BRT 539032

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าหลังใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

นาย ภูวดล โกมลเพียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2538

ISBN 974-635-481-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BRT 539032

RECEIVED
พ.ศ. 2540

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

BRT 539032

RECEIVED
BY DATE 28 พ.ค. 2540

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

นาย ภูวดล โกมณเฑียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-481-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PROPERTIES AND STRUCTURE OF DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM, HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY

Mr. Bhuvadol Gomontean

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the degree of Master of Science in Zoology

Department of Biology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-635-481-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
โดย	นาย ภูวดล โกมณเฑียร
ภาควิชา	ชีววิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. จิรากรณ์ คชเสนี

• บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยศยิ่งยวด)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรากรณ์ คชเสนี)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาจอง ประทัตสุนทรสาร)

BRT 539032

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ภูวดล โกมณเฑียร : ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PROPERTIES AND STRUCTURE OF DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM, HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY.) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. จิราภรณ์ คชเสนี, 132 หน้า. ISBN 974-635-481-7

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบ ได้ดำเนินการในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยการเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบที่เป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ในแต่ละแปลงจะทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 3 ระดับคือ 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร จำนวน 6 จุด และทำการวิเคราะห์สมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี วิเคราะห์การจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างโดยสถิติวิธี Cluster analysis แบบ Flexible strategy วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับกลุ่มของพรรณไม้โดยสถิติวิธี Discriminant analysis

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของพรรณไม้สามารถจัดกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ กลุ่มที่ 2 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเต็งรัง การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบพบว่า ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable iron) และปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และผลการศึกษาสามารถสร้างสมการที่ทำนายและใช้จำแนกระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้งป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ภาควิชา ชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สัตวิทยา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C625526 ZOOLOGY
: MAJOR
KEY WORD: DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEMS / MIXED DECIDUOUS FOREST / DRY DIPTEROCARP FOREST / SOIL PROPERTIES

BHUVADOL GOMONTEAN : RELATIONSHIPS BETWEEN SOIL PROPERTIES AND STRUCTURE OF DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM, HUAI KHA KHAENG WILDLIFE SANCTUARY.THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. JIRAGORN GAJASENI, Ph.D. 132 pp.

ISBN 974-635-481-7

The relationships between soil properties and structure of deciduous forest ecosystems was studied in the 5 representative plots of dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. Specie composition, number of species and diameter at breast hight of trees ≥ 4.5 centimeters were collected. Six soil sampling were made in each plot at the depth of 0-20, 20-40 and 40-60 centimeters. Chemical and physical soil properties were analysed. Quantitative ecological parameters of trees were analysed by cluster analysis with flexible strategy. Discriminant analysis was used to related soil properties with stand cluster.

Cluster analysis suggested 2 groups of clustering based on number of species and number of individuals of 5 permanant plots. Discriminant analysis suggested that total nitrogen exchangeable iron and organic matter were important factors in discriminating between 2 groups than other soil properties. The discriminant equation to determine the structure of deciduous forests ecosystems in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary was constructed.

ภาควิชา ชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา สัตววิทยา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงจนเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ได้ในวันนี้ เนื่องเพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. จิรากรณ์ คชเสนี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ แก้ไขข้อบกพร่อง พร้อมกับผู้ช่วยศาสตราจารย์ นันทนา คชเสนี ที่ให้คำแนะนำเรื่องการวิเคราะห์ดิน รวมทั้งกำลังใจและเสบียงอาหารในช่วงของการเก็บข้อมูลภาคสนาม จนกระทั่งผ่านอุปสรรคนานัปการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิศักดิ์ โพธิ์ปั้น คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ให้ข้อมูล คำแนะนำเรื่องปฐพีวิทยา และเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร. อาจอง ประทัตสุนทรสาร ที่ช่วยแนะนำ ปรึกษาและเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาข้อมูลเรื่องป่าไม้ การใช้สถิติวิเคราะห์ และให้ยืมเอกสารค้นคว้า ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคุณศักดิ์สิทธิ์ ชิ้มเจริญ หัวหน้าสถานีวิจัยเขานางรำที่กรุณาให้ที่พักพิง และช่วยสนับสนุนงานวิจัยในภาคสนามเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยที่ได้สนับสนุนงบประมาณ ค่าใช้จ่ายในงานวิจัยครั้งนี้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ช่วยแบ่งเบาภาระกิจด้านค่าใช้จ่ายเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

ขอขอบคุณพิเศษต่อ คุณวรวิทย์ เลขะวิพัฒน์ คุณปิยนุช สุวรรณทัต คุณสุนิสา ตันติศุภชัย คุณวรัญญา อรัญวาลัย คุณสุวิริยา สุวรรณโคตร คุณอัมพิกา โกมณเทียร และคุณจิพัชรา จิตรภักดี ที่ช่วยดูแลและให้กำลังใจอย่างมากมาย น้าเลียบพนักงานป่าไม้ที่ช่วยสอนให้รู้จักพรรณไม้ ช่วยแบ่งเบาภาระกิจในภาคสนาม คุณธำรงค์ ตันติวิภาวิน คุณสุธรรม วิสุทธิเมธีกร ที่ช่วยเหลือเรื่องงานคอมพิวเตอร์ คุณกนก เลิศพานิช ที่ให้ยืมสไลด์สวยๆ คุณมนฤดี เกิดสมบุญ ที่ช่วยแก้ปัญหาด้านงานสถิติ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มีพระคุณอันยิ่งใหญ่ที่ทำให้มีทุกวันนี้ พี่และน้องที่ไม่ได้กล่าวนามทุกคนที่ได้เป็นกำลังใจช่วยเหลือมาโดยตลอดในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี

ภูวดล โกมณเทียร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สมมติฐานการวิจัย	10
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	10
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	11
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	11
2. สอบสวนเอกสาร	12
2.1 ระบบนิเวศป่าผลัดใบ	12
2.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสมบัติของดินที่มีผลต่อพรรณไม้	20
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	30
3.1 วัสดุอุปกรณ์	30
3.2 วิธีการดำเนินการวิจัย	31
4. ผลการวิจัย	41
4.1 สภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ	41
4.2 การกระจายของพรรณไม้และความคล้ายคลึงของโครงสร้างทางชีวภาพ ระหว่างแปลงตัวอย่าง	42
4.3 สมบัติทางกายภาพของดิน	48
4.4 สมบัติทางเคมีของดิน	49
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบ นิเวศป่าผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

5. อภิปรายผลการวิจัย 57

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 62

6.1 สรุปผลการวิจัย 62

6.2 ข้อเสนอแนะ 63

รายการอ้างอิง 64

ภาคผนวก ก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง 72

ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์ดิน 77

ภาคผนวก ค ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Discriminant analysis 101

ภาคผนวก ง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาภาคสนาม 109

ประวัติผู้วิจัย 132

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ พศ. 2538 41

4.2 ชนิดและจำนวนพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง 43

4.3 ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณในแต่ละแปลงตัวอย่าง 45

4.4 เมตริกซ์แสดงการจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง 46

4.5 สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงตัวอย่าง 48

4.6 สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินเฉลี่ยเป็นกลุ่ม 51

4.7 ค่า Canonical discriminant function coefficients 54

4.8 ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณเฉลี่ยของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ
และระบบนิเวศป่าเต็งรัง 54

4.9 อันดับความเด่นจากดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ
และระบบนิเวศป่าเต็งรัง 56

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

3.1 การสุ่มเก็บตัวอย่างดินเป็นรูปดาว 34
3.2 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมแสดงประเภทของเนื้อดิน 35
4.1 การจัดกลุ่มของแปลงตัวอย่างด้วยสถิติวิธี Cluster analysis แบบ Flexible strategy 47
4.2 กราฟแสดงการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้ 55

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นมีการปรับตัวไม่สามารถแยกจากกันได้ ความคาดหวังสูงสุดทางนิเวศวิทยาก็น่าจะเป็นความรู้ความเข้าใจว่า ทำไมสิ่งมีชีวิตที่รวมอยู่กันอย่างเป็นระบบในลำดับต่างๆ นั้นจึงยังคงสามารถดำรงสถานะของโครงสร้างและการทำงานที่มีปฏิสัมพันธ์กันได้ ดังนั้นวิธีการที่จะศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบเช่นนั้นจึงต้องเป็นวิธีการแบบองค์รวม (Holological appraoch) ที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์ในหน้าที่การทำงานระหว่างองค์ประกอบต่างๆในระบบสิ่งมีชีวิตทั้งหมด โดยไม่ต้องทำการแยกระบบนั้นออกเป็นส่วนๆ แต่ถือว่าระบบนั้นมีความเป็นหนึ่งเดียว และเลือกคุณสมบัติประการใดประการหนึ่งหรือหลายๆ ประการของระบบนั้น คุณสมบัติที่เลือกศึกษานี้ก็คือ คุณสมบัติที่เกิดขึ้นใหม่ของระบบนั้นวิธีการศึกษาแบบนี้ใช้กันมากในการศึกษาผลกระทบของปัจจัยภายนอกที่มีต่อระบบหนึ่งๆว่าจะมีผลกระทบต่อความปกติสุขของระบบอย่างไรหรือการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อระบบนั้น (Odum, 1983)

ระบบนิเวศประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตนานาชนิด และรูปแบบต่างๆกันไม่ว่าจะเป็น พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกันในบริเวณหนึ่ง โดยสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมรอบตัวๆ ได้ สิ่งมีชีวิตและสภาวะแวดล้อมต่างก็มีบทบาทร่วมกันและมีปฏิกริยาต่อกันและกันอย่างซับซ้อน (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2532) จิรากรณ์ คชเสนี (2537) กล่าวว่า การที่สิ่งมีชีวิตมีบทบาทร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันนี้ยังก่อให้เกิดโครงสร้าง (Structure) ซึ่งจะสามารถแบ่งได้เป็น

1. โครงสร้างทางกายภาพ (Physical Structure)

ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตา เช่น การผลัดใบ การรวมกันเป็นกลุ่ม การแบ่งเป็นชั้นความสูงขนาดต่างๆ กัน หรือเห็นเป็นขนาดเล็กใหญ่ในสังคมนั้นๆ ดังนั้นโครงสร้างทางกายภาพจึงสามารถจำแนกออกได้เป็น

1.1 รูปแบบการเจริญ (Growth forms) คือกลุ่มพืชที่สามารถมองเห็นโครงสร้างได้ชัดเจน เนื่องจากสัตว์มีการเคลื่อนที่อยู่เสมอทำให้ไม่สามารถจำแนกเป็นรูปแบบได้ Whittaker (1970) ได้จำแนกรูปแบบการเจริญของสังคมพืชออกเป็น 6 รูปแบบ ดังนี้

1.1.1 ต้นไม้ (Tree) เป็นพืชยืนต้นที่มีความสูงมากกว่า 3 เมตร

1.1.2 ต้นไม้ชนิดเตี้ย (Shurb) เป็นพืชยืนต้นที่มีความสูงน้อยกว่า 3 เมตร

1.1.3 พืชล้มลุก (Herb) เป็นพืชที่มีลำต้นอยู่เหนือดินไม่เกิน 1 ฤดูกาล เช่น เฟิน พืชตระกูลหญ้า (Graminoids) และพืชล้มลุกอื่นๆ (Forbs)

1.1.4 เถาวัลย์ (Lianas) เป็นพืชเลื้อยยืนต้น

1.1.5 พืชยึดเกาะ (Epiphytes) พืชที่เกาะอาศัยต้นไม้อื่นเพื่อการดำรงชีวิต

1.1.6 พืชปกคลุม (Thallophytes) พืชกลุ่มมอส ไลเคนส์ และลิเวอร์เวอท

1.2 รูปลักษณะ (Formation) การที่ในสังคมชีวิตประกอบไปด้วยพืชที่มีรูปแบบการเจริญแตกต่างกันออกไป ทำให้สามารถจัดระบบจำแนกออกมาเป็นรูปลักษณะโดยเฉพาะได้ โดยรูปลักษณะจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ 3 ประการคือ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และแสง

1.3 การจัดชั้นตามแนวดิ่ง (Vertical stratification) มักจะเห็นได้ชัดเจนในพืช ในการจัดชั้นของพืชนั้นจะพบทั้งในระบบนิเวศบกและในระบบนิเวศน้ำโดยมีปัจจัยที่มีผลคือแสง ซึ่งจะทำให้พืชที่มีรูปแบบการเจริญที่แตกต่างกันนั้นต้องปรับตัวเพื่อให้เข้ากับปริมาณแสงที่จะลงมายังบริเวณที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่ การปรับตัวที่สำคัญที่สุดก็คือการจัดเรียงตัวของใบถ้ามีแสงมากใบจะมีหลายชั้น มีดัชนีพื้นที่ใบกับพื้นดินต่ำ แต่ถ้ามีแสงน้อยใบจะมีชั้นเดียวและมีดัชนีพื้นที่ใบสูง ซึ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการรับแสงได้ดีกว่า

ในการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่ทำให้เกิดการจัดชั้นนั้น ถ้าเป็นแพลงค์ตอนพืช ซึ่งจำเป็นต้องอยู่ในบริเวณผิวน้ำที่มีแสงตลอดเวลาเพื่อการสังเคราะห์แสงจึงต้องมีการปรับตัวให้มีการจมลงน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ และเพิ่มสัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรให้สูงที่สุด ซึ่งจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการลอยตัวและมีการจมตัวลงน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นจึงพบแพลงตอนพืชส่วนใหญ่ในบริเวณที่มีแสงอยู่ตลอดเวลา

1.4 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในเขตร้อนจะไม่มีความสำคัญมากนัก เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งปี แต่ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวจะเห็นการเปลี่ยนแปลงนี้อย่างชัดเจน

ดังจะเห็นได้จากฤดูใบไม้ผลิ ร้อนชื้น ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว ซึ่งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสังคมชีวิตตามฤดูกาลเรียกว่า ฟีโนโลยี (Phenology)

2. โครงสร้างทางชีวภาพ (Biological structure)

ได้แก่ ความหลากหลายของชนิด (Species diversity) ซึ่งพิจารณาจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในบริเวณนั้นดั้งเดิมเป็นประจำ (Residents) ไม่ใช่สิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนย้ายถิ่นไปมา (Migrants) หรือพวกที่เข้ามาโดยบังเอิญเช่น ถูกลม น้ำพัดพาเข้ามา ในสังคมชีวิตต่างๆ มีจำนวนของสิ่งมีชีวิตไม่เท่ากันและแต่ละชนิดมีจำนวนหรือมวลชีวภาพที่ไม่เท่าเทียมกันในแต่ละสังคม ดังนั้นความหลากหลายในสังคมชีวิตจึงรวมไปถึงจำนวนชนิด (Species richness) และความเท่าเทียมกันของชนิด (Equitability or Evenness)

ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological diversity) หมายถึง ความผันแปรในระหว่างสิ่งมีชีวิตทุกด้าน ในทุกแหล่งทั้งระบบนิเวศบนบก ระบบนิเวศในน้ำ และในส่วนที่ร่วมกันที่สิ่งมีชีวิตนั้นๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งประกอบด้วยความหลากหลายผันแปรภายในชนิดพันธุ์ ระหว่างชนิดพันธุ์ และความผันแปรของระบบนิเวศ ความหลากหลายทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (Prance, 1993) คือ

1. ความหลากหลายระดับพันธุกรรม (Genetic divesity) หมายถึงความผันแปรของพันธุกรรมในชนิดพันธุ์ที่ก่อให้เกิดความแตกต่างกันไปในแต่ละตัว หรือแต่ละต้นทั้งในด้านรูปพันธุ์ (Phenotype) และกรรมพันธุ์ภายในตัว (Genotype) ความผันแปรในแต่ละตัวหรือแต่ละต้นเกิดขึ้นได้จากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Gene) มาจากพ่อแม่ (โดยทั่วไปสำหรับพืชและสัตว์ชั้นสูงที่มีการผสมระหว่างสองเพศจะได้รับมาจากพ่อครึ่งหนึ่งและแม่อีกครึ่งหนึ่ง) แต่การแสดงออกที่เห็นได้หรือทดสอบได้เป็นรูปพันธุ์ที่ส่วนหนึ่งขึ้นกับพันธุกรรมที่มีอยู่ และอีกส่วนหนึ่งขึ้นกับปัจจัยแวดล้อมต่างๆที่เข้ามาควบคุมการแสดงออก ฉะนั้นจึงเป็นไปได้ว่าสัตว์แต่ละตัวหรือต้นไม้แต่ละต้นในชนิดพันธุ์เดียวกันยังมีความแตกต่างกันในสายตาและสิ่งที่อยู่ภายใน

2. ความหลากหลายระดับชนิดพันธุ์ (Species diversity) เป็นความแปรผันของชนิดพืชและสัตว์ที่มีอยู่ในพื้นที่โดยความหมายของคำว่าชนิดพันธุ์ (Species) ก็คือสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างทางพันธุกรรมเหมือนกันในระดับที่ยอมรับ สามารถถ่ายทอดต่อไปเพื่อคงชนิดพันธุ์ไว้ได้ สัตว์หรือพืชที่เป็นชนิดพันธุ์เดียวกันเมื่อรวมกันเข้าเรียกว่าประชากร (Population) ในแต่ละส่วนของพื้นที่บนผิวโลกย่อมมีจำนวนของชนิดพันธุ์พืช สัตว์ และจุลินทรีย์อาศัยอยู่เป็นจำนวนและชนิดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและโอกาสของการเข้ายึดครองที่แตกต่างกันไป

3. ความหลากหลายของระบบนิเวศหรือสังคม (Community or Ecosystems diversity) เป็นความแปรผันของลักษณะการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่ที่มีปัจจัยแวดล้อมแตกต่างกันไป และสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างจากส่วนอื่นโดยรอบในด้านของชนิดพันธุ์ที่เป็นองค์ประกอบการแสดงออกของชนิดพันธุ์ที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมและการมีอิทธิพลต่อกัน รวมไปถึงระบบการทำงานในการส่งผ่านพลังงานและสารในพื้นที่นั้นๆ ชนิดของป่าต่างๆ เป็นตัวอย่างที่ดีของการแสดงออกถึงความหลากหลายระดับสังคม ป่าแต่ละชนิดต่างก็มีชนิดพันธุ์ที่เป็นองค์ประกอบร่วมแตกต่างกันไป มีการสร้างผลผลิตและการสลายตัวของอินทรียวัตถุแตกต่างกัน (อุทิศ กุฏอินทร์, 2538)

ปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศ

จิรากรณ์ คชเสนี (2537) กล่าวว่า มีปัจจัย 6 ประการที่เชื่อว่าจะมีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศ คือ

1. ปัจจัยเวลา (Time factor) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1.1 เวลาในทางวิวัฒนาการ (Evolutionary time) เป็นระยะเวลาที่ยาวนานมาก จนมีผลทำให้เกิดการวิวัฒนาการเกิดแยกเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่หรือแยกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตออกจากกัน

1.2 เวลาในทางนิเวศวิทยา (Ecological time) เป็นระยะเวลาที่สั้นกว่า เพียงมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นสามารถแพร่กระจายเข้าไปใช้ทรัพยากรที่มีในบริเวณต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น

2. ปัจจัยความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของพื้นที่ (Spatial heteogeneity factor)

ยิ่งมีความหลากหลายในพื้นที่มากก็จะมีสิ่งมีชีวิตมากตามไปด้วย เนื่องจากสภาพบริเวณที่มีความแตกต่างนั้นจะทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ มีการพัฒนาให้เหมาะสมในแต่ละบริเวณทำให้มีความหลากหลายมาก ซึ่งมีข้อยืนยันได้หลายประการคือ

2.1 ในบริเวณพื้นที่ที่มีความสูงต่ำแตกต่างกันจะมีจำนวนชนิดมากกว่าในบริเวณพื้นที่ที่เรียบสม่ำเสมอ

2.2 ถ้าในบริ เวณนั้นมีความหลากหลายของภูมิทัศน์ (Landscape diversity) เช่น มีกลุ่มพืชขึ้นแตกต่างกันกระจายเป็นหย่อมๆ สลับกับกลุ่มพืชแบบอื่นๆ จะมีจำนวนชนิดมาก

2.3 ความหลากหลายของพืชจะทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยพืชนั้นมีความหลากหลายตามไปด้วย

2.4 ถ้าบริเวณนั้นมีการแบ่งชั้นตามความสูงมาก ก็จะมีสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแยกตามการจัดชั้นความสูงมากตามไปด้วย

3. ปัจจัยการแก่งแย่ง (Competition factor)

มีแนวความคิดพื้นฐานว่า ถ้าเกิดการแก่งแย่งระหว่างกันมาก บทบาทหน้าที่ (Niche) ของสิ่งมีชีวิตจะแคบลง ทำให้ขนาดพื้นที่เดียวกันสามารถรองรับจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นได้ จึงมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น ขณะที่กลไกการคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ (Natural selection) ในเขตอบอุ่นอยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ในขณะที่เขตร้อนอยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ ดังนั้นในเขตร้อนซึ่งมีการแก่งแย่งสูงกว่าเขตอบอุ่นมาก จึงมีการแบ่งแยกบทบาทหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตมากขึ้นมีผลทำให้ความหลากหลายสูง ความสัมพันธ์แบบการแก่งแย่งนี้จะมีอิทธิพลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ทรัพยากรร่วมกัน ซึ่งมีสมมติฐานที่ใช้อธิบายเรื่องนี้คือ สมมติฐานความแตกต่างของสารอาหาร (Nutrient mosaic hypothesis) กล่าวว่า "ต้นไม้แต่ละชนิดมีความต้องการสารอาหารทั้งสารอาหารหลัก (Macro nutrient) และสารอาหารรอง (Micro nutrient) แตกต่างกัน ดังนั้นบริเวณใกล้เคียงต้นไม้ใหญ่จะมีการจำกัดของสารอาหารบางตัว ทำให้ลูกไม้ชนิดเดียวกันเจริญขึ้นไม่ได้ แต่ลูกไม้ชนิดอื่นเจริญขึ้นได้ ส่วนลูกไม้ชนิดเดียวกันจะขึ้นและเจริญเติบโตและรอดชีวิตได้ก็ต่อเมื่อต้นเดิมนั้นตายลงแล้วย่อยสลายปล่อยสารอาหารที่เคยจำกัดออกมา" ถ้าหากเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ทรัพยากรต่างกันแล้วความสัมพันธ์แบบการแก่งแย่งจะไม่มีความสำคัญเลย แต่อยู่ภายใต้อิทธิพลของชนิดและปริมาณของทรัพยากรชนิดต่างๆ ที่ให้มีในบริเวณหนึ่งๆ วิวัฒนาการร่วมกันของความสัมพันธ์แบบต่างๆ เช่น เหยื่อ-ผู้ล่า เจ้าบ้าน-ปรสิต และความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัย อัตราการอพยพเข้าของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ และจำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตในบริเวณใกล้เคียงที่สามารถจะอพยพเข้ามาได้

4. ปัจจัยการล่า (Predation factor)

มีแนวคิดพื้นฐานคือ ถ้ามีการล่ามากก็ยิ่งจำกัดชนิดของเหยื่อมากตามไปด้วยมีผลทำให้ลดการแก่งแย่งระหว่างเหยื่อลง ซึ่งส่งผลให้มีความหลากหลายของเหยื่อมาก ซึ่งมีผลย้อนกลับไปทำให้เกิดความหลากหลายของผู้ล่าอีกครั้งหนึ่ง มีการศึกษาบริเวณแนวปะการัง พบว่าถ้ามีปลาดาว (Pisaster sp.) อยู่จะมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อทั้งหอยฝาเดียว หอยสองฝา และเพรียงอยู่ 15 ชนิด แต่ถ้าทำการทดลองกำจัดปลาดาวออกไปจากบริเวณนั้นพบว่า สิ่งมีชีวิตที่เป็นเหยื่อจะลดลงเหลือ 8 ชนิดเท่านั้น แสดงให้เห็นว่าการล่านั้นก็เป็นกลไกที่สำคัญที่ควบคุมความหลากหลายของสังคมชีวิต พบต่อมาอีกว่าถ้ามีการล่าอยู่ สังคมชีวิตในบริเวณนั้นจะมีความสลับซับซ้อนสูงและมักจะมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์กินพืชมาก แต่ถ้าไม่มีการล่านอกจากสังคมชีวิตจะเปลี่ยนเป็นสังคมที่มีความสลับซับซ้อนต่ำแล้ว ยังมีสิ่งมีชีวิตพวกที่เป็นพยาธิกับผู้ล่าเข้ามาแทนที่กับพวกที่มากินพืช

5. ปัจจัยเสถียรภาพของสภาพแวดล้อม (Enviromental stability factor)

แนวคิดพื้นฐานก็คือ ถ้าสภาพแวดล้อมค่อนข้างคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าอย่างแน่นอน (Predictability) ก็เป็นการง่ายที่สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวให้ดำรงอยู่ในบริเวณนั้นหรือไม่ต้องเจอกับการสูญพันธุ์ทีละมากๆทำให้มีความหลากหลายสูง

6. ปัจจัยผลผลิต (Productivity factor)

แนวความคิดพื้นฐานก็คือ ถ้ามีผลผลิตสูงก็หมายถึงความอุดมสมบูรณ์ของบริเวณนั้นสูง ทำให้พื้นที่นั้นมีศักยภาพในการรองรับจำนวนชนิดได้มากกว่าบริเวณที่มีผลผลิตต่ำ ความแปรผันแตกต่างกันของความร่ำรวยของชนิด เป็นผลมาจากพลวัตรของป่า นั่นคือการหมุนเวียนของสาร (Turn over) มากกว่าปัจจัยอื่นๆ (Douglas, 1996 cited in Phillips et al. 1994) และในกรณีที่มีการรบกวน (Disturbance) ในระดับหนึ่ง ในบริเวณที่มีผลผลิตสูงจะเอื้อให้ความหลากหลายเพิ่มขึ้นได้ แต่ถ้าการรบกวนสูงมากเกินกว่าระดับนี้จะมีผลทำให้ความหลากหลายลดลงซึ่งแบบแผนนี้เรียกว่า สมมติฐานการรบกวนปานกลาง (Intermediate disturbance hypothesis) (Connell, 1978)

ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงต่ำของผลผลิตพืช เช่น อาจจะเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดินหรือน้ำในดิน จะพบว่าความหลากหลายของพืชจะสูงที่สุดในบริเวณที่มีผลผลิตต่ำที่สุด ความหลากหลายของสัตว์กินพืชจะสูงที่สุดที่ระดับผลผลิตพืชปานกลาง และความหลากหลายของสัตว์กินสัตว์จะสูงที่สุดที่ระดับผลผลิตพืชที่สูงที่สุดซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการถ่ายทอดพลังงานและประสิทธิภาพในการถ่ายทอดตามลำดับขั้นในเชิงอาหาร (จิราภรณ์ คชเสนี, 2537)

ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

โดยสภาพแวดล้อมแล้วประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมากกว่าประเทศอื่นหลายประเทศรวมถึงประเทศในเขตร้อนด้วยกัน เนื่องจากตำแหน่งของประเทศไทยอยู่ในเขตชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) อินโดมาลายัน ซึ่งทางตอนเหนือของประเทศอยู่ในเขตอนุภูมิภาคอินโดจีน ส่วนทางใต้อยู่ในเขตอนุภูมิภาคซุนดา สัตว์และพืชได้รับอิทธิพลบางส่วนจากเขตอินเดีย (Indian region) และพาลีอาร์ค-ติคด้วย (MacKinnon และ MacKinnon, 1986 อ้างถึงใน สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539) จากความแปรผันของสภาพอากาศ สภาพภูมิประเทศ และสภาพทางภูมิศาสตร์ที่ได้เปรียบในหลายประการ มีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้งเขตร้อนโดยแท้และกึ่งเขตร้อน ทางแถบภาคใต้ของประเทศประกอบด้วยสภาพทางภูมิอากาศเพียงสองฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนและฤดูแล้ง (Rainy and dry season) มีลมมรสุมพัดผ่านทำให้มีปริมาณน้ำฝนต่อปีสูง ฉะนั้นทั้งพันธุ์พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ของเขตร้อนโดยแท้ก็มีโอกาสปรากฏได้ ในขณะที่ตอนเหนือของประเทศมี 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน (Hot season) ฤดูฝน (Rainy season) และฤดูที่มีอากาศเย็น (Cool season) ฉะนั้นพันธุ์พืชและสัตว์รวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นของเขตกึ่งร้อนและเขตอบอุ่นบางส่วนก็สามารถพบได้ การที่ทางตอนใต้เป็นแหลมยื่นลงไปในทะเล ทำให้มีโอกาสมีสังคมพืชริมทะเล สังคมน้ำกร่อยและสังคมน้ำเค็มด้วย ส่วนภาคเหนือเป็นภูเขาสูงอยู่ลึกจากมหาสมุทรจึงทำให้มีโอกาสพบพันธุ์

พืชและสัตว์ที่อยู่ห่างไกลจากทะเลได้ การที่อุณหภูมิของภูมิอากาศมีความผันแปรค่อนข้างแคบคือ ไม่ร้อนจัดเกินไปและไม่หนาวจัดเกินไปทำให้มีโอกาสที่จะครอบคลุมความสามารถของความทนทานทางนิเวศวิทยา (Ecological amplitude) ของชนิดพันธุ์ต่างๆได้มากชนิด (อุทิศ กุฏอินทร์, 2538)

ความหลากหลายของระบบนิเวศในประเทศไทย

ประเทศไทยประกอบด้วยระบบนิเวศหลักทั้งระบบนิเวศบนบก (Terrestrial ecosystems) ระบบนิเวศน้ำจืด (Freashwater ecosystems) และระบบนิเวศทางทะเล (Marine ecosystems) ในแต่ละระบบนิเวศยังสามารถแบ่งย่อยตามความแตกต่างของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่แตกต่างกันเป็นหลายสังคมหรือระบบนิเวศย่อยลงไปอีกหลายระดับ โดยเฉพาะระบบนิเวศบนบกอาจจำแนกย่อยลงไปได้เป็นป่าไม้ (Forest) ทุ่งหญ้า (Grassland) ลานหิน (Rock outcrops) สังคมเหล่านี้ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตและระบบความเป็นอยู่ที่แตกต่างกันไป ปัจจุบันยังมีข้อมูลเกี่ยวกับการกระจายและความหลากหลายภายในแต่ละสังคมค่อนข้างน้อยมาก ระบบนิเวศน้ำจืดอาจแบ่งย่อยออกได้เป็น ระบบนิเวศของหนองและบึง (Water hole and pond) ทะเลสาบ (Lake) ธารน้ำไหล (Running streams) และแม่น้ำ (Rivers) ซึ่งแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันไปทั้งด้านปัจจัยแวดล้อม องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ การหลั่งไหลของพลังงาน และการหมุนเวียนของสาร ส่วนระบบนิเวศทางทะเลอาจแบ่งออกได้เป็น ระบบนิเวศชายฝั่ง (Coastal ecosystems) และระบบนิเวศในทะเลลึก (Deep sea ecosystems) (อุทิศ กุฏอินทร์, 2538)

ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าไม้ของไทย

ประเทศไทยมีพรรณพืชประมาณ 15,000 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 8 ของพรรณพืชทั้งโลก (OEPP, 1992) และเป็นเขตที่จัดได้ว่าไม่มีกลุ่มพรรณพฤกษชาติ (Floristic elements) ที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง กล่าวคือ พรรณพฤกษชาติของไทยตามภาคต่างๆ ส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับพรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้าน จึงเป็นแหล่งรวมของพรรณพฤกษชาติประจำภูมิภาคใหญ่ๆ ถึง 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ กลุ่มพรรณพฤกษชาติภูมิภาคอินเดีย-พม่า (Indo-Burmese elements) กลุ่มพรรณพฤกษชาติภูมิภาคอินโดจีน (Indo-Chinese elements) และกลุ่มพรรณพฤกษชาติภูมิภาคมาเลเซียน (Malesian elements) ในส่วนที่ได้รับการทบทวนและบันทึกไว้ในหนังสือพรรณพฤกษชาติในประเทศไทยแล้วมีประมาณ 1,657 ชนิด หรือประมาณร้อยละ 67 ของจำนวนพืชที่มีท่อลำเลียงของไทย ประมาณว่า ประเทศไทยมีชนิดพรรณพืชอยู่ประมาณ 15,000 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้รวมถึงเห็ดรา 3,000 ชนิด เฟิน 633 ชนิด และกล้วยไม้มากกว่า 1,000 ชนิด และประมาณว่าในจำนวนพรรณพืชนี้ มีพรรณพืชที่เป็นสมุนไพรที่ได้ใช้ทำเป็นยารักษาโรคในท้องถิ่นมากกว่า 79 ชนิด ปัจจุบันหอพรรณไม้ กรมป่าไม้ มีตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้งที่เก็บสะสมไว้ประมาณ 50,000 ตัวอย่าง ซึ่งครอบคลุมพืชที่มีท่อลำเลียงของไทยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 (สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2539)

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเป็นพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่เคยมีการทำไม้หรือลักลอบตัดไม้มาก่อน การทำไร่เลื่อนลอยและพื้นที่ไร่ร้างมีอยู่เป็นจำนวนน้อยมาก ด้วยเหตุนี้จึงเป็นระบบนิเวศป่าไม้ที่เป็นตัวอย่างที่แท้จริงของระบบนิเวศป่าในภูมิภาคแถบนี้ (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2529) นอกจากนี้พื้นที่แห่งนี้ยังประกอบไปด้วยภูมิประเทศหลากหลายรูปแบบ มีลำห้วยอยู่มากมายหลายสาย สภาพภูมิอากาศมี 3 ฤดูกาลและเป็นทางผ่านของลมมรสุมและพายุโซนร้อน หินที่เป็นต้นกำเนิดของดินมีความหลากชนิดสูงก่อให้เกิดดินมากมายหลายรูปแบบและมีความอุดมสมบูรณ์ในระดับต่างๆกัน ความชื้นภายในดินแตกต่างกันไปตามสภาพดินและสภาพภูมิประเทศ ด้วยเหตุนี้จึงมีสังคมพืชแทบทุกชนิดของประเทศไทยไว้ สังคมพืชเด่นของพื้นที่ ได้แก่ สังคมป่าดิบเขา สังคมป่าดงดิบชื้น สังคมป่าดงดิบแล้ง สังคมป่าผสมผลัดใบ และสังคมป่าเต็ง-รัง ยิ่งไปกว่านี้ยังมีระบบนิเวศธารน้ำไหล ซึ่งมีกลุ่มชีวิตทั้งพืชและสัตว์รวมกันอยู่มากมาย โดยเฉพาะปลาน้ำจืด พืชน้ำ สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน แมลง สัตว์กีบ และสัตว์ผู้ล่า เช่น เก้ง (*Muntiacus muntjack* Zimmermann) กวางป่า (*Cervus unicolor* Kerr) กระทิง (*Bos gaurus* Smith) วัวแดง (*Bos banteng* D'Alton) เสือดาว เสือดำ (*Panthera pardus* Linn.) เสือโคร่ง (*Panthera tigris* Linn.) รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กและขนาดใหญ่อีกหลายชนิด เช่น ช้างป่า (*Elephas maximus* Linn.) ควายป่า (*Bubalus bubalis* Linn.) หมูป่า (*Sus scrofa* Linn.) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) ที่พบว่าอาศัยอยู่ในบริเวณระบบนิเวศป่าแห่งนี้ จึงนับว่าเป็นระบบนิเวศที่น่าสนใจแห่งหนึ่งของโลก (คณะวนศาสตร์, 2532)

ในอดีตที่ผ่านมาการสูญเสียสิ่งมีชีวิตไปจากโลกอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ยังมิได้ทราบถึงคุณค่าและเกิดการเสียดายแต่อย่างใด ฉะนั้นทั้งพันธุ์พืชและสัตว์หลายชนิดจึงถูกลืมและปล่อยให้หมดไปทั้งๆที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ บางส่วนอาจเป็นเพราะเทคโนโลยียังเข้าไม่ถึงอาจต้องรอเวลาการพัฒนาทางวิชาการไปอีกระยะหนึ่งแต่ถ้าหากชนิดพันธุ์นั้นหายไปแล้วโอกาสก็หมดไปด้วย จากความผิดพลาดดังกล่าวทำให้นักวิชาการทางด้านชีววิทยาและสิ่งแวดล้อมทั่วโลกซึ่งเห็นความเสียหายอย่างรุนแรงนี้พยายามเรียกร้องไปสู่รัฐบาลของแต่ละประเทศ อีกทั้งชี้ให้องค์กรระหว่างประเทศเห็นถึงปัญหาดังกล่าวนี้ ดังเห็นได้จากการรายงานของเอกสารต่างๆที่ออกมาอย่างมากมาย ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมาที่เรียกร้องให้มีการอนุรักษ์สิ่งที่มีชีวิตในโลกทุกอย่างไว้จากการกระตุ้นดังกล่าวนี้ทำให้โครงการเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (The United Nations Environmental Programme) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ UNEP ได้จัดให้มีกลุ่มทำงานร่วมกันของผู้ชำนาญการทางด้านความหลากหลายขึ้นในเดือนพฤศจิกายน 1988 เพื่อประเมินความต้องการในการที่จะมีสนธิสัญญาระหว่างประเทศ เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ จากจุดนี้ก็ได้วิวัฒนาการมาเป็นอนุสัญญาว่าด้วยความหลายทางชีวภาพ (Convention on Biological Diversity) ซึ่งปัจจุบันมีประเทศที่เข้าร่วมเป็นสมาชิกโดยสมบูรณ์แล้ว 128 ประเทศ ฉะนั้นความหลากหลายทางชีวภาพจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญระดับโลกอยู่ในปัจจุบัน (อุทิศ กุฏอินทร์, 2538)

การที่ระบบนิเวศจะมีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยพืชและสัตว์ มีสมบัติของดินและการทำงานของระบบเป็นไปอย่างไรนั้นเป็นผลรวมกันจากอิทธิพลของดิน น้ำ อากาศ ที่เป็นสภาวะทางกายภาพ กิจกรรม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ การปรับตัวของระบบนิเวศทั้งโครงสร้างและการทำงานให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเฉพาะของแต่ละบริเวณสามารถเกิดขึ้นโดยอิทธิพลของปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ความแตกต่างของความสูง (Altitudinal gradient) ความแตกต่างของความชื้น (Moisture gradient) และความแตกต่างของความอุดมสมบูรณ์หรือสารอาหาร (Fertility or Nutrient gradient) การปรับตัวดังกล่าวจะปรากฏชัดเจนในเขตร้อน (จิรากรณ์ คชเสนี, 2537)

การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดๆ ไม่ว่าจะเป็น ปริมาณสารอาหาร ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของดิน ล้วนแล้วแต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และ/หรือ สังคมชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ (Leak , 1992)

การศึกษาระบบนิเวศป่าไม้เพื่อต้องการจะทราบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตมีข้อมูลพื้นฐานที่ควรจะศึกษา คือ ปัจจัยสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทั้งชนิดและจำนวนชนิด และลักษณะสมบัติของสังคมชีวิตนั้น (Sarayuth Bunyavejchewin, 1983 a)

ดินถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อสังคมชีวิตพืชและสัตว์ เป็นของปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีพ ลักษณะสมบัติของดิน มีความเกี่ยวข้องกับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสังคมชีวิตของพืชซึ่งพบว่าความหลากหลายของชนิดเพิ่มขึ้นตามความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในดิน (Whittaker, 1970) สมบัติทางกายภาพของดินมีผลอย่างมากต่อปริมาณน้ำในดิน ในขณะเดียวกันสมบัติทางเคมีของดินจะมีผลต่อปริมาณสารอาหารในดิน ซึ่งสมบัติทั้ง 2 อย่างจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตบนดิน (Donahue et al., 1971) แหล่งเก็บสะสมสารอาหารที่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ที่สำคัญที่สุดคือ อนุภาคดินซึ่งโดยทั่วไปจะมีอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของอะลูมินั่มกับซิลิคอน (Aluminosilicate clay) มีบทบาทสำคัญที่สุดในการเก็บสะสมอาหารในดิน รองลงมาคือ อนุภาคดินที่เป็นสารประกอบทางเคมีออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินั่ม อีกแหล่งก็คืออินทรียสาร ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนต่างกัน ปกติในดินเขตร้อนซึ่งมีอนุภาคดินเป็นสารประกอบซิลิคอนและอะลูมินั่มนั้น จะมีอนุภาคอะลูมินั่มอยู่บนอนุภาคดินเป็นจำนวนมาก และเป็นสาเหตุสำคัญของการเป็นกรดของดินซึ่งถ้าความเป็นกรดสูงจะทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชถูกจับอยู่บนอนุภาคดิน โดยเหล็ก อะลูมินั่ม และแมงกานีส ให้อยู่ในสภาพที่ไม่ละลายน้ำทำให้พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เกิดสภาวะความเครียดเนื่องมาจากสารอาหาร (จิรากรณ์ คชเสนี, 2537) นอกจากนี้อินทรียสารยังเป็นแหล่งของสารอาหารหลักที่พืชต้องการคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ยังมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินตลอดจนการหมุนเวียนสารอาหารในดินระหว่างสังคมชีวิตของจุลินทรีย์ในดินกับสิ่งมีชีวิตบนดิน (Tate III, 1987)

ปัจจุบันได้มีการมองเห็นความสำคัญของการศึกษาระบบนิเวศ (Ecosystems) ทั้งระบบมากขึ้น ที่ได้รับการสนใจมากที่สุดคือ ลักษณะโครงสร้าง (Structure) การหมุนเวียนธาตุอาหาร ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนของระบบนิเวศและการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (สมศักดิ์ สุขวงศ์, สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และนริศ ภูมิภาคพันธ์, 2532)

สมมติฐานการวิจัย

ระบบนิเวศประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตนานาชนิดหลากหลายและมีรูปแบบแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกัน โดยสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมต่างมีบทบาทร่วมกันมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างซับซ้อนก่อให้เกิดโครงสร้างทางชีวภาพที่ปรากฏเป็นความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (Species diversity) ในระบบนิเวศป่าเขตร้อนที่มีความหลากหลายและสลับซับซ้อนสูงมากนั้นจะมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีบทบาทสำคัญที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางชีวภาพ ดังนั้นในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งที่มีระบบนิเวศป่าผลัดใบที่โครงสร้างทางชีวภาพมีความหลากหลายแตกต่างกันนั้น **"สมบัติของดินจะเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการกำหนดโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบในด้านองค์ประกอบของชนิด ความหลากหลายของชนิด และลักษณะทางนิเวศวิทยาเชิงปริมาณอื่นๆ"**

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบ
2. เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบตามความแตกต่างของสมบัติดินทั้งทางเคมีและทางกายภาพ และวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นสมบัติของดินที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการกำหนดโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบนั้นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้งในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ในด้านความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ โดยเน้นเฉพาะต้นไม้ที่เป็นโครงสร้างหลักคือ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (Diameter at breast height) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปในแปลงตัวอย่างถาวร

2. วิเคราะห์สมบัติของดินที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงตัวอย่างถาวรทั้งทางเคมีและทางกายภาพ

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้งป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ในพื้นที่แปลงตัวอย่างถาวร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาสมบัติของดินทั้งทางเคมีและทางกายภาพที่มีผลต่อการกำหนดโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ซึ่งเป็นระบบนิเวศป่าไม้ที่มีสัดส่วนพื้นที่สูงที่สุดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบที่มีความเป็นธรรมชาติและถูกรบกวนจากมนุษย์น้อยมาก เมื่อได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของป่าก็จะสามารถทราบถึงปัจจัยที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าทั้ง 2 แบบ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในการปลูกป่า เพื่อปรับปรุงหรือทดแทนป่าธรรมชาติ เพราะการตอบสนองของพรรณไม้ต่อสมบัติของดินที่มีการจัดการหรือมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพในธรรมชาติน่าจะเป็นหนทางที่ดีที่สุดในการที่จะทำให้ระบบนิเวศป่าไม้เจริญเติบโตและอยู่รอด อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารของสัตว์ป่าอย่างเป็นธรรมชาติอย่างมั่นคงและยั่งยืน ทั้งในมุมมองทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ

บทที่ 2

สอบสวนเอกสาร

ระบบนิเวศป่าผลัดใบ (Deciduous forest ecosystems)

ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) เป็นป่าที่ต้นไม้ส่วนใหญ่ต่างทิ้งใบหมดในฤดูแล้งและเริ่มผลิใบใหม่ในต้นฤดูฝน โดยปกติสภาพพื้นดินมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าป่าดงดิบและป่าที่อยู่ตามริมห้วยริมน้ำอยู่แล้วเมื่อป่าประเภทนี้มาพบกับสภาพความแห้งแล้งของดินฟ้าอากาศซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ธรรมชาติของต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่านี้จึงกำหนดนิสัยให้ต้นไม้ในป่าปรับตัวเพื่อความอยู่รอดของตัวเองคือ ให้ผลัดใบออกทิ้งพร้อมๆ กัน การผลัดใบของต้นไม้นั้นก็เพื่อลดเนื้อที่การระเหยของน้ำจากต้นไม้นั้นๆ ให้น้อยลง เพราะในสภาพอากาศแห้งแล้งและมีความชื้นในดินน้อยเช่นนี้ต้นไม้จะมีวิธีการสงวนน้ำในลำต้นไว้ใช้ในยามจำเป็น และในขณะฤดูแล้งในระหว่างการผลัดใบทิ้งนี้มันจะหยุดการเจริญเติบโตชั่วระยะเวลาหนึ่งจนกว่าฤดูแล้งจะผ่านพ้นไปการหยุดการเจริญเติบโตนี้ก็เพื่อเป็นการปรับตัวของมันเองให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในฤดูแล้ง เพราะในช่วงฤดูแล้งนั้นความชื้นในดินมีน้อย การที่ต้นไม้จะดูดเอาอาหารไปเลี้ยงลำต้นก็ต้องอาศัยน้ำหรือความชื้นเป็นตัวละลายแร่ธาตุซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ เมื่อความชื้นน้อยการละลายแร่ธาตุจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นต้นไม้ในป่าซึ่งมีผืนดินแห้งแล้งจึงหยุดการเจริญเติบโตชั่วขณะ การหยุดการเจริญเติบโตทำให้เนื้อไม้ที่เกิดขึ้นมาในระยะนี้แน่นจะเห็นเป็นเส้นเด่นชัดตามหน้าตัดของต้นไม้และจากเส้นที่มีสีเข้มและแคบเป็นวงล้อมรอบหน้าตัดเป็นชั้นๆ นี้เรียกว่า วงรอบปี (Annual ring) (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2538)

ในประเทศไทยป่าประเภทนี้กระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร มีภูมิอากาศแตกต่างกันไปตามฤดูกาล คือในฤดูร้อนอากาศจะร้อนจัด มีปริมาณน้ำฝนไม่เกิน 800-1,500 มิลลิเมตร ดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินปนกรวด หรือดินลูกรังไม้ในป่าประเภทนี้จะมีวงปีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะ ในฤดูแล้งมักมีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ ป่าผลัดใบในประเทศไทยนั้นมีอยู่ 2 ชนิด (ปรีชา ธรรมานนท์, 2538) คือ

1. ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest)

ป่าเบญจพรรณหรือป่าผสมผลัดใบจัดอยู่ในประเภทหนึ่งของป่าผลัดใบ พรรณไม้เกือบทุกชนิดมีการผลัดใบทิ้งหมดเหลือเฉพาะกิ่งก้านในฤดูแล้งของปีเนื่องจากในฤดูแล้งขาดแคลนน้ำจึงต้องทิ้งใบเพื่อลดการคายน้ำ พบทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ แต่ไม่พบว่ามีปรากฏในภาคใต้ ในภาคเหนือป่าชนิดนี้มีไม้สักขึ้นปะปนอยู่ทั่ว ในภาคกลางมีทั้งประเภทที่มีไม้สักและไม่มีไม้สัก สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีอยู่น้อย และมีเป็นหย่อมเล็กๆ พบว่าในบางพื้นที่มีไม้สักขึ้นอยู่บ้างที่ ขอนแก่น หนองคาย นครพนม พรรณไม้ที่พบโดยทั่วไปได้แก่ สัก (*Tectona grandis* Linn.) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) แดง (*Xylia xylocarpa* Taub.) ตะแบกเลือด (*Terminalia defeuillana* Pierre ex Laness) ตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) มะเม่า (*Antidesma leucoccladon* Hook) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm ex Miq) งิ้วป่า (*Bombax anceps* Pierre) ตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) ปี๋จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz) เขว้า (*Haldina cordifolia* Ridsd.) กระท่อมหมู (*Mitragyna brunosis* Criab) ติ้วขาว (*Cratoxylum formosum* Dyer) ส้านใหญ่ (*Dillenia obovata* Hoogl.) อุโลก (*Hymenodictyon excelsum* Wall.) แคหางค่าง (*Stereospermum stipulata* Seem.) กุ๊ก (*Lannea grandis* Engler) มะม่วงป่า (*Mangifera caloneufa* Kurz) สมอไทย (Terminalia chebula Roxb.) สมอภิเพก (*Terminalia bellerica* Roxb.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia duperreana* Pierre) อินทนิลบก (Lagerstroemia macrocarpa Wall.) เสลา (*Lagerstroemia tomentosa* Presl) รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) ยมหิน (*Chukrasia velutina* Wight & Arn.) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri* Gamble) พะยูง (*Dalbergia cochinchinensis* Pierre) ตะคร้ำ (*Garuga pinnata* Roxb.) ลมแล้ง (*Cassia fistula* Linn.) ช้อ (*Gmelina arborea* Roxb.) ตะคร้อ (*Dillenia obovata* Hoogl.) มะกอก (*Spondias pinnata* Linn.) มะกอกเกลื้อน (*Canarium subulatum* Guill.) เป็นต้น

สำหรับชนิดของไม้พื้นล่าง (Undergrowth) ที่เป็นไม้พุ่ม (Shrub) ไม้พุ่มกึ่งไม้ยืนต้น (Shurbby tree) ได้แก่ คนทา (*Itarrisonia perfolata* Merr.) หนามแท่ง (*Randia dasycarpa* Bakh.f.) กาหลง (*Bauhinia acuinata* Linn.) เพี้ยกระทิง (*Euodia lepta* Merr.) เครือเขาหนัง (*Bauhinia bassacensis* Pierre) ครามดอย (*Indigofera elliptica* Roxb.) ปอเต่าไห้ (*Grevia vestita* Wall.) ผักแว่นโคก (*Desmodium auricumum* Grah ex Benth) เป็นต้น

ไม้ล้มลุก (Herb) ได้แก่ กระชาย (*Boesenbergia pandulata* Holtt.) บุก (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Denche.) และพืชในสกุล Curcuma, Globba, Kaempferia, Aneilama, Hedgotis, Habenaria และ Pecteilis พวกปาล์ม ได้แก่ เป้งดอย (*Phoenix humilis* Royle.) หญ้า ได้แก่ หญ้าหนอง (*Heteropogon triticeus* Beauv.) หญ้าคายหลวง (*Arundinella hispida* Hack.) หญ้าคา (*Imperata cylindrica* Beauv.) รวมทั้งหญ้าในสกุล Themeda, Sporoborus, Andropocon, Panicum,

Hyparhenia, Saccharum, Oryra, Bothriochloa, Eragrostis, Eulalia, Echinochloa, Cyperus, Carax, Soleria และ Fimbristylis เป็นต้น

ไม้เถา (Climber) ไม้เถาเนื้อแข็ง (Woody climber) ได้แก่ เสี้ยวเครือ (*Bauhinia blauca* Wall. ex Benth) แสลงพัน (*Bauhinia involucellata* Kurz) เครือออน (*Congea tomentosa* Roxb.) แหนเครือ (*Combretum deciuum* Coll. & Hemsl.) สะแกเถา (*Combretum procursum* Craib) เล็บมือนาง (*Cluisgualis indica* Linn.) หมามุ้ย (*Mucuna pruriens* DC.) หางไหลแดง (*Derris elliptica* Benth.) สร้อยอินทนิล (*Thunbergia grandiflora* Roxb.) รางจืด (*Thunbergia lauriflolia* Linn.) รางแดง (*Ventilago calyculata* Tul.) และนมวัว (*Anomianthus dulicis* Sincl.) เป็นต้น

- พวกพืชยึดเกาะ (Epiphytes) ซึ่งเกาะอยู่ตามลำต้นและกิ่งก้านของต้นไม้ ได้แก่ กะเรกะร่อน (*Cymbidium simulan* Rolfe) ข้าหลวงหลังลาย (*Asplenium nidus* Linn.) ห่อข้าวสีดา (*Platycerium coronarium* Desv) ลิเภาใหญ่ (*Lygodium salicifolium* Presl) ชายผ้าสีดา (*Platycerium wallichii* Hook.f.) เอื้องเงิน (*Dendrobium draconis* Reichb.f.) กระแตไต่ไม้ (*Dischidia rafflesiana* Wall.) กล้วยไม้ในสกุล Dendrobium, Cymbidium, Rhycostylis, Ascocentrum, Bulbophyllum, Coelogyne และCleisostoma เป็นต้น

พวกเฟิน (Fern) ได้แก่ หางนาคบก (*Adiantum caudatum* Linn.) และเฟินแผง (*Selaginella involuta* Spreng)

Tem Smittinand (1977) ได้จำแนกป่าเบญจพรรณในประเทศไทยไว้เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. ป่าเบญจพรรณชื้นสูง (Moist uuper mixed deciduous forest) ป่าชนิดนี้จะขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 300-600 เมตร ซึ่งประกอบด้วยชั้นเรือนยอด 3 ชั้น และมักจะขึ้นอยู่บนดินร่วน (Loamy soil) ที่เกิดจากชั้นหินปูนหรือหินแกรนิต ชนิดพรรณไม้ซึ่งมีเรือนยอดชั้นบนได้แก่ สัก (*Tectona grandis* Linn.) เสลา (*Lagerstroemia tomentosa* Presl) รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) ขี้อ้าย (*Terminalia tripteroides* Craib) สมอภิเภก (*Terminalia bellerica* Roxb.) มะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa* Craib) ประดู่ (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) แดง (*Xylia xylocarpa* Tuab.) กระพี้เขา-ควาย (*Dalbergia cultrata* Grah. ex Benth) ชิงชัน (*Dalbergia oliveri* Gamble) กว้าว (*Adina cordifolia* Hook.f.) ซ้อ (*Gmelina arborea* Roxb.) ปี๋จั่น (*Millettia brndisiana* Kurz.) เป็นต้น สำหรับเรือนยอดชั้นล่างประกอบด้วย ติ้วขาว (*Cratoxylum pruniflorum* Gogel.) คำแสด (*Mullotus philippensis* Muell. Arg.) ผ่าด้าม (*Gardenia coronaria* Ham.) เป็นต้น ไม้พื้นล่างจะพบปาล์มอยู่บ้าง ได้แก่ เป้งดอย (*Phoenix humilis* Royle) และพวกหวายต่างๆ (Calamus spp.) สำหรับไม้ไผ่ ได้แก่

ไผ่ซาง (*Dendrocalamus membranaceus* Munro) ไผ่ลำมะลอก (*Dendrocalamus longispathus* Kurz) ไผ่บงดำ (*Bambusa tulda* Roxb.) ไผ่ไร่ (*Gigantochloa albociliata* Munro) ไผ่ไร่ลอ (*Gigantochloa nigrociliata* Kurz) และไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostahyum pergracile* Munro) เป็นต้น

2. ป่าเบญจพรรณแล้งสูง (Dry upper mixed deciduous forest) จะพบอยู่ตามสันเขาซึ่งมีระดับความสูง 300-500 เมตร ลักษณะพืชพรรณจะหนาแน่นน้อยกว่าป่าเบญจพรรณชื้นสูงแต่ส่วนใหญ่มีเรือนยอด 3 ชั้นเช่นกัน สำหรับพันธุ์ไม้ที่พบในป่าเบญจพรรณชื้นสูงก็ปรากฏอยู่ในป่าชนิดนี้เช่นกัน แต่มักจะมีลักษณะลำต้นที่แคระและคดงอ พรรณไม้ในป่าเต็งรังที่ขึ้นผสมอยู่ด้วยได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall) ยางพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb) ยางเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm ex Miq.) ยางกราด (*Dipterocarpus intricatus* Dyer) ขึ้นอยู่บนดินร่วนปนทราย และดินศิลาแลง มีพืชชั้นล่างซึ่งมักจะถูกไฟไหม้ประจำ ป่าชนิดนี้มักจะถูกมนุษย์รบกวนอยู่เสมอๆ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ป่าเสื่อมสภาพลงเป็นป่าไผ่อันประกอบด้วย ไผ่ป่า (*Bambusa arundiwacea* Willd.) และไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis* Gamble) เป็นต้น

3. ป่าเบญจพรรณต่ำ (Low mixed deciduous forest) ป่าชนิดนี้จะพบอยู่ในพื้นที่แห้งแล้งซึ่งเป็นที่ราบต่ำอยู่ในระดับความสูง 50-300 เมตร มักขึ้นอยู่ในดินร่วนหรือดินศิลาแลง ชั้นเรือนยอดจะมี 3 ชั้นเช่นกัน จะต่างกันก็ตรงที่ไม่มีไม้สักอยู่ที่ชั้นเรือนยอดชั้นบน ในเรือนยอดชั้นบนจะประกอบด้วย ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea* Pierre) และไม้พะยอม (*Shorea talura* Roxb.)

2. ป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest)

ป่าเต็งรัง หรือป่าแดง หรือป่าแพะ หรือป่าโคกเป็นป่าโปร่ง พบมากตามภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคตะวันออกพบเป็นแนวแคบๆ ทางทิศเหนือของเขตจังหวัดปราจีนบุรีต่อกับจังหวัดนครราชสีมาโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอยู่ถึง 70-80 เปอร์เซนต์ของป่าชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในภาคนี้ทั้งหมด ป่าชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปทั้งที่ราบและบนภูเขา สภาพพื้นดินโดยทั่วไปไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ดินตื้นและมีหินลูกรังปะปนอยู่ทั่วไป ป่าเต็งรังเกิดขึ้นได้ในดินที่ถือกำเนิดจากหินหลายประเภทเช่น หินทราย ควอร์ตไซต์ แกรนิต หินปูน และหินดินดาน ความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ประมาณ 50-1,300 เมตร โดยทั่วไปไม้ในป่าเต็งรังมักจะมีลำต้นเล็กและเตี้ย ยกเว้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม้ในป่าเต็งรังมีขนาดใหญ่โต และมีการเจริญเติบโตดี ทั้งนี้สันนิษฐานว่า สภาพพื้นดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหินผุและดินลูกรังที่มีการระบายน้ำดี ลักษณะของดินเป็นดินเหนียวสีแดง ดินปนทรายสีค่อนข้างแดง หรือสีเหลือง ลักษณะโครงสร้างของดินแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ ทั้งนี้เพราะป่าประเภทนี้เป็นป่าที่แห้งแล้งมาก มีไฟไหม้ทุกปีจึงทำให้พื้นที่บางแห่งมีหินดานโผล่พ้นดินขึ้นมา ลักษณะของต้นไม้ที่ขึ้นในป่าเต็งรังจึงแตกต่างไปตามสภาพของพื้นดิน และเนื่องจากป่าประเภทนี้เกิดไฟป่าแทบทุกปี ดังนั้นต้นไม้มักเป็นชนิดที่ทนไฟทนความร้อนได้ดี และมีความสามารถในการแตกหน่อสูง ต้นไม้ในป่าที่เห็นอยู่ทั่วๆไปจึงมักเป็นหน่อของต้นเก่าที่ถูกไฟหน่อถูกตัดไปแล้ว

พรรณไม้ที่ขึ้นในป่าเต็งรังโดยทั่วไปได้แก่ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) เหียง (*Dipterocarpus* obtusifolius Teijsm. ex Miq.) พลวง (Dipterocarpus tuberculatus Roxb.) พะยอม (Shorea *floribunda* Kurz) มะค่าแต้ (*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.) รกฟ้า (*Terminalia alata* Heyne ex Roth) รักใหญ่ (*Melanorrhoea uistata* Wall) มะม่วงหัวแมงวัน (*Buchanania latifolia* Roxb) กระบก (*Irvingia malayana* Oliv. ex A.Benn.) เต็งหนาม (*Bridelia retusa* Spreng.) ตูมกาขาว (*Strichnos nuxblanda* A.W.Hill) แสลงใจ (*Strichnos nux-vomica* Linn.) แสมสาร (*Cassia garettiana* Craib) มะขามป้อม (*Phyllantus emblica* Linn.) ยอป่า (*Morinda coreia* Ham.) มะคังแดง (*Gardenia erythroclada* Kurz) ส้านหลายชนิด (*Dillenia spp.*) ประดู่ (*Pterocarpa macrocarpus* Kurz) แดง (*Xylia xylocarpa* Tuab.) กาสามปีก (*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer) กระท่อมหมู (*Mitragyna brunonis* Craib) โมกมัน (*Wrightia tomentosa* Roe. & Schult.) ติ้วขาว (*Cratoxylum fomosum* Dyer) แต้ว (*Cratocylum maingayi* Dyer) หว้า (*Eugenia cumini*(L.)) กุ๊ก (*Lannea grandis* Engler) มะพอก (*Parinari anamense* Hance)

ไม้พื้นล่าง (Undergrowth) ที่เป็นไม้พุ่ม (Shrub) และไม้พุ่มกึ่งไม้ยืนต้นกับขนาดเล็ก (Shrubby tree) ได้แก่ เหมืองจี้ (*Memecylon scutellatum* Nand.) กาหลง (*Bauhinia acuminata* Linn.) หนาม-แท่ง (*Randia dasycarpa* Bakh.f.) ผักหวาน (*Meliantha sauvis* Pierre) หิ่งแม่นน้อย (*Crotalaria alata* D.Don.) มะหิ่งดง (*Crotalaria bracteata* Roxb.) อีเหนียว (*Desmodium gangeticum* DC.) ช้อยนางรำ (*Desmodium motorium* Merr.) เกล็ดปลาช่อน (*Desmodium pulchellum* Benth.) จุยอาเหมื่อ (*Indigofera caloneura* Kurz.) ครามดอย (*Indigofera elliptica* Roxb.) ครามเครือ (*Indigofera spicata* Forsk.) ครามขน (*Indigofera hirsuta* Linn.) ครามเขา (*Indigofera lacei* Craib) จ้าผักชี (*Indigofera siamensis* Hoss.) ครามป่า (*Indigofera sootepensis* Craib) ลูกพวน (*Indigofera trifoliata* Linn.) ครามหลวง (*Indigofera zolliingeriana* Miq.) หญ้าหางเสือ (*Uresia macrostachya* Wall.) ปอปิด (*Helicteres isora* Linn.) พุดทุ่ง (*Holarrhena densiflora* Ridl.) นมแมวป่า (*Ellipeiopsis cherrevensis* Fries) ขี้ผึ้ง (*Clausena excavata* Burm.f.) ระงับ (*Barleria siamensis* Craib) กระเจี๊ยบมอญ (*Abelmoschus esculentus* Moench.) ฝ้ายป่า (*Descaschistia harmandii* Pierre) หัวอีอุ๊ก (*Decaschistia intermedia* Craib) ทองพันดุล (*Decaschistia parviflora* Kurz.) ปอไทย (*Decaschistia siamensis* Craib) กะตังใบ (*Leea indica* Merr.) กระดังงาแดง (*Leea guineensis* G. Don) และพญารากหล่อ (*Leea macrophylla* Roxv. ex Homem.)

พวกไม้ล้มลุก (Herb) ได้แก่ บุก (*Amorphophallus campanulatus* Bl. ex Dencne) กระเจียว (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) เปราะหอม (*Kaempferia galanga* Linn.) เอื้องดิน (*Kaempferia rosunta* Linn.) พญาดอกคำ (*Hgpoxis aurea* Lour.) หนวดเสือเขียว (*Orthosiphon rubicundus* Benth.) แห้วประดู่ (*Eriosema chinense* Vog.) ไม้ล้มลุกประเภทที่เป็นกล้วยไม้ที่อาศัยอยู่

ตามพื้นดิน (Terrestrial orchid) ได้แก่ เอื้องพร้าว (*Europhia burkei* Rolfe ex Downie) หัวข้าวจัน (*Europhia graminea* Lindl.) ว่านอึ่ง (*Europhia macrobulbon* Par & Reichb.f.) ว่านหัวครู (*Europhia nuda* Lindl.) ว่านยานกเว้ (*Habenaria carnea* N.E.Br.) นางกายน้อย (*Habenaria columbac* Ridl.) จวงดอกคำ (*Habenaria commelinifolia* Wall.) ว่านมันปู (*Habenaria craibiana* Ridsl.) เอื้องข้าวตอก (*Habenaria dentata* Schltr) และเอื้องตีนกบ (*Pecteilis susannane* Raf.)

พวกหญ้า (Grass) ได้แก่ หญ้าคา (*Imperata cylindrica* Beauv.) หญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopocon aciculatus* Irin.) หญ้าปากควาย (*Daetyloctenium aegyptium*(L.)P.Beauv.) หญ้าแฝก (*Tremeda triandra* Forsk.) หญ้ากาย (*Eulalia siamensis* Bor) หญ้าไผ่ (*Apluda mutica* Linn.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa colonum* Link.) หญ้าหนอง (*Heteropogon contortus* Beauv. ex Roem) หญ้าคายหลวง (*Arundinella hispida* Hack.) และข้าวโพดผี (*Polytoca digitata* Benth.)

พวกไม้เถา (Climber) และไม้เถาล้มลุก (Herbaceous climber) ได้แก่ นมวัว (*Anomianthus dulcis* Sincl.) น้ำใจใคร่ (*Olax scandens* Roxb.) โมกเครือ (*Aganosma marginata* G.Don) ขางครั่ง (*Dubbaria longeracemosa* Craib) เครือเขาปู่ (*Pueraria candollei* Grah) มะแปบป่า (*Pueraria collettii* Prain) กวาวเครือ (*Pueraria mirifica* Airy Shaw & Suvantabhandu) ถั่วเสี้ยนป่า (*Pueraria phaseoloides* Benth.) ผักผีด (*Pueraria thomsonii* Benth.) เครือพูม่วง (*Argyreia kerrii* ker) จานผัก (*Argyreia roxburghii* Craib) มันฤาษี (*Argyreia splendens* sweet.) ข้าวเย็นเหนือ (*Smilax carbularia* Kunth.) หนาวเถา (*Smilax lanceifolia* Roxb.) ข้าวเย็นวอก (*Smilax peguada* A.DC.) เครือด่าว (*Smilax verticalis* Gagnep.) มันนกคอย (*Dioscorca garrettii* Prain & Buek.) แตงแผะ (*Gymnema griffithii* Craib) ผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* Decne.) ม้าสามต่อน (*Asparagus filicinus* Buch-Ham.) และจ่วงเครือ (*Asparagus racemosus* Willd.) เลื้อยพันต้นไม้อยู่ทั่วไป

พวกพืชยึดเกาะ (Epiphytes) นั้นพบว่าส่วนใหญ่แล้วเป็นพวกเฟินในสกุล Drynaria, Platycerium และพวกเฟินชนิดมีลำต้นทอดคลานไปตามดิน หิน เหนือลำต้นไม้ และมีรากเกิดขึ้นตามส่วนที่เกาะส่วนนั้น (Creeping fern) ซึ่งได้แก่ เกล็ดนาคราช (*Dischidia imbricata* Warb.) เกล็ดมังกร (*Dischidia minar* Merr.) จุกโรหินี (*Dischidia raff lesiana*) ค้าง (*Hoya kerrii* Craib) สังวาลพระอินทร์ (*Hoya bocordata* Hook.f.) พวกกล้วยไม้ในสกุล Dendrobium, Cymbidium, Rhyncostylis, Aerides และ Vanda เกาะอยู่ตามลำต้นและกิ่งก้านของต้นไม้

ไม้ในป่าเต็งรังส่วนใหญ่จะทิ้งใบในฤดูแล้งเพื่อลดการคายน้ำ แต่ก็มีพรรณไม้บางชนิดไม่ทิ้งใบในฤดูแล้ง ได้แก่ กระบก หว้า พะยอม มะพอก เป็นต้น

เนื่องจากสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญและการกระจายพันธุ์ของป่าเต็งรังอยู่มาก จึงทำให้สามารถแบ่งป่าเต็งรังได้เป็น 6 สังคม (Uthit Kutintara,1975) ดังนี้

1. สังคมเต็ง-รัง ประกอบด้วยต้นไม้ที่มีลักษณะแคระแกร็น ในบริเวณพื้นที่ที่คุณภาพของดินมีคุณภาพต่ำ จะมีความหนาแน่นของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก ตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป ประมาณ 565 ต้นต่อเฮกแตร์ พื้นที่หน้าตัด 17.5 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ สำหรับพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่านั้น ความหนาแน่นของต้นไม้จะลดลง แต่พื้นที่หน้าตัดต่อหน่วยพื้นที่จะเพิ่มสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น ไม้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้เต็งกับไม้รัง พื้นป่ามีลักษณะเปิดโล่งโดยมีหญ้าไผ่ (*Apluda mutica* Linn.) และแฝก (*Vertiveria zizanioides* Nash) ขึ้นกระจายอยู่ห่างๆ กัน ไม้เต็งกับไม้รังนั้นสามารถที่จะเจริญเติบโตทางความสูงจนถึงระดับปานกลางได้ หากดินมีความลึกพอที่จะค้ำจุนให้ต้นยืนอยู่ได้ สังคมเต็ง-รัง จะครอบครองพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เป็นดินตื้นและมีหินโผล่ ดินมีลักษณะเป็นทราย มีปริมาณของโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ แต่มีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับสูง ส่วนพบอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันสูงและพื้นที่อยู่ในระดับต่ำ

2. สังคมพลวง-เต็ง สังคมประเภทนี้มีทั้งที่เป็นสังคมของไม้แคระแกร็น และไม้ที่มีความสูงปานกลาง ลักษณะเด่นคือมีพื้นที่หน้าตัดอยู่ในระดับต่ำ องค์ประกอบของชนิดพรรณไม้นั้นส่วนใหญ่แล้วเป็นชนิดพรรณไม้ที่ปรากฏอยู่แต่เฉพาะในป่าเต็งรังเท่านั้น ไม้พื้นล่างมีความหนาแน่นมากกว่าสังคมเต็ง-รัง แต่พื้นป่าก็ยังคงอยู่ในสภาพเปิดโล่งเช่นเดียวกันแต่ดินจะมีปริมาณของอนุภาคดินเหนียว (Clay) มากกว่าสังคมเต็ง-รัง ชั้นของดินลูกรังนั้นจะอยู่ต่ำลงไปจากหน้าดินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ความหนาแน่นของต้นไม้และพื้นที่หน้าตัดนั้นอยู่ในระดับเดียวกันกับสังคมเต็ง-รัง

3. สังคมพลวง-สนสองใบ เป็นสังคมที่ประกอบด้วยต้นไม้ที่มีความสูงอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก หมู่ไม้มีความหนาแน่นอยู่ในระดับปานกลาง คือความหนาแน่นเฉลี่ยของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป ประมาณ 572 ต้นต่อเฮกแตร์และพื้นที่หน้าตัด 42.08 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ ไม้ที่มีเรือนยอดเด่นคือ สนสองใบ แต่โดยปกติแล้วจะขึ้นรวมกันอยู่เป็นกลุ่ม ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความเกี่ยวพันกับการปรากฏอยู่ของสังคมพลวง-สนสองใบคือ ดินลูกรังซึ่งมีปริมาณของอนุภาคดินเหนียว (Clay) และอนุภาคทรายแป้ง (Silt) อยู่ในระดับสูงและมีปริมาณของโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูง แต่มักจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ สังคมชนิดนี้มักปรากฏอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงและความลาดชันอยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้งมีเปอร์เซนต์ของหินอยู่ในระดับต่ำด้วย

4. สังคมพลวง-เหียง มีลักษณะคล้ายกับสังคมพลวง-สนสองใบ เพียงแต่ไม่มีไม้สนสองใบปรากฏอยู่เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าถูกปกคลุมด้วยหญ้าอย่างหนาแน่นประกอบกับมีไฟป่าเกิดขึ้นอย่างรุนแรงในระหว่างฤดูแล้งด้วย ไฟป่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติและการตั้งตัว

ของกล้าไม้สนสองใบ สังคมประเภทนี้มีความหนาแน่นอยู่ในระดับปานกลาง คือมีความหนาแน่นของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไปเฉลี่ยประมาณ 500 ต้นต่อเฮกแตร์ และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 32.22 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ สังคมพลวง-เหียงจะปรากฏอยู่บนดินที่เป็นลูกรังหรือดินในกลุ่มพอดโซลิค (Podsolic) ดินมีความหนาแน่นรวม (Bulk density) สูง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากดินมีอนุภาคดินเหนียว และอนุภาคทรายแป้งอยู่ในปริมาณสูง ดินมีปริมาณของโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงแต่มีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำคุณภาพของพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสังคมนี้คือ พื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงและความลาดชันอยู่ในระดับปานกลาง รวมทั้งมีเปอร์เซนต์ของหินอยู่ในระดับต่ำด้วย

5. สังคมเหียง-เต็ง ประกอบด้วยต้นไม้ที่มีขนาดความสูงอยู่ในระดับปานกลางโดยมีต้นไม้ซึ่งมีความสูงมากขึ้นกระจายอยู่เป็นต้นเดี่ยวๆ หมู่ไม้ประกอบด้วยไม้มากมายหลายชนิด ความหนาแน่นของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอกตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไปเฉลี่ย 478 ต้นต่อเฮกแตร์ และพื้นหน้าตัดเฉลี่ย 27.05 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์ โดยปกติแล้วสังคมเหียง-เต็งจะปรากฏอยู่บนดินซึ่งมีหินอยู่ในปริมาณน้อยพื้นที่ค่อนข้างราบหรือมีความลาดชันน้อย ดินลึกมีการระบายน้ำดี อย่างไรก็ตามบางหมู่ไม้พบว่ามีชั้นดินเหนียวปรากฏอยู่ด้วย ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ

6. สังคมเหียง-สนสองใบ เป็นสังคมซึ่งมีลักษณะต่างๆคล้ายกับสังคมเหียง-เต็งสิ่งที่แตกต่างคือการมีไม้สนสองใบเป็นเรือนยอดชั้นบนอยู่เหนือและปกคลุมเรือนยอดของไม้เหียงและไม้เต็งซึ่งมีเรือนยอดอยู่ในลักษณะต่อเนื่องกัน พบอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับสูงและตามสันเขาเป็นส่วนใหญ่ โดยทั่วไปแล้วสังคมประเภทนี้จะปรากฏอยู่บนดินลึกมีเปอร์เซนต์ของหินน้อย และมีปริมาณของอนุภาคดินเหนียวอยู่ในระดับสูง ปริมาณของโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำ แต่ปริมาณฟอสฟอรัสนั้นจะแปรผันแตกต่างกันไปในพิสัยที่ค่อนข้างกว้าง สังคมประเภทนี้นับว่าเป็นป่าเต็งรังที่ให้ผลผลิตสูงสุด กล่าวคือ มีความหนาแน่นของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไปเฉลี่ย 452 ต้นต่อเฮกแตร์ และมีพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย 44.85 ตารางเมตรต่อเฮกแตร์

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของสังคมป่าเต็งรังทั้ง 6 สังคมดังกล่าวนั้นได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ เปอร์เซนต์ของหินในดิน และปริมาณของโพแทสเซียมในดิน ภายใต้สภาพการณ์ที่ดินมีปริมาณของโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำนั้นสังคมเต็ง-รังจะปรากฏอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันสูง ดินมีหินอยู่มาก พื้นที่อยู่ในระดับต่ำและเปลี่ยนเป็นสังคมเหียง-รังเมื่อพื้นที่มีระดับความสูงมากขึ้น มีความลาดชันอยู่ในระดับต่ำ รวมทั้งมีปริมาณของหินในดินน้อย ส่วนในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำบนพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากที่สุดนั้นจะเป็นสังคมของเหียง-สนสองใบ สำหรับไม้เต็งนั้นจะปรากฏอยู่ในทุกสังคมจึงพิจารณาได้ว่าไม้เต็งเป็นไม้ที่เชื่อมโยงอยู่ในทุกสังคม ในกรณีที่ดินมีปริมาณของโพแทสเซียมสูงนั้นสังคมเต็ง-รังและสังคมพลวง-เต็ง จะปรากฏอยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง พื้นที่อยู่ในระดับต่ำ และดินมีหินอยู่ในปริมาณสูง ส่วนพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าสองสังคมดังกล่าวจะเป็นสังคมของพลวง-เหียงซึ่งจะครอบครองพื้นที่

ที่เป็นลูกรัง มีความลาดชันและความสูงของพื้นที่อยู่ในระดับปานกลาง ดินมีเปอร์เซนต์ของหินอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมอื่น ในบางพื้นที่พบว่าในสภาพการณ์เดียวกันนี้ สังคมพลวง-เหียงจะถูกทดแทนโดยสังคมพลวง-สนสองใบ โดยมีสังคมเหียง-สนสองใบปรากฏอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงมากกว่า

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นสมบัติของดินที่มีผลต่อพรรณไม้

ดินเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่บนโลกไม่ว่าจะเป็นพืช สัตว์ จุลินทรีย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะดินเป็นแหล่งของธาตุอาหาร น้ำ อากาศ และเป็นที่ยึดเกาะของรากพืช (Miller and Danahue, 1990) แต่ดินในเขตร้อนส่วนใหญ่เป็นดินที่มีพัฒนาการมานานจนเป็นดินลึกมีการชะล้างธาตุอาหารอย่างรุนแรงปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงมีปริมาณไม่มากนัก (Sanchez, 1977) อย่างไรก็ตามพรรณพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการปัจจัยจำเป็นที่อยู่ในดินแตกต่างกันไป พรรณพืชที่ปรับตัวเข้าได้กับสภาพของดินในเขตร้อนจึงมีลักษณะเด่นแตกต่างไปจากพรรณพืชในเขตภูมิศาสตร์อื่นและการแจกกระจายของชนิดพรรณไม้ในเขตร้อนมักจะมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศซึ่งเกี่ยวข้องกับสมบัติของดิน (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530; Gerrard, 1992) สำหรับสมบัติของดินนั้นมีทั้งสมบัติทางกายภาพ (Physical properties) เช่น เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน โครงสร้างของดิน การระบายน้ำของดิน และสมบัติทางเคมีของดิน (Physical properties) เช่น ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน เป็นต้น ถึงแม้ว่าสมบัติของดินจะมีมากมาย แต่ก็มิได้หมายความว่าสมบัติดินทุกสมบัติจะเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้ ในสภาพแวดล้อมหรือในเขตภูมิศาสตร์หนึ่งๆ นั้นจะมีสมบัติของดินบางประการเท่านั้นที่มีความสำคัญต่อการเจริญและการกระจายของพรรณไม้ตามกฎของปัจจัยจำกัด (Law of minimum หรือ Law of limiting factor) ที่มีใจความว่า ในบรรดาปัจจัยต่างๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชนั้น ปัจจัยที่มีอยู่น้อยที่สุดจะเป็นปัจจัยที่ควบคุมและจำกัดการเจริญเติบโตของพืช (จิราภรณ์ คชเสนี, 2537) การกระจายของพรรณไม้ก็สามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกัน

สมบัติของดินที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้มีดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน (Physical properties)

เป็นที่ทราบกันว่าดินที่อุดมสมบูรณ์สูง (Fertile soil) ไม่จำเป็นต้องเป็นดินที่ให้ผลผลิตสูง (Productive soil) แก่พืชเสมอไป นอกจากว่าดินนั้นจะมีสมบัติต่างๆ ทางกายภาพเหมาะสมกับความต้องการของพืชควบคู่ไปกับปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ สมบัติทางกายภาพเป็นสมบัติที่สังเกตและประเมินได้จาก

ภายนอกโดยไม่จำเป็นต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบภายในของดิน สมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ สีของดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดินความหนาแน่นและความพรุนของดิน การระบายน้ำและการดูดยึดน้ำของดิน เป็นต้น แต่สมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญซึ่งควบคุมสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่นๆ ของดินคือ ลักษณะเนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดิน (Soil texture) เป็นสมบัติทางกายภาพที่บ่งถึงความหยาบ (Coarseness) หรือ ความละเอียด (Fineness) ของชิ้นส่วนองค์ประกอบหลักของดิน โดยคิดจากอัตราส่วนสัมพัทธ์ระหว่างอนุภาคดินเหนียว (Clay particles) อนุภาคทรายแป้ง (Silt particles) และอนุภาคทราย (Sand particles) (Soil Survey Staff, 1975) เนื้อดินเป็นสมบัติที่เสถียรมากและเปลี่ยนแปลงยากภายใต้สภาพธรรมชาติของการใช้ที่ดิน (Brady, 1990) เนื้อดินมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้ เพราะเนื้อดินมีผลต่อปริมาณน้ำในดิน และมีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ดินปล่อยให้แก่พืช อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ (2525) กล่าวว่า ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินต่อพืชมักจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อดินมีเนื้อละเอียดมากขึ้น ในสภาพที่ดินมีการระบายน้ำที่เลว ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนอาจจะกลับลดลงหากดินมีเนื้อละเอียดมากขึ้น เอิบ เขียวรื่นรมณ์ (2532) และ เฉลียว แจ้งไพร (2534) กล่าวว่า ลักษณะเนื้อดินเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมการระบายและดูดยึดน้ำในในดิน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้ เช่น ในดินที่เป็นทรายจัดหรือค่อนข้างเป็นทรายลึก การระบายน้ำดี ดินมีสภาพแห้งแล้งนานจะพบพันธุ์ไม้พวกพลวง (*Dipterocarp tuberculatus*) และต้นเหียง (*D. obtusifolius*) เป็นพันธุ์ไม้หลัก ดินที่มีกรวดหรือศิลาแลงปนจะพบพันธุ์ไม้เต็ง (*Shorea obtusa*) และรัง (*S. siamensis*) เป็นพันธุ์ไม้หลัก ส่วนดินที่เป็นดินเหนียว มีการระบายน้ำที่เลว หรือมีน้ำขัง ดินมีสภาพเป็นโคลนและมีปริมาณเกลือเป็นองค์ประกอบสูงก็จะพบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนพวกโกงกาง (*Rhizophorus spp.*) แสม (*Avicennia spp.*) ลำพูน และลำแพน (*Sonneratia spp.*) สิริรัตน์ จันทร์มหาเสถียร (2536) พบว่า ถึงแม้ไม้สักจะเจริญเติบโตได้บนดินหลายชนิด เช่น ดินที่สลายตัวมาจากหินทราย (Sandstone) หินดินดาน (Shale) หินไนต์ (Gueiss) หินชีสตท์ (Schist) และหินแกรนิต (Granite) แต่ไม้สักจะเจริญได้ดีที่สุดบนดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินปูน (Lime stone) โดยจะเป็นดินลึก เนื้อดินเป็นดินร่วนที่มีการระบายน้ำได้ดี

นอกจากนี้เนื้อดินยังมีส่วนสำคัญต่อความหนาแน่นของดินและการเกิดโครงสร้างของดินแบบต่างๆ (Brady,1990) แต่สำหรับดินในป่าเขตร้อนชื้นนั้น Sanchez (1977) และ Zonn (1995) ได้รายงานว่าโครงสร้างดินจะเป็นแบบทรงกลม (Granular) ในดินชั้นบน (Top soil) และเป็นแบบรูปเหลี่ยมมุมมน (Subangular blocky) ในดินชั้นล่าง (Sub soil) ไม่ว่าจะมีเนื้อดินเป็นแบบใดเนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่มากในดินชั้นบนจะช่วยทำให้ดินชั้นบนมีการเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างรูปทรงกลมซึ่งมีผลดีต่อการระบายและดูดยึดน้ำไว้

2. สมบัติทางเคมีของดิน (Chemical properties)

สมบัติทางเคมีเป็นสมบัติภายในของดิน รวมทั้งปฏิกิริยาต่างๆที่เกิดขึ้นภายในดิน (Tan, 1993) สมบัติทางเคมีมีอิทธิพลมากต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพรรณไม้ สมบัติทางเคมีที่สำคัญมีดังนี้

2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil reaction : pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและเป็นดัชนีในการกำหนดศักยภาพของดินว่าจะสามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้เพียงใด (ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, 2528; ปัญญาฉัตร กล่อมชุ่ม, 2529) เนื่องจากความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นตัวควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและยังมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ พันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนทานและเจริญเติบโตบนดินที่มีสภาพความเป็นกรดและด่างแตกต่างกัน พืชตระกูลหญ้า เช่น ไผ่ และจูด สามารถที่จะทนทานสภาพดินที่เป็นกรดได้มากโดยอาศัยการปลดปล่อยอากาศออกมาทางราก เพื่อที่จะทำให้สารละลายเหล็กที่มีอยู่มากในดินกรดตกตะกอนในรูปเหล็กออกไซด์ พืชตระกูลถั่ว เช่น กระถินยักษ์ และกระถินณรงค์ จะเจริญได้ดีในดินที่เป็นกลางหรือด่างอย่างอ่อน เพราะพืชตระกูลถั่วมีความต้องการปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมในปริมาณสูง (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2525) แต่ในพืชพวก หนามพรม หนามแดง เล็บเหยี่ยว และชะคราม สามารถที่จะทนทานและเจริญเติบโตได้บนดินที่เป็นด่างจัดหรือเป็นดินเค็มที่มีปริมาณเกลือโซเดียมอยู่สูงได้ โดยสามารถดูดเอาเกลือโซเดียมส่วนเกินไปสะสมในส่วนพิเศษของลำต้นหรือใบ (ดิเรก ฮุ่นตระกูล, 2531) อย่างไรก็ตาม Brady (1990) พบว่า ไม้ป่าเศรษฐกิจหลายอย่าง เช่น ไม้สนต่างๆ ไม้ยูคาลิปตัส เป็นไม้ที่ทนทานต่อความเป็นกรด-ด่างของดินในขอบเขตที่กว้างโดยเฉพาะในช่วงความเป็นกรด

Innes (1993) และ Zonn (1995) รายงานว่าดินป่าเขตร้อนจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินส่วนใหญ่เป็นกรดอย่างอ่อนถึงเป็นกลาง (pH 6-7) และมีค่าค่อนข้างคงที่ยกเว้นหลังจากการเกิดไฟป่าใหม่ๆ ซึ่งความเป็นกรด-ด่างของดินอาจเปลี่ยนเป็นด่างจัดได้เนื่องจากจะหลงเหลือธาตุประจุบวกที่เป็นด่างเช่น โพแทสเซียมอยู่ในเถ้าเป็นจำนวนมาก (Zinke et al., 1978)

2.2 ความสามารถของดินที่จะให้แร่ธาตุอาหารพืช (Nutrient supplying power)

ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินนั้นมีทั้งธาตุที่พืชดูดเข้าไปใช้และมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช และธาตุบางชนิดก็มีผลโดยทางอ้อม เมื่อพิจารณาถึงธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (Essential elements) Daniel Arnon และ Perry Stout ได้ให้หลักเกี่ยวกับธาตุเหล่านี้ดังนี้

2.2.1 ถ้าพืชขาดธาตุอาหารนั้น พืชจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้จนกระทั่งผลิดอกออกผลหรือไม่สามารถเจริญเติบโตได้ครบชีพจักร

2.2.2 พืชต้องการธาตุอาหารนั้นๆ โดยเฉพาะจะใช้ธาตุอื่นๆ ทดแทนไม่ได้

2.2.3 ธาตุอาหารนั้นจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรงไม่ใช่เป็นธาตุอาหารที่เสริมเพื่อให้ใช้ธาตุอื่นๆได้ดียิ่งขึ้น (อ้างถึงใน คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535)

ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง กำมะถัน โบรอน โมลิบดินั่ม และคลอรีน (Miller and Donahue, 1990) ธาตุอาหารที่สะสมอยู่บริเวณผิวดินของป่าธรรมชาติส่วนใหญ่ได้มาจากวัตถุต้นกำเนิดดินและการสลายตัวของซากพืชและเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมา บางส่วนได้จากอากาศที่ละลายมากับน้ำฝน ซึ่งธาตุเหล่านี้จะถูกพืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตกลายเป็นมวลชีวภาพ เมื่อส่วนต่างๆ ของพืชร่วงหล่นลงสู่พื้นป่า กระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารกลับสู่ดินอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการสูญเสียธาตุอาหารนั้นเกิดจากการนำไม้และผลผลิตของพืชออกจากพื้นที่ การเผาทำลายป่าและการสูญเสียไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Schwab et al., 1996) ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินต่อพืชนั้นมีความแตกต่างกันมากมายในดินแต่ละชนิดทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายประการ ทั้งลักษณะของรากพืชและสมบัติของดินที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชนั้นๆ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และความชื้นในดิน เป็นต้น

ธาตุไนโตรเจน ธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของกรดอะมิโน โปรตีน โคเอนไซม์ กรดนิวคลีอิก คลอโรฟิลล์ และฮอร์โมนบางชนิดในพืช ดังนั้นพืชโดยทั่วไปจึงต้องการธาตุไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก ในธรรมชาติไนโตรเจนในดินได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ รวมทั้งได้จากการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในดิน (ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, 2528) ปริมาณไนโตรเจนชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมและการใช้ประโยชน์ของที่ดิน โดยปกติธาตุไนโตรเจนในดินจะอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) ในการวิเคราะห์ดินจึงต้องทำการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งสองรูปนี้และเรียกว่าปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) อย่างไรก็ตามปริมาณไนโตรเจนรวมในดินโดยทั่วไปจะมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณของธาตุอื่นๆ ในดิน

ธาตุฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชทั่วไปต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่งและมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมากเพราะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน กรดนิวคลีอิก สารพลังงานสูงอื่นๆ ในพืช (NADP, ATP) ฟอสโฟลิปิด (Phospholipid) สารประกอบเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อขบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ของพืช นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังมีส่วนสำคัญในการผลิตดอกและเมล็ดพืช Tisdale และ Nelson (1990) อธิบายว่าฟอสฟอรัสในดินสามารถจำแนกออกได้เป็นอินทรียฟอสฟอรัสและอนินทรียฟอสฟอรัส โดยจะมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับธรรมชาติและสารประกอบที่มีอยู่ในดิน อินทรียฟอสฟอรัสมักพบในสารประกอบฮิวมัสหรืออินทรียวัตถุอื่นๆ ที่มีฮิวมัสร่วมอยู่ด้วย ส่วนอนินทรียฟอสฟอรัสของดินส่วนใหญ่ได้จากการสลายตัวของแร่อะพาไทต์ (Apatite) และหินฟอสเฟต (Rock phosphate) เมื่อหินเหล่านี้สลายตัวกลายเป็นดินจะปลดปล่อยอนุมูล $H_2PO_4^-$ HPO_4^{2-} และ PO_4^{3-} ซึ่งอนุมูล

เหล่านี้จะติดแน่นอยู่กับผิวของเม็ดดิน (Micelle) หรือเปลี่ยนเป็นรูปของสารประกอบร่วมกับอนุมูลของธาตุอื่นในดินเช่น สารประกอบเหล็ก (Fe-P) อะลูมินั่ม (Al-P) แคลเซียม (Ca-P) โซเดียม (Na-P) และสารประกอบสลับซับซ้อน (Occlude phosphate) หรือสารประกอบอื่นในดินซึ่งปกติละลายน้ำได้น้อย แต่จะค่อยๆ ละลายออกมาเพื่อให้พืชได้ใช้เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม ดังนั้นการวิเคราะห์หรือประเมินหาปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินจึงต้องมีการ. วิเคราะห์ทั้งรูปของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) หรือฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นอนุมูลละลายอยู่ในสารละลายดิน และฟอสฟอรัสในรูปแคลเซียมฟอสเฟตที่สกัดได้โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II และปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งหมด (Total phosphorus) ซึ่งเป็นปริมาณผลรวมของฟอสฟอรัสทุกรูปที่มีอยู่ในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสรวมทั้งหมดจะเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าดินนั้นจะมีศักยภาพที่จะให้ฟอสฟอรัสแก่พืชในจำนวนเท่าใด โดยปกติพืชยืนต้นและป่าไม้ที่ไม่ค่อยมีการนำผลผลิตออกจากพื้นที่ปริมาณฟอสฟอรัสในดินจะอยู่ในสภาพสมดุลเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช (Schwab et al., 1996)

ธาตุโพแทสเซียม ธาตุโพแทสเซียมนับเป็นธาตุประจุบวกหนึ่งชนิดเดียวที่จัดเป็นธาตุอาหารจำเป็น โพแทสเซียมต่างจากธาตุอาหารอื่นๆ ตรงที่ธาตุชนิดนี้ไม่ได้เป็นส่วนประกอบหลักของสารใดๆ ภายในเซลพืช แต่พืชต้องการเป็นจำนวนมากเพื่อการเจริญเติบโต หน้าที่ที่สำคัญของโพแทสเซียมได้แก่ การเป็นสารกระตุ้น (Activator) ของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ไพรูเวท ไคเนส (Pyruvate kinase) นอกจากนี้กระบวนการหลายอย่างของพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโพแทสเซียมภายในเซลพืช เช่น การแบ่งเซล การสร้างและเคลื่อนย้ายสารประกอบคาร์โบไฮเดรต การสร้างโปรตีน การสร้างคลอโรฟิลล์ และการปิดเปิดของปากใบ เป็นต้น (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2525) แหล่งของธาตุโพแทสเซียมที่สำคัญได้จากการสลายตัวของแร่ไมกา (Mica) และแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) ในดินปกติจะมีโพแทสเซียมร้อยละ 2 ในอินทรียวัตถุมีโพแทสเซียมค่อนข้างมากเช่นกัน แต่มักจะอยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนไม่ได้นอกจากจะมีการสลายตัวเสียก่อน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) โดยปกติธาตุโพแทสเซียมในดินจะถูกชะล้างออกไปได้ง่ายโดยเฉพาะในดินทราย ดังนั้นภายในดินจึงมีกลไกการดูดยึดโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium) ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวมากกว่าที่จะอยู่ในรูปของสารละลายโพแทสเซียมภายในดิน (Brady, 1990) ในการวิเคราะห์ดินจึงต้องทำการวิเคราะห์ธาตุโพแทสเซียมทั้งในรูปของโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ต่อพืช (Available potassium) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

ธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม ธาตุทั้งสองนี้เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของปูนแคลเซียมมีความสำคัญต่อการแบ่งเซลของพืชเพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญของ ลาเมลลาชั้นกลาง (Middle lamella) ในเซลพืชและเป็นสารกระตุ้นของเอนไซม์หลายชนิดเช่น อัลฟ่า อะไมเลส (Alpha amylase) ส่วนธาตุแมกนีเซียมเป็นส่วนประกอบสำคัญของคลอโรฟิล และเป็นสารกระตุ้นของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ฟอสโฟ-ไฮโดรเลส (Phosphohydrolase), ฟอสโฟทรานสเฟอเลส (Phosphotransferase), พลาสมา เมมเบรน (Plasma membrane) และเอทีพีเอส (ATPase) เป็นต้น แหล่งของแคลเซียมและแมกนีเซียมได้จากการสลายตัวของหินปูน (Limestone) หินมาร์ล (Marl) หินโดโลไมต์ (Dolomite) และแร่แคลไซต์ (Calcite)

(คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) เมื่อธาตุทั้งสองนี้อยู่ในดินจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นด่าง และจะอยู่ในรูปของแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable calcium) และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable magnesium) ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวแล้วจะค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาอยู่ในสารละลายดินให้พืชใช้ประโยชน์ได้ ดินที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกรดพืชมักจะขาดธาตุทั้งสองนี้เพราะดินที่เป็นกรดจะมีธาตุประจุบวกของเหล็กและอะลูมินั่มอยู่มาก เหล็กและอะลูมินั่มจะเข้าไปไล่ที่แคลเซียมและแมกนีเซียมให้ออกมาอยู่ในสารละลายดินและถูกชะล้างออกไปกับน้ำได้ง่าย ในกรณีของดินที่เป็นด่าง แคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีอยู่มากเกินพอนี้จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่ำลง

ธาตุโซเดียม เป็นธาตุที่ยังไม่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นธาตุที่จำเป็นต่อพืช แต่ถ้าพืชบางชนิดได้รับโซเดียมแล้วจะทำให้มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีขึ้น โซเดียมจะมีผลอย่างมากต่อความเป็นกรด-ด่างของดินโดยเฉพาะในดินทราย ในกรณีของดินเค็มที่มีโซเดียมอยู่สูงดินจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงจนทำให้จุลธาตุอื่นๆ มีความเป็นประโยชน์ลดลง และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยรวม แหล่งที่มาของโซเดียมในดินได้มาจากการสลายตัวของหินและแร่ รวมทั้งโซเดียมที่มากับน้ำฝน จากการศึกษาของ บุญปลูก นาประกอบ (2518) ได้วิเคราะห์ธาตุอาหารที่มากับน้ำฝนจำนวน 1,967 มิลลิเมตร ในเวลา 12 เดือนติดต่อกัน บริเวณป่าดิบเขา ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าโซเดียมเป็นธาตุที่มากับน้ำฝนมากที่สุดคือมีถึง 23.65 กก./เฮกแตร์ การที่ปริมาณโซเดียมในดินมีค่าเปลี่ยนแปลงง่ายเนื่องจากโซเดียมเป็นธาตุที่ละลายน้ำได้ง่ายในฤดูฝนจะมีการละลายและซึมลงสู่ใต้ดิน ส่วนในฤดูแล้งน้ำใต้ดินจะพาโซเดียมเคลื่อนที่ขึ้นสู่ผิวดินจึงทำให้ดินมีปริมาณโซเดียมสูงขึ้นได้ (ดิเรก ฮุ่นตระกูล, 2531)

ธาตุเหล็ก เหล็กเป็นสารกระตุ้นของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคลอโรฟิลและเอนไซม์เปอรอกซิเดส (Peroxidase) นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของไซโตโครม (Cytochrome) ซึ่งเป็นสารตัวกลางในการถ่ายทอดอิเลกตรอนทั้งในการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืช ในระหว่างกระบวนการถ่ายทอดอิเลกตรอนเหล็กจะถูกริดิวซ์และออกซิไดส์กลับไปกลับมาตลอดเวลา เหล็กยังเป็นส่วนประกอบของเฟอร์ริดอกซิน (Ferridoxin) ซึ่งเป็นสารสำคัญในกระบวนการถ่ายทอดอิเลกตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Brady, 1990) แหล่งที่มาของเหล็กในดินได้จากการสลายตัวของหินและแร่ที่เป็นต้นกำเนิดดิน โดยปกติดินมักจะไม่ค่อยขาดธาตุเหล็ก ในบางกรณีเช่น ดินที่เป็นกรดจะมีปริมาณเหล็กสูงจนเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืชและทำให้ธาตุอื่นๆ ในดินเกิดการเสียสมดุลได้ (Schwab et al., 1996)

ธาตุแมงกานีส แมงกานีสเป็นสารกระตุ้นของเอนไซม์ในกระบวนการสร้างกรดไขมัน ในการสร้าง ดีเอ็นเอ (DNA) และอาเอ็นเอ (RNA) และในวัฏจักรเครบส์ (Krebs cycle) นอกจากนี้ยังเป็นตัวกระตุ้นให้น้ำแตกตัวในระหว่างกระบวนการถ่ายทอดอิเลกตรอนของกระบวนการสังเคราะห์แสง

2.3 อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) อินทรียวัตถุในดินเป็นสารประกอบซับซ้อน และมีผลกระทบต่อสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของดิน เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวจะกลายเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และจุลธาตุอาหารต่างๆ ในดิน นอกจากนี้อินทรียวัตถุในดินยังมีส่วนสำคัญในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารพืชและป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้างของน้ำฝน แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่ได้จากเศษใบไม้และชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชที่ตกทับถมบนผิวหน้าดิน ดินที่อยู่ในสภาพป่าธรรมชาติจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรมทั่วๆ ไป (Sanchez et al., 1983) พื้นที่เกษตรกรรมโดยทั่วไปมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินบน 1.1-1.8 กรัมต่อดิน 100 กรัม แต่ดินป่าไม้เขตร้อนปริมาณอินทรียวัตถุอาจสูงถึง 7.5 กรัมต่อดิน 100 กรัม หรือสูงกว่านี้ในดินป่าชายเลนที่มีน้ำขัง (Zonn, 1995) การที่ดินป่าไม้มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เนื่องจากอัตราการร่วงหล่นของเศษใบไม้ในแต่ละปีสูงกว่าอัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุ อย่างไรก็ตามป่าไม้ในแต่ละแห่งจะมีปริมาณอินทรียวัตถุมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของป่า และสภาพแวดล้อมในการสลายตัวของอินทรียวัตถุ (Sanchez, 1977)

2.4 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchangeable capacity: CEC)

เนื่องจากอนุภาคต่างๆ ในดินมีประจุลบ จึงมีความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนธาตุประจุบวกได้ดี ธาตุประจุบวกที่สำคัญในดิน เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม และธาตุอาหารประจุบวกต่างๆ จะถูกดูดยึดไว้โดยอนุภาคของดินแล้วจะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นธาตุอาหารพืชอย่างช้าๆ นับเป็นกลไกอีกแบบหนึ่งของดินในการป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารที่เกิดจากการชะล้างของน้ำที่ไหลผ่าน โดยปกติดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจะมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่าเนื้อดินแบบอื่นๆ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินจะค่อยๆ ลดลงเมื่อมีเนื้อดินหยาบขึ้น (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2525)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์ศักดิ์และคณะ (2523) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของดินในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ไร่ร้าง และพื้นที่การเกษตรในท้องที่เดียวกันพบว่า รูปแบบการกระจาย (Distribution pattern) ของพรรณไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบนิเวศป่าเต็งรังก็ยังมีความผันแปรไป ทั้งในรูปขององค์ประกอบของชนิด ความหลากหลายของชนิด และลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาต่างๆ แม้จะอยู่ในพื้นที่เดียวกันซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศอย่างชัดเจน

ประหยัด ฐิตะธรรมกุล (2528) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณตามระดับความสูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง สามารถแบ่งสังคมป่าตามการผันแปรของระดับความสูงของพื้นที่อย่างกว้างๆ ได้เป็น 4 สังคมคือ ป่าเต็งรัง ป่าผสมผลัดใบ ป่าดงดิบแล้ง และป่าดงดิบเขา ซึ่งมีขอบเขตการกระจายจากระดับ

400-600 เมตร 450-950 เมตร 400-1,000 เมตร และ 1,000-1,554 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความแปรผันของสังคมพืชในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นอกจากนี้ปัจจัยที่เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีของดินมีผลก่อให้เกิดความแปรผันในแต่ละโซนของระดับความสูง สมบัติทางเคมีของดินที่เป็นปัจจัยกำหนดที่สำคัญได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินชั้นต่างๆ ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณแคลเซียม สมบัติทางเคมีหลายประการมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลักษณะของสังคมพืชที่ปกคลุมดิน จึงมีผลต่อเนื่องไปจนถึงความสัมพันธ์กับระดับความสูงของพื้นที่ด้วย โดยเฉพาะปริมาณอินทรียวัตถุที่ผิวดินจะเพิ่มขึ้นตามความสูงซึ่งสัมพันธ์กับลักษณะทางด้านความชื้นของป่า

อรุณ เหลืองวนวัฒน์ (2525) พบว่าการกระจายของพรรณไม้ของสังคมพืชป่าดิบเขาจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับความสูงของพื้นที่ โดยเมื่อระดับความสูงของพื้นที่เปลี่ยนแปลงไปจะทำให้สภาพอากาศ ความลาดชัน และสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

วีระและคณะ (2531) รายงานว่าลักษณะเนื้อดินมีผลต่อการกระจายตัวของป่าเต็งรังและป่าดิบแล้งในจังหวัดสกลนครลักษณะดินของสังคมป่าเต็งรัง เนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วน (Loamy sand) ความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกรดแก่ มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ เนื่องจากดินมีการชะล้างสูง เช่นเดียวกับรายงานของ Chaub Khemnark et al. (1972) ที่พบว่าดินในป่าเต็งรังมักจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะเป็นดินทรายหรือดินลูกรังและเชื่อว่าดินเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ควบคุมการขึ้นกระจายของพืชพรรณไม้ของป่าเต็งรัง ส่วนลักษณะดินของสังคมป่าดิบแล้งในจังหวัดสกลนคร เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) หรือดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ที่เป็นกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมต่ำ

เฉลียว แจ้งไพร (2534) กล่าวว่าป่าเต็งรังในประเทศไทยจะพบได้เฉพาะในบริเวณที่ดินเป็นดินลูกรัง (Lateritic soil) ดินปนกรวด (Skeletal soil) หรือดินที่เป็นทราย (Sandy soil) ดินมีสภาพแห้งแล้ง หน้าดินมักถูกชะล้างพังทลายสูง บางแห่งจะพบกรวดลูกรังปรากฏขึ้นที่ผิวหน้าดิน และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเป็นส่วนใหญ่ ส่วนป่าเบญจพรรณทั้งป่าเบญจพรรณชื้นในที่สูง ป่าเบญจพรรณแล้งในที่สูง หรือป่าเบญจพรรณในที่ต่ำมักจะปรากฏบนดินที่เป็นดินร่วนหรือดินเนื้อละเอียดปานกลางที่เกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต หรือหินปูน ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูง ยกเว้นบริเวณที่หน้าดินมีการชะล้างพังทลายออกไปจะทำให้หน้าดินมีอินทรียวัตถุต่ำ และเนื้อดินเป็นร่วนปนกรวด หรือดินร่วนปนทรายได้

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, ปรีชา ธรรมานนท์ และชุบ เข็มนาค. (2537) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ และแคลเซียม มีผลต่อการเจริญเติบโต และความหลากหลายชนิดของหมู่ไม้ โดยกลุ่มหมู่ไม้ที่มีอินทรียวัตถุสะสมอยู่สูง แต่มีแคลเซียมสะสมอยู่ต่ำ จะมีความสูงเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย และความหนาแน่นเฉลี่ยสูง แต่มี

ความหลากชนิดต่ำ ส่วนในกลุ่มของหมู่ไม้ที่มีอินทรียวัตถุสะสมอยู่น้อยแต่มีแคลเซียมสูงจะมีลักษณะในเชิงปริมาณต่างๆ ต่ำแต่มีความหลากชนิดสูง

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน (2537 ก.) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่หน้าตัดของสังคมป่าดิบแล้งกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สถานีวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมของดินที่มีผลต่อพื้นที่หน้าตัดของสังคมพืชป่าดิบแล้ง ได้แก่ ปริมาณแมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ความเป็นกรด-ด่างของดิน ความชื้นในดิน ลักษณะเนื้อดิน และความหนาแน่นรวมของดิน

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน (2537 ข.) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม และความสูงของเรือนยอดชั้นบนของสังคมพืชป่าเบญจพรรณในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันตกของประเทศไทย พบว่า ความลึกดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณโพแทสเซียม แมกนีเซียม ความเป็นกรด-ด่างของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ลักษณะเนื้อดิน ความหนาแน่นของอนุภาคดิน และความลาดชันของพื้นที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูงของชั้นเรือนยอดชั้นบนของป่าเบญพรรณ

Uthit Kutintara (1975) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารที่มีผลต่อการกระจายของพรรณไม้ป่าเต็งรัง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าโซเดียมและโพแทสเซียม มีอิทธิพลต่อการกระจายของพรรณไม้มากกว่าแมกนีเซียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม และรายงานว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมจะเป็นตัวกำหนดชนิดของป่าและการกระจายตัวของพรรณไม้ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญได้แก่ ปริมาณน้ำฝนปลายปี ความผันแปรของฤดูกาล ระดับความสูงจากน้ำทะเล สภาพความลาดชันของภูมิประเทศ ชนิดและสมบัติของดิน

Pregitzer Barnes และ Lemme (1983) พบว่า ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอร์ส และโพแทสเซียม เป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตและการกระจายของพรรณไม้

Sarayuth Bunyavejchewin (1983 b.) รายงานว่าสมบัติของดิน เช่น ลักษณะดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน และปริมาณแคลเซียม มีผลอย่างมากต่อการกระจายตัวของพรรณไม้ในป่าเต็งรังของประเทศไทย ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมไม่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายตัวของพรรณไม้ในป่าเต็งรัง เนื่องจากพรรณไม้ในป่าเต็งรังสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้บนดินที่มีธาตุทั้ง 4 ดังกล่าวในช่วงกว้าง

Jordan (1985) หาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะกับความแตกต่างของปริมาณสารอาหารในเขตที่ราบร้อนชื้น (Humid lowland tropical) โดยเริ่มตั้งแต่บริเวณที่มีสารอาหารต่ำ (Oligotrophic) ไปจนถึงบริเวณที่มีสารอาหารสูง (Eutrophic) สรุปได้ว่าระบบนิเวศสามารถพัฒนาให้มีโครงสร้างและการทำงานที่มีลักษณะเฉพาะเนื่องมาจากอิทธิพลของความมากน้อยของสารอาหารได้

Sarsyuth Bunyavejchewin (1985) รายงานว่าพรรณพืชแต่ละชนิดในป่าผลัดใบเขตร้อนมีความต้องการปริมาณธาตุอาหารในดินแตกต่างกันเป็นต้นว่า ต้นสัก (*Tectona grandis* Linn.) เจริญเติบโตได้ดีบนดินที่มีปริมาณแคลเซียม และฟอสฟอรัสสูง ส่วนตะแบกเลือด (*Lagerstroemia calyculata* Kurz) สามารถเจริญเติบโตได้แม้ดินจะมีปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมต่ำ

Jeglun และ He (1995) ศึกษาความสัมพันธ์ของพรรณพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในป่าลุ่มต่ำชายฝั่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือของออนตาริโอพบว่า ความแตกต่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและทางเคมีมีความสำคัญต่อการแปรผันของพรรณพืช ความแปรผันของพรรณพืชสามารถอธิบายได้โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะจำนวนชนิดของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างมีความสัมพันธ์อย่างมากกับ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และการปกคลุมดินของพรรณพืชจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความหนาของชั้นอินทรียวัตถุ (Peat depth)

Patten และ Ellis (1995) ศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบการกระจายของชนิดพรรณพืชและสังคมกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศป่าเขตร้อนที่แห้งแล้งพบว่า ความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของพรรณพืช (Heterogeneous) ในตอนเหนือของประเทศเคนยามีความสัมพันธ์กับความหลากหลายแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ความมากชนิดและการกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น (*Acacia tortiris, A. senegal and A. reficiens*) มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (Abiotic factors) ที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน รวมทั้งปริมาณ น้ำฝน เนื้อดิน และความสูงต่ำของสภาพภูมิประเทศ

Ukpong (1995) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสังคมป่าชายเลนกับดินในแอฟริกาใต้พบว่าสมบัติดินจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสังคมป่าชายเลนแบบต่างๆ โดยเฉพาะปริมาณคาร์บอเนต และซัลเฟต ปริมาณคลอรีนในดินจะมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับระยะห่างของสังคม (Hyperspace location) จาก (*Nypa fruticans*), แสม (*Avicennia africana*), โกงกาง (*Rhizophora mangle*) และปรงทะเล (*Acrostichum aureum*) พรรณพืชหลายชนิดมีการเปลี่ยนแปลงความเด่นและความหนาแน่นในแต่ละสังคมพืชในที่แตกต่างกัน และสรุปได้ว่าสมบัติของดินที่แตกต่างกันจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความแตกต่างของสังคมป่าชายเลนชนิดต่างๆ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในภาคสนาม

1.1 เข็มทิศ
1.2 เครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดบนผิวโลก (Global Positioning System : GPS)
1.3 สายวัดชนิดโลหะ ขนาด 25 เมตร และ 50 เมตร
1.4 ปริซึมเล็งมุม (Double pentaprism)
1.5 สายวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (Diameter tape)
1.6 เทปทำเครื่องหมาย (Marking tape)
1.7 พร้าหวด
1.8 ไม้เมตร
1.9 ป้ายหมายเลขชนิดโลหะติดต้นไม้
1.10 ตะปูขนาด 3 นิ้ว
1.11 ฆ้อนตอกตะปู
1.12 สีสเปรย์
1.13 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน ขนาด 10x18 เซนติเมตร
1.14 เครื่องเก็บตัวอย่างดิน (Cylindrical soil auger)
1.15 เชือกไนล่อน
1.16 เสาอะลูมิเนียมทาสีขาว-แดงสำหรับเล็งระยะ
1.17 เสาเหล็กทาสีเหลืองสำหรับกำหนดขอบเขต
1.18 สมุดบันทึกและเครื่องเขียน

2. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเคมี

2.1 โกร่งบดดิน

2.2 กระบอกพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างดิน

2.3 ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2 มิลลิเมตร และ 0.5 มิลลิเมตร

2.4 กระดาษกรอง วัตแมน เบอร์ 1 เบอร์ 42

2.5 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์

2.6 กระดาษชั่งสาร

2.7 สารเคมี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.1 pH meter : Orion; SA 520

3.2 เครื่องชั่งละเอียด : Sartorius; 4050

3.3 Atomic absorbtion / Flame Emission Spectrophotometer : Hitachi; Z-2000

3.4 Spectrophotometer : Hitachi; U-2000

3.5 Kjeldhal-Method Apparatus : Buchi; 435

3.6 เครื่องเขย่าแนวนอน

3.7 เครื่องเขย่า : Vertex; Genies 2

3.8 Hydrometer : Gallenkamp; ASTM 152H

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาในภาคสนาม

เริ่มทำการวิจัยระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2538 ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตำบลระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีพื้นที่ป่า 2,575 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วยระบบนิเวศป่าไม้หลายชนิด โดยมีสัดส่วนเป็นป่าดิบแล้งประมาณ 23 เปอร์เซนต์ คิดเป็นพื้นที่ 847 ตารางกิโลเมตร ป่าผลัดใบประมาณ 59 เปอร์เซนต์ คิดเป็นพื้นที่ 1,518 ตารางกิโลเมตร ทุ่งหญ้าและป่าชนิดอื่นประมาณ 8 เปอร์เซนต์ คิดเป็นพื้นที่ 210 ตารางกิโลเมตร จะเห็นว่ามีสัดส่วนของพื้นที่ป่าผลัดใบสูงที่สุด และเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายของถิ่นที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ป่า

โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1.1 การเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบ

เลือกพื้นที่ที่มีความเป็นหนึ่งเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนเล็กส่วนน้อยที่เป็นชนิดของระบบนิเวศป่าผลัดใบแบบต่างๆ ซึ่งในที่นี้หมายความถึง ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ และระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากกรมแผนที่ทหารที่มีขนาดอัตราส่วน 1 ต่อ 50,000 รวมทั้งการศึกษาในพื้นที่จริง เลือกเฉพาะระบบนิเวศป่าผลัดใบที่อยู่ในขอบเขตของการศึกษาคือ ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง เริ่มต้นจากการวางแปลงตัวอย่างโดยวิธี Line transects method (Krebs, 1989) ตามแนว Transect line จำนวน 3 lines ในพื้นที่ที่เลือกจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งเรียกว่า การสุ่มตัวอย่างตามความมุ่งหมาย (Perposive sampling) เก็บข้อมูลด้านจำนวนชนิด จำนวนต้น และองค์ประกอบของชนิด เมื่อนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงด้านพรรณไม้ป่าผลัดใบที่พบในประเทศไทยที่หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ จึงได้แปลงตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นแปลงตัวอย่างถาวร และทำการติดเบอร์ลงบนต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปโดยใช้ป้ายโลหะที่มีตัวเลขเรียงกันไปตามลำดับ บันทึกชื่อพรรณไม้ทุกต้นโดยบันทึกเป็นชื่อพื้นเมือง (Vernacular name) แล้วจึงนำไปหาชื่อวิทยาศาสตร์โดยเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงด้านพรรณไม้ป่าผลัดใบที่พบในประเทศไทยที่ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบที่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง รูปแปลงเป็นวงกลมรัศมี 25 เมตร จำนวน 5 แปลงบริเวณกิโลเมตรที่ 11 (วงตีไก่) บนเส้นทางจากที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งสู่สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ โดยมีตำแหน่งพิกัด ดังนี้

แปลงที่ 1 15° 31′ 45″ N 99° 17′ 96″ E

แปลงที่ 2 15° 31′ 51″ N 99° 17′ 71″ E

แปลงที่ 3 15° 31′ 51″ N 99° 17′ 63″ E

แปลงที่ 4 15° 31′ 47″ N 99° 17′ 60″ E

แปลงที่ 5 15° 31′ 46″ N 99° 17′ 58″ E

1.2 การศึกษาโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบ

เก็บข้อมูลด้านจำนวนชนิด จำนวนต้น องค์ประกอบของชนิด วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (Diameter at Breast Height : DBH) คือที่ระดับความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดินของพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปทุกต้นด้วยสายวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ในแปลงตัวอย่างถาวรเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาเชิงปริมาณ (Ecological Quantitative) คือ จำนวนชนิดพรรณไม้ต่อแปลง ความหนาแน่น (Density) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัด

(Basal area) ความหลากชนิดโดยใช้ดัชนีแชนนอน-เวียร์เนอร์ (Shannon-Wiener Diversity Index) ดัชนีความหลากชนิดสูงสุด ดัชนีความเท่าเทียมกันของชนิด (Evenness index) ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น (Concentration of Dominance) ดัชนีความร่ำรวยของชนิด (Richness) ดัชนีความสำคัญ (Importance value index) การจัดกลุ่มและความคล้ายคลึงระหว่างระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้ง 2 แบบในแปลงตัวอย่างถาวรทั้งหมด

1.3 การเก็บตัวอย่างดิน

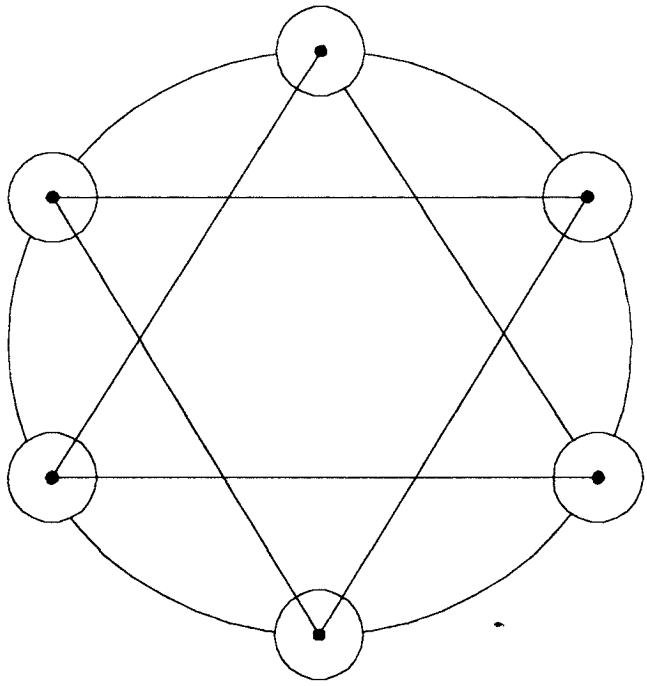
ในบริเวณพื้นที่ที่เป็นแปลงตัวอย่างถาวรทั้งหมดจะทำการเก็บตัวอย่างดินแบบผสม (Composite sample) เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการที่ดินไม่สม่ำเสมอ โดยสุ่มตำแหน่งของหลุมดินที่จะทำการขุดให้อยู่ในระยะห่างกันเป็นรูปดาวจำนวน 6 หลุมต่อแปลง ตามภาพที่ 3.1 โดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (Cylindrical soil auger) เก็บที่ระดับความลึก 3 ระดับ คือ 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร

2. <u>การศึกษาในห้องปฏิบัติการ</u>

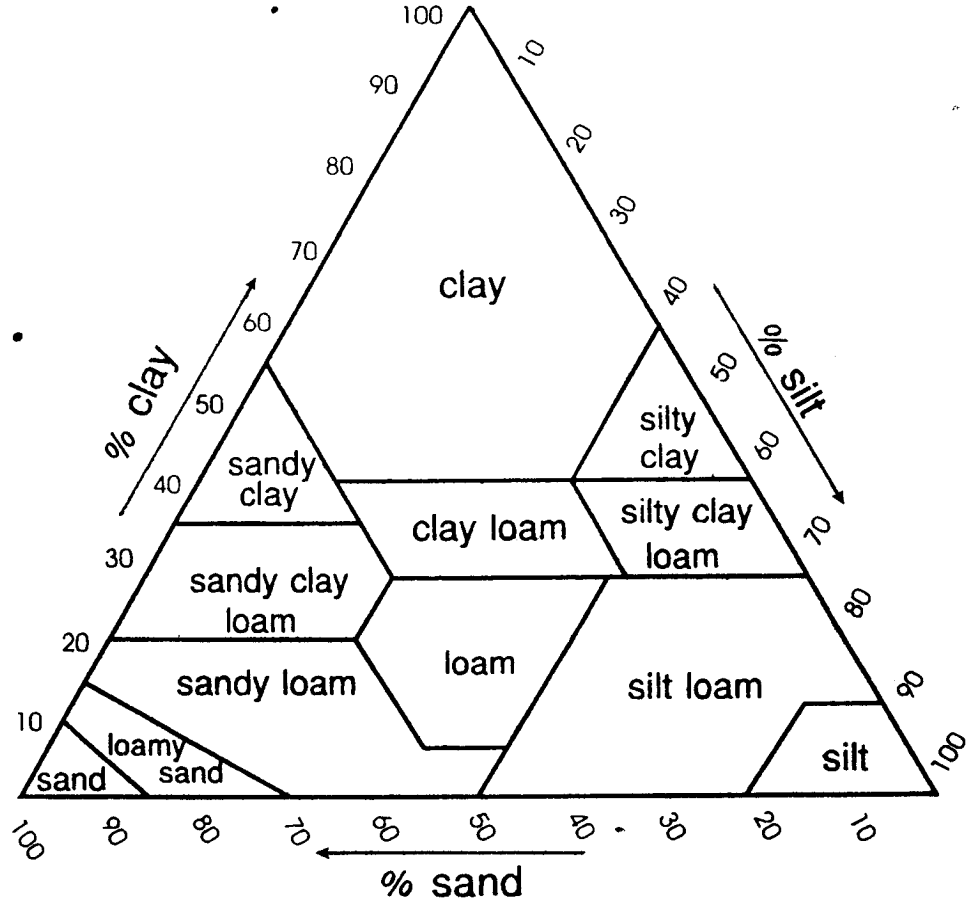
นำตัวอย่างดินที่ได้มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (Open air dried) บดตัวอย่างดินด้วยโกร่งบดดินแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อนำตัวอย่างดินที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีดังนี้

2.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

การวิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดิน (Particle size analysis) โดยใช้วิธีไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method) เพื่อมุ่งที่จะทราบปริมาณของขนาดอนุภาคในกลุ่มต่างๆคือ ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวนั้นว่ามีปริมาณของกลุ่มขนาดเหล่านี้เป็นสัดส่วนเท่าใด ผลที่ได้จากการวิเคราะห์นำมาแจกแจงประเภทเนื้อดิน (Soil textural class) แล้วใช้ไดอะแกรมสามเหลี่ยม ตามภาพที่ 3.2 เพื่อบ่งบอกประเภทเนื้อดิน (Soil texture) ตามข้อกำหนดของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (Soil Survey Staff, 1982)



ภาพที่ 3.1 การสุ่มเก็บตัวอย่างดินเป็นรูปดาว



ภาพที่ 3.2 ไดอะแกรมสามเหลี่ยมแสดงประเภทของเนื้อดิน

ที่มา : Soil Survey Staff (1982)

2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน

นำตัวอย่างดินที่เตรียมเรียบร้อยแล้วมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีดังนี้

2.2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (Soil reaction : pH)

ใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1 : 1 (ทัศนีย์ อัตตนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2532)

2.2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) โดยวิธี Walkley-Black Titration (Walkley and Black, 1934)

2.2.3 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total phosphorus) โดยการสกัดด้วยสารละลายกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสรวมด้วยเครื่อง Spectrophotometer Hitachi U-2000 ที่ความยาวช่วงคลื่น 420 นาโนเมตร (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2539)

2.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) โดยวิธีสกัดด้วยน้ำยา Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Spectrophotometer Hitachi U-2000 ที่ความยาวช่วงคลื่น 882 นาโนเมตร

2.2.5 ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total nitrogen) โดยวิธี Kjeldhal method (Jackson, 1958)

2.2.6 ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available potassium) โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (Pratt, 1965) แล้ววัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion / Flame emission Spectrophotometer Hitachi Z-8200

2.2.7 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchangeable capacity : CEC) โดยการชะล้างประจุบวกในดินด้วย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง แล้วแทนที่ประจุแอมโมเนียมด้วย 10% NaCl ในสภาพกรด กลั่นหาประจุแอมโมเนียมแล้วคำนวณหาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Chapman, 1965)

2.2.8 ปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable base) ซึ่งประกอบด้วย แคลเซียม และโซเดียม โดยการสกัดดินด้วยสารละลาย 1 N แอมโมเนียมอะซิเตตที่เป็นกลาง (Peech, 1945) แล้ววัดปริมาณด่างที่แลกเปลี่ยนได้เหล่านั้นด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion / Flame Emission Spectrophotometer Hitachi Z-8200

2.2.9 ปริมาณธาตุโลหะหนักบางชนิด เช่น เหล็ก และแมงกานีส โดยการสกัดด้วยสารละลาย DTPA (Diethylene Thiamine Pentacetic Acid) นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าแบบ Horizontal ด้วยความเร็ว 120 รอบ/นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วกรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง นำสารละลายที่ได้มาวัดปริมาณธาตุโลหะหนัก ด้วยเครื่อง Atomic Absorbtion / Flame Emission Spectrophotometer Hitachi Z-8200 (ทัศนีย์ อัตตนันท์ และคณะ, 2532)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ใช้ข้อมูลพรรณไม้ที่เก็บรวบรวมมาจากแปลงตัวอย่างถาวร คือ จำนวนชนิด องค์ประกอบของชนิด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก มาคำนวณลักษณะด้านนิเวศวิทยาในเชิงปริมาณต่างๆ ดังนี้

3.1.1 ความหนาแน่นของพรรณไม้ (Density)

ความหนาแน่นหาได้โดยการนับจากจำนวนประชากรจริงๆที่มีอยู่ในสังคมนั้นๆ และจัดเป็นลักษณะหนึ่งของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ สามารถจะบอกได้ 2 แบบ (จิรากรณ์ คชเสนี, 2537) คือ

3.1.1.1 ความหนาแน่นหยาบ (Crude density) คือ จำนวนหรือมวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรในบริเวณใดๆ ก็ตามโดยไม่เฉพาะเจาะจง

3.1.1.2 ความหนาแน่นเฉพาะหรือความหนาแน่นทางนิเวศวิทยา (Specific or Ecological density) ความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่หรือปริมาตรซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่อาศัยเฉพาะที่มีความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตนั้นๆ (Specific habitat)

ในงานวิจัยเรื่องนี้เป็นการหาความหนาแน่นทางนิเวศวิทยาซึ่งหาได้จากสูตรต่อไปนี้

ความหนาแน่น = จำนวนต้นของพืชชนิดนั้น / พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ศึกษา

หน่วย : ต้นต่อพื้นที่แปลง

นอกจากนี้ในการศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชมักจะต้องการทราบถึงว่าชนิดพันธุ์ใดมีความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ได้ดีกว่า โดยจะแปลงค่าความหนาแน่นของแต่ละชนิดพันธุ์ออกมาเป็นความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) ด้วยสูตรต่อไปนี้

ความหนาแน่นสัมพัทธ์ = (จำนวนต้นของพืชชนิดนั้น / จำนวนต้นของพืชทุกชนิดรวมกัน) x 100

หน่วย : เปอร์เซนต์ (%)

3.1.2 ความถี่ของพรรณพืช (Frequency)

ความถี่เป็นค่าที่สัมพันธ์กับจำนวนครั้งที่พบชนิดพืชชนิดใดชนิดหนึ่งในแปลงตัวอย่าง จะเป็นตัวชี้ถึงการกระจายของพรรณพืชในสังคม (Mueller-Dombois and Ellengberg, 1974)

ค่าความถี่ของพรรณพืชแต่ละชนิดหาได้จากการสุ่มตัวอย่างพรรณพืช โดยใช้แปลงตัวอย่างแล้วบันทึกพืชชนิดต่างๆ ที่ขึ้นอยู่ในแปลง แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซนต์ความถี่จากสูตรต่อไปนี้

เปอร์เซนต์ความถี่ = (จำนวนแปลงตัวอย่างที่พืชชนิดนั้นปรากฏอยู่ / จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด) x 100

หน่วย : เปอร์เซนต์ (%)

ค่าความถี่ก็เป็นอีกค่าที่ใช้ประกอบกับค่าอื่นในการที่จะบอกความสามารถของแต่ละชนิดพันธุ์ในการครอบครองพื้นที่นั้นๆ โดยแปลงเป็นค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency) ด้วยสูตรต่อไปนี้

ความถี่สัมพัทธ์ = (ความถี่ของพืชชนิดนั้น / ผลรวมของค่าความถี่ของพืชทุกชนิด) x 100

3.1.3 ความเด่นของพรรณพืช (Dominance)

ความเด่นของพรรณพืชแต่ละชนิดก็คือการครอบคลุมพื้นที่ของต้นไม้หรือพืชนั้นๆ มักจะใช้การครอบคลุมพื้นที่ทางด้านพื้นที่หน้าตัด (Basal area) มาเปรียบเทียบกัน สำหรับความเด่นของพรรณพืชชนิดใดชนิดหนึ่งสามารถแสดงโดยเปรียบเทียบกับความเด่นของพืชของพืชอื่นๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับพื้นที่หน้าตัด (Basal area) ของต้นไม้ ดังสูตรต่อไปนี้ (Avery and Burkhart, 1994)

$$\text{พื้นที่หน้าตัด} = \frac{\pi(DBH)^2}{4(10000)}$$

$$= (0.00007854)(DBH)^2$$

หน่วย : ตารางเมตร (m^2)

คำนวณพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ต่อพื้นที่แปลงตัวอย่างแล้วทำให้เป็นเปอร์เซนต์

% พื้นที่หน้าตัด = (ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดในแปลง / พื้นที่แปลงตัวอย่าง) x 100

ความเด่นสัมพัทธ์ = (ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชชนิดนั้น / ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพืชทุกชนิด)x100

3.1.4 ดัชนีความสำคัญ (Importance value index : IVI)

ค่าดัชนีความสำคัญของพืชเป็นการแสดงให้เห็นความสำคัญทางนิเวศวิทยา (Ecological importance) ของพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง คือแสดงให้เห็นความสำเร็จทางนิเวศวิทยาของชนิดพันธุ์ในการครอบครองพื้นที่ พันธุ์ไม้ใดที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงแสดงว่าเป็นพันธุ์ไม้เด่นและมีความสำคัญในพื้นที่นั้น ดัชนีความสำคัญจะมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0 ส่วนค่าสูงสุดจะเท่ากับ 300 โดยหาได้จากสูตรต่อไปนี้ (Dallmeier, 1992 อ้างจาก Balslev et al., 1987)

ดัชนีความสำคัญ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ความถี่สัมพัทธ์ + ความเด่นสัมพัทธ์

3.1.5 ดัชนีความหลากชนิด (H) ของ แชนนอน-เวียร์เนอร์ (Shannon-Weaver, 1949) หาได้จากสูตร

$$H = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

เมื่อ p_i = สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทุกชนิด

i = จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงตัวอย่าง (1,2,3,4,5,...,S)

3.1.6 ดัชนีความหลากชนิดสูงสุด (H_{max}) เป็นดัชนีความหลากชนิดของแชนนอน-เวียร์เนอร์ ที่จะสามารถมีค่าได้สูงสุด หาได้จากสูตร

$$H_{max} = \ln S$$

เมื่อ S = จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง

3.1.7 ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness index : E) เป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (Heterogeneous) ของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างเมื่อใช้เปรียบเทียบกับดัชนีความหลากชนิดสูงสุด (Hurlburt, 1971) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$E = \frac{H}{H_{max}}$$

3.1.8 ดัชนีความร่ำรวยของชนิด (Richness index : R) (Margalef, 1958) หาได้จากสูตร

$$R = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

เมื่อ S = จำนวนชนิดพรรณไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง

N = จำนวนต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง

3.1.9 **ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น** (Concentration of dominance : C) **หรือ ดัชนีความหลากชนิดของซิมป์สัน** (Simpson' s index) (Simpson, 1949)

$$C = \sum_{i=1}^{s}(p_i)^2$$

เมื่อ p_i = สัดส่วนของจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ทุกชนิด

3.2 ใช้การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) โดยวิธี Chord distance analysis (CRD analysis) แบบ Flexible strategy (Sneath and Sokal, 1973) เพื่อจัดแบ่งกลุ่มตามความคล้ายคลึงระหว่างแปลงตัวอย่างของระบบนิเวศป่าผลัดใบที่เป็นระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยใช้จำนวนชนิดและจำนวนต้นเป็นเกณฑ์สำคัญ

3.3 ใช้การวิเคราะห์การจำแนกประเภท (Discriminant Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกลุ่มของแปลงตัวอย่างที่ได้จากการจัดกลุ่มตามข้อ 3.2 กับสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและทางเคมี (Gauch, 1982) เพื่อสรุปว่าปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์หรือมีบทบาทมากที่สุดในการกำหนดโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้งระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

สภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ

จากข้อมูลของสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศบนสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ ปีพ.ศ. 2538 สรุปได้ดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ พ.ศ. 2538

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสัมพัทธ์
	ต่ำสุด	สูงสุด	เฉลี่ย	(มม.)	(เปอร์เซนต์)
มกราคม	16.18	25.43	22.04	12.95	53.89
กุมภาพันธ์	18.45	26.30	23.18	0.00	45.27
มีนาคม	24.08	29.73	27.35	27.94	48.73
เมษายน	26.26	30.30	28.49	54.86	51.81
พฤษภาคม	24.53	30.07	27.07	141.99	59.07
มิถุนายน	26.11	28.58	27.33	148.08	60.21
กรกฎาคม	24.00	27.86	26.15	125.22	62.17
สิงหาคม	24.41	27.37	25.90	430.28	65.01
กันยายน	23.75	26.97	25.30	502.29	66.18
ตุลาคม	22.59	26.26	24.71	273.56	65.15
พฤศจิกายน	19.58	25.20	22.86	94.74	64.08
ธันวาคม	14.40	23.30	19.29	0.00	56.27
รวมทั้งปี	264.34	327.37	299.66	1,811.91	697.84
เฉลี่ย/เดือน	22.03	27.28	24.97	150.99	58.15

ที่มา : สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ

จากตารางที่ 4.1 พบว่ามีปริมาณน้ำฝนรวมตลอดปี 1,811.91 มม. เฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 150.99 มม. อุณหภูมิสูงที่สุดในเดือน เมษายน เท่ากับ 30.30 °เซลเซียส และต่ำที่สุดในเดือน ธันวาคม เท่ากับ 14.40 °เซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 27.28 °เซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 22.03 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือน ธันวาคม ประมาณ 19.29 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือน เมษายน ประมาณ 28.49 °เซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 24.97 °เซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 58.15 เปอร์เซนต์

การกระจายของพรรณไม้และความคล้ายคลึงของโครงสร้างทางชีวภาพระหว่างแปลงตัวอย่าง

จากการศึกษาเก็บข้อมูลจำนวนชนิด จำนวนต้น องค์ประกอบของชนิด และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกของพรรณไม้ในระบบนิเวศป่าผลัดใบ ในแปลงตัวอย่างจำนวน 5 แปลงรูปวงกลม ขนาดรัศมี 25 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 1,964 ตารางเมตร โดยจำกัดเฉพาะต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป พบว่ามีจำนวนชนิดทั้งหมด 52 ชนิด กระจายอยู่ตามแปลงต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 โดยในแปลงที่ 1 มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นเท่ากับ 22 ชนิด 68 ต้น ในแปลงที่ 2 มี 29 ชนิด 97 ต้น ในแปลงที่ 3 มี 30 ชนิด 148 ต้น ในแปลงที่ 4 มี 20 ชนิด 137 ต้น และในแปลงที่ 5 มี 21 ชนิด 219 ต้น พันธุ์ไม้ที่พบปรากฏอยู่ในทุกแปลงมีอยู่ 4 ชนิด คือ อ้อยช้าง (*Lannea coromandelica* Merr.) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* Merr.) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) และสวองตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) พบว่าในแต่ละแปลงตัวอย่างจะมีจำนวนต้นของพันธุ์ไม้เด่นแตกต่างกัน ยกเว้นในแปลงที่ 4 และแปลงที่ 5 จะมีพันธุ์ไม้เด่นเหมือนกันคือ เต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) และรัง

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดและดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากชนิดได้จะเห็นว่า ในแปลงที่ 2 แม้จะมีจำนวนชนิดไม่มากที่สุดก็ตามแต่เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนกับจำนวนต้นแล้วก็อยู่ในสัดส่วนที่สูงประกอบกับมีดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดสูงที่สุด (0.89) ทำให้มีดัชนีความหลากชนิดสูงที่สุด (3.01) ส่วนในแปลงที่ 4 มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดและมีดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดต่ำที่สุด (0.70) จึงมีดัชนีความหลากชนิดต่ำที่สุด (2.09) ในขณะที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกเฉลี่ยของต้นไม้ในแปลงที่ 1 สูงที่สุด (24.06 เซนติเมตร) และมีค่าต่ำที่สุดในแปลงที่ 5 (13.28 เซนติเมตร) แต่ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยในแปลงที่ 2 จะสูงที่สุด (4.62 ตารางเมตรต่อแปลง) และต่ำที่สุดในแปลงที่ 4 (3.15 ตารางเมตรต่อแปลง)

ตารางที่ 4.2 ชนิดและจำนวนพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	แปลง 4	แปลง 5
1	*Afzelia xylocarpa* Craib	มะค่าโมง	1				
2	*Antidesma sp.*	เม่าใหญ่			1		
3	*Bauhinia variegata* Linn.	เสี้ยวดอกขาว	1			1	
4	*Bombax anceps* Pierre	งิ้วป่า		1	3		
5	*Buchanania latifolia* Roxb.	มะม่วงหัวแมงวัน				7	
6	*Canarium subulatum* Guill.	มะเลื่อม	1		1		3
7	*Cassia garrettiana* Craib	แสมสาร		2		1	
8	*Congea tomentosa* Roxb.	เครือออน		1			
9	*Croton sp.*	เปล้า		4	1		
10	*Dalbergia candenatensis* Prain	สักขี			1		
11	*Dalbergia cultrata* Grah. ex Benth.	กระพี้เขาควาย	3	6	5		1
12	*Dalbergia oliveri* Gamble	ชิงชัน	1	4			4
13	*Dillenia obovata* Hoogl.	ส้าน				1	
14	*Haldina cordifolia* Ridsd.	เข้า	4	3	2		9
15	*Hymenodictyon excelsum* Wall.	อุโลก		1	1		
16	*Ixora cibdera* Craib	เข็มป่า	1		1		
17	*Kang* (ไม่สามารถยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์)	คาง					3
18	*Krapor* (ไม่สามารถยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์)	กระพ้อ		1	1		
19	*Lagerstroemia duperreana* Pierre	ตะแบกเปลือกบาง	3	9	1		
20	*Lagerstroemia loudonii* Teijsm. & Binn.	เสลาเครือ	9	2			
21	*Lagerstroemia tomentosa* Presl.	เสลา	1				
22	*Lannea coromandelica* Merr.	อ้อยช้าง	4	2	5	5	41
23	*Makhamoi* (ไม่สามารถยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์)	หมากขโมย	3	4	2	3	
24	*Mammea siamensis* Kosterm.	สารภี				7	1
25	*Markhamia stipulata* Seem.	แคหางค่าง	3	1		1	2
26	*Melia pinnata* Walp.	มะยมหิน			3		
27	*Miliusa lineata* Alston	อีแรด		6			
28	*Mitragyna hirsuta* Hav.	กระทุ่มโคก				2	
29	*Mitragyna javanica* Koord. & Val.	กระทุ่มน้ำ	1				
30	*Morinda coreia* Ham.	ยอป่า	1		1	1	
31	*Phoebe paniculata* Nees.	สะทิต			1		
32	*Pterocarcarpus macrocarpus* Kurz	ประดู่		2			
33	*Randia dasycarpa* Bakh.f.	หนามแท่ง	1	1	2	4	2
34	*Sakaekruea* (ไม่สามารถยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์)	สะแกเครือ		2			
35	*Schleichera oleosa* Merr.	ตะคร้อ	8	14	16	1	12
36	*Shorea obtusa* Wall.	เต็ง			16	63	64
37	*Shorea siamensis* Miq.	รัง	1	1	43	11	43

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) ชนิดและจำนวนพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	แปลง 4	แปลง 5
38	*Sindora siamensis* Teijsm. ex Miq.	มะค่าแต้			1	2	1
39	*Spondias pinnata* Kurz	มะกอกป่า	2	2	4		
40	*Sterculia sp.*	ปอข้าวตาก			6		4
41	*Sterculia villosa* Roxb.	ปอศูนย์หูช้าง		1	4		
42	*Stereospermum neuranthum* Kurz	แคทราย		1		11	
43	*Sung ko* (ไม่สามารถยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์)	สังโค		2			1
44	*Terminalia alata* Heyne ex Roth	รกฟ้า			1	9	
45	*Terminalia bellerica* Roxb.	สมอภิเภก		2	2		2
46	*Terminalia chebula* Retz.	สมอไทย				2	
47	*Terminalia corticosa* Pierr ex Laness.	ตะแบกเลือด	2		3	3	2
48	*Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Laness.	ชี้อ้าย	13	8			
49	*Vitex limonifolia* Wall.	สวอง		1	6		11
50	*Vitex pinnata* Linn.	สวองตีนนก	4	10	13	2	5
51	*Walsura villosa* Wall.	ขัดลิ้น					1
52	*Xylia xylocarpa* Taub.	แดง		3	1		7
	จำนวนชนิด		22	29	30	20	21
	จำนวนต้น		68	97	148	137	219

ตารางที่ 4.3 ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณในแต่ละแปลงตัวอย่าง

ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณ	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
ดัชนีความหลากชนิด	2.48	3.01	2.65	2.10	2.16
ดัชนีความหลากชนิดสูงสุด	3.09	3.37	3.40	3.00	3.04
ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด	0.802	0.893	0.778	0.701	0.708
ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น	0.090	0.066	0.125	0.238	0.172
ดัชนีความร่ำรวยของชนิด	4.977	6.121	5.803	3.862	3.711
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (ซม.)	24.060	20.602	14.743	14.394	13.284
ผลรวมของพื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)	4.275	4.617	3.565	3.149	3.948

หมายเหตุ ซม. แทน เซนติเมตร

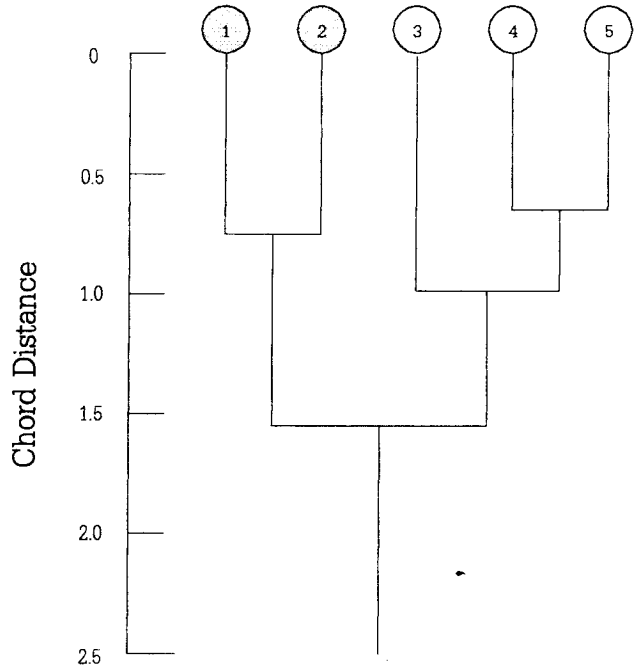
ตร.ม. แทน ตารางเมตร

เนื่องจากพื้นที่ที่เลือกสำหรับเป็นแปลงตัวอย่างถาวรแต่ละแปลงที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบกระจายอยู่ทั้งด้านทิศเหนือและทิศใต้ของแนวเส้นตรงที่ตัดขึ้นเพื่อกำหนดแปลงตัวอย่าง (Transect line) ในแนวตะวันออก-ตะวันตกซึ่งอยู่ในขอบเขตไม่ห่างกันมาก ซึ่งจะเห็นว่าบางแปลงมีพรรณไม้ขึ้นอยู่คล้ายๆ กัน และเพื่อที่จะทำการจัดกลุ่มหรือดูความคล้ายคลึงระหว่างแปลงตัวอย่างจึงศึกษาด้วยการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ด้วยวิธี Chord distance แบบ Flexible strategy ซึ่งจะทำการจัดแปลงตัวอย่างที่มีความคล้ายกันมากที่สุดโดยใช้พรรณไม้ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละแปลงเป็นเกณฑ์สำคัญ จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตารางเมตริกซ์ ดังตารางที่ 4.4 และนำค่าที่ได้มาวาดแผนภาพ Dendogram แสดงการจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลง ดังภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าถ้าใช้ค่า Chord distance (CRD) ที่ระดับแตกต่างกันจะได้การจัดกลุ่มที่แตกต่างกัน เช่นที่ค่า CRD เท่ากับ 0.98 จะจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ได้แก่ แปลงที่ 1 และ 2 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ แปลงที่ 3 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ แปลงที่ 4, 5 ที่ค่า CRD เท่ากับ 1.5 จะจัดได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ แปลงที่ 1, 2 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ แปลงที่ 3, 4 และ 5 ซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้ค่า CRD เท่ากับ 1.5 เพราะต้องการให้เป็นกลุ่มที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเต็งรังและระบบนิเวศป่าเบญจพรรณเมื่อดูจากลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ เช่น ความชุ่มชื้นของสภาพป่า และองค์ประกอบของพรรณไม้ที่ปรากฏอยู่ในแปลงนั้นๆ สามารถกำหนดได้ว่าให้กลุ่มที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยแปลงที่ 1 และ 2 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ส่วนกลุ่มที่ 2 ซึ่งประกอบไปด้วยแปลงที่ 3, 4 และ 5 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเต็งรัง จะเห็นว่าการจัดกลุ่มดังกล่าวจะทำให้ได้กลุ่มของแปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าผลัดใบทั้งที่เป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 4.4 เมตริกซ์แสดงการจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่าง

รอบการจัดกลุ่ม	จำนวนกลุ่มที่เข้าจัด	ระดับ CRD	แปลงตัวอย่างที่ใช้อ้างอิง	แปลงตัวอย่างที่เข้ากลุ่ม
1	4	0.65	4	5
2	3	0.75	1	2
3	2	0.98	3	4 5
4	1	1.57	1	2 3 4 5

หมายเหตุ CRD แทน Chord distance



ภาพที่ 4.1 การจัดกลุ่มของแปลงตัวอย่างด้วยสถิติวิธี Cluster analysis แบบ Flexible strategy

สมบัติทางกายภาพของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดินคือ เนื้อดิน (Soil texture) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การแจกกระจายของอนุภาคต่างๆ คือ ทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียว (Clay) ในดิน โดยวิธีการใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer method) พบว่าเนื้อดินของแปลงตัวอย่างทุกแปลงเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบหลักในดิน การแจกกระจายของอนุภาคต่างๆ มีความแตกต่างกันน้อยมากในแต่ละแปลงจึงถือว่าไม่มีความแตกต่างกันของเนื้อดิน อนุภาคขนาดทรายมีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 71 - 73 อนุภาคขนาดทรายแป้ง มีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 10 - 15 อนุภาคขนาดดินเหนียวมีพิสัยอยู่ระหว่างร้อยละ 12 - 16 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงตัวอย่าง

	เนื้อดิน			ประเภทของเนื้อดิน
	อนุภาคทราย (เปอร์เซนต์)	อนุภาคทรายแป้ง (เปอร์เซนต์)	อนุภาคดินเหนียว (เปอร์เซนต์)	
แปลงที่ 1	73.0	13.7	13.3	ร่วนปนทราย
แปลงที่ 2	71.0	15.0	14.0	ร่วนปนทราย
แปลงที่ 3	72.3	11.3	16.4	ร่วนปนทราย
แปลงที่ 4	73.6	10.7	12.7	ร่วนปนทราย
แปลงที่ 5	73.0	11.9	15.1	ร่วนปนทราย

สมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์สมบัติของดินทางเคมี ตามวิธีมาตรฐานการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เป็นสมบัติทางเคมีของดินเฉลี่ยในแต่ละกลุ่ม ซึ่งพบว่า

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินของป่าทั้ง 2 ชนิด มีค่าความเป็นกรดปานกลาง (Moderately acid) โดยดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5.93 ± 0.127 ซึ่งไม่แตกต่างจากค่าความเป็นกรด-ด่างในระบบนิเวศป่าเต็งรังที่มีค่าเท่ากับ 5.92 ± 0.480

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าค่อนข้างสูง โดยมีค่าเท่ากับ 3.15 ± 0.028 กรัมต่อกิโลกรัมดิน ส่วนในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีค่าปานกลางค่อนข้างสูง เท่ากับ 2.98 ± 0.298 กรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าสูง โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.15 ± 0.028 กรัมต่อกิโลกรัมดิน ส่วนปริมาณไนโตรเจนรวมของดินในป่าเต็งรัง มีค่าต่ำกว่าระบบนิเวศป่าเบญจพรรณประมาณ 2 เท่า โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.08 ± 0.025 กรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมของดินป่าไม้ทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูงมาก โดยดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมเท่ากับ 869.42 ± 184.332 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมเท่ากับ 858.29 ± 236.788 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าสูงมาก โดยมีปริมาณเท่ากับ 92.43 ± 48.336 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินระบบนิเวศป่าเต็งรังมีค่าสูงกว่าในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณถึง 2.5 เท่า โดยมีปริมาณเท่ากับ 223.17 ± 96.833 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินในป่าทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูง โดยดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 122.07 ± 19.552 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 105.04 ± 16.410 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในระบบนิเวศป่าทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูง โดยดินระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 119.54 ± 16.518, 3013.56 ± 586.735, 347.55 ± 20.110 และ 213.79 ± 0.354 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และดินระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 108.62 ± 10.448, 2811.20 ± 427.524, 247.25 ± 57.510 และ 212.83 ± 1.112 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน

ปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในป่าทั้ง 2 ชนิดมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 34.74 ± 2.348 และ 9.86 ± 1.138 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินตามลำดับ และดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 34.93 ± 4.127 และ 8.09 ± 2.727 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดินตามลำดับ

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในป่าทั้ง 2 ชนิด มีค่าค่อนข้างสูง โดยดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเท่ากับ 18.68 ± 0.707 เซนติโมลต่อกิโลกรัมและดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเท่ากับ 15.41 ± 2.727 เซนติโมลต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.6 สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของดินเฉลี่ยเป็นกลุ่ม

สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
	แปลงที่ 1-2	แปลงที่ 3-4-5
pH	5.93 ± 0.127	5.92 ± 0.480
อินทรียวัตถุ (ก./กก.ดิน)	3.15 ± 0.601	2.98 ± 0.289
ไนโตรเจนรวม (ก./กก.ดิน)	0.15 ± 0.028	0.08 ± 0.025
ฟอสฟอรัสรวม (มก./กก.ดิน)	869.42 ± 84.322	858.29 ± 236.788
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.ดิน)	92.43 ± 48.366	223.17 ± 96.833
โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (มก./กก.ดิน)	122.07 ± 9.552	105.04 ± 6.410
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	119.54 ± 6.518	108.62 ± 10.448
ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	34.74 ± 2.348	34.93 ± 4.127
ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	3013.56 ± 586.735	2811.2 ± 427.524
ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	9.86 ± 1.138	8.09 ± 2.727
ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	347.55 ± 20.110	247.25 ± 57.510
ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มก./กก.ดิน)	213.79 ± 0.354	212.83 ± 1.112
ความจุของการแลกเปลี่ยนประจุบวก (เซนติโมล/กก.ดิน)	18.68 ± 0.707	15.41 ± 2.727
อนุภาคทราย (เปอร์เซนต์)	71.97 ± 1.414	72.97 ± 0.665
อนุภาคทรายแป้ง (เปอร์เซนต์)	14.36 ± 0.940	11.29 ± 0.611
อนุภาคดินเหนียว (เปอร์เซนต์)	13.67 ± 0.474	14.74 ± 1.865
ประเภทของเนื้อดิน	ร่วนปนทราย	ร่วนปนทราย

หมายเหตุ ก./กก.ดิน แทน กรัมต่อกิโลกรัมดิน

มก./กก.ดิน แทน มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมกรัมดิน

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพของดินทั้งในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังพบว่า เนื้อดินของระบบนิเวศป่าทั้ง 2 ชนิดจัดเป็นประเภทเดียวกันคือ ดินร่วนปนทราย (Sandy loam) จึงถือว่าไม่แตกต่างกัน จากตารางที่ 4.6 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของสมบัติของดินระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณฟอสฟอรัสรวม ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ และความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมากกว่าในระบบนิเวศป่าเต็งรังเท่ากับ 0.17 กรัมต่อกิโลกรัมดิน 0.07 กรัมต่อกิโลกรัมดิน 11.184 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 17.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 10.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 202.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 1.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 100.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน 0.96 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และ 3.27 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ แต่ในดินระบบนิเวศป่าเต็งรังจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าในป่าเต็งรังเท่ากับ 130.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาสมบัติทางเคมีของดินระหว่างระบบนิเวศป่าทั้ง 2 ชนิดทั้ง 13 ลักษณะ โดยนำไปวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ t-test ไม่พบว่ามีสมบัติทางเคมีของดินลักษณะใดเลยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากการวิเคราะห์การจัดกลุ่มของพรรณไม้ของแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลง ทำให้ได้กลุ่มของแปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังที่ CRD เท่ากับ 1.5 ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างของลักษณะทางนิเวศวิทยาเชิงปริมาณโดยเฉพาะดัชนีความหลากชนิดของแชนนอน-เวียร์เนอร์ แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติดินโดยใช้สถิติ Discriminant analysis ตามจำนวนแปลงตัวอย่างที่จัดให้อยู่ในกลุ่มนั้นๆ โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินทั้ง 13 ลักษณะเป็นตัวแปร (Variables) ซึ่งพบว่า Discriminant functions ที่คำนวณได้คือ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน (Total nitrogen) ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน (Exchangeable iron) และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในการทำนายกลุ่มของแปลงตัวอย่างระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังบอกได้ว่าปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีส่วนร่วมในการจำแนกเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ และวิเคราะห์หาสมการจำแนกประเภทของระบบนิเวศป่าผลัดใบจากค่า Unstandardized canonical discriminant coefficients โดยใช้สมบัติของดินเป็นเกณฑ์สำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 พบว่าได้สมการดังนี้

$$Y = 594.849254 (N) + 2.4061445 (Fe) - 18.1303171 (OM) - 93.932008$$

เมื่อ Y แทน ระบบนิเวศป่าผลัดใบ
N แทน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน
Fe แทน ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้
OM แทน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ถ้า Y > 7.23 แสดงผลเป็นระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ
Y < 7.23 แสดงผลเป็นระบบนิเวศป่าเต็งรัง ดังแสดงในภาพที่ 4.2

จากผลการวิเคราะห์จากสถิติวิธี Discriminant analysis ที่ได้พบว่าเปอร์เซนต์ความถูกต้องในการจำแนกของสมการมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซนต์

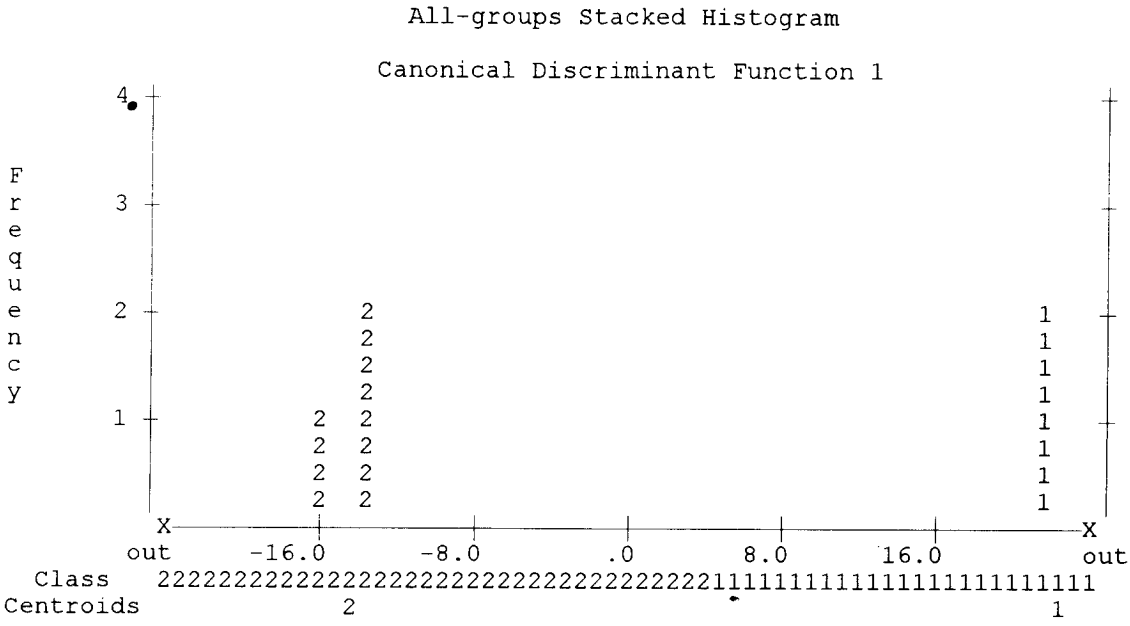
เมื่อพิจารณาข้อมูลค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณเฉลี่ยของทั้งระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ดังตารางที่ 4.8 พบว่าในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนรวมเฉลี่ย 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน มีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 34.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน จะมีค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (22.33 เซนติเมตร) พื้นที่หน้าตัด (4.45 ตารางเมตรต่อแปลง) ดัชนีความหลากชนิดเฉลี่ย (2.74) ดัชนีความหลากชนิดสูงสุดเฉลี่ย (3.23) ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิดเฉลี่ย (0.85) และดัชนีความร่ำรวยของชนิดเฉลี่ย (5.55) มากกว่าระบบนิเวศป่าเต็งรังซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนรวมในดินเฉลี่ย ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยต่ำกว่า (0.08 และ2.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ตามลำดับ) แต่มีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยต่ำกว่าระบบนิเวศป่าเต็งรังเล็กน้อย (34.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) แต่ความหนาแน่นของต้นไม้เฉลี่ย (83 ต้นต่อแปลง) และดัชนีความเข้มข้นของความเด่นเฉลี่ยของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ (0.08) จะน้อยกว่าในระบบนิเวศป่าเต็งรัง จะเห็นว่าดัชนีความหลากชนิดสูงสุด ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด ดัชนีความร่ำรวยของชนิดจะคล้อยตามดัชนีความหลากชนิดของแชนนอน-เวียร์เนอร์ แต่ดัชนีความเข้มข้นของความเด่นจะผกผันกลับกับดัชนีความหลากชนิด เมื่อทำการเปรียบเทียบความผันแปรระหว่างดัชนีความหลากชนิดของพรรณไม้ระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยคำนวณหาค่าความแปรปรวน (Variance) ของค่าความหลากชนิด และทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญด้วยสถิติ t-test พบว่าดัชนีความหลากชนิดของระบบนิเวศป่าทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากดัชนีความสำคัญ (IVI) ดังตารางที่ 4.9 สามารถบอกได้ว่าในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมี ขี้อ้าย (*Terminalia nigrovenulosa* Pierre ex Lananess.) เป็นไม้เด่น (Dominance) และสวองตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) เป็นไม้รองเด่น (Sub-dominance) ส่วนในระบบนิเวศป่าเต็งรังจะมี เต็ง (*S. obtusa* Wall.) เป็นไม้เด่น และรัง (*S. siamensis* Miq.) เป็น ไม้รองเด่น

ตารางที่ 4.7 ค่า Canonical discriminant function coefficients

Standardized		Unstandardized	
ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ (Fe)	8.73848	ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ (Fe)	2.4061445
ปริมาณไนโตรเจนรวม (N)	15.6128	ปริมาณไนโตรเจนรวม (N)	594.8492524
ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)	-7.58096	ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM)	-18.1303171
		Constant	-93.9320028

ตารางที่ 4.8 ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณเฉลี่ยของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง

ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณ	กลุ่มที่ 1 แปลง 1,2	กลุ่มที่ 2 แปลงที่ 3,4,5
ความหนาแน่น (ต้น/แปลง)	83 ± 20.506	168 ± 44.508
เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	22.33 ± 2.447	14.14 ± 0.762
ผลรวมของพื้นที่หน้าตัด (ตร.ม.)	4.45 ± 0.242	3.55 ± 0.400
ดัชนีความหลากชนิด	2.74 ± 0.372	2.30 ± 0.300
ดัชนีความหลากชนิดสูงสุด	3.23 ± 0.195	3.15 ± 0.221
ดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด	0.847 ± 0.064	0.728 ± 0.043
ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น	0.079 ± 0.017	0.178 ± 0.057
ดัชนีความร่ำรวยของชนิด	5.548 ± 0.809	4.458 ± 1.167



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้

ตารางที่ 4.9 อันดับความเด่นจากดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรัง

กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2	
ชื่อวิทยาศาสตร์	IVI Rank	ชื่อวิทยาศาสตร์	IVI Rank
Teminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	1	*Shorea obtusa* Wall.	1
Vitex pinnata Linn.	2	*Shorea siamensis* Miq.	2
Schleichera oleasa Merr.	3	*Lannea coromandelica* Merr.	3
Lagerstroemia duperreana Pierre	4	*Vitex pinnata* Linn.	4
Lagerstroemia loudonii Teijsm. & Binn.	5	*Schleichera oleosa* Merr.	5

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

การกระจายของพรรณไม้และความคล้ายคลึงของโครงสร้างทางชีวภาพระหว่างแปลงตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณของพรรณไม้ในระบบนิเวศป่าผลัดใบแห่งนี้พบว่ามีจำนวนชนิดทั้งหมด 52 ชนิด กระจายอยู่ตามแปลงต่างๆ และมีดัชนีความหลากชนิดแตกต่างกันไป เนื่องจากในแต่ละแปลงมีจำนวนต้นและจำนวนชนิดแตกต่างกัน ในแปลงที่ 5 จะมีความหนาแน่นของต้นไม้สูงที่สุด (219 ต้นต่อแปลง) มีสัดส่วนของจำนวนต้นกับจำนวนชนิดต่ำและมีเต็ง (*Shorea obtusa* Wall.) เป็นไม้เด่นเป็นจำนวนมากที่สุดคือครอบครองพื้นที่มากที่สุด แต่ก็ไม่ทำให้ดัชนีความหลากชนิดสูงที่สุด เนื่องจากดัชนีความหลากชนิดมีความสัมพันธ์แบบผกผันกลับกับดัชนีความเข้มข้นของความเด่น คือในสังคมชีวิตที่มีต้นไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นจำนวนมากจะทำให้จำนวนชนิดอื่นๆ ลดน้อยลงซึ่งก็คือมีดัชนีความหลากชนิดลดน้อยลง (Shimwell, 1971) นอกจากนี้ค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์ทางตรงกับดัชนีความหลากชนิด ก็จะมีแนวโน้มเดียวกับดัชนีความหลากชนิด ในแปลงที่ 2 แม้จะมีความหนาแน่นไม่มากที่สุดแต่ก็มีดัชนีความหลากชนิดสูงที่สุดซึ่งมีผลทำให้ดัชนีความร่ำรวยสูงที่สุดด้วยนั้นก็เนื่องมาจากเหตุผลดังกล่าว การที่ในแปลงที่ 3, 4 และ 5 มีจำนวนต้นมากกว่าในแปลงที่ 1 และ 2 แต่มีพื้นที่หน้าตัดน้อยกว่าเนื่องจากว่ามีต้นไม้ที่มีขนาดเล็กเป็นจำนวนมากกว่า เมื่อพิจารณาชนิดของพรรณไม้ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละแปลงพบว่ามีอยู่ 5 ชนิดเท่านั้นที่พบปรากฏอยู่ในทุกแปลง และมีพันธุ์ไม้อยู่ 14 ชนิดที่พบเพียงในแปลงใดแปลงหนึ่ง และจากดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ในแต่ละแปลงสามารถบอกได้ว่าในแต่ละแปลงจะมีพรรณไม้เด่นแตกต่างกัน ยกเว้นในแปลงที่ 4 และ 5 จะมีพรรณไม้เด่นเป็นชนิดเดียวกัน

จากการวิเคราะห์การจัดด้วยวิธี Cluster analysis แบบ Flexible strategy สามารถจัดแบ่งกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ และกลุ่มที่ 2 เป็นตัวแทนของระบบนิเวศป่าเต็งรัง ที่ระดับ CRD เท่ากับ 1.5 จากข้อมูลด้านพรรณไม้ที่ปรากฏในแต่ละกลุ่มประกอบกับลักษณะสภาพของระบบนิเวศป่าที่สังเกตจากการศึกษาในภาคสนามสนับสนุนการจำแนกพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างออกได้เป็น 2 กลุ่มดังกล่าว เมื่อพิจารณาข้อมูลของพรรณไม้ของระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ

และระบบนิเวศป่าเต็งรังในบริเวณห้วยขาแข้ง เปรียบเทียบกับข้อมูลของระบบนิเวศป่าชนิดเดียวกันในบริเวณลุ่มน้ำพรมที่ศึกษาโดยพงษ์ศักดิ์ และคณะ (2522) พบว่าระบบนิเวศป่าเบญจพรรณในบริเวณห้วยขาแข้งมีจำนวนต้นและจำนวนชนิดเท่ากับ 423 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 37 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าระบบนิเวศป่าชนิดเดียวกันบริเวณลุ่มน้ำพรมที่มีจำนวนต้นและจำนวนชนิดเท่ากับ 238 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 14 ชนิด ตามลำดับ ในขณะที่ระบบนิเวศป่าเต็งรังในบริเวณห้วยขาแข้งมีจำนวนต้นน้อยกว่า แต่มีจำนวนชนิดมากกว่า โดยในบริเวณห้วยขาแข้งมีจำนวนต้นและจำนวนชนิดเท่ากับ 855 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 47 ชนิด ตามลำดับ ส่วนในบริเวณลุ่มน้ำพรมมีจำนวนต้นและจำนวนชนิดเท่ากับ 938 ต้นต่อเฮกแตร์ และ 12 ชนิด ตามลำดับ คาดว่าเนื่องจากแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน กล่าวคือในบริเวณห้วยขาแข้งมีแปลงตัวอย่างเป็นรูปวงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับ 1,964 ตารางเมตร ส่วนในบริเวณลุ่มน้ำพรมมีแปลงตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีพื้นที่เท่ากับ 1,600 ตารางเมตร จากอันดับของดัชนีความสำคัญของแต่ละกลุ่ม (IVI) พบว่าเป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังมี สวองตีนนก (*Vitex pinnata* Linn.) เป็นไม้ชนิดสำคัญใน 5 อันดับแรก เมื่อเปรียบเทียบค่านิเวศวิทยาเชิงปริมาณเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มพบว่า ในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณแม้จะมีจำนวนต้นน้อยกว่าในระบบนิเวศป่าเต็งรัง แต่มีผลรวมของพื้นที่หน้าตัดมากกว่าระบบนิเวศป่าเต็งรัง เนื่องจากในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณต้นไม้มีขนาดใหญ่กว่า

สมบัติทางกายภาพของดิน

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อดินพบว่า เนื้อดินในแปลงตัวอย่างทุกแปลงเป็นดินร่วนปนทรายที่มีอนุภาคขนาดทรายเป็นองค์ประกอบหลัก ทำให้ดินมีการระบายน้ำและการระบายอากาศดี การที่ดินมีเนื้อเป็นดินร่วนปนทรายที่เป็นเนื้อดินค่อนข้างหยาบนี้ เนื่องจากเป็นดินที่สลายตัวมาจากวัตถุต้นกำเนิด พวกหินแกรนิต ซึ่งเป็นหินที่มีเนื้อหยาบและมีทราย หรือซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบอยู่สูง และมีความคงทนต่อการสลายตัวจึงตกค้างอยู่ในเนื้อดินปริมาณมาก (เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2532) เป็นที่น่าสังเกตว่าอนุภาคขนาดทรายแป้ง ในดินมีปริมาณใกล้เคียงกับอนุภาคขนาดดินเหนียว การที่ดินมีอนุภาคขนาดทรายแป้งสูง แสดงให้เห็นถึงการที่ดินเป็นดินใหม่ผ่านการสลายตัวมาไม่นาน (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530) และเมื่ออนุภาคขนาดทรายแป้งสลายตัวไปจะเป็นเป็นอนุภาคขนาดดินเหนียว และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาได้อีกมาก ดังนั้นดินที่มีอนุภาคทรายแป้งสูง นอกจากแสดงให้เห็นว่าเป็นดินที่มีพัฒนาการมาไม่นานแล้วยังมีศักยภาพในการให้ธาตุอาหารพืชสูง (Brady,1990) อย่างไรก็ตามการใช้ลักษณะเนื้อดินในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่สามารถใช้ได้ดีนักในกรณีของดินป่าไม้ (Kimmins, 1987) เป็นที่น่าสังเกตุว่าการวิเคราะห์เนื้อดินในขั้นตอนการกำจัดอินทรียวัตถุ โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ใช้ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จำนวนมาก คาดว่าน่าจะมาจากการที่ดินเป็นดินป่าไม้ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินที่ใช้ในทางการเกษตรทั่วไป

การที่เนื้อดินในแปลงตัวอย่างทั้งในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง มีเนื้อดินเป็นร่วนปนทรายเหมือนกัน แสดงให้เห็นว่าเนื้อดินไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างของพรรณไม้ที่ขึ้นบนดินนั้น

สมบัติทางเคมีของดิน

ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่ามีค่าความเป็นกรดปานกลาง (pH 5.9) ใกล้เคียงกันทั้งในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง การที่ดินเป็นกรดปานกลางน่าจะเป็นผลจากวัตถุต้นกำเนิดดิน เนื่องจากเป็นดินที่สลายตัวจากหินแกรนิตที่จัดเป็นหินอัคนีกรด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) และผลของความเป็นกรดของดินในบางส่วน อาจได้มาจากกรดอินทรีย์ที่สลายตัวจากอินทรียวัตถุในดินป่าไม้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่าดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณที่ค่าค่อนข้างสูง (3.15 กรัมต่อกิโลกรัมดิน) ส่วนดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางค่อนข้างสูง (2.98 กรัมต่อกิโลกรัมดิน) การที่ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางถึงค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นดินที่อยู่ในป่าไม้ที่ดินไม่ได้ถูกรบกวนจากไฟหรือมนุษย์มาเป็นเวลานาน ปริมาณอินทรียวัตถุส่วนใหญ่ได้จากการร่วงหล่นของเศษไม้และใบไม้ แต่ในสภาพของดินระบบนิเวศป่าเบญจพรรณซึ่งมีความชื้นสูงกว่าระบบนิเวศป่าเต็งรัง จะทำให้ดินมีอุณหภูมิต่ำกว่า และการสลายตัวของอินทรียวัตถุมีอัตราการสลายตัวน้อยกว่าจึงมีอินทรียวัตถุเหลืออยู่ในดินมากกว่าในระบบนิเวศป่าเต็งรัง จากการรายงานของ Sanchez (1977) พบว่าถ้าหากดินเขตร้อนที่มีสภาพการระบายอากาศดี อุณหภูมิดินสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะทำให้จุลินทรีย์มีกิจกรรมการย่อยสลายอินทรียวัตถุสูงขึ้นถึง 10 เท่า

ปริมาณไนโตรเจนรวมของดินมีความสัมพันธ์และมีแนวโน้มเหมือนกับค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยปริมาณไนโตรเจนรวมในดินระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าสูง (0.15 กรัมต่อกิโลกรัมดิน) และสูงกว่าระบบนิเวศป่าเต็งรังถึง 2 เท่า เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนรวมของดินส่วนใหญ่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) ถึงแม้ดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังจะมีอัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุสูง แต่เนื่องจากดินมีปริมาณอินทรียวัตถุดั้งเดิมต่ำประกอบกับการที่ดินมีองค์ประกอบเป็นอนุภาคทรายในปริมาณที่สูง ปริมาณไนโตรเจนรวมที่อยู่ในดินจึงมีไม่มากนักและถูกชะล้างออกไปจากหน้าตัดของดิน (Soil profile) ได้ง่าย

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าสูงมากทั้งดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ (869.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) และระบบนิเวศป่าเต็งรัง (859.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน) เนื่องจากเป็นดินที่สลายตัวจากหิน

แกรนิตที่มีพัฒนาการของหน้าตัดดินยังไม่มากนัก ประกอบกับวัตถุต้นกำเนิดพวกหินแกรนิตทางภาคตะวันตกของประเทศไทยจะมีแร่อะพาไทต์ (Apatite) ที่สลายตัวให้ธาตุฟอสฟอรัสในดินสูง (ดิเรก ฮุ่นตระกูล, 2531) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินและรูป (Form) ของฟอสฟอรัสในดิน จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในระบบนิเวศป่าทั้งสองแบบจะมีค่าสูงมาก โดยปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังมีค่าสูงกว่าในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณถึง 2.5 เท่า น่าจะเนื่องมาจากการที่ดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงจึงไปไล่อนุมูลฟอสเฟตหรือทำให้อนุมูลฟอสเฟตให้เปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปอื่น เช่น อินทรียฟอสเฟต (Organo-phosphate) หรือ ฟอสฟอรัสสลับซับซ้อน (Occlude phosphorus) ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของระบบนิเวศป่าทั้ง 2 แบบมีค่าสูง เนื่องจากเป็นผลจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่สลายตัวจากหินแกรนิต (เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2532) และดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีแนวโน้มว่าปริมาณธาตุประจุบวกทั้ง โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มีมากกว่าดินในระบบนิเวศป่าเต็งรัง เนื่องจากดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีปริมาณ อินทรียวัตถุในดินที่สามารถดูดซับอนุภาคประจุบวกเหล่านี้สูงกว่าประกอบกับดินในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่าดินในระบบนิเวศป่าเต็งรัง ดังจะได้อภิปรายผลในตอนถัดไป

ปริมาณเหล็กและแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้ในดินทั้งระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ 34.74 - 34.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน และปริมาณแมงกานีสที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าเท่ากับ 8.09 - 9.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมดิน ทั้งนี้น่าจะเป็นผลเนื่องมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหลัก

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินในระบบนิเวศป่าทั้ง 2 ชนิดมีค่าค่อนข้างสูง โดยในดินระบบนิเวศป่าเบญจพรรณมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูงกว่าดินในระบบนิเวศป่าเต็งรังเล็กน้อย เป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และปริมาณทรายแป้งที่มีในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณสูงกว่า อินทรียวัตถุในดินจะมีผลอย่างมากต่อความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน เนื่องจากค่าอินทรียวัตถุเองมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูงถึง 300 เซนติโมลต่อกิโลกรัมดิน (Brady, 1990) สำหรับอนุภาคทรายแป้งที่มีขนาดเล็กเมื่อขอบของอนุภาคแตกหักจะมีประจุลบเหลืออยู่มากพอที่จะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535)

ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับการจัดกลุ่มของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างโดยใช้สถิติ Discriminant analysis พบว่าปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมของดินที่สำคัญในการจำแนกความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยปริมาณไนโตรเจนรวม จัดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุด ปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญรองลงมา ตามลำดับ ในระบบนิเวศป่าเบญจพรรณที่มีปริมาณไนโตรเจนรวม และปริมาณอินทรียวัตถุสูง แต่มีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย และความหลากชนิดสูง แต่มีความหนาแน่นต่ำกว่า ส่วนในระบบนิเวศป่าเต็งรังที่มีปริมาณไนโตรเจนรวม และปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ แต่มีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่า จะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย และความหลากชนิดต่ำ แต่มีความหนาแน่นสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังที่สะแกราช โดยพงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, ปรีชา ธรรมานนท์ และชุบ เข็มนาค (2537) ที่พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุและแคลเซียมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญตามลำดับในการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาในครั้งนี้ในบางส่วน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้ที่แตกต่างกัน อีกทั้งมีสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณแคลเซียมในดินในบริเวณห้วยขาแข้งมีปริมาณสูงมากจึงไม่เป็นปัจจัยที่มีผลในการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่า

1. ในระบบนิเวศป่าผลัดใบในบริเวณห้วยขาแข้ง โดยพิจารณาเฉพาะพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป มีทั้งสิ้น 52 ชนิดโดยมีความผันแปรอยู่ระหว่าง 20 - 30 ชนิดต่อแปลงตัวอย่างขนาด 1,964 ตารางเมตร มีความหนาแน่นตั้งแต่ 68 - 219 ต้นต่อแปลง และมีความแตกต่างของดัชนีความหลากชนิดของแชนนอน-เวียร์เนอร์ของป่าทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

2. การวิเคราะห์การจัดกลุ่มโดยวิธี Cluster analysis แบบ Flexible strategy โดยใช้จำนวนต้นและจำนวนชนิดของพรรณไม้ในแต่ละแปลงเป็นเกณฑ์สำคัญ ที่ระดับ CRD เท่ากับ 1.5 สามารถจัดกลุ่มของแปลงตัวอย่างที่ทำการศึกษาในบริเวณห้วยขาแข้งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ และกลุ่มที่ 2 ระบบนิเวศป่าเต็งรัง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับโครงสร้างทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าผลัดใบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง สรุปว่า ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการจำแนกความแตกต่างของป่าทั้ง 2 ประเภท โดยมีปริมาณเหล็กที่แลกเปลี่ยนได้ และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นปัจจัยสำคัญรองลงมาตามลำดับ

4. สำหรับวิธีการที่ใช้ในการจำแนกความแตกต่างของโครงสร้างระบบนิเวศป่าผลัดใบที่เป็นระบบนิเวศป่าเบญจพรรณและระบบนิเวศป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง สามารถใช้สมการทำนายที่ได้ประกอบกับกราฟแสดงการจำแนกกลุ่มของพรรณไม้

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลจากส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง กรมป่าไม้ พบว่า พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยปี พ.ศ. 2538 เหลือประมาณ 82,178,161 ไร่ หรือประมาณร้อยละ 25.62 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด เนื่องจากความสำคัญของป่าเป็นที่ทราบกันดี การลดลงของพื้นที่ป่าจึงเป็นเรื่องที่น่าห่วงใย ฉะนั้นความสำคัญเร่งด่วนที่นักวิชาการสามารถทำได้ก็คือการค้นคว้าวิจัยโดยเฉพาะถ้าไม่ติดขัดเรื่องงบประมาณและเวลา เพื่อที่จะให้การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับระบบนิเวศป่า ไม่ว่าจะเป็นด้านโครงสร้างทางชีวภาพหรือโครงสร้างทางกายภาพมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรจะได้ทำการศึกษาในรายละเอียดด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ความลาดชันของพื้นที่ การรบกวนที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เป็นต้น ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะสมบัติของระบบนิเวศป่าเหล่านั้นไปพร้อมๆ กัน เพื่อที่จะเข้าใจความสัมพันธ์และความแตกต่างของอิทธิพลปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีต่อโครงสร้างในระนนนิเวศป่านั้นๆ เพื่อประโยชน์ในการจัดการฟื้นฟูและอนุรักษ์ที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2539. **บทปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีวิทยา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ ฯ.

จิรากรณ์ คชเสนี. 2537. **หลักนิเวศวิทยา**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ดิเรก ฮุ่นตระกูล. 2531. **การประเมินปัญหาและศักยภาพของดินเค็มในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์. 2532. **คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, สำนัก. 2539. **ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย.** กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

บุญปลูก นาประกอบ. 2518. **การหมุนเวียนของธาตุอาหารในลุ่มน้ำขนาดเล็กของป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ประหยัด ฐิตะธรรมกุล. 2528. **การเปลี่ยนแปลงของพรรณพืชตามระดับความสูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2538. ป่าผลัดใบ. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม.** หน้า 135-144. องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

ปัญญาฉัตร กล่อมชุ่ม. 2529. **การศึกษาลักษณะสำคัญของดินที่มีผลต่อการปลูกพืชในบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ และคณะ. 2522. การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของป่า 3 ชนิด บริเวณลุ่มแม่น้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ. **รายงานวนศาสตร์วิจัย**. เล่มที่ 63. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, วิสุทธิ์ สุวรรณาภินันท์ และชุบ เข็มนาค. 2523. การเสื่อมสภาพของดินจากการทำลายป่าสะแกราช. **รายงานวนศาสตร์วิจัย** เล่มที่ 68. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, ปรีชา ธรรมานนท์ และชุบ เข็มนาค. 2537. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังโดยวิธี Discriminant Analysis. **วารสารวนศาสตร์**. 13: 98-113.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ. 2538. ความหลากชนิดของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่สะแกราช จ.นครราชสีมา. I. ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงของความหลากชนิด. **วารสารวนศาสตร์**. 29: 416-427.

เฉลียว แจ้งไพร. 2534. **ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับปัจจัยที่ให้กำเนิดดิน.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 206. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ ประพฤติธรรม. 2528. **เคมีของดิน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. 2532. **ดินของประเทศไทย : ลักษณะการแจกกระจายและการใช้** . ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วนศาสตร์, คณะ. **รายงานฉบับสมบูรณ์ : แผนการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก (พ.ศ. 2533-2537).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วีระ พุกเจริญ, พิณทิพย์ ธิติโรจนวัฒน์, เอกชัย ลิ่มถาวรศิริพงศ์, กิตติพงษ์ พงษ์บุญ, ทรงธรรม สุขสว่าง และสมาน รวยสูงเนิน. 2531. **ลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง ที่บ้านลาดกะเฌอ อ. เมือง จ. สกลนคร.** ฝ่ายวิจัยกองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

วิสุทธิ์ ใบไม้. 2532. ความหลากหลายทางชีววิทยา. ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ (บรรณาธิการ), **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยการสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7.** หน้า 1-13. กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ สุขวงศ์, สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และนริศ ภูมิภาคพันธ์. 2532. ระบบนิเวศทางบก. ความหลากหลายทางชีววิทยา. ใน สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และศุภชัย หล่อโลหะการ (บรรณาธิการ), **ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสัมมนาชีววิทยาครั้งที่ 7**. หน้า 15-30. กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2537 ก. **รูปแบบสังคมพืชป่าดิบแล้ง ที่สะแกราช จ. นครราชสีมา**. ส่วนวนวัฒวิจัย สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน. 2537 ข. **การวิเคราะห์สังคมพืชป่าเบญจพรรณในประเทศไทย**. ส่วนวนวัฒวิจัย สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

สิริรัตน์ จันทร์มหาเสถียร. 2536. สภาพของดินในสวนป่าศรีสัชนาลัย. **วารสารสักทอง**. 8(2): 61-67.

อนุรักษ์สัตว์ป่า, กอง. 2529. **เอกสารวิจัยเขานางรำ**. เล่มที่ 1. ฝ่ายวิชาการ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

อรุณ เหลืองวนวัฒน์. 2525. **ความเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างป่าดิบเขาตามระดับความสูงต่างกัน บริเวณดอยปุย เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2530. **ธรณีสัณฐานวิทยา**. ไทยวัฒนาพานิช: กรุงเทพฯ.

อุตสาหกรรมป่าไม้, องค์การ. 2539. ป่าไม้เมืองเหนือในฤดูแล้ง. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม**, หน้า 75-84. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

อุทิศ กุฏอินทร์. 2538. ความหลากหลายทางชีวภาพของป่าเมืองไทย. ใน **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม,** หน้า 121-134. กรุงเทพฯ. (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ พิมพ์เนื่องในโอกาส 48 ปี แห่งการสถาปนาองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้)

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2525. **ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ภาษาอังกฤษ

Avery, T.E. and Burkhart, H.E. 1994. **Forest measurements.** 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

Balslev, H., Luteyn, J., Ollgaard, B. and Holm-Nielsen, B.L. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Equador. **Opera Botanica.** 92: 37-57.

Brady, N.C. 1990. **The nature and properties of soil.** 10th ed. Mcmillan Publishing Company, New york. 621 p.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total organic and available from of phosphorus in soils. **Soil Science**. 59: 39-45.

Bunyavejchewin, S. 1983 a. Canopy structure of the dry dipterocarp forest of Thailand. **Thai For. Bull**. 14: 1-132.

Bunyavejchewin, S. 1983 b. Analysis of the tropical dry deciduous forest of Thailand, I. Characteristics of the dominance types. **Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.** 31(2): 109-122.

Bunyavejchewin, S. 1985. Analysis of the tropical dry deciduous forest of Thailand, II. vegetation in relation to topographic and soil gradients. **Nat. Hist. Bull. Siam. Soc.** 33(1): 3-20.

Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capcity, pp. 891-901. In C.A. Black (ed.) Method of Soil Analysis. Part II Chemical and Microbiological Properties. **Agronomy No. 9**. Amer. Soc. of Agron. Inc., Wisconsin.

Connell, J.H. 1978. Divesity in tropical rainforests and coral reefs. **Science**. 199: 1302-1310

Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas : method for establishment and inventory of permanent plots. **MAB DIGEST 11.** UNESCO, Paris.

Donahue, R.L., Shickluna, C.J. and Robertson, S.L. 1971. **Soil: An Introduction to Soil and plant growth**. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.

Douglas, S. 1996. Species richness, tropical forest dynamics and sampling: questioning cause and effect. **OIKOS.** 76(3): 587-590.

Gauch, H.G. 1982. **Multivariate Analysis in Community Ecology**. Cambridge University Press, New York.

Gerrard, J. 1992. **Soil Geomorphology : An introduction of pedology and geomorphology.** Chapman and Hall, London. 269 p.

Hurlburt, S.H. 1971. The non-concept of species diversity : A critique and alternative parameters. **Ecology.** 52: 577-586.

Innes, J.L. 1993. **Forest Health : It assessment and status.** Cambridge University Press, New York. 677 p.

Jackson, M.L. 1958. **Soil chemical analysis.** Prentice-Hall, Inc., New Jersey

Jeglum, J.K. and He F.L. 1995. Pattern and vegetation-environment relationships in a boreal forested wetland in Northeastern Ontario. **Canadian J. of Botany**. 73(4): 629-637.

Jordan, C.F. 1985. **Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystem**. John Wiley & Sons, New York.

Khemnark, C., Wacharakiti S., Aksornkoae S. and Kauula-iad T. 1972. Forest production and soil fertility at Nikom Doi Chiengdau. Chiengmai Provience. **For. Res. Bull. 22.** Faculty of forestry, Kasetsart Univ., Bangkok. 44 p.

Kimmins, P.S. 1978. **Forest Ecology.** Macmillan Plublishing Company, New York. 531 p.

Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology.** Harper & Row Publishing, New York.

Kutintara, U. 1975. **Structure of dry dipterocarp forest.** Ph.D. Dissertation. Colorado state University., Fort Collins, Colorado. 242 p.

Leak, B.W. 1992. Vegetative Change as an Index of Forest Environment Impact. **Jurnal of Forestry**. 90: 32-35.

MacKinnon, J. and MacKinnon, K. 1986. **Review of the Protected Areas System in the Indo-Malayan Realm.** IUCN. Gland Swizerland.

Margalef, R. 1958. Information theory in ecology. **General Systematic.** 3: 36-71.

Miller, R.W. and Donahue, R.L. 1990. **Soil : An introduction to soil and plant growth.** Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 768 p.

Muller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. **Aim and methods of vegetation ecology.** John Wiley & Sons, Inc., New York. 547 p.

Odum, E.P. 1983. **Basic Ecology**. Saunder College Publishing, Philadelphia.

OEPP, 1992. **Thailand Country Study on Biodiversity.** Ministry of Science Technology and Environment, Bangkok.

Pattern, R.S. and Ellis J.E. 1995. Pattern of species and community distributions related to environmental gradients in an arid tropical ecosystem. **Vegetatio.** 117(1): 69-79.

Peech, M. 1945. Determinant of exchangeable cation and exchange capacity of soil rapid micro method utilizing centrifuge and spectrophotometer. **Soil Sci.** 59: 25-28.

Phillip, O.L., Hall, P., Gently, A., Sawyer, S.A. and Vasques, R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rainforests. **Proc. Natl. Acad. Sci.** 91: 2805-2809.

Prance, G.T. 1993. Biodiversity : the richness of life. **Commemorative Lecture 1993 International Cosmos Prize.** 108-122.

Pratt, P.E. 1965. Potassium. pp. 1022-1030. In C.A. Black (ed). Method of soil Analysis. Part II Chemical and Microbiological Properties. **Agronomy No.9.** Amer. Soc. of Agron. Inc., Medison Wisconsin, USA.

Pregtizer, K.S., Barnes, B.V. and Lemme, G.D. 1983. Relationship of topography to soil and vegetation in and upper Michican ecosystem. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 117-123.

Sanchez, P.A. 1977. **Properties and management of soil in the tropic.** John Wiley & sons Inc., New York. 617 p.

Sanchez, P.A., Villachica, J.H., and Bandy, D.E. 1983. Soil fertility dynamic after clean a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Amer. J.** 47: 1171-1178.

Schwab, G.O., Fangmeser, D.D. and Elliot, W.J. 1996. **Soil and water management system, 4th edition.** John Willey & sons, New York. 371 p.

Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. **The Mathematical Theory of Communication.** University Illinois Press, Illinoid.

Shimwell, D.W. 1971. **Description and Classification of Vegetation.** Sidgwick & Jackson, London. 321 p.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. **Nature.** 163: 688.

Smittinand, T. 1977. **Vegetation and ground cover of Thailand.** Dept. of For. Biol., Fac. For., Kasetsart Univ., Bangkok.

Sneath, P.H.A. and Sokal R.R. 1973. **Numerical Taxonomy.** Freeman, San Francisco.

Soil Survey Staff. 1975. **Soil Taxonomy-A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey**. U.S. Dept. Agri., U.S. Govt. Printing Office, Washington D.C. 754 p.

Soil Survey Staff. 1982. Procedures for Collecting Soil Samples and Method of Analysis for Soil Survey. **Soil Survey Investigations Report No.1**. Soil conservation Service, U.S. Dept. Agri., U.S. Govt. Printing Office, Wasington D.C. 97 p.

Tan, K.H. 1993. **Principle of Soil Chemistry.** Marcel Dekker, Inc., New York. 362 p.

Tate III, L.R.. 1987. **Soil organic matter biological and ecological effects**. New York: John Wiley & Sons Inc., New York.

Tisdale, S.L. and Nelson, W.L. 1990. **Soil fertility and Fertilizer.** Mcmillan Publising Company, New York. 754 p.

Ukpong, I.E. 1995. An ordination study of mangrove swamp communities in West Africa. **Vegetatio.** 116(2): 147-159.

Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chroma acid titration method. **Soil Sci**. 37: 29-35.

Whittaker, R.H. 1970. **Communities and Ecosystem**. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Zinke, P.J., Sabhasri S. and Kunstadter, P. 1978. **Soil fertility aspects of the Lua' forest fallow system of shifting cultivation.** In Farmer in the forest.

Zonn, S.U. 1995. **Tropical and Subtropical Soil Science.** Mir Publishers, Moscow. 423 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ลักษณะภูมิประเทศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีพื้นที่ทั้งหมด 1,609,154 ไร่ หรือ 2,575 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ทั้งหมดอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง 15°00′ - 15°50′เหนือ และเส้นแวง 99°00′ - 99°28.5′ตะวันออก ลักษณะทั่วไปเป็นภูเขาสูงชันสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 200-1,677 เมตร เป็นต้นน้ำลำธารของลำห้วยหลายสาย ที่สำคัญที่สุดคือ ห้วยขาแข้ง ไหลผ่านตอนกลางของพื้นที่และมีน้ำไหลตลอดปีลงสู่แควใหญ่ ทางซีกตะวันตกเป็นป่าทึบและภูเขาสูงติดกับป่าในเขตทุ่งใหญ่นเรศวรก่อให้เกิดลำห้วยสายสั้นๆหลายสายไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง ทางซีกตะวันออกของพื้นที่บริเวณใกล้เคียงสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ มีลำห้วยสายใหญ่ได้แก่ ห้วยอ้ายเยาะ และห้วยช้างตาย ที่ไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง และมีลำห้วยสองทางไหลลงสู่ห้วยทับเสลาและลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา ยอดเขาสูงสุดคือ เขาปลายห้วยขาแข้งสูงจากระดับน้ำทะเล 1,677 เมตร และมียอดเขาใหญ่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,554 เมตร ซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสถานีวิจัยฯเขานางรำ สภาพพื้นที่โดยรอบสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบระหว่างหุบเขาสูงเป็นต้นกำเนิดลำห้วยหลายสาย

ลักษณะภูมิอากาศ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝนสูงสุดจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม น้อยที่สุดในเดือนธันวาคมและกุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 24.8 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปีประมาณ 19.11 °เซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดตลอดปีประมาณ 29.11°เซลเซียส เดือนมีนาคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.88°เซลเซียส เดือนธันวาคมมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 13.07 °เซลเซียส

จากลักษณะภูมิอากาศดังกล่าวสามารถแบ่งฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดูใหญ่ๆคือ ฤดูแล้งและฤดูฝน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม เป็นเวลา 6 เดือน ฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม-เมษายน เป็นเวลา 6 เดือน

ชนิดป่าและพรรณไม้

สภาพป่าที่ปรากฏในพื้นที่จะมีลักษณะและโครงสร้างต่างกันไปตามปัจจัยภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ไฟป่า และลักษณะดิน สภาพป่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือป่าผลัดใบ (Deciduous forest) และป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen forest)

1. ป่าผลัดใบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ป่าเต็งรัง (Drydeciduous dipterocarp forest) พบกระจายอยู่ตามพื้นที่เนินเขาและสันเขาที่ไม่สูงนัก เรือนยอดโปร่งโล่งไม่ประสานกัน มีพรรณไม้เด่น เช่น เต็ง รัง เหียง พลวง มะขามป้อม ตีนนก มะค่าแต้ ปรง และเป้ง เป็นต้น

1.2 ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) พบกระจายอยู่ตามบริเวณเนินเขาและริมห้วยที่ค่อนข้างชื้น พรรณไม้เด่น เช่น ตะแบก เสลา มะค่าโมง ประดู่ แดง ไทร ส้าน ปอและไผ่ชนิดต่างๆ เช่น ไผ่นวล ไผ่ป่า ไผ่รวก และไผ่ไร่ขึ้นสลับด้วย

ในฤดูแล้งทั้งป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ต้นไม้จะมีการทิ้งใบและไม้พื้นล่างจำพวกหญ้าไม้พุ่มจะแห้งทำให้เกิดไฟป่าขึ้นทุกปี

2. ป่าไม่ผลัดใบ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ป่าดงดิบแล้ง (Dry evergreen forest) พบกระจายอยู่ตามริมห้วยและไหล่เขา มีความหนาแน่นของไม้เรือนยอดประมาณ 65-85 เปอร์เซนต์ โครงสร้างในแนวดิ่งประกอบด้วยไม้ 4 ชั้น มีพรรณไม้เด่น เช่น ยางนา ยางแดง ตะเคียนทอง ยมหอม สมพง ไทร สมอภิเภก และกล้วยไม้ เป็นต้น

2.2 ป่าดงดิบเขา (Hill evergreen forest) พบกระจายอยู่ตามสันเขาที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 เมตรขึ้นไป มีพรรณไม้เด่น เช่น ก่อ อบเชย หว้า พญาไม้ ขุนไม้ พญามะขามป้อมดง และเหมือดชนิดต่างๆ เป็นต้น

ป่าทั้ง 4 ประเภทดังกล่าวมีขอบเขตการกระจายในระดับ 400-600 เมตร 400-950 เมตร 400-1,000 เมตร และ 1,000-1,554 เมตร จากระดับน้ำทะเล ตามลำดับ

ความสำคัญของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร-ห้วยขาแข้ง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบ้านไร่และอำเภอลานสัก ในจังหวัดอุทัยธานี และอำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำสายหลักคือลำห้วยขาแข้ง ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนที่ก่อให้เกิดสภาพของพื้นที่ลุ่มต่ำริมห้วย ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 250 เมตรขึ้นไป จนถึงยอดเขาสูงระดับ 1,689 เมตร ลักษณะของพื้นที่เป็นสันเขาต่อเนื่องสองข้างขนานกับลำห้วยขาแข้งที่วางพาดพื้นที่จากเหนือลงโดยมีเขาปลายห้วยขาแข้งเป็นจุดเริ่มต้นของลำห้วยสำคัญสายนี้ ตามสบห้วยของลำห้วยสายใหญ่ๆ หลายสายที่มาบรรจบกับลำห้วยขาแข้งก่อให้เกิดเป็นที่ลุ่มกว้างใหญ่ริมลำห้วย เช่น สบห้วยแม่ตี สบห้วยไอ้เยาะ และสบห้วยกระดิ่ง เป็นต้น

พื้นที่ป่าอนุรักษ์ผืนนี้เป็นศูนย์รวมของความหลากหลายทางธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำ ซึ่งมีลำห้วยขาแข้งเป็นสายน้ำหลัก มีความยาวผ่านตลอดจากเหนือลงใต้ภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเป็นระยะทาง 90 กิโลเมตร มีน้ำไหลตลอดปี ความกว้างในบางตอนกว้างถึง 60 เมตร สภาพของลำห้วยประกอบด้วยดอนทราย หาดกรวดหิน วังน้ำลึกเป็นช่วงๆ ป่าห้วยขาแข้งเป็นแหล่งรับน้ำที่สำคัญของเขื่อนศรีนครินทร์ นอกจากนี้ยังมีลำห้วยสายหลักที่รับน้ำแล้วปล่อยให้ไหลลงสู่ห้วยขาแข้ง อย่างเช่นห้วยแม่ดี ที่อยู่ทางตอนใต้ของพื้นที่รับน้ำจากยอดเขาใหญ่และยอดเขาน้ำเย็น ในเขตอำเภอบ้านไร่ ความยาวของลำห้วยแม่ดี 35 กิโลเมตร ลำห้วยไอ้เยาะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่รับน้ำจากเทือกเขาเขียว ความยาวของห้วยไอ้เยาะ 30 กิโลเมตร ทางตอนบนมีห้วยกระดิ่งรับน้ำจากเทือกเขาดอยหินแดง ส่วนด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือยังมีพื้นที่รับน้ำที่แยกลงไปยังห้วยทับเสลาที่ลำเลียงน้ำไปเลี้ยงอ่างเก็บน้ำของเขื่อนทับเสลาที่อยู่นอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทางด้านทิศตะวันออก

ความเหมาะสมของสภาพภูมิประเทศ ปริมาณความชื้น และอากาศ ทำให้ป่าห้วยขาแข้งเป็นศูนย์รวมของสภาพป่าไม้หลากหลายชนิด นับตั้งแต่ป่าดงดิบเขาที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 เมตรขึ้นไป ป่าดงดิบชื้นที่ขึ้นอยู่ตามหุบเขาและสองฝั่งลำห้วยสายใหญ่ ป่าดงดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณที่มักพบมีไม้ไผ่ขึ้นปะปนอยู่ ป่าเต็งรัง ป่าไผ่ และทุ่งหญ้าที่กระจายอยู่เป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อยตามบริเวณนี้ เป็นสังคมต้นไม้และพืชกระจัดกระจายอยู่ปะปนกันตลอดทั่วพื้นที่ตามสภาพที่เกิดตามธรรมชาติโดยปราศจากการรบกวนจากมนุษย์มาเป็นเวลานานหลายร้อยปีหลายพันปี จนกลายเป็นแหล่งที่อาศัยของสัตว์ป่าที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแต่ละประเภท และมีอยู่อย่างหลากหลายของชนิดพันธุ์ ดังนี้คือ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำนวน 67 ชนิด นก 355 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 77 ชนิด สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ 29 ชนิด และสัตว์จำพวกปลาอีก 54 ชนิด ในจำนวนสัตว์ป่าที่สำรวจมาแล้วทั้งหมดมีสัตว์ป่าที่ได้รับการกำหนดสภาพโดย IUCN ว่าจะสูญพันธุ์ (Endanger species) จำนวน 21 ชนิด และสัตว์ป่าที่ถูกคุกคาม (Theathened species) จำนวน 65 ชนิด รวมอยู่ด้วย สัตว์ป่า

ชนิดที่จะสูญพันธุ์และพบอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ได้แก่ เป็ดก่าหรือนกเป็ดป่า นกยูงไทย นกเงือกคอแดง ลิงไอ้เงี๊ยะ ชะนีมือขาว หมาใน แมวลายหินอ่อน เสือลายเมฆ เสือไฟ เสือโคร่ง ช้างป่า สมเสร็จ เก้งหม้อ เนื้อทราย วัวแดง กระทิง ควายป่า เลียงผา ปลากระตือ และปลา กระโห้

ผืนป่าอนุรักษ์ในรูปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ได้ชื่อว่า "ทุ่งใหญ่-ห้วยขาแข้ง" แห่งนี้ครอบคลุมพื้นที่ของ 5 อำเภอ 3 จังหวัด คือ อ.บ้านไร่ อ.ลานสัก จ.อุทัยธานี อ.สังขละบุรี อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี และ อ.อุ้มผาง จ.ตาก นอกจากนี้ยังถูกล้อมรอบไปด้วยผืนป่าอนุรักษ์แห่งอื่นๆ ในรูปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าและอุทยานแห่งชาติที่ต่อเนื่องเป็นป่าผืนเดียวกันอีกจำนวน 7 แห่ง คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง (2,516 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ (894 ตารางกิโลเมตร) และอุทยานแห่งชาติคลองลาน (300 ตาราง-กิโลเมตร) เชื่อมต่อทางตอนเหนือ และต่อเนื่องกับอุทยานแห่งชาติเขาแหลม (1,488 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติเอราวัณ (550 กิโลเมตร) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสักพระ (859 คารางกิโลเมตร) และอุทยานแห่งชาติเฉลิมรัตนโกสินทร์ (59 ตารางกิโลเมตร) ทางตอนใต้

พื้นที่ป่าอนุรักษ์สามารถอำนวยประโยชน์แก่สังคมส่วนรวมทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงก็คือ สภาพป่าธรรมชาติและสัตว์ป่าที่ให้ความสุนทรีย์แก่มวลมนุษย์ ในรูปของการทัศนศึกษาและการพักผ่อนหย่อนใจประกอบกับรัฐและประชาชนในท้องถิ่นมีรายได้ทางเศรษฐกิจจากการที่มีคนเข้าไปใช้บริการเพื่อความรื่นรมย์กับธรรมชาติที่รัฐกำหนดไว้เป็นอุทยานแห่งชาติและวนอุยาน สำหรับประโยชน์ทางตรงที่เห็นได้ชัดเจนจากพื้นที่ที่ได้รับการกำหนดให้เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าก็คือ เป็นแหล่งศึกษาหาข้อมูลในด้านวิชาการป่าไม้ สัตว์ป่า และระบบความสมดุลทางนิเวศวิทยา อีกทั้งเป็นแหล่งรวมพันธุ์พืชและสัตว์ป่าที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์เลี้ยงที่มนุษย์นำมาประยุกต์ใช้เพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจโดยส่วนรวมของประเทศ นอกจากผลประโยชน์โดยตรงดังกล่าวแล้วป่าอนุรักษ์ที่ยังคงสภาพเป็นป่าธรรมชาติที่ปราศจากการรบกวนของมนุษย์ยังอำนวยประโยชน์ทางอ้อมอย่างมหาศาลที่ยากจะประเมินคุณค่าทางเศรษฐกิจออกมาเป็นตัวเงินให้เห็นชัดเจนได้ แต่สามารถกล่าวได้ว่าความต่อเนื่องของป่าธรรมชาติเป็นผืนใหญ่นั้นเป็นหลักประกันต่อการคงเผ่าพันธุ์ของพืชและสัตว์ที่ได้อาศัยเวลานับร้อยนับพันปีในการวิวัฒนาการจนสามารถดำรงเผ่าพันธุ์ไว้ได้และได้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการควบคุมความสมดุลทางธรรมชาติ ควบคุมภัยพิบัติที่จะเกิดการทำลายธรรมชาติจนถึงขั้นวิกฤตหรือทำให้ภัยธรรมชาติลดความรุนแรงลง นอกจากนี้แหล่งกำเนิดของความอุดม-สมบูรณ์ของดิน น้ำ และอากาศบริสุทธิ์มาจากป่าธรรมชาติทั้งสิ้น ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างการประเมินคุณค่าของแหล่งต้นน้ำแควน้อยและแควใหญ่ที่ไหลต่อเนื่องลงมาสู่ลุ่มแม่น้ำแม่กลองตอนล่าง ให้คุณค่าทางเศรษฐกิจต่อประชาชนที่อาศัยพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำนั้นในแม่น้ำนั้นในการกสิกรรมและสวนผลไม้คิดเป็นคิดเป็นมูลค่าที่ประเมินได้ไม่น้อยกว่าปีละ 350 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าป่าอนุรักษ์ที่ยังคงสภาพสมบูรณ์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรักษาไว้เพื่อให้เป็นแหล่งผลิตธาตุอาหารที่จะเกิดการเน่าเปื่อยผุสลายของต้นไม้และพืชป่าที่จะถูกพัดพาให้

ไหลลงมาเป็นประโยชน์ต่อการกสิกรรมของพื้นที่ตอนล่าง อีกทั้งป่าธรรมชาติยังช่วยควบคุมมิให้เกิดการพังทลายของหน้าดินที่สะสมเอาความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ไว้

ดังนั้นป่าอนุรักษ์ผืนนี้นับได้ว่าเป็นป่าธรรมชาติที่มีคุณค่าและมีความสำคัญยิ่งต่อการอนุรักษ์ไว้ใน รูปแบบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เพื่อให้ยังคงสภาพความเป็นธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยความหลากหลายของสภาพป่า ชนิดพันธุ์พืชพันธุ์สัตว์ ตลอดจนเป็นผืนป่าอนุรักษ์ที่จะสามารถคุ้มครองความอยู่รอดของสัตว์ป่ามิให้สูญพันธุ์ไปจากการถูกทำลายโดยรูปแบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นการล่า การตัดไม้ทำลายป่าซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่เฉพาะของสัตว์ป่าแต่ละชนิดรวมกระทั่งถึงการพัฒนาที่ไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการรักษาระบบนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิต

ภาคผนวก ข.

การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

การวัดความเป็นกรด-ด่างของดิน ด้วย pH meter (ใช้น้ำ) (ทำ duplicate)

ชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มล. ใน beaker ขนาด 100 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาทีนั้น ควรจะคนดินเป็นครั้งคราว ก่อนวัด pH จำเป็นต้อง standardize pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 และ 4.0 เสียก่อน

การวิเคราะห์ไนโตรเจนในดิน

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

ใช้วิธี Kjeldahl method เป็นวิธี wet oxidation ทำให้ไนโตรเจนในดินเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของ $(NH_4)_2SO_4$

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. ตาชั่ง (Analytical balance)
2. เตาสำหรับย่อย
3. เครื่องมือสำหรับการกลั่น
4. Kjeldahl flask
5. Volumetric flask
6. Erlemeyer flask
7. Cylinder
8. Volumetric pipette
9. Burette 10 ml.

<u>สารเคมี</u> (Reagents)

1. กรดกำมะถัน (H_2SO_4) 95-97% conc. sp. gr. 1.84
2. สารผสม catalyst : K_2SO_4 : $CuSO_4$: Se powder 100:10:1 (บดละเอียด)

3. Sodium hydroxide (NaOH) 10 N : ชั่ง NaOH 400 g. ละลายน้ำ 1 ลิตร เก็บในภาชนะที่มีฝาปิด เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไป

4. Boric acid indicator solution 2 % (pH 5)

4.1 Mixed indicator : ชั่ง 0.066 g. Bromocresol green และ 0.033 g. Methy red ใส่ใน Vol. flask 100 ml. ละลายด้วย Ethanol ทำปริมาตรเป็น 100 ml.

4.2 ละลายกรด Boric 20 g. ในน้ำร้อน 700 ml.วางทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 เติมเอธานอล 200 ml. และ 20 ml. mixed indicator และกรด Boric 700 ml. ลงใน Vol. flask ขนาด 1 l. เติม NaOH 0.05 N ประมาณ 3-4 ml. จนกระทั่ง 1ml. ของ Boric acid indicator เปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อเติมน้ำกลั่น 1 ml.

5. Standard Sulfuric 0.02 N H_2SO_4 เติมกรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 1 N 20 ml. ลงใน Vol. flask ขนาด 1 l. เติมน้ำกลั่นผสมเป็น 1 l.

วิธีการ

1. การย่อย

ชั่งตย.ดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.5 mm. 1.0000 กรัม ใส่ใน Kjeldahl ขนาด 100 ml. ในการบรรจุดินตย.ลงใน flask อย่าให้ดินหกและเกาะที่ขอบ เติมสารผสม Catalyst ประมาณ 1 กรัม และตวง กรด H_2SO_4 ที่เข้มข้น 5 ml. ลงไปเขย่าเบาๆ เพื่อให้ดินและกรดเข้ากันทิ้งไว้ประมาณครึ่ง ชม. นำไปวางบนเตาย่อย ต้มด้วยไฟอ่อน ในระยะแรก และเร่งไฟ ขณะย่อยควรหมุน flask ไปรอบๆ เป็นครั้งคราว เพื่อให้คลุกเคล้ากันดีขึ้น เมื่อสีของเหลวเริ่มใส ย่อยต่ออีกประมาณ ครึ่งชม. จึงยกออกจากเตาทิ้งไว้ให้เย็น รินน้ำกลั่นประมาณ 10-15 ml.ล้างคอ flask เข่าให้เข้ากันแล้วรอให้ของเหลวเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วถ่ายใส่ Vol. flask ปรับปริมาตรด้วยน้ำกล่นเป็น 100 ml. เขย่าให้สารละลายเข้ากัน (ทำ Blank)

2. การกลั่น

1. เปิดเครื่องกั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้งโดยการกลั่นน้ำผ่านเครื่องกลั่น

2. รินน้ำยา Boric acid indicator 2% ประมาณ 50 ml. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายก้านอยู่เหนือน้ำยาเล็กน้อย (1 ซม.)

3. ไปเปตตย.สารละลายที่ย่อยสลายด้วยกรด H_2SO_4 จำนวน 10-20 ml. ลงใน distillation flask เริ่มต้นด้วย Blank

4. เติมสารละลาย 10 N NaOH 5-10 ml. ใน ditillation flask ล้างด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อขจัดด่างให้ไหลรวมกับตัวอย่างดิน

5. เริ่มกลั่นและจับ NH_3 ให้ได้ปริมาตรประมาณ 35 ml. จึงหยุดเครื่องกลั่น

6. เอา Erlemeyer flask ออก ล้างเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น ก่อนทำตัวอย่างต่อไป

3. การไตเตรต

นำสารละลายใน Erlemeyer flask ของแต่ละตัวอย่างที่กลั่นได้ ไตเตรตด้วย standard sulfuric acid 0.02 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง จดปริมาตรกรดที่ใช้ เพื่อคำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

การคำนวณ

$$\%N = \frac{Nx(T-B) \times 140}{\text{มล.ตัวอย่าง} \times \text{น้ำหนักดิน 1 กรัม}}$$

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate

T = จำนวน มล.ของกรดที่ใช้ titrate กับตัวอย่าง

B = จำนวน มล. ของกรดที่ใช้ titrate กับ blank

หมายเหตุ

ต้องทำ blank titration เนื่องจากเคมีบางอย่างอาจจะมีไนโตรเจนอยู่เป็น impurity จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์หาว่ามีอยู่เท่าใดเสียก่อน ค่าของ corrected ml(T-B) ได้มาโดยการลบค่า มล. ของ blank ออกจาก มล. ที่ได้จากดินตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์อนินทรียไนโตรเจนในดิน (Inorganic nitrogen)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตาชั่ง (Analytical balbace)
2. เครื่องเขย่าดิน
3. เครื่องมือสำหรับกลั่น (Distillation appparatus)
4. กรวยสำหรับกรอง (Funnel)
5. Erlanmeyer flask
6. Graduated pipette
7. Burette

สารเคมี (Reagents)

1. Magnesium oxide (MgO) เผา Heavy MgO ที่อุณหภูมิ 600-700°C นาน 2 ชั่วโมง ในเตาเผา (Muffle - furnace) ทำให้เย็นใน Desiccator แล้วเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด

2. Devarda alloy

3. Standard sulfuric acid (H_2SO_4) 0.005N

4. Boric acid indicator solution 2% (รายละเอียดดูในวิธีวิเคราะห์ Total Nitrogen)

5. น้ำยาสกัด Potassium chloride (KCl) 2N ชั่ง KCl 149.12 กรัม ละลายในน้ำกลั่นและทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร

วิธีการ

ชั่งดิน 10 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยาสกัด KCl 2N จำนวน 100 มล. (อัตราส่วนดิน : น้ำยาสกัด 1 : 10) เขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ใส่ใน Erlenmeyer flask หรือขวดพลาสติก เขียนหมายเลขกำกับข้างขวดที่ใส่สารละลายดินตัวอย่าง นำไปกลั่นหาแอมโมเนียมและไนเตรท ในกรณีที่ต้องเก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ก่อน ให้เก็บในขวดแล้วปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ในตู้เย็น เตรียม Blank ด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้นด้วย

การกลั่น

1. วิธีกลั่นหาแอมโมเนียม

1.1 เปิดเครื่องกลั่นและล้างเครื่องกลั่น 1 ครั้ง โดยการกลั่นน้ำผ่านเครื่องกลั่น

1.2 รินน้ำยา Boric acid indicator 2% จำนวน 5 มล. ใน Erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายก้านอยู่เหนือน้ำยา Boric acid เล็กน้อย (ไม่เกิน 1 ซม.)

1.3 Pipette สารละลายที่กรองได้ 10 มล. ใน Distillation flask เติมผง MgO ประมาณ 0.2 กรัม กลั่นให้ได้ปริมาตร 30-35 มล.

1.4 นำไป Titrate กับ Standard H_2SO_4 0.0005 N จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง

2. วิธีกลั่นหาไนเตรท

2.1 หลังตากที่กลั่นหาแอมโมเนียมแล้ว เติม Devada alloy 0.2 กรัมลงใน Distillation flask

2.2 รินน้ำยา จำนวน 5 มล. ใน Boric acid indicator ขนาด 50 มล. นำไปวางไว้ที่รองรับของเครื่องกลั่น

2.3 กลั่นให้ได้ปริมาตร 30-30 มล.

2.4 ไตเตรทกับกรด H_2SO_4 มาตรฐาน 0.0005 N จนสีสารละลายที่ได้เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง

การคำนวน

$$NH_4\text{-N,NO-N(ppm)} = \frac{Nx(T-B)x14x105}{\text{มล.ตัวอย่าง x น้ำหนักดิน(กรัม)}}$$

T = จำนวน มล.ของกรดที่ใช้ titrate กับตัวอย่าง

B = จำนวน มล. ของกรดที่ใช้ titrate กับ blank

N = ความเข้มข้นของกรดที่ใช้ titrate

หรือ

$$\text{(mg.N./ดิน 100 กรัม)} = \frac{Nx(T-B)x14 \text{ x มล.น้ำยาสกัด x } 100}{\text{มล.ตัวอย่าง x น้ำหนักดิน(กรัม)}}$$

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

วิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในดิน

1. ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดิน (Total Phosphorus)

วิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการคือการย่อย (Digestion) ดินด้วยกรด $HClO_4$ เข้มข้น ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

วิธีการ

1. เครื่องมือ - Spectrophotometer
2. สารเคมี

2.1 $HClO_4$ 70-72%

2.2 Free acid molbdovanadate solution

2.2.1 ละลาย Ammonium molybdate $(NH_4)_6Mo_7O.4H_2O$ 20 กรัม ในน้ำร้อนประมาณ 600 มล.

2.2.1 ละลาย Ammonium metavanadate 1 กรัมในน้ำร้อนประมาณ 600 มล.

2.2.3 เทสารละลายของ Ammonium molybdate ตามข้อ 2.2.1 ลงไปในสารละลาย Ammonium molybdate ตามข้อ 2.2.2 แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 2 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน

2.3 Standard phosphorus solution

2.3.1 Standard phosphorus solution 100 ppm เตรียมโดยการชั่ง KH_2PO_4 (อุ่นที่ 105 °C นาน 2 ชม.) 0.4393 กรัม ใส่ใน Vol flask 1000 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.

2.3.2 Standard phosphorus solution 0,5,10,15 และ 20 ppm โดยเตรียมจากสารละลายจากข้อ 2.3.1 และทำให้สารละลายมาตรฐานนี้เป็นกรด โดยใช้อัตราส่วน $HClO_4$:Std. P Sol^n = 1:10

การเตรียมสารละลายจากตัวอย่างดิน

ชั่งดิน 1 กรัม ใส่ Digestion tube ขนาด 50 มล. หรือ Kjeldanl flask ขนาด 100 มล. เติมกรด $HClO_4$ เข้มข้น 10 มล. Digest ที่อุณหภูมิประมาณ 200°C จนสารละลายใส จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น ประมาณ 1-1.30ชม. ถ่ายลงใน Vol.flask ขนาด 100 มล. แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

วิธีเทียบสี

ดูดสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส 0,5,10,15 และ 20 ppm P และสารละลายดินจากข้อ 3 ตัวอย่างละ 5 มล. ใส่ลงใน Erienmeyer flask ขนาด 50 มล. เติมสารละลาย Vanadomoiybdate 5 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ wavelenght 420 nm. อ่านค่า % Transmittance (%T) หรือ Absorbance (A) นำค่าที่วัดได้จากน้ำยามาตรฐานไปเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นกับ %T หรือ A โดยถ้าเป็น %T ให้ใช้กระดาษ Semi-logatium ถ้าเป็น A ใช้กระดาษกราฟธรรมดา จากนั้นเอาค่าที่อ่านได้ของสารละลายดินแต่ละค่ามาเทียบกับ Standard curve

วิธีคำนวณ

ppm P = ppm จาก curve x dilution factor

หรือ

ppm P = ppm จาก curve x 100

2. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Bray II (0.1 N HCl + 0.3 N NH_4F)

น้ำยาสกัด Bray II มีส่วนผสมของกรด HCl และ NH_4F จึงสามารถสกัดฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่ละลายง่ายในกรดเช่น แคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) และบางส่วนของเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) ได้ดีเช่นกัน เนื่องจากในน้ำยาสกัดที่เป็นกรดนั้น F^- จะรวมกับ Al และ Fe เกิด Complexing ion ขึ้น ทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดยึดไว้ถูกปลดปล่อยออกมา ดังนั้นน้ำยาสกัดนี้จึงสามารถสกัดอนินทรียฟอสฟอรัสรูปต่างๆ ออกมาได้ดี

วิธีการ

1. เครื่องมือ - Spectorphotometer

2. สารเคมี

2.1 Ammonium Fluoride (NH_4F) 1N โดยละลาย NH_4F กรัมในน้ำกลั่นทำเป็น 1 ลิตร เก็บไว้ในขวด polyehelene

2.2 Hydrochloric acid (HCl) 0.5 N dilute 20.7 มล. ของ HCl เข้มข้น 37% ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 500 มล.

2.3 Extracting solution ใช้ 1 N N NH_4F จากข้อ 2.1 จำนวน 30 มล. ผสมกับ 0.5 N HCl 200ml. (ตามข้อ2.2) แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ซึ่งสารละลายที่ได้จะเท่ากับ 0.06 N NH_4F - 0.1 N HCl

2.4 น้ำยา develop สี

2.4.1 ชั่ง Ammonium molybdate $(NH_4)_6.Mo_7O.4H_2O$ 12 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 250 มล.

2.4.2 ชั่ง Potessium antimony tartrate ($KSbO.C_4H_4O_6$) 0.2908 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล.

2.4.3 เตรียม 5 N H_2SO_4 โดยใช้ H_2SO_4 เข้มข้น 96% 139 มล. ทำให้เป็นสารละลาย 1 ลิตร

2.4.4 เอาน้ำยา 2.4.1 และ 2.4.2 ผสมลงใน 5 N H_2SO_4 ตามข้อ 2.4.3 แล้วทำให้ได้ปริมาตร 2.5 ลิตร สารละลายที่ได้จะต้องใสไม่มีสีและต้องเก็บไว้ในขวดสีชา

2.5 Ascorbic acid ละลาย Ascorbic ในน้ำยา develop สี ตามข้อ 2.4.4 โดยใช้ Ascorbic acid 1.056 กรัมต่อน้ำยา develop สี 250 มล. ซึ่งการเตรียมสารละลายของ Ascorbic acid ต้องเตรียมเพื่อใช้วันต่อวัน คือเตรียมเฉพาะปริมาณที่จะใช้ในแต่ละครั้งเท่านั้น เพราะสารละลายดังกล่าวไม่สามารถเก็บไว้นานเกินกว่า 24 ชั่วโมง

2.6 Standard Phosphorus Solution

2.6.1 Standard Phosphorus Solution 50 ppm P โดยชั่ง KH_2PO_4 (อบที่ 105°C นาน 2 ชั่วโมง) 0.2196 กรัม ละลายน้ำกลั่นเป็น 1 ลิตร

2.6.2 Standard Phosphorus Solution 5 ppm P โดยเตรียมจาก Standard Phosphorus ตามข้อ 2.6.1

การสกัดดิน

ชั่งดิน 2 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยาสกัด Bray II 20 มล. (อัตราส่วนดิน:น้ำยาสกัด =1:10) เขย่าด้วยมือ 40 วินาที แล้วกรองทันทีด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42

วิธีเทียบสี

เตรียมน้ำยามาตรฐานจาก Std. P solution 5 ppm P โดยดูดน้ำยา 1,2,3,4 และ 5 มล. ใส่ในVol. flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มล. แล้วเติมน้ำยา Ascobic acid (ตามข้อ2.5) ลงไป 5 มล. แล้วปรับให้ได้ปริมาตร 25 มล. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ซึ่งจะได้ Std. P solution 0.2,0.4,0.6,0.8 และ 1.0 ppm P ตามลำดับ

สำหรับสารละลายดินนั้นดูดอย่างละประมาณ 5 มล. ใส่ลงใน Vol. flask ขนาด 25 มล. เติมน้ำกลั่นประมาณ 15 มล. แล้วเติมน้ำ Ascobic acid 5 มล. ทำให้ได้ปริมาตร 25 มล. ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้อย่างย้อย 10 นาที จะได้สารละลายสีน้ำเงินที่คงที่ (Stable) ถึง 24 ชม. นำสารละลายสีน้ำเงินดังกล่าวไปวัดความเข้มข้นของสี โดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง Spectorphotometer ที่ 882 mm จากการอ่านค่าซึ่งจะเป็น %T หรือ A ทำให้ได้ Standard curve ซึ่งสามารถเทียบค่าของสารละลายดินได้

วิธีคำนวณ

ppm P = ppm form curve x dilution factor

ppm P = ppm form curve x $\frac{\text{Total volume}}{\text{aliquot}}$ x $\frac{\text{ml of extracted}}{\text{weight of sample}}$

การวิเคราะห์โพแทสเซียมในดิน

การวิเคราะห์โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available K or Exahangeable K)

วิธีสกัดด้วย 1N NH_4OAc pH7.0

การวิเคราะห์ available K โดยการสกัดดิน 1N NH_4OAc pH7.0 และ exahangeable K แต่เนื่องจากปริมาณของ exahangeable K ซึ่งเป็น K อิสระที่สามารถแลกเปลี่ยนกับประจุบวก (Cation) ของเกลือต่างๆ ที่ใส่ลงในดินนั้น ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารละลายที่ใช้ในการไล่ที่ หรือขึ้นอยู่กับชนิดของ ion และความเข้มข้นของสารละลาย ดังนั้น exahangeable K จึงมีค่า เท่ากับปริมาณ K สกัด ได้ด้วย 1N NH_4OAc ลงด้วย K ที่ละลายน้ำ

Exahangeable K = 1N NH_4OAc extracted K - water soluble K

อีกทั้งโดยปกติในดิน Non - salineทั่วไปนั้น จะมี water soluble Kที่ต่ำมาก จึงอาจถือว่า K ที่สกัดได้จาก IN NH_4OAc คือ exahangeable K ฉะนั้น การวิเคราะห์ exahangeable K ด้วยวิธีนี้ สามารถนำมาประเมิน หรือ เป็นดัชนีที่บอกถึงความเป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม (Available K) ของดินได้ ดังนั้นนับได้ว่าเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายสะดวก และรวดเร็ว

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Erlemneyer flasks ขนาด 125 ml. และจุกยาง
2. Volumetric ขนาด 100 ml. และ 1000 ml.
3. Pipettes ขนาด 1,2,3,4 และ 5 ml.
4. Cylender ขนาด 50 ml.
5. Shaker
6. Fitering apparatus
7. Flame emission spectrophotometer
8. Analytical balance

สารเคมี

1. น้ำยาสกัด 1N Ammonium acetate (CH_3COONH_4 หรือ NH_4OAc) pH7.0 ละลาย NH_4OAc 77.08 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 900 มล. ใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ปรับ pH ด้วย Ammonium Solution (NH_4OH) ให้ได้ 7.0 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. Stock standard K solution 1000 ppm: ชั่ง KCI (AR) 1.9086 กรัม ซึ่งผ่านการอบที่ 105°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ละลายและปรับปริมาตรได้ให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำยาสกัด IN NH_4OAc pH7.0 (หรือเตรียมจาก standard K solution ที่บรรจุใน ampoule)

3. Working standard K solution 10,20,30,40 และ 50 ppm: เตรียม Working standard K solution 1 ชุด ที่ความเข้มข้น 50 ppm K ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. โดย Pipette Stock standard K solution ,1000ppm ปริมาตร 1,2,3,4 และ 5 มล. ลงใน Volumetric flask ตามลำดับ แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วย IN NH_4OAc pH7.0

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างดินแห้ง (Air dried) ที่บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้ว จำนวน 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติมน้ำยาสกัด 1N NH4OAc pH 7.0 50 มล. ปิดจุกยางเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 30 นาที

2. นำมากรองด้วยกระดาษกรอง WhatmanNo.5 เก็บ filuates ไว้วิเคราะห์ต่อไป

3. นำ Working standard K solution มาวัดค่า Intensity ด้วย Flame emission spectrophotometer ที่ Wavelength 768nm เพื่อ plot standard curve ของ K

4. จากนั้นจึงนำ filuates ของตัวอย่างมาวัดค่า Intensity ใน condition เดียวกันกับที่ใช้วัด Working standard K solution

5. วิเคราะห์ปริมาณ K ใน filtrates โดยเปรียบเทียบค่า Intensity กับ standard curve ของ K

การคำนวณปริมาณ exahangeable K ในดิน

$$\text{ppm exahangeable K} = \frac{\text{ppm reading x ml Extraction solution x dilution factor}}{\text{Soil weight (g)}}$$

หรือ

$$\text{ppm exahangeable K} = \frac{\text{ppm reading x 50 ml x dilution factor}}{5\ \text{g}}$$

หมายเหตุ : Filtrate ที่ได้จากการสกัดด้วย 1N NH_4OAc (pH7.0) สามารถนำมาวิเคราะห์หาค่า Exahangeable Ca, Mg และ Na ได้ด้วย

การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Test tubes ขนาด 100 ml.
2. Volumetric flask ขนาด100 ml.
3. Pipette ขนาด 1,2,3,4,5 และ 10 ml.
4. Digest block
5. Filtering apparatus
6. Flame emission spectrophotometer
7. Analysis balance

สารเคมี

1. Perchloric acid ($HClO_4$) conc.

2. Stock standard K solution 1000 ppm ชั่ง KCl (AR) 1.9066 กรัม ซึ่งผ่านการอบ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ละลายและปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. Working standard K solution 0,10,20,30,40 และ 50 ppm เตรียม Working standard K solution 1 ชุด ที่ความเข้มข้น 0.10,20,30,40 และ 50 ppm K ใน Volumetric flask ขนาด 100 มล. โดย Pipette Stock standard K solution 1000 ppm ปริมาตร 1,2,3,4 และ 5 มล. ลงในVolumetric flask ตามลำดับ ใส่น้ำกลั่นและเติม $HClO_4$ มล. ในแต่ละ flask แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล. ด้วยน้ำกลั่น

วิธีการ

1. ชั่งดินแห้ง (Air dry) 1 กรัม ใส่ใน test tube ขนาด 100 มล. เติม conc.HCl 10 มล. แล้วนำไปย่อย (Digest) บน Digestion ซึ่งตั้งอยู่ใน Fume hood โดยค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิจาก 50,150 จนถึง 200 °C แล้วควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ไว้จนสารละลายใส จึงนำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะเติมน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล. ใน Volumetric flask

2. นำมากรองด้วยกระดาษ Whatman เก็บ Filtrate ไว้วิเคราะห์ต่อไป

3. นำ Working standard K solution มาวัดค่า intensity ด้วย Flame emission spectrophotometer 768 nm เพื่อไว้ plot standard curve K

4. จากนั้นจึงนำ Filtrate ของตัวอย่าง มาวัดค่า intensity ใน Condition เดียวกันกับที่ใช้วัด Working standard K solutions

5. วิเคราะห์ปริมาณ K ใน Filtrate โดยเปรียบเทียบค่า emission กับ standard K ใน standard curve ของ K

การคำนวณปริมาณ Total K ในดิน

$$\text{ppm K Total} = \frac{\text{ppm reading x ml Digestice solution x dilution factor}}{\text{Soil weight (g)}}$$

หรือ

$$\text{ppm K Total} = \frac{\text{ppm reading x 100 ml x dilution factor}}{1\ (g)}$$

หมายเหตุ : ที่ได้จากการย่อยดินด้วย conc.$HClO_4$ สามารถนำมาวิเคราะห์ Total Ca, Mg, Na และ P ได้ด้วย

การวิเคราะห์อินทรียวัตถุ (Organic matter)

Wet Oxidation ใช้ $K_2Cr_2O_7$ oxidized คาร์บอนให้เป็น CO_2 วัดปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่เหลือโดยการ titrate วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Balance. analytical
2. 5 ml. volumetric pipet
3. 250 ml. erlenmeyer flask
4. 50 ml. buret
5. 10 ml. cylinder
6. 20 ml. cylinder
7. Titration base, with bright light source

สารเคมี

1. Potassium dichromate solution ($K_2Cr_2O_7$) 1.0 N : ละลาย $K_2Cr_2O_7$ (อบที่ 105 ^{0}C) 49.04 กรัม ในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร
2. Concentrated sulfuric acid (H_2SO_4)
3. Ferrous sulfate ($FeSO_4$) 0.5 N : ใช้ $Fe(NH_4)_2$ $(SO_4)_2 6H_2O$ 196.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 ml. ทำให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
4. O-phenanthroline ferrous sulfate indicator (0.025 M) : เตรียมโดยละลาย O-phenanthroline 1.48 กรัม และ Ferrous sulfate ($FeSO_4 \cdot H_2O$) 0.70 กรัม ในน้ำกลั่น จนมีปริมาตร 100 ml.

วิธีการ

ชั่งตัวอย่างดิน ซึ่งได้บดไว้แล้วอย่างละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.5 มม.) 0.5-2 กรัม ทั้งนี้แล้วแต่ดินตัวอย่างจะมี อินทรียวัตถุมากหรือน้อย การชั่งดินตัวอย่างควรใช้ analytical balance บรรจุตัวอย่างที่ชั่งแล้วอย่างละเอียดนี้ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำยา dichromate 1 N ลงไป 5 มล. โดย

ใช้ pipette ต่อจากนั้นให้รินกรดซัลฟูริคอย่างเข้มข้นลงไป 10 มล. โดยเร็ว แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที

เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มล. และหยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรท soil suspension ด้วยน้ำยา ferrous sulfate จนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง ถ้าไตเตรทด้วย ferrous sulfate อีกครั้งหนึ่ง end point คือจุดที่ indicator เริ่มเปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลปนแดง จดปริมาณของน้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้

วิธีนี้ต้องทำ blank และจดปริมาณของ dichromate และ ferrous sulfate ไว้ คำนวณ normality ที่แท้จริงของ ferrous sulfate แล้วคำนวณหาปริมาณของ dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่าง ในกรณีที่พบว่าน้ำยา dichromate ที่ถูก reduced โดยดินตัวอย่างเป็นปริมาณมากกว่า 4 มล. ขึ้นไป ควรจะทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยลดปริมาณดินตัวอย่างให้น้อยลง

การคำนวณ

% อินทรียวัตถุ = % organic carbon x 1.72

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(\text{me } K_2Cr_2O_7 - \text{me } FeSO_4)x0.003x100x1.33}{\text{weight of sample in grams}}$$

การวิเคราะห์หาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity : CEC)

การวิเคราะห์ cation exchange capacity (1 N NH_4OAc pH 7.0) แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

1. Leaching step ชะดินด้วย neutral NH_4OAc เพื่อที่จะให้ NH_4^+ เข้าแทนที่ native cations ต่างๆ ที่ดูดซับอยู่ในดินให้หมด
2. Washing step ล้างดินด้วย NH_4Cl ที่มากเกินพอ แล้วล้างเพิ่มเติมด้วย isopropy alcohol
3. Replacing step แทนที่ adsorbed NH_4^+ ด้วย acidified NaCl solution
4. Analyzing step วิเคราะห์ NH_4^+ ที่ถูกแทนที่ออกมาโดยวิธีการที่เหมาะสม

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Buchner funnels, fitted with 5.5 cm. filter paper
2. Balance, torsion
3. 500 ml. erlenmeyer flask

4. 500 ml. volumetric flask
5. 20 ml. volumetric pipet
6. 20 ml. test tube
7. 250 ml. volumetric flasks
8. 400 ml. beaker
9. 250 Kieldahl flasks
10. Kjeldahl distillation apparatus
11. 50 ml. erlenmeyer flask

สารเคมีและน้ำยา

1. Ammonium acetate (NH_4OAc) : เตรียมโดยใช้ NH_4OH 680 มล. ทำให้เจือจางงด้วยน้ำ 5 ลิตร เติม acetic acid 565 มล. ลงไป แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปให้มีปริมาตรครบ 10 ลิตร คนน้ำยาให้เข้ากัน ปรับ pH ของน้ำยาให้เป็นกลาง (pH 7.0) โดยใช้สารละลายที่เจือจางของง ammonium hydroxide หรือ acetic acid

2. Isopropyl alcohol 99%

3. Ammonium chloride (NH_4Cl), 1 N : เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ HOAc ที่เจือจาง

4. Ammonium chloride (NH_4Cl), 0.25 N : เตรียมโดยละลาย NH_4Cl จำนวน 53.5 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นปรับ pH ให้เป็น 7.0 ด้วย NH_4OH หรือ HOA_c ที่เจือจาง

5. Ammonium oxalate, 10% ละลาย $(NH_4)_2C_2O_4.H_2O$ จำนวน 10 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

สวม Funnel เข้าที่ filtering flask ตามเดิม ล้าด้วย 1 N NH_4Cl 4 ครั้ง และ 0.25 N NH_4Cl 1 ครั้ง หลังจากนั้นล้างดินด้วย 99% isopropyl alcohol จำนวนประมาณ 150 มล. การล้างก็ค่อยๆกระทำทีละน้อยจนไม่มี Cl^- เหลืออยู่ (ใช้ 0.1 N $AgNO_3$ ทดสอบ ถ้ามี Cl^- จะได้ตะกอนขาวขุ่นของ AgCl) ทิ้งไว้สักครู่เพื่อให้ดินหมาดแต่ระวังอย่าให้แตกระแหง ส่วน alcohol ที่ชะล้างแล้วก็รินเก็บไว้ในขวดที่ผู้คุมห้องปฏิบัติการจัดไว้ให้

ขั้นต่อไปทำการไล่ที่ NH_4^+ ที่ดูดซับผิวอยู่ที่ผิว Clay ด้วย acidified NaCl การไล่ที่ก็ต้องทำช้าๆ เช่นเดียวกันกับการไล่ที่ในตอนแรก จนกระทั่งได้ leachate ประมาณ 225 มล. แล้วจึงหยุด ถ่าย Leachate นี้ลงไปใน volumetric flask ขนาด 250 มล. เติมน้ำลงไปใน Flask ให้ครบ 250 มล. ปิดฝาจุกให้แน่น ถ้าน้ำยานี้จะต้องเก็บเอาไว้ก่อนทำการวิเคราะห์เกิน 3 วัน ควรหยด toluene ลงไปใน flask 3 หยด และเขย่าให้เข้ากันให้ดี

การวิเคราะห์หา NH_4^+ ที่ไล่ออกมานี้ กระทำได้โดยแบ่ง aliquot 20 มล. ออกจาก flask เติมด้วย volumetric pipet ขนาด 20 มล. ลงไปใน Kjeldahl flask ขนาด 250 มล. ในขณะเดียวกันวาง erlenmeyer flask 50 มล. ซึ่งมี H_3BO_3-mixed indicator 5 มล. บรรจุอยู่ไว้ที่ปลายของก้าน condenser ของเครื่องกลั่นโดยให้ปลายของก้านของ condenser จุ่มอยู่ใต้ระดับของง H_3BO_3 เปิดน้ำให้เดินผ่าน condenser ริน 1 N NaOH ด้วยความระมัดระวังลงไปใน Kjeldahl flask ประมาณ 2 มล. แล้วต่อ flask นี้เข้ากับเครื่องกลั่นทันที ก่อนเปิดไฟต้ม flask ควรตรวจสอบรอยต่อต่างๆ ว่ายึดกันแน่นและไม่มีรอยรั่ว กลั่นจนกระทั่งได้ปริมาตรของสารละลายใน erlenmeyer flask ประมาณ 30 มล.

Titrate ด้วย 0.1 N H_2SO_4 จนกระทั่งสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง ควรทำ blank ไปด้วยกัน คำนวณหา me ของ ammonium ต่อดิน 100 กรัม บันทึกค่า CEC ที่ได้ในตาราที่ให้ไว้

6. Diluted ammonium hydroxide (NH_4OH) : ใช้ NH_4OH เข้มข้นผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1:1

7. Silver nitrate ($AgNO_3$), 0.10 N ละลาย $AgNO_3$ จำนวน 1.689 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มล. ใน volumetric flask

8. 10% Sodium chloride acidified : ละลาย NaCl จำนวน 100 กรัม ในน้ำกลั่น 1000 ml. หยด conc HCl 0.5 มล. เขย่าให้ทั่วถึง

9. Sodium hydroxide (NaOH) 1 N ชั่ง NaOH 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

10. Boric acid-indicator solution : เตรียมได้เช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์หา Total nitrogen

11. Standard sulfuric acid (H_2SO_4) : 0.1 N pipet conc H_2SO_4 2.8 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร จากนั้นนำไปหาค่าความเข้มข้นที่แน่นอนตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

วิธีการ (ทำ duplicate)

1. โดยใช้ Buchner funnels

ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. ด้วย torsion balance (มีความละเอียด 0.01 กรัม) 10 กรัม ถ้าเป็นดินทรายก็ใช้ 25 กรัม เติม 1 N NH_4OAc 250 มล. เขย่าให้ดินและน้ำยาเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน กรองด้วย suction โดยใช้ Balance funnels ชะดินด้วย neutral N NH_4OAc ทีละน้อยๆ โดยอาศัย sucktion ในขณะที่ชะดินนี้ต้องระวังอย่าให้ดินแห้งและแตกระแหง เพื่อป้องกันดินแห้งขณะทำการชะ กระทำได้โดยเพิ่ม NH_4OAc ลงไปอีกใน funnel เมื่อระดับของน้ำยาลดต่ำลงจนเกือบจะถึงผิวดิน ทำการชะดินไปเรื่อยๆ ด้วย NH_4OAc จนกระทั่งไม่มี Ca ออกมาใน solution (สำหรับการทดสอบ Ca ใช้ 1 N NH_4Cl, 10% Ammonium oxalate และ dilute NH_4OH อย่างละ 2-3 หยดใส่ลงไปในสารละลายที่จะทดสอบ นำ

ไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด ถ้ามี Ca จะเห็นตะกอนขุ่นเกิดขึ้น) เก็บ leachate ไว้หา exchangeable bases ต่อไป ปรับปริมาตรเป็น 500 มล. โดยใช้ volumetric flask

2. ในกรณีที่มีเครื่อง centrifuge

2.1 Leaching step. ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. มา 5 กรัมใส่ลงใน centrifuge tube เติม 1 N NH_4OAc ลงไป 30 มล. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าแบบ reciprocal นาน 1 ชั่วโมง นำไป centrifuge นาน 5 นาที รินสารละลายใสเก็บใน volumetric flask ขนาด 10 มล. ตะกอนดินที่เหลือจะนำไปเติม 1 N NH_4OAc 30 มล. เขย่าและ centrifuge เช่นเดียวกับการทำครั้งแรก ทำเช่นนี้ซ้ำอีกครั้ง สารละลายใสที่ได้จากการ centrifuge ทั้ง 3 ครั้ง จะรวมเข้าด้วยกันซึ่งจะมีปริมาตรทั้งหมดประมาณ 90 มล. อนึ่งในการเขย่าและ centrifuge ครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 3) ควรจะทำการทดสอบการแทนที่ของ NH_4^+ ที่ผิวของ silicate clay ว่าการแทนที่นั้นสมบูรณ์แล้วหรือยัง ซึ่งกระทำโดยนำสารละลายใสที่ได้จากการสกัดครั้งที่ 3 มาประมาณ 5 มล. หยดสารละลาย 1 N NH_4Cl, 10%$(NH_4)_2C_2O_4$ และ 1 N NH_4OH ลงไปอย่างละ 2-3 หยด นำไปทำให้ร้อนจนเกือบเดือด หากมี Ca^{2+} ในสารละลาย จะเห็นตะกอนขุ่นของ CaC_2O_4 เกิดขึ้น และหากว่าเป็นเช่นนี้ก็จะต้องทำการสกัดต่อไปอีก สำหรับสารละลายที่ได้จากการสกัดทั้งหมดนั้นจะรวมกันแล้วปรับเป็นปริมาตรที่แน่นอน เก็บไว้สำหรับวัดหาปริมาณของ exchangeable cation ต่างๆ เช่น Ca^{2+}, Mg^{2+},K^+ และ Na^+

2.2 Washing step ตะกอนดินที่ยังเหลืออยู่ใน centrifuge tube นั้น ที่ผิวของ clay micelle จะอิ่มไปด้วย NH_4^+ ที่ไปดูดซับอยู่กับจะมี NH_4^+ บางส่วนเหลืออยู่ในระหว่างช่องว่างของดิน จำเป็นจะต้องล้างส่วนนี้ออกมาเสียก่อน โดยจะล้างด้วย 1 N NH_4Cl เป็นจำนวน 4 ครั้ง ตามด้วย 0.25 N NH_4Cl อีกหนึ่งครั้ง หลังจากนั้นจะล้างด้วย isopropyl alcohol อีก 3 ครั้ง แต่ละครั้งที่ล้างจะใช้ปริมาตรสารละลายที่ล้างครั้งละ 30 มล. เขย่า 5 นาที centrifuge เพื่อรินสารละลายใสทิ้งไป ในการทดสอบเพื่อดูว่า NH_4^+ ในช่องว่างของดินหมดหรือยัง กระทำโดยนำเอาสารละลายใสที่ได้จากการล้างครั้งสุดท้ายใส่ใน test tube ประมาณ 4-5 หยด เติม 0.1 N $AgNO_3$ ลงไป 3-5 หยด หากเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl ให้ปรากฏ จะต้องทำการล้างต่อไปจนกว่าการทดสอบจะไม่มีตะกอนขาวของ AgCl ให้ปรากฏ

2.3 Replacing step ตะกอนดินใน centrifuge tube จะถูกนำไปเขย่ากับ 10% NaCl (Acidify) จำนวน 30 มล. เขย่า 5 นาที และ centrifuge เก็บสารละลายใสใน volumetric flask ขนาด 100 มล. ทำทั้งสิ้นจำนวน 3 ครั้ง สารละลายใสที่รินได้จะมีปริมาตรรวมกันได้ประมาณ 90 มล. ปรับปริมาตรด้วย acidify 10% NaCl ให้เป็น 100 ml. สารละลายนี้จะเก็บไว้เพื่อการกลั่นหาปริมาณ NH_4^+ แล้วคำนวณเป็นค่า CEC ของดินต่อไปสำหรับตะกอนดินที่เหลือใน centrifuge tube นั้นจะมี Na^+ เกาะอยู่ที่ผิวของ Clay micelle แทน NH_4^+ ซึ่งสามารถทิ้งไปได้

2.4 Analyzing step pipet สารละลายที่ได้ในข้อ ค. จำนวน 40 มล. ใส่ลงใน Kjeldahl flask ของชุดกลั่น ในส่วนปลายของก้าน condenser จะจุ่มอยู่ในสารละลาย 2% H_3BO_3-mixed indicator

จำนวน 5 มล. ซึ่งบรรจุไว้ใน erlenmeyer flask ขนาด 50 มล. ที่มีขีดบอกปริมาตร 30 มล. ไว้ชัดเจน เติม 1 N NaOH ลงไปใน Kjedahl flask จำนวน 5 มล. แล้วดำเนินการกลั่นต่อไป อนึ่งจะต้องทำการตรวจสอบว่าข้อต่อ ณ จุดต่างๆ ของชุดกลั่นไม่มีการรั่วซึมของก๊าสที่ได้จากการกลั่น และที่ condenser จะต้องมีน้ำเย็นไหลผ่านตลอดเวลา เวลาที่ใช้ในการกลั่นจะพิจารณาจากปริมาณของสารละลายใน erlenmeyer flask เป็นสำคัญ การกลั่นที่ถือว่าสมบูรณ์จะต้องมีปริมาตรของปริมาตรของสารละลายทั้งสิ้นใน erlenmeryer flask ที่รองรับที่ปลายก้าน condenser มีค่าเท่ากับ 60 มล. นำไป titrate ด้วย standard acid (0.1 N H_2SO_4 หรือกรดอื่นใดก็ได้ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน) จนกระทั่งสีเขียวของสารละลายเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงแดง บันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า CEC ของดินต่อไป จะต้องทำ blank ด้วยทุก set ของการกลั่น

หมายเหตุ ในกรณีของดิน calcareous ควรจะชะดินด้วย 1 N sodium acetate pH 8.2 แทน รายละเอียดดูได้จาก Black C.A. 1965. Method of soil analysis part 2 chemical and microbiological properties.

การวิเคราะห์หา Total exchangeable bases

การหาค่า Total bases

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 50 ml. buret
2. 350 ml. evaporation dishes
3. Steam plate
4. Hot plate
5. Muffle furnace
6. Desiccate

สารเคมี

1. Hydrochloric acid (HCl) 0.1 N. pipet conc. HCl จำนวน 8.3 มล. ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่น 950 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนต่อไปตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

2. Sodium hydroxide (NaOH) 0.1 N. ชั่ง NaOH จำนวน 4 กรัม ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่น 950 มล. ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร แล้วนำไปหาความเข้มข้นที่แน่นอนตามวิธีการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดและด่าง

3. Bromocresol green indicator : ผสม bromocresol green 0.1 กรัม ลงใน 0.01 N NaOH 14.3 มล. (1.43 มล. ของ 0.1 N. NaOH) ทำให้เจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตร 250 มล.

วิธีการ

นำ leachate ที่ได้จากการ leaching ดินด้วย NH_4OAc เมื่อทำการวิเคราะห์ CEC นั้น มาระเหยให้แห้งใน evaporating flask โดยอังไว้บน steam plate ปล่อยให้ leachate งวดไปทีละน้อยๆ เมื่อของเหลวงวดลงจนกลายเป็นน้ำเชื่อมแล้ว นำไปวางบน electric hot plate โดยเปิด hot plate ให้ร้อนปานกลาง ปล่อยให้แห้งจนกลายเป็นสีเหลือง แล้วจึงยกลงจาก hot plate เพื่อกำจัดส่วนที่เป็น acetate ของ basic cation ต่างๆ ออกให้หมด โดยเปลี่ยนให้เป็น oxides หรือ carbonate นำสารที่แห้งกรังอยู่ใน evaporating dish เข้าเผาในเตาเผา (furnace) ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิถึง 700 - 800°C เป็นเวลา 15 - 20 นาที นำออกมาทำให้เย็นใน desicator ริน standard 0.1 N HCl 50 มล. ลงไปใน evaporating dish ปล่อยทิ้งไว้สัก 15 นาที แล้วนำไปต้มโดยให้ร้อนช้าๆ จนเดือดทั้งนี้เพื่อให้กรดมีโอกาสทำปฏิกิริยากับ bases และ carbonate จนหมด ทำให้เดือดเพื่อไล่ CO_2 ต่อจากนั้นก็นำมาทำให้เย็น แล้ว titrate กรด HCl ที่มากเกินพอด้วย NaOH 0.1 N โดยหยด bromocresol green ลงไป 2-3 หยด สีของ indicator จะเปลี่ยนจากเหลืองเป็นเขียว จดบันทึกปริมาณของ NaOH ที่ใช้ไว้ในตาราง

จากค่าของกรดที่ใช้ไป หักค่า meq ของ carbonates, bicarbonates และ nitrate ออก ค่าที่ได้ก็จะเป็นค่าของ total exchangeable bases

การหา Total exchangeable bases โดยการหาค่าของ Ca, Mg, Na และ K

Total exchangeable bases ที่สามารถที่จะหาได้อย่างง่ายๆ โดยถือว่า exchangeable bases ในดินส่วนใหญ่จะเป็น Na, K, Ca, และ Mg ดังนั้นถ้านำ leachate ที่ได้จากการ leaching ดินด้วย NH_4OAc เมื่อทำการวิเคราะห์หา CEC มาวิเคราะห์ปริมาณ Na, K, Ca และ Mg เมื่อนำค่าที่ได้มารวมกันก็จะเป็นปริมาณ total exchangeable bases ได้

Na และ K หาปริมาณได้ โดยใช้ flame photometer

Ca และ Mg หาปริมาณได้ โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer หรือ EDTA titration

การหาปริมาณ Ca และ Mg โดยวิธี EDTA-Titration

การหาปริมาณ Ca และ Mg นี้ อาศัยหลักการที่ว่า Chelating agent สามารถ form complex กับ metal ion ได้ EDTA เป็น chelating agent ที่ใช้ในปฏิกิริยานี้ การที่จะทราบถึง end point ก็จะต้องมี metal sensitive indicator คือเป็น chelating agent ซึ่งจะมีสีแตกต่างไปเมื่ออยู่อย่างอิสระหรืออยู่กับ metal

EDTA สามารถที่จะ form complex กับ ions อื่นๆ ได้ไม่เฉพาะกับ Ca หรือ Mg เท่านั้น ดังนั้นจึงต้องมีการใส่สารเคมีบางอย่างลงไปเพื่อกำจัด ions อื่นๆออกไปเช่น cyanide ซึ่งจะเกิดสารประกอบ complex กับ Cu, Zn, Ni และ Fe^{2+} Triethanolamine จะเกิด chelate กับ Al และ ferric ion Mn ก็จะเปลี่ยนไปเป็น manganese ferrocyanide

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือ</u>

1. 250 ml. beaker
2. 100 ml. cylinder
3. Filtering apparatus
4. 10 ml. graduated pipet
5. Buret
6. Dropper

สารเคมี

1. 4 N NaOH 160 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2. 2% KCN in water ละลาย KCN 2 กรัม ในน้ำ 100 มล.

3. 4% $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ in water $K_4Fe(CN)_6.3H_2O$ จำนวน 4 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.

4. Eriochrome Black T (EBT) indicator : ละลาย 0.5 กรัม eriochrome black T (F241) และ hydroxylamine hydrochloride 4.5 กรัม ใน 95% ethanol 100 ซีซี (ใช้ได้ 3 อาทิตย์เท่านั้น)

5. 2% Triethanolamine (TEA)

6. Ammonium purpurate indicator : ผสม 0.5 กรัม ของ ammonium purpurate (Murexide) และ 100 กรัม ของ potassium sulfate ให้เข้ากัน

7. Buffer pH 10: ละลาย 67.5 กรัม NH_4Cl ในน้ำกลั่น 200 มล. เติม NH_4OH เข้มข้นลงไป 570 มล. แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

8. Standard 0.01 N Ca : ละลาย 0.5004 กรัม $CaCO_3$ pure ในกรดเกลือเข้มข้น 5 มล. จนละลายหมด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

9. Standard EDTA 0.01 N : ละลาย disodium ethylene diamine tetraacetate 1.8613 กรัม ทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บในขวด polyethelene (ถ้าเป็นในขวดแก้วจะไม่ stable) แล้ว Standardized ด้วย standard calcium โดยใช้ indicator แต่ละอย่าง (normality ของ EDTA เมื่อใช้ ammonium purpurate เป็น indicator จะสูงกว่าเมื่อใช้ eriochrome black T เป็น indicator ราว 3-5%)

วิธีการ

Ammonium acetate และอินทรียวัตถุในสารละลายที่สกัดได้ จำเป็นต้องกำจัดออกก่อนทำการ titrate กับ EDTA การกำจัดทำโดยนำสารละลายซึ่งสกัดได้จากดินมาระเหยให้แห้ง แล้วเติม aqua regia ($HCl + HNO_3$ = 3:1) และนำไประเหยให้แห้ง กรณีที่สารละลายที่สกัดได้มีสีเข้มมากอาจต้องเติม aqua regia หลายครั้งละลายส่วนที่เหลือจากการระเหยด้วยน้ำกลั่นจำนวนที่เท่ากับปริมาณของสารละลายเดิม

การหาปริมาณแคลเซียม

ไปเปทสารละลาย 5-25 มล. (ปริมาณ Ca ในสารละลายต้องไม่มากกว่า 0.1 me) ลงใน beaker ขนาด 125 มล. เติม 4% $K_4Fe(CN)_6$ 2% KCN และ 2% TEA อย่างละ 20 หยด (1 ml.) เติม 4 N NaOH 5 หยด และ purpurate indicator ราว 50 มิลลิกรัม แล้วไตเตรทด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากสีส้มแดงเป็นสีม่วง

การหาปริมาตรแคลเซียมรวมกับแมกนีเซียม

ไปเปตสารละลาย 5-25 มล. (ประมาณ Ca + Mg ต้องไม่มากกว่า 0.1 me) ลงใน beaker ขนาด 125 มล. เติม 4% $K_4Fe(CN)_6$ 2% KCN และ 2% TEA อย่างละ 20 หยด (1 มล.) เติม buffer 10 หยด และ eriochrome black T 4 หยด แล้วไตเตรทด้วย EDTA จนสารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินแกมเขียว

การคำนวณ

$$\text{Ca หรือ Ca + Mg(me/l.)} = \frac{\text{EDTA (ml) x Normality of EDTA x 1000}}{\text{ml. of the aliquot}}$$

ปริมาณ Ca + Mg - ปริมาณ Ca = ปริมาณ Mg

การวิเคราะห์หา Micronutrients บางตัว (Fe,Mn)

ปริมาณ Fe ที่สกัดได้

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 125 ml. erlenmeyer flask
2. Shaking machine
3. Filtering apparatus

สารเคมี

1. Ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N, pH 4.8 : ผสม glacial acetic acid 102 มล. และ NH_4OH เข้มข้น 70 มล. เติมน้ำจนได้ปริมาตร 750 มล. ปรับ pH ของสารละลายให้เป็น 4.8 โดยการเติม HOAc เติมน้ำจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

วิธีการ

ชั่งดินแห้งมา 12.5 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติม NH_4OAc ลงไป 50 มล. เขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรอง นำสิ่งที่กรองได้ไปวิเคราะห์ Fe ต่อไป

ปริมาณ Mn ที่สกัดได้

น้ำยาสกัดที่ใช้กันสำหรับสกัด exchangeable Mn ก็คือ NH_4OAc, $Ca(NO_3)_2$ หรือ $Mg(NO_3)_2$

การสกัดปริมาณ Fe, Mn, Cu และ Zn

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. 125 ml. erlenmeyer flask
2. 20 ml. volumetric pipet
3. Shaking machine
4. Filtering apparatus
5. Atomic absorption spectrophotometer

สารเคมี

1. DTPA 0.005 M (ประกอบด้วย 0.005 M DTPA, 0.005 M $CaCl_2$ และ 0.1 M TEA (Triethanolamine) buffered ที่ pH 7.3

2. Standard Zn solution, 100 ppm Zn : ละลายโลหะสังกะสีที่บริสุทธิ์ (30 mesh A.R) 0.001 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ไม่มีสังกะสี 50 มล. และ H_2SO_4 เข้มข้น 1 มล. เมื่อสังกะสีละลายหมดแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

3. Standard Fe solution, 100 ppm Fe : ละลาย Fe $(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 0.7022 กรัม หรือลวดเหล็กที่บริสุทธิ์ 0.10 กรัม ใน 3.6 N H_2SO_4 100 มล. ทำให้อุ่นถ้าละลายไม่ดีทำให้เจือจางเป็น 1 ลิตร

4. Standard copper solution : ละลายโลหะทองแดงที่บริสุทธิ์ 0.500 กรัม ใน 3 N HNO_3 15 มล. (ใช้ 125 ml. erlenmeyer flask ที่มีฝาปิด) เมื่อสารละลายเย็น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 1 มล. ระเหยจนได้ควันของ SO_2 ทำให้เย็นอีกครั้งหนึ่งเติมน้ำ 10-15 มล. ระเหยอีกครั้งหนึ่ง หลักจากที่สารละลายเย็นแล้ว เติมน้ำและถ่ายลง volumetric flask ขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี Cu 500 mg./ml. เจือจางสารละลายนี้อีก 50 เท่าเพื่อให้ได้ working standard solution ที่มี Cu 10 mg./ml.

วิธีการ

ชั่งดินมา 25 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล. เติม 0.005 M DTPA 50 มล. เขย่า 2 ชั่วโมง กรองนำสิ่งที่กรองได้มาวัดปริมาณ Fe, Mn, Cu, Zn โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer

การหาปริมาณ Fe โดยวิธี calorimetric

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Spectrophotometer
2. 100 ml. volumetric flask
3. Pipet

สารเคมี

1. Hydroxylamine hydrochloride, 10% : ชั่ง hydroxylamine hydrochloride 10 กรัม ละลายในน้ำ 100 มล.

2. Orthophenanthroline reagents, 0.3% : ละลาย orthophenanthroline monohydrate 0.30 กรัม ละลายในน้ำ ทำให้ร้อนถึง 80 ^{0}C หลังจากนั้นทำให้เย็น เติมน้ำให้เป็น 100 ซีซี

3. Sodium acetate (NaOAc) 1 N

วิธีการ

นำสิ่งที่กรองได้มา 10 มล. ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 100 มล. เติม hydroxylamine hydrochloride 2 มล. เติม orthophenanthroline 2 มล. เติม 1 N NaOAc ทีละหยดจนกระทั่งได้สีแดงเข้ม และเติม 1 N NaOAc ลงไปอีก 3 มล. เติมน้ำจนได้ปริมาตร 100 มล. นำไปอ่านค่าจาก spectrophotometer ที่ wavelength 510 nm.

การทำ standard curve ทำเช่นเดียวกันกับกรณีของตัวอย่าง และใช้ standard solution ในช่วงของความเข้มข้น ตั้งแต่ 0-2 ppm Fe.

การหาปริมาณ Mn โดยวิธี colorimetric

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Spectrophotometer
2. 50 ml. volumetric flask
3. Pipette
4. Hot plate
5. 100 ml. beaker

สารเคมี

1. Nitric acid (HNO_3) : concentrated
2. Orthophosphoric acid (H_3PO_4) : 85%
3. Potassium periodate (KIO_4) : solid
4. Hydrogen peroxide (H_2O_2) : 30%
5. Standard Mn solution : 1000 ppm. (stock solution): ละลาย $KMnO_4$ ที่แห้งและบริสุทธิ์ 2.88 กรัม ในน้ำกลั่น 250 มล. เติม 18 N H_2SO_4 20 มล. ทำให้เดือด เติม Na_2SO_4 จนกระทั่งสีของ permanganate หายไป (หลีกเลี่ยงการใช้ Na_2SO_3 ที่มากเกินไป) ต้มไล่ SO_2 ทำให้สารละลายเย็น ถ่ายไปที่ volumetric flask ขนาด 1 ลิตร เพื่อปรับปริมาตร
6. Standard Mn solution : 10 ppm (Working solution) : pipet 1000 ppm Mn solution มา 10 มล. ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 1 ลิตร สารละลายนี้จะมีความเข้มข้น 10 ppm Mn

วิธีการ

Pipette aliquot มาให้มี Mn อยู่ระหว่าง 0..01 ถึง 0.3 มิลลิกรัม ลงไปใน beaker ขนาด 100 มล. นำไประเหยให้แห้งในตู้ควัน เติม HNO_3 5 มล. นำไประเหยให้แห้งในตู้ควัน เติม H_2O_2 5 มล. และระเหยให้แห้งอีกจนกระทั่งแน่ใจว่าได้สารไม่มีสีที่ก้น beaker เติมน้ำลงไป 30 มล. และเติม H_3PO_4 ลงไป 5 มล. อุ่นให้ร้อน เติม KIO_4 0.3 กรัม ปิด beaker ด้วยกระจกนาฬิกา ค่อยๆทำให้เดือดบน hot plate แล้วต้มต่ออีก 5 นาที หลังจากมีสีเกิดขึ้นทำให้เย็น ถ่ายสารละลายไปที่ volumetric flask ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 50 มล. เขย่าให้เข้ากัน และนำไปอ่านค่าด้วย spectrophotometer ที่ wavelength 540 nm.

วิธีการเตรียม Standard curve ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างโดยให้ standard solution มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0-5 ppm Mn.

หมายเหตุ ปริมาณ Fe, Mn ใน extract ที่ได้จากการสกัด โดย DTPA เหมาะสำหรับนำไปหาปริมาณโดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer แต่ไม่แนะนำไปหาปริมาณโดยวิธี colorimetric วิธีหา Fe, Mn โดยวิธี colorimetric อาจจะนำไปใช้กับ extract ที่ได้จากการสกัดโดย extracting agent ตัวอื่นๆ

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ Discriminant analysis

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างระบบนิเวศป่าเบญจพรรณกับระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยใช้สมบัติของดิน

- - - - - - - - D I S C R I M I N A N T A N A L Y S I S - - - - - - - -

On groups defined by GROUP

Analysis number 1

Stepwise variable selection
Selection rule: maximize minimum Mahalanobis distance (D squared) between groups
Maximum number of steps..... 26
Minimum tolerance level..... .00100
Minimum F to enter..... 3.84000
Maximum F to remove..... 2.71000

Canonical Discriminant Functions

Maximum number of functions..... 1
Minimum cumulative percent of variance... 100.00
Maximum significance of Wilks' Lambda.... 1.0000

Prior probability for each group is .50000

---------- Variables not in the Analysis after Step 0 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups	
AK	1.0000000	1.0000000	1.1335761	.9446467	1	2
AP	1.0000000	1.0000000	2.9171995	2.4309996	1	2
CA	1.0000000	1.0000000	.2076696	.1730580	1	2
CEC	1.0000000	1.0000000	2.4985258	2.0821048	1	2
EK	1.0000000	1.0000000	.8734861	.7279051	1	2
FE	1.0000000	1.0000000	.0034007	.0028339	1	2
MG	1.0000000	1.0000000	5.1598789	4.2998991	1	2
MN	1.0000000	1.0000000	.6937518	.5781265	1	2
N	1.0000000	1.0000000	7.7419355	6.4516129	1	2
NA	1.0000000	1.0000000	1.2688421	1.0573684	1	2
OM	1.0000000	1.0000000	.1944838	.1620698	1	2
PH	1.0000000	1.0000000	.0000839	.0000699	1	2
TP	1.0000000	1.0000000	.0030476	.0025397	1	2

* *

At step 1, N was included in the analysis.

		Degrees of Freedom		Signif.	Between Groups
Wilks' Lambda	.27928	1	1	3.0	
Equivalent F	7.74194		1	3.0	.0689

Minimum D squared	6.451613				1 2
Equivalent F	7.741935	1		3.0	.0689

---------- Variables in the Analysis after Step 1 ----------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups
N	1.0000000	7.7419		

---------- Variables not in the Analysis after Step 1 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups
AK	.9034905	.9034905	.7668791	9.8840152	1 2
AP	.4112142	.4112142	.0825713	6.8211860	1 2
CA	.4686498	.4686498	2.4511911	17.4226699	1 2
CEC	.9918763	.9918763	.3319861	7.9375185	1 2
EK	.8605503	.8605503	.8427728	10.2237008	1 2
FE	.0816946	.0816946	15.5018360	75.8348303	1 2
MG	.9921495	.9921495	1.1898865	11.7773146	1 2
MN	.7072248	.7072248	1.4396223	12.8950837	1 2
NA	.9571359	.9571359	.0589215	6.7153340	1 2
OM	.1058271	.1058271	8.4386488	44.2213715	1 2
PH	.5803068	.5803068	1.0319197	11.0702857	1 2
TP	.9813464	.9813464	.0359379	6.6124640	1 2

F statistics and significances between pairs of groups after step 1
Each F statistic has 1 and 3 degrees of freedom.

Group	Group 1
2	7.7419 .0689

* *

At step 2, FE was included in the analysis.

		Degrees of Freedom		Signif.	Between Groups	
Wilks' Lambda	.03191	2	1	3.0		
Equivalent F	30.33393		2	2.0	.0319	
Minimum D squared	75.834830				1	2
Equivalent F	30.333932		2	2.0	.0319	

---------- Variables in the Analysis after Step 2 ----------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups	
FE	.0816946	15.5018	6.4516129	1	2
N	.0816946	60.5969	.0028339	1	2

---------- Variables not in the Analysis after Step 2 ----------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups	
AK	.6412803	.0536172	.7229412	132.4663029	1	2
AP	.3563509	.0707951	.0873154	82.6746640	1	2
CA	.4015135	.0537696	.6227648	124.6190020	1	2
CEC	.9421341	.0775977	.1278532	85.8501851	1	2
EK	.5015986	.0424563	1.1741121	167.8087053	1	2
MG	.9678333	.0791956	.1707115	89.2074837	1	2
MN	.0473849	.0054736	5.7789855	528.5306775	1	2
NA	.9190756	.0766429	.0175051	77.2060904	1	2
OM	.0163898	.0041011	15.7047390	1306.0628946	1	2
PH	.0371496	.0052299	6.9638991	621.3506813	1	2
TP	.7914011	.0646558	.2616617	96.3320554	1	2

F statistics and significances between pairs of groups after step 2
Each F statistic has 2 and 2 degrees of freedom.

Group	Group 1
2	30.3339 .0319

* *

At step 3, OM was included in the analysis.

		Degrees of Freedom			Signif.	Between Groups	
Wilks' Lambda	.00191	3	1	3.0			
Equivalent F	174.14172		3	1.0	.0556		
Minimum D squared	1306.062895					1	2
Equivalent F	174.141719		3	1.0	.0556		

---------------- Variables in the Analysis after Step 3 ----------------

Variable	Tolerance	F to Remove	D Squared	Between Groups	
FE	.0126523	27.0078	44.2213715	1	2
N	.0041011	450.6416	.3973481	1	2
OM	.0163898	15.7047	75.8348303	1	2

---------------- Variables not in the Analysis after Step 3 ----------------

Variable	Tolerance	Minimum Tolerance	F to Enter	D Squared	Between Groups	
AK	.0000000	.0000000	.	.	.	.
AP	.0000000	.0000000	.	.	.	.
CA	.0000000	.0000000	.	.	.	.
CEC	.0000000	.0000000	.	.	.	.
EK	.0000000	.0000000	.	.	.	.
MG	.0000000	.0000000	.	.	.	.
MN	1.4991E-13	4.9645E-15	5.7789855	528.5306775	1	2
NA	.0000000	.0000000	.	.	.	.
PH	3.3121E-14	1.4612E-14	6.9638991	621.3506813	1	2
TP	.0000000	.0000000	.	.	.	.

F statistics and significances between pairs of groups after step 3
Each F statistic has 3 and 1 degrees of freedom.

	Group 1
Group	
2	174.1417 .0556

F level or tolerance or VIN insufficient for further computation.

Case Number	Mis Val	Sel	Actual Group	Highest Probability Group	P(D/G)	P(G/D)	2nd Highest Group	P(G/D)	Discrim Scores
1			1	1	.8435	1.0000	1	1.0000	21.8811
2			1	1	.8435	1.0000	1	1.0000	21.4863
3			2	2	.6139	1.0000	2	1.0000	-13.9513
4			2	2	.3817	1.0000	2	1.0000	-13.5810
5			2	2	.1678	1.0000	2	1.0000	-15.8350

Structure matrix:

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and canonical discriminant functions
(Variables ordered by size of correlation within function)

	Func 1
NA	.98995
MG	.91263
CEC	.89696
TP	.75334
AK	.63735
AP	.57942
EK	.52303
CA	.50403
MN	.36046
N	.07028
PH	.06273
OM	.01114
FE	-.00147

Unstandardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1
FE	2.4061445
N	594.8492524
OM	-18.1303171
(Constant)	-93.9320028

Canonical discriminant functions evaluated at group means (group centroids)

Group	Func 1
1	21.68370
2	-14.45580

Summary Table

Step	Action Entered	Removed	Vars in	Wilks' Lambda	Sig.	Minimum D Squared	Sig.	Between Groups	
1	N		1	.27928	.0689	6.45161	.0689	1	2
2	FE		2	.03191	.0319	75.83483	.0319	1	2
3	OM		3	.00191	.0556	1306.06289	.0556	1	2

Classification function coefficients
(Fisher's linear discriminant functions)

GROUP =	1	2
FE	289.7244821	202.7676410
N	68524.5761707	47027.0262682
OM	-1984.1528424	-1328.9323894
(Constant)	-7042.5495060	-3517.2883369

Canonical Discriminant Functions

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig
					0	.001910	9.391	3	.0245
1*	522.4252	100.00	100.00	.9990					

* Marks the 1 canonical discriminant functions remaining in the analysis.

Standardized canonical discriminant function coefficients

	Func 1
FE	8.73848
N	15.61283
OM	-7.58096

Classification results -

Actual Group		No. of Cases	Predicted Group Membership 1	2
Group	1	2	2 100.0%	0 .0%
Group	2	3	0 .0%	3 100.0%

Percent of "grouped" cases correctly classified: 100.00%

Classification processing summary

5 (Unweighted) cases were processed.
0 cases were excluded for missing or out-of-range group codes.
0 cases had at least one missing discriminating variable.
5 (Unweighted) cases were used for printed output.

ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากภาคสนาม

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Afzelia xylocarpa Craib.	Makhaa mong	69.10	0.3750
Bouhinia variegata Linn.	Sieo dok khaao	15.40	0.0186
Canarium suburatum Grill.	Malueam	10.40	0.0085
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.40	0.0186
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	23.70	0.0441
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	18.10	0.0257
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	39.20	0.1207
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	49.90	0.1956
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	63.30	0.3147
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	9.80	0.0075
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	32.00	0.0804
Ixora cibdera Criab	Khem paa	10.00	0.0079
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.40	0.0633
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.70	0.0647
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	29.60	0.0688
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	20.20	0.0320
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	25.10	0.0495
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	28.20	0.0625
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	33.70	0.0892
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	18.40	0.0266
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	23.40	0.0430
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	16.80	0.0222
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	26.80	0.0564
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	32.40	0.0824
Lagerstroemia tomentosa Presl.	Salao	33.80	0.0897
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	18.00	0.0254
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.00	0.0064
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	31.70	0.0789
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	7.60	0.0045
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	6.60	0.0034

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Makhamoi sp.	Mak kha moi	16.90	0.0224
Makhamoi sp.	Mak kha moi	22.00	0.0380
Makhamoi sp.	Mak kha moi	11.00	0.0095
Mitragyna javanica Koord. & Val.	Kratum nam	17.50	0.0241
Morinda coreia Ham.	Yo paa	13.20	0.0137
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	5.00	0.0020
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	16.10	0.0204
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	21.90	0.0377
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.90	0.0019
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.40	0.0032
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.10	0.0080
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	60.20	0.2846
Spondias pinnata Kurz.	Makok paa	18.80	0.0278
Spondias pinnata Kurz.	Makok paa	58.40	0.2679
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	8.50	0.0057
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	17.00	0.0227
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	44.90	0.1583
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	23.70	0.0441
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	20.50	0.0330
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	21.70	0.0370
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	19.10	0.0287
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	37.00	0.1075
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	27.50	0.0594
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	33.60	0.0887
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	30.50	0.0731
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	29.80	0.0697
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.90	0.0224
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	25.20	0.0499
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.90	0.0224

TREE SPECIES IN PLOT 1

Specific name	Common name	DBH	BA
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	33.50	0.0881
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	40.40	0.1282
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	56.20	0.2481
Vitex pinnata Linn.	Swong teen nok	38.50	0.1164

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	17.50	0.0241
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	8.70	0.0059
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	8.70	0.0059
Congea tomentosa Roxb.	Kruea on	9.70	0.0074
Croton sp.	Plao	7.60	0.0045
Croton sp.	Plao	10.00	0.0079
Croton sp.	Plao	5.70	0.0026
Croton sp.	Plao	6.30	0.0031
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	18.10	0.0257
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.70	0.0059
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.60	0.0058
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	12.10	0.0115
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.30	0.0184
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	25.30	0.0503
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	21.00	0.0346
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	10.70	0.0090
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	25.30	0.0503
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	7.50	0.0044
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	23.30	0.0426
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	38.50	0.1164
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	54.10	0.2299
Hymenodictyon excelsum Wall.	Ulok	38.30	0.1152
Krapor sp.	Kra por	16.00	0.0201
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	29.00	0.0661
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	30.00	0.0707
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	28.90	0.0656
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	22.60	0.0401
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	31.00	0.0755
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	13.10	0.0135
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	38.80	0.1182
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	45.60	0.1633
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	30.90	0.0750
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	23.20	0.0423

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Lagerstroemia loudounii Teijsm. & Binn.	Salao sao	22.90	0.0412
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	23.20	0.0423
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	10.90	0.0093
Makhamoi sp.	Mak kha moi	30.30	0.0721
Makhamoi sp.	Mak kha moi	26.10	0.0535
Makhamoi sp.	Mak kha moi	20.50	0.0330
Makhamoi sp.	Mak kha moi	20.70	0.0337
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	10.20	0.0082
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	17.90	0.0252
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	5.30	0.0022
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	12.40	0.0121
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	13.10	0.0135
Miliusa lineata Alston.	Ee raet	10.90	0.0093
Pterocarcarpus macrocarpus Kurz.	Pra duu	51.70	0.2099
Pterocarcarpus macrocarpus Kurz.	Pra duu	32.70	0.0840
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	7.20	0.0041
Sakaekruea sp.	Sa kae kruea	19.20	0.0290
Sakaekruea sp.	Sa kae kruea	6.90	0.0037
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	53.90	0.2282
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	15.70	0.0194
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	12.00	0.0113
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.40	0.0055
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.70	0.0074
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.30	0.0139
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.90	0.0152
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	12.90	0.0131
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.10	0.0135
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.40	0.0055
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	5.30	0.0022
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.00	0.0028

TREE SPECIES IN PLOT 2

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	66.90	0.3515
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	9.90	0.0077
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	36.90	0.1069
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	37.70	0.1116
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	18.20	0.0260
Sung ko sp.	Sung ko	7.90	0.0049
Sung ko sp.	Sung ko	18.30	0.0263
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	13.90	0.0152
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	21.70	0.0370
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	31.10	0.0760
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	26.90	0.0568
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	17.20	0.0232
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	47.50	0.1772
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	22.70	0.0405
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	30.40	0.0726
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	38.50	0.1164
Terminalia nigrovenulosa Pierre ex laness.	Khee aai	16.20	0.0206
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.20	0.0041
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	7.20	0.0041
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	34.80	0.0951
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	40.10	0.1263
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	21.00	0.0346
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	36.60	0.1052
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	15.30	0.0184
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	35.40	0.0984
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	40.10	0.1263
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	43.10	0.1459
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.90	0.0077
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	10.90	0.0093
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	6.40	0.0032
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	6.70	0.0035

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Antidesma sp .	Mao yai	7.30	0.0042
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	31.20	0.0765
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	47.00	0.1735
Bombax anceps Pierre.	Ngiu paa	15.40	0.0186
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	10.70	0.0090
Croton sp.	Plao	5.00	0.0020
Dalbergia candenatensis Prain.	Sak khee	27.00	0.0573
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.50	0.0057
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	11.20	0.0099
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	15.80	0.0196
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	8.50	0.0057
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	16.70	0.0219
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.40	0.0032
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.40	0.0032
Ixora cibdera Craib	Khem paa	5.30	0.0022
Hymenodictyon excelsum Wall.	Ulok	21.00	0.0346
Krapor sp.	Kra por	10.00	0.0079
Lagerstroemia duperreana Pierre.	Tabaek plueak baang	24.30	0.0464
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.30	0.0022
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.30	0.0068
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.70	0.0090
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Makhamoi sp.	Mak kha moi	28.00	0.0616
Makhamoi sp.	Mak kha moi	23.00	0.0415
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	10.30	0.0083
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	15.60	0.0191
Melia pinnata Walp.	Mayom hin	8.40	0.0055
Morinda coreia Ham.	Yo paa	22.90	0.0412
Phoebe paniculata Nees.	Sa tit	22.60	0.0401
Randia dasycarpa Bakh. f.	Nam taeng	6.40	0.0032
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	6.20	0.0030

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.00	0.0050
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.30	0.0054
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.20	0.0030
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	11.40	0.0102
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	13.70	0.0147
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	21.30	0.0356
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	26.30	0.0543
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.30	0.0031
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.60	0.0072
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	8.10	0.0052
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	17.30	0.0235
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	22.00	0.0380
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	10.20	0.0082
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.30	0.0068
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	19.60	0.0302
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.30	0.0100
Shorea obtusa Wall.	Teng	37.70	0.1116
Shorea obtusa Wall.	Teng	38.50	0.1164
Shorea obtusa Wall.	Teng	39.00	0.1195
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.30	0.0100
Shorea obtusa Wall.	Teng	22.50	0.0398
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.20	0.0137
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.70	0.0059
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.00	0.0064
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.40	0.0102
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.80	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.70	0.0647
Shorea obtusa Wall.	Teng	23.70	0.0441
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.20	0.0232
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.30	0.0235
Shorea obtusa Wall.	Teng	37.50	0.1104

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.70	0.0108
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.30	0.0139
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.90	0.0093
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.90	0.0131
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.50	0.0071
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.60	0.0045
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.00	0.0050
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.20	0.0158
Shorea siamensis Miq.	Rung	21.70	0.0370
Shorea siamensis Miq.	Rung	28.70	0.0647
Shorea siamensis Miq.	Rung	24.00	0.0452
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.70	0.0147
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.90	0.0077
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.40	0.0163
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.90	0.0131
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.60	0.0072
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.00	0.0064
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.00	0.0038
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.90	0.0037
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.10	0.0080
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.00	0.0050
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.40	0.0069
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.80	0.0129
Shorea siamensis Miq.	Rung	39.10	0.1201
Shorea siamensis Miq.	Rung	12.50	0.0123
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.00	0.0020
Shorea siamensis Miq.	Rung	41.70	0.1366
Shorea siamensis Miq.	Rung	16.70	0.0219
Shorea siamensis Miq.	Rung	21.90	0.0377

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.20	0.0030
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.80	0.0172
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.70	0.0946
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.50	0.0104
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.80	0.0061
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.00	0.0095
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.80	0.0048
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.30	0.0083
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.20	0.0021
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.70	0.0035
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.40	0.0055
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhaa-tae	23.00	0.0415
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	9.50	0.0071
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	38.00	0.1134
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	28.00	0.0616
Spondias pinnata Kurz.	Ma kok paa	6.30	0.0031
Sterculia sp.	Po khaw tak	8.00	0.0050
Sterculia sp.	Po khaw tak	10.30	0.0083
Sterculia sp.	Po khaw tak	26.00	0.0531
Sterculia sp.	Po khaw tak	19.10	0.0287
Sterculia sp.	Po khaw tak	31.00	0.0755
Sterculia sp.	Po khaw tak	9.40	0.0069
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	5.30	0.0022
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	6.80	0.0036
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	8.20	0.0053
Sterculia villosa Roxb.	Po tuup huu chaang	7.70	0.0047
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.20	0.0021
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	4.60	0.0017
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	7.00	0.0038
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	9.70	0.0074
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	5.30	0.0022
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	9.70	0.0074

TREE SPECIES IN PLOT 3

Specific name	Common name	DBH	BA
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	6.50	0.0033
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.20	0.0082
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	17.50	0.0241
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	8.70	0.0059
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	17.10	0.0230
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.70	0.0090
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	20.20	0.0320
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	33.50	0.0881
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.30	0.0022
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	19.50	0.0299
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	33.70	0.0892
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	37.30	0.1093
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	12.00	0.0113
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.00	0.0064
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	21.00	0.0346
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	20.10	0.0317
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	11.70	0.0108
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.30	0.0022
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	12.00	0.0113
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	13.70	0.0147

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Bouhinia variegata Linn.	Sieo dok khaao	7.10	0.0040
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	7.20	0.0041
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	9.10	0.0065
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	8.40	0.0055
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	4.80	0.0018
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	4.90	0.0019
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	5.00	0.0020
Buchanamia latifolia Roxb.	Mamuang hua mang wan	33.10	0.0860
Cassia garrettiana Craib.	Samae saan	9.70	0.0074
Dillenia obovata Hoogl.	Saan	10.30	0.0083
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.70	0.0147
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.50	0.0024
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.10	0.0097
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	5.70	0.0026
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.60	0.0034
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	6.80	0.0036
Makhamoi sp.	Mak kha moi	12.50	0.0123
Makhamoi sp.	Mak kha moi	17.80	0.0249
Makhamoi sp.	Mak kha moi	14.40	0.0163
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	9.30	0.0068
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.40	0.0043
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	11.10	0.0097
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	11.90	0.0111
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	8.90	0.0062
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.60	0.0045
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	7.50	0.0044
Mitragina hirsuta Hav.	Kratum khok	5.80	0.0026
Mitragina hirsuta Hav.	Kratum khok	5.90	0.0027
Morinda coreia Ham.	Yo paa	17.60	0.0243
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	8.70	0.0059
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	4.60	0.0017
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	9.70	0.0074

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	9.90	0.0077
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.10	0.0065
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.40	0.0043
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.50	0.0044
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.20	0.0919
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.00	0.0020
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.10	0.0230
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.30	0.0054
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.20	0.0290
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.70	0.0127
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.40	0.0102
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.80	0.0340
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.50	0.0638
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.10	0.0257
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.10	0.0029
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.30	0.0054
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.30	0.0022
Shorea obtusa Wall.	Teng	4.90	0.0019
Shorea obtusa Wall.	Teng	29.00	0.0661
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.10	0.0040
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.50	0.0024
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.60	0.0735
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.50	0.0638
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.50	0.0935
Shorea obtusa Wall.	Teng	23.60	0.0437
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.80	0.0048
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.50	0.0594
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.00	0.0616
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.90	0.0311
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.10	0.0040
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.00	0.0113

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.80	0.0278
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.00	0.0038
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.60	0.0598
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.00	0.0177
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.20	0.0290
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.20	0.0117
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.00	0.0314
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.70	0.0108
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.10	0.0350
Shorea obtusa Wall.	Teng	27.30	0.0585
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.60	0.0272
Shorea obtusa Wall.	Teng	31.90	0.0799
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.60	0.0366
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.90	0.0343
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.40	0.0186
Shorea obtusa Wall.	Teng	26.20	0.0539
Shorea obtusa Wall.	Teng	40.60	0.1295
Shorea obtusa Wall.	Teng	38.50	0.1164
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.00	0.0227
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.30	0.0324
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.70	0.0194
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.20	0.0260
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.80	0.0222
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.30	0.0184
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.10	0.0052
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.10	0.0065
Shorea obtusa Wall.	Teng	24.20	0.0460
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.50	0.0241
Shorea obtusa Wall.	Teng	24.60	0.0475

• **TREE SPECIES IN PLOT 4**

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.10	0.0020
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.30	0.0068
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.80	0.0018
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.70	0.0017
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.00	0.0133
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.10	0.0040
Shorea siamensis Miq.	Rung	17.00	0.0227
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.90	0.0019
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.30	0.0324
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.10	0.0860
Shorea siamensis Miq.	Rung	4.60	0.0017
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.00	0.0064
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhaa-tae	16.40	0.0211
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhaa-tae	27.00	0.0573
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	25.30	0.0503
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.90	0.0077
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	5.60	0.0025
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	10.90	0.0093
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	8.90	0.0062
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.60	0.0072
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	7.30	0.0042
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	10.70	0.0090
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.90	0.0077
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	21.40	0.0360
Stereospermum neuranthum Kurz.	Cae saai	9.30	0.0068
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	8.20	0.0053
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	12.80	0.0129
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.30	0.0022
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.10	0.0020
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	6.20	0.0030
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	4.60	0.0017
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	5.60	0.0025

TREE SPECIES IN PLOT 4

Specific name	Common name	DBH	BA
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	6.10	0.0029
Terminalia alata Heyne ex Roth.	Rok faa	20.70	0.0337
Terminalia chebula Retz.	Samo thai	14.60	0.0167
Terminalia chebula Retz.	Samo thai	6.10	0.0029
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	19.00	0.0284
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	49.70	0.1940
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	27.70	0.0603
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	27.30	0.0585
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	32.50	0.0830

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	22.90	0.0412
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	6.50	0.0033
Canarium subulatum Grill.	Ma lueam	13.70	0.0147
Dalbergia cultrata Grah ex Benth.	Kraphee khao kwaai	7.50	0.0044
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	4.50	0.0016
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	20.50	0.0330
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	8.00	0.0050
Dalbergia oliveri Gamble.	Ching chan	9.80	0.0075
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	4.80	0.0018
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	20.20	0.0320
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.90	0.0037
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	14.60	0.0167
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	9.60	0.0072
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	8.30	0.0054
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	16.50	0.0214
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	6.10	0.0029
Haldina cordifolia Ridsd.	Khwaao	11.00	0.0095
Kang	Kang	9.30	0.0068
Kang	Kang	18.60	0.0272
Kang	Kang	6.60	0.0034
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.80	0.0075
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.00	0.0113
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	18.50	0.0269
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.00	0.0038
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	15.80	0.0196
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	25.60	0.0515
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.60	0.0167
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.20	0.0137
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.00	0.0079
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.90	0.0049
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.60	0.0088
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	16.50	0.0214

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.70	0.0090
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.00	0.0133
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	15.00	0.0177
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.30	0.0031
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	13.10	0.0135
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.00	0.0154
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.00	0.0095
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.20	0.0158
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.70	0.0059
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.40	0.0102
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.10	0.0097
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.60	0.0045
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.40	0.0121
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	10.20	0.0082
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.80	0.0109
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.90	0.0077
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	4.80	0.0018
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.40	0.0055
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	6.20	0.0030
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	16.30	0.0209
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.90	0.0111
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	7.50	0.0044
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	14.30	0.0161
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	12.90	0.0131
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	9.00	0.0064
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	8.60	0.0058
Lannea coromandelica Merr.	Oi chaang	11.50	0.0104
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	5.80	0.0026
Markhamia stipulata Seem.	Cae haang khaang	11.60	0.0106
Mammea siamensis Kostern.	Saraphee	5.90	0.0027

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	5.90	0.0027
Randia dasycarpa Bakh.f.	Nam taeng	6.30	0.0031
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	7.60	0.0045
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.00	0.0064
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.90	0.0037
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	6.80	0.0036
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	5.20	0.0021
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.80	0.0018
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	11.60	0.0106
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	23.30	0.0426
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	15.20	0.0181
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	9.70	0.0074
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	17.60	0.0243
Schleichera oleosa Merr.	Ta khraw	4.70	0.0017
Shorea obtusa Wall.	Teng	10.00	0.0079
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.30	0.0119
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.30	0.0139
Shorea obtusa Wall.	Teng	21.50	0.0363
Shorea obtusa Wall.	Teng	9.70	0.0074
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.60	0.0191
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.70	0.0035
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.20	0.0099
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.70	0.0108
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.90	0.0343
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.90	0.0224
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.90	0.0750
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.10	0.0179
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.00	0.0038
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.50	0.0189
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.40	0.0163

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.70	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.30	0.0209
Shorea obtusa Wall.	Teng	18.60	0.0272
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.60	0.0045
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.30	0.0161
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	10.90	0.0093
Shorea obtusa Wall.	Teng	28.20	0.0625
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.70	0.0170
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.10	0.0097
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	17.90	0.0252
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.60	0.0167
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.80	0.0048
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.60	0.0106
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.80	0.0196
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.00	0.0113
Shorea obtusa Wall.	Teng	20.20	0.0320
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.10	0.0097
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.00	0.0154
Shorea obtusa Wall.	Teng	16.30	0.0209
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.80	0.0129
Shorea obtusa Wall.	Teng	30.50	0.0731
Shorea obtusa Wall.	Teng	25.70	0.0519
Shorea obtusa Wall.	Teng	34.60	0.0940
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.60	0.0025
Shorea obtusa Wall.	Teng	7.50	0.0044
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.00	0.0177
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.70	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	12.50	0.0123
Shorea obtusa Wall.	Teng	22.00	0.0380
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.10	0.0156

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea obtusa Wall.	Teng	11.80	0.0109
Shorea obtusa Wall.	Teng	19.50	0.0299
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.30	0.0161
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.80	0.0061
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.10	0.0029
Shorea obtusa Wall.	Teng	15.20	0.0181
Shorea obtusa Wall.	Teng	5.80	0.0026
Shorea obtusa Wall.	Teng	8.70	0.0059
Shorea obtusa Wall.	Teng	25.10	0.0495
Shorea obtusa Wall.	Teng	14.40	0.0163
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.70	0.0035
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.90	0.0152
Shorea obtusa Wall.	Teng	13.90	0.0152
Shorea obtusa Wall.	Teng	6.50	0.0033
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.90	0.0077
Shorea siamensis Miq.	Rung	22.10	0.0384
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.30	0.0068
Shorea siamensis Miq.	Rung	19.00	0.0284
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	28.10	0.0620
Shorea siamensis Miq.	Rung	16.30	0.0209
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	23.80	0.0445
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.90	0.0027
Shorea siamensis Miq.	Rung	14.10	0.0156
Shorea siamensis Miq.	Rung	26.40	0.0547
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.00	0.0095
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.90	0.0152
Shorea siamensis Miq.	Rung	11.10	0.0097
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.00	0.0079
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.90	0.0343
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.90	0.0152

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.50	0.0071
Shorea siamensis Miq.	Rung	18.30	0.0263
Shorea siamensis Miq.	Rung	20.20	0.0320
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.90	0.0049
Shorea siamensis Miq.	Rung	5.50	0.0024
Shorea siamensis Miq.	Rung	9.70	0.0074
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.80	0.0092
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.60	0.0887
Shorea siamensis Miq.	Rung	13.70	0.0147
Shorea siamensis Miq.	Rung	6.00	0.0028
Shorea siamensis Miq.	Rung	15.20	0.0181
Shorea siamensis Miq.	Rung	8.80	0.0061
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.30	0.0871
Shorea siamensis Miq.	Rung	38.10	0.1140
Shorea siamensis Miq.	Rung	35.20	0.0973
Shorea siamensis Miq.	Rung	24.60	0.0475
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.00	0.0908
Shorea siamensis Miq.	Rung	33.40	0.0876
Shorea siamensis Miq.	Rung	10.70	0.0090
Shorea siamensis Miq.	Rung	36.40	0.1041
Shorea siamensis Miq.	Rung	19.60	0.0302
Shorea siamensis Miq.	Rung	25.60	0.0515
Shorea siamensis Miq.	Rung	41.20	0.1333
Shorea siamensis Miq.	Rung	34.10	0.0913
Shorea siamensis Miq.	Rung	7.20	0.0041
Sindora siamensis Teijsm ex Miq.	Makhaa-tae	8.30	0.0054
Sterculia sp.	Po khaw tak	7.00	0.0038
Sterculia sp.	Po khaw tak	12.10	0.0115
Sterculia sp.	Po khaw tak	4.90	0.0019
Sterculia sp.	Po khaw tak	7.90	0.0049
Sung ko sp.	Sung ko	12.00	0.0113
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	5.70	0.0026

TREE SPECIES IN PLOT 5

Specific name	Common name	DBH	BA
Terminalia bellerica Roxb.	Hane	9.40	0.0069
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	18.50	0.0269
Terminalia corticosa Pierr ex Laness.	Tabaek lueat	12.60	0.0125
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	15.10	0.0179
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	13.70	0.0147
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	16.30	0.0209
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	9.20	0.0066
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.30	0.0042
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	6.80	0.0036
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	12.20	0.0117
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	7.30	0.0042
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	8.30	0.0054
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	13.10	0.0135
Vitex limonifolia Wall.	Sawong	10.50	0.0087
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	6.80	0.0036
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	9.80	0.0075
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	4.60	0.0017
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	5.60	0.0025
Vitex pinnata Linn.	Sawong teen nok	11.80	0.0109
Walsura villosa Wall.	Khat lin	7.20	0.0041
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	18.10	0.0257
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	4.50	0.0016
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	11.30	0.0100
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	5.80	0.0026
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	12.60	0.0125
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	8.70	0.0059
Xylia xylocarpa Tuab.	Daeng	12.80	0.0129

ประวัติผู้วิจัย

นายภูวดล โกมณเฑียร เกิดวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2512 ที่จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ พ.ศ. 2535 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย