยู่ในบรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีอยู่ในปริมาณร้อยละ 0.03 ของก๊าซในบรรยากาศ คาร์บอนอยู่ในมหาสมุทรในรูปของสารละลาย นอกจากนั้นยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของหินปูน มหาสมุทรมีปริมาณคาร์บอนมากกว่าในบรรยากาศถึง 50 เท่า วัฏจักรของคาร์บอนจะหมุนเวียนอยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม หรือระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและอนินทรีย์คาร์บอน

คาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศ มหาสมุทร และพื้นดิน การแลกเปลี่ยนถูกควบคุมโดยกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การแลกเปลี่ยนที่มากที่สุดคือการแลกเปลี่ยนระหว่างบรรยากาศและสิ่งมีชีวิตบนพื้นดิน แหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญได้แก่ มหาสมุทร ต้นไม้ และดินในระหว่างกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พืชจะดูดเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ ผ่านกระบวนการทางเคมีต่างๆ ได้อินทรีย์สารที่สลับซับซ้อน เช่น น้ำตาล และแป้ง เป็นต้น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนคาร์บอนจาก อนินทรีย์คาร์บอนเป็นอินทรีย์คาร์บอน และเป็นการเริ่มต้นของผู้ผลิตในระบบนิเวศ สารประกอบที่พืชสร้างขึ้นมาได้ ส่วนใหญ่จะถูกใช้เป็นพลังงานในกระบวนการหายใจทั้งในพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ ในบางกรณีคาร์บอนในรูปของอินทรีย์สารในสิ่งมีชีวิตอาจจะไม่ได้หมุนเวียนกลับคืนสู่บรรยากาศในทันทีทันใด แต่อาจจะสะสมอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจจะนานเป็นสิบปี ร้อยปี หรือล้านปี ตัวอย่างเช่น คาร์บอนที่อยู่ในรูปเนื้อไม้ในต้นไม้ใหญ่ ซากพืชและสัตว์ในยุคโบราณที่เน่าเปื่อยผุสลายยังไม่หมด ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทยมีเนื้อที่ประมาณ 321 ล้านไร่ และมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 180 ล้านไร่ หรือประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์ กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อน โดยมีมาตรการในการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดิน (carbon sequestration) และลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตรกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพและการจัดการมวลชีวภาพของพืช โดยพืชที่มีมวลชีวภาพสูงและมีการจัดการด้วยการไถกลบมวลชีวภาพลงดินจะมีปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บลงดินสูง ส่วนพืชที่มีมวลชีวภาพต่ำและมีการจัดการด้วยการไถกลบมวลชีวภาพลงดิน จะมีปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บลงดินต่ำ ในอีกทางหนึ่งหากพืชที่มีมวลชีวภาพสูงและมีการจัดการด้วยการเผามวลชีวภาพ จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศสูงและพืชที่มีมวลชีวภาพต่ำและมีการจัดการด้วยการเผามวลชีวภาพ จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศต่ำ ซึ่งปริมาณการสะสมในดินเป็นสองเท่าของบรรยากาศ สามเท่าของสิ่งมีชีวิตบนบก เศษหนึ่งส่วนสามของปริมาณเชื้อเพลิง และเศษหนึ่งส่วนยี่สิบห้าของปริมาณที่มีอยู่ในน้ำ การเปลี่ยนแปลงปริมาณในน้ำมีน้อยมาก ดังนั้นส่วนสะสมในสิ่งมีชีวิตบนบก (ส่วนใหญ่เป็นป่าไม้) และดินจะมีบทบาทที่สำคัญในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอนจะเสถียรกว่ารูปมวลชีวภาพของป่าไม้ (พจนีย์, 2545) การเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจของประเทศและพื้นที่เสื่อมโทรมเพื่อประโยชน์ในการใช้ในอนาคต นอกจากจะเป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังก่อให้เกิดประโยชน์ คือ ทำให้ดินมีคุณภาพที่ดีขึ้น (พจนีย์ และทวีศักดิ์, 2544)

2.3 การหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าไม้

ในการปลูกป่า ส่วนใหญ่จะนึกถึงประโยชน์หรือผลผลิตทางด้านเศรษฐกิจมากกว่า คือ ใช้ในด้านการค้า การผลิตแปรรูปไม้ท่อน เป็นต้น แต่ถ้ามองในลักษณะระบบนิเวศน์ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการสังเคราะห์แสง การดูดซับธาตุอาหารและการหมุนเวียนธาตุอาหาร ซึ่งจะมีผลรวมไปถึงดินที่ต้นไม้ปลูกอยู่ด้วยนั้น ซึ่งเป็นผลผลิตที่มีความสำคัญมากในระบบนิเวศน์ป่าไม้เป็นอย่างมากในอีกรูปแบบหนึ่ง เพราะการหมุนเวียนธาตุอาหารเป็นกระบวนการที่สำคัญมากในระบบนิเวศป่าไม้ ที่จะเคลื่อนย้ายธาตุอาหารไป-กลับ จากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ ไปสู่สิ่งไม่มีชีวิต เช่น ดิน อันจะก่อเกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมอื่นต่อไป ในส่วนของดินนั้น ต้นไม้มีส่วนสำคัญในการเติมธาตุอาหารลงสู่ดิน จากการปล่อยคืนจากต้นไม้ไปสู่ดินในรูปแบบของเศษซากพืชที่ร่วงหล่นและสลายตัวของซากพืช ทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารมากขึ้น ปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้คงอยู่ต่อไป เพื่อเอื้อประโยชน์กลับให้แก่ต้นไม้อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brown (1978) กล่าวว่า การหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่าโดยธรรมชาตินั้น ประกอบไปด้วยกระบวนการสำคัญ 3 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการที่ธาตุอาหารถูกนำเข้าหรือเพิ่มพูนให้แก่ระบบหมุนเวียน โดยการปลดปล่อยของดินและหิน มาปะปนกับน้ำฝนและการตรึงจากอากาศ

2. กระบวนการกักเก็บธาตุอาหารภายในระบบหมุนเวียน โดยกักเก็บอยู่ในรูปของมวลชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดินและจากเศษซากเหลือของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ

3. กระบวนการที่ธาตุอาหารสูญเสียไปจากระบบหมุนเวียน โดยการชะล้างพังทลายของดิน การนำพาของมนุษย์ สัตว์ หรือภัยธรรมชาติต่างๆ

เพื่อให้เข้าใจในระบบการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่าไม้ จึงจำเป็นต้องวัดหรือประมาณการหาธาตุอาหารที่ถูกกักเก็บไว้ชั่วคราวในส่วนต่างๆของระบบ รวมถึงปริมาณธาตุอาหารที่ไหลเวียนผ่านระบบ (Katagiri และคณะ, 1978) จากเหตุผลดังกล่าวนี้ (Petmak, 1983) จึงกำหนดปริมาณที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์การหมุนเวียนของธาตุอาหารไว้ คือ

1. การกักเก็บธาตุอาหารในรูปแบบมวลชีวภาพของต้นไม้และในดิน ซึ่งปริมาณการกักเก็บธาตุอาหารในรูปแบบมวลชีวภาพของต้นไม้และในดิน จะได้จากข้อมูลของปริมาณมวลชีวภาพในแต่ละส่วนของต้นไม้กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละส่วนที่ตรงกันซึ่งได้จากการวิเคราะห์พืช เช่นเดียวกันกับปริมาณการสะสมธาตุอาหารในดิน

2. ปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดินรายปี ในรูปซากพืชที่ร่วงหล่น สามารถหาได้จากปริมาณซากพืชรายปีทั้งหมดในแต่ละส่วนของซากพืชกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในแต่ละส่วนของซากพืชที่ตรงกันที่ได้จากการวิเคราะห์ซากพืชทางเคมี

3. อัตราการดูดซับรายปีโดยต้นไม้ สามารถคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณธาตุอาหารของพืชที่เพิ่มขึ้นรายปีของซากพืชและมวลชีวภาพของต้นไม้ (Katagiri และคณะ, 1978)

โดยมีผู้ทำการศึกษาและให้ความเห็นว่าธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลายของเปลือกไม้ ใบไม้ ดอกไม้ กิ่งไม้ และมูลสัตว์ที่อยู่บนต้นไม้ เช่น มูลของนก กระรอก สัตว์เลื้อยคลานต่างๆ และแมลงต่างๆ และถูกพัดพาลงมาตามลำต้นโดยน้ำฝน เป็นประโยชน์โดยตรงต่อพืช ทั้งนี้ระบบรากของพืชสามารถดูดธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ทันที โดยไม่ต้องเสียเวลาในการย่อยสลายบนพื้นดินเหมือนเศษซากพืชที่ร่วงหล่นโดยตรง นอกจากนั้น (Johns, 1986) ยังเพิ่มเติมว่าน้ำที่ไหลตามลำต้นได้รับไนโตรเจนจากสาหร่ายเซลล์เดียวที่เกาะตามเปลือกของต้นไม้ โดยสาหร่ายเหล่านี้ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ (นิพนธ์, 2543) นอกจากนี้ (บุญปลูกและเกษม, 2520) พบว่าป่าดิบเขามีธาตุอาหารที่ไหลมาตามลำต้นคือ ไนโตรเจน, โพแทสเซียม, ฟอสฟอรัส, แคลเซียม และแมกนีเซียม ประมาณ 25, 2, 70, 20 และ 9 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ต่อปี การเพิ่มของธาตุอาหารเนื่องจากการร่วงหล่นของใบไม้ และกิ่งไม้ยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินในป่า โดยเกษม และคณะ (2524) พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการร่วงหล่นของใบไม้และกิ่งไม้ในพื้นที่ป่าดิบเขามีประมาณ 247 กิโลกรัมต่อปี โดยย่อยสลายเป็นปุ๋ยประมาณ 174 กิโลกรัมต่อปี ใบไม้จากป่าดิบเขาเป็นใบไม้ใบเล็ก ซึ่งประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก และกรดอินทรีย์มาก เป็นสาเหตุให้ประจุบวกมากในดินตามไปด้วย ซึ่งทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารช้าและสม่ำเสมอ ในขณะเดียวกันอัตราการย่อยสลายของซากพืชเป็นไปได้ช้าเนื่องจากบนที่สูงมีอุณหภูมิต่ำ และมีความเข้มของแสงแดดน้อย ประกอบกับธาตุอาหารส่วนใหญ่ถูกเก็บในลำต้นและทรงพุ่มของต้นไม้ และร่วงหล่นในความถี่ที่สม่ำเสมอ ด้วยสาเหตุดังกล่าวทั้งสองทำให้โอกาสที่ธาตุอาหารสูญเสียไปกับการชะล้างของน้ำไหลบ่าหน้าดินมีน้อยลง ธาตุอาหารในดินจึงมีระดับที่เพียงพอและสม่ำเสมอต่อพืช

2.3.1 การหาปริมาณผลผลิตของซากพืช

ปริมาณผลผลิตซากพืช (litter production) ซึ่งได้จากส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินของพืชเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิตขั้นปฐมภูมิ และการวัดหาปริมาณซากพืชมีความสำคัญ ไม่ว่าจะเกี่ยวข้องกับผลผลิตขั้นปฐมภูมิ หรือเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ด้านอื่นภายในระบบนิเวศในการสร้างธาตุอาหาร (mineralization) และปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช (release of plant nutrients) ซึ่งปริมาณการผลิตของซากพืชอาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นน้ำหนักของส่วนของพืช ได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ เปลือก ดอกผล หรือเมล็ดและราก ที่ตายลง แล้วร่วงลงสู่ดินที่หนึ่งหน่วยเหนือพื้นดิน ภายในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่กำหนด แต่ทุกสิ่งทุกอย่างของพืชที่ตายลงนั้น ไม่ได้ร่วงลงสู่พื้นดินทันทีทันใด และในสังคมพืชบางชนิด เช่น ทุ่งหญ้า อาจจะมีน้อยมาก เมื่อเทียบกับสังคมพืชป่า และต้องแยกส่วนกันว่าส่วนไหนของสังคมพืชที่ตายแล้ว แต่ยังไม่ร่วงลงสู่พื้นดิน มักจะเรียกว่า standing dead และส่วนไหนที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินแล้ว ซึ่งเรียกว่า litterfall (พงษ์ศักดิ์, 2538)

2.3.2 ปริมาณการกักเก็บของธาตุอาหารในมวลชีวภาพของต้นไม้และดิน

2.3.2.1 ปริมาณการกักเก็บ (storing) ของธาตุอาหารในมวลชีวภาพของต้นไม้

ปริมาณธาตุอาหารในมวลชีวภาพที่กักเก็บในมวลชีวภาพของต้นไม้จะความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักแห้งของต้นไม้ (Tsutsumi, 1971) โดยปริมาณการกักเก็บของธาตุอาหารจะแตกต่างกันไปตามชนิด อายุ ถิ่นที่อยู่ และส่วนต่างๆของต้นไม้ (Miller, 1984) ดังนั้นปริมาณการสะสมธาตุอาหารในส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นไม้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารและปริมาณมวลชีวภาพของส่วนนั้นๆ

2.3.2.2 ปริมาณธาตุอาหารของซากพืชที่ร่วงหล่น

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชจะแตกต่างกันไปตามชนิดของป่า สภาพแวดล้อม ได้แก่ ที่ตั้ง สภาพภูมิอากาศ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความชื้นของดิน ปัจจัยจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การควบคุมความหนาแน่นของต้นไม้ การตัดสางขยายระยะปัจจัยของเวลา ได้แก่ ความผันแปรภายในและระหว่างปี อายุของต้นไม้ (Bray และ Gorham, 1964)

2.3.3 ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดซับไปใช้ (uptake) และปล่อยคืน (return) สู่ดิน

รูปแบบการหมุนเวียน (circulation) และความสมดุล (balance)ของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ คือ การดูดซับอาหารจากดินไปโดยต้นไม้ และการปลดปล่อยธาตุอาหารคืนสู่ดินในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นและการชะล้างของฝนจากเรือนยอด การตรึงไนโตรเจนปะปนมากับน้ำฝน และการสูญเสียโดยการชะล้างของน้ำไหลบ่าหน้าดินนั้น เป็นข้อจำกัดและมีวิธีการยุ่งยากในการวัดปัจจัยต่างๆเหล่านี้ โดยกำหนดให้ A เป็นความแตกต่างระหว่างปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆของต้นไม้ที่จุดสุดท้าย และจุดเริ่มต้นของฤดูการเจริญเติบโต B เป็นปริมาณธาตุอาหารในซากพืช และ C เป็นธาตุอาหารที่ปะปนมากับน้ำฝนที่ชะล้างจากเรือนยอด A+B+C คือ อัตราการดูดซับธาตุอาหารไปใช้โดยต้นไม้รายปี และ B+C คือปริมาณที่ปลดปล่อยธาตุอาหารคืนสู่ดินรายปี (Tsutsumi, 1971) ซึ่งค่าประมาณดังกล่าวนี้ จะต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากขาดข้อมูลประมาณธาตุอาหารที่ชะล้างมากับน้ำฝน และปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกไปจากระบบหมุนเวียนโดยกระบวนการต่างๆ (Tsutsumi และคณะ, 1983)

2.3.4 การสลายตัวของซากพืช

Mason (1977) แบ่งการย่อยสลายของซากพืชออกเป็น 3 กระบวนการ คือ การชะล้าง (leaching) เป็นการสลายตัวที่ธาตุอาหารถูกชะไปโดยน้ำฝนหรือน้ำที่ไหลผ่าน การผุพัง (weathering) เป็นการแตกหักของซากพืชโดยปัจจัยทางกายภาพต่างๆ และจากการกระทำจากสิ่งมีชีวิต (biological action) เป็นการกระทำจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดิน โดยอัตราการสลายตัวของซากพืชขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของสารประกอบอินทรีย์ในพืช สภาพแวดล้อมของการสลายตัว เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ระดับความชื้น ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณธาตุอาหารและอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด (C/N ratio) (พงษ์ศักดิ์, 2538) ดังนั้นในป่าเขตร้อนจะมีกาสลายตัวของซากพืชเร็วกว่าในเขตอบอุ่นและเขตหนาว เพราะว่าในแถบร้อนมีอุณหภูมิและความชื้นของภูมิอากาศใกล้ผิวดินสูงกว่าทำให้ซากพืชได้รับความร้อนมาก น้ำที่มีอยู่ในแต่ละชั้นของซากพืชจะร้อนกว่าทำให้ชิ้นส่วนของซากพืชเน่าเปื่อยผุพังและสลายตัวเร็วกว่า นอกจากนี้อุณหภูมิยังช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิดทำงานได้ดีด้วย (บัวเรศ, 2523; Mason, 1977)

2.3.5 อัตราการเวียนกลับ

ในระบบนิเวศที่เจริญเต็มที่แล้วและอยู่ในสภาพสมดุลนั้น อัตราการเวียนกลับ คือ ส่วนหนึ่งของสสาร (substance) ทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ (component) ซึ่งปลดปล่อย (release) หรือเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(enter) ให้แก่ระบบระยะเวลาหนึ่ง (Robertson, 1957) คล้ายกับว่าเป็นสัดส่วนของอัตราผลผลิตสุทธิต่อมวลชีวภาพ จะได้อัตราการเวียนกลับของธาตุอาหารในส่วนมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Ando และคณะ, 1957) ดังนั้นอัตราการเวียนกลับของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ที่อยู่ในสภาวะคงที่ (Stationary state) หรือสังคมป่าไคลแมกซ์นั้น ก็คือ อัตราการเวียนกลับของส่วนที่กักเก็บธาตุอาหารของระบบซึ่งคือ ดิน โดยคำนวณได้จากอัตราที่ธาตุอาหารถูกเพิ่มให้แก่ระบบหารด้วยปริมาณธาตุอาหารที่ถูกกักเก็บได้ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มให้แก่ระบบคือ ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่น ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ธาตุอาหารในรูปซากพืชและธาตุอาหารที่ปะปนมากับน้ำฝน หากปริมาณธาตุอาหารที่ถูกเพิ่มให้แก่ระบบส่วนใดไม่ถูกรวมมาด้วยในการพิจารณา จะทำให้การประมาณหาอัตราการเวียนกลับของธาตุอาหารคืนสู่ระบบได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (Katagiri และคณะ, 1978)

2.3.6. ปริมาณธาตุอาหารในดิน

ปริมาณธาตุอาหารที่กักเก็บในชั้นผิวดิน (A_0-layer) ปริมาณธาตุอาหารที่กักเก็บที่พืชผิวดินขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารที่ถูกเพิ่มเติม (supply) ให้แก่ดินในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่ดิน และปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อย (release) ให้แก่ดินโดยการสลายตัวของซากพืช (Tsutsumi, 1971) ปริมาณธาตุอาหารในดิน ธาตุอาหารในดินได้มาจากผุพังของวัตถุต้นกำเนิดดินจากปัจจัยภายนอกและจากปฏิกิริยาต่างๆ อันเนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ในที่ที่ฝนตกชุกแร่ธาตุที่สลายตัวมาจากวัตถุต้นกำเนิดจะถูกชะล้างออกไปจากระบบนิเวศและสะสมอยู่ในดินชั้นล่าง ในระบบนิเวศของป่าที่มีสภาพเรือนยอดชิดติดกัน แร่ธาตุที่กลับสู่ดินจากการผุสลายตัวของซากพืชมีแนวโน้มค่อนข้างสม่ำเสมอ (charley, 1977) ซึ่งดินในป่าไม้ในเขตร้อนเป็นดินที่พัฒนาแล้ว มีชั้นดินลึก การชะล้างธาตุอาหารเป็นไปอย่างรุนแรง ปริมาณธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชจึงเหลืออยู่ในดินน้อย ธาตุอาหารต่างๆ จะมีอยู่อย่างสมบูรณ์เฉพาะบริเวณดินชั้นบน ที่มีอินทรียวัตถุสะสมอยู่มาก และระบบรากกระจายกันอย่างหนาแน่น สภาพการหมุนเวียนของธาตุอาหารเป็นระบบปิดเกือบสมบูรณ์ ปกติธาตุอาหารในดินชั้นบนและชั้นล่างมีปริมาณแตกต่างกัน (Richards, 1952)

2.4 ธาตุอาหารในพืช

2.4.1 ธาตุคาร์บอน (Carbon) (Blamey *et al.*, 1987)

คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของสารที่พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถูกพืชนำมาเปลี่ยนแปลงสารเป็นสารอินทรีย์ที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในพืชโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สัตว์ได้รับสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในการกินอาหาร สำหรับผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารก็ได้รับสารจากกระบวนการย่อยสลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดปล่อยคาร์บอนกลับคืนสู่บรรยากาศโดยการหายใจออกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งพืชนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอีก ในระบบนิเวศจึงมีการหมุนเวียนคาร์บอนตลอดเวลา

2.4.2 ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen) (Blamey *et al.*, 1987)

ไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุสำคัญที่พืชต้องการในปริมาณมาก พืชจะใช้ไนโตรเจนในรูปของสารประกอบพวกเกลือแอมโมเนีย เกลือไนไตรต์ เกลือไนเตรต เพื่อสร้างสารประกอบอื่นๆ ในเซลล์ และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศแล้วเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ในขณะเดียวกันจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารย่อยสลายซากพืชและสัตว์ที่ตายลง กลายเป็นไนโตรเจนอิสระกลับคืนสู่บรรยากาศ และได้สารประกอบไนโตรเจนในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

2.4.3 ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus) (Blamey *et al.*, 1987)

เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของรากพืช โดยธาตุฟอสฟอรัสจะช่วยให้รากของพืชแข็งแรง และแผ่กระจายได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ลำต้นแข็งแรงตามไปด้วย ธาตุฟอสฟอรัสช่วยในการสังเคราะห์แสง สร้างแป้งและน้ำตาล เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด ช่วยเสริมสร้างส่วนที่เป็นดอก การผสมเกสร ตลอดจนการติดเมล็ด สร้างระบบรากให้แข็งแรง ช่วยในการแตกกอ และช่วยให้ลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ช่วยให้พืชดูดใช้ธาตุไนโตรเจนและโมลิบดีนัมได้ดีขึ้นธาตุนี้มักพบในรูปที่ พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ เนื่องจากจะถูกตรึงอยู่ในดิน ส่วนใหญ่พืชจะแสดงอาการขาดธาตุนี้บ่อยครั้ง แม้ว่าในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมากก็ตามถ้าขาดธาตุฟอสฟอรัส รากพืชจะไม่เจริญ มีรากฝอยน้อย ต้นเตี้ย ใบและต้นมีสีเข้มและบางครั้งมีสีม่วงหรือแดงเกิดขึ้น พืชแก่ช้ากว่าปกติ เช่น การผลิตดอก ออกผลช้า มีการแตกกอน้อย การติดเมล็ดน้อย หรือบางครั้งไม่ติดเมล็ดปกติแล้วธาตุฟอสฟอรัสจะมีอยู่ในดินมากพออยู่แล้ว เป็นธาตุที่ไม่ค่อยเคลื่อนที่ในดินหรือละลายน้ำได้ยากซึ่งจะทำให้พืชดูดเอาไปใช้ได้ยากด้วย แม้แต่ปุ๋ยที่ใส่ลงไปในดินโดยตรงก็ประมาณกันไว้ว่า 80-90 %ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดนั้นจะถูกดินยึดไว้โดยการทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุต่างๆในดิน

2.4.4 ธาตุโพแทสเซียม (Potassium) (รัชดาภรณ์, 2551)

เป็นธาตุที่มีความสำคัญที่ช่วยสร้างอาหารให้กับลำต้น เพื่อช่วยให้ลำต้นเจริญเติบโตแข็งแรง ออกผลผลิตได้ดี และมีคุณภาพ ธาตุโพแทสเซียมนี้จะมีอยู่มากในดินเหนียว แต่จะมีอยู่น้อยในดินทรายหรือดินที่เป็นกรดมาก กระตุ้นการทำงานของ enzyme ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การสังเคราะห์แป้งและโปรตีน เป็นต้น ควบคุมแรงดันภายในเซลล์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำ และการปิดเปิดของปากใบ รักษาระดับ pH ในเซลล์ให้อยู่ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6-7 กระตุ้นการทำงานของ nitrate reductase เพื่อเปลี่ยน NO_3 เป็น NH_4 สำหรับการสร้างกรดอะมิโนและโปรตีนช่วยเคลื่อนย้ายสารที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสงไปยังแหล่งสะสมช่วยให้ผนังเซลล์หนา เนื้อเยื่อพืชมีเสถียรภาพ ผลผลิตเก็บรักษาได้นาน พืชต้านทานต่อโรคและแมลง ธาตุโพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน (K^+)เท่านั้นที่พืชจะดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก พืชก็ยังดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์อะไรไม่ได้ อนุมูลโพแทสเซียมในดินอาจจะอยู่ในน้ำในดิน หรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียวก็ได้ ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้สูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืชก็สามารถดึงดูดธาตุนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายๆ พอกันกับเมื่อมันละลายอยู่ในน้ำในดิน

ดังนั้นการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมอาจใส่แบบคลุกเคล้าให้เข้ากับดินก่อนปลูกพืชได้ หรือจะใส่โดยโรยบนผิวดินแล้วพรวนกลบก็ได้ถ้าปลูกพืชไว้ก่อนแล้ว ธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างและการเคลื่อนย้ายอาหารพวกแป้งและน้ำตาลไปเลี้ยงส่วนที่กำลังเติบโต และส่งไปเก็บไว้เป็นเสบียงที่หัวหรือที่ลำต้น ดังนั้นพืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน จึงต้องการโพแทสเซียมสูงมาก ถ้าขาดโพแทสเซียมหัวจะลีบ มะพร้าวไม่มัน และอ้อยก็ไม่ค่อยมีน้ำตาล พืชที่ขาดโพแทสเซียมมักเหี่ยวง่าย แคระแกร็น ใบล่างเหลืองและเกิดเป็นรอยไหม้ตามขอบใบ พืชที่ปลูกในดินทรายที่เป็นกรดรุนแรงมักจะมีปัญหาขาดโพแทสเซียม แต่ถ้าปลูกในดินเหนียวมักจะมีโพแทสเซียมพอเพียง และไม่ค่อยมีปัญหาที่จะต้องใส่ปุ๋ยนี้เท่าใดนัก ธาตุโพแทสเซียม พบในเซลล์ของพืช เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างที่สำคัญของเอนไซม์กว่า 30 ชนิด ทำให้เปลือกลำต้นแข็งแรง ไม่หักโค่นง่าย ช่วยในขบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล ตลอดจนการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคดีขึ้น เป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งของพืชได้รวดเร็ว โดยเฉพาะในขณะที่พืชเริ่มสร้างดอกและเมล็ดโพแทสเซียมจะถูกดึงไปใช้ทันที ในรากพืชพวกธัญพืชธาตุนี้อาจไหลกลับไปสู่ดินได้โดยง่ายในขณะที่พืชแก่และ เซลล์รากเริ่มเสื่อมการปฏิบัติงาน ธาตุนี้อาจถูกฝนชะล้างไปจากใบได้ในขณะฝนตกธาตุโพแทสเซียมในสารละลายของดิน มักอยู่ในสมดุลกับส่วนที่ถูกดินยึดไว้ และส่วนที่อยู่ในแร่ที่มีอยู่ในดิน พืชอาจดูดกินได้ในปริมาณมากเกินต้องการโดยพืชไม่เป็นอันตราย และไม่ได้ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้นถ้าขาดธาตุโพแทสเซียมพืชจะเจริญเติบโตช้า ปลายใบไหม้ มีสีน้ำตาลและจะลามเข้าหาโคนใบตามขอบใบ ช่วงระหว่างปล้องจะสั้น พืชหักล้มได้ง่ายพืชที่ให้แป้งและน้ำตาลจะให้ผลผลิตลดลง มีเมล็ดลีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุแคลเซียม (Calcium) (อรวรรณ, 2551)

เกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ของพืช บริเวณเนื้อเยื่อเจริญทั้งที่ปลายยอด ปลายราก ใบอ่อน การแตกตาอ่อนของกิ่ง ของตาดอก และการเจริญของดอกและผล ทั้งนี้เพราะธาตุแคลเซียมเป็นส่วนประกอบของสารแคลเซียมเพคเตรตซึ่งทำหน้าที่เชื่อมผนังเซลล์ของเซลล์สองเซลล์เมื่อแบ่งเซลล์แล้ว ธาตุแคลเซียมเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส เป็นสารกระตุ้นเอนไซม์ ช่วยคงสภาพโครงสร้างของเมมเบรนให้ทำงานปกติ ช่วยการดูดซึมธาตุโพแทสเซียม ช่วยลดพิษของธาตุแมกนีเซียม ทำให้พืชดูดซึมธาตุแมกนีเซียมมากขึ้น และน้ำธาตุแมกนีเซียมไปสร้างรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญในด้านที่ช่วยให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ธาตุแคลเซียมมักจะมีเพียงพอในดินอยู่แล้ว แต่ถ้าเป็นดินเหนียวหรือดินที่มีสภาพเป็นกรด ก็จะทำให้พืชดูดเอาธาตุแคลเซียมไปใช้ได้ยาก

2.4.6 ธาตุแมกนีเซียม (Magnesium) (อรวรรณ, 2551)

เป็นส่วนประกอบสำคัญของรงควัตถุคลอโรฟิลล์พืชสีเขียวจึงต้องการใช้ธาตุแมกนีเซียมเพื่อสร้างคลอโรฟิลล์สำหรับใช้ในกระบวนการสังเคราะห์อาหารด้วยแสง ธาตุแมกนีเซียมช่วยคงสภาพโครงสร้างของไรโบโซม ให้สามารถทำการผลิตโปรตีนอย่างปกติ ทำหน้าที่เป็นสารกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ที่ช่วยเคลื่อนย้ายฟอสเฟต การขาดธาตุแมกนีเซียมของพืช จะทำให้ผลผลิตลดน้อยลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสาเหตุที่พืชขาดธาตุแมกนีเซียมนั้น เพราะปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดึงดูดมาใช้ได้ และการที่มีปริมาณโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไปก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่สำคัญ

2.4.7 ธาตุโซเดียม(Sodium) (รัชดาภรณ์, 2551)

ธาตุโซเดียมส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชวงศ์ Chenopodiaceae เกี่ยวข้องกับการสร้าง phosphoenolpyruvate ของพืชที่เป็น Crassulacean acid metabolism plant และ carbon fixation plant โซเดียมที่สะสมในใบ มีผลทำให้ใบไหม้ เนื้อเยื่อตามขอบใบตาย ในสภาพอากาศร้อนและแห้ง จะแสดงความเสียหายรวดเร็ว เกิดที่ใบแก่ก่อน เริ่มที่ปลายใบ ขอบใบ แล้วลามมาที่เส้นกลาง เกิดอาการเมื่อดินและน้ำมีโซเดียมเพียง 5 กรัมสมมูลย์/ลิตร โซเดียมมีผลทางอ้อมในแง่ที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช โซเดียมปริมาณมากทำให้เกิดอาการขาดแคลเซียม โพแทสเซียมและแมกนีเซียม และการทำให้โครงสร้างของดินเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ธาตุอาหารในดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์, 2541)

แม้ว่าดินทั่วๆ ไปมีสมบัติทางเคมีแตกต่างกันอย่างมาก แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะด้านธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในดิน โดยใช้พิสัยของปริมาณธาตุต่างๆ ที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ดินบนจากแถบอบอุ่น (ตารางที่ 2.1) พบว่าพิสัยของปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างกว้าง แต่ความเป็นจริงแล้วดินที่ใช้ในการเกษตรทั่วไปจะมีอินทรียวัตถุอยู่ระหว่าง 1-3% ดินน้อยชนิดที่จะมีปริมาณสูงกว่านี้ ทั้งนี้เพราะอินทรียวัตถุสลายตัวได้รวดเร็วโดยเฉพาะในแถบชุ่มชื้นและอุณหภูมิสูงอย่างในเขตร้อนทั่วไป เมื่ออินทรียวัตถุ (มีไนโตรเจนประมาณร้อยละ 5) สลายตัวจะให้สารประกอบไนโตรเจน ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุ 1-3% จึงให้ธาตุไนโตรเจนน้อยถึงปานกลางเท่านั้น

เมื่อพิจารณาถึงร้อยละของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะเห็นว่ามีค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้บางส่วนอาจอยู่ในรูปของสารประกอบที่พืชใช้ประโยชน์ได้ยาก ต้องสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปเสียก่อนจึงจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นดินทั่วไปจึงมักจะให้ธาตุทั้งสองนี้ไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช

สำหรับธาตุโพแทสเซียมนั้น แม้จะพบว่ามีอยู่ในปริมาณมากในดินส่วนใหญ่ ยกเว้นดินทราย แต่ที่อยู่ในรูปซึ่งพืชใช้ได้มีอยู่น้อย นอกนั้นอยู่ในรูปของแร่เกือบหมด ปัญหาของโพแทสเซียมโดยทั่วๆ ไปขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนรูปและการตรึงโพแทสเซียมของดิน

ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมมีอยู่ในดินเป็นปริมาณที่มากเช่นกัน ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแร่ ซึ่งมีการสลายตัวง่ายกว่าแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามดินโดยทั่วๆ ไปมักจะมีธาตุทั้งสองนี้น้อยกว่าโพแทสเซียม แต่ก็มากพอแก่ความต้องการของพืช จึงไม่ค่อยมีปัญหาสำหรับสองธาตุนี้ ดินที่มีแคลเซียมต่ำมีแนวโน้มที่จะเป็นกรด อย่างไรก็ตามการใช้ปูนในดินกรดมีวัตถุประสงค์หลักในการปรับระดับ pH ของดินให้เหมาะสม แต่เนื่องจากปูนมีแคลเซียมและแมกนีเซียมอยู่ด้วย ดินจึงได้รับธาตุทั้งสองเพิ่มซึ่งเป็นผลพลอยได้

จากข้อมูลในตารางที่ 2.1 แสดงว่ามีสารประกอบของธาตุอาหาร 3 อย่าง ที่จัดว่าอยู่ในภาวะวิกฤติในดินทั่วไป คืออินทรียวัตถุ สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สำหรับอินทรียวัตถุที่อยู่ก็ผุพังสลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ส่วนที่เหลือก็ถูกชะละลาย หากไนโตรเจนอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ พืชก็ดูดไปใช้แล้วติดไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยว สำหรับฟอสฟอรัสนั้นมีปัญหาถึง 2 ประการคือ มีในดินน้อยและส่วนนั้นก็ไม่ค่อยจะเป็นประโยชน์ต่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ดินทางเคมีของดินบนในแถบอบอุ่น

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
อินทรียวัตถุ (%)	0.40-10.00
ไนโตรเจน (%N)	0.02-0.50
ฟอสฟอรัส (%P_2O_5)	0.02-0.40
โพแทสเซียม (%K_2O)	0.20-0.40
แคลเซียม (% CaO)	0.10-5.00
แมกนีเซียม (% MgO)	0.20-2.50
กำมะถัน (% SO_3)	0.02-0.50

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

2.5.1 ไนโตรเจนในดิน (Soil Nitrogen)

ปริมาณการเพิ่มและการสูญเสียของไนโตรเจนในดิน (nitrogen balance sheet) สำหรับดินในเขตชื้นทั่วไปมีผู้คำนวณไว้ดังนี้คือ ปริมาณของไนโตรเจนที่ตรึงได้จากอากาศโดยพวกจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระนั้น จะสมดุลกันพอดีกับปริมาณของไนโตรเจนในดินที่สูญหายไปในรูปของแก๊ส (volatilization) และปริมาณไนโตรเจนที่ดินได้รับจากฝนนั้น จะสมดุลกันพอดีกับส่วนของไนโตรเจนในดินที่สูญหายไปโดยการชะละลาย (leaching) ส่วนของไนโตรเจนที่ดินสูญหายไปเนื่องจากพืชดึงดูดไปใช้และเนื่องจากการกร่อน (erosion) จะเป็นไนโตรเจนที่สูญหายไปจริงๆ โดยเฉพาะถ้าปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติแล้ว ก็ไม่อาจจะได้ไนโตรเจนจากที่ไหนมาชดเชยให้ นอกเสียจากจะมีการเพิ่มปุ๋ยเพื่อเป็นการชดเชย มีผู้คำนวณว่าในแต่ละปี ดินจะสูญเสียไนโตรเจนไปโดยการกร่อนประมาณ 4.5 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อรวมกับส่วนที่พืชดึงดูดไปใช้ ไนโตรเจนในดินจะสูญเสียไปถึง 18 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

2.5.2 ฟอสฟอรัสในดิน (Soil Phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่งที่พบในพืชอยู่ในลำดับที่ 8 เรียงจาก ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ฟอสฟอรัสที่พบในพืชเกือบทั้งหมดได้มาจากดิน (มีส่วนน้อยที่ติดมากับเมล็ด) ในฤดูเพาะปลูกพืชไร่หนึ่งฤดูมีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปจากดินประมาณ 0.85-5 กิโลกรัมฟอสฟอรัสต่อไร่

ฟอสฟอรัสในพืชและในดินเป็นพวกออร์โทฟอสเฟซ เฉพาะในพืชประมาณร้อยละ 30-60 ของฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในรูปไอออนลบฟอสเฟต สารที่เหลือเป็นสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 ปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน

ในดินมีฟอสฟอรัสต่ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยเฉลี่ยแล้วในดินมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 0.06 % ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนเป็น 0.14 และของโพแทสเซียมเป็น 0.83 %

ดินบนของดินนาในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.02 % ต่ำกว่าดินบนของดินนาของประเทศอื่นๆ ทั้งสิ้น (พม่า 0.082, มาเลเซีย 0.040, ฟิลิปปินส์ 0.059 และญี่ปุ่น 0.080 %)

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินในแต่ละจุดบนพื้นที่หรือตามแนวความลึก (หรือหน้าตัดดิน) แตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ความมากน้อยของการชะล้าง และการใช้ที่ดิน ถ้าดินนั้นกำเนิดมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินชนิดเดียวกัน พวกดินเนื้อละเอียด มักมีฟอสฟอรัสมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินที่ถูกใช้มานานหรือถูกชะล้างมากกว่า จะเหลือฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่าดินที่เปิดป่าใหม่

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินชั้นบนมักน้อยกว่าดินชั้นล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชั้นที่มีการชะล้างมากๆ คือ ชั้นA_2 ส่วนดินชั้นที่มีการสะสมของสารที่ถูกชะล้างมากคือชั้น B_2 มักมีฟอสฟอรัสมากกว่าทุกชั้นของดินในหน้าตัดดิน

2.5.2.2 สารประกอบของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในดินเกือบทั้งหมด ปรากฏอยู่ในรูปของพวกออร์โทฟอสเฟต หรือพวกที่แปลงมาจากกรดออร์โทฟอสฟอริค (H_3PO_4) เกือบทั้งสิ้น ฟอสเฟตในดินแบ่งออกได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คืออินทรีย์ฟอสเฟตกับอนินทรีย์ฟอสเฟตในดิน โดยทั่วๆไปมีฟอสเฟตทั้งสองส่วนนี้ต่างกัน พวกอินทรีย์ฟอสเฟตมีแนวโน้มที่มีมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นในดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อยตามปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นในดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อยและมีมากในดินชั้นบน จากผลการวิเคราะห์ในดินทั่วๆไป พบว่าดินชั้นบนมีอินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 95 % ของฟอสเฟตทั้งหมดในดิน แต่ในดินที่ใช้ในการเกษตรกรรมทั่วๆไป มีอนินทรีย์ฟอสเฟตมากกว่า 90 % ของฟอสเฟตในดิน (ดินลึก 1 เมตร)

2.5.2.3 pH ของดินระดับที่มีไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินมากที่สุด

เมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 จะมีฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่พืชจะใช้ประโยชน์มากที่สุด (maximum phosphate availability) แต่ก็มิได้หมายความว่าระดับของปริมาณนี้ในดินขณะนั้น จะเพียงพอแก่ความต้องการของพืชที่ปลูก ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณแร่ฟอสเฟตและอำนาจในการตรึงฟอสเฟต (phosphorus fixing power) ของดิน ถ้าดินมีอำนาจในการตรึงสูง ระดับที่มีไอออนฟอสเฟตในสารละลายดินมากที่สุด จะมีปริมาณฟอสเฟตที่พืชใช้ได้ต่ำ และในทางตรงกันข้ามถ้าดินมีอำนาจในการตรึงต่ำ ปริมาณของฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในช่วง pH นี้จะมีอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โพแทสเซียมในดิน (Soil Potassium)

2.5.3.1 การตรึงโพแทสเซียม (potassium fixation)

การตรึงโพแทสเซียมส่วนใหญ่นั้นเกิดโดยแร่ดินเหนียว (clay mineral) ในดิน การที่โพแทสเซียมที่ใช้ประโยชน์ได้เปลี่ยนเป็นรูปที่ใช้ประโยชน์ได้ยากมีผลดีในแง่ที่ว่า เป็นการอนุรักษ์โพแทสเซียมไว้แทนที่จะสูญเสียไปโดยการชะละลายหากอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โพแทสเซียมที่ถูกตรึงนี้จะกลายเป็นโพแทสเซียมที่พืชใช้ประโยชน์หากโพแทสเซียมในรูปที่พืชใช้ได้ลดลงโดยพืชดูดไปหรือถูกน้ำชะละลายไป

2.5.3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตรึงโพแทสเซียมในดิน

1. ชนิดของคอลลอยด์ในดิน ความสามารถของคอลลอยด์ต่างๆ ในการที่จะตรึงโพแทสเซียมแตกต่างกันออกไป ยกตัวอย่างเช่น 1:1 type clay พวก kaolinite หรือดินที่มีแร่ดินเหนียวชนิดนี้อยู่เป็นส่วนใหญ่จะตรึงโพแทสเซียมได้น้อยแต่ 2:1 type clay พวก vermiculite และ illite จะตรึงโพแทสเซียมได้มาก

2. การใช้ปูน การใช้ปูนกับดินกรดจะทำให้โพแทสเซียมถูกชะละลายน้อยลง ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.2 จากตารางจะเห็นได้ว่าโพแทสเซียมจะถูกชะละลายน้อยลงเมื่อดินมี pH สูงขึ้น ทั้งนี้ก็เพราะว่า Ca จากปูนจะไปลดความเป็นกรดของดิน ดินจะมีความอิ่มตัวด้วย Ca มากขึ้น เนื่องจาก K^+ ไล่ที่ Ca^{2+} ได้ง่ายกว่าไล่ที่ H^+ หรือ Al^{3+} แล้วตัวมันเองถูกดูดซับอยู่ที่อนุภาคของดิน เพราะฉะนั้นปริมาณโพแทสเซียมที่ถูกชะละลายไปโดยน้ำจึงน้อยลง อย่างไรก็ตาม การใส่ปูนมากเกินไปจะทำให้เกิดการขาดโพแทสเซียมในดินได้ เพราะแคลเซียมจากปูนจะเข้าไปแทนที่โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้จนมีโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้เหลืออยู่น้อย

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมที่ถูกชะละลายกับ pH ของดิน

pH ของดิน	K แลกเปลี่ยนได้ที่ถูกชะละลาย(% ของ K ทั้งหมด)
4.83	70
5.30	49
5.63	26
7.03	16

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุณหภูมิ จากการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อระดับโพแทสเซียมในดิน พบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นระดับของโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) จะสูงขึ้น แต่อุณหภูมิที่ทดลองสูงกว่าอุณหภูมิปกติในไร่นามาก เพราะฉะนั้นผลการทดลองจึงไม่ค่อยจะมีความหมายนัก แต่ก็เป็นตัวเลขที่ใช้อธิบายอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการปลดปล่อยและการตรึงโพแทสเซียม

4. การเปียกและแห้งของดิน การทำให้ดินเปียกเปลี่ยนเป็นดินแห้ง อาจจะทำให้มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้แล้วแต่ว่าดินนั้นกำลังมีการตรึงโพแทสเซียมหรือปลดปล่อยโพแทสเซียม หากดินอยู่ในสภาพที่ปลดปล่อยโพแทสเซียมการทำให้ดินเปียกเปลี่ยนเป็นดินแห้งจะทำให้เกิดการปลดปล่อยโพแทสเซียมมากขึ้น เช่น ในกรณีที่มีการปลูกพืชโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม ซึ่งจะทำให้โพแทสเซียมในรูปที่พืชใช้ได้ต่ำ ก่อให้เกิดการปลดปล่อยโพแทสเซียมจากรูปที่พืชใช้ไม่ได้ (โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้) การทำให้ดินแห้งจะทำให้มีการปลดปล่อยดังกล่าวมากขึ้น

ในทางตรงกันข้าม หากมีการใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมลงในดิน ซึ่งจะทำให้มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่าเดิม ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชบางส่วนไปเป็นโพแทสเซียมที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช การทำให้ดินแห้งจะทำให้มีการตรึงโพแทสเซียมมากกว่าปล่อยให้ดินเปียกอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการทำให้ดินแห้งหลังจากการใส่โพแทสเซียม จึงทำให้โพแทสเซียมที่ใส่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง

การทำให้ดินเปียกและแห้งสลับกัน (alternate wetting and drying) จะยิ่งช่วยเร่งให้มีการปลดปล่อยหรือตรึงโพแทสเซียมมากขึ้นกว่าการทำให้ดินแห้งเพียงครั้งเดียว

2.5.4 แคลเซียมในดิน

ปริมาณแคลเซียมในดินแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน ดินทั่วไปที่มิใช่ดินเนื้อปูน (noncalcareous soil) จะมีแคลเซียมอยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.1 ถึง 2 % แต่สำหรับดินเนื้อปูน (calcareous soil) อาจจะมีแคลเซียมมากกว่า 2.5 % ดินทรายที่เป็นกรดจัดจะมีแคลเซียมอยู่น้อยมาก สำหรับปริมาณแคลเซียมที่พืชอาจใช้ประโยชน์ได้ (available calcium)

ในดินจะมีอยู่ในระหว่าง 1 cmol ถึงมากกว่า 50 cmol ต่อดิน 1 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity) ของดิน และความอิ่มตัวด้วยแคลเซียมของดินนั้น ปริมาณของแคลเซียมที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน (soluble calcium) แตกต่างกันมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของดิน ตลอดจนชนิดและปริมาณของเกลือแคลเซียมที่มีในดินนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 แมกนีเซียม (Magnesium)

ปริมาณของแมกนีเซียมในดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกันมาก แต่โดยเฉลี่ยแล้วผิวโลกประกอบด้วยแมกนีเซียม 1.93 % ดินที่มีการชะละลายเกิดขึ้นน้อยจะมีแมกนีเซียมอยู่มาก และภายใต้ภูมิอากาศเดียวกันดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีแมกนีเซียมมากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ ปริมาณของแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) หรือ แมกนีเซียมเป็นประโยชน์ (available Mg) ที่มีอยู่ในดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าแมกนีเซียมทั้งหมดในดิน แต่ปริมาณของแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินทั่วไปมีน้อยมาก

2.6 ความเกี่ยวข้องกันระหว่าง pH ของดินกับระดับธาตุอาหารพืชในดิน

สภาพกรดด่างของดินมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดมากๆ พืชจะไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควร การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสภาพกรดด่างในดินกับการเจริญเติบโตของพืชนั้นได้กระทำกันอย่างกว้างขวางจนเป็นที่ทราบกันทั่วไปแล้วว่าสภาพกรดด่างของดินหรือของสารละลายธาตุอาหารนั้นมิได้มีอิทธิพลโดยตรงกับการเจริญเติบโตของพืช นักวิจัยบางท่านได้ทดลองปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับ pH ต่างๆ กันตั้งแต่ pH 1 ถึง 12 ปรากฏว่าเจริญเติบโตได้ดีพอๆกันตั้งแต่ pH 3-10 ดังนั้นจึงสรุปว่าอิทธิพลของดินที่เป็นกรดซึ่งมีต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นมิใช่เนื่องมาจากความเข้มข้น H^+ ในสารละลายดินโดยตรง แต่เมื่อดินเป็นกรดหรือด่าง สมบัติของดินทางเคมีและชีวภาพจะถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่า ดังนั้นความเป็นกรดของดินจึงมีอิทธิพลในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในทางอ้อมมากกว่าทางตรง

สภาพทางเคมีที่สำคัญซึ่งเกี่ยวข้องอยู่กับสภาพกรดด่างของดิน ได้แก่ ระดับธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดินที่เป็นกรดมากๆ มักจะมีธาตุอาหารบางธาตุเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล่านั้นที่พืชจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ ดังนี้

2.6.1 ระดับ Ca, Mg และ K (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มก., 2541)

ดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงจะมีแคลเซียมและแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำทั้งนี้จะรวมถึงโพแทสเซียมด้วย เพราะธาตุอาหารพวกนี้จะถูกชะละลายออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยทั่วไปดินจะมีระดับแคลเซียมและแมกนีเซียมอย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 8.5 ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่านั้นพืชก็อาจจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารทั้งสามให้ปรากฏได้ สำหรับดินที่มี pH สูงกว่า 8.5 มักจะมีระดับแคลเซียมต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากดินซึ่งมี pH ในระดับนี้แคตไอออนแลกเปลี่ยนได้ ส่วนใหญ่ในดินจะเป็นโซเดียม ซึ่งถ้าดินมีระดับโซเดียมแลกเปลี่ยนได้มากกว่า 40-50 % แล้วปัญหาที่เกิดขึ้นคือพืชขาดแคลเซียมและแมกนีเซียมแล้วยังเป็นพิษเนื่องจากโซเดียมมากเกินไปอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มก., 2541)

ฟอสเฟตในดินที่พืชจะเอาไปใช้เป็นประโยชน์จะขึ้นอยู่กับ pH ของดินอย่างเห็นได้ชัด เมื่อดินเป็นกรดมากๆ จะส่งเสริมการตรึงฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของเหล็กและอะลูมินัมฟอสเฟตซึ่งยากแก่พืชที่จะใช้เป็นประโยชน์ ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพดังกล่าว เหล็กและอะลูมินัมอยู่ในสภาพที่ละลายน้ำได้ยากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ pH ต่ำกว่า 5.0 เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตลงไปในดินที่เป็นกรด ส่วนใหญ่ของปุ๋ยที่ใส่จะทำปฏิกิริยากับเหล็กและอะลูมินัมเสียหมด ทำให้เหลือส่วนที่พืชจะนำไปใช้ได้น้อยลง บางครั้งพืชสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้จริงไม่ถึงร้อยละ 10 ของส่วนที่ควรจะเป็นประโยชน์ซึ่งได้จากปุ๋ยที่ใส่ ระดับ pH 6-7 นับว่าเป็นระดับที่ค่อนข้างจะเหมาะสมที่สุดสำหรับฟอสเฟตในดินที่พืชจะนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้เพราะช่วงของ pH ดังกล่าว ฟอสเฟตในดินจะถูกตรึงน้อยที่สุด ถ้า pH ของดินสูงขึ้นไปกว่านั้นฟอสเฟตในดินที่พืชจะใช้เป็นประโยชน์ก็จะลดลงอีก ทั้งนี้เนื่องจากฟอสเฟตจะถูกตรึงเพราะทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับแคลเซียม แมกนีเซียม และเกลือคาร์บอเนตของธาตุทั้งสองด้วย

2.7 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มก., 2541)

เมื่อเศษซากสิ่งมีชีวิตตายทับถมลงบนผิวดินหรือถูกผสมคลุกเคล้าลงไปพื้นดิน ก็จะถูกสิ่งมีชีวิตอื่นๆกัดกินหรือย่อยสลายไปเป็นอาหาร สัตว์ขนาดใหญ่ เช่น แมลง กิ้งกือ ไส้เดือน ก็กัดกินและย่อยให้มีขนาดเล็กลง ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปก็เข้าทำการย่อยสลายแปรสภาพสารอินทรีย์เหล่านั้น เป็นอาหารโดยการขับเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ (extracellular enzyme) ย่อยสารอินทรีย์เหล่านั้นให้มีขนาดเล็กลงจนสามารถซึมซาบผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ แล้วจึงนำเอาสารเหล่านั้นไปใช้เป็นแหล่งของพลังงาน หรือสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตต่อไป ในที่สุดสารที่เคยประกอบเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งก็สูญสลายไป

ถ้าหากสภาพแวดล้อมในการย่อยสลายนี้ มีการถ่ายเทอากาศดีการย่อยสลายจะค่อนข้างสมบูรณ์ สารประกอบต่างๆ ก็แปรสภาพไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และธาตุต่างๆ บางส่วนก็ถูกเปลี่ยนเข้าไปเป็นองค์ประกอบของเซลล์จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด อีกส่วนหนึ่งแปรสภาพไปเป็นสารฮิวมิก (humic substance) ซึ่งเป็นสารประกอบที่คงทนต่อการสลายตัวตกค้างอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามการสลายตัวที่เกิดขึ้นในดินจริงๆ แล้วมักเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์ เพราะปริมาณออกซิเจนมีไม่เพียงพอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อดินมีความชื้นสูงหรือดินมีน้ำขัง ในสภาพดังกล่าวจะเกิดสารประกอบที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์อีกส่วนหนึ่งคงเหลืออยู่ในดินด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสลายตัวของซากพืช

อัตราความเร็วของการสลายตัวถูกควบคุมโดยปัจจัยหลายอย่างด้วยกันเป็นต้นว่า ธรรมชาติของสารประกอบอินทรีย์ในพืช อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด (C:N ratio) ของเศษพืชตลอดจนสภาพแวดล้อมของการสลายตัว เช่น การถ่ายเทอากาศ ระดับความชื้น อุณหภูมิและความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

2.8 ไม้พะยูง

พะยูง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dalbergia cochinchinensis* Pierre. อยู่ในอนุวงศ์ Papilionaceae วงศ์ Leguminosea มีชื่อทางการค้าในตลาดต่างประเทศว่า Siamese Rosewood หรือ Thailand Rosewood มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย พม่า กัมพูชา ลาว และเวียดนาม

2.8.1 ลักษณะทั่วไป

พะยูงเป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงถึง 25 เมตร มีช่วงลำต้น 10-15 เมตร มีเปลือกสีเทา เรียบ ลอกเป็นแผ่นบาง ๆ เปลือกในสีน้ำตาลแกมเหลือง โดยมากจะมีพุ่มใบกว้าง การแตกกิ่งก้านจะแตกเป็นแขนงแยกย่อยจากกิ่งใหญ่ โดยมากตาที่จะแตกเป็นกิ่งใหม่มักจะอยู่บนกิ่งแขนงย่อย บริเวณส่วนนอกของพุ่มใบ ออกดอกระหว่างเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ผลพะยูงเป็นฝักเกลี้ยงรูปขนานแบนและบอบบางกว้าง 1.2 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร ตรงบริเวณที่หุ้มเมล็ดมองเห็นเส้นแขนงไม้ชัดเจน ฝักพะยูงเมื่อแก่จะไม่แตกออกเหมือนฝักแดง หรือ ฝักมะค่าโมง ฝักจะร่วงหล่นโดยที่เมล็ดยังอยู่ในฝัก มีเมล็ดจำนวน 1-4 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะแบนเป็นรูปไต สีน้ำตาลเข้ม ผิวเมล็ดค่อนข้างมันมีขนาด กว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร ยาว 7 มิลลิเมตร ระบบรากเป็นระบบรากแก้วและรากแขนง โดยรากแก้วจะเป็นรากแกนหลักที่มีรากแขนงแตกย่อยออกไป เป็นไม้ที่มีระบบรากค่อนข้างลึก รากฝอยจะมีปมรากแบบปนรากถั่วช่วยในการตรึงก๊าซไนโตเจน พะยูงเป็นไม้ยืนต้นสูงประมาณ 15-25 เมตร เปลือกสีเทาเรียบเรือนยอดทรงมักขึ้นอยู่ในป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณชื้นทั่วไป โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือลมหรือรูปไข่ผลัดใบในหน้าแล้งและภาคตะวันออก

2.8.2 ประโยชน์ของไม้พะยูง

ประโยชน์ของไม้พะยูงโดยมากจะอยู่ในรูปของการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ที่มีสีสันและลวดลายสวยงาม จนถือได้ว่าเป็นไม้ที่มีราคาแพงที่สุดชนิดหนึ่งในตลาดโลก เนื้อไม้พะยูงมีความละเอียด เหนียวแข็งทนทานและชักเงาได้ดี มีน้ำมันในตัวจึงมักใช้ทำเครื่อง เรือน เครื่องใช้ต่าง ๆ ใช้ในการแกะสลักและทำด้ามเครื่องมือต่าง ๆ ใช้ทำเกวียน เครื่องกลึงแกะสลัก ทำเครื่องดนตรี เช่น ซอ ขลุ่ย ลูกระนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 สถานการณ์ป่าไม้พะยูงปัจจุบัน - เมืองไทยแหล่งสุดท้ายในโลก

ขณะนี้สถานการณ์การลักลอบตัดไม้ทำลายป่ายังคงวิกฤติมาก โดยเฉพาะไม้พะยูงถือว่าเป็นอันดับต้นๆ ที่มีการลักลอบตัดมากที่สุดในตอนนี้ จากในอดีตที่เคยเป็นไม้สัก ไม้กฤษณา แต่ปรากฏว่าในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมา ความต้องการของไม้พะยูงมีสูงมากในแถบประเทศจีน เวียดนาม แหล่งสุดท้ายของโลก ไม้พะยูงไทยใกล้สูญพันธุ์ ในอีกไม่เกิน 2 ปี เนื่องจากการปั่นราคาจนกลายเป็นไม้แพงสุดในโลก ลบ.ม.ละ 2.5-3 แสน ถึงขั้นมีนายทุนจากต่างชาติเข้ามาสร้างเครือข่ายตัดไม้พะยูง ในป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าพนมดงรัก จ.สุรินทร์ และอุทยานแห่งชาติ จ.อุบลราชธานี และเขาพระวิหาร ที่ยังเป็นแหล่งไม้พะยูงที่สมบูรณ์ ที่ผ่านมาถึงแม้เจ้าหน้าที่ได้สนธิกำลังร่วมกับทหาร ตำรวจปราบปรามอย่างเต็มที่ แต่ก็ปรากฏว่ายังคงมีไม้ถูกตัดออกจากป่าจำนวนมากเช่นกัน ทั้งนี้เจ้าหน้าที่สามารถจับกุมและยึดไม้พะยูงของกลางไว้คิดเป็นมูลค่ามากถึง 1.9 หมื่นล้านบาท และรัฐบาลก็ไม่ให้นำไม้ออกมาขายทอดตลาด เพราะเป็นห่วงว่าจะถูกนายทุนพวกนี้มาซื้อไม้พะยูงกลับเอาไป เพราะเวลานี้ในตลาดโลกมีการปั่นราคาไม้พะยูงจนราคาพุ่งสูงมากถึงตับละ 5 หมื่นบาท โดยไม้ 1 ตับ จะมีขนาดหน้าไม้ 20x40 เซนติเมตร ยาว 2 เมตร หรือราคาลูกบาศก์เมตรละ 2.5-3 แสนบาท หรือถ้าคิดเป็นต้นขนาด 1 คนโอบ ก็ราคาตั้งแต่ 3 แสนบาทขึ้นไป การลักลอบตัดไม้พะยูงนั้นจะทำเป็นขบวนการโดยมีทั้งในส่วนของคนไทยเองและชาวกัมพูชา โดยการลักลอบค้าไม้พะยูงจะมีวิธีการไม่แตกต่างจากขบวนการค้ายาบ้า มีการตัดตอนผู้ที่ร่วมกลุ่มขบวนการเป็นทอด ๆ โดยเจ้าหน้าที่ไม่สามารถตรวจพบพบความเชื่อมโยงได้ ซึ่งจะมีคนชี้เป้าว่ามีไม้พะยูงขึ้นอยู่จุดใดบ้าง ซึ่งมักจะเป็นคนพื้นที่ ซึ่งเพียงแค่การชี้เป้านี้ก็จะได้ค่าตอบแทนแล้วต้นละ 5,000 บาท ปัจจุบัน ไม้พะยูงถือเป็นไม้สงวน หากใครมีไว้ในครอบครอง ถือว่ามีความผิด เรียกได้ว่าสถานการณ์ไม้พะยูงในประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งสุดท้ายแหล่งเดียวในโลก กำลังเผชิญกับสภาวะที่ล่อแหลมต่อการสูญพันธุ์หรือสูญสิ้น

2.9 ป่าดงดิบแล้ง (อุทิศ , 2539)

2.9.1 ลักษณะที่ใช้ในการจำแนก (Characteristics for classification)

ป่าดงดิบแล้งจำแนกโดยลักษณะโครงสร้างด้านองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้และลักษณะทางสรีระของพันธุ์ไม้ในสังคม พรรณไม้ในสังคมนี้เป็นการผสมกันระหว่างไม้ผลัดใบและไม้ไม่ผลัดใบในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกัน ไม้ที่ไม่ผลัดใบมักมีการเปลี่ยนในค่อนข้างสูงในช่วงฤดูแล้งซึ่งสังเกตได้จากปริมาณการร่วงหล่นของใบ แต่เรือนยอดป่าก็ยังคงรักษาความเขียวได้โดยตลอด การจำแนกที่ชัดเจนอาจต้องสังเกตที่ไม้ดัชนีของสังคม ซึ่งมีความแตกต่างจากสังคมป่าอื่นค่อนข้างเด่นชัดทั้งในระดับบนเรือนยอดชั้นบน ชั้นกลาง และชั้นพื้นป่า ซึ่งไม้พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis*) จัดเป็นไม้ดัชนีเรือนยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ถิ่นกระจาย (Distribution range)

ป่าดงดิบแล้งของเมืองไทยพบกระจายตั้งแต่ตอนบนของทิวเขาถนนธงไชยจากจังหวัดชุมพรขึ้นมาทางเหนือ ปกคลุมลาดเขาทางทิศตะวันตกของทิวเขาตะนาวศรีไปจนถึงจังหวัดเชียงรายส่นทางซีกตะวันออกของประเทศ ปกคลุมตั้งแต่ทิวเขาภูพานต่อลงมาถึงทิวเขาบรรทัด ทิวเขาพนมดงรักลงไปถึงจังหวัดระยอง ขึ้นไปตามทิวเขาดงพญาเย็น ทิวเขาเพชรบูรณ์จนถึงจังหวัดเลยและน่าน นอกจานี้ยังพบในจังหวัดสกลนคร และทางเหนือของจังหวัดหนองคาย เลียบลำน้ำโขง ป่าดงดิบแล้งในส่วนนี้พบขึ้นสลับกับป่าไผ่และป่าผสมผลัดใบอาจมีทุ่งหญ้าที่เกิดจากการทำลายป่าเป็นหย่อมๆ ในทิวเขาอื่นทางภาคเหนือ เช่น ขุนตาล ผีปันน้ำ และแดนลาว พบป่าชนิดนี้ในระดับความสูงปานกลางและเฉพาะพื้นที่ที่ปัจจัยแวดล้อมเหมาะสม (Smitinand 1997a Lekagul and McNeely 1977) ป่าดงดิบแล้งในปัจจุบันส่วนใหญ่พบได้เฉพาะพื้นที่อนุรักษ์ เช่น อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและที่รู้จักกันทั่วไป เช่น ป่าดงดิบแล้งที่สถานีวนวัฒนวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ป่าดงดิบแล้งในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติทับลาน เป็นต้น

2.9.3 ปัจจัยกำหนด (Limiting factors)

สังคมป่าดงดิบแล้งจัดได้ว่าเป็นสังคมถาวรในสภาพภูมิอากาศแถบกึ่งร้อน (Subtropical climate) ปัจจัยหลักที่เป็นปัจจัยกำหนดของสังคมนี้คือฤดูกาลที่มีการแบ่งแยกเด่นชัด อย่างน้อยต้องต้องมีช่วงความแห้งแล้งที่ยาวนานประมาณ 3-4 เดือน มีดินค่อนข้างลึก สามารถเก็บน้ำได้ดีพอควรที่จะทำให้พันธุ์ไม้บางชนิด สามารถคงใบอยู่ได้ตลอดช่วงความแห้งแล้งนี้ และไม่มีไฟป่าเข้ามารบกวน ด้วยสาเหตุนี้ดินในป่าดงดิบแล้งจึงมักเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย

ปกติป่าชนิดนี้พบตั้งแต่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 100 เมตร ขึ้นไปจนถึง 800 เมตร มีน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,000 ถึง 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ฉะนั้น จึงปรากฏอยู่ในเส้นทางของลมมรสุมทางตอนเหนือของภาคใต้ขึ้นไป ในบางพื้นที่อาจพบหินที่เป็นต้นกำเนิดของดินโผล่ขึ้นมาให้เห็นด้วย ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิ และความชื้นนับว่ามีบทบาทน้อย

2.9.4 พรรณไม้และโครงสร้าง (Vegetation and structure)

ป่าดงดิบแล้งโดยทั่วไปมีเรือนยอดไม้ปกคลุมต่อเนื่องกันโดยตลอด ช่องว่างจากเรือนยอดชั้นบนถูกปิดด้วยเรือนยอดของไม้ชั้นรองและไม้พุ่มจนไม่สามารถมองเห็นพื้นดินได้ โครงสร้างทางด้านตั้งของป่าชนิดนี้ ประกอบด้วยไม้ 3 ชั้นเรือนยอดชั้นบนสุด มีความสูงตั้งแต่ 25 เมตรขึ้นไป อาจถึง 40 เมตร โดยพืชในเรือนยอดชั้นรองในช่วงฤดูแล้งจำนวนใบบนต้นไม้ของชันนี้ลดปริมาณลงเด่นชัด ทำให้ป่ามีความแห้งแล้งและส่งผลกระทบต่อพืชคลุมดิน

ที่ระดับผิวดินภายใต้เรือนยอดที่แน่นทึบของป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์มักปกคลุมด้วยซากพืชที่หนา โดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝนหลังการทิ้งใบของไม้ผลัดใบในสังคม พืชจำพวกว่านและบอนอาจพบผสมกับเครือเถาว์ขนาดเล็กและลูกไม้ใหญ่ที่เริ่มงอกหลักจากได้รับฝนแรกของปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากป่าดงดิบแล้งมีการกระจายกว้างขวางมากจึงมีความแปรผันมากมายหลายรูปแบบ Bunyavejchewin (1986) จึงได้แบ่งออกเป็นสังคมย่อย เฉพาะที่พบในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช มีอยู่ 3 สังคมย่อย (1) สังคมย่อยของไม้ตะเคียนหิน(*Hopea ferrea* sub-community) (2) สังคมย่อยของไม้เคี่ยมคะนอง (Shorea henryana sub-community) และ (3) สังคมย่อยที่มีไม้เด่นผสมกันหลายชนิด (Multiple dominant species sub-community) ส่วนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ด้านตะวันออก และอุทยานแห่งชาติทับลาน เป็นสังคมย่อยที่เด่นด้วยไม้ลาน (*Co-rypha lecomtei*)

2.9.5 ระบบนิเวศ (Ecosystem)

เนื่องจากป่าดงดิบแล้งประกอบด้วยพรรณไม้ที่มีความหลากหลายสูง และมีสภาพทางสรีระที่แตกต่างกันหลายระบบ มีทั้งพืชผลัดใบและไม่ผลัดใบจึงทำให้มีการผลิตอินทรียวัตถุได้ตลอดและมีส่วนที่สดคงอยู่ในสังคมค่อนข้างสูงแม้แต่ในช่วงฤดูแล้ง จากการศึกษาของประเทือง และคณะ(2528) ปรากฏว่าไม้หลายชนิดมีการหยุดการเจริญเติบโตในบางฤดูกาล แต่มีพันธุ์ไม้หลายชนิดมีการเพิ่มพูนตลอดปี การศึกษามวลชีวภาพในป่าดงดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช 358.53 ตันต่อแฮกแตร์ ซึ่งเมื่อเปลี่ยนเป็นน้ำหนักแห้งได้ 232.87 ตันต่อแฮกแตร์

โดยแท้จริงแล้วมวลชีวภาพของป่าดงดิบแล้งในระดับชั้นรองนับว่ามีบทบาทสำคัญไม่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิดบางชนิดมีผลและใบอ่อนเป็นอาหารของสัตว์ป่าได้เป็นอย่างดี มวลพฤกษ์บนพื้นป่ามีความแปรผันไปตามช่องว่างที่เกิดขึ้นในป่าซึ่งปรากฏอยู่มาก อย่างไรก็ตามภายใต้เรือนยอดในช่วงฤดูแล้งก็ได้รับแสงค่อนข้างสูงกว่าป่าดงดิบชื้นโดยทั่วไป ฉะนั้นในช่วงต้นฤดูฝนซึ่งใบไม้ชั้นบนยังไม่ผลิเต็มที่พืชชั้นคลุมผิวดินหลายชนิดก็เริ่มแตกหน่อและใบอ่อนก่อน ส่วนนี้เป็นผลผลิตสดที่มีการถ่ายทอดพลังงานและสารไปสู่สัตว์ป่าได้มาก นอกจากนี้เถาวัลย์และพืชหัวต่างๆ ก็เป็นส่วนสำคัญที่เพิ่มปริมาณอาหารให้แก่สัตว์ป่า

โดยทั่วไปป่าดงดิบแล้งมีระบบนิเวศที่ค่อนข้างมีการหมุนเวียนของธาตุอาหารและการหลั่งไหลของพลังงานเร็ว สภาพภูมิอากาศที่มีช่วงชื้นหลายเดือนทำให้การทำงานของแบคทีเรียและเชื้อราต่างๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใบและกิ่งก้านขนาดเล็กที่พืชปลดปล่อยลงมาส่วนใหญ่สลายหมดไปได้ภายในปีเดียว กิ่งขนาดใหญ่และลำต้นที่ล้มทอดอยู่ในป่ามักเริ่มการสลายด้วยแมลง ปลวก และสัตว์กัดแทะ เห็ดชนิดต่างๆ เข้ามาอาศัยทำลายให้ย่อยสลายเล็กลงและหมดไป หากเป็นไม้ที่มีโครงสร้างที่ไม่แข็งเกินไปก็สลายหมดไปได้ในเวลาไม่เกิน 5 ปี สารต่างๆ คืนลงสู่ดินและหมุนเวียนกลับขึ้นไปสู่พืช ป่าที่มีลักษณะสมบูรณ์มีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับการถูกกัดชะ และละลายไปกับน้ำค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เนื่องจากความแน่นทึบของพืชปกคลุมดิน และรากที่ประสานกันแน่นแต่ถ้าหากป่าถูกทำลายลงการสูญเสียธาตุอาหารในดินมักเป็นไปอย่างรวดเร็วทั้งนี้เนื่องจากฝนที่มักตกอย่างรุนแรงเป็นระยะๆ การผุสลายของหินในป่าเป็นแหล่งเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินทางหนึ่งผนวกกับที่ได้จากธาตุอาหารในส่วนที่สะสมอยู่ในดินชั้นล่าง ปริมาณที่ได้นี้อาจมากพอที่จะจัดการป่าชนิดนี้ในเชิงเศรษฐกิจบางประการแต่ต้องกระทำตามหลักวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.6 สถานภาพปัจจุบัน (Present Status)

เนื่องจากป่าดงดิบแล้งประกอบด้วยไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอยู่มาก ขึ้นปกคลุมอยู่บนดินค่อนข้างลึก การระบายน้ำค่อนข้างดี พื้นป่าภายใต้ป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชค้างอยู่มากจึงทำให้ราษฎรบุกรุกเข้าไปยึดครองพื้นที่ค่อนข้างมากกว่าในป่าชนิดอื่นๆ แต่ในสภาพที่มีความลาดชันสูง การเสียผิวดินเป็นไปอย่างรุนแรงจึงทำให้คุณภาพดินต่ำลงอย่างรวดเร็ว ในหลายพื้นที่จึงเปลี่ยนสภาพกลายเป็นทุ่งหญ้าคา ป่าดงดิบแล้งเป็นแหล่งไม้ที่มีคุณค่าทางการก่อสร้างอยู่หลายชนิด การลักลอบตัดไม้ในป่าชนิดนี้จึงเป็นไปอย่างหนัก ไม้ชั้นรองหลายชนิดเหมาะสมสำหรับทำเครื่องมือเครื่องใช้ทางการเกษตรและอื่นๆ เป็นไม้ฟืน ถ่าน นอกจากนี้ยังมีไม้บางชนิดที่มีผลกินได้และเป็นสินค้าในระดับท้องถิ่นซึ่งราษฎรมักโค่นต้นเพื่อการเก็บผล จึงทำให้ไม้เหล่านี้ค่อยๆ หมดไปจากสังคม

ในปัจจุบันป่าดงดิบแล้งที่ค่อนข้างสมบูรณ์คงเหลืออยู่เฉพาะในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุทยานแห่งชาติและพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ เพียงบางส่วน อย่างไรก็ตามการบุกรุกทำลายและลักลอบตัดไม้ก็ยังคงรุนแรงอยู่เช่นเดิม ทั้งนี้เนื่องจากรัฐบาลยังให้การเอาใจใส่ด้านการป้องกันน้อยและค่าของไม้มีราคาสูงขึ้นจนราษฎรยอมเสี่ยงกับการกระทำที่ผิดกฎหมาย ป่าชนิดนี้ในส่วนที่เป็นป่าสงวนแห่งชาติส่วนใหญ่ถูกยึดครองและรัฐบาลได้นำไปปฏิรูปที่ดินจนเกือบหมดสิ้น

2.10 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา

สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช เป็นหน่วยงานภาคสนามในสังกัดกลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14° 27/ - 14° 33/ เหนือและเส้นแวงที่ 101° 53/ - 101° 56/ ตะวันออกในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาภูหลวง บ้านห้วยน้ำเค็ม ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อยู่ทางด้านขวามือของทางหลวงหมายเลข 304 จากอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมากับอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ระยะทางห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 280 กิโลเมตรสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช ตั้งอยู่ที่ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยภูเขาที่มีความลาดชันระดับปานกลาง ภูเขาเตี้ยๆและที่ราบเป็นส่วนน้อยบริเวณที่เป็นภูเขามีความลาดชัน 10 – 30 เปอร์เซ็นต์ บางพื้นที่มีความลาดชันถึง 30 – 45 เปอร์เซ็นต์ บริเวณที่พบ ได้แก่ เขาเคียดและเขาเขียวซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 760 และ 730 ตามลำดับ พื้นที่ที่มีความลาดชันมาจะพบอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งติดกับทางหลวงหมายเลข 304 ลักษณะของลำห้วยส่วนมากเป็นแบบ intermittent คือมีน้ำไหลบางฤดูส่วนฤดูแล้งน้ำจะแห้ง มีลำห้วยสองสายคือห้วยน้ำเค็มและห้วยเพ ดินเกิดจากหินทราย (sandstone) หมวดหินพระวิหาร (Phra Wihan formation) อยู่ในชุดดินโคราช (Korat series) ปกติดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ธาตุอาหารถูกชะล้างได้ง่าย และมีความสามารถอุ้มน้ำได้น้อย หน้าตัดดินมีชั้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินครบทุกชั้น ดินชั้นบนมีความหนา 10 – 20 เซนติเมตร ชั้นกลางหนา 20 – 25 เซนติเมตร ชั้นล่างมีความลึกเกิน 80 เซนติเมตรจนถึงชั้นหิน

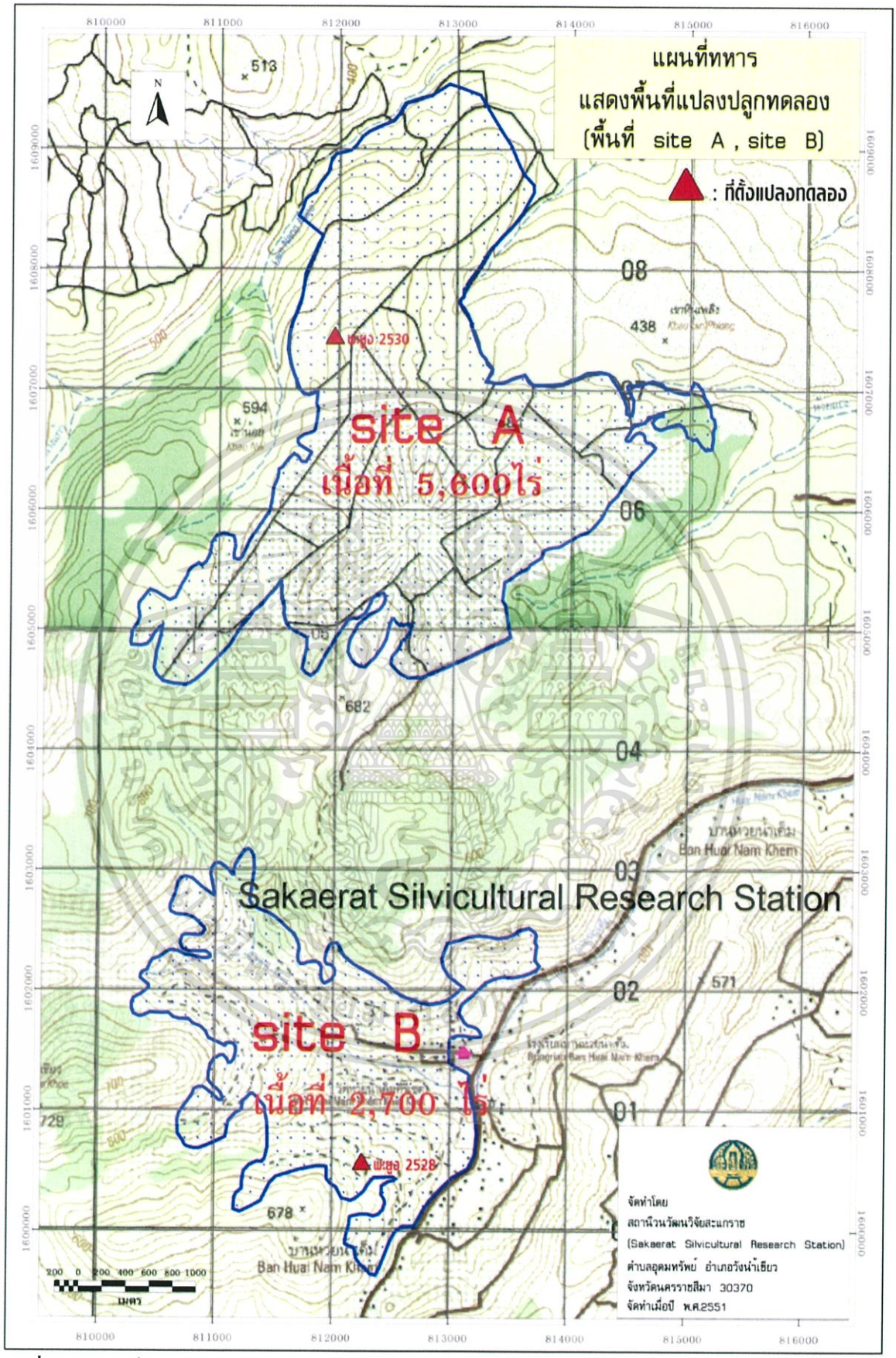
ตารางที่ 2.3 ลักษณะภูมิอากาศบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี 2546 - 2555

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
ม.ค.	8.7	26.3	88.3
ก.พ.	15.7	28.2	83.9
มี.ค.	73.2	26.8	88.4
เม.ย.	102.3	29.4	84.7
พ.ค.	142.6	28.4	89.2
มิ.ย.	110.8	27.0	90.0
ก.ค.	110.0	26.5	87.3
ส.ค.	133.8	25.6	87.0
ก.ย.	282.2	26.2	93.4
ต.ค.	215.5	24.3	92.8
พ.ย.	49.1	23.2	89.4
ธ.ค.	15.3	24.3	87.9
รวม	1259.2	-	-
เฉลี่ย		26.4	88.5

ที่มา : สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา, 2551

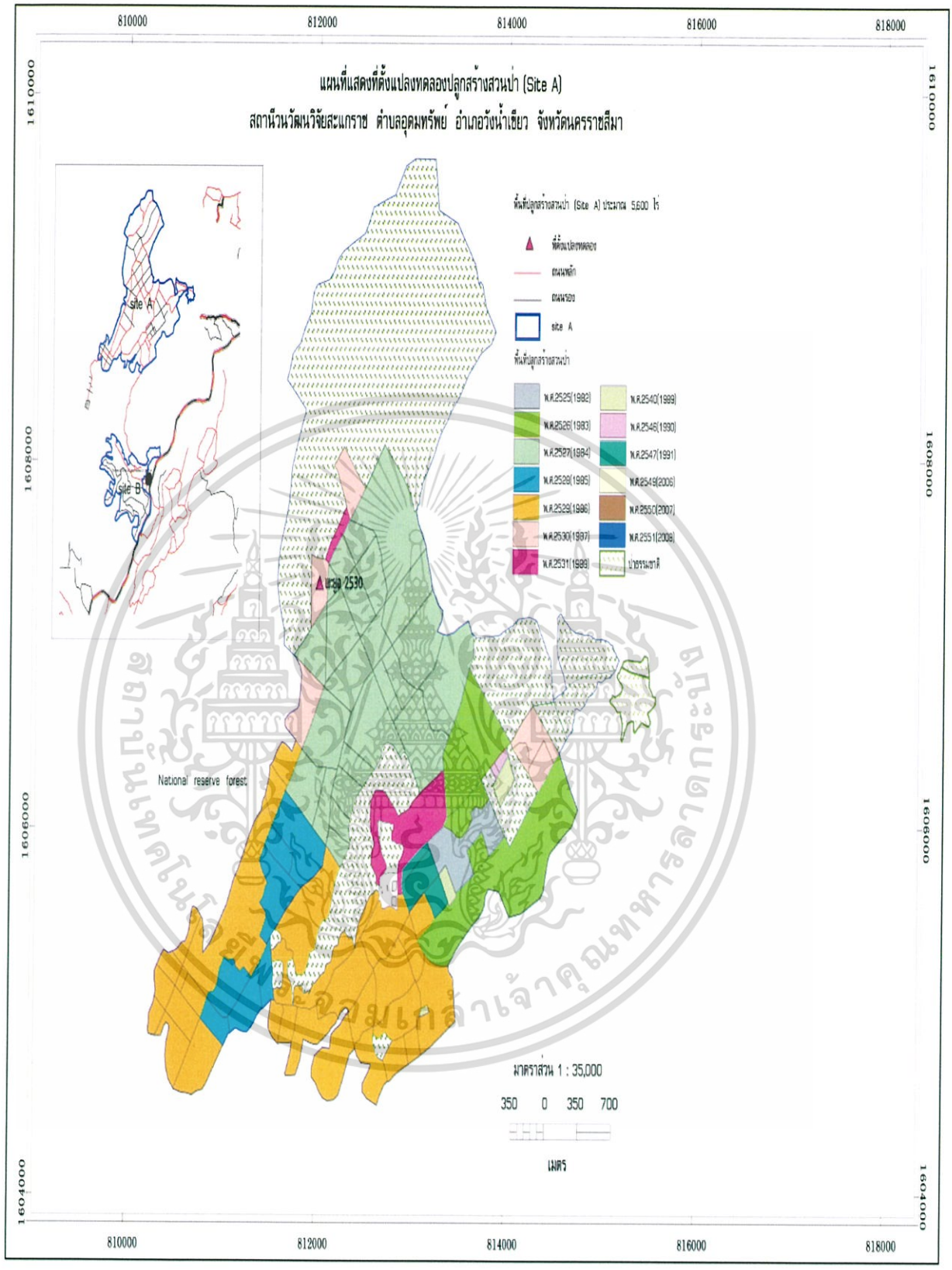
ลักษณะภูมิอากาศ ในฤดูหนาวอากาศหนาวเย็นมีความชื้นของอากาศน้อยมาก ในฤดูร้อนอากาศร้อนและความชื้นในอากาศสูง ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน ส่วนฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จากข้อมูลลักษณะอากาศตั้งแต่ปีพ.ศ.2512-2543 รวม 32 ปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปีประมาณ 30.7 และ 20.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 85.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 1,052.1 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



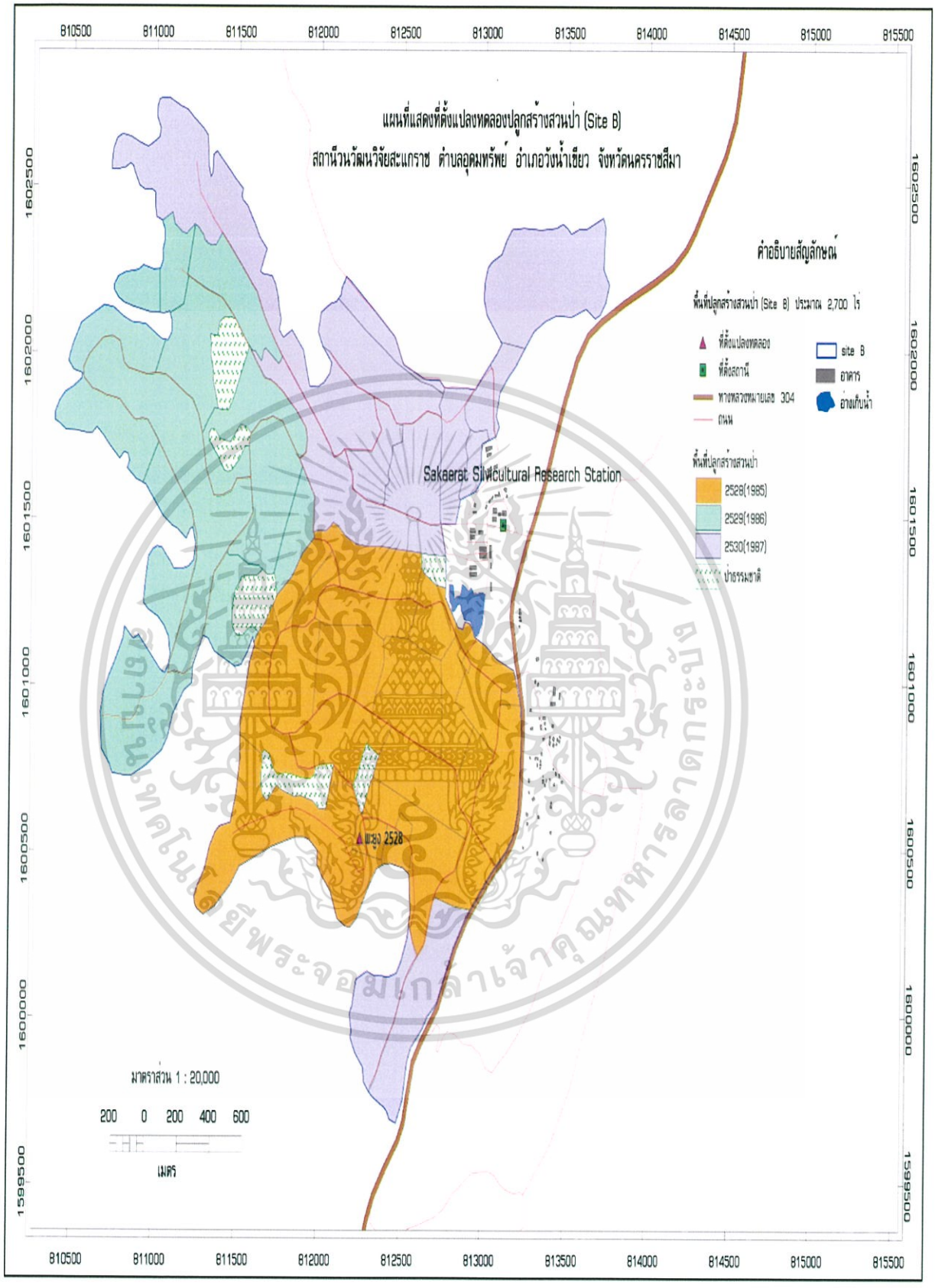
รูปที่ 2.2 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A) และแปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B) สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 26 ปี (Site A สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แผนที่แปลงปลูกพะยูงอายุ 28 ปี (Site B สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณิต และคณะ (2542)

ศึกษาการร่วงหล่นของซากพืช ซึ่งเป็นการลดพื้นที่ผิวใบ ทำให้ต้นไม้มีชีวิตอยู่ได้ในช่วงฤดูแล้ง ซากพืชที่ร่วงหล่นทับถมบนพื้นป่ามีการผุสลายกลายเป็นแร่ธาตุที่สะสมอยู่ในดินและช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน การร่วงหล่นของซากพืชจึงเป็นปัจจัยสำคัญของการหมุนเวียนธาตุอาหารของพืชในระบบนิเวศ ในสังคมพืชป่าสนสามใบธรรมชาติพบมีการสะสมมวลชีวภาพของเศษซากพืช 7.18 ตัน/เฮกแตร์/ปี และในช่วง 1 ปี พบว่าสนสามใบมีการผุสลายของส่วนที่เป็นใบ กิ่ง และผล เท่ากับ 57.0, 48.0 และ 22.8 % ระยะเวลาที่ใช้ในการผุสลายของส่วนที่เป็นใบ กิ่ง และผลจนหมดใช้เวลา 3.96, 4.99 และ 12.48 ปี

นาฏสุดา (2550)

ศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพในรากของไม้สัก ในพื้นที่สวนป่าของไม้อัดไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในรากของไม้สัก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก ใน 5 ช่วง อายุคือ อายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี ตามลำดับ การศึกษาได้ใช้สมการอโรแมติคในการคำนวนปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สำหรับในรากได้ทำการขุดตัวอย่างรากตามชั้นอายุ อายุละ 1 ต้น เพื่อมาคำนวณหามวลชีวภาพของรากและการคำนวณคาร์บอนในดิน มวลชีวภาพทั้งเหนือพื้นดินและในรากได้เปลี่ยนเป็นปริมาณคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณคาร์บอนรวมของสวนป่าไม้สักแต่ละชั้นอายุซึ่งประกอบด้วย ชั้นอายุ10, 14, 18, 27 และ 28 ปี คาร์บอนรวมเท่ากับ 169.37, 83.72, 99.11, 170.13, 149.66 ตัน/แฮกแตร์ ตามลำดับ สัดส่วนของคาร์บอนในต้นสักและราก ตามชั้นอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 เท่ากับ 31:1, 7:1, 12:1, 33:1 และ 27:1 ตามลำดับ ความผันแปรของคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในราก และในดินผันแปรไป เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ การจัดการสวนป่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งไฟ

วสันต์ และคณะ (2553)

ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ได้ทำการศึกษา ณ สวนป่ามัญจคีรี จังหวัดขอนแก่น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและเปรียบเทียบศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนระหว่างป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 1-4 ปี ดำเนินการศึกษาโดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 เมตรในสวนป่ายูคาลิปตัส ชั้นอายุละ 1 แปลง และป่าเต็งรังจำนวน 4 แปลงทำการวัดมิติต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เพื่อนำไปประมาณหามวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดิน ด้วยสมการแอลโตเมตรี และทำการเก็บตัวอย่างดินแปลงตัวอย่างละ 3 หลุม แต่ละหลุมเก็บดินที่ 3 ระดับความลึก คือ 0-20, 20-40, และ 40-60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร ตามลำดับ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ โดยใช้วิธี dry combustion ผลการศึกษาพบว่า สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 3 ปี มีการสะสมคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 64.70 ตันต่อเฮกเตอร์ รองลงมาได้แก่ สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 4 ปี ป่าเต็งรัง สวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 2 ปี และสวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 1 ปี มีค่าเท่ากับ 60.41, 58.36, 54.55 และ 48.48 ตัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ ความแตกต่างของการสะสมคาร์บอนขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นมากกว่าคาร์บอนในดิน แต่อย่างไรก็ตามป่าเต็งรังหรือสวนป่ายูคาลิปตัสต่างก็มีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าเขตร้อน ดังนั้นควรหาแนวทางลดการทำลายป่าและเพิ่มพื้นที่ปลูกป่าเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

จุฑารัตน์ และคณะ (2554)

ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าสนคาริเบีย ดำเนินการในแปลงทดสอบสายพันธุ์ไม้สนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในรอบปี และศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่น ผลการศึกษาพบว่า มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชในสวนป่าไม้สนคาริเบีย อายุ 29 ปี เฉพาะส่วนของใบคิดเป็นปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น เฉลี่ย 750. 11 กิโลกรัม/ไร่ / ปี หรือ18,003 กิโลกรัม/24 ไร่ / ปี โดยมีการร่วงหล่นมากที่สุดในช่วงหน้าแล้งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม 61.90-124.45 กิโลกรัม/ไร่ หลังจากนั้นปริมาณการร่วงหล่นเริ่มลดน้อยลงมี การสะสมธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสนคาริเบีย ได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเท่ากับ 352, 3.42, 0.23, 1.12, 3.58 และ 1.08 กิโลกรัม/ไร่

เอกพงษ์ และคณะ (2554)

ศึกษาการกักเก็บธาตุอาหารในมวลชีวภาพเหนือดินและการคืนกลับธาตุอาหารในสวนป่าไม้โตเร็วที่ปลูกเพื่อผลิตพลังงานชีวมวล วางแผนทดลองแบบ CRD เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บธาตุอาหารในมวลชีวภาพเหนือดิน และการคืนกลับธาตุอาหารของสวนป่าไม้โตเร็วอายุ 3 ปี ที่ปลูกเพื่อผลิตพลังงานชีวมวล (ยูคาลิปตัส กระถินเทพณรงค์ และกระถินยักษ์) ในแปลงสาธิตปลูกไม้โตเร็วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้า บริษัท สหโคเจนกบินทร์บุรีจำกัด อ.กบินทร์บุรี จ.ปราจีนบุรี โดยวางแปลงตัวอย่างหามวลชีวภาพเหนือดิน และวางกระบะรองรับซากพืช (Litter trap) เพื่อเก็บรวบรวมซากพืชทุกๆ เดือนจนครบปี จากนั้นสุ่มตัวอย่างพืชและซากพืชไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุ N,P,K,Ca และ Mg พบว่า กระถินเทพณรงค์มีปริมาณการกักเก็บธาตุอาหารในมวลชีวภาพเหนือดินสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะ N เท่ากับ 41.94 ตัน/เฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ ยูคาลิปตัส และกระถินยักษ์ ตามลำดับ ส่วนการคืนกลับธาตุอาหาร กระถินเทพณรงค์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการคืนกลับสุทธิของ N สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 38.51 ตัน/เฮกตาร์ รองลงมาได้แก่ กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส ตามลำดับ

Pablo L. Peri *et al.*, (2008)

ศึกษาปริมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน และในราก และปริมาณสารอาหาร (N, P, K, Ca, S และ Mg) ของไม้ผลัดใบ Nothofagus ทวีปแอนตาร์กติกา ซึ่งมีช่วงอายุเท่ากับ 8 -180 ปี ปลูกในภาคใต้ของ Patagonia มีชีวมวลรวมสะสมตั้งแต่ 60.8-70.8 Mg/hec สัดส่วนของส่วนประกอบของราก เป็น 51.6, 47.2, 43.9 และ 46.7 % ตั้งแต่ต้นเกิดใหม่ ต้นที่มีการเจริญเติบโตเริ่มต้น ต้นที่มีการเจริญเติบโตขั้นสุดท้ายและต้นที่ยืนต้นขั้นสุดท้ายตามลำดับ นอกจากนี้ยังศึกษาได้รับผลกระทบสะสมของจุลินทรีย์ที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 38.4 Mg/hec และน้อยสุดเท่ากับ 2.6 Mg/hec ปริมาณของสารอาหารที่แตกต่างกันตามส่วนประกอบของต้นไม้ เป็น ใบ> เปลือก > รากกลาง > สาขาขนาดเล็ก > ราก > กระพี้ > รากหยาบ > แก่น ในขณะที่ความเข้มข้นของ N และ K เพิ่มขึ้นตามอายุ มีปริมาณมากในใบและราก ความเข้มข้นของ Ca เพิ่มขึ้นตามอายุ มีปริมาณเท่าๆกันในทุกส่วนประกอบ ซึ่งจะมีปริมาณมากกว่า N และ K และปริมาณของในใบ มี Ca สูงมากกว่า P, K และปริมาณของ S มีมากในราก แม้ว่ามีชีวมวลใกล้เคียงกันทุกช่วงอายุ ความแตกต่างในการสะสมสารอาหารเท่ากับ 979.8 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์สำหรับที่ระยะการเจริญเติบโตเริ่มต้นและ 665.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์สำหรับระยะยืนต้นลำดับสุดท้าย การจัดเก็บสารอาหารสำหรับยืนเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่และสุดท้ายคือในลำดับที่ Ca> n> K> P> Mg> S และต้นเกิดใหม่เป็น Ca > N > K > Mg > P > S ชีวมวลในรากมีปริมาณของสารอาหารทั้งหมดในทุกช่วงอายุเป็น N, K, S, Ca และ Mg ซึ่งเท่ากับ 50 % อย่างไรก็ตาม P เป็นทำให้สัดส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 60 % ในชีวมวล แล้วเพิ่มขึ้นถึง 70% ตามช่วงอายุที่เพิ่มขึ้น ข้อมูลเหล่านี้สามารถช่วยให้ทราบปริมาณผลกระทบของการใช้พื้นป่าไม้ ควรมีจุดมุ่งหมายที่จะยกส่วนระกอบของต้นไม้ (ส่วนใหญ่ใบไม้กิ่งขนาดเล็กและเปลือก) บนพื้นที่ป่าเพื่อลดการกำจัดธาตุอาหารและเพื่อหลีกเลี่ยงการลดลงของอัตราผลกระทบต่อป่าไม้ในระยะยาว

Jaana Leppa-lammi-Kujansuu *et al.*, (2014)

ศึกษาปริมาณของคาร์บอนในรากของต้นไม้และซากพืชเหนือพื้นดินในพื้นที่ปลูกต้นสน (Picea abies L.) ตั้งอยู่ในภาคเหนือและภาคใต้ของฟินแลนด์ ข้อมูลของรากได้มาจากผลประกอบการและข้อมูลจากชีวมวล และความหนาแน่นของดิน ส่วนข้อมูลของซากพืชเหนือพื้นดินได้จากการตั้งกระบะรองรับ จากการเติบโตประจำปีและการรายงานข่าว จากข้อมูลที่มีพบว่าในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวีเดนมีการปลูกต้นสนอยู่ 4 พื้นที่ เพื่อการศึกษาซากพืชเหนือพื้นดินและราก ตามอัตราส่วนของละติจูดและการไล่ระดับสีอุดมสมบูรณ์ของดิน ชีวมวลในรากของต้นสนเป็นเกือบ 2 เท่าในของทางภาคเหนือเมื่อเทียบกับภาคใต้ นอกจากนี้รากของต้นสนในภาคเหนือยังคงมีอยู่อย่างมีนัยสำคัญอีกต่อไป (97 ± 2 สัปดาห์) กว่ารากต้นสนในภาคใต้ (89 ± 2 สัปดาห์) ในพื้นที่การผลิตประจำปีของซากใบไม้ต้นไม้สูงในภาคใต้ แต่ปริมาณทั้งหมด(รวมทั้งซากพืชและราก) ยังมีสัดส่วนเท่าๆกันทั้ง 2 พื้นที่ อัตราส่วนระหว่างการผลิตซากพืชเหนือพื้นดินและราก บทบาทของพืชที่ร่วงหล่นมีมากขึ้นในพื้นที่ของภาคเหนือ ที่มันเป็นความรับผิดชอบของ 23%และ 33% ของการรากและซากเหนือพื้นดินตามลำดับ เมื่อเทียบกับ 11% และ 15% ในทางทิศใต้ ดังนั้นควรจะจัดการระบบนิเวศในรูปแบบของวัฏจักรคาร์บอนในรากและซากพืชเหนือพื้นดินมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนเป็นอย่างมากและคาร์บอนการถดถอยระหว่างซากพืชเหนือพื้นดิน และราก อัตราส่วนการผลิตและ C : N อัตราส่วนของชั้นอินทรีย์ (รวมข้อมูลจากฟินแลนด์และสวีเดน) แสดงให้เห็นว่ารากมีการผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ลดลง การเปลี่ยนแปลงนี้ในรูปแบบการผลิตซากพืชเหนือพื้นดินและรากในพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์อย่างน้อยอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของคาร์บอน และการสะสมของคาร์บอนในดิน

S.L. Swamy *et al.*, (2003)

ศึกษาการเจริญเติบโตของชีวมวล การกักเก็บคาร์บอน ปริมาณธาตุอาหาร(N PและK) และการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในช่วงเวลา 1-6 ปี ของต้น Gmelina arborea พบว่าการเจริญเติบโตของค่าตัวแปล DBH รวมมีค่าสูงและจำนวนของกิ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอายุและความแตกต่างของพื้นที่ แต่ความหนาแน่นของต้นไม้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ได้มีนัยสำคัญ อีกทั้งยังพบว่า อินทรีย์คาร์บอนและสารอาหารในดินเพิ่มขึ้นอย่างมากภายใน 6 ปีของการปลูก G. arborea อินทรีย์คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น 8.46-14.02 $Mgha^{-1}$ ส่วนในดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม., 21-40 ซม. และ 41-60 ซม. ในพื้นที่โดยไม่ได้มีการใส่ปุ๋ยพบว่ามีอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยเท่ากับ 14.85 %, 11.98 % และ 11.25 % ปริมาณ K เท่ากับ 10 %, 9.13 % และ 10.63 % ในขณะที่ฟอสฟอรัสลดลง 26 %, 23 % และ 20 % ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 6 ปีที่ผ่านมา G. arborea ที่ยืนต้นจะมีคาร์บอน 31.37 $Mgha^{-}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์

1. ชุดเครื่องกลั่นของเจลดาล (Kjeldahl digestion apparatus) ยี่ห้อ Sciencitic รุ่น KI Cerhardt
2. UV-Spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo scientific รุ่น 105
3. Atomic Absorption Spectrophotometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น AA-200new
4. เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น TOC-VCPH/CPN
5. ตู้อบให้ความร้อน ยี่ห้อ Menmert รุ่น UN55
6. เตาเผา ยี่ห้อ Naberthem รุ่น Controller P320
7. ตู้ดูดควัน (Hood)
8. เตานำความร้อน (Hot plate) ยี่ห้อ Fisher Sciencitic รุ่น
9. ชุดเครื่องกรองแบบลดความดัน ยี่ห้อ Tokyo Rikakikai รุ่น A-3S
10. เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ED224s
11. Vernier Caliper ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น 503-100
12. ชามระเหย (Evaporating dishes) ยี่ห้อ HCT รุ่น porcelain
13. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิดิน
14. พีเอชมิเตอร์ pH meter
15. อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับห้องปฏิบัติการ
16. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม ได้แก่ อุปกรณ์เก็บดินตามความลึกชนิดสว่าน (Auger), กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (Core) , จอบ , เสียม , ถังพลาสติก

3.2 สารเคมี

1. กรดไนตริกเข้มข้น (conc HNO_3) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy
2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc H_2SO_4) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaoH) A.R.grade บริษัท Carlo Erba, Italy
4. กรดบอริก (Boric acid) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy
5. โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) AR. grade บริษัท RFCL Limited, India
6. คอปเปอร์ซัลเฟต ($CUSO_4\,10H_2O$) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy
7. เซเลเนียม (Se) AR. grade บริษัท Merck KGaA, Germany

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แอมโมเนียมโมลิบเดท ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}4H_2O$) AR. grade, บริษัท Carlo Erba, Italy

9. แอมโมเนียมเมตาวานาเดท (NH_4VO_3) AR. grade บริษัท Merk

10. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

11. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) AR. grade บริษัท Ajax

12. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

13. กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

14. แอนติโมนีโพแทสเซียมทาเทรต ($KSbO.C_4H_4O_6$) AR. grade บริษัท Ajax

15. แอมโมเนียมฟลูออร์ไรด์ (NH_4Cl) AR. grade บริษัท BDH

16. กรดอะซิติก 99% (acetic acid) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

17. สารละลายแอมโมเนียม AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

18. สารสตรอนเทียมคลอไรด์ ($SrCl_2$) AR. grade บริษัท Merk

19. แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

20. กรดไฮโดรคลอริก 37% (HCl 37%) AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

21. Methyl red AR. Grade บริษัท Fisher Scientific UK limited, UK

22. Methylene blue AR. grade บริษัท Carlo Erba, Italy

23. 95%Ethyl alcohol AR. grade บริษัท Carlo Erba

3.3 วิธีการ

3.3.1 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและซากพืช

3.3.1.1 การวางแปลงตัวอย่าง

1. ทำการศึกษาในพื้นที่สวนป่าต้นพะยูง โดยกำหนดอายุของต้นพะยูงที่ศึกษา 2 ช่วง คือ 26 ปี (ระยะปลูก 2 × 4 เมตร) และ 28 ปี (ระยะปลูก 2 × 3 เมตร) ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

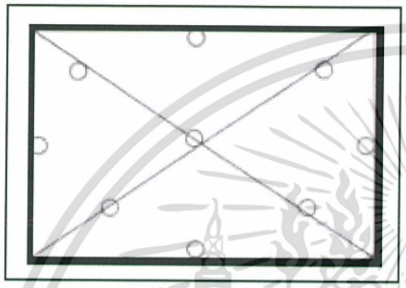
2. วางแปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ในแปลงสวนป่าต้นพะยูงอายุ 26 ปีจำนวน 1 แปลงและอายุ 28 ปี จำนวน 1 แปลง โดยสุ่มวางแปลงให้เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

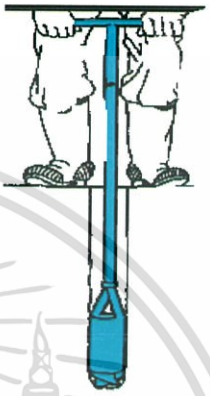
3.3.1.2 การเก็บตัวอย่างดินในแปลงตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1) กำหนดพื้นที่แปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ออกเป็น 9 จุด เก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด โดยขุดหลุมดินที่มีความลึก 30 เซนติเมตร โดยใช้อุปกรณ์เก็บดินชนิดสว่าน (auger) ในระดับความลึก 3 ระดับ คือ 0 – 10 เซนติเมตร,10 – 20 เซนติเมตรและ 20 – 30 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน



รูปที่ 3.2 การใช้อุปกรณ์เก็บดินชนิดสว่าน (auger) เก็บดินตามระดับความลึก

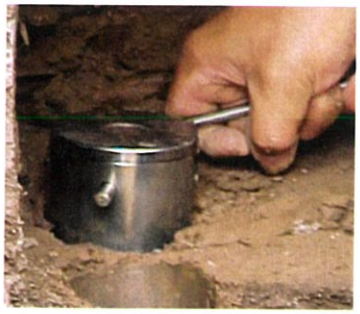
2) นำตัวอย่างดินที่ได้ใส่ถุงพลาสติก ติดหมายเลขตัวอย่างกำกับไว้

2. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อหา bulk density

1) นำกระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (core) ใส่ในเครื่องกระแทกเพื่อเก็บตัวอย่างดินให้เรียบร้อย

2) ดินที่จะหาค่าความหนาแน่นรวมควรมีความชื้นพอสมควร ไม่มีกรวดหรือก้อนหินขนาดใหญ่เพราะจะทำให้เครื่องกระแทกสำหรับเก็บดินเสียหายได้

3) ใช้เครื่องกระแทกดันกระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (core) ลงไปในดินจนมิด แล้วใช้พลั่วหรือเสียมขุดรอบๆเครื่องกระแทก ดึงตัวอย่างดินพร้อมกระป๋องเก็บตัวอย่างดินขึ้นมา ตัดดินส่วนเกินที่อยู่นอกกระป๋องเก็บตัวอย่างดินออกให้หมด



รูปที่ 3.3 การเก็บตัวอย่างดินด้วยกระป๋องเก็บตัวอย่างดิน (core)

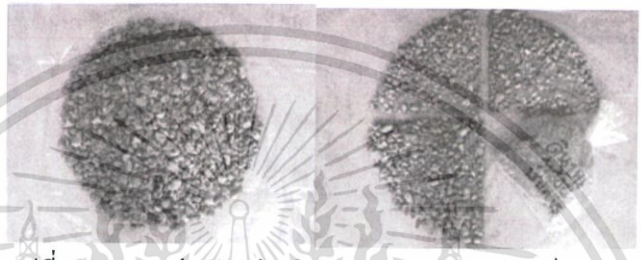
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นำดินในกระป๋องเก็บตัวอย่างดิน(core) ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมงหรือจนมีน้ำหนักคงที่ นำมาใส่เดซิเคเตอร์ จนถึงอุณหภูมิห้อง

5) นำดินในกระป๋องเก็บตัวอย่างดินไปชั่งน้ำหนัก

3.3.1.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

1. หลังจากเก็บตัวอย่างดินมาทั้ง 9 จุด โดยแยกแต่ละระดับความลึก คลุกเคล้าตัวอย่างดินรวมให้เข้ากันดีแล้วพูนดินให้เป็นกองและทำเครื่องหมาย + บนยอดกองดิน แบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน นำดินมา 1 ส่วน ประมาณครึ่งกิโลกรัมถึง 1 กิโลกรัม นำดินส่วนที่แบ่งมานี้บรรจุลงในถุงพลาสติก



รูปที่ 3.4 การแบ่งตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์

2. นำตัวอย่างดินอบที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากอบแล้วนำตัวอย่างดินไว้ในเดซิเคเตอร์ให้เย็น และเก็บใส่ถุงพลาสติก เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ด้วยวิธีวิเคราะห์ Total Organic Carbon (TOC) ด้วยเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยนำเอาตัวอย่างดินแล้วมาทำการย่อยด้วยวิธี Wet ashing โดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) แล้วใช้วิธีการกลั่นแบบ kjeldhal method ในการวิเคราะห์หาความเข้มข้น

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ได้ของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และแมกนีเซียม โดยการนำตัวอย่างดินมาสกัดกับสารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต และกรองตัวอย่างเพื่อนำสารละลายที่ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณของธาตุต่างๆ ต่อไป

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์/เครื่องมือวิเคราะห์
คาร์บอน	Total Organic Carbon (TOC)
ไนโตรเจน	Kjeldhal method
ฟอสฟอรัส	Barton's
โซเดียม, โพแทสเซียม	Atomic Emission Spectrophotometer
แคลเซียม, แมกนีเซียม	Atomic Absorption Spectrophotometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลของดินตัวอย่าง

1) การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน โดยการนำตัวอย่างดินที่บันทึกน้ำหนักก่อนอบไว้แล้ว ไปอบและชั่งน้ำหนักอบแห้ง คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ})}{\text{น้ำหนักหลังอบ}} \times 100$$

2) การหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยจะต้องหาน้ำหนักหรือมวลของดินและปริมาตรรวม

$$\text{Bulk Density } (g/cm^3) = \frac{\text{มวลหรือน้ำหนักดินแห้งใน core (g)}}{\text{ปริมาตรภายใน core } (cm^3)}$$

3) การหาปริมาณคาร์บอนในดิน โดยวิธี Total Organic Carbon โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total Carbon ,TC) ลบด้วยปริมาณอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic Carbon , IC)

$$\%TOC = TC - IC$$

ปริมาณคาร์บอนในดิน = ความหนาแน่นรวมของดิน × ความเข้มข้นของคาร์บอนในดิน × ความลึก

4) การหาปริมาณไนโตรเจนในดิน ความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างดินคำนวณได้จาก

$$\%\ \text{ไนโตรเจน (N)} = \frac{(A - B)\, C \times 1.401}{g}$$

เมื่อ A = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับ sample

B = ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้กับ blank

C = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก

g = น้ำหนักดินแห้ง

5) การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดิน คำนวณได้จาก

$$\%\text{ฟอสฟอรัส (P)} = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 \times g}$$

เมื่อ R = ค่าที่อ่านได้

d.f. = อัตราการเจือจาง

g = น้ำหนักดินแห้ง (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การหาปริมาณโพแทสเซียมโซเดียมในดิน คำนวณได้จาก

$$\% \text{ Soluble K/Na} = \frac{A \times B}{C \times 104}$$

เมื่อ A = ปริมาณโพแทสเซียมซียมหรือโซเดียมที่วัดได้ (mg/L)

B = ปริมาตรที่ตัวอย่างละลายอยู่ (ml)

C = น้ำหนักดินแห้ง (g)

7) การหาปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมในดิน คำนวณได้จาก

$$\% \text{ แคลเซียม(Ca), แมกนีซียม (Mg)} = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 \times g}$$

เมื่อ r = ค่าที่อ่านได้

d.f. = อัตราการเจือจาง

g = น้ำหนักดินแห้ง (g)

3.3.3 การศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืช

3.3.3.1 การเก็บตัวอย่างซากพืชในแปลงตัวอย่าง

1. โดยติดตั้งกระบะรองรับเศษซากพืช (Liter trap) ขนาด 1 × 1 เมตร ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง 40 × 40 เมตร จำนวน 12 กระบะ จากนั้นทุกเดือนจะทำการเก็บเศษซากพืชที่ร่วงหล่นลงใน กระบะทุกเดือนเป็นเวลา 5 เดือน

รูปที่ 3.5 การติดตั้งกระบะรองรับซากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างซากพืชที่ร่วงหล่น

1. ทำการแยกส่วนเศษซากพืชออกเป็นใบ กิ่ง และส่วนอื่นๆ จากนั้นนำเศษซากพืชเหล่านั้นไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วทาการบันทึกน้ำหนักอบแห้ง และนำไปคำนวณหามวลชีวภาพซากพืชที่ร่วงหล่นต่อพื้นที่ จากนั้นนำตัวอย่างมาทำการบดให้ละเอียด เก็บตัวอย่างที่ทำการบดแล้วในถุงพลาสติกเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

2. ศึกษาคาร์บอนและธาตุอาหารที่กักเก็บในซากพืชที่ร่วงหล่น

2.1 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน ด้วยวิธีวิเคราะห์ Total Organic Carbon (TOC) ด้วยเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น TOC-VCPH/CPN

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด นำเอาตัวอย่างที่บดแล้วมาทำการย่อยด้วยวิธี Wet ashing โดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) แล้วใช้วิธีการกลั่นแบบ kjeldhal method ในการวิเคราะห์หาความเข้มข้น

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม โซเดียม และแมกนีเซียม นำตัวอย่างที่บดแล้วมาทำการย่อยด้วยวิธี Wet ashing ด้วยกรดผสมระหว่างกรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3) และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น(H_2SO_4) ในอัตราส่วน 6 : 1 ต่อจากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุต่างๆ ดังนี้

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์/เครื่องมือวิเคราะห์
คาร์บอน	Total Organic Carbon (TOC)
ไนโตรเจน	Kjeldhal method
ฟอสฟอรัส	Barton's
โซเดียม, โพแทสเซียม	Atomic Emission Spectrophotometer
แคลเซียม, แมกนีเซียม	Atomic Absorption Spectrophotometer

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของเศษซากพืชที่ร่วงหล่น ใช้หลักการคำนวณเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาตัวอย่างดินในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปีและ 28 ปี

จากการกำหนดพื้นที่แปลงตัวอย่างขนาด 40 × 40 เมตร ในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปี และอายุ 28 ปี ออกเป็น 9 จุด โดยเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุดในระดับความลึก 3 ระดับ คือ 0-10 เซนติเมตร, 10-20 เซนติเมตร และ 20-30 เซนติเมตร นำมาวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีของดิน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน

Sample	Soil (cm)	pH	%C	C (KgC/ไร่)	%N	%P	%Ca	%Mg	%K	%Na
A 26 yr	0 - 10 cm	4.66	61.1389	12.3219	0.1651	0.0528	0.7948	0.2871	0.2136	0.0080
	10 - 20 cm	4.84	60.2902	11.9201	0.1509	0.0423	0.7085	0.2486	0.1623	0.0118
	20 - 30 cm	5.32	50.7177	11.6369	0.1396	0.0366	0.5794	0.1404	0.1439	0.0162
B 28 yr	0 - 10 cm	5.04	60.7260	13.2156	0.1179	0.0358	0.3915	0.0710	0.2517	0.0104
	10 - 20 cm	5.22	59.8194	12.7841	0.1066	0.0351	0.4906	0.1242	0.1987	0.0119
	20 - 30 cm	5.38	59.1080	11.9159	0.0764	0.0319	0.5717	0.1470	0.1944	0.0116

พบว่าแปลงสวนป่าไม้พะยูงทั้งสองแปลงที่ทำการศึกษานั้น มีความเป็นกรดจัด (strongly acid) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.66 – 5.38 เมื่อเทียบกับค่า pH ของการจัดระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (เจริญ, 2542) อีกทั้งยังพบว่ามีปริมาณธาตุอาหาร C > Ca > Mg > K > N > P > Na และ มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการทับถมของเศษซากอินทรีย์และรากพืชที่อยู่ในดิน เมื่อมีการผุพังสลายตัวตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากลักษณะของดินเขตร้อน เมื่อมีการย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในดินบนจึงสะสมอยู่ในดินบนมากกว่าดินล่าง (วรนันท์ และคณะ, 2555) ยกเว้นโซเดียม อาจจะเป็นผลมาจากโซเดียมนั้นมีผลทางอ้อมในแง่ที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช หากโซเดียมมีปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการขาดธาตุแคลเซียม โพแทสเซียมและแมกนีเซียมได้ (รัชดาภรณ์, 2551) ซึ่งรายละเอียดของสมบัติทางเคมีจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ปฏิกิริยาของดิน (Soil reaction, pH)

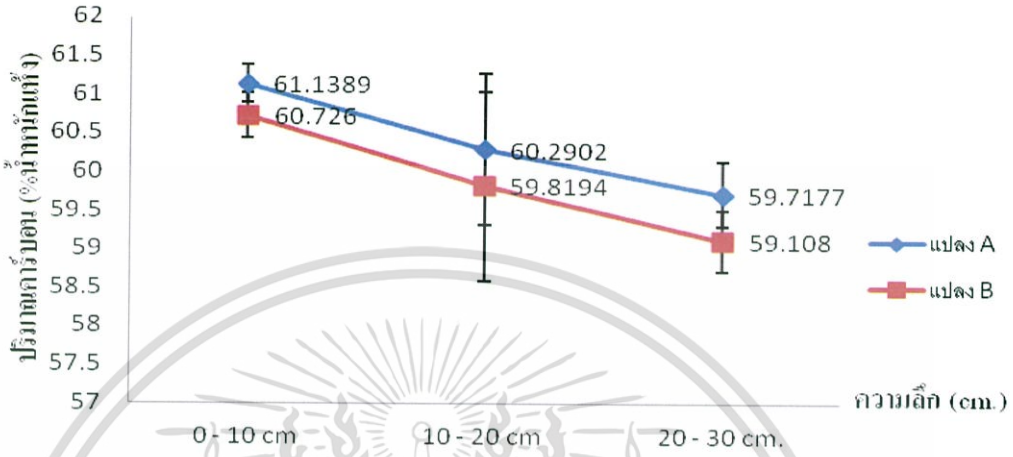
แปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปี ที่ระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 4.66 และที่ระดับความลึก 10 – 20 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 4.84 ถือว่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) และที่ระดับความลึก 20 - 30 เซนติเมตร ปฏิกิริยามีความเป็นกรดจัด (strongly acid) มีค่า pH เท่ากับ 5.32

แปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 28 ปี ที่ระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 10 – 20 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 5.04 และ 5.22 ตามลำดับ เป็นปฏิกิริยาที่มีความกรดจัดมาก (very strongly acid) ส่วนปฏิกิริยาที่เป็นกรดจัด (strongly acid) อยู่ที่ความลึก 20 - 30 เซนติเมตร มีค่า pH เท่ากับ 5.38 เมื่อเทียบกับค่า pH ของการจัดระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (เจริญ, 2542) เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่า pH ที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลงและที่ระดับความลึกเดียวกันระหว่างแปลง Aและ B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่าดินทั้ง 2 แปลงมีความเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก เป็นเพราะว่าดินบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษานั้นเป็นพื้นที่ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) ดินในป่าดิบแล้งจึงมักเป็นดินเหนียวปนทรายที่เกิดจากการผุพังอยู่กับที่ของหินทราย (sandstone) ซึ่งเป็นดินเนื้อหยาบ (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง, 2552) อีกทั้งยังเป็นผลมาจากอิทธิผลของสภาพภูมิอากาศเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราเร่งปฏิกิริยาทางเคมีก็สูงขึ้นด้วย เบสถูกชะละลายออกไปจากหน้าตัดดินได้ง่าย ทำให้มีไฮโดรเจนไอออนสะสมที่ผิวอนุภาคของดินเหนียวในปริมาณมาก (Zhang *et al.*, 2006; Brady and Weil, 2008) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดินเขตร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างดิน

2.1 ธาตุคาร์บอน (C)

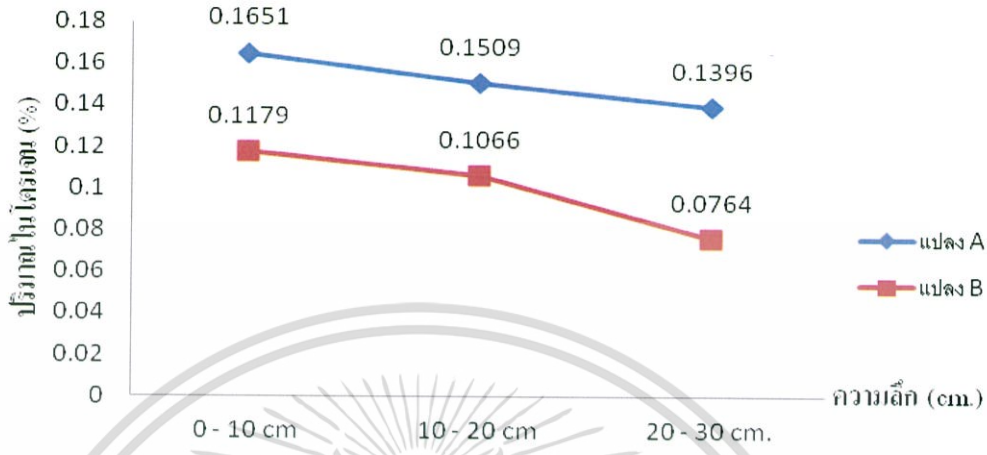


รูปที่ 4.1 ปริมาณคาร์บอน (%/น้ำหนักแห้ง) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B

จากการศึกษาดินในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 61.1389 , 60.2902 และ 59.7177 %ต่อน้ำหนักแห้ง และ 12.3219, 11.9201 และ 11.6369 ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ และปริมาณคาร์บอนในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 60.7260 , 59.8194 และ 59.1080 %ต่อน้ำหนักแห้ง และ 13.2156, 12.7841 และ 11.9159 ในหน่วยกิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าปริมาณคาร์บอนในแปลง A (26 ปี) มีมากกว่าในแปลง B (28 ปี) และมีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น โดยปริมาณคาร์บอนในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของรุ่งเรือง (2548) และ สิริรัตน์และคณะ (2548) กล่าวว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินจะเปลี่ยนไปตามระดับความลึกของดิน โดยจะมีปริมาณลดลงเมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลเนื่องมาจากพืชพรรณที่ขึ้นอยู่และสภาวะภูมิอากาศ และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันที่มีผลอย่างมากต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมไว้ในดิน (อำนาจ และ ณัฐพล, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ธาตุไนโตรเจน (Total N)

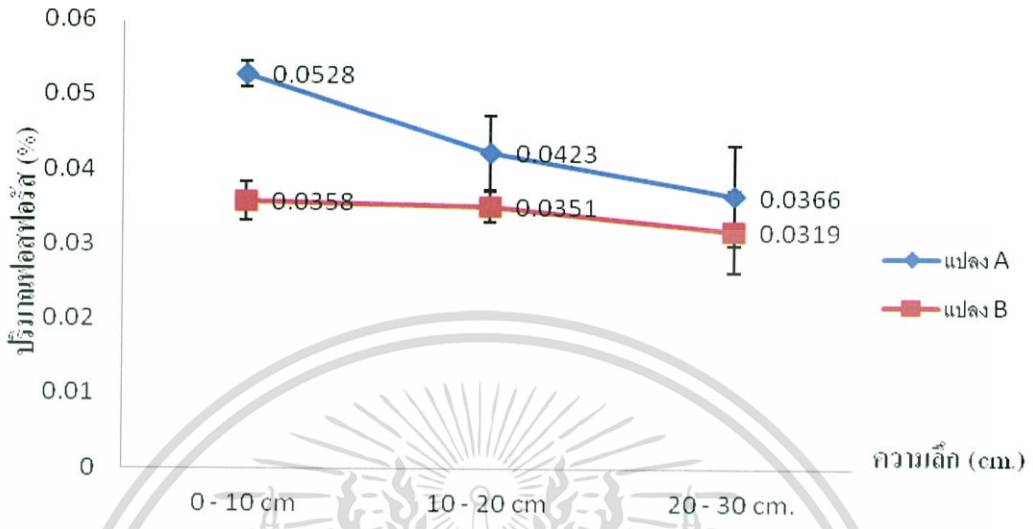


รูปที่ 4.2 ปริมาณไนโตรเจน (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B

ปริมาณไนโตรเจนในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1651 % , 0.1509 % และ 0.1396 % ตามลำดับ และปริมาณไนโตรเจนในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เฉลี่ยเท่ากับ 0.1179 % , 0.1066 % และ 0.0764 % ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนในแปลง A (26 ปี) มีมากกว่าในแปลง B (28 ปี)เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ระดับความลึกต่างกันภายในแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนาฏสุดา (2550) พบว่าปริมาณไนโตรเจนมีปริมาณมากในดินชั้นบนและลดลงในระดับดินที่ลึกลงมา โดยดินแปลงปลูกไม้สักอายุ 27 ปีนั้นที่ระดับความลึก 0 -30 เซนติเมตรมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 0.125 - 0.129 % ถือได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ และยังพบอีกว่าปริมาณไนโตรเจนในดินแปลงปลูกไม้สักอายุ 27 ปีนั้นมีค่ามากกว่าในแปลงปลูกอายุ 28 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ธาตุฟอสฟอรัส (Available P)

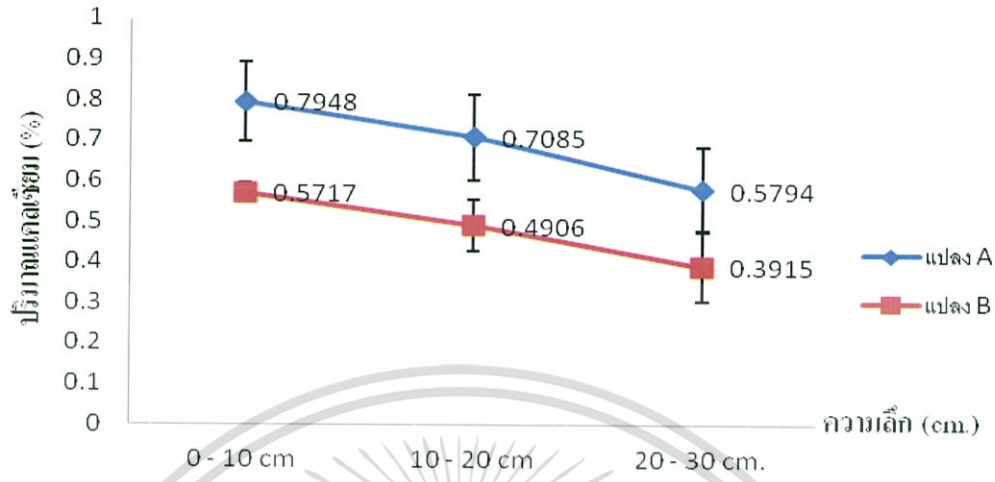


รูปที่ 4.3 ปริมาณฟอสฟอรัส (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงปลูกสวนป่าไม้พะยูง แปลง A และ แปลง B

พบว่าในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร ปริมาณฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.0358 % , 0.0351 % และ 0.0319 % ตามลำดับ และปริมาณฟอสฟอรัสในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.0528 % , 0.0423 % และ 0.0366 % ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสในแปลง A (26 ปี) มีมากกว่าในแปลง B (28 ปี) โดยปริมาณฟอสฟอรัสในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากดินแต่ละจุดบนพื้นที่หรือแนวความลึกแตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ค่า pH ของดิน ซึ่งเมื่อ pH ของดินต่ำฟอสเฟตจะถูกตรึงโดยไอออนบวกที่ละลายได้ และจะค่อยๆลดปริมาณการตรึงลงเมื่อ pH ของดินสูงขึ้นจาก 4 เป็น 7 อีกทั้งยังขึ้นกับความมากน้อยของการชะล้างและการใช้ที่ดิน ดินที่ถูกใช้มานานหรือถูกชะล้างมากกว่า จะเหลือฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่าดินที่เปิดป่าใหม่ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ธาตุแคลเซียม (Available Ca)

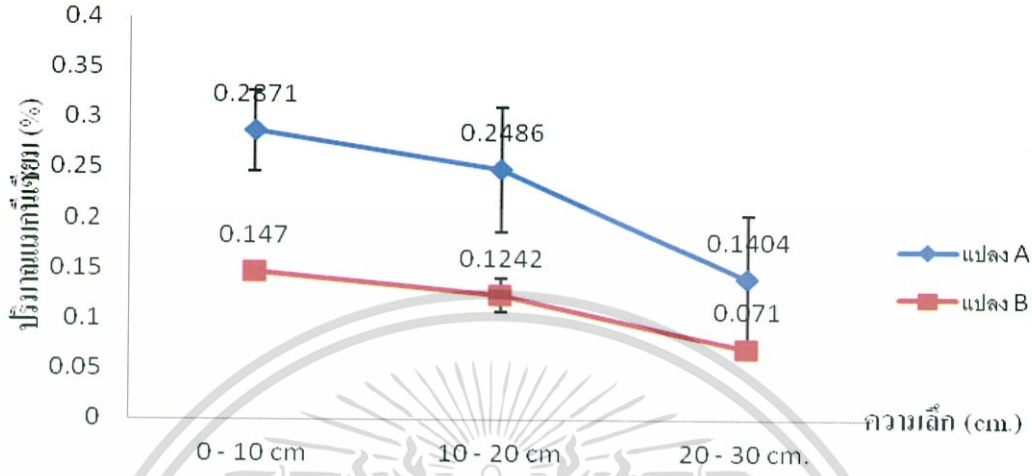


รูปที่ 4.4 ปริมาณแคลเซียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณแคลเซียมในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7948 % , 0.7085 % และ 0.5794 % ตามลำดับ และปริมาณแคลเซียมในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.3915 % , 0.4906 % และ 0.5717 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ปริมาณแคลเซียมในแปลง A (26 ปี) นั้นมีมากกว่าในแปลง B (28 ปี) เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณแคลเซียมที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากความแตกต่างตามชนิดของดินตลอดจนชนิดและปริมาณของเกลือแคลเซียมที่มีในดิน ดินทั่วไปที่มิใช่ดินเนื้อปูน(noncalcareous soil) จะมีแคลเซียมอยู่ระหว่างน้อยกว่า 0.1 ถึง 2% อีกทั้งดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงจะมีแคลเซียมค่อนข้างต่ำ เพราะธาตุอาหารแคลเซียมจะถูกชะละลายออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยทั่วไปดินจะมีระดับแคลเซียมอย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 8.5 ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่านั้นพืชก็อาจจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารแคลเซียมให้ปรากฏได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ธาตุแมกนีเซียม (Available Mg)

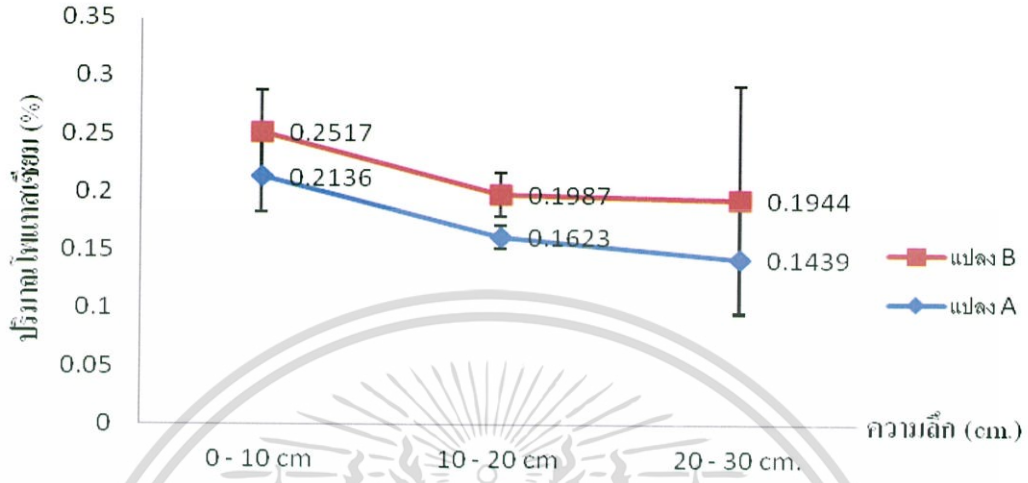


รูปที่ 4.5 ปริมาณแมกนีเซียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

ปริมาณแมกนีเซียมในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เฉลี่ยเท่ากับ 0.2871 % , 0.2486% และ 0.1404 % ตามลำดับ และปริมาณแมกนีเซียมในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0710 % , 0.1242 % และ 0.1470 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าจะเห็นได้ว่าปริมาณแมกนีเซียมในแปลง A (26 ปี) มีมากกว่าในแปลง B (28 ปี) เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่ระดับความลึกต่างกันของแปลง A ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความลึกต่างกันภายในแปลง B นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากการชะล้างของดินดินที่มีการชะละลายเกิดขึ้นน้อยจะมีแมกนีเซียมอยู่มาก และดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงจะมีแมกนีเซียมค่อนข้างต่ำ เพราะธาตุอาหารแมกนีเซียมนี้จะถูกชะละลายออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยทั่วไปดินจะมีระดับแมกนีเซียมอย่างเพียงพอเมื่อดินมี pH อยู่ระหว่าง 5.5 ถึง 8.5 ถ้าต่ำกว่าหรือสูงกว่านั้นพืชก็อาจจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารให้ปรากฏได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ธาตุโพแทสเซียม (Available K)

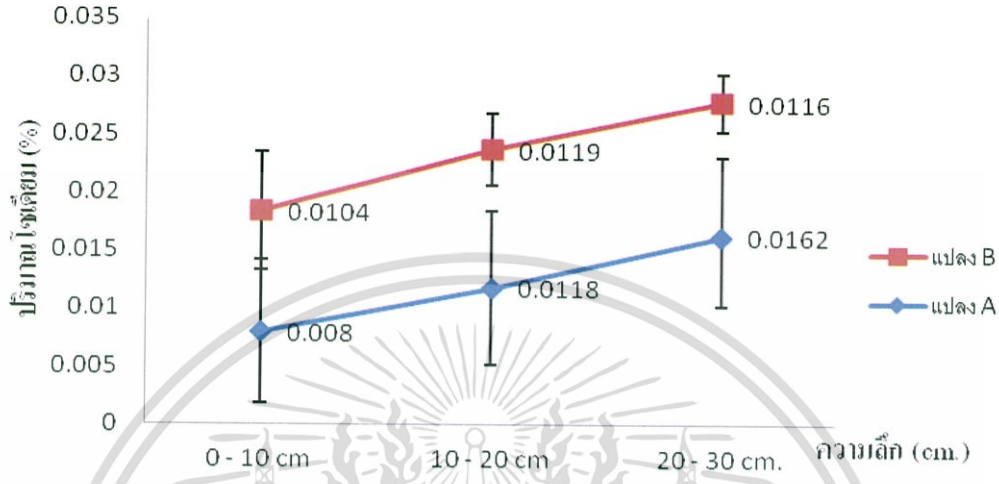


รูปที่ 4.6 ปริมาณโพแทสเซียม(%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

พบว่าในแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร มีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 0.2136 % , 0.1623% และ 0.1439 % ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.2417 % , 0.1987 % และ 0.1944 % ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมในแปลง B (28 ปี) มีมากกว่าในแปลง A (26 ปี) โดยปริมาณโพแทสเซียมในดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลง ซึ่งเป็นผลมาจาก pH ของดินในแปลง B มีค่าสูงกว่าแปลง A จากข้อมูลในตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมจะถูกชะละลายน้อยลงเมื่อดินมี pH สูงขึ้น จึงทำให้ปริมาณโพแทสเซียมในแปลง B ถูกตรึงไว้ได้มากกว่าในแปลง A (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 ธาตุโซเดียม (Available Na)



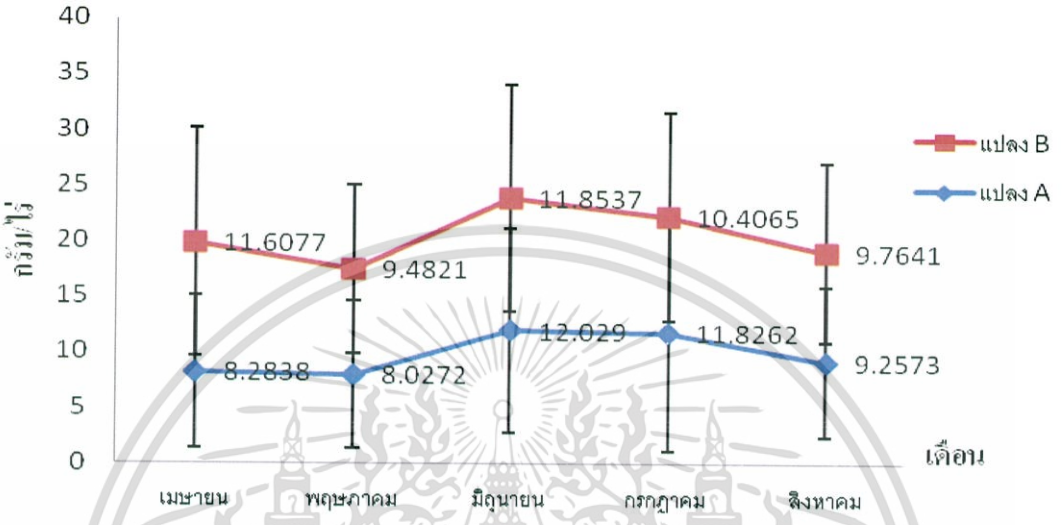
รูปที่ 4.7 ปริมาณโซเดียม (%) ในดินที่ระดับความลึกต่างกันของแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

ปริมาณโซเดียมแปลง A ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.0080 % , 0.0118% และ 0.0162 % ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมในแปลง B ที่ระดับชั้นความลึกที่ 0 – 10 เซนติเมตร, 10 – 20 เซนติเมตร และ 20 – 30 เซนติเมตร เท่ากับ 0.0104% , 0.0119 % และ 0.0116% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณโซเดียมที่ระดับความลึกต่างกันของแต่ละแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อีกทั้งยังพบว่าปริมาณโซเดียมนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกของชั้นดิน ทั้งนี้เนื่องมาจากโซเดียมนั้นมีผลทางอ้อมในแง่ที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช หากโซเดียมมีปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการขาดธาตุทั้งสามคือแคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม (รัชดาภรณ์, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้คือปริมาณแคลเซียม โพแทสเซียมและแมกนีเซียมนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้นหรือเรียกได้ว่า ปริมาณโซเดียมแปรผกผันกับปริมาณธาตุทั้งสามดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาตัวอย่างซากพืชในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปีและ 28 ปี

1. ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช



รูปที่ 4.8 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชในแปลงสวนป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

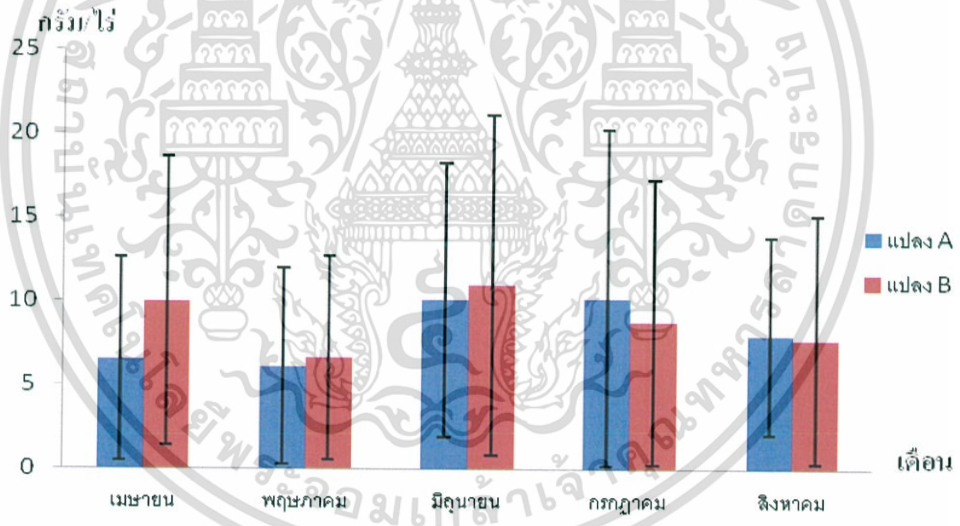
จากการศึกษาพบว่าในแปลง A (26 ปี) มีปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่นลงมาทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 9.8847 กรัมต่อไร่ โดยในเดือนมิถุนายนมีการร่วงหล่นของซากพืชมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 12.0290 กรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการตกของฝนครั้งแรกๆ รองลงมาได้แก่ เดือนกรกฎาคม เฉลี่ยเท่ากับ 11.8262 กรัมต่อไร่ เดือนสิงหาคม เฉลี่ยเท่ากับ 9.2573 กรัมต่อไร่ เดือนเมษายนเฉลี่ยเท่ากับ 8.2838 กรัมต่อไร่และในเดือนพฤษภาคมมีการร่วงหล่นของซากพืชน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 8.0272 กรัมต่อไร่

ในแปลง B (28 ปี) มีปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่นลงมาทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 10.6228 กรัมต่อไร่ โดยในเดือนมิถุนายนมีการร่วงหล่นของซากพืชมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 11.8537 กรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ เดือนเมษายนเฉลี่ยเท่ากับ 11.6077 กรัมต่อไร่ เดือนกรกฎาคมเฉลี่ยเท่ากับ 10.4065 กรัมต่อไร่ เดือนสิงหาคมเฉลี่ยเท่ากับ 9.7641 กรัมต่อไร่และในเดือนพฤษภาคมมีการร่วงหล่นของซากพืชน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 9.4821 กรัมต่อไร่ เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละเดือนระหว่างแปลง Aและ B ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และยังพบว่าว่าปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่นในแปลง B (28 ปี) มีมากกว่าในแปลง A (26 ปี) ดังแสดงในรูปที่ 4.8 อาจจะเป็นผลมาจากความหนาแน่นของแปลงปลูกอายุ 26 ปีมีน้อยกว่า เนื่องจากมีอาณาเขตที่กว้างส่งผลให้ระยะห่างของต้นพะยูงแต่ละต้นมีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงสามารถรับแสงได้ดีกว่าแปลงปลูกอายุ 28 ปีทำให้ต้นไม้มีความสูงเฉลี่ยและมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า (มินตรา และคณะ, 2556) จึงส่งผลให้มีการร่วงหล่นของซากพืชมากกว่า ซึ่ง Browen and Nmbiar (1989) กล่าวว่าพันธุ์ไม้ที่ปลูกเป็นสวนป่าที่มีระยะปลูกแน่นอนจะมีการเจริญเติบโตทางความสูงและขนาดเส้นรอบวงลำต้นตามอายุในอัตราที่รวดเร็วหรือค่อนข้างรวดเร็วกว่าไม้ในป่าธรรมชาติ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ไม้และสภาพของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ เมื่อต้นไม้เริ่มมีเรือนยอดชิดกันก็จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตทางเส้นรอบวงลำต้นลดลง แต่อาจมีการเจริญเติบโตทางความสูงเพิ่มขึ้น จนกระทั่งต้นไม้เจริญโตเต็มที่และให้ผลผลิตไม้สูงสุดต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้นสวนป่าไม้พะยูงซึ่งเจริญเติบโตเต็มที่และเรือนยอดเบียดชิดกันจึงมีการพัฒนาของเรือนยอดน้อย ทำให้มีการร่วงหล่นของซากพืชน้อยกว่าป่าธรรมชาติ

2. ปริมาณมวลชีวภาพของซากพืชในแปลงสวนป่าไม้พะยูงอายุ 26 ปี และ 28 ปี



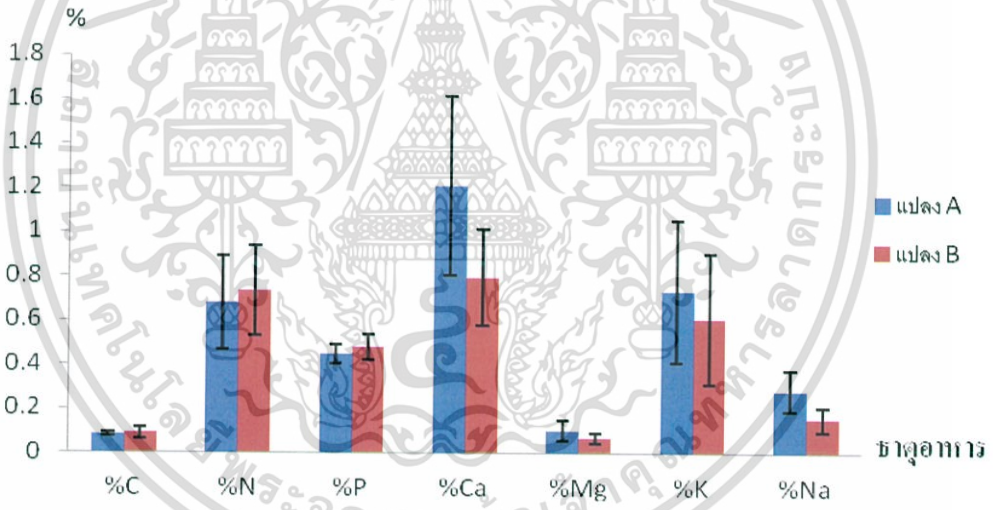
รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพ (กรัม/ไร่) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

จากการศึกษาพบว่าปริมาณมวลชีวภาพของซากพืชในแปลง A (26 ปี) ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.1771 กรัม/ไร่ โดยจากเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.5375, 6.1126 , 10.0748 , 10.2066 และ 7.9541 กรัม/ไร่ ตามลำดับ และมวลชีวภาพของซากพืชในแปลง B (28 ปี) ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.6962 กรัม/ไร่ โดยจากเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม เท่ากับ 9.9934 , 6.6154 , 10.9548 , 8.7578 และ 7.7135 กรัม/ไร่ ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละเดือนระหว่างแปลง Aและ B ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณมวลชีวภาพทั้งหมดในแปลง B (28 ปี) มีมากกว่าแปลง A (26 ปี) ดังแสดงในรูปที่ 4.9 สอดคล้องกับปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปัจจัยในการเจริญเติบโตของต้นพะยูงทั้ง 2 แปลงที่แตกต่างกัน เนื่องจากพื้นที่แปลงปลูกต้นพะยูงแปลง A และแปลง B ตั้งอยู่บนเขาคนละลูกมีอาณาเขตห่างไกลกัน มีสภาพแวดล้อมของแปลงปลูกที่แตกต่างกัน รวมถึงความหนาแน่นของแปลงปลูกแปลง A (26 ปี) มีน้อยกว่า เนื่องจากมีอาณาเขตที่กว้างส่งผลให้ระยะห่างของต้นพะยูงแต่ละต้นมีมากจึงสามารถรับแสงได้ดีกว่าแปลงปลูกแปลง B (28ปี) ทำให้ต้นไม้มีความสูงเฉลี่ยและมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าจึงส่งผลให้มีมวลชีวภาพมาก (มินตรา และคณะ, 2556)

3. ปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างซากพืช



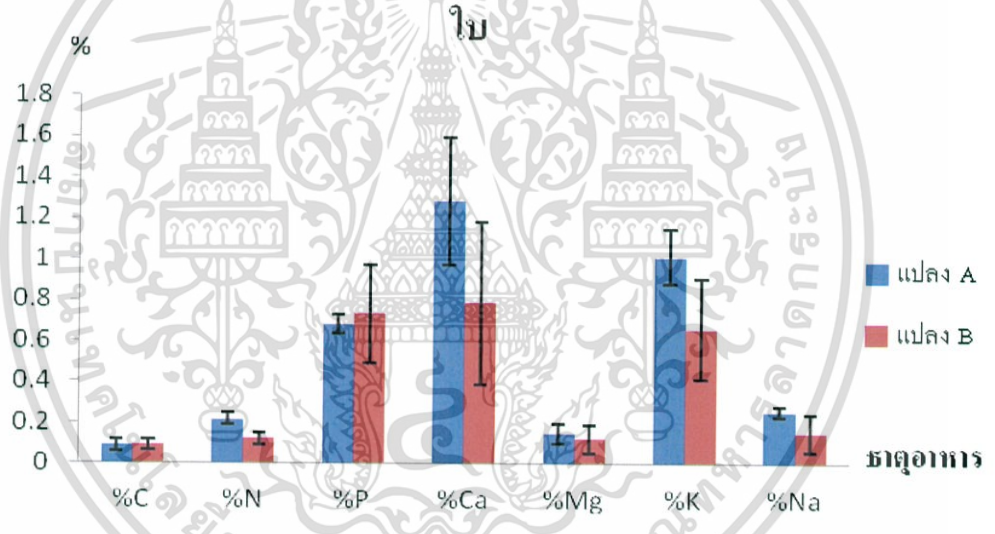
รูปที่ 4.10 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และ แปลง B

จากการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในเศษซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลง A (26 ปี) ซากพืชมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โซเดียม คาร์บอน แมกนีเซียม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.2105, 0.7328, 0.6796, 0.4478, 0.2823, 0.0822, 0.0696 % ในแปลง B (28 ปี) ซากพืชมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม คาร์บอน แมกนีเซียม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7950, 0.7340, 0.6059, 0.4803, 0.1537, 0.0822, 0.0696 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 โดยปริมาณธาตุอาหารของซากพืชมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

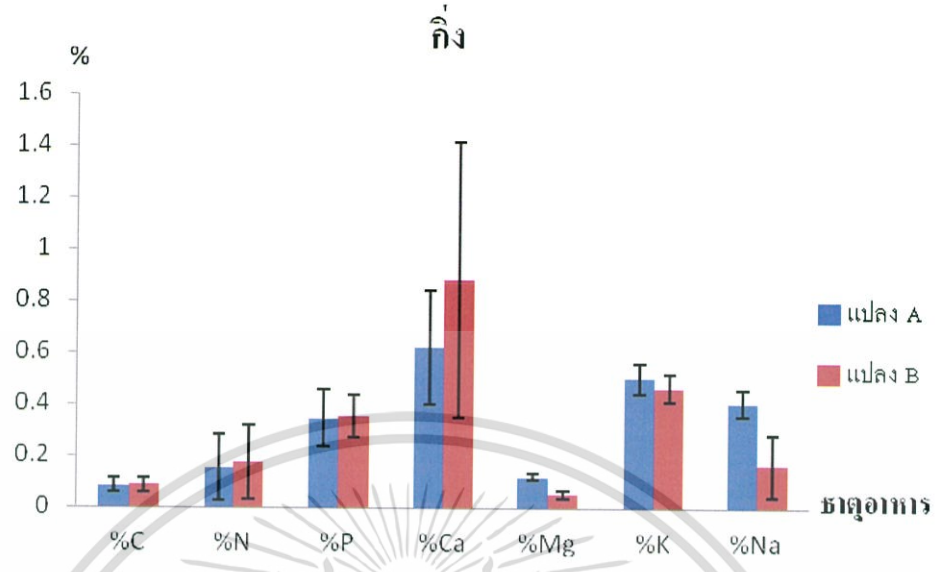
ฤดูกาลและพื้นที่ของแปลงปลูกไม้พะยูง จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลง A (26 ปี) มีมากกว่าในแปลง B (28 ปี) นั่นอาจจะเป็นเพราะว่าความแตกต่างของพื้นที่ระหว่าง 2 แปลงที่ทำการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อม ความหนาแน่นของแปลงปลูก ซึ่งแปลงปลูกอายุ 26 ปีมีความหนาแน่นน้อยกว่า เนื่องจากมีอาณาเขตที่กว้างส่งผลให้ระยะห่างของต้นพะยูงแต่ละต้นมีมากจึงสามารถรับแสงได้ดีกว่าแปลงปลูกอายุ 28 ปีทำให้ต้นไม้มีความสูงเฉลี่ยและมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า รวมไปถึงผลจากความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าดินบริเวณแปลง A (26 ปี) นั้นมีปริมาณธาตุอาหาร โดยรวมมากกว่าดินบริเวณแปลง B (28 ปี)

4. ปริมาณธาตุอาหารในแต่ละส่วน

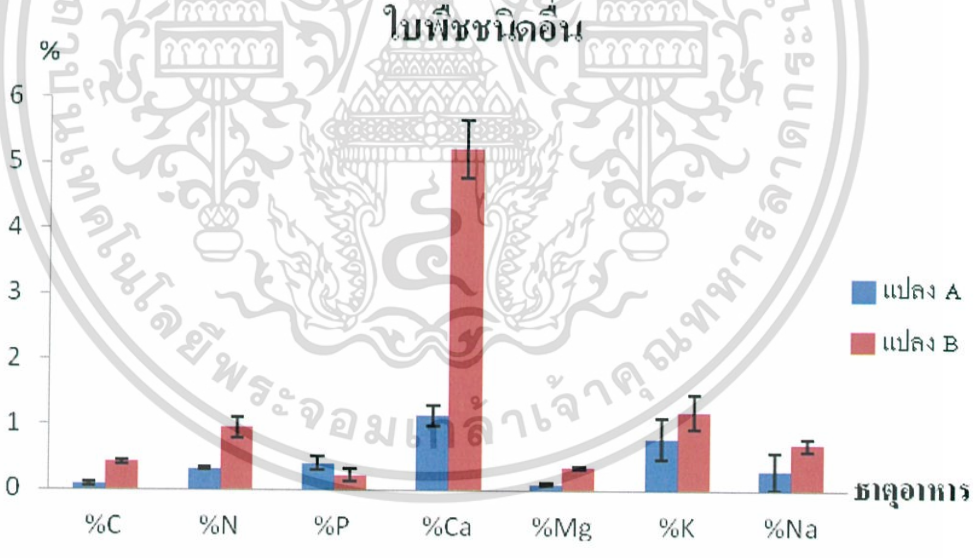


รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และแปลง B ของส่วนใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

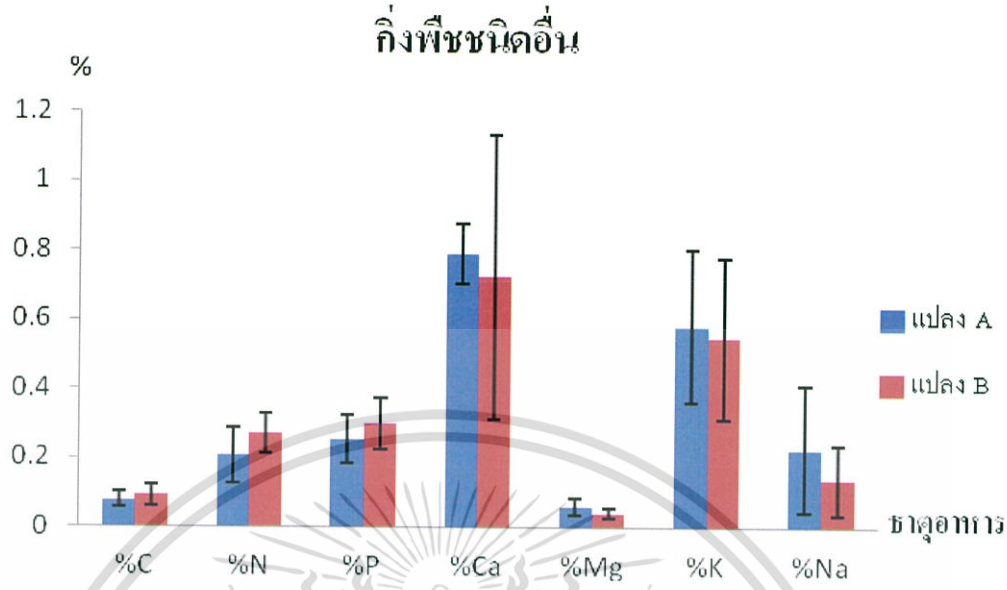


รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหาร(%) ของซากพืชไม้พะยูงแปลง A และแปลง B ของส่วนกิ่ง

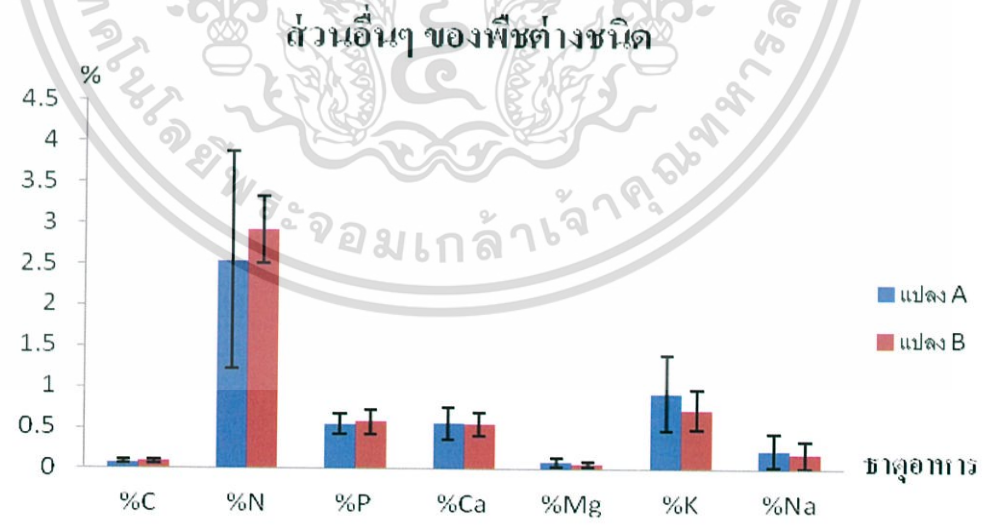


รูปที่ 4.13 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนใบของซากพืชชนิดอื่นบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนกิ่งของซากพืชชนิดอื่นบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูงแปลง A และแปลง B



รูปที่ 4.15 ปริมาณธาตุอาหาร(%) ส่วนอื่นๆของซากพืชต่างชนิดบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูงแปลง A และแปลง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาพบว่าปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในเศษซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลง A (26 ปี) ในส่วนใบมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม ไนโตรเจน แมกนีเซียม คาร์บอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.2846, 1.0124, 0.6833, 0.2575, 0.2183, 0.1476 และ 0.0876 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนกิ่งมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน แมกนีเซียม คาร์บอนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6214, 0.5013, 0.4062, 0.3465, 0.1561, 0.1200 และ 0.0836 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนใบอื่นมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โซเดียม แมกนีเซียม คาร์บอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.1362, 0.7784, 0.4039, 0.3153, 0.2902, 0.0940 และ 0.0800 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนกิ่งอื่นมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม ไนโตรเจน คาร์บอน แมกนีเซียม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7905, 0.5805, 0.2548, 0.2260, 0.2066, 0.0781 และ 0.0590 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในส่วนอื่นๆ มีการสะสมของธาตุไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม คาร์บอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.5456, 0.9312, 0.5597, 0.5505, 0.2317, 0.0874 และ 0.0819 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในเศษซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลง B (28 ปี) ในส่วนใบมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม ไนโตรเจน คาร์บอนโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7866, 0.7329, 0.6564, 0.1486, 0.1228, 0.1207 และ 0.0897 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนกิ่งมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โซเดียม คาร์บอน แมกนีเซียม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.8833, 0.4635, 0.3526, 0.1733, 0.1634, 0.0858 และ 0.0522 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนใบอื่นมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ไนโตรเจน โซเดียม คาร์บอน แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.2145, 1.1908, 0.9450, 0.6927, 0.4231, 0.3395 และ 0.2258 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในส่วนกิ่งอื่นมีการสะสมของธาตุแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน โซเดียม คาร์บอน แมกนีเซียม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.7130, 0.5449, 0.2990, 0.2711, 0.1373, 0.0912, 0.0405 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ และในส่วนอื่นๆ มีการสะสมของธาตุไนโตรเจนมากที่สุด รองลงมาคือ โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม คาร์บอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9160, 0.9312, 0.5597, 0.5505, 0.2317, 0.0874 และ 0.0819 กรัมต่อไร่ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารของดินและซากพืชที่ร่วงหล่นในป่าไม้พะยูงแปลง A และแปลง B ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบว่าดินในแปลง A และแปลง B มีความเป็นกรดจัดและมีปริมาณการกักเก็บของ C มากที่สุด รองลงมาคือ Ca Mg K N P และ Na ซึ่งในดินที่ระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตรจะมีปริมาณธาตุอาหารมากที่สุดและมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ยกเว้นธาตุโซเดียมที่มีปริมาณแปรผกผันกับปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ

การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นบริเวณแปลงปลูกไม้พะยูงพบว่าทั้งสองแปลงมีการร่วงหล่นของซากพืชมากที่สุดในเดือนมิถุนายนและน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม โดยแปลง B มีปริมาณการร่วงหล่นเฉลี่ยเท่ากับ 12.0290 และ 8.0272 กรัมต่อไร่ตามลำดับ และแปลง A การร่วงหล่นมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 10.6228 และ 9.4821 กรัมต่อไร่ โดยมวลชีวภาพนั้นสอดคล้องกับปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่น ซึ่งในแปลง B ปีมีค่ามากกว่าแปลง A ส่วนการสะสมของธาตุอาหารในซากพืชนั้นพบว่าแปลง A มีมากกว่าในแปลง B ซึ่งมีการสะสมของธาตุ Ca มากที่สุด รองลงมาคือ คือ K, N, P, Na, C และMg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.2105, 0.7328, 0.6796, 0.4478, 0.2823, 0.0822, 0.0696 % ตามลำดับ โดยธาตุ Ca นั้นมีการสะสมมากที่สุดอยู่เกือบทุกส่วนของซากพืชนั่นคือ ใบ กิ่ง ใบพืชชนิดอื่น และกิ่งพืชชนิดอื่น และส่วนอื่นๆของพืชต่างชนิดนั้นมีการสะสมของ N มากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาต่อจนครบทุกฤดูกาล เป็นระยะเวลา 1 ปี
2. ควรมีการเก็บตัวอย่างดินอย่างสม่ำเสมอเพื่อผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำ
3. ควรทำการศึกษาติดตามการคืนกลับของธาตุอาหารหรือการหมุนเวียนธาตุอาหารในสวนป่าไม้พะยูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2541. **แผนแม่บทเพื่อพัฒนาการป่าไม้ การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของการทำลายป่า** (บทสรุปผู้บริหาร.) กองแผนงาน กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สามัคคี บุณยะวัฒน์ และวิชา นิยม. 2524. **การวิจัยเกี่ยวกับการจัดการลุ่มน้ำบนที่สูง.** ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 62 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

คณิต รัตนวัฒน์กุล, สมชาย นองเนือง และอำไพ พรลีแสงสุวรรณ์. 2542. **การร่วงหล่นและการผุสลายของซากพืชในป่าสนสามใบ อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่.** ส่วนวนวัฒนวิจัย สานักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

จุฑารัตน์ แสงเสถียร, อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์ พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ สมชาย นองเนืองและวิชนี บุญญะปฏิภาค. **2550. การกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของสวนป่าสนคาริเบีย.** กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

นาฎสุดา ภูมิจำนงค์. 2550. **ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก.** คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, จังหวัดนครปฐม.

บุญปลูก นาประกอบ และเกษม จันทร์แก้ว, 2520. **ปริมาณธาตุอาหารภายใต้ระบบนิเวศป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่** การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 30 ภาควิชาอนุรักษวิทยา, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บัวเรศ ประไชโย, พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ, ปรีชา ธรรมานนท์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร และมณฑล จาเริญพฤกษา. 2523. **ผลผลิตของซากพืชในป่าดิบแล้งเหนือเขื่อนน้ำพรมจังหวัดชัยภูมิ** รายงานวนศาสตร์ วิจัย เล่มที่ 71. คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

"ป่าดิบแล้ง", [Online]. Available: http://www.huaikhakhaeng.net/forest/dry.html (วันที่ค้นข้อมูล:20 พฤศจิกายน 2557)

ประดิษฐ์ ตรีพัฒนาสุวรรณ, สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ดุริยะ สถาพร และเจด็จ รัตนแก้ว. 2533. **การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้บางชนิดที่ปลูก ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2538. **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้.** (ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2). คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 651.

พจนีย์ มอญเจริญ. 2544. เอกสารวิชาการ **การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** เอกสารวิชาการกองวิเคราะห์ดิน ฉบับที่ 2/2544. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2541. **คาร์บอนในดินของประเทศไทย.** กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มินตรา ตุ้มทอง, ภูริสา สถิตย์ภูมิ และอรวรรณ โภชธิหรรษา. 2556. **ปริมาณมวลชีวภาพและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในส่วนเหนือพื้นดินของต้นพะยูง โดยใช้หลักการของแอลโตเมตรี.** ปริญญานิพนธ์, คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, จังหวัดกรุงเทพมหานคร. 98 หน้า

รัชดาภรณ์ คุ้มพุ่ม. 2552. **เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียม** รายงานวิชาการ ฉบับที่ สอพ.2/2552.

วรนันท์ สนกันหา, สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, สุภิมา ธนะจิตต์, เอิบ เขียวรื่นรมย์ และ ทักษิณ อาชวาคม. 2555. **ลักษณะดินภายใต้สภาพป่าต่างชนิดบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร. หน้า 13

วรรณี คงธนเกษมกุล และคณะ. 2005. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณธาตุอาหารในดินและในใบส้มเขียวหวานที่เป็นโรคกรีนนิ่ง ตำบลศาลาครุ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี.** รายงานการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3: สู่ระบบการผลิตอาหารที่ปลอดภัย สร้างมูลค่าเพิ่มและใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน. หน้า 345-356

วสันต์ จันทร์แดง, ลดาวัลย์ พวงจิตร และสาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2553. **การกักเก็บคาร์บอนของป่าเต็งรังและสวนป่ายูคาลิปตัส ณ สวนป่ามัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร. หน้า 36 – 44.

อุทิศ กุฏอินทร์. 2539. **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม.** องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 253 หน้า.

เอกพงษ์ ธนะวัติ, มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์, ลดาวัลย์ พวงจิตร, บุญวงศ์ ไทยอุตส่าห์ และเกษม หฤทัยธนา สันติ์. 2554. **การกักเก็บธาตุอาหารในมวลชีวภาพเหนือดิน และการคืนกลับธาตุ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารในสวนป่าไม้โตเร็วที่ปลูกเพื่อผลิตพลังงานชีวมวล. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่49 สาขาพืช. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร. หน้า 616-623.

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สมชาย นองเนือง, พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ และสาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2555. **การประมาณมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนในสวนป่าไม้สนคาริเบียอายุ 18 ปี.** กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้. หน้า 218 - 226

Blamey, F.P.C., G.G. Edwards and C.J. Asher. 1987. **Nutritional Disorder of Sunflower**. Dept. of Agriculture. Univ. of Queensland, Australia

Bowen, G.D. and E.K.S. Nambiar. 1989. **Nutrition of plantation forests**. Academic Press Limited. 516 p.

Bray, J. Roger, and Eville Gorham. 1964.**Litter production in forests of the world**. Advan. Ecol. Res. 2: 101-157.

Brady, N. C. and R. R. Weil. 2008. **The Nature and Properties of Soils**. 14th ed. Prentice Hall, Inc., NJ.

Brown, L.H., 1966. **A report on tea growing potential in Kenya**, Ministry of agriculture, Nairobi, Kenya.

Hida R. Manns, Aaron A. Berg.2014. Importance of soil organic carbon on surface soil water content variability among agricultural fields

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (1996). **IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories**: Reference Manual. Chapter 5: Land Use Change and Forestry.

Johns, R. J. 1986. **The instability of the tropical ecosystem in New Guinea.** Blumea, 31: 341-371.

Katagiri,S. and T.Tsutsumi. 1973. **The relationship between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem**. (I) Litter fall and nutrient content. JIBP-PT. No.155 :83-90.

Lekagul, B. & McNeely, J. A. 1977. *Mammals of Thailand.* Association for the Conservation of Wildlife, Bangkok.

Office of Environmental Policy and Planning (OEPP). 2000. **Thailand's national greenhouse gas inventory 1994.** Ministry of Science, Technology and Environment, Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pablo L. Peri, Vero´nica Gargaglione , Guillermo Martı´nez Pastur.2008. **Above- and belowground nutrients storage and biomass accumulation in marginal Nothofagus antarctica forests in Southern Patagonia**

Petmak, P. 1983. **Primary productivity, nutrient cycling and organic matter turnover of treeplantations after agricultural intercropping practices in northeast Thailand**. Ph.D. Thesis,University of the Philippines at Los Banos, Los Banos.

Robertson, J.D. 1957. **Osmotic and ionic regulation in aquatic invertebrate in Recent Advances in Invertebrate Physiology** (ed. Scheer, B. T.), University of Oregon,Eugene, 229-246

Smitinand, T. 1968. Vegetation of Khao Yai national park. *Natural History Bulletin of the Siam Society* 22:289-305

S.L. Swamy, S.Puri, A.K. Singh. 2003. **Growth, biomass, carbon storage and nutrient distribution in *Gmelina arborea* Roxb. Stands on red lateritic soils in central India.** P. 109-126

Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunaru, P. Dhanmanondaand B. Prachaiyo. 1983. **Forest: burning andregeneration. In K. Kyuma and C. Pairintraeds. Shifting Cultivation, An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand,and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics**. A report of acooperative research between Thai-Japaneseuniversities

Zhang, G., G. M. Zeng, Y. M. Jiang, C.Y. Du, G. H. Huang, J. M. Yao, M. Zeng, X. L. Zhang and W. Tan. 2006. **Seasonal dry deposition and canopy leaching of base cations in a subtropical evergreen mixed forest**, China. Silva Fennica 40: 417-428.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.1 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนละธาตุอาหารในตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน โดยใช้เครื่อง Total Organic Carbon

วัด TC (Total Carbon)

1.ชั่งตัวอย่างดินใส่ใน boat 50.0 mg

2.นำ boat ที่มีตัวอย่างใส่ลงในเครื่อง TOC ตำแหน่งที่วัด TC ปิดฝาครอบ และเครื่องจะวัดค่า TC ออกมา อ่านค่าที่วัดได้

วัด IC (Inorganic Carbon)

1.ชั่งตัวอย่างดินใส่ใน both 50.0 mg

2.นำ both ที่มีตัวอย่างใส่ลงในเครื่อง TOC ตำแหน่งที่วัด IC ปิดฝาครอบ ใส่กรดเปอร์คลอริกที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 4:1 และเครื่องจะวัดค่า IC ออกมา อ่านค่าที่วัดได้

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธีกลั่นแบบ ไมโครเจลดาห์ล

การเตรียมสารเคมี

1. Mixed indicator solution

ชั่ง Methyl red indicator 0.1 g. ละลายใน 95% Ethyl alcohol (C_2H_5OH) ปริมาตร 50 mL และชั่ง Methylene blue 0.05 g. ละลายใน 95% C_2H_5OH ปริมาตร 25 mL ผสมสารละลายทั้ง 2 ชนิดเข้าด้วยกัน (เก็บไว้ได้ 1 เดือน)

2. สารละลาย 40% NaOH

ใส่น้ำกลั่นประมาณ 1800 cm^3 ลงในบีกเกอร์ขนาด 2000 cm^3 นำไปวางในอ่างน้ำเย็น เพื่อช่วยระบายความร้อน เติม NaOH ลงไปครั้งละ 5-10 กรัม พร้อมทั้งคนให้สารละลายหมดก่อนจึงเติมเพิ่มลง ไปใหม่จนครบ 800 กรัม ทิ้งไว้ให้เย็นจึงเติมน้ำกลั่นเพิ่มจนสารละลายมีปริมาตรรวมเป็น 2000 cm^3

3. Indicating boric acid

ชั่ง boric acid (H_3BO_3) 20 g ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 500 mL แล้วเติม Mixed indicator solution ปริมาตร 10 mL ลงไป ปรับปริมาตรเป็น 1000 mL ด้วยน้ำกลั่นDI ในขวดปรับปริมาตร Methyl orange indicator : ชั่ง Methyl orange 0.05 g ละลายในน้ำกลั่น 100 mL

4. Standard Sodium carbonate (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 0.02 N

ชั่ง Na_2CO_3 0. ละลายในน้ำกลั่น DI และปรับปริมาตรเป็น 100 mL ด้วยน้ำกลั่น DI ในขวดปรับปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Sulfuric acid (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.1 N

ปิเปต conc.H_2SO_4 ปริมาตร 2.75 mL ลงในน้ำกลั่นDI และปรับปริมาตรเป็น 1000 mL ด้วยน้ำกลั่นDI ในขวดปรับปริมาตร

6. Sulfuric acid (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.02 N

ปิเปต 0.1 N H_2SO_4 ปริมาตร 200 mL ลงในน้ำกลั่นDI และปรับปริมาตรเป็น 1000 mL ด้วยน้ำกลั่นDI ในขวดปรับปริมาตร

ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 500 มิลลิลิตร
2. เติม คอปเปอร์ซัลเฟต ($CUSO_4$)1 กรัม และ โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)9 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 500 มิลลิลิตร
3. เติมกรดซัลฟิวริก เข้มข้น ปริมาตร 30 มิลลิลิตร
4. นำเข้าเครื่องย่อย ให้ความร้อนที่ อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส จนสารละลายใส
5. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำเข้าเครื่องกลั่นอัตโนมัติสภาวะของเครื่องกลั่น เติมน้ำปราศจากไอออน ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40%ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
6. เก็บสารที่กลั่นด้วยกรดบอริก (H_3BO_4)ปริมาตร 100 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่เติมอินดิเคเตอร์ 2 ถึง 3 หยด แอมโมเนียที่กลั่นได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 200 มิลลิลิตร
7. ไทเทรตสารที่กลั่นได้กับสารมาตรฐาน ตัดสินความถูกต้องด้วยสารละลายแบลงค์

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส ด้วยวิธี Ascorbic method

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลาย ammonium molybdate

เตรียมโดยละลาย $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ $4H_2O$ (AR grade) 15 กรัม ในน้ำกลั่น 250 cm^3 และกรด H_2SO_4 เข้มข้น 140 cm^3 ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 cm^3 เก็บไว้ในขวดสีชา

2. สารละลาย antimony potassium tatrate

เตรียมโดยละลาย $KSbO.C_4H_4O_6$ (AR grade) 0.50 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml.

3. สารละลายกรดบอริก

เตรียมโดยละลาย H_3BO_3 24.73 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 350 mlทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 ml.

4. สารละลาย Color reagent

เตรียมโดยผสมสารละลาย ammonium molybdate 30 cm^3, amtimony potassium tatrate 30 cm^3, กรดบอริค 90 cm^3 และน้ำกลั่น 300 cm^3 เข้าด้วยกัน เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารละลายกรด Ascobic

เตรียมโดยละลายกรด ascobic (AR grade) 2.50 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 cm^3 สารละลายนี้ไม่ควรเก็บไว้ใช้เกิน 2 วัน

6. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

สาร KH_2PO_4 ชั่งสารนี้ 0.4394 กรัม นำมาละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1000 cm^3 เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดพลาสติก และควรเก็บไว้ในที่มืดหากต้องการเตรียมเพื่อใช้เป็นเวลานาน สารละลายนี้มีความเข้มข้น 100 mg-P/L

7. สารละลาย Bray No.2

เตรียมโดยละลาย NH_4F (AR grade) 1.11 กรัม ในน้ำกลั่น เติมกรด HCl เข้มข้น (37 %w/w) ลงไป 8.1 cm^3 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1000 cm^3

ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่างละ 2.50 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 cm^3
2. เติมสารสกัดลงไป 25 cm^3 เขย่าด้วยมือ 60 วินาที แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.5
3. ผสม Color reagent และสารละลาย ascobic ในอัตราส่วน 1 : 1 เติมสารละลายผสมลงใน volumetric flask ขนาด 25 cm^3 จำนวน 9 ใบ
4. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส (100 mg-P/dm3) 5 cm^3 ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสความเข้มข้น 5 mg-P/dm^3
5. ปิเปตสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัสที่เจือจางแล้ว (จากข้อ 5) 0 1 2 3 4 และ 6 cm^3 ใส่ใน volumetric flask ที่เติมสารละลาย color reagent และกรด ascobic
6. ปิเปตสารละลายที่กรอง ปริมาตร 1 cm^3 ใส่ลงใน volumetric flask ที่เติมสารละลาย color reagent และกรด ascobic ไว้แล้ว ฉีดน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อยแล้วเขย่าให้สารทำปฏิกิริยากัน
7. ปรับปริมาตรสารละลายใน volumetric flask ทั้ง 9 ใบด้วยน้ำกลั่น ปิดจุก เขย่าแล้วทิ้งไว้ให้สารเกิดปฏิกริยาจนสมบูรณ์ประมาณ 40 นาทีหรือนานกว่านี้
8. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 720 nm เทียบกับ reagent blank

การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม

- การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer
- การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียม โซเดียม ด้วยวิธี Atomic Emission Spectrophotometer

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตต

เตรียมโดยเจือจาง glacial acetic acid (CH_3COOH : 99%) 115 cm^3 ด้วยน้ำปริมาตรประมาณ 1600 cm^3 เติมสารละลายแอมโมเนีย (NH_3 Solution : 25%) ลงไป 140 cm^3 คนสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเครื่องคนแม่เหล็ก ปล่อยทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของสารละลายลดลงใกล้อุณหภูมิห้องปรับ pH เป็น 7 ด้วยสารละลายเจือจางของกรดอะซิติก หรือแอมโมเนีย แล้วปรับปริมาตรสารละลายเป็น 2 dm^3

2. สารละลายสตรอนเทียม

เตรียมโดยละลาย $SrCl_2.6H_2O$ 30.43 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 cm^3 จะได้สารละลายซึ่งมีความเข้มข้น 10,000 mg-Sr/dm^3 เก็บสารละลายนี้ในขวด polyethylene

ขั้นตอนการทดลอง

1. ชั่งดินตัวอย่างละ 5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 250 cm^3
2. เติมสารละลาย 1.0 M NH_4OAc pH 7.0 ลงไป 50 cm^3 โดยใช้ dispenser แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง orbital shaker นาน 30 นาที
3. กรองสารละลายลงใน volumetric flask ขนาด 100 cm^3 ผ่านกระดาษกรอง Whatman No.5 แล้วล้างดินที่ค้างอยู่ใน erlenmeyer flask ด้วย 1.0 M NH_4OAc pH 7.0 อีกประมาณ 30 cm และกรองสารละลายทั้งหมดรวมกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เจือจางสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมให้มีความเข้มข้น 100 mg-K/ml ปิเปต Stock standard มา 10 mLใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น) สารละลายที่ได้เรียกว่า intermediate standard จากนั้นเจือจาง intermediate standard ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 2 4 6 8 และ 10 mg-K/dm^3 สารละลายที่ได้นี้เรียกว่า working standard

เจือจางสารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 1000 mg /L จำนวน 10 mL ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 mL ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 100 mg /L หลังจากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 0, 2, 4, 6, และ 8 มล. ใส่ในขวดปริมาตรและทำให้เป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายมาตรฐานโซเดียมเข้มข้น 0, 2, 4, 6 และ 8 mg L-1 ตามลำดับ

เจือจางสารละลายมาตรฐานแคลเซียมให้มีความเข้มข้น 100 mg-Ca/dm^3 เติมสารละลาย Sr ลงใน volumetric flask ขนาด 100 cm^3 จำนวน 6 ใบ ใบละ 10 cm^3 แล้วปิเปตสารละลาย intermediate standard ที่เตรียมไว้ลงไป 2 4 6 8 10 และ 12 cm^3 ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

เจือจางสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมให้มีความเข้มข้น 50 mg-Mg/dm^3 ด้วยน้ำกลั่น เติมสารละลาย Sr ลงใน volumetric flask ขนาด 100 cm^3 จำนวน 6 ใบ ใบละ 10 cm^3 แล้วปิเปตสารละลาย intermediate standard ที่เตรียมไว้ลงไป 1 2 3 4 5 และ 6 cm^3 ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายในขวด polyethylene ในกรณีที่ต้องการเก็บไว้ใช้เป็นเวลานาน

4. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ตัวอย่างละ 2.5 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายสตรอนเทียมสำหรับวัด Ca และ Mg หรือปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นสำหรับวัด Na และ K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ไปวัด Ca และ Mg ด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometer หรือวัดค่า Na และ K ด้วยเทคนิค Atomic Emission Spectrophotometer

ก.2 วิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนละธาตุอาหารในตัวอย่างซากพืช

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน โดยใช้เครื่อง Total Organic Carbon

วัด TC (Total Carbon)

1. ชั่งตัวอย่างดินใส่ใน both 50.0 mg
2. นำ both ที่มีตัวอย่างใส่ลงในเครื่อง TOC ตำแหน่งที่วัด TC ปิดฝาครอบ และเครื่องจะวัดค่า TC ออกมา อ่านค่าที่วัดได้

วัด IC (Inorganic Carbon)

1. ชั่งตัวอย่างดินใส่ใน both 50.0 mg
2. นำ both ที่มีตัวอย่างใส่ลงในเครื่อง TOC ตำแหน่งที่วัด IC ปิดฝาครอบ ใส่กรดเปอร์คลอริกที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นอัตราส่วน 4:1 และเครื่องจะวัดค่า IC ออกมา อ่านค่าที่วัดได้

การเตรียมตัวอย่างพืชในรูปสารละลาย

วิธีย่อยตัวอย่างโดยใช้เตานำความร้อน

1. ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มล. ถ้าเป็นตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพใช้ปริมาตร 2-5 มล.
2. เติมกรดไนตริกเข้มข้น12 มล. และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มล.
3. นำขึ้นตั้งบนเตาทำความร้อน ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่นั้นด้วยกระจกนาฬิกา ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150°C
4. รอจนกว่าควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายไปควันจะเริ่มเป็นสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220°C (ถ้าใช้เวลาในการย่อยนานกว่าประมาณ 30 นาที) ระวังอย่าให้สารละลายตัวอย่างแห้ง (ถ้าเกือบจนแห้งให้ยกลงจากเตาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน แล้วเติมกรดเล็กน้อยประมาณ 3-5 มล. แล้วย่อยต่อไป)
5. ใช้เวลาย่อยประมาณ 3-4 ชั่วโมง แล้วแต่ปริมาณเซลลูโลสของตัวอย่าง ย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใสและมีตะกอนขาวขุ่นของ silica ปรากฏอยู่ ยก flask ลงจากเตาปิดเตา รอจนตู้ดูดควันไปจนหมด
6. ใช้น้ำอุ่นฉีดล้างภายใน flask โดยรอบพร้อมทั้งกระจกนาฬิการะวังอย่าให้น้ำกระเด็นออกจากขวดล้างตรงใต้ฝากระจกนาฬิกาลงไปด้วย ใส่ขวดปริมาตร 100 มล. ผ่านกระดาษกรองทำซ้ำหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งจนได้ปริมาณสารละลาย 80-90 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากันเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาธาตุ P, K , Na, Ca, Mg ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสด้วยวิธี Barton's

การเตรียมสารเคมี

1. น้ำยาที่ทำให้เกิดสี ammonium vanadomolybdate หรือ Barton's reagent

น้ำยา A-เตรียมจากการละลายแอมโมเนียมโมลิบเดท (ammonium molybdate $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 4H_2O$) 25 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มล. น้ำยา B-เตรียมจากแอมโมเนียมเมตาวานาเดท (ammonium meta vanadate –NH_4VO_3) 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 มล. ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด HNO3 เข้มข้นลงไป 250 มล. นำ A และ B มาผสมกัน ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Stock Standard Solution) 50 mg/L

เตรียมโดยชั่ง potassium dihydrogen phosphate – KH2PO4 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105°c เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 มก./ลิตร หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 มก./ลิตร ก็ได้ โดยชั่ง KH2PO4 4.393 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°c เมื่อจะใช้เป็น working standard ก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 มก./ลิตร โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

ขั้นตอนการทดลอง

1. การเตรียม working standard – โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 ml จากสารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 มก./ลิตร ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำยา Barton 5 มล. ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ P เป็น 0, 2, 4,6, 8 มก./ลิตร
2. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง– โดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มล. ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย (digestion) ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำยา Barton 5 มล.ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30นาที
3. ก่อนการวัด อุ่นเครื่อง UV-Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (wavelength) ของเครื่องที่ 420 nm. ทำ standard curve จาก working standard 0, 2, 4, 6,8 มก./ลิตร ก่อนแล้วจึงวัด blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์
4. วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UVSpectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่าง (ตัวอย่าง blank และตัวอย่างอ้างอิงก็ทำในทำนองเดียวกัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมด้วยเทคนิค Atomic Emission Spetrophotometer

การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียม intermediate standard solution 100 ppm Na

โดยปิเปต standard solution 1000 ppm -Na 10 มล.ใส่ใน volumetric flask 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน เตรียม working standard ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 ppm ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.ด้วยน้ำกลั่นเขย่าให้เข้ากัน สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมก็ทำเช่นเดียวกัน

ขั้นตอนการทดลอง

การวัดค่าความเข้มข้นของโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่าง

1.วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เปรียบเทียบกับปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในตัวอย่างก่อน ถ้าค่าที่อ่านได้จากตัวอย่างสูงกว่าความเข้มข้นสูงสุดของสารละลายมาตรฐาน ต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างเป็น 1:10 หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของปริมาณ Na ในตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spetrophotometer

การเตรียมสารเคมี

1.เตรียมสารละลายสทรอนเชียมคลอไรด์ ($SrCl_26H_2O$) ความเข้มข้น 100 ppm จำนวน 2 ลิตร

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8,10 ppm ตามลำดับ และสารละลายมาตรฐานแมกนีเซียม ความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4, 5 ppm ตามลำดับ เจือจางสารละลายมาตรฐานทั้งสองด้วย $SrCl_26H_2O$ 100 ppm ปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

ขั้นตอนการทดลอง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง (ที่ผ่านการย่อยสลาย) 11 มล. ปรับปริมาตรด้วย $SrCl_26H_2O$ ความเข้มข้น 100 ppm จนครบ 25 มล.
2. สารละลายที่เตรียมได้ นำไปวัดปริมาณแคลเซียมทั้งหมด และวัดปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ปฏิบัติตามวิธีการใช้ของเครื่อง
3. สารละลายที่วัดได้ควรมีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วงของสารละลายมาตรฐาน ถ้าสารละลายที่วัดได้มีค่าสูงกว่าสารละลายมาตรฐาน จะต้องเจือจางสารละลายให้มากขึ้น แต่ถ้าสารละลายที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน จะต้องลดการเจือจางลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนด้วยวิธีกลั่นแบบ ไมโครเจลดาห์ล

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40%

เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร

2. สารละลายกรดบอริก 3 %

เตรียมจากกรดบอริก 300 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 10 ลิตร

3. สารสำเร็จรูปอัดเม็ด (Kjeltabs)

ประกอบด้วย 3.5 กรัม ของ K_2SO_4 และ 3.5 มก.ของ Se หรือ Mixed catalyst ที่ประกอบด้วย K_2SO_4 ,$Cu SO_4 \cdot 10H_2O$ และ Se ในอัตราส่วน100:10:1 ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

4. อินดิเคเตอร์ผสม (Mixed indicator)

เตรียมได้จาก bromocresol green 0.22 กรัม และ methyl red 0.075 กรัม ละลายใน 95% ethyl alcohol จำนวน 96 มล. เติม NaOH 0.1 M ปริมาตร 3.5 มล. ผสมเข้าด้วยกัน

ขั้นตอนการทดลอง

การย่อยสลาย (digestion)

1. ชั่งตัวอย่างที่อบและบดละเอียดแล้ว 0.5-1.00 กรัม (ผ่านการอบที่ 65- 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) บนกระดาษกรองและห่อใส่ใน Kjeldahl flask ขนาด 800 ml เติมสารสำเร็จรูปอัดเม็ดจำนวน 2 เม็ด
2. เติม conc H_2SO_4 20 มล. ลงใน Kjeldahl flask
3. ทำ blank และตัวอย่างอ้างอิง (reference sample) โดยวิธีเดียวกัน
4. นำไปย่อยใน Kjeldahl digestion apparatus จนได้สารละลายใสใช้เวลาประมาณ 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นเติมน้ำกลั่น 400 มล. หรือถ้าอุปกรณ์ในการย่อยเป็นหลอดแก้วเติมน้ำกลั่น 75 มล. จนได้สารละลายใส

การกลั่น (distillation)

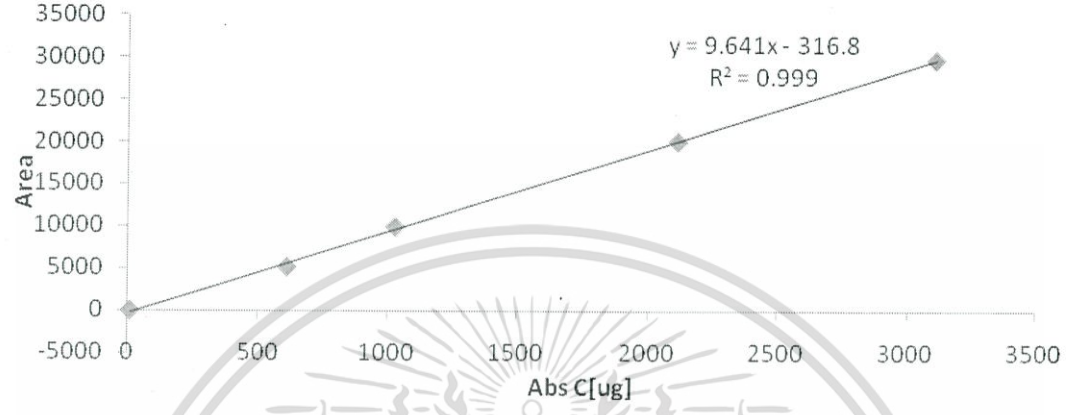
5. ใส่สารละลายกรดบอริก 50 มล. ลงใน Erlenmeyer flaskขนาด 500 มล. หยด Mixed indicator 4-5 หยด นำไปวางรองรับ distillate จากเครื่องกลั่นโดยให้ปลายหลอดแก้วจุ่มอยู่ในสารละลายบอริก แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1:1) จำนวน 50 มล. ลงใน Kjeldahl flask ที่มีสารละลายตัวอย่าง ทำการกลั่น (ประมาณ 1 ชม.) จนได้ปริมาตร 250 มล. แล้วนำไปไทเทรต
6. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วย HCl มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 M จนกระทั่งสีของสารละลายจะเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีม่วง (purple) คือจุดยุติ (end point)
7. ไทเทรต blank ในทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

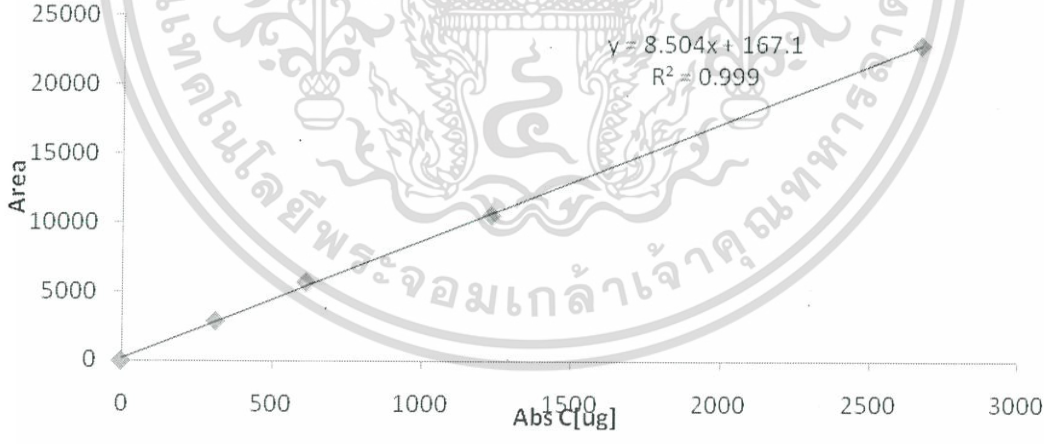
ภาคผนวก ข.

กราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

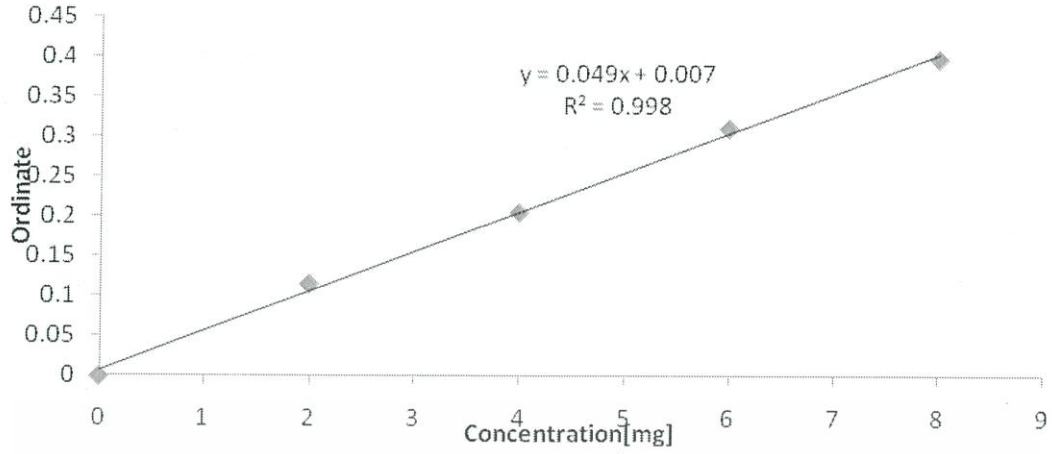


กราฟ ข.1 กราฟมาตรฐานของค่า TC

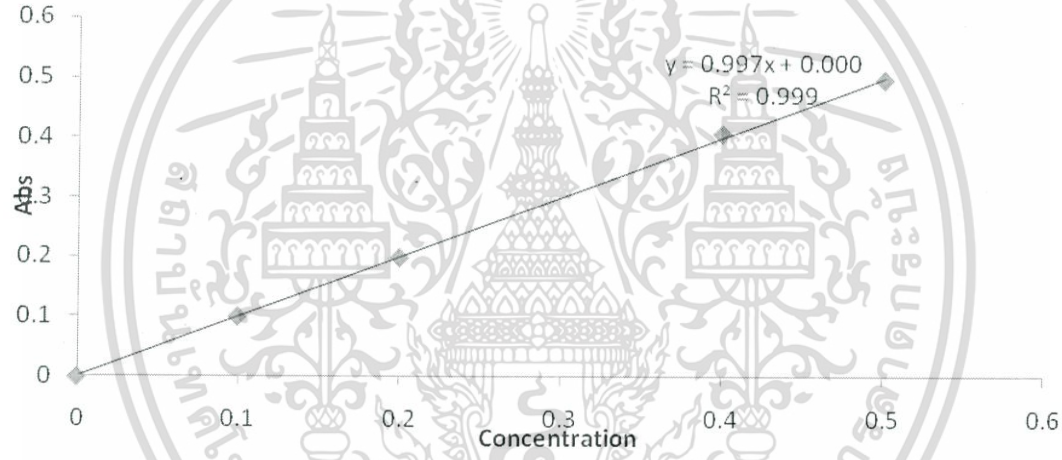


กราฟ ข.2 กราฟมาตรฐานของค่า IC

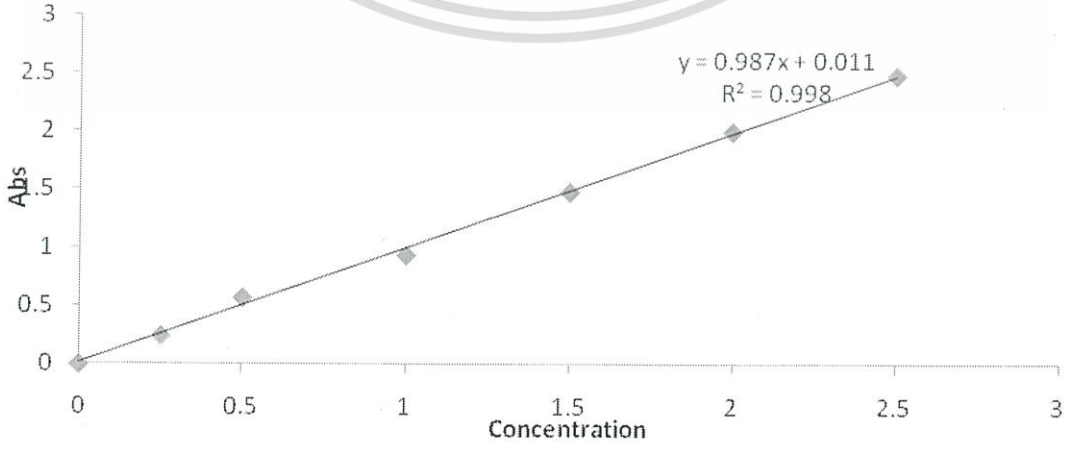
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟ ข.3 กราฟมาตรฐานของค่าฟอสฟอรัส

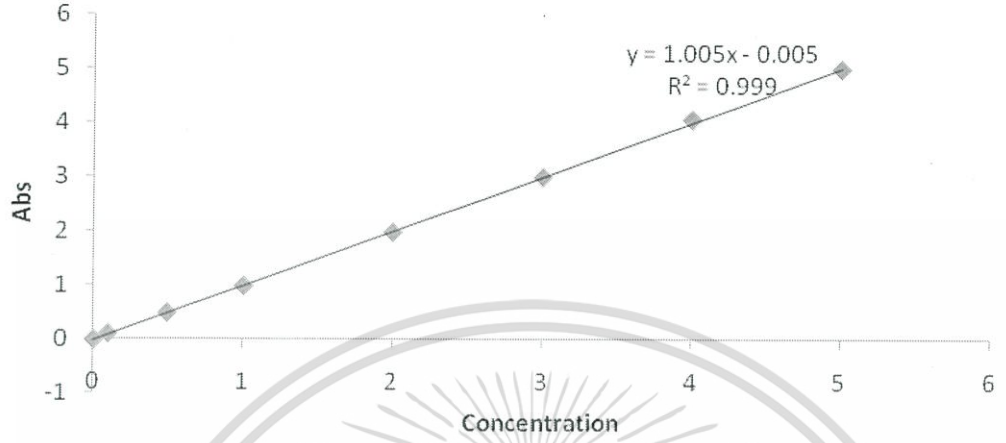


กราฟ ข.4 กราฟมาตรฐานของค่าโซเดียม

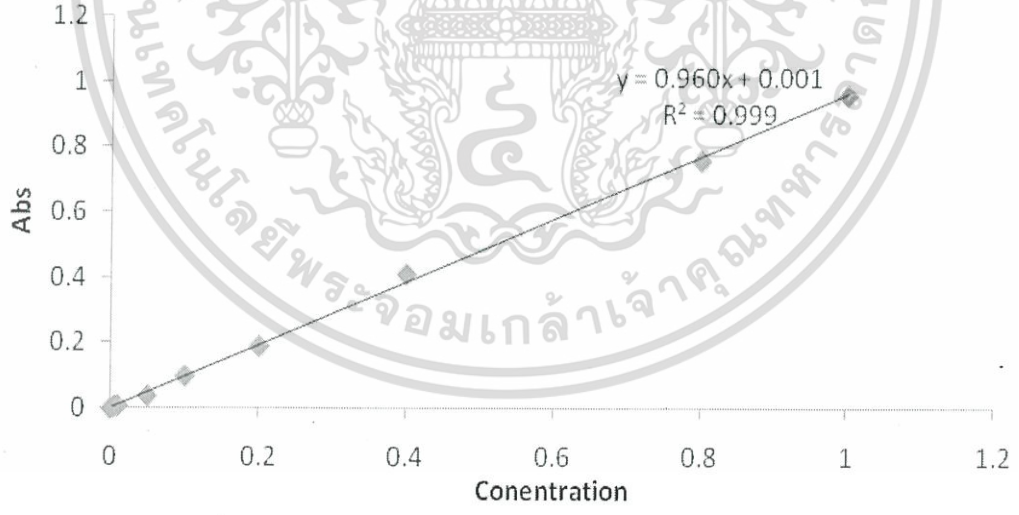


กราฟ ข.5 กราฟมาตรฐานของค่าโพแทสเซียม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟ ข.6 กราฟมาตรฐานของค่าแคลเซียม



กราฟ ข.6 กราฟมาตรฐานของค่าแมกนีเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.1 ปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างดิน (%)

ตัวอย่าง	TC	IC	%TOC	เฉลี่ย(%)
A10.1	61.07	0.01737	61.0526	
A10.2	61.42	0.00987	61.4101	61.1533
A10.3	60.97	0.01618	60.9538	
A20.1	59.45	0.01745	59.4326	
A20.2	60.09	0.01215	60.0779	60.3033
A20.3	61.37	0.00984	61.3602	
A30.1	59.98	0.01727	59.9627	
A30.2	59.24	0.01080	59.2292	59.7300
A30.3	59.97	0.00879	59.9612	
B10.1	60.52	0.01093	60.5091	
B10.2	61.07	0.00877	61.0612	60.7400
B10.3	60.63	0.02244	60.6076	
B20.1	60.98	0.01838	60.9616	
B20.2	58.53	0.00271	58.5273	59.8300
B20.3	59.98	0.01085	59.9692	
B30.1	59.56	0.00893	59.5511	
B30.2	58.82	0.01536	58.8046	59.1167
B30.3	58.97	0.00173	58.9683	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.2 ปริมาณคาร์บอนในตัวอย่างดิน (kgC/ไร่)

Sample	Soil (cm)	Bulk Density	%C	ปริมาณคาร์บอนในดิน(kgC/ไร่)
A 26 yr	0 - 10 cm	1.1896	61.1389	11.63693367
	10 - 20 cm	1.2357	60.2902	11.92009602
	20 - 30 cm	1.2896	59.7177	12.32191135
B 28 yr	0 - 10 cm	1.2264	60.7260	11.91589862
	10 - 20 cm	1.3357	59.8194	12.78412361
	20 - 30 cm	1.3974	59.1080	13.21560307

ตาราง ค.3 ข้อมูลค่าความเป็นกรดด่างของตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	pH	เฉลี่ย	ตัวอย่าง	pH	เฉลี่ย
A10.1	4.65		B10.1	4.92	
A10.2	4.66	4.66	B10.2	4.82	5.04
A10.3	4.67		B10.3	5.37	
A20.1	4.57		B20.1	5.05	
A20.2	4.76	4.84	B20.2	5.27	5.22
A20.3	5.21		B20.3	5.35	
A30.1	5.22		B30.1	5.24	
A30.2	5.42	5.32	B30.2	5.43	5.38
A30.3	5.32		B30.3	5.46	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.4 ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	น้ำหนักดิน	ปริมาณกรดที่ใช้	%N	เฉลี่ย(%)
A10.1	1.000	5.90	0.1641	
A10.2	1.000	5.90	0.1670	0.1651
A10.3	1.000	5.80	0.1641	
A20.1	1.000	5.40	0.1528	
A20.2	1.000	5.30	0.1500	0.1509
A20.3	1.000	5.30	0.1500	
A30.1	1.000	4.90	0.1387	
A30.2	1.000	5.00	0.1415	0.1396
A30.3	1.000	4.90	0.1387	
B10.1	1.000	4.20	0.1189	
B10.2	1.000	4.20	0.1189	0.1179
B10.3	1.000	4.10	0.1160	
B20.1	1.000	3.80	0.1075	
B20.2	1.000	3.80	0.1075	0.1066
B20.3	1.000	3.70	0.1047	
B30.1	1.000	2.60	0.0736	
B30.2	1.000	2.80	0.0792	0.0764
B30.3	1.000	2.70	0.0764	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.5 ปริมาณฟอสฟอรัสในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	ค่าที่อ่านได้	น้ำหนักดิน(g)	%P	เฉลี่ย(%)
A10.1	0.54	2.5094	0.0538	
A10.2	0.54	2.5090	0.0538	0.0528
A10.3	0.51	2.5089	0.0508	
A20.1	0.47	2.5006	0.0470	
A20.2	0.43	2.5001	0.0430	0.0423
A20.3	0.37	2.5010	0.0370	
A30.1	0.29	2.5000	0.0290	
A30.2	0.42	2.5045	0.0419	0.0366
A30.3	0.39	2.5061	0.0389	
B10.1	0.34	2.5329	0.0336	
B10.2	0.36	2.5345	0.0355	0.0358
B10.3	0.39	2.5341	0.0385	
B20.1	0.33	2.5148	0.0328	
B20.2	0.37	2.5201	0.0367	0.0351
B20.3	0.36	2.5156	0.0358	
B30.1	0.39	2.5429	0.0383	
B30.2	0.29	2.5245	0.0287	0.0319
B30.3	0.29	2.5197	0.0288	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.6 ข้อมูลการหาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	ค่าที่ได้	น้ำหนักดิน (g)	%Ca	เฉลี่ย(%)
A10.1	1.441	2.5094	0.7178	
A10.2	1.818	2.5090	0.9057	0.7948
A10.3	1.527	2.5089	0.7608	
A20.1	1.639	2.5006	0.8193	
A20.2	1.397	2.5001	0.6985	0.7085
A20.3	1.216	2.5010	0.6078	
A30.1	0.919	2.5000	0.4595	
A30.2	1.274	2.5045	0.6359	0.5794
A30.3	1.289	2.5061	0.6429	
B10.1	0.815	2.5329	0.4022	
B10.2	0.822	2.5345	0.4054	0.3915
B10.3	0.744	2.5341	0.3670	
B20.1	1.133	2.5148	0.5632	
B20.2	0.922	2.5201	0.4573	0.4906
B20.3	0.908	2.5156	0.4512	
B30.1	1.03	2.5429	0.5063	
B30.2	1.352	2.5245	0.6694	0.5717
B30.3	1.087	2.5197	0.5393	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.7 ข้อมูลการหาปริมาณแมกนีเซียมในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	ค่าที่ได้	น้ำหนักดิน(g)	%Mg	เฉลี่ย(%)
A10.1	0.505	2.5094	0.2516	
A10.2	0.664	2.5090	0.3308	0.2871
A10.3	0.56	2.5089	0.2790	
A20.1	0.636	2.5006	0.3179	
A20.2	0.462	2.5001	0.2310	0.2486
A20.3	0.394	2.5010	0.1969	
A30.1	0.135	2.5000	0.0675	
A30.2	0.359	2.5045	0.1792	0.1403
A30.3	0.349	2.5061	0.1741	
B10.1	0.136	2.5329	0.0671	
B10.2	0.151	2.5345	0.0745	0.0710
B10.3	0.145	2.5341	0.0715	
B20.1	0.283	2.5148	0.1407	
B20.2	0.251	2.5201	0.1245	0.1242
B20.3	0.216	2.5156	0.1073	
B30.1	0.303	2.5429	0.1489	
B30.2	0.287	2.5245	0.1421	0.1470
B30.3	0.302	2.5197	0.1498	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.8 ข้อมูลการหาปริมาณโพแทสเซียมในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	ค่าที่อ่านได้	น้ำหนักดิน (g)	%K	เฉลี่ย(%)
A10.1	0.475	2.5094	0.22751	
A10.2	0.374	2.5090	0.17916	0.2136
A10.3	0.489	2.5089	0.23426	
A20.1	0.361	2.5006	0.17352	
A20.2	0.33	2.5001	0.15865	0.1623
A20.3	0.322	2.5010	0.15475	
A30.1	0.412	2.5000	0.19808	
A30.2	0.245	2.5045	0.11758	0.1439
A30.3	0.242	2.5061	0.11606	
B10.1	0.483	2.5329	0.22920	
B10.2	0.49	2.5345	0.23237	0.2517
B10.3	0.619	2.5341	0.29359	
B20.1	0.424	2.5148	0.20265	
B20.2	0.374	2.5201	0.17837	0.1987
B20.3	0.450	2.5156	0.21500	
B30.1	0.380	2.5429	0.17961	
B30.2	1.100	2.5245	0.52371	0.2944
B30.3	0.377	2.5197	0.17983	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.9 ข้อมูลการหาปริมาณโซเดียมในตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	ค่าที่อ่านได้	น้ำหนักดิน (g)	%Na	เฉลี่ย(%)
A10.1	0.158	2.5094	0.0076	
A10.2	0.341	2.5090	0.0163	0.0080
A10.3	0.214	2.5075	0.0812	
A20.1	0.103	2.5006	0.0050	
A20.2	0.379	2.5001	0.0182	0.0118
A20.3	0.257	2.5010	0.0124	
A30.1	0.504	2.5000	0.0242	
A30.2	0.237	2.5045	0.0114	0.0163
A30.3	0.277	2.5061	0.0133	
B10.1	0.318	2.5329	0.0151	
B10.2	0.105	2.5345	0.0050	0.0104
B10.3	0.232	2.5341	0.0110	
B20.1	0.26	2.5148	0.0122	
B20.2	0.18	2.5201	0.0086	0.0119
B20.3	0.31	2.5156	0.0148	
B30.1	0.198	2.5429	0.0094	
B30.2	0.232	2.5245	0.0110	0.0116
B30.3	0.302	2.5197	0.0144	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.10 ข้อมูลการหา Bulk Density ของตัวอย่างดิน

ตัวอย่าง	น้ำหนักcore+ดิน ก่อนอบ	น้ำหนักcore+ดิน หลังอบ	น้ำหนัก core (กรัม)	น้ำหนัก ดิน (กรัม)	ปริมาตร core (ลบ. ซม.)	bulk density (กรัม/ลบ. ซม.)
A10.1	238.71	225.85	97.93	127.92	112.46	1.1375
A10.2	245.16	229.34	88.63	140.71	112.46	1.2512
A10.3	235.7	222.13	89.43	132.7	112.46	1.1800
A20.1	243.89	243.89	89.09	154.8	112.46	1.3765
A20.2	260.43	242.89	96.00	146.89	112.46	1.3062
A20.3	245.01	230.31	98.25	132.06	112.46	1.1743
A30.1	249.18	231.98	97.82	134.16	112.46	1.1930
A30.2	254.3	236.05	95.71	140.34	112.46	1.2479
A30.3	252.4	236.91	93.2	143.71	112.46	1.2779
B10.1	256.82	235.03	100.08	134.95	112.46	1.2000
B10.2	244.23	231.04	94.34	136.7	112.46	1.2156
B10.3	257.32	233.15	91.04	142.11	112.46	1.2637
B20.1	273.31	253.96	95.65	158.31	112.46	1.4077
B20.2	265.18	242.73	94.69	148.04	112.46	1.3164
B20.3	257.93	238.49	94.22	144.27	112.46	1.2829
B30.3	260.02	233.51	94.21	139.3	112.46	1.2387
B30.4	269.7	246.17	93.86	152.31	112.46	1.3544
B30.5	264.64	249.53	103.44	146.09	112.46	1.2991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.11 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.8)

เดือน / แปลงปลูก		ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช (g)				
		เฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	รวม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เมษายน	แปลง A	8.2838	0.48	31.33	430.76	6.87
	แปลง B	11.6077	0.83	39.33	582.82	10.24
พฤษภาคม	แปลง A	8.0272	0.62	28.02	409.39	6.59
	แปลง B	9.4821	1.13	76.89	453.97	7.52
มิถุนายน	แปลง A	12.029	1.11	50.16	685.65	9.17
	แปลง B	11.8537	0.18	90.26	682.98	10.69
กรกฎาคม	แปลง A	11.8262	0.54	56.89	697.61	10.63
	แปลง B	10.4065	0.83	79.2	578.53	9.44
สิงหาคม	แปลง A	9.2573	0.19	24.57	517.02	6.75
	แปลง B	9.7641	0.55	30.71	417.36	8.04

ตาราง ค.12 ปริมาณมวลชีวภาพของซากพืช (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.9)

ตัวอย่าง		% ความชื้น	มวลชีวภาพ	ตัวอย่าง		% ความชื้น	มวลชีวภาพ
A	เมษายน	18.5524	6.537455	B	เมษายน	16.557	9.9934
	พฤษภาคม	21.8644	6.112594		พฤษภาคม	17.0411	6.615434
	มิถุนายน	21.427	10.07483		มิถุนายน	24.5217	10.95483
	กรกฎาคม	21.43	10.20655		กรกฎาคม	19.9963	8.757818
	สิงหาคม	21.976	7.95409		สิงหาคม	18.7029	7.71347

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค.13 ปริมาณธาตุอาหารของซากพืชที่ร่วงหล่น (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.9)

เดือน	ตัวอย่าง	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		%N		%P		%Ca		%Mg		%K		%Na		%C	
เมษายน	ใบ	1.2246	0.1181	0.7146	0.6464	0.3323	0.4701	0.1914	0.0835	0.934	0.9159	0.0563	0.0428	0.1089	0.1126
	กิ่ง	0.0748	0.4285	0.2772	0.2630	0.4574	0.589	0.1241	0.0378	0.4373	0.4778	0.0917	0.0376	0.1147	0.1091
	ใบอื่น	0.2193	0.3009	0.3454	0.3859	0.9837	0.9235	0.0943	0.0458	0.7035	1.0323	0.0401	0.0369	0.10144	0.1105
	กิ่งอื่น	0.2468	0.2245	0.2068	0.2781	0.7304	0.6372	0.0791	0.0294	0.7195	0.7147	0.0468	0.0267	0.10379	0.1111
	อื่นๆ	3.3385	2.8155	0.5435	0.5086	1.6801	0.7734	0.0218	0.0394	1.484	0.9894	0.0421	0.0275	0.10894	0.1091
พฤษภาคม	ใบ	0.1345	0.1646	0.6246	0.7024	4.6051	0.8268	0.1863	0.1308	1.2399	0.8025	0.2172	0.0902	0.11566	0.0992
	กิ่ง	0.1118	0.1136	0.2948	0.3196	5.4723	1.0807	0.1289	0.0737	0.5848	0.4126	0.108	0.0548	0.09891	0.0885
	ใบอื่น	0.2009	0.3649	0.3641	0.3727	0.9594	1.3578	0.0706	0.0687	1.132	0.4621	0.096	0.053	0.09188	0.0712
	กิ่งอื่น	0.3225	0.3683	0.2185	0.2104	0.7443	0.7519	0.0377	0.0315	0.8558	0.3547	0.1293	0.0546	0.08258	0.1101
	อื่นๆ	0.3385	3.0741	0.4429	0.4928	0.7586	0.5119	0.0613	0.0719	1.2856	0.5252	0.1087	0.0484	0.09408	0.0982

ตาราง ค.13 ปริมาณธาตุอาหารของซากพืชที่ร่วงหล่น (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.9) (ต่อ)

เดือน	ตัวอย่าง	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		%N		%P		%Ca		%Mg		%K		%Na		%C	
มิถุนายน	ใบ	0.1858	0.1236	0.7400	0.5100	0.766	1.2877	0.1041	0.0887	1.0374	0.5758	0.718	0.1574	0.05957	0.0559
	กิ่ง	0.0328	0.0871	0.2313	0.3091	1.7553	1.1073	0.1345	0.0331	0.4573	0.4135	1.2828	0.3042	0.05326	0.0546
	ใบอื่น	0.2888	0.2193	0.2997	0.3729	1.2534	1.1484	0.0958	0.0522	0.8258	0.4997	0.7477	0.1703	0.05248	0.0541
	กิ่งอื่น	0.1835	0.2468	0.1926	0.2698	0.9015	0.7688	0.0379	0.0292	0.4471	0.6205	0.5246	0.2261	0.05317	0.0542
	อื่นๆ	2.9162	3.3385	0.4994	0.4511	0.4803	0.5334	0.1704	0.0494	0.8001	0.7377	0.569	0.3931	0.05412	0.0542
กรกฎาคม	ใบ	0.1362	0.0985	0.6562	0.6668	1.3356	1.0302	0.1687	0.0727	0.7171	0.7125	0.1904	0.285	0.05406	0.066
	กิ่ง	0.1407	0.1112	0.4718	0.4688	0.9063	1.5071	0.1073	0.0567	0.8276	0.5435	0.3514	0.2587	0.05379	0.0645
	ใบอื่น	0.0384	0.0326	0.5527	0.5609	1.2363	1.4573	0.0948	0.0614	0.9481	0.7838	0.3771	0.2829	0.0537	0.0639
	กิ่งอื่น	0.1644	0.2376	0.2979	0.4096	0.7064	1.2791	0.0491	0.0495	0.5859	0.7848	0.2541	0.2524	0.0537	0.0645
	อื่นๆ	3.5538	3.0898	0.7562	0.6142	0.6214	0.5229	0.0897	0.0492	0.7854	0.9285	0.2833	0.2988	0.05202	0.065

ตาราง ค.13 ปริมาณธาตุอาหารของซากพืชที่ร่วงหล่น (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.9) (ต่อ)

เดือน	ตัวอย่าง	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		%N		%P		%Ca		%Mg		%K		%Na		%C	
สิงหาคม	ใบ	0.1002	0.0988	0.6810	1.1391	0.3839	0.3183	0.0873	0.2385	0.3334	0.2754	0.1055	0.1676	0.09976	0.115
	กิ่ง	0.1205	0.1263	0.4574	0.4027	0.8159	0.1326	0.105	0.0597	0.2994	0.4702	0.197	0.1619	0.09725	0.1126
	ใบอื่น	0.0192	0.0273	0.4574	0.4979	1.248	0.3275	0.1146	0.1114	0.2827	0.4129	0.1902	0.1496	0.10062	0.1235
	กิ่งอื่น	0.1158	0.2785	0.3580	0.3315	0.8700	0.1282	0.0911	0.0631	0.2944	0.2499	0.1753	0.1266	0.09725	0.1159
	อื่นๆ	2.7808	2.2619	0.5103	0.8232	0.2579	0.4031	0.094	0.1121	0.3011	0.4520	0.1554	0.136	0.10034	0.1177
เฉลี่ย		0.6796	0.7340	0.4478	0.4803	1.2105	0.7950	0.1016	0.0696	0.7328	0.6059	0.2823	0.1537	0.0822	0.0880

ตาราง ค.13 ปริมาณธาตุอาหารของซากพืชที่ร่วงหล่นแยกตามส่วน (ตารางข้อมูลรูปที่ 4.11 – 4.15)

	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
ส่วน	%N		%P		%Ca		%Mg		%K		%Na		%C	
ใบ	0.0961	0.1207	0.6833	0.7329	1.4846	0.7866	0.1476	0.1228	0.8524	0.6564	0.2575	0.1486	0.0876	0.0897
กิ่ง	0.0961	0.1733	0.3465	0.3526	1.8814	0.8833	0.1200	0.0522	0.5213	0.4635	0.4062	0.1634	0.0836	0.0858
ใบอื่น	0.1533	0.1890	0.4039	0.4381	1.1362	1.0429	0.0940	0.0679	0.7784	0.6382	0.2902	0.1385	0.0800	0.0846
กิ่งอื่น	0.2066	0.2711	0.2548	0.2999	0.7905	0.7130	0.0590	0.0405	0.5805	0.5449	0.2260	0.1373	0.0781	0.0912
อื่นๆ	2.5856	2.9160	0.5505	0.5780	0.7597	0.5489	0.0874	0.0644	0.9312	0.7266	0.2317	0.1808	0.0819	0.0889

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคผนวก ง

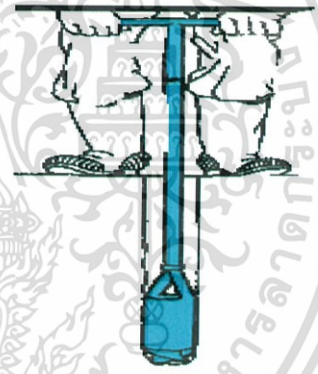
อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดิน ซากพืชและอุปกรณ์สำหรับงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.1 อุปกรณ์เก็บดินหาความหนาแน่น(Core)

รูปที่ ง.2 อุปกรณ์เก็บดินชนิดสว่าน (Auger)

รูปที่ ง.3 การเก็บตัวอย่างดินด้วย Core



รูปที่ ง.4 การเก็บตัวอย่างดินด้วย Auger

รูปที่ ง.5 การเก็บตัวอย่างซากพืชด้วย Litter trap

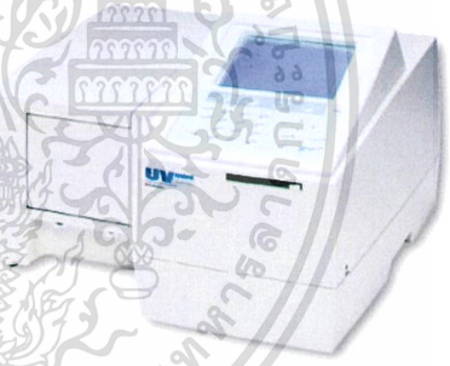
รูปที่ ง.6 เครื่องวัดค่ากรด – ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.7 เครื่องวัดอุณหภูมิดิน

รูปที่ ง.8 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน (Total Organic Carbon)

รูปที่ ง.9 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer



รูปที่ ง.10 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV Spectrophotometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดย One-Way ANOVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ค่า pH ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1	2	-0.1867	0.16202	0.549	-0.7063	0.333
		3	-.6600(*)	0.16202	0.019	-1.1797	-0.1403
	2	1	0.1867	0.16202	0.549	-0.333	0.7063
		3	-0.4733	0.16202	0.07	-0.993	0.0463
	3	1	.6600(*)	0.16202	0.019	0.1403	1.1797
		2	0.4733	0.16202	0.07	-0.0463	0.993
แปลง B	1	2	-0.1867	0.16613	0.564	-0.7195	0.3462
		3	-0.34	0.16613	0.204	-0.8728	0.1928
	2	1	0.1867	0.16613	0.564	-0.3462	0.7195
		3	-0.1533	0.16613	0.671	-0.6862	0.3795
	3	1	0.34	0.16613	0.204	-0.1928	0.8728
		2	0.1533	0.16613	0.671	-0.3795	0.6862

ตารางที่ จ.2 ปริมาณ C ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1.00	2.00	.8486	.51625	.328	-.8072	2.5044
		3.00	1.4211	.51625	.086	-.2346	3.0769
	2.00	1.00	-.8486	.51625	.328	-2.5044	.8072
		3.00	.5725	.51625	.572	-1.0832	2.2283
	3.00	1.00	-1.4211	.51625	.086	-3.0769	.2346
		2.00	-.5725	.51625	.572	-2.2283	1.0832
แปลง B	1.00	2.00	.9066	.62164	.402	-1.0872	2.9004
		3.00	1.6180	.62164	.104	-.3758	3.6117
	2.00	1.00	-.9066	.62164	.402	-2.9004	1.0872
		3.00	.7114	.62164	.553	-1.2824	2.7051
	3.00	1.00	-1.6180	.62164	.104	-3.6117	.3758
		2.00	-.7114	.62164	.553	-2.7051	1.2824

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 ปริมาณ N ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1.00	2.00	.0141(*)	.00110	.000	.0106	.0177
		3.00	.0251(*)	.00110	.000	.0215	.0286
	2.00	1.00	-.0141(*)	.00110	.000	-.0177	-.0106
		3.00	.0109(*)	.00110	.000	.0074	.0145
	3.00	1.00	-.0251(*)	.00110	.000	-.0286	-.0215
		2.00	-.0109(*)	.00110	.000	-.0145	-.0074
แปลง B	1.00	2.00	.0114(*)	.00172	.002	.0059	.0169
		3.00	.0415(*)	.00172	.000	.0360	.0470
	2.00	1.00	-.0114(*)	.00172	.002	-.0169	-.0059
		3.00	.0302(*)	.00172	.000	.0247	.0357
	3.00	1.00	-.0415(*)	.00172	.000	-.0470	-.0360
		2.00	-.0302(*)	.00172	.000	-.0357	-.0247

ตารางที่ จ.4 ปริมาณ P ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1.00	2.00	.0089	.00410	.174	-.0042	.0221
		3.00	.0147(*)	.00410	.033	.0015	.0278
	2.00	1.00	-.0089	.00410	.174	-.0221	.0042
		3.00	.0057	.00410	.429	-.0074	.0189
	3.00	1.00	-.0147(*)	.00410	.033	-.0278	-.0015
		2.00	-.0057	.00410	.429	-.0189	.0074
แปลง B	1.00	2.00	.0022	.00323	.800	-.0082	.0126
		3.00	.0036	.00323	.569	-.0068	.0140
	2.00	1.00	-.0022	.00323	.800	-.0126	.0082
		3.00	.0014	.00323	.912	-.0090	.0118
	3.00	1.00	-.0036	.00323	.569	-.0140	.0068
		2.00	-.0014	.00323	.912	-.0118	.0090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 ปริมาณ Ca ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1	2	0.0862	0.084	0.615	-0.1832	0.3556
		3	0.2153	0.084	0.109	-0.0541	0.4847
	2	1	-0.0862	0.084	0.615	-0.3556	0.1832
		3	0.1291	0.084	0.369	-0.1403	0.3985
	3	3	-0.2153	0.084	0.109	-0.4847	0.0541
		2	-0.1291	0.084	0.369	-0.3985	0.1403
แปลง B	1	2	-0.2649	0.12267	0.178	-0.6583	0.1286
		3	-0.3011	0.12267	0.124	-0.6945	0.0924
	2	1	0.2649	0.12267	0.178	-0.1286	0.6583
		3	-0.0362	0.12267	0.958	-0.4296	0.3572
	3	1	0.3011	0.12267	0.124	-0.0924	0.6945
		2	0.0362	0.12267	0.958	-0.3572	0.4296

ตารางที่ จ.6 ปริมาณ Mg ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1	2	0.0367	0.0453	0.733	-0.1086	0.1819
		3	.1467(*)	0.0453	0.048	0.0014	0.2919
	2	1	-0.0367	0.0453	0.733	-0.1819	0.1086
		3	0.11	0.0453	0.128	-0.0353	0.2553
	3	1	-.1467(*)	0.0453	0.048	-0.2919	-0.0014
		2	-0.11	0.0453	0.128	-0.2553	0.0353
แปลง B	1	2	-.0531(*)	0.00847	0.002	-0.0803	-0.026
		3	-.0753(*)	0.00847	0	-0.1024	-0.0481
	2	1	.0531(*)	0.00847	0.002	0.026	0.0803
		3	-0.0221	0.00847	0.102	-0.0493	0.005
	3	1	.0753(*)	0.00847	0	0.0481	0.1024
		2	0.0221	0.00847	0.102	-0.005	0.0493

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.7 ปริมาณ K ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1	2	0.0533	0.02639	0.211	-0.0313	0.138
		3	0.0694	0.02639	0.1	-0.0152	0.1541
	2	1	-0.0533	0.02639	0.211	-0.138	0.0313
		3	0.0161	0.02639	0.835	-0.0686	0.1007
	3	1	-0.0694	0.02639	0.1	-0.1541	0.0152
		2	-0.0161	0.02639	0.835	-0.1007	0.0686
แปลง B	1	2	0.053	0.09558	0.861	-0.2535	0.3596
		3	-0.0427	0.09558	0.907	-0.3492	0.2639
	2	1	-0.053	0.09558	0.861	-0.3596	0.2535
		3	-0.0957	0.09558	0.629	-0.4023	0.2108
	3	1	0.0427	0.09558	0.907	-0.2639	0.3492
		2	0.0957	0.09558	0.629	-0.2108	0.4023

ตารางที่ จ.8 ปริมาณ Na ที่ต่างระดับความลึกเปรียบเทียบภายในแต่ละแปลง

	(I) ความลึก	(J) ความลึก	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
แปลง A	1	2	0.0028	0.00542	0.88	-0.0146	0.0201
		3	-0.0017	0.00542	0.954	-0.019	0.0157
	2	1	-0.0028	0.00542	0.88	-0.0201	0.0146
		3	-0.0044	0.00542	0.728	-0.0218	0.0129
	3	1	0.0017	0.00542	0.954	-0.0157	0.019
		2	0.0044	0.00542	0.728	-0.0129	0.0218
แปลง B	1	2	-0.0027	0.00266	0.622	-0.0112	0.0058
		3	-0.0009	0.00266	0.949	-0.0094	0.0077
	2	1	0.0027	0.00266	0.622	-0.0058	0.0112
		3	0.0018	0.00266	0.796	-0.0067	0.0104
	3	1	0.0009	0.00266	0.949	-0.0077	0.0094
		2	-0.0018	0.00266	0.796	-0.0104	0.0067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.9 ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชเปรียบเทียบระหว่างแปลง A และแปลง B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.362	1	1.362	.563	.474
Within Groups	19.345	8	2.418		
Total	20.707	9			

ตารางที่ จ.10 ปริมาณมวลชีวภาพของซากพืชเปรียบเทียบระหว่างแปลง A และแปลง B

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.992	1	.992	.297	.601
Within Groups	26.742	8	3.343		
Total	27.734	9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้